

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ

Facultad de Ciencias e Ingeniería



MIGRACION DE COMBUSTIBLES TRADICIONALES
A GAS NATURAL EN UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico

Presentada por

Hernán Antonio Ramón Robles Caycho

Lima, Mayo de 2006

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental el de estudiar la conversión de una Planta industrial, dedicada al sector alimenticio, que utiliza combustibles líquidos tradicionales y GLP a Gas Natural, con el fin de mejorar sus costos de producción y de ayudar a disminuir la polución ambiental.

En el primer capítulo se hace una descripción actual de la Planta, se describen los principales productos que elabora, se detalla el consumo actual de combustible, y se describen los equipos a convertir para quemar Gas Natural.

En el segundo capítulo representa la propuesta de conversión, dando a conocer consideraciones técnicas que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento, selección de materiales y equipos de la red interna de gas natural y de los equipos de combustión.

En el tercer capítulo se presenta la memoria de diseño del sistema propuesto, se brinda las especificaciones técnicas para la selección adecuada de la estación de regulación y medición (ERM) de la red de gas natural, de los trenes de válvulas y de los quemadores de los equipos de combustión. Se especifica también el sistema Back-Up para la generación de gas natural sintético.

En el cuarto capítulo se determinan los costos de la conversión y el ahorro económico esperado al realizarse la migración de combustible líquido a gas natural.

INDICE

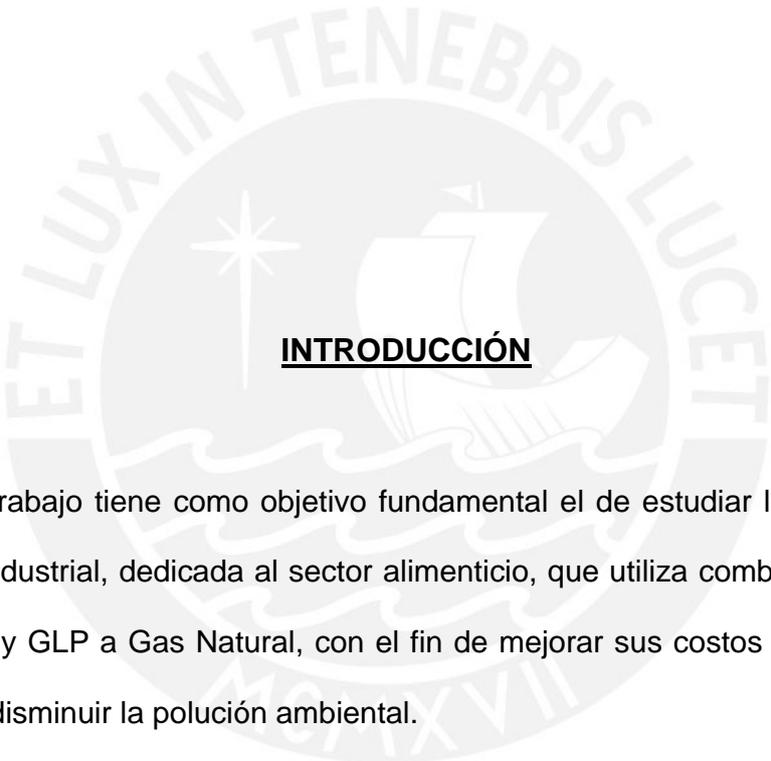
INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
1.1. Descripción De Planta:	5
1.2. Descripción De Equipos Térmicos:.....	10
1.3. Necesidad Del Cambio De Combustible:	24
PROPUESTA DEL PROYECTO:	25
2.1. Recomendaciones para la conversión a Gas Natural:.....	25
2.2. Consumos de Gas Natural:	35
2.3. Selección De Diámetro de Tuberías:.....	40
2.4. Selección de Estación de Regulación y Medición a Instalar:.....	47
2.5. Sistema Back - Up.....	49
MEMORIA DE DISEÑO	54
3.1. Referencias Normativas	54
3.2. Especificaciones Básicas De Materiales Y Equipos	55
3.3. Criterios Generales de Instalación.....	57
3.4. Selección De Equipos:	58
3.5. Ejecución Del Proyecto	65
PRESUPUESTO	68
4.1. Consumo y Costo Combustible	68
4.2. Consumo Actual De Gas Natural.....	72
4.3. Ahorro en el 2005 por Quemar GN:.....	73

CONCLUSIONES: 74

BIBLIOGRAFIA 75

ANEXO





INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental el de estudiar la conversión de una Planta industrial, dedicada al sector alimenticio, que utiliza combustibles líquidos tradicionales y GLP a Gas Natural, con el fin de mejorar sus costos de producción y de ayudar a disminuir la polución ambiental.

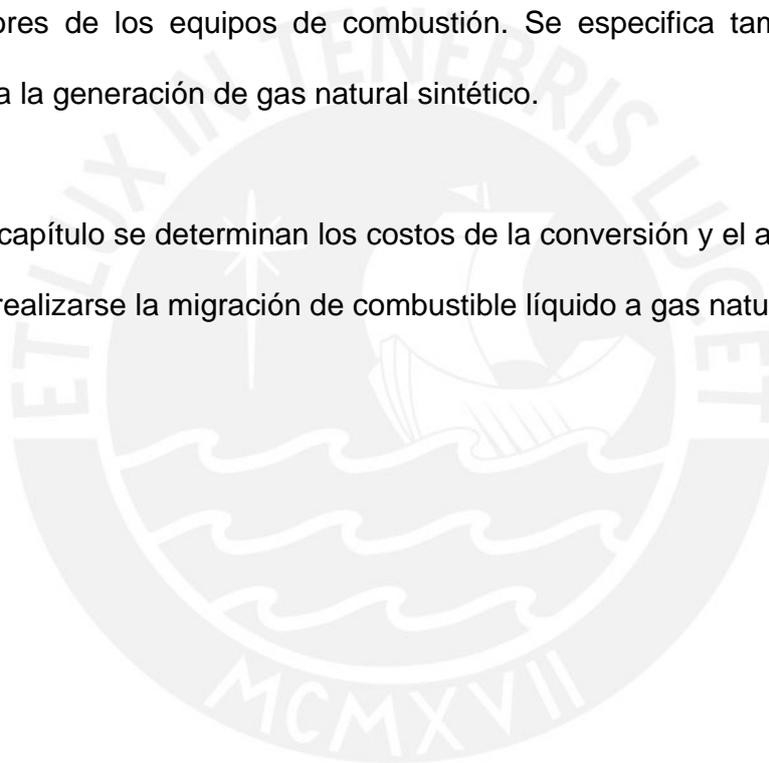
En el primer capítulo se hace una descripción actual de la Planta, se describen los principales productos que elabora, se detalla el consumo actual de combustible, y se describen los equipos a convertir para quemar Gas Natural.

En el segundo capítulo representa la propuesta de conversión, dando a conocer consideraciones técnicas que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento, selec-

ción de materiales y equipos de la red interna de gas natural y de los equipos de combustión.

En el tercer capítulo se presenta la memoria de diseño del sistema propuesto, se brinda las especificaciones técnicas para la selección adecuada de la estación de regulación y medición (ERM) de la red de gas natural, de los trenes de válvulas y de los quemadores de los equipos de combustión. Se especifica también el sistema Back-Up para la generación de gas natural sintético.

En el cuarto capítulo se determinan los costos de la conversión y el ahorro económico esperado al realizarse la migración de combustible líquido a gas natural.



CAPITULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La compañía siempre está en busca de ahorros, motivo por el cual al tener gas natural en Lima, hace el estudio para ver si era rentable migrar al gas natural, dando positivo el resultado de las evaluaciones, el tiempo de retorno de la inversión se estima en 6 meses, motivo por el cual se opta por comenzar a realizar los trámites de la conversión.

1.1. Descripción De Planta:

Compañía: Nestlé Perú S. A.

La fábrica Lima D'onofrio, Nestlé Perú, está situada en la Av. Venezuela 2580, Lima Cercado. En ella se elabora productos alimenticios.

La fábrica consta de seis (06) plantas, las cuales son:

- Planta de Lácteos.
- Planta de Helados.
- Planta de Bebidas Instantáneas
- Planta de Culinarios.
- Planta de Golosinas.
- Planta de Hojalatería

En la planta de Lácteos se envasa leche evaporada, en dos presentaciones, de 410 gr. y 135 gr.

En la planta de Helados, se elabora helados de crema y de agua.

En la Planta de Bebidas Instantáneas se envasa café en sachet.

En la planta de Culinarios se elabora ketchup, mostaza, y caldos.

En la planta de Golosinas se elabora panetones, galletas, chocolates.

En la planta de Hojalatería se elabora los tarros para leche y pasta de tomate.

Se muestra el consumo promedio de vapor por planta de producción, donde se observa que el principal consumidor de vapor es la planta de lácteos, con un 58.66 %.

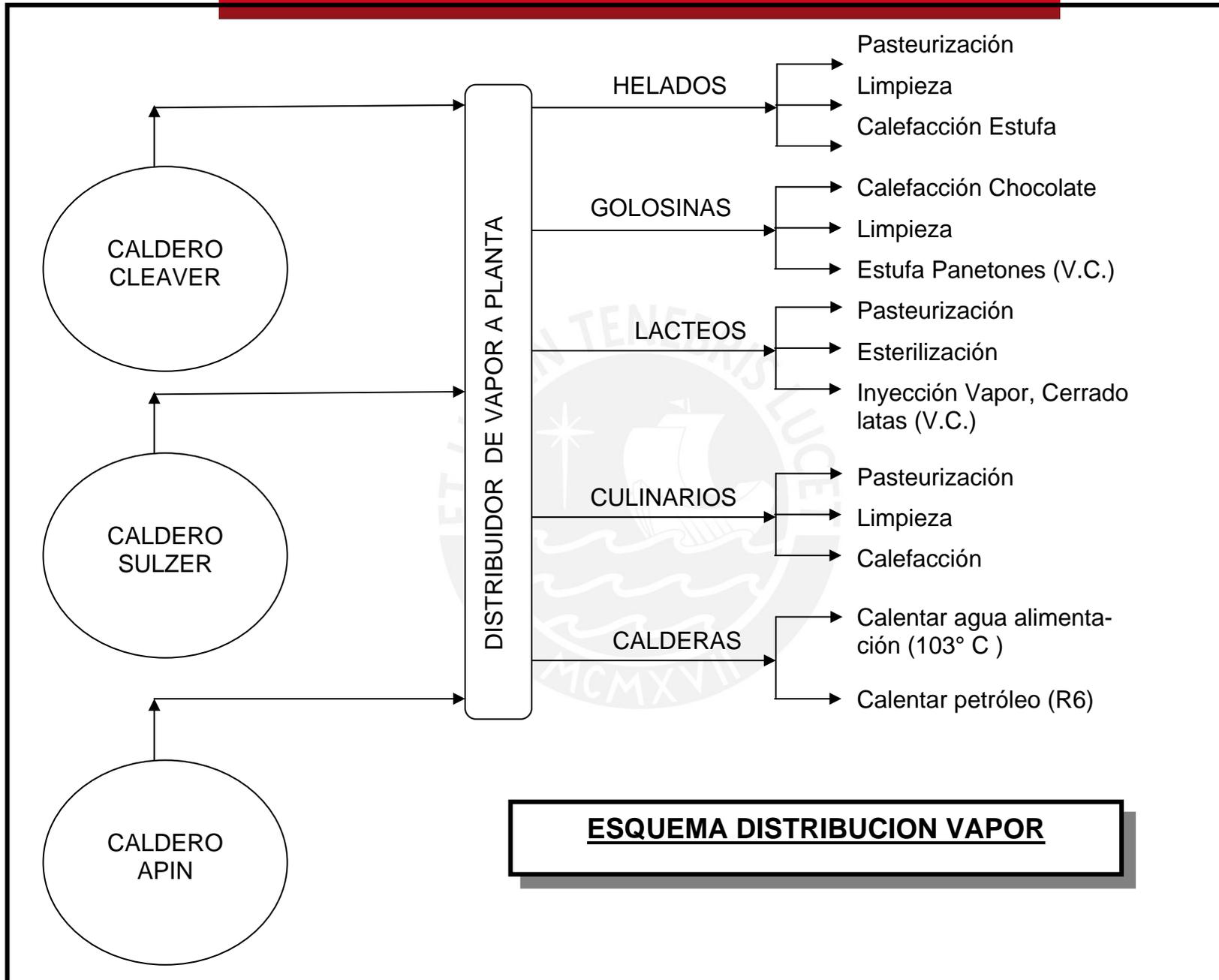
CONSUMO ANUAL PROMEDIO DE VAPOR POR PLANTA EN KGR.

CALDERAS	HELADOS	GOLOSINAS	LÁCTEOS	CULINARIOS	GENERACION VAPOR
4,939,880	3,079,254	3,635,618	18,623,312	1,469,289	31,747,352.00
15.56%	9.70%	11.45%	58.66%	4.63%	

La planta cuenta con tres calderos para la generación de vapor saturado a 10 barg, los calderos son de 600, 700 y 800 BHP cada uno, trabaja un caldero por vez. El vapor se utiliza en las diferentes plantas principalmente para pasteurizar, esterilizar, calefacción, cocción, en algunos casos se inyecta directamente al producto, en este caso es previamente filtrado para obtener vapor culinario. En calderas, el vapor se utiliza para calentar el petróleo residual R6 y calentar el agua de alimentación de calderas para eliminar el oxígeno y CO2 disuelto.

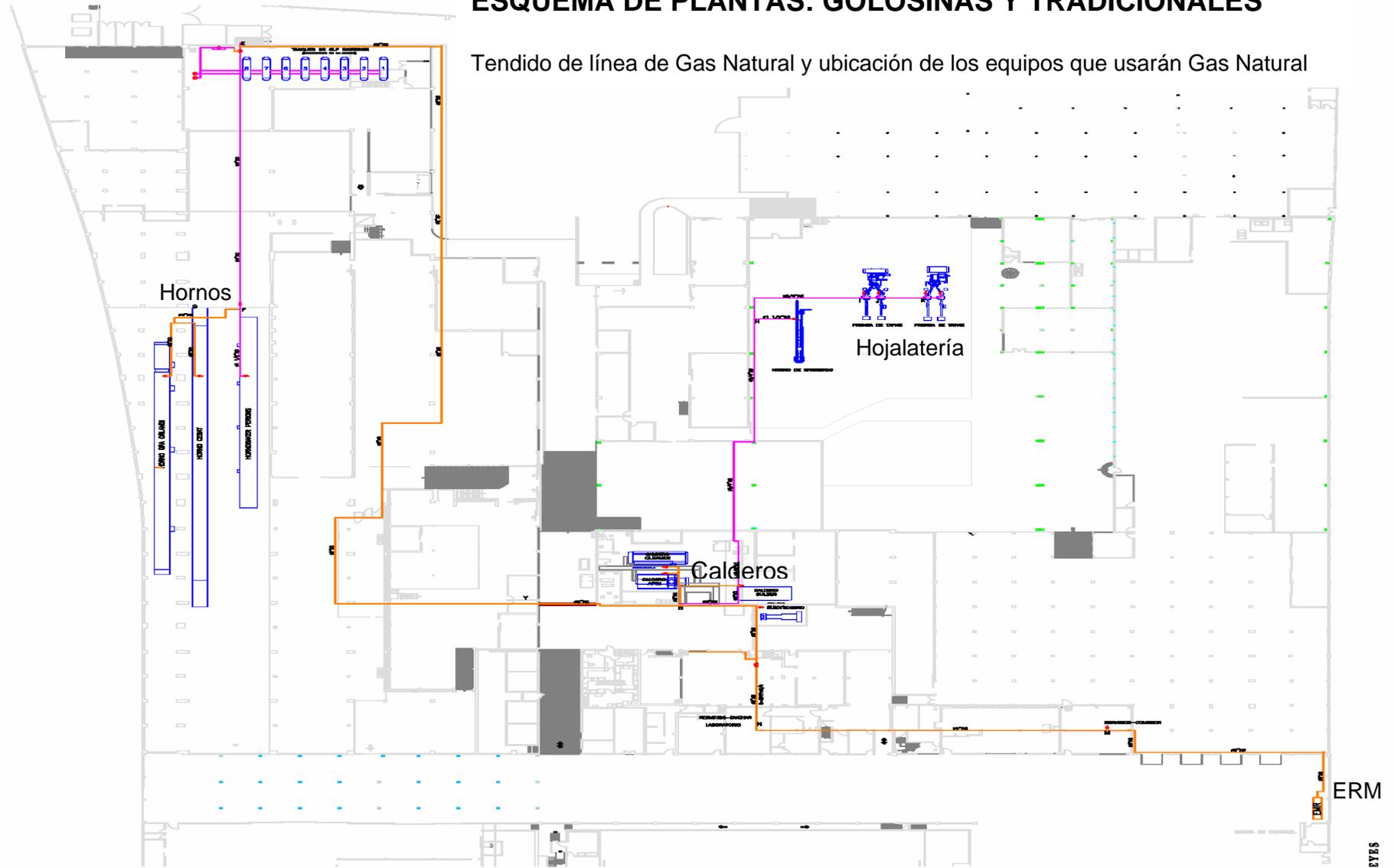
En la planta de golosinas, se tiene tres hornos, uno a GLP y dos a diesel 2, en ellos se elaboran diferentes tipos de galletas y panetones.

En la planta de hojalatería, los hornos son para generar aire caliente, sirven para secar la resina de las latas, en las cuales se envasarán leche, ketchup.



ESQUEMA DE PLANTAS: GOLOSINAS Y TRADICIONALES

Tendido de línea de Gas Natural y ubicación de los equipos que usarán Gas Natural



1.2. Descripción De Equipos Térmicos:

Aplicación 1 : Caldero de Vapor Cleaver Brooks

Descripción:

Fabricante	:	Cleaver Brooks
Modelo	:	CB 600-700
Año fabricación	:	1992
Tipo de fluido	:	Vapor a baja presión
Presión máxima	:	200 psi.
Tipo de Caldero	:	Piro tubular "reverse flame chamber" / "dry back"
Capacidad	:	700 BHP
Producción de Vapor	:	10900 kg/h
Cámara de combustión		
Largo	:	5825 mm
Diámetro	:	1143 mm
Suministro de combustible		
Combustible usado	:	Residual 6
Viscosidad	:	50°E a <u>50°C</u>
Calentador	:	Vapor 17.5 kW

Instalación : Espacio confinado

Quemador

Fabricante : Cleaver Brooks

Sistema de control

del quemador : Regulación Modulante

La producción actual de vapor es de 13 a 14 kg. de vapor por cada kg. de R6 La eficiencia es del 95 % (con relación al NHV)

Máxima producción vapor : $700 \times 15.65 = 11$ ton/hr

Aplicación 2 : Caldero de vapor Apin

Descripción:

Fabricante : APIN

Modelo : 9M Serie 1390

Año fabricación : 1990

Tipo de fluido : Vapor a baja presión

Presión máxima : 300 psi.

Tipo de Caldero : Acuotubular / Tipo "O"

Capacidad : 10394.77 kW / 800 BHP

Eficiencia : 78%

Producción de

Vapor : 12500 kglh

Cámara de combustión

Largo : 4521.20 mm

Ancho : 2006.60 mm

Alto : 1514.48 mm

Backpressure : 165.1 mm de columna de agua

Suministro de combustible

Combustible usado : Residual 6

Viscosidad : 50°E a 50°C

Instalación : Espacio confinado

Quemador

Fabricante : Coen

Sistema de control

del quemador : Regulación Modulante

Tipo : Fyr-Compact Burner Packages

Aplicación 2A: Caldero de Vapor Sulzer

Descripción:

Fabricante	:	Sulzer
Año fabricación	:	1962
Tipo de fluido	:	Vapor a baja presión
Presión máxima	:	12 barg
Tipo de Caldero	:	Piro tubular 3 pasos / "wet back"
Capacidad	:	600 BHP
Producción de Vapor	:	6400 kg/h – 8000 kg/h
Cámara de combustión		
Largo	:	4820 mm
Diámetro	:	990 mm
Backpressure	:	152.4 mm de columna de agua
Suministro de combustible		
Combustible usado	:	Residual 6
Viscosidad	:	50°E a 50°C
Instalación	:	Espacio confinado

Quemador

Fabricante : Gordon Piatt

Modelo : F18.2-0-300-R4140G-F8H-2-UL

Sistema de control

del quemador : Regulación Modulante

Modelo : Forced draught register type burner.

Aplicación 3 : Horno Perkins

Descripción:



Horno continuo para horneado de galletas. La capacidad del horno puede ser deducida del consumo actual de combustible: 40 gal LPG/hr

Horno Baker Perkins

Capacidad del Horno = 3.903 MMBtu/hr



Quemador de horno Baker Perkins

Quemadores:

El horno esta equipado con 74 quemadores de GLP en línea. El tipo de quemador es "pre-mixed



Regulador de presión, horno Baker Perkins

Suministro actual de LPG:

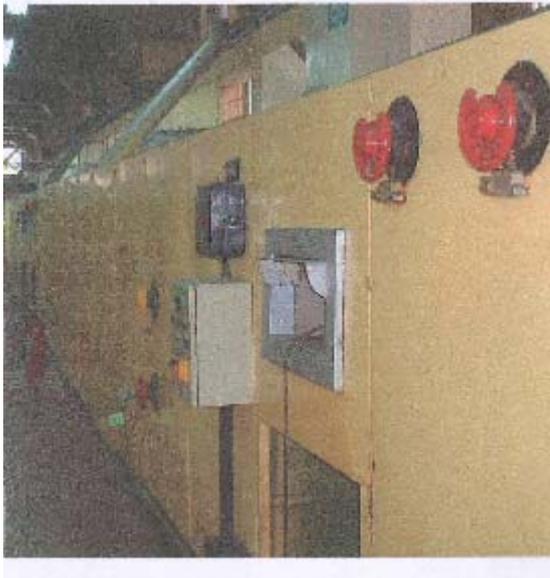
Regulador de presión

Marca & tipo : Fisher
size : 1.1/2"

Modelo : 8202 G
Presión de entrada: : 8.5 psi
Presión de salida : 10 mbar
Orificio : 1"
Capacidad GN : 172.8 m3/h

Aplicación 4 : Horno Cebat

Descripción:



Horno Cebat

Horno continuo de fuego indirecto para horneado de panetones. No se sabe si la capacidad total del horno es de 196000,00 Kcal/hr, o es la capacidad por cada quemador. La capacidad del horno puede ser deducida del actual consumo de diesel 2 el cual es de 5 gal/hr por cada quemador.

Capacidad = 3.428 MMBtu/hr

Quemadores:



Quemador D2, del Cebat

El horno esta equipado con 5 quemadores de diesel 2, tipo "forced draught packaged burners"

Marca: AR-CO Bruciatori (Italiana)

Aplicación 5 : Horno Orlandi

Descripción:



Horneo continuo de fuego indirecto para horneado de panetones. La capacidad del horno puede ser calculada del actual consumo de combustible, la cual es de 5 galones de Diesel 2 por hora, por cada quemador.

Capacidad = 2.743 MMBtu/hr

Horno Orlandi



Quemador D2, Orlandi

Quemadores:

El horno esta equipado con 4 quemadores de diesel 2, tipo "forced draught packaged burners"

Datos Quemadores D2 Horno Orlandi:

QUEMADOR		1	2-4
Marca		CIB UNI- GAS	CIB UNI- GAS
Modelo		PGR3	PGR3
No Serie		9504638	9504638
Año		1995	1995
Potencia	Mínima [kW.]	58	87
	Máxima [kW.]	233	349
Combustible		Diesel 2	Diesel 2
Tipo de control		Modulante	Modulante

Aplicación 6 : Máquina para curado de latas Seudronic



Descripción:

La máquina de curado de latas está equipada con 7 quemadores en línea cada uno con una capacidad de 13,125 kcal/hr.

La capacidad total es de: 91,875 kcal/hr.



Quemadores:

Estos quemadores en línea son especiales llamados quemadores tipo "Aerogen". Normalmente tiene una capacidad estándar de 13,125 kcal/hr.

Los quemadores producen una línea de aire caliente sobre la soldadura. Posteriormente este aire mezclado con los gases de combustión es extraído a través de un conducto exterior al quemador. El quemador es operado con gas premezclado

Actual Suministro de LPG

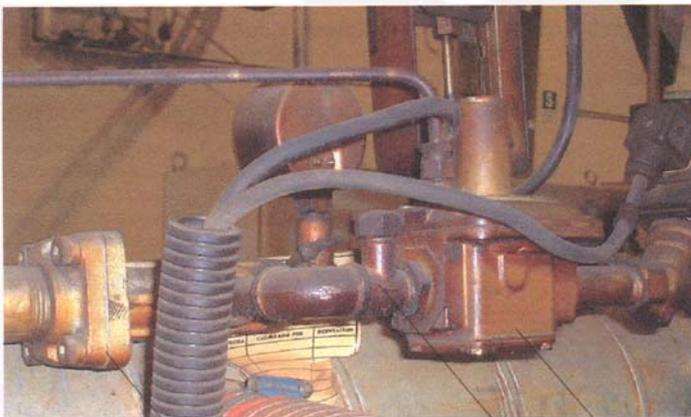


Regulador de presión:

Tipo	:	Spring Loaded
Presión de entrada		
Máxima	:	8 bar
Mínima	:	1 bar
Presión de salida	:	400 mm H ₂ O
Orificio	:	½"
Capacidad	:	100 m ³ /h

Tren de gas para los quemadores.

Cada quemador cuenta con un mezclador, un gobernador de presión cero, y de una válvula limitadora de caudal.



Regulador de presión, Soudronic

Regulador de presión cero.

Válvula limitadora de caudal.

Mezclador aire / gas.

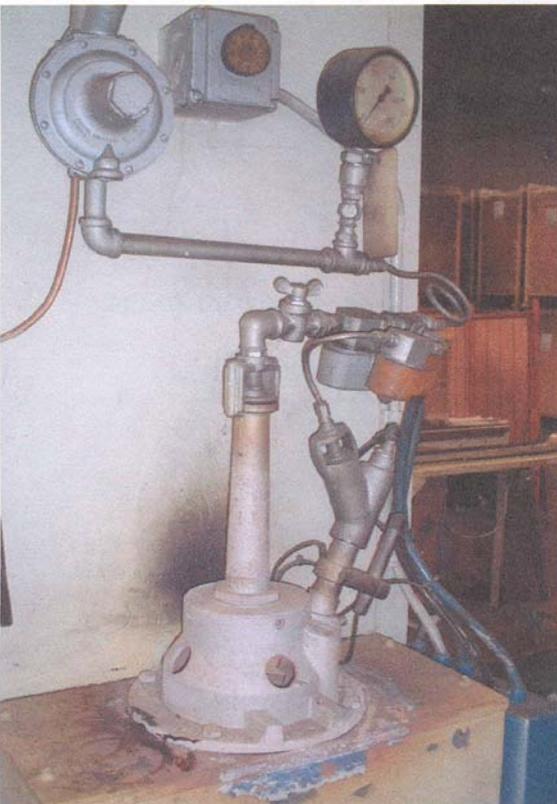
Aplicación 7 : Prensa Fabricación de tapas



Descripción:

Esta máquina esta equipada por dos pequeños quemadores atmosféricos
La capacidad aproximada es de 40,000 kcal/hr

Prensa de Fabricación de tapas



Quemadores:

Quemadores atmosféricos

Actual Suministro de GLP:

Regulador de presión:

Marca & tipo : Fisher tamaño ½ "

Rango de presión

de salida : 150 mm CA

Quemador de prensa

Capacidad:

Esta información es desconocida, pero se asume que la capacidad del regulador es de 4 Nm³/hr

Aplicación 8: Prensa Fabricación de fondos

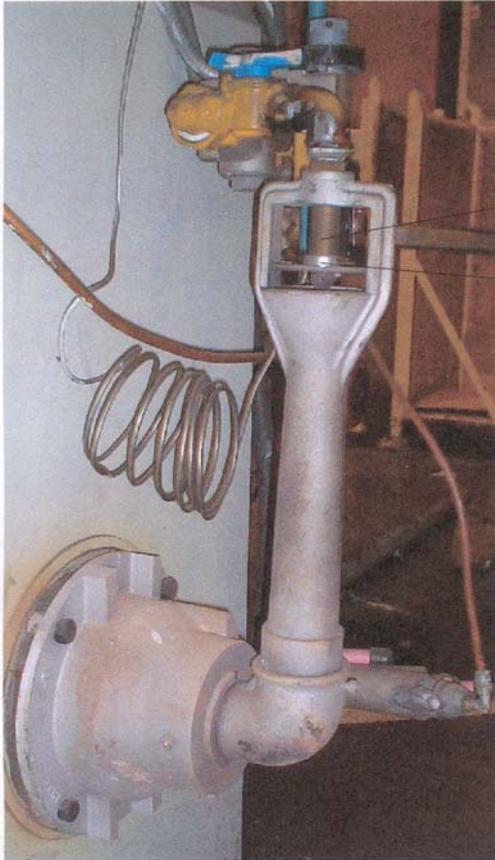


Descripción:

Esta máquina está equipada por dos pequeños quemadores atmosféricos. La capacidad aproximada es de 40,000 kcal/h.

Prensa fabricación de tapas

Quemador:



Quemador Atmosférico de gas

En esta foto se puede observar:

El mecanismo de ajuste del aire de combustión.

La tobera del quemador.

Actual Suministro de LPG:

Regulador de presión:

Marca & tipo: Fisher tamaño ½ "

Rango de presión de salida: 150 mm CA

Quemador de prensa

Capacidad:

Esta información es desconocida, pero se asume que la capacidad del regulador es de 4 Nm³ / hr

1.3. Necesidad Del Cambio De Combustible:

A fin de bajar costos en los productos que elabora, se plantea el reemplazo de los combustibles tradicionales (GLP, Diesel 2 y Residual 6), por GAS NATURAL.

La ventaja principal será el no mantener stock, disminución de los gastos de logística, el suministro es por tuberías, no requiere de tanques de almacenamiento, bombas, equipos de calefacción; es de menor costo que los actuales combustibles, lo que permitirá generar un ahorro en energía. Como se obtiene una combustión más limpia, se puede implementar sistemas para recuperar el calor de los gases de combustión. Los gastos de mantenimiento también serán menores.

La fábrica está actualmente dentro de la ciudad, el cambio de combustible a gas natural, generará emisiones más limpias, comparado con las emisiones que se genera al quemar Diesel 2 o Residual 6, donde los contenidos de azufre son altos.

En la estación gas de ingreso a planta, se instalará un medidor, lo que permitirá medir el volumen de gas natural quemado en el mes, por consiguiente, el pago será solo por el combustible quemado en el mes.

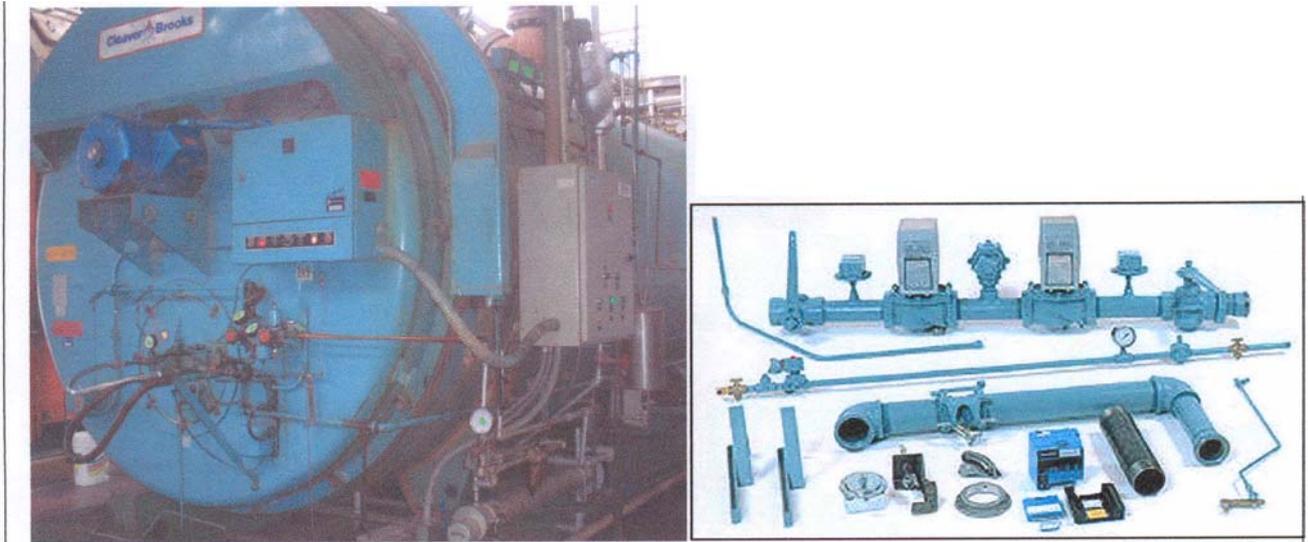
CAPITULO 2

PROPUESTA DEL PROYECTO:

2.1. **Recomendaciones para la conversión a Gas Natural:**

Aplicación 1 : Caldero de Vapor Cleaver Brooks

Como este caldero es del tipo "dry back" (espalda seca),. es recomendable ajustar la capacidad de producción de vapor al 90 % de la capacidad nominal. Ya que al utilizar Gas Natural, la energía de radiación es menor (energía que es entregada en el hogar), por lo que al salir los gases de la cámara de combustión tiene mayor temperatura (mayor energía convectiva), lo que pueden dañar los tubos en la entrada del segundo paso.



Kit para Gas Natural, Caldero Cleaver Brooks

Este caldero piro tubular Cleaver Brooks, de fábrica está diseñado para quemar petróleo residual 6. Es posible quemar gas, para ello se deberá convertir el quemador a Gas natural, utilizando el kit que suministra el fabricante, el cual consta de un tren de válvulas y accesorios para convertir quemadores de Petróleo Residual a quemadores duales. (Diesel 2 - Gas Natural).

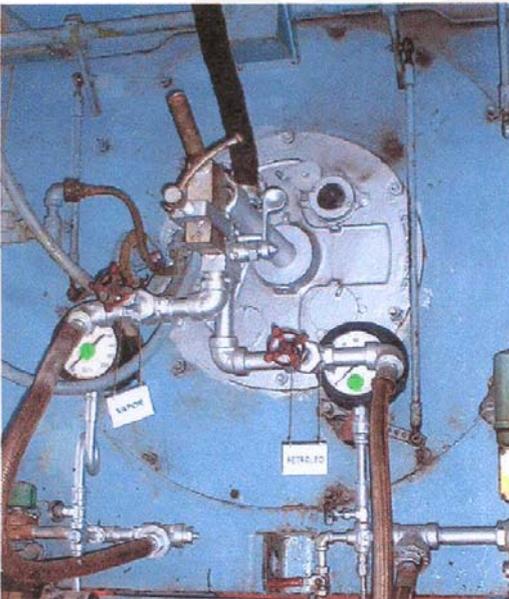
De acuerdo a las Normas Nestlé se debe informar al fabricante las modificaciones en el quemador, a la vez deberá informar si el caldero perderá potencia al quemar gas natural.

Aplicación 2 : Caldero de Vapor Apin



Se tienen dos opciones:

1. Reemplazar el cabezal del quemador por un quemador dual modulante (Gas Natural Diesel²), fabricado por Coen, en este caso se puede mantener el ventilador existente, (el quemador deberá incluir el tren de válvulas)



2. Reemplazar totalmente el quemador incluyendo el ventilador, por un quemador modulante para gas tipo "draught packaged". La capacidad del quemador tiene que ser 11 000.00 KW.

Aplicación 2A: Caldero de vapor Sulzer "

El consumo de gas natural se calcula considerando que este caldero tiene una producción de 9,300 *kg/h de vapor* lo cual corresponde a 600 BHP.



Se tienen dos opciones:

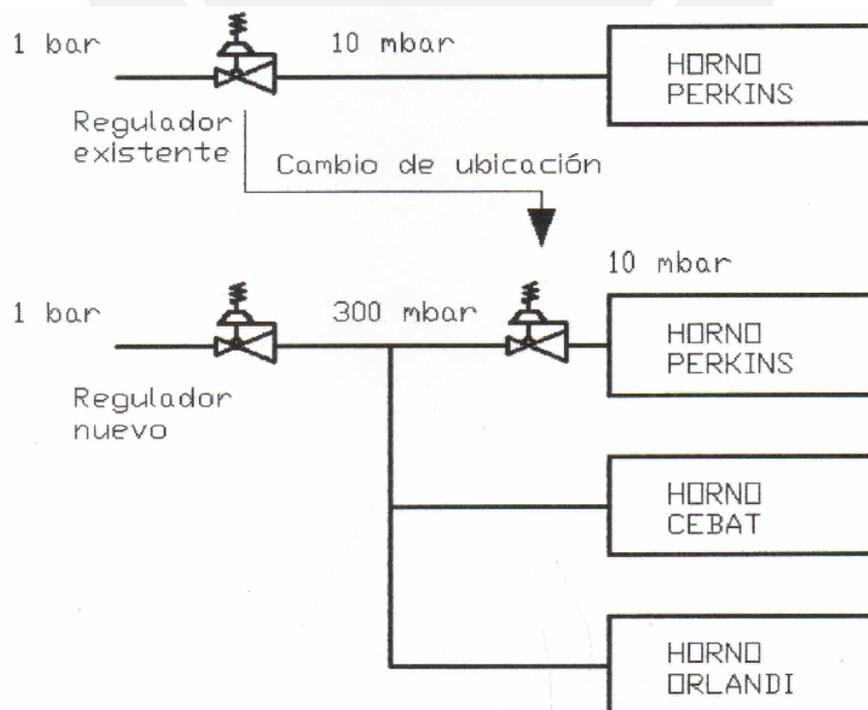
1. Reemplazar el cabezal del quemador por uno dual suministrado por Gordon Piatt, en este caso se pueden mantener el ventilador y parte del sistema de control. (el quemador deberá incluir el tren de válvulas).
2. Reemplazar totalmente el quemador incluyendo el ventilador, por un quemador modulante para gas tipo "draught packaged". La capacidad del quemador debe de ser mayor a 7000 KW, (el quemador deberá incluir el tren de válvulas).

Aplicación 3 : Horno Baker Perkins

Para la conversión a gas natural se necesita ajustar el caudal de gas natural a los quemadores. Al ser quemadores del tipo pre_mix solo será necesario realizar el ajuste en el tornillo de la alimentación de gas, esta regulación se realizará cuando el horno arranque con Gas Natural.

Será necesario cambiar el regulador del horno, por el regulador de suministro (segunda etapa), el cual se colocaría antes de tren de válvulas del horno y se ajustaría con una presión de salida de 10 mbar, además deberá instalar un nuevo regulador de suministro con válvula de bloqueo por alta presión que entregue una presión regulada de 300 mbar. De la línea de 300 mbar se extraerán ramificaciones hacia los otros hornos de galletas.

Esquema para habilitación de gas a hornos GLP y petroleros



El nuevo regulador deberá tener las siguientes características:

Tipo:	:	Spring Loaded
Presión de entrada		
Máxima	:	2 bar
Mínima	:	0.5 bar
Presión de salida	:	300 mbar
Válvula de corte por sobre presión		
Capacidad	:	300 Sm ³ /h.

Aplicación 4 : Horno Cebat

Reemplazar los quemadores de Diesel 2, por un quemador tipo para Gas Natural tipo "forced draught package". Cada quemador debe tener la capacidad de 250 KW control de llama modulante.

Aplicación 5 : Horno Orlandi

Reemplazar los quemadores de Diesel 2 por quemadores tipo "forced draught package" Cada quemador debe tener la capacidad de 350 KW control modulante

Aplicación 6 : Maquina de Curado de latas Soudronic

Regulador de presión:



Se deberá cambiar este regulador por uno que entregue una presión regulada de 300 mbar y tenga las siguientes características:

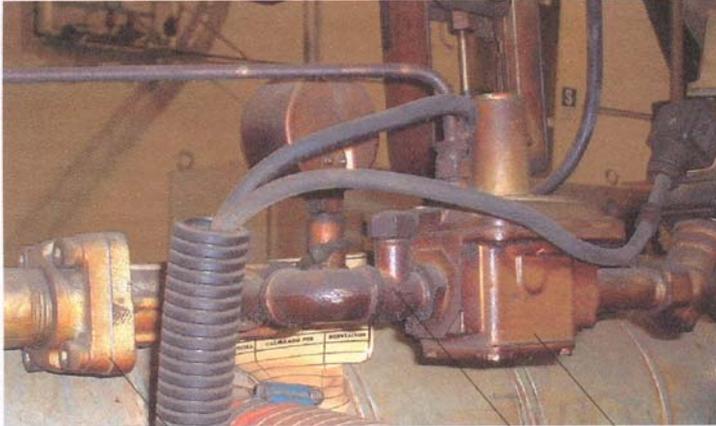
Tipo	:	Spring Loaded
Presión de entrada		
Máxima	:	2 bar
Mínima	:	0.5 bar
Presión de salida	:	300 mbar
Capacidad	:	20 Sm ³ /h

Tren de gas para los quemadores.

La conversión a gas natural, consiste en incrementar el flujo de gas hacia el quemador abriendo la válvula limitadora de caudal.

Eventualmente si el caudal de Gas Natural no es el suficiente con la válvula limitadora de caudal totalmente abierta, se puede incrementar la presión de suministro a los quemadores

Se debe eliminar el by-pass que existe sobre el regulador de suministro.



Regulador de presión, Soudronic

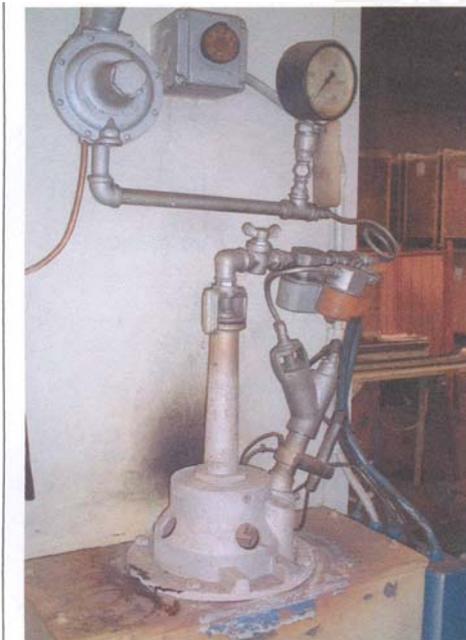
Regulador de presión cero.

Válvula limitadora de caudal.

Mezclador aire / gas.

Nota: no se debe intentar hacer ningún ajuste en el gobernador de presión cero.

Aplicación 7 : Prensa Fabricación de tapas



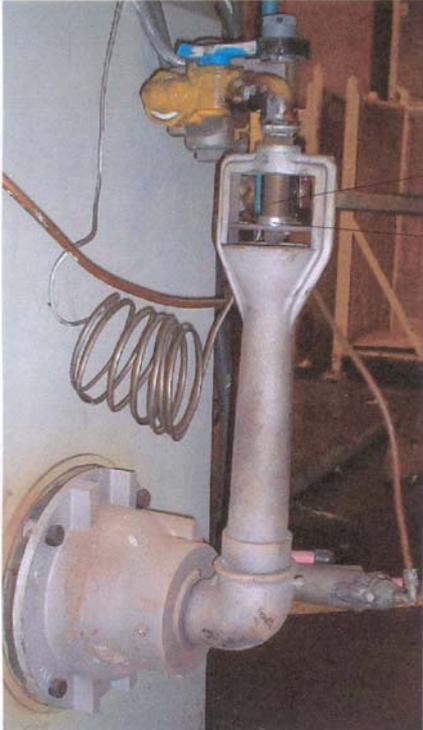
Incrementar la presión suministrada al quemador 2.6 veces aproximadamente.

Incrementar el diámetro de la tobera del quemador 1,3 veces.

En ambos casos es necesario ajustar el regulador de aire atmosférico para la combustión

Quemador de Prensa

Aplicación 8: Prensa Fabricación de fondos



El mecanismo de ajuste del aire de combustión.

La tobera del quemador.

Incrementar la presión suministrada al quemador
2.6 veces aproximadamente

Incrementar el diámetro de la tobera del quemador
1,3 veces.

En ambos casos es necesario ajustar el regulador de aire atmosférico para la combustión.

Nota:

Se recomienda cambiar los reguladores de suministro de los cuatro quemadores de las prensas de fabricación de latas, dichos quemadores deberán tener las siguientes características:

Tipo : Spring Loaded
Presión de entrada
Máxima : 2 bar
Mínima : 0.5 bar
Presión de salida : 20 mbar
Capacidad : 6 Sm³/h.
Válvula de bloqueo por alta presión incorporada

2.2. Consumos de Gas Natural:

Para el cálculo del consumo de gas natural GN en cada uno de los equipos, se usa las siguientes fórmulas:

$$ER = FACC \times PCC \qquad CEGN = ER / PCGN$$

FACC	Flujo Actual de combustible en gal / hora
PCC	Poder calorífico del combustible actual, BTU / gal
ER	Energía requerida en BTU / hora
CEGN	Consumo equivalente GN, en Sm ³ / h
PCGN	Poder calorífico del GN, BTU / Sm ³

En la siguiente tabla se detalla el poder calorífico de los combustibles que se usan en la planta y del nuevo combustible, gas natural:

Natural gas Perú	PCGN	37.39	MBTU / Sm³
GLP	PCC	100.62	MBTU / Glns
Diesel 2	PCC	140.06	MBTU / Glns
R 6	PCC	151.42	MBTU / Glns

Ejemplo:

Cálculo del consumo equivalente en gas natural para la caldera Cleaver Brooks, quien quema residual 6, R6:

$$\text{Si FACC} = 228 \text{ gal / h,}$$

$$\text{Combustible : R6,}$$

$$\text{luego PCC : 151.42 MBTU / galón}$$

$$\text{ER} = 228 * 151.42$$

$$\text{ER} = 34,550.69 \text{ BTU}$$

$$\text{CEGN} = 34,550.69 / 37.39$$

$$\text{CEGN} = \mathbf{927 \text{ Sm}^3 / \text{h de Gas Natural.}}$$

Aplicación N° 1: Caldero de Vapor Cleaver Brooks

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
228	Residual 6	34,550.69	924 Sm^3/h

Aplicación N° 2: Caldero de Vapor Apin

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
274	Residual 6	41,505.70	1110 Sm^3/h

Aplicación N° 2A: Caldero de Vapor Sulzer

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
195	Residual 6	29,540.09	790 Sm ³ /h

Aplicación N° 3: Horno Perkins

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
39	GLP	3,888.82	104 Sm ³ /h

Aplicación N° 4: Horno Cebat

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
24	Diesel 2	3,402.72	91 Sm ³ /h

Aplicación N° 5: Horno Orlandi

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
19	GLP	2,729.65	73 Sm ³ /h

Aplicación N° 6: Maquina de Curado de latas Soudronic

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
4	GLP	411.32	11 Sm ³ /h

Aplicación N° 7: Prensa Fabricación de tapas

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
2	GLP	224.36	6 Sm ³ /h

Aplicación N° 8: Prensa Fabricación de fondos

CONSUMO ACTUAL gal / h	COMBUSTIBLE	CAPACIDAD BTU	CONSUMO EQUIVALENTE GN
2	GLP	224.36	6 Sm ³ /h

RESUMEN:

Aplicación N° 1:	Caldero de Vapor Cleaver Brooks	924 Sm ³ /h
Aplicación N° 2:	Caldero de Vapor Apin	1110 Sm ³ /h
Aplicación N° 2A:	Caldero de Vapor Sulzer	790 Sm ³ /h
Aplicación N° 3:	Horno Perkins	104 Sm ³ /h
Aplicación N° 4:	Horno Cebat	91 Sm ³ /h
Aplicación N° 5:	Horno Orlandi	73 Sm ³ /h
Aplicación N° 6:	Maquina de Curado de latas-Soudronic	11 Sm ³ /h
Aplicación N° 7:	Prensa Fabricación de tapas	6 Sm ³ /h
Aplicación N° 8:	Prensa Fabricación de fondos	6 Sm ³ /h

Total:**3115 Sm³/h**

Resumen de consumos de Gas Natural:

Aplicación N° 1:	Caldero de Vapor Cleaver Brooks	924 Sm ³ /h.
Aplicación N° 2:	Caldero de Vapor Apin	1110 Sm ³ /h.
Aplicación N° 2A:	Caldero de Vapor Sulzer	790 Sm ³ /h.
Aplicación N° 3:	Horno Perkins	104 Sm ³ /h.
Aplicación N° 4:	Horno Cebat	91 Sm ³ /h.
Aplicación N° 5:	Horno Orlandi	73 Sm ³ /h.
Aplicación N° 6:	Maquina de Curado de latas Soudronic	11 Sm ³ /h.
Aplicación N° 7:	Maquina de curado	
	– Prensa de fabricación de tapas	6 Sm ³ /h.
Aplicación N° 8:	Maquina de curado	
	– Prensa de fabricación de fondos	6 Sm ³ /h.
Aplicación N° 9:	Generador de emergencia CAT	226 Sm ³ /h.
Aplicación N° 10:	Quemadores - Caramelos	6 Sm ³ /h.
Aplicación N° 11:	Servicios – Laboratorio	6 Sm ³ /h.
Aplicación N° 12:	Servicios – Comedor	6 Sm ³ /h.
Aplicación N° 13:	Servicios – Duchas	6 Sm ³ /h.
	Total:	3365 Sm³/h.

2.3. Selección De Diámetro de Tuberías:

Para el dimensionamiento de la red interna de gas natural se ha tomado en cuenta las capacidades y la ubicación de los diferentes equipos de combustión, Ver Plano TIS -062-2-001.

No se supera 25 m/seg en las tuberías. La presión mínima obtenida en el extremo de la red es del orden de 1.7 bar, presión de entrada ampliamente suficiente para que los reguladores previstos puedan entregar sus caudales nominales.

De acuerdo a las características referenciales del gas de Camisea, se han usado los valores de 0.608 para la densidad específica del gas y 0.01058 Cp para la viscosidad.

Para el cálculo de caída de presión, la **Norma Técnica Peruana NTP 111.010, GAS NATURAL SECO**. Sistema de Tuberías Para Instalaciones Internas Industriales, recomienda el uso de las siguientes fórmulas:

- Para presiones de 0 a 50 mbarg la fórmula de Poole

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 * h}{2 * s * l}}$$

Donde.

Q : caudal en m³/h (condiciones estándar)

- D : diámetro en cm.
- H : pérdida de carga en mm. de columna de H₂O
- s : densidad relativa del gas
- l : longitud de tubería en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

- Para presiones mayores a 50 mbarg la fórmula de Renouard, y válida para $Q/D < 150$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 * s * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Donde.

- P_A y P_B : presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm² A
- s : densidad relativa del gas.
- L : longitud del tramo en Km., incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen.
- Q : caudal en m³/h (condiciones estándar)
- D : diámetro en mm.

Las tuberías enterradas de acero al carbono de la red interna de gas natural deberán ser protegidas activamente contra la corrosión a través de la instalación de ánodos de sacrificio.

No se usan tuberías de diámetro inferior a ½ " por motivos mecánicos.

El diseño es conservador, considerando posibles futuros aumentos de consumo.

Cálculo del diámetro:

Para el cálculo de la velocidad de circulación del gas, se utilizará la la expresión de la Norma Técnica Peruana NTP 111.010:2003:

$$v = \frac{365.35 * Q}{D^2 * P}$$

Donde:

- Q : caudal en m³/h (condiciones estándar)
 P : presión de cálculo en Kg/cm² absoluta
 D : diámetro interior del tubo en mm
 V : velocidad lineal en m/s

Ejemplo:

Cálculo del diámetro del tubo para el tramo EMR-M:

- Si la velocidad $v = 25$ m/s,
 El caudal $Q = 3365$ Sm³/h
 Presión $P = 1.0335 + 1 * 1.0197$ Kg/cm² A

$$D^2 = \frac{365.35 * Q}{v * P}$$

$$D = 154.76 \text{ mm (6.093")}$$

Se adopta el tubo de $\varnothing 6''$, el diámetro interior es de 6.065".

$$\text{La velocidad será: } v = \frac{365.35 * 3365}{154.05^2 * 2.0532}$$

$$V = 24.77 \text{ m/s.}$$

Se calcula la caída de presión con la expresión de Renouard, porque la presión es mayor a 50 mbarg y $Q/D = 21.84 < 150$:

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 * s * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

$$s = 0.608$$

$$L = 46.8 \text{ m} + \text{longitud equivalente de accesorios.}$$

longitud equivalente de accesorios: 19.4103, tomado de la tabla 10 de la Norma Técnica Peruana NTP 111.010:2003

$$L = 66.2103$$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 * s * 66.2103 * \frac{3365^{1.82}}{154.051^{4.82}}$$

$$P_A^2 - P_B^2 = 0.1465$$

$$P_B = 0.978 \text{ barg}$$

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERÍAS DE GAS NATURAL

TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIÁMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
EMR-M	3365	46.8	66.2103	1.0	0.963	0.037	156.81	6"	26.39	Tubería de Acero SHD40	Soldada
M-N	3359	48.3	68.786	0.963	0.925	0.038	158.14	6"	26.87	Tubería de Acero SHD40	Soldada
N-X	3347	23.3	62.4287	0.925	0.889	0.036	159.41	6"	27.28	Tubería de Acero SHD40	Soldada
X-B	3121	11	29.486	0.889	0.874	0.015	155.39	6"	25.64	Tubería de Acero SHD40	Soldada
B-D	2308	8	21.8645	0.874	0.867	0.007	134.17	6"	19.03	Tubería de Acero SHD40	Soldada
D-Y	274	21.8	31.985	0.867	0.831	0.036	46.31	2"	19.83	Tubería de Acero SHD40	Soldada
Y-P	268	223	230.875	0.831	0.560	0.271	46.25	2"	22.77	Tubería de Acero SHD40	Soldada
P-F	268	0.8	0.8	0.300	0.300	0.000	54.89	4"	7.20	Tubería de Acero SHD40	Soldada
F-G	164	1.8	6.525	0.300	0.296	0.004	42.94	2"	16.77	Tubería de Acero SHD40	Soldada
G-4	91	17	23.6675	0.296	0.291	0.005	32.04	2"	9.34	Tubería de Acero SHD40	Soldada
G-5	73	18	19.78488	0.296	0.293	0.003	28.69	2"	7.48	Tubería de Acero SHD40	Soldada
F-3	104	18.2	20.1425	0.300	0.294	0.006	34.19	2"	10.65	Tubería de Acero SHD40	Soldada
B-C	813	3.4	6.16102	0.874	0.872	0.002	79.63	4.	15.18	Tubería de Acero SHD40	Soldada
C-H	23	65	68.43252	0.872	0.800	0.072	13.40	3/4"	10.66	Tubería existente	Roscada
H-I(7,8)	12	22	24.844	0.800	0.768	0.032	9.87	1/2"	9.93	Tubería existente	Roscada
M-12	6	0.8	0.8	0.963	0.963	0.000	6.68	1"	1.57	Tubería de Acero SHD40	Soldada
N-N'	12	0.6	0.916	0.925	0.925	0.000	9.54	1"	3.21	Tubería de Acero SHD40	Soldada
N'-11	6	0.5	0.5	0.925	0.925	0.000	6.75	1"	1.60	Tubería de Acero SHD40	Soldada

TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIÁMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
N'-13	6	0.5	0.5	0.925	0.925	0.000	6.75	1"	1.60	Tubería de Acero SHD40	Soldada
D-Q	2034	8	11.081	0.867	0.865	0.003	126.17	6"	16.79	Tubería de Acero SHD40	Soldada
Q-1	924	8.2	21.18702	0.865	0.856	0.009	85.10	4"	17.40	Tubería de Acero SHD40	Soldada
Q-2	1110	3.2	5.96102	0.865	0.861	0.003	93.27	4"	20.84	Tubería de Acero SHD40	Soldada
Y-10	6	0.8	0.8	0.831	0.831	0.000	6.92	1"	1.69	Tubería de Acero SHD40	Soldada
C-2a	790	3.2	4.7586	0.872	0.870	0.001	78.54	4"	14.76	Tubería de Acero SHD40	Soldada
H-R	11	4.8	6.4744	0.800	0.798	0.002	9.45	3/4"	5.10	Tubería existente	Roscada
R-6	11	11.2	16.8511	0.300	0.293	0.007	11.12	3/4"	7.09	Tubería existente	Roscada
X-9	226	1.5	8.1675	0.889	0.883	0.006	41.82	2"	15.91	Tubería de Acero SHD40	Soldada

NOTA: - La Norma técnica peruana acepta hasta un máximo de 30 m/s para la velocidad de circulación del gas.

- El cálculo se ha realizado con un F.S (Factor de simultaneidad) = 1.

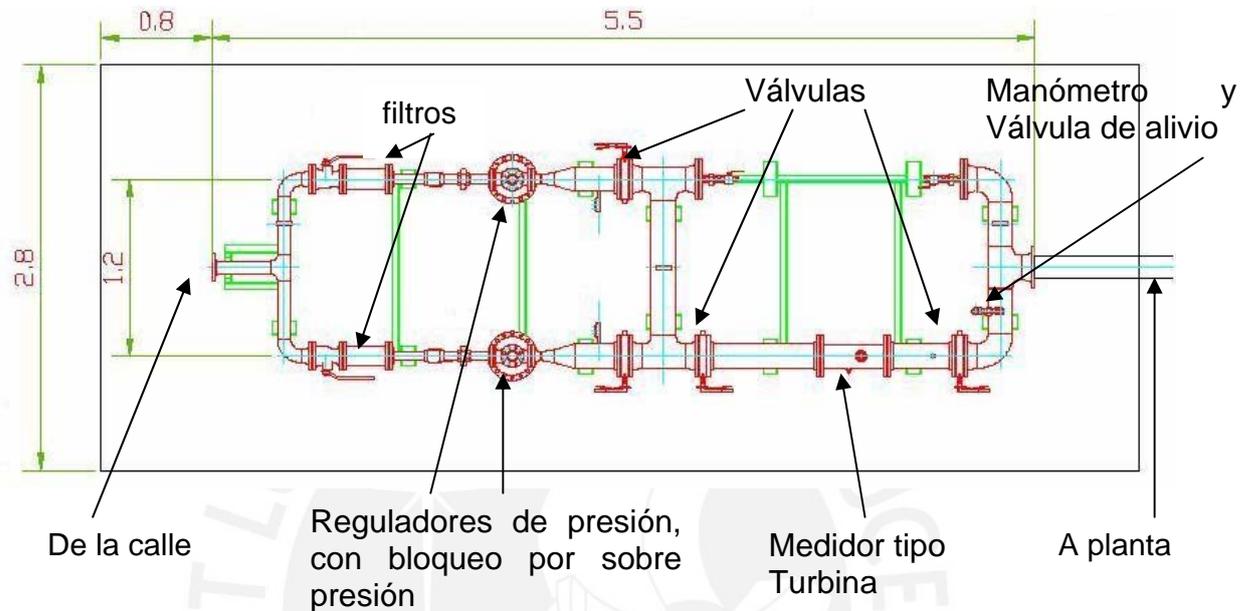
USO DE PLANILLA:

Para usar la planilla anterior, requerimos del plano TIS -062-2-001:

1. Columnas TRAMO, CAUDAL, LONGITUD REAL: La línea de gas, está dividida en tramos, según el flujo de gas a circular por tramo. La longitud de la tubería se obtiene del plano en referencia.

Columna LONGITUD CÁLCULO, muestra la longitud real más la longitud equivalente de los accesorios, ver tabla 10 de la Norma Técnica Peruana NTP 111.010:2003.
2. Columna DIÁMETRO CÁLCULO, DIÁMETRO ADOPTADO: La velocidad máxima asumida del gas es 25 m/s, se calcula un diámetro del tubo, en función de los tubos reales, se adopta el diámetro final.
3. Columna VELOCIDAD: De lo anterior se obtiene la velocidad real del gas en el tramo del tubo, la cual se muestra en esta columna.
4. Columna PRESIONES barg P1 - P2: P2 nos da la presión final del tramo, la diferencia de $P_1 - P_2$, nos indica la caída de presión en el tramo.

2.4. Selección de Estación de Regulación y Medición a Instalar:



La estación incluirá doble ramal de regulación, filtro metálico de 25 μm , válvulas de seguridad por bloqueo y alivio, válvulas de entrada & salida, accesorios y puente de medición para medidor turbina G 1000 con unidad correctora. El corrector contará con captadores de presión y temperatura incorporados, así como la posibilidad de instalar una unidad MODEM con salida a línea telefónica. Las especificaciones para fabricación, será de Tractebel GD / STA / 001 y normas internacionales.

Las medidas aproximadas de la estación son de 5.6 m. de largo x 1.7 m de ancho x 1.4 m. de alto. Tendrá un peso del orden de 1,500 kg. Y estará montada sobre una base metálica " skid – mounted".

Será probada hidráulicamente a 28.5 barg y contará con inspección radiográfica al

100% del inlet, 30% del outlet, Así mismo, contará con certificado de Inspección.

Características:

Presión de Ingreso

Máxima	:	10 bar
Mínima	:	5 bar

Presión de Salida

Normal	:	1 bar
Rango	:	+/- 5 %

Flujo de Gas Natural

Máximo Futuro	:	3365 Sm ³ /h.
Máximo Actual	:	3115 Sm ³ /h.
Mínimo	:	17 Sm ³ /h.

Medidor : G1000

Velocidad del Gas Natural en tuberías

Entrada	:	20.0 m/s
Salida	:	25.0 m/s

Etapa de regulación : Doble

Etapa de medición : Simple

Justificación de los Componentes:

- Doble Ramal: Para facilitar el mantenimiento de los elementos de la estación.
- Filtros: Protección de la suciedad de los elementos de la estación.
- Reguladores de Presión Con Bloqueo: La presión de entrada es de 5 a 10 bar, la planta se diseña a 1 bar, por lo es necesario bajar la presión de entrada. En caso de falla en la regulación de presión, las válvulas incluyen válvulas de bloqueo por sobre presión.
- Medidor de turbina: El caudal que circulará por la estación es de $3115 \text{ Sm}^3/\text{h}$, se espera poca variación del flujo. Ventaja, en caso de falla del medidor, no cortará el flujo de gas.
- Válvula de Alivio: En caso de falla de las válvulas de bloqueo por sobre presión, la válvula de alivio descargará el exceso de gas al medio ambiente.

2.5. Sistema Back - Up

Se considera el sistema Back – Up, para el caso de corte del suministro de gas natural, para ello se considera que los quemadores puedan quemar un combustible alternativo, a fin de evitar paradas en los equipos de producción.

Para el diseño se considera el suministro a los actuales quemadores. En los calderos se considera como combustible alternativo el diesel 2 (D2), ya que no requiere calentamiento previo, en caso de una emergencia. Los demás quemadores se considera la posibilidad de quemar GLP, ya que el flujo es bajo, solo representa el 9.34% del consumo de la planta.

Equipos que se consideran para el dimensionamiento del sistema Back - Up.

Back-Up Diesel 2

El sistema Back-Up con Diesel 2 alimentará a los siguientes equipos

Aplicación N° 1:	Caldero de Vapor Cleaver Brooks	924 Sm ³ /h.
Aplicación N° 2:	Caldero de Vapor Apin	1110 Sm ³ /h.
Aplicación N° 2A:	Caldero de Vapor Sulzer	790 Sm ³ /h.
	Total:	2824 Sm ³ /h

El Back-Up con Diesel 2 se implementa mediante la instalación de quemadores duales en cada uno de los equipos arriba mencionados.

Back-Up GLP / Aire

El sistema Back-Up con GLP tendrá capacidad suficiente para mantener operativos los siguientes equipos:

Aplicación N° 3:	Horno Perkins	104 Sm ³ /h.
Aplicación N° 4:	Horno Cebat	91 Sm ³ /h.

Aplicación N° 5:	Horno Orlandi	73 Sm ³ /h.
Aplicación N° 6:	Maquina de Curado de latas Soudronic	11 Sm ³ /h.
Aplicación N° 7:	Prensa Fabricación de tapas	6 Sm ³ /h.
Aplicación N° 8:	Prensa Fabricación de tapas	6 Sm ³ /h.
	Total:	291 Sm ³ /h

Equipos existentes para suministro de GLP a la planta

Vaporizadores de GLP liquido

Cantidad	:	2
Marca	:	Algas
Modelo	:	40/40
Capacidad.	:	3.67 MMBTU / h

Tanques de GLP

Cantidad	:	8
Capacidad	:	1000 gal

Equipos adicionales para suministro de GLP / Aire

El back up GLP / aire debe abastecer 291 Sm³/h, lo que equivale 11.4 MMBTU / h

Capacidad requerida para el Back-Up GLP / Aire : 11.4 MMBTU / h

Capacidad actual con los vaporizadores 40 / 40 : 7.33 MMBTU / h

Para cubrir la demanda será necesario instalar los siguientes equipos

Vaporizadores de GLP líquido

Cantidad : 1
Capacidad: : 3.67 MMBTU / h

Equipos Sugeridos

Marca : Algas (Sugerido)
Modelo : 40/40

Bomba de GLP líquido

Cantidad : 1
Capacidad : 120 gal/h.
Presión de salida min. : 120 psi

Blender GLP + Aire

Cantidad : 1
Presion de salida : 0.8 bar

Equipos Sugeridos

AES Modelo HVS -14MM
Capacidad 14 MMBTU / h
Incluye tanque recibidor
Presión de salida 12 psi

ALGAS Modelo	V14-15	
Capacidad	14	MMBTU / h
Incluye tanque recibidor		
Presión de salida	12	psi

Observaciones

Considerando una mezcla Propano - Butano 70/30 y un índice de Wobbe igual a 1378 Btu/scf y un poder calorífico de mezcla igual a 61.05 MBTU / Nm³ se requerirá un flujo de 200 Sm³/h de mezcla (GLP / Aire). Debido a que el volumen que pasara por las tuberías es menor al volumen calculado para Gas Natural se puede asegurar que las tuberías calculadas son adecuadas para el sistema Back - Up.

CAPITULO 3

MEMORIA DE DISEÑO

3.1. Referencias Normativas

Las normas técnicas aplicables para la ejecución de este trabajo son:

La NTP 111.010 “GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.

El “Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos” (D.S. N° 042-99-EM y sus modificaciones) así como.

Las normas aplicables comprendidas en NTP 111.010 “GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.

3.2. Especificaciones Básicas De Materiales Y Equipos

Estación de Medición y Regulación Primaria

Las estaciones de medición y regulación Primaria deberán cumplir con las especificaciones de la Distribuidora de Gas GNLC.

Medidores de caudal

Estos deberán cumplir con las siguientes normas: CEN EN 1359 ó ANSI B109 (partes 1 y 2) para medidores a diafragma y CEN EN 12180 ó ANSI B109 3 para medidores rotativos.

Reguladores de presión

Los reguladores secundarios deberán cumplir con las normas CEN EN 334 ó ANSI B109.4 o equivalentes.

Tuberías de Acero al Carbono

Las tuberías enterradas y aéreas deberán cumplir con la norma “ANSI / ASME B 36.10“, estas serán de Cédula 40.

Las tuberías enterradas de acero al carbono deberán ser protegidas pasivamente contra la corrosión mediante la aplicación de cintas de polietileno de acuerdo a normas DIN 30670.

Las tuberías aéreas deberán ser protegidas contra la corrosión con dos capas de pintura de pintura epóxica con 8 mills de espesor y una capa de acabado de 4 mills de espesor con pintura a base de poliuretano.

Accesorios de Línea de la Red de Acero al Carbono

Los accesorios de línea (codos, bridas, Tees) deberán estar de acuerdo a las normas ANSI y deberán de ser de la Series # 150.

Válvulas

Las válvulas para la red interna de deberán cumplir con las normas API 6D, API 607, ASME / ANSI B 16.4, y la norma MSS SP -25 o equivalente. Todas Las Válvulas deberán ser Clase 150.

Equipos de Combustión:

Los equipos de combustión, accesorios y su instalación deberán cumplir con las normas CEN UNE-EN-746-1 y CEN UNE-EN-746-2.

3.3. Criterios Generales de Instalación

Las uniones de tuberías aéreas y enterradas de un diámetro mayor a 2" deberán de ser soldadas.

La tapada mínima de las tuberías enterradas será de 60 cm. En los cruces de caminos con circulación de vehículos, deberá ser aumentada la tapada a 1.2 m.

La zanja y el material de relleno deberán estar exentos de objetos cortantes (por ejemplo piedras) a fin de evitar daños en las tuberías o el deterioro de su revestimiento. Las tuberías deben instalarse sobre un lecho de arena.

Dentro de la zanja, la distancia con respecto a otras tuberías o cables deberá ser, como mínimo, de 30 cm en los tramos paralelos y en los puntos de cruce.

No deben instalarse tuberías subterráneas debajo de edificios o construcciones.

Las uniones soldadas deberán ser revestidas de manera de asegurar la continuidad del revestimiento (encintado) de las tuberías.

Las transiciones de tuberías enterradas a tuberías aéreas para conectar a los equipos (acometidas) deberán realizarse de manera a que el revestimiento de la tubería se extienda por lo menos unos 150 mm después de emerger de la superficie. Adicionalmente, se deberá prever una camisa protectora (tubo de PVC) que proteja la zona de acometida.

Las tuberías aéreas deberán ser pintadas de color amarillo canario RAL 1004 tal como se especifica en la norma.

3.4. Selección De Equipos:

El cálculo del consumo de gas natural de cada uno de los equipos de combustión esta dado por la capacidad nominal de los equipos, o por el consumo máximo horario del combustible que ha estado usando hasta ahora.

La planilla de consumos por equipo se muestra en el Plano TIS-062-1-001.

Todos los equipos de combustión deben contar obligatoriamente con los siguientes elementos de seguridad.

- **Válvula esférica de aislamiento manual.** Debe montarse una válvula de aislamiento de mando manual aguas arriba del primer dispositivo de control del circuito de gas. Las válvulas manuales de aislamiento se deben diseñar o colocar para impedir su manipulación inadvertidamente, pero deben ser fácilmente accesibles y capaces de operar rápidamente si se requiriese.
- **Filtro / tamiz.** Se montará un filtro o tamiz apropiado, el filtro y/o tamiz se debe colocar de forma tal que facilite el mantenimiento periódico. Si se instala un by-pass al filtro-tamiz, un dispositivo idéntico se debe instalar en el by-pass.
- **Válvula de parada de seguridad.** La alimentación de gas de cada quemador o grupo de quemadores debe estar bajo el control de dos válvulas de seguridad de la clase A montadas en serie.

Para controlar capacidades por debajo de 120 KW, se aceptan dos válvulas de clase B. Se aceptan dos válvulas de la clase C para los quemadores

atmosféricos. Se acepta, para quemadores atmosféricos utilizados manualmente, un dispositivo termoelectrico de supervisión de llama que cumpla con la norma EN 125.

Las válvulas que controlan capacidades mayores de 1 200 KW se deben equipar con un dispositivo de control de estanquidad.

Para instalaciones de quemadores múltiples, el dispositivo de parada individual de cada quemador puede considerarse como una válvula de parada de seguridad especificada anteriormente y de la misma clase.

- **Reguladores de presión de gas.** Se debe incorporar un regulador de presión de gas cuando sea necesario para controlar la presión y el caudal de gas. Si la salida del regulador de presión de gas y/o la sección de la red de tuberías a continuación de la válvula y con todo el equipo incluso quemadores, no están diseñados para soportar la presión máxima en condiciones de fallo el regulador debe contar con:
 - Una válvula de parada de alta presión se debe montar aguas arriba al regulador de presión, para cortar el suministro de gas, antes de que la presión se vuelva excesiva; pueden estar integrados en un solo aparato
 - Una válvula de descarga de seguridad se debe montar aguas abajo al regulador de presión del gas. La válvula de seguridad debe descargar en un sitio seguro, fuera de la sala de calderos.

– Detectores de caudal y de presión de aire y de gas

Aire.

El caudal de aire debe supervisarse como se indica:

- mediante un captador de presión estática, cuando no hay una prueba de un caudal satisfactorio;
- por un detector de caudal.

Este requisito no se debe aplicar a los quemadores de gas portátiles, quemadores de puesto de trabajo y quemadores de llama al aire integrados con equipos supervisados continuamente por operadores cualificados y cuya máxima capacidad calorífica es inferior a 70 KW.

Gas.

- Protección contra la baja presión del gas. Una protección contra la falta de presión del gas, debe ser prevista cuando los quemadores no tienen un asegurador de llama.
- Protección contra las sobre presiones de gas. Debe montarse una protección contra las sobre presiones de gas, en todas las circunstancias excepto cuando:
 - la bajada de presión en el regulador es menor del 30% de la presión mínima del funcionamiento normal,
 - un fallo del regulador, no debería provocar un incremento peligroso del caudal de aire de arranque y,
 - la capacidad calorífica del equipo es inferior a 600 KW y su presión de alimentación no pasa de 100 mbar.

Sistema de encendido. Cuando el gas para el encendido del quemador es tomado aguas arriba del regulador de presión de el (los) quemador(es) princi-

pal(es), el quemador de encendido se debe equipar con un regulador de presión de gas.

Para los requisitos de seguridad, el (los) quemador(es) de encendido se debe(n) tratar como los quemadores principales.

Cualquier dispositivo de encendido directo o combinación de dispositivo de encendido y el quemador de encendido de las instalaciones automáticas deben formar parte integral del sistema de quemador principal.

Válvula manual individual de parada para quemadores múltiples. Cuando múltiples quemadores son encendidos independientemente, cada quemador individual debe montarse con una válvula de parada manual.

Sin embargo, si la instalación de tal válvula manual afecta a los dispositivos de mezcla (por ejemplo mezcladores venturi), entonces la válvula de cierre se debe instalar aguas arriba de cualquier dispositivo de mezcla.

Para los quemadores múltiples con íter encendido de quemador a quemador según diseño, el grupo completo de quemadores se debe montar al menos con una válvula de parada manual.

Cuando los quemadores múltiples tienen una capacidad calorífica inferior a 10 KW y están instalados formando una sola unidad, el grupo completo debe disponer como mínimo de una válvula de corte de alimentación.

SELECCION DE QUEMADORES:

CALDEROS:

Los quemadores de los calderos queman residual 6, no están preparados para quemar gas natural.

Los quemadores de los calderos Apin y Sulzer requieren ser reemplazados.

Los quemadores de los tres calderos, deberán tener la posibilidad de quemar Gas Natural y petróleo Diesel o residual, para casos de falta de suministro de gas natural:

Aplicación N° 1: Caldero de Vapor Cleaver Brooks

Solo requiere adicionar el kit para quemar Gas Natural, por lo que se solicita al representante la pro forma respectiva, incluyendo el montaje y puesta en operación.

Aplicación N° 2: Caldero de Vapor Apin

El quemador de marca COEN, requiere ser reemplazado, existe la alternativa de mantener el ventilador, o reemplazarlo totalmente. Por el elevado número de horas de servicio (fabricación 1992) es preferible considerar un quemador nuevo, se coordina directamente con COEN para las alternativas correspondientes como quemador nuevo, y con el fabricante de la caldera, la firma Tecnolog, así mismo con otras marcas alternativas.

Aplicación N° 2A: Caldero de Vapor Sulzer

El quemador de esta caldera fue montado en 1990, no está preparado para quemar Gas Natural, se plantea reemplazarlo por otro de la misma marca, Gordon Piatt, o un equivalente con la firma Tecnolog o Saacke. Se solicita las respectivas pro formas, incluyendo el montaje y puesta en operación.

HORNOS:

Los quemadores de los hornos petroleros requieren ser reemplazados, ya que originalmente ellos no fueron diseñados para quemar gas. Solo se ha diseñado para quemar gas natural, en caso de emergencia, quemaran gas sintético, mezcla de GLP con aire.

Aplicación N° 3: Horno Perkins

Horno con quemadores a GLP, solo requiere el ajuste de alimentación de gas natural, no requiere inversión.

Aplicación N° 4: Horno Cebat

Para los quemadores alternativos, se plantea un modelo equivalente en la misma marca, ARCO Bruciatori, o equivalentes en Saacke, Baltur.

Aplicación N° 5: Horno Orlandi

Los quemadores alternativos, se plantea un modelo equivalente en la misma marca, CIB UNIGAS, o equivalentes en ARCO Bruciatori, Saacke, Baltur.

HOJALATERÍA:

Hornos con quemadores a GLP, solo requiere el ajuste de alimentación de gas natural, no requiere inversión.

Aplicación N° 6: Maquina de Curado de latas Soudronic

Aplicación N° 7: Maquina de curado

– Prensa de fabricación de tapas

Aplicación N° 8: Maquina de curado

– Prensa de fabricación de fondos

3.5. Ejecución Del Proyecto

Para la ejecución del proyecto se consideró las siguientes etapas, a fin de evitar paradas de las diferentes plantas de producción:

- * Montaje Estación Regulación Y Medición ERM, Calderos.
- * Horno Galletero, Planta Hojalatería, Laboratorio y Comedor, que operan con gas licuado de petróleo, GLP.
- * Hornos Petroleros.
- * Estación Back Up.
- * **Primera parte del Proyecto**

La generación de vapor según el estudio, debería consumir un promedio del 85 % del total de Gas Natural (GN). Y según el diagrama de tendido, era lo primero que debería quemar GN. Es por ello que se coordina con el contratista del tendido de tubería para dar prioridad el montaje de la línea hasta la sala de calderos. El primer caldero que debería trabajar con GN sería el Cleaver Brooks de 700 BHP.

El proyecto inicial no contemplaba la certificación y arranque parcial, por lo que se considera instalar una válvula en la línea de Ø2", a fin de permitir el arranque del caldero, previa certificación y aprobación de Gas Natural Lima & Callao, GNLC, hoy Callida.

El tendido de la línea, el montaje de la estación ERM, la instalación del kit para gas del caldero Cleaver Brooks y certificación de la línea, se culmina con el arranque del caldero con GN el 21 de enero.

La planta de hojalatería comienza a quemar GN el 27 de enero, representa aproximadamente el 2% del consumo total. También entra a quemar GN el comedor y el Laboratorio Central. Quienes representan el 0.56 % y 0.01% respectivamente.

* **Segunda parte del proyecto**

Se culmina con tendido de la línea de gas hasta hornos, la modificación de la línea existente de GLP para suministrar GN a los hornos petroleros, la certificación correspondiente y el arranque del horno galletero Baker Perkins el 6 de febrero. El horno galletero representa el 7.41 % del consumo total.

* **Tercera parte del proyecto**

Con el fin de facilitar el stock de repuestos de los quemadores y el mantenimiento de los mismos, se opta por estandarizar los quemadores de los hornos petroleros, los cuales suman en total 9 quemadores.

El montaje de los quemadores se programa al finalizar la campaña de panetones de fiestas patrias, los cuales entrarán en servicio la primera semana de julio con gas natural.

* **Estación Back Up**

Los equipos para la estación Back up, deberán ingresar a fábrica la primera semana de julio.

Equipos No Considerados

El grupo electrógeno no fue considerado para operar con gas natural, ya que actualmente no existe cortes de energía eléctrica, y en horas punta, la planta tiene bajo consumo de energía eléctrica.

El caldero Acuotubular APIN de 800 BHP, también es retirado del proyecto, ya que la planta tiene una demanda promedio de 5.5 ton / hora, y una demanda máxima de 8 ton / hora, se considera que el caldero APIN trabajará fuera de su punto de eficiencia máxima.

La planta de caramelos, también sale del proyecto, que la Gerencia Regional considera vender la planta.

El uso de GN para los vestuarios, no es considerado por la gerencia respectiva.

CAPITULO 4

PRESUPUESTO

Se detalla comparación de consumos con combustibles tradicionales versus Gas Natural.

4.1. Consumo y Costo Combustible

Consumo Combustible 2003

A fin de presentar el proyecto, se realiza un preestudio en el 2004, se elabora en base a los consumos reales de combustibles del 2003, el ahorro que se hubiera obtenido si se hubiera quemado gas natural.

	AÑO 2003	Soles	AÑO 2003	Soles	AÑO 2003	Soles
	(Gln GLP)	de GLP	(Galón D2)	de D2	Galón R6	de R6
Enero	7,504	S/. 32,502	-	S/. -	119,903.95	S/. 320,358
Febrero	8,791	S/. 38,074	1,510	S/. 11,450	106,889.15	S/. 285,585
Marzo	8,722	S/. 37,776	2,919	S/. 22,136	115,837.67	S/. 309,494
Abril	10,056	S/. 43,554	322	S/. 2,443	113,305.72	S/. 302,729
Mayo	7,160	S/. 31,010	2,949	S/. 22,365	101,326.95	S/. 270,724
Junio	11,478	S/. 49,712	1,510	S/. 11,450	76,517.12	S/. 204,438
Julio	10,589	S/. 45,859	2,164	S/. 16,411	85,011.99	S/. 227,134
Agosto	9,403	S/. 40,726	9,160	S/. 69,461	93,275.36	S/. 249,212
Septiembre	10,715	S/. 46,408	13,590	S/. 103,046	92,253.85	S/. 246,483
Octubre	8,128	S/. 35,201	17,012	S/. 128,999	92,084.64	S/. 246,031
Noviembre	7,225	S/. 31,293	18,119	S/. 137,395	119,445.11	S/. 319,132
Diciembre	3,919	S/. 16,975	3,523	S/. 26,716	134,752.06	S/. 360,029
TOTAL	103,692	S/. 449,091	72,780	S/. 551,870	1,250,603.57	S/. 3,341,348
GASTOS (S/.)		S/. 449,091		S/. 551,870		S/. 3,341,348

Costo de la energía quemando combustibles tradicionales:

		Gasto Combustible	S/. / Energía
MM BTU/Año	185,576.25	S/. 4,342,308	S/. 23.40
G Joules / Año	195,782.94	S/. 4,538,091	S/. 23.18

La alternativa: Quemar Gas Natural:

	Nm3 / año	S/. De GN / Año	Ahorro por usar GN / Año
Equivalente en GN	5,122,171	S/. 2,367,124	S/. 2,170,967
PRESUPUESTO	\$270,000	S/. 882,900	
TIEMPO RETORNO		05 meses	

Consumo Combustible 2004

Los siguientes cuadros, elaborado a comienzos del presente, comprueban lo estimado en el 2004 con los consumos del 2003:

	AÑO 2004	Soles	AÑO 2004	Soles	AÑO 2004	Soles
	(Gln GLP)	de GLP	(Gln D2)	de D2	Galón R6	de R6
Enero	8,145	S/. 35,276	3,600	S/. 27,298	84,441	S/. 3,378
Febrero	6,010	S/. 26,029	1,000	S/. 7,583	79,924	S/. 3,197
Marzo	2,680	S/. 11,607	1,000	S/. 7,583	95,737	S/. 3,829
Abril	8,204	S/. 35,532	1,200	S/. 9,099	97,071	S/. 3,883
Mayo	8,799	S/. 38,108	2,300	S/. 17,440	94,373	S/. 3,775
Junio	8,010	S/. 34,691	1,400	S/. 10,616	81,091	S/. 3,244
Julio	8,980	S/. 38,892	600	S/. 4,550	73,673	S/. 2,947
Agosto	7,680	S/. 33,262	12,600	S/. 95,542	71,199	S/. 2,848
Septiembre	10,010	S/. 43,353	13,200	S/. 100,092	66,392	S/. 2,656

Octubre	10,433	S/. 45,185	15,000	S/. 113,741	76,011	S/. 3,040
Noviembre	7,905	S/. 34,237	15,000	S/. 113,741	76,384	S/. 3,055
Diciembre	7,600	S/. 32,916	6,500	S/. 49,288	66,804	S/. 2,672
TOTAL	94,456	S/. 409,089	73,400	S/. 556,571	963,100	S/. 2,573,199
GASTOS (S/.)		S/. 409,089		S/. 556,571		S/. 2,573,199
S./Gln	4.33		7.58		2.67	

Costo de la energía quemando combustibles tradicionales:

		Gasto Combustible	S/. / Energía Combustibles
		Soles / Año	Tradicional
MM BTU/Año	146,808.63	S/. 3,538,860	S/. 24.11
G Joules / Año	154,883.10	S/. 3,538,860	S/. 22.85

La alternativa: Quemar Gas Natural:

	Nm3 / año	S/. De GN / Año	Ahorro por usar GN / Año
Equivalente en GN	4,052,129	S/. 1,872,625	S/. 1,666,235
PRESUPUESTO	\$270,000	S/. 882,900	
TIEMPO RETORNO		06 meses	

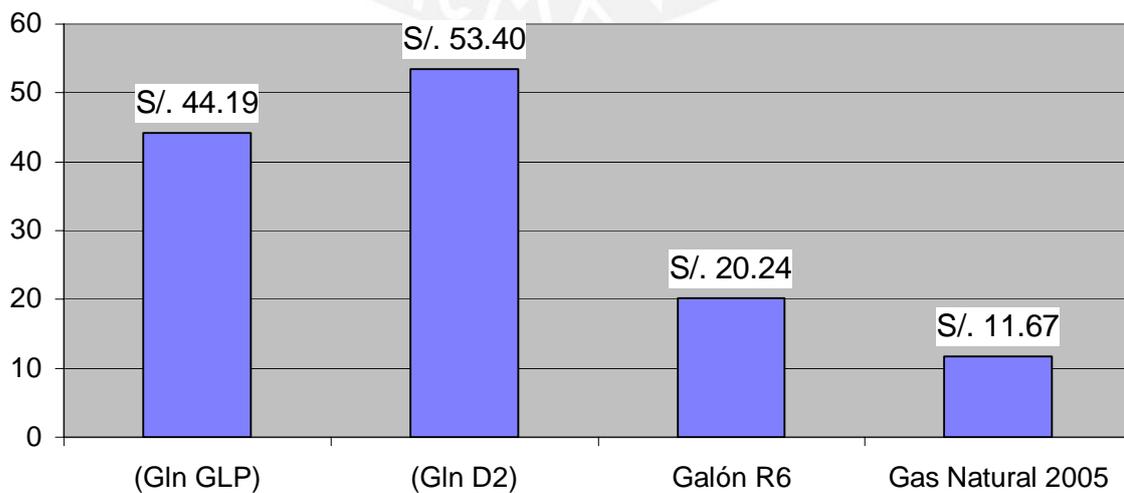
4.2. Consumo Actual De Gas Natural

Resumen De Consumo De Gas Natural Por Mes:

MES	Volumen sin corregir m3	Volumen Corregido Sm3	S/ / mes
Total 01-05	46,177.00	87,347.00	S/. 37,498
Total 02-05	118,367.00	224,301.00	S/. 98,168
Total 03-05	130,825.00	279,495.00	S/. 120,714
Total 04-05	131,132.00	264,178.00	S/. 114,099

Reducción Costo Energía Térmica

COSTO COMBUSTIBLE AÑO 2004 S/ / MM BTU



4.3. Ahorro en el 2005 por Quemar GN:

AHORRO EN GAS NATURAL, AGOSTO 2005					
	CALDEROS	HORNOS (glp) & HOJALATERIA	HORNOS Cebat & Orlandi	costo promedio GN / Sm3	
				S/.	0.46
Sm3 GN	2,494,930.59	227,891.78	238,337.47	S/.	1,348,557.57
M BTU	93,291,750.30	8,521,448.83	8,912,039.46		
	Equiv. R6	Equiv. GLP	Equiv. D2		
Galones	616,112.47	84,689.41	63,630.15		
Costo S/. / gal	S/.	S/.	S/.		
	S/.	2.67	4.33		
		S/.	7.58		
		S/.	S/.		
Total	S/.	1,646,122.19	366,790.00	482,489.34	S/. 2,495,401.53

AHORRO	S/.	1,146,843.96
	\$	352,875.06
Inversión	\$	270,000.00
Tiempo Retorno meses		9.18

CONCLUSIONES:

1. El migrar a gas natural significa un ahorro en costo de combustible.
2. No requiere almacenamiento. Disminución gasto de logística. Ya no ingresa el camión de combustible al interior de planta, lo que evita riesgos de contaminación.
3. Combustión más limpia (menor mantenimiento de los sistemas por limpieza)
4. No necesita bombas, ni sistemas de calefacción (ahorro en mantenimiento), menor costo de energía eléctrica.
5. Permite trabajar con menores excesos de aire (ahorro de combustible). Con el analizador de gases, se ha permitido bajar el exceso de aire de combustión, mejorando la eficiencia de combustión.
6. Se obtiene gases de combustión limpio, ya que en la composición del gas no contiene azufre, que al mezclarse con agua genera lluvias ácidas:

Reducción de	CO ₂ ,	SO ₂ y	NO _x
Antes	7.2% ,	251 y	130 ppm
Ahora	5% ,	0 y	58 ppm

7. Al estar la planta en el interior de la ciudad, y al tener una combustión limpia, no existe emisiones contaminantes a la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

1. **Norma Técnica Peruana NTP 111.010, GAS NATURAL SECO.** Sistema de Tuberías Para Instalaciones Internas Industriales.
2. **Resumen Curso Taller GAS NATURAL USO INDUSTRIAL,** Ing. Hernando Galvis Barrera



ANEXOS

Tabla 10 de Norma Técnica Peruana NTP 111.010, página 36

Variación Energía Térmica en 2005.

Análisis de Riesgo Para Las Instalaciones de Gas Natural

Pro formas



TABLA 10 - Resistencia de codos, accesorios, y válvulas para gas natural expresada en Longitud Equivalente de tubería recta en metros*

Nominal pipe size in (Schedule 40)	Inside diameter (d) mm	Threaded fittings†				Valves (threaded, flanged, or welded)				90° welding elbows and smooth bends‡			Welding tees
		45°	90°	90° Tee	Plug	Globe	Angle	Swing check	R/dg = 1-1/2	Forged	Mitre**		
k factor =		0.42	0.9	1.8	0.9	10	5	25	0.36	1.35	1.8		
n = L/D ratio†† =		14	30	60	30	333	167	83	12	45	60		
													
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75		
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.17	0.94		
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26		
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60		
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10		
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45		
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14		
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75		
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66		
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16		
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68		