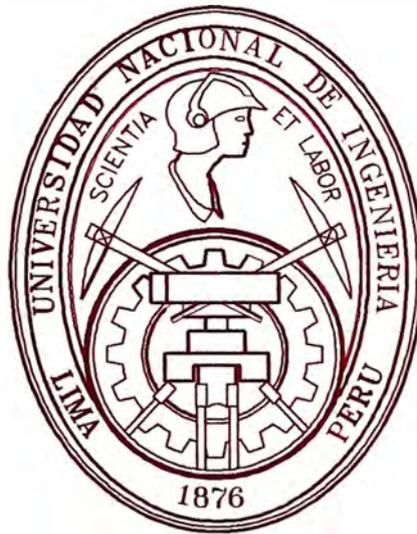


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“MEJORA TECNICA-ECONOMICA DE UNA EMPRESA TEXTIL  
MEDIANTE EL USO DEL GAS NATURAL”**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO  
PEDRO CHRISTIAN AYALA CASTILLO**

**PROMOCION 2001-II**

**LIMA-PERU**

**2006**

PROLOGO.....	1
INTRODUCCION.....	4
1.1. ANTECEDENTES .....	4
1.2. OBJETIVO .....	4
1.3. ALCANCE.....	4
CAPITULO 2.....	6
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA .....	6
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	7
2.1.1 Hilandería.....	9
2.1.2 Tejeduría .....	10
2.1.3 Tintorería .....	11
2.1.4 Acabado .....	11
2.1.5 Áreas de soporte.....	12
CAPITULO 3.....	15
ETAPA DE SUSTITUCIÓN DEL COMBUSTIBLE ACTUAL POR GAS NATURAL .....	15
3.1. PLANIFICACIÓN DE LA MEJORA .....	20
3.2. DISEÑO DE RED DE TUBERÍAS.....	21
3.3 ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE GAS NATURAL .....	26
3.3.1 Estación de medición y regulación .....	26
3.3.2 Especificación Para La Construcción de la Red de Tuberías .....	27
3.3.3 Construcción de las Instalaciones .....	29
3.3.4 Soportes .....	35
3.3.5 Pintado de tuberías aéreas y en canaletas .....	36
3.3.6 Ensayos a la red de tuberías para Gas Natural.....	42
3.3.7 SEÑALIZACIÓN DE TUBERÍAS .....	44
3.4 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR PARA EL FUNCIONAMIENTO CON GAS NATURAL.....	50
3.4.1 Acometida.....	50
3.4.2 Accesorio de Ingreso a la ERM (AIE).....	50
3.4.3 Estación de regulación y medición (ERM).....	50
3.4.4 Estación de Regulación de Presión Secundaria (SUBESTACION).....	54
3.4.5 Equipos de Combustión.....	55
3.5 PUESTA EN MARCHA .....	62
CAPITULO IV .....	66
REPERCUSIONES TÉCNICAS.....	66
4.1 OPERATIVIDAD DE EQUIPOS .....	66
4.2 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS .....	67
CAPITULO V.....	71
COSTOS EN LA CONVERSIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	71
CAPITULO VI .....	75
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA .....	76
ANEXO .....	77

## PRÓLOGO

Las empresas buscan mejoras en sus procesos y reducción de costos para poder ser competitivos en este mercado cambiante y que eleva su nivel día a día. El gas natural ya es una realidad aquí en el Perú y el sector industrial esta aprovechando sus beneficios, estos han tardado poco en calar en la mente de los empresarios peruanos, pero se espera que en el transcurrir del tiempo mas empresas se implementen con la nueva tecnología, al punto que ya se ha conformado la Asociación de Consumidores del Gas en el Perú, la cual apoya el empleo de este insumo y difunde sus beneficios.

El trabajo a continuación presentado se realiza en base a la experiencia obtenida en una empresa textil en la cual participo hasta la fecha como supervisor de Mantenimiento. A continuación se describe los capítulos contenidos:

- En el CAPITULO 1 se indican los antecedentes, objetivos, alcances, restricciones dando al lector el ámbito en el que se desarrolló la mejora y la importancia del mismo.
- En el CAPITULO 2 se describe el marco general de la empresa, descripción del proceso para la fabricación de telas.
- En el CAPITULO 3 se realiza la planificación de la mejora, ejecución, y puesta en marcha de los equipos.

- En el CAPITULO 4 se describe las repercusiones técnicas y mejoras en los equipos.
- En el CAPITULO 5 se evalúa los costos generados por el proyecto y el ahorro generado por este.
- En el CAPITULO 6 tenemos las conclusiones a las que se llega con la mejora
- Finalmente la bibliografía, anexos y planos correspondientes.

*Agradezco a Dios por todo lo que me da; a mi familia y a las personas que me estiman por el apoyo incondicional que me brindan.*

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

La empresa sobre la cual se realizó el presente proyecto tiene mas de 40 años en el sector textil la cual viene a ser una de las mejores en su rubro, la gerencia decide realizar un análisis de competitividad, teniendo en uno de sus puntos, aprovechar el gas natural para la mejora de procesos y equipos, y colocarse así a la par de las empresas textiles que ya usan este combustible y obteniendo de esta forma ventajas con respecto a los que usan residual 500, diesel 2 y GLP.

#### **1.2. OBJETIVO**

- Mejorar la competitividad de la empresa disminuyendo costos de energía y mantenimiento de equipos Térmicos en el proceso de fabricación de telas.

#### **1.3. ALCANCE**

El presente informe contempla el estudio realizado en la empresa desde el punto de vista energético, evaluando las condiciones actuales de funcionamiento de planta como punto de partida para definir y planificar la conversión de calderos y calentadores para su operación con gas natural, que garantice las mejores

condiciones técnicas, económicas y ecológicas, superando ampliamente a los combustibles utilizados actualmente, así como la ejecución, control y puesta en marcha de las siguientes aplicaciones:

Aplicación 1 caldera 280 marca: Powermaster 250 BHP

Aplicación 2 caldera 281 marca: Powermaster 250 BHP

Aplicación 3 caldera 282 marca: Powermaster 250 BHP

Aplicación 4 máquina Chamuscadora Cotton Comber repotenciada

Aplicación 5 calentador de aceite Térmico 287 marca: Konus Kessel 1511KW

Aplicación 6 calentador de aceite Térmico 557 marca: Termhtechnik 1490KW

Aplicación 7 comedor

Aplicación 8 futuras instalaciones.

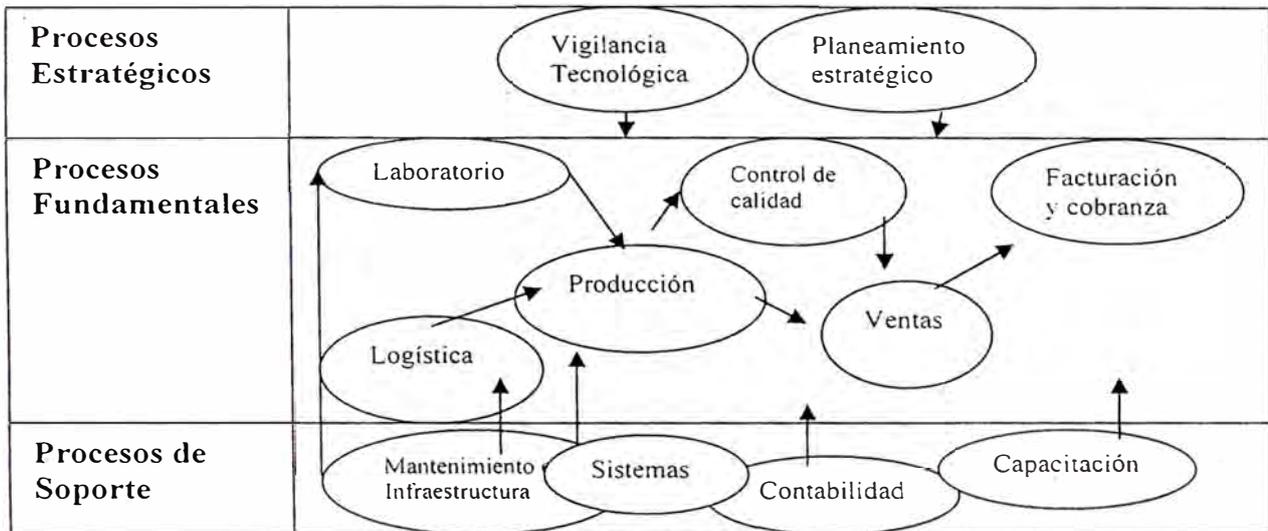
Como primera etapa se pondrá en funcionamiento con gas natural las aplicaciones 1,4 y 5.

## **CAPITULO 2**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

La empresa textil en mención tiene como parte de sus procesos fundamentales al área de Hilandería, Tejeduría, Planta de Procesos Húmedos y Planta de Acabado, el paso de un proceso a otro se da después de una inspección de calidad respectiva, al final del proceso de fabricación de tela existe una área específica para el control de calidad del producto terminado y se cuenta con un laboratorio para realizar las simulaciones del proceso de teñido y acabado de la planta así como pruebas de productos nuevos y mejora de procesos. la logística coordina permanentemente con el área de mantenimiento e infraestructura así como producción.

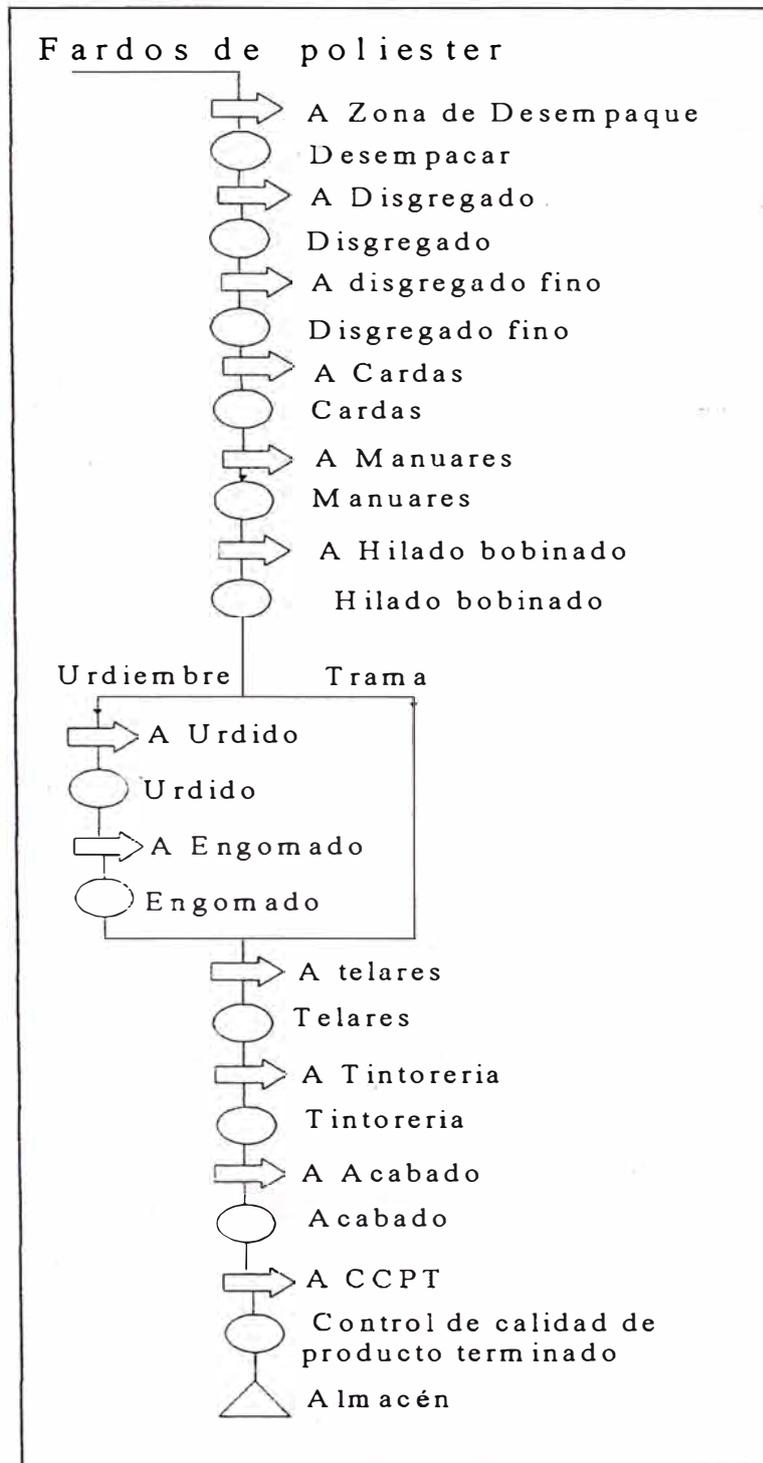
Se muestra en el cuadro 2.1 el mapa de los procesos productivos de la empresa textil la cual es base para realizar el trabajo.



Cuadro 2.1 Mapa de procesos de la empresa Textil

## 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

A continuación el diagrama de flujo del proceso productivo (cuadro 2.2) y se describe cada área y las máquinas que son principales para el proceso de fabricación de telas a base de poliéster.



Cuadro 2.2 Diagrama de flujo del proceso productivo

### 2.1.1 Hilandería

Es el primer proceso elemental en la industria textil que comienza con la materia prima (fibras artificiales) para convertirlos en hilo y luego continuar con el proceso de pretejido.

Está dividido en dos áreas bien definidas que son la preparación y la hilatura propiamente dicha.

Preparación: Proceso mediante el cual se toma las fibras para hacerle limpieza, paralelización y convertirlos en cinta para el proceso posterior.

Hilatura: Proceso por el cual se toma las cintas de preparación y mediante un estiramiento muy alto se realiza la torsión para convertirlo en los diferentes grosores de hilado (título) de acuerdo al pedido de tejeduría.

Capacidad 7500 Kg. hilo / día.

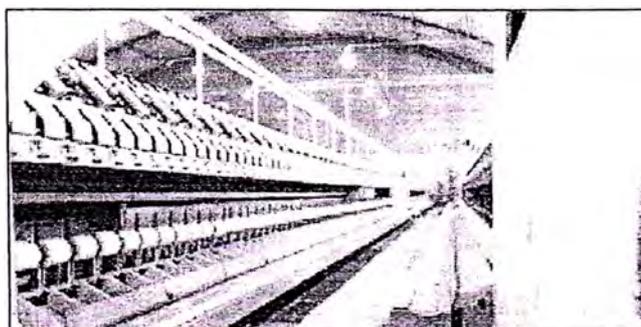


Figura 2.1

### 2.1.2 Tejeduría

Previo a tejido los carretes de hilo se pasan a otros carretes esto se llama urdido. Este proceso tiene el objetivo de reunir en un carrete una longitud y número determinado de hilos, por ejemplo, para obtener un carrete de tejido se monta una fileta, que en promedio consta de 1,200 hilos, luego se procede a colocar el título, medir el número de vueltas, la tensión de trabajo y finalmente completar la orden de trabajo requerida.

Previo al tejido, las fibras se recubren con encolante, otras con cera.

El proceso de tejido consiste en enlazar los hilos de la urdimbre y de tramar con otros, con el objetivo de transformar las fibras o hilos en telas. Dependiendo del artículo que se desee, se desarrolla el diseño, la proporción de la fibra y la estructura de la tela.

El área de tejeduría de aire (Fig. 2.3) se divide en dos sectores tejeduría liviana y pesada, en el primer sector se produce todas las telas camiceras (popelina y tafeta) y en el segundo sector se producen los drilles y gabardinas principalmente. La capacidad actual es de 18 000 metros de tela / día.

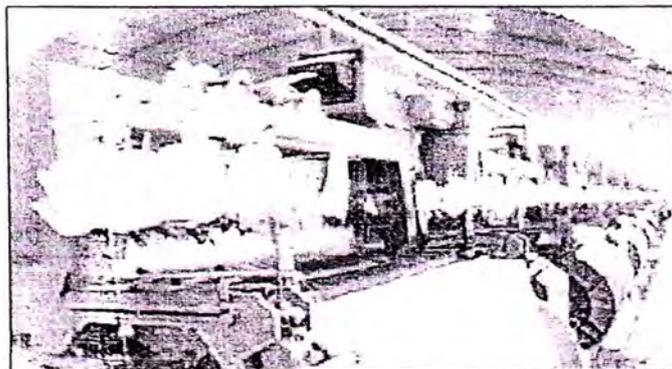


Figura 2.2 telares de aire

### 2.1.3 Tintorería

En el área de tintorería se realizan los procesos de lavado y teñido, el lavado se realiza para remover el encolante, cera y manchas diversas que contienen las telas provenientes de proceso de tejeduría.

El teñido se da de acuerdo al requerimiento de color del cliente, este proceso se realiza mediante la mezcla de colorantes y aditivos al agua a una determinada temperatura y presión, los aditivos ayudan a incrementar las propiedades de los productos terminados y mejorando la calidad del teñido, la suavidad, la firmeza, la textura, estabilidad dimensional, resistencia a la luz, al lavado, etc.

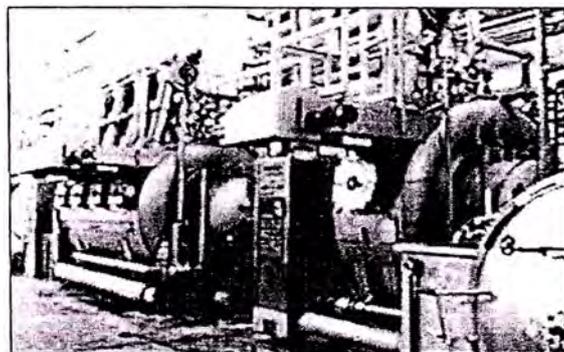


Figura 2.3 maquinas de teñido

### 2.1.4 Acabado

El proceso de acabado se realiza con el fin de darle características finales requeridas por el consumidor tales como suavidad, brillo, apariencia, etc. La operación principal es el paso por la rama tensora (Fig. 2.4) donde la tela es extendida para obtener el ancho deseado 170 cm., secada para luego ser enrollado y

llevado a control de calidad para su respectiva inspección. Capacidad 50 000 metros de tela / día.

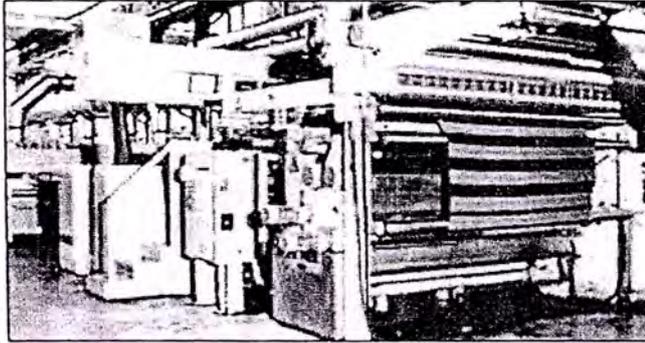


Figura 2.4 Rama Tensora

### 2.1.5 Áreas de soporte

Son las áreas que suministran los recursos para poner en funcionamiento las máquinas y así trabajar a las condiciones de operatividad de estas.

#### 2.1.5.1 Sala de calderos

- A. Calderos de vapor.- Estos equipos generan vapor saturado, siendo este, el medio más usado en el mundo para transportar energía térmica.

En la empresa es utilizada en los procesos de calentamiento en tintorería (lavado y teñido) y en el engomado en pretejeduría (secado de goma en urdiembres)..

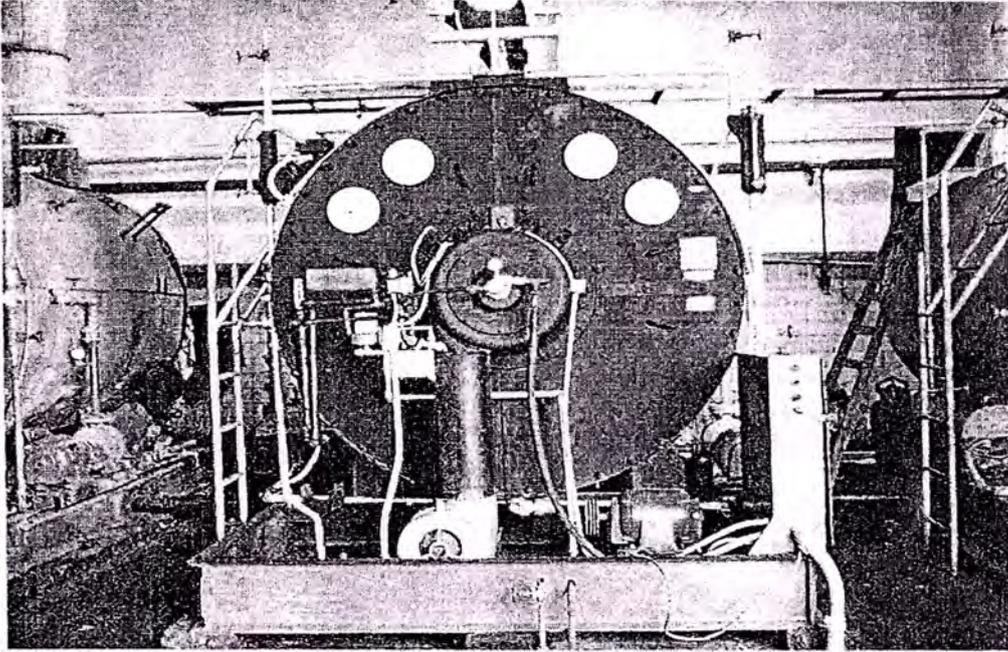


Figura 2.5 caldero de vapor espalda seca 3 pasos

- B. Calentadores de aceite.- Equipos que calientan aceite térmico y las bombean hacia las ramas aprovechando el calor generado y transferido por unos ventiladores mediante convección forzada para secar las telas y fijar los colores, alcanza una temperatura máxima de  $290^{\circ}\text{C}$  dependiendo del tipo de tela a procesar, luego el aceite con menor temperatura retorna al calentador para luego continuar el ciclo. Se utiliza Shell Térmico B para procesos de transferencia de calor.

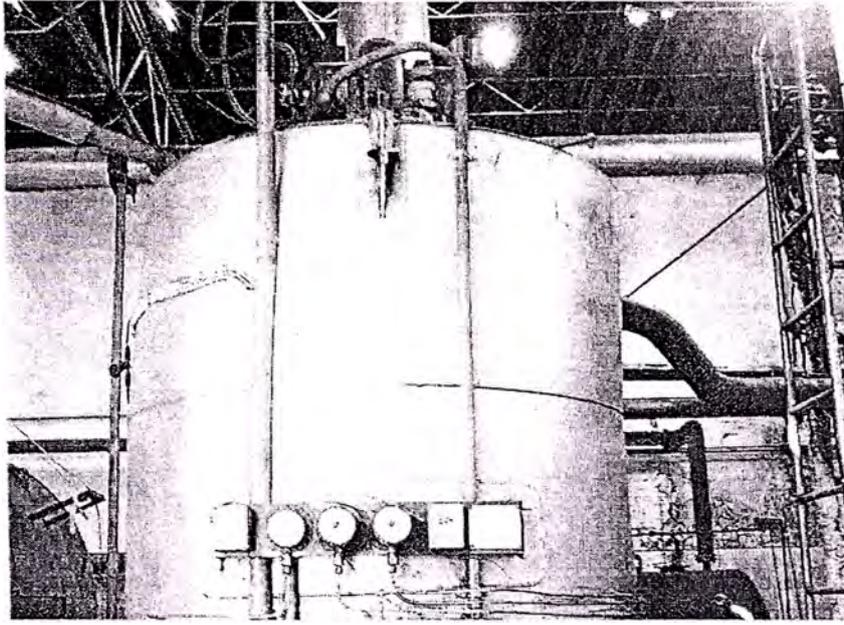


Figura 2.6 calentador de aceite vertical

#### **2.1.5.2 Sala de compresores**

Se cuenta con 2 compresoras Ingersold Rand de 1250 HP, 5500 CFM de capacidad los cuales brindan el caudal a la presión requerida en el área de telares e hilandería para su funcionamiento.

## CAPITULO 3

### ETAPA DE SUSTITUCIÓN DEL COMBUSTIBLE ACTUAL POR GAS NATURAL

Cuando va a llevarse a cabo una mejora hay que prepararse para ello, vale decir los equipos deben estar en optimas condiciones para la nueva instalación a realizarse, llevándose a cabo el mantenimiento general del caldero de vapor y calentador de aceite a ser modificado para el caso de la chamuscadora se seleccionaría solamente una estación de regulación secundario ya que tiene quemadores para gas propano.

#### Caldero de Vapor.-

Los trabajos de mantenimiento realizados son los siguientes:

- Se inspecciona fuga de agua en las zonas de cordón de soldadura v expandido, soldando o colocando nuevos tubos según sea el caso.

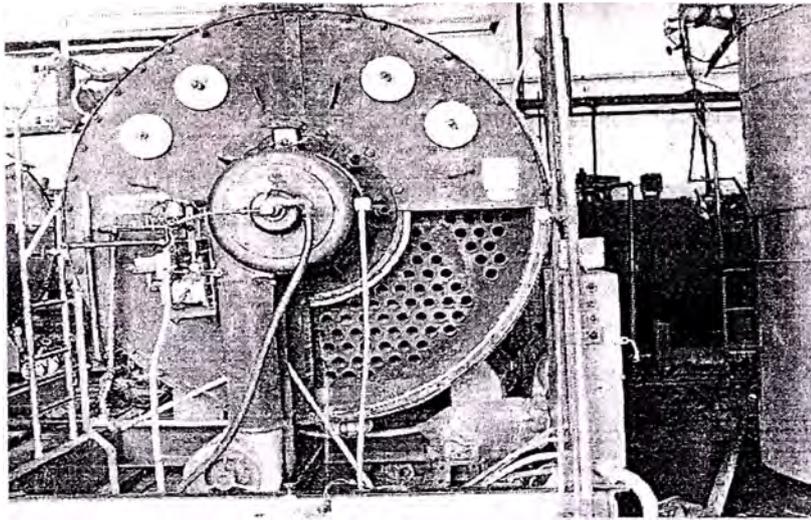


Figura 3.1 Desmontaje de tapa del caldero de vapor

- La presencia de hollín y petróleo por mala combustión es común encontrar en la parte inferior, taponeando cierto sector de los tubos. La limpieza de estos se realiza con barretas largas y con una forma especial en la punta para extraer los sólidos que tapan los tubos, fig. 3.1 y 3.2.
- Se inspeccionan bomba, válvulas y sistemas de seguridad.
- Cambio de empaquetaduras y reparación de chimenea.
- Se independiza el sistema electrónico de seguridad del sistema de control antiguo del caldero, para trabajar con el nuevo sistema de control.

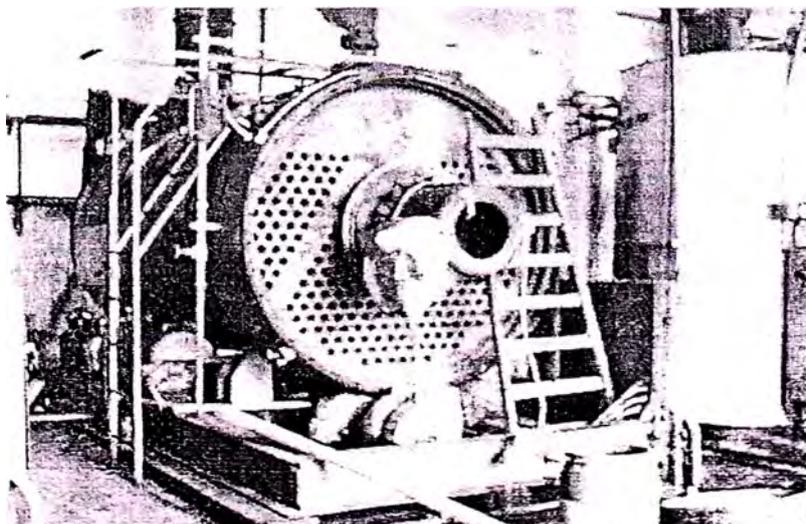


Figura 3.2 Limpieza general y cambio de tubos con fuga

- Se procede a reparar las paredes refractarias en mal estado, fig. 3.3 y 3.4.

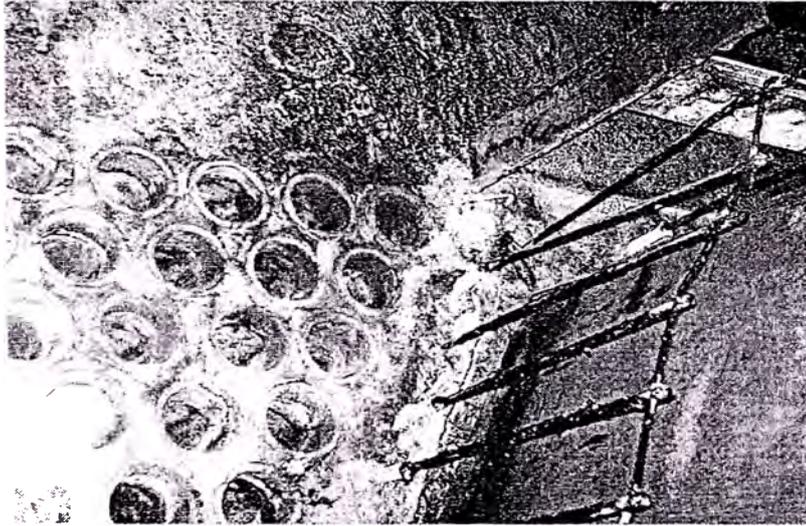


Figura 3.3 Fabricación de la armadura pared posterior caldero de vapor

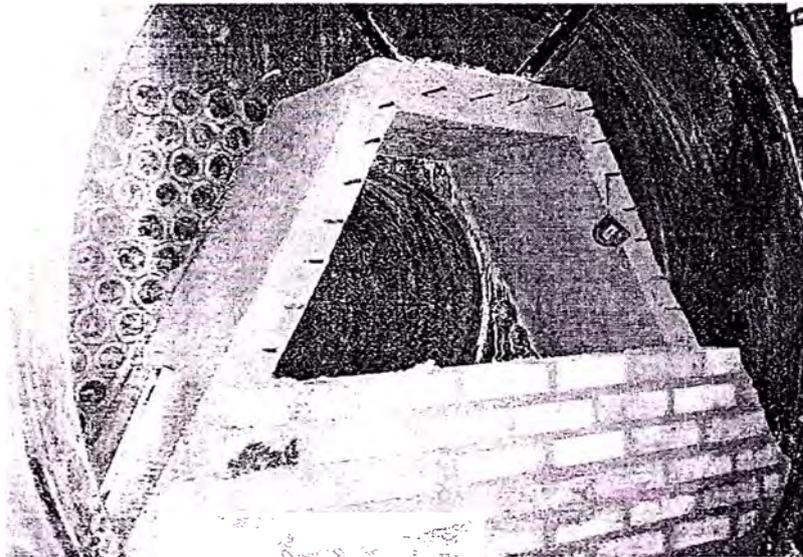


Figura 3.4 Fabricación de pared posterior caldero de vapor

Calentador de aceite.- Los trabajos de mantenimiento realizados son los siguientes:

- Ser inspecciona tapa cambiando parte del cemento refractario fracturado, Fig. 3.5 y 3.6.
- Se inspecciona serpentín observando que parte de este tiene fugas se procede a cambiar los sectores defectuosos. Fig. 3.7
- Inspección de bomba, válvulas y Cambio de empaquetaduras.

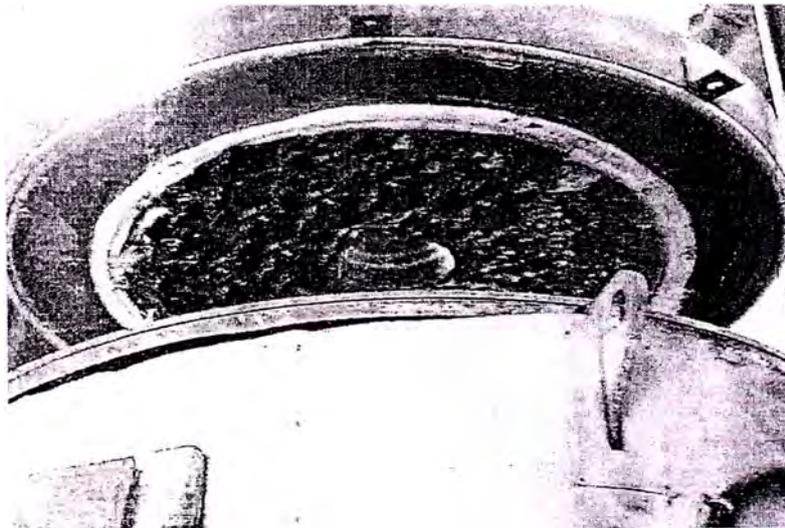


Figura3.5 Desmontaje de tapa del calentador de aceite

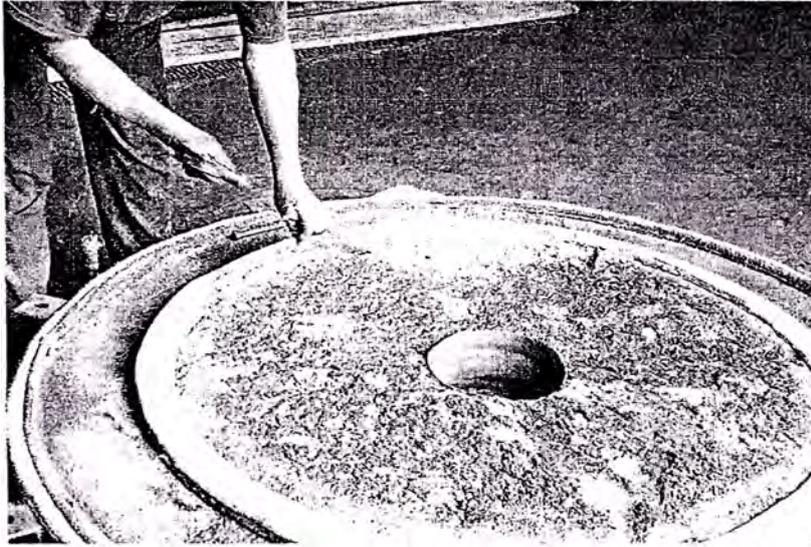


Figura 3.6 resane de la tapa

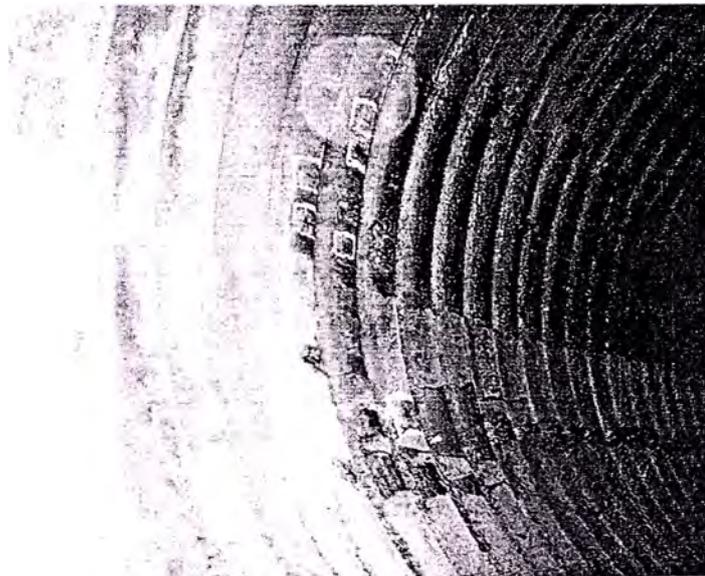


Fig.3.7 Vista del serpentín zonas con fuga de aceite



### 3.2. DISEÑO DE RED DE TUBERÍAS

La red interna de Gas Natural contempla la instalación de toda la red de tuberías que alimentarán Gas Natural desde la ERMP hasta cada uno de los trenes de válvulas ubicados antes de cada uno los equipos que consumen Gas Natural, incluyendo las estaciones de regulación y medición secundarias.

Para el diseño de la red interna de Gas Natural se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

En la red se instalará una válvula de corte general para poder cortar el suministro de Gas Natural a toda la planta (Válvula de corte general), así como válvulas para aislar zonas de la planta, y cada uno de los equipos de combustión. Estas válvulas son parte del sistema de seguridad que se contempla en caso de fuga de Gas Natural con o sin fuego, en casos de mantenimiento, o en los casos donde amerite (a criterio del usuario) el cierre de las mismas. La operación de estas válvulas deberá estar contemplada en el Plan de contingencia Interno de la empresa.

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 en el Anexo parte C Esquema Unifilar de Ubicación del Sistema de Suministro de Gas Natural.

Toda la instalación esta dimensionada para conducir el caudal requerido por los equipos y las ampliaciones futuras previstas, teniendo en cuenta las limitaciones en la pérdida de carga y velocidad.

Los elementos de la instalación aguas abajo de los reguladores de la ERMP se han diseñado considerando la presión máxima a que puedan estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que puedan ocurrir ante defectos de funcionamiento de las respectivas válvulas de regulación, y la acción de los sistemas de protección previstos (válvulas de seguridad por alivio o por bloqueo) en la ERMP.

Los tramos de la red interna de tuberías de Gas Natural comprendidos entre las etapas de regulación se han calculado teniendo en cuenta que la máxima caída de presión permisible es del 25 % de la presión regulada al comienzo de dichos tramos.

Los tramos de la red interna de Gas Natural que alimentan directamente equipos de consumo de Gas Natural, se han calculado de tal manera que la caída de presión entre el regulador que los abastece y el equipo de consumo de gas no exceda el 10% de la presión regulada.

La velocidad en la red interna de Gas Natural no se supera de 25 m/seg. La presión mínima obtenida en el extremo de la red es del ampliamente suficiente para que los reguladores previstos puedan entregar sus caudales nominales.

Para el cálculo de caída de presión se han usado las siguientes fórmulas:

a) **Para Baja Presión**

De 0 a 50mbarg la fórmula de Poole (se usa en el cálculo de caída presión en trenes de válvulas)

Fórmula del Dr. POOLE

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 \cdot h}{2 \cdot s \cdot l}} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

Q = Caudal en [m<sup>3</sup>N/h]

D = Diámetro en [cm.]

h = Pérdida de carga en mm. de columna de H<sub>2</sub>O

s = Densidad del gas

l = Longitud de la tubería en [m], incrementada con la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

**b) Para Media y Alta Presión**

Para presiones en el rango de 0 kPa a 400 kPa (0 bar a 4 bar)

Formula simplificada de RENOUARD

válida para  $Q / D <$

150

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.600 s L Q^{1.82} / D^{4.82} \dots\dots\dots(2)$$

donde:

P<sub>A</sub> y P<sub>B</sub> = Presiones abs. en ambos extremos del tramo, en [Kg/cm<sup>2</sup> A]

$s$  = Densidad del gas

$L$  = Longitud del tramo en [Km], incrementada con la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

$Q$  = Caudal en [m<sup>3</sup> N/h]

$D$  = Diámetro en [mm]

Para el cálculo de la velocidad de circulación del fluido se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{365.35 Q}{D^2 \cdot P} \dots\dots\dots (3)$$

donde:

$Q$  = Caudal en [m<sup>3</sup> N/ h]

$P$  = Presión de cálculo en [Kg/cm<sup>2</sup> A]

$D$  = Diámetro interior del tubo en [mm]

A continuación se muestra los equipos los cuales serán transformados, tipo de combustible a ser reemplazado y caudal nominal. Y en la tabla siguiente los cálculos de tuberías realizadas en el proyecto.

<b>Equipo</b>	<b>Combustible</b>	<b>Q Nm<sup>3</sup>/h</b>
caldera1 250 bhp	R500	312,61
caldera2 250 bhp	R500	312,61
caldera3 250 bhp	R500	312,61
Calentador 1	R500	164,13
Calentador 2	d2	173,31
Chamuscadora	Glp	35
cocina	Glp	25
Consumo Total		1335,27

Cuadro 3.1 Datos de equipos a transformar

Tramo	Q (Nm <sup>3</sup> /h)	V (m/s)	Ø nom. (pulg)	V (m/s)	Long. Tramo (m)	L Equiv (m)	Longitud Total (m)	P1 (Bar)	P2 (Bar)	%
ermp-a	1570	25	4	17,92	43	12,9	55,9	2	1,94	3%
a-cocina	8	23	0,5	5,96	6,5	1,95	8,45	1,94	1,93	1%
a-b	1562	24	4	18,19	40,4	12,12	52,52	1,94	1,88	3%
b-chamuscadora	35	25	1	6,66	21,05	6,315	27,37	1,88	1,85	1%
chamuscadora	35	25	3	1,97	4	1,2	5,2	0,08	0,08	1%
b-c	1527	25	4	18,16	92,85	27,86	120,705	1,88	1,74	7%
c-caldera1 250 bhp	312,61	25	2	15,63	9,1	2,73	11,83	1,74	1,72	1%
caldera1 250 bhp lp	312,61	25	2,5	23,83	3	0,9	3,9	0,15	0,12	22%
c-d	1257,39	25	4	15,71	3,7	1,11	4,81	1,74	1,74	0%
d-caldera2 250 bhp	312,61	25	2	15,74	9,1	2,73	11,83	1,72	1,70	1%
caldera2 250 bhp	312,61	25	2,5	23,83	3	0,9	3,9	0,15	0,12	22%
d-e	944,78	25	3	21,07	3,7	1,11	4,81	1,73	1,72	1%
e-caldera3 250 bhp	312,61	25	2	15,92	9,1	2,73	11,83	1,69	1,67	1%
caldera3 250 bhp	312,61	25	2,5	23,83	3	0,9	3,9	0,15	0,12	22%
e-f	632,17	25	2,5	20,3	11,4	3,42	14,82	1,73	1,70	2%
f-calentador 1	164,13	25	1,5	14,86	1	0,3	1,3	1,69	1,69	0%
calentador 1	164,13	25	2	19,55	3	0,9	3,9	0,15	0,12	20%
f-calentador 2	173,31	25	1,5	15,69	1	0,3	1,3	1,69	1,69	0%
calentador 2	173,31	25	2	20,64	3	0,9	3,9	0,15	0,12	22%

Cuadro 3.2. Planilla de cálculo de tuberías

### 3.3 ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE GAS NATURAL

#### 3.3.1 Estación de medición y regulación

##### Ubicación y características del recinto

El recinto para la planta de regulación y medición primaria y demás elementos que tengan relación con la instalación.

Su piso tendrá una terminación de cemento alisado y estará sobreelevado del nivel del terreno circundante.

La instalación de la iluminación será del tipo antiexplosivo, apta para clase 1. División 1, según norma NFPA 70, y asegurará un nivel lumínico uniforme no inferior a 150 lux. Los materiales a emplear responderán a las normas UL.

Se colocarán dos (2) interruptores, uno junto a cada puerta de acceso, en el interior del recinto con llaves de combinación que permitan el encendido o apagado total en forma independiente.

La puerta de acceso al recinto debe garantizar una abertura mínima de 1100 mm x 2000 mm. será de apertura hacia el exterior y poseerá cerradura de seguridad. El usuario podrá prever su acceso desde la planta al recinto mediante una puerta de menor dimensión. En las puertas de acceso se colocará un cartel con la leyenda "PROHIBIDO FUMAR".

Se debe colocar un (1) extinguidor de fuego de polvo seco base potásica de 10 kg. de capacidad.

El techo del recinto se construirá de material incombustible y tendrá una altura mínima de 2700 mm.

Las distancias mínimas de seguridad a tener en cuenta en el proyecto son las siguientes:

Desde	Hasta	Distancia (m)
Planta de regulación medición primaria y/o tuberías	Líneas de alta tensión aéreas	5
Planta de regulación y medición primaria y/o tuberías	Líneas de alta tensión subterráneas	0,5
Planta de regulación y medición primaria y/o tuberías	Puesta a tierra de líneas de alta tensión	0.5c/10KV
Subestaciones transformadoras de energía eléctrica al aire libre	Planta de regulación medición primaria	10

Cuadro 3.3 Distancias minimas de seguridad para el recinto

### 3.3.2 Especificación Para La Construcción de la Red de Tuberías

#### A. General

Cada pieza de tubería será limpiada interiormente para remover toda la tierra, escamas de fabricación u otros materiales extraños antes de alinearlos para soldar sea el caso de tuberías de acero al carbono o polietileno.

Todo cambio de dirección se debe realizar utilizando preferentemente accesorios de extremos para soldar fabricados específicamente para efectuar cambios de dirección en tuberías de acero.

Se deben usar accesorios para soldar de radio largo.

Siempre los cambios de dirección se realizarán en forma puntual y tratando que la tubería siga la línea de edificación adyacente o el camino por el cual se tiende.

### B. Tuberías Aéreas

Las tuberías aéreas deben quedar aisladas de todo contacto ajeno a la instalación de gas, para evitar la inducción de corriente, o calor, quedando terminantemente prohibido suspenderlas o apoyarlas en tuberías de conducción de agua vapor, de servicios eléctricos, etc.

Se debe garantizar la continuidad eléctrica en toda la tubería sobre todo al desmontar parte o algún elemento de la red interna de Gas Natural, para lo cual se colocara en todo elemento bridado un cable de cobre conectado a ambas bridas.

No es necesario poner un sistema a tierra ya que se considera que la tubería esta aterrada al estarlo cada una de las aplicaciones a las que se alimenta.

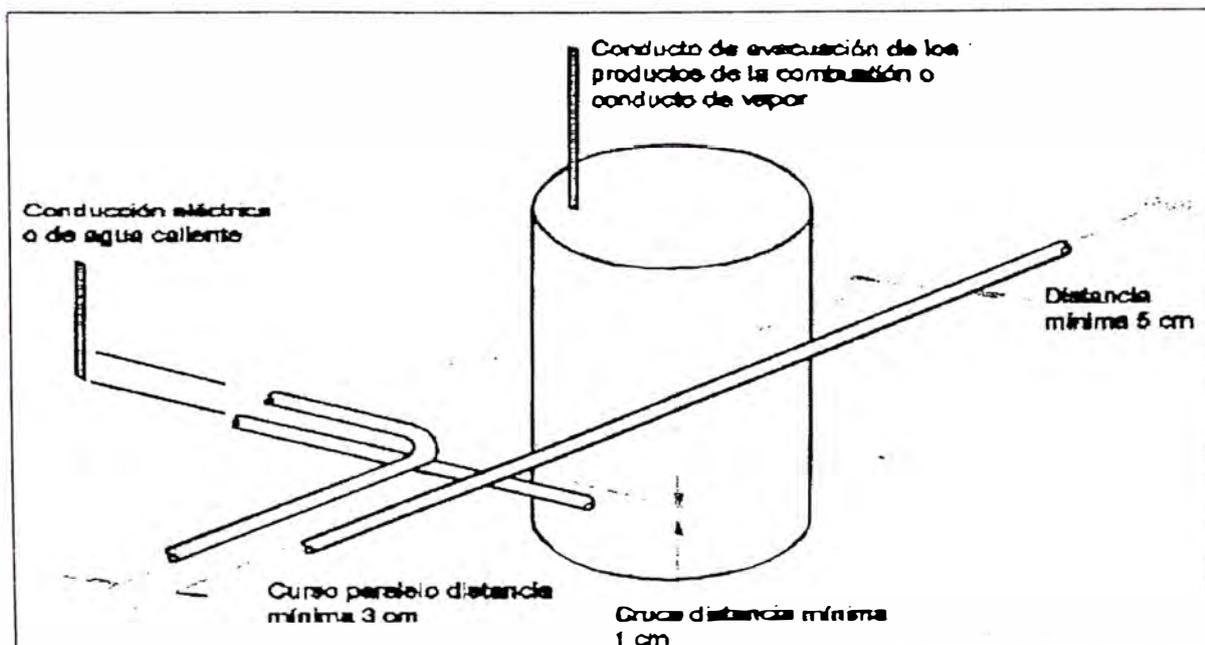


Figura 3.8 Tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

<b>Tubería de otros servicios</b>	<b>Curso paralelo</b>	<b>Cruce</b>
Conducción agua caliente	3 cm.	1 cm.
Conducción eléctrica	3 cm.	1 cm.
Conducción de vapor	5 cm.	5 cm.
Chimeneas	5 cm.	5 cm.

Cuadro 3.4 Distancias mínimas entre tuberías que conducen gas

### 3.3.3 Construcción de las Instalaciones

#### 3.3.3.1 Unión de tuberías

##### A. Uniones Roscadas

Las uniones entre tubos y accesorios se harán por roscado cónico con filetes bien tallados de acuerdo a la norma ISO 7.1 e ISO 228.1. No se deben utilizar tubos que tengan roscas disperejas, con muescas corroídas, o con cualquier otra clase de avería. Para asegurar que la unión roscada selle perfectamente se utilizará fibra inorgánica tal como teflón y /o líquidos sellantes, quedando prohibido el uso de cáñamo y/o pintura. Los tapones, instrumentos, medidores y cualquier otro elemento susceptible de ser movido se debe ajustar con cinta de teflón.

De la norma ANSI B1.20.1 se transcribe la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería		Largo de la rosca		Número de filetes
mm	pulgadas	mm	pulgadas	
19	3/4	19	3/4	10
25	1	22	7/8	10
32	1 1/4	25	1	11
38	1 1/2	25	1	11
51	2	25	1	11
63	2 1/2	38	1 1/2	12
76	3	38	1 1/2	12
102	4	41	1 5/8	13
152	6	44	1 3/4	14
203	8	51	2	16

Cuadro3.5

## B. Uniones soldadas

Todo procedimiento de soldadura debe ser calificado bajo alguna de las siguientes normas de acuerdo a la función a desempeñar por la soldadura:

- Sección IX del código ASME para calderas y recipientes a presión.
- Norma ASME B31.3

Las soldaduras serán ejecutadas en forma manual por el procedimiento de arco metálico protegido o por sistema automático o semiautomático.

Previo al inicio de soldadura en campo, se emitirá para aprobación y calificaciones procedimiento de soldadura correspondiente, previamente aprobado por el responsable del control de calidad. Este documento debe cumplir estrictamente con lo indicado en el código ASME B 31.3. El procedimiento de soldadura debe ser calificado por una Inspección Externa en presencia del personal de control de calidad.

Toda soldadura debe ser realizada en cumplimiento estricto con lo indicado en el procedimiento de soldadura vigente.

La calificación será realizada con los mismos materiales e equipamientos con los cuales se realizarán la soldadura en campo. Se examinarán, como mínimo los siguientes requerimientos de acuerdo con los datos del procedimiento calificado de soldadura, el soldador debe guiarse y poder usar la misma técnica, misma velocidad, el sentido de avance, etc. En general las pruebas de calificación se realizan cumpliendo las exigencias que señala el Standard ASME B31.3. Previo al inicio de soldadura de campo, las calificaciones de los soldadores deben haber sido certificadas y entregadas.

#### Métodos de Inspección de Uniones Soldadas

Previo al inicio de los trabajos de soldadura, los contratistas someterán para calificación y aprobación un procedimiento de inspección por medio de END, el cual deberá ser realizado por un inspector calificado nivel II o III de acuerdo con American Society for Non Destructive Testing (ASNT) recommended Practice SNT-TC-1 o International Organization of Standardization (ISO) ISO 9712.

Los END serán realizados por medio de los siguientes métodos de inspección:

#### **Inspección visual**

Consiste una inspección visual de 100% de acuerdo a los criterios de aceptación de de la norma ASME B31.3.

#### **Inspección por ultrasonido (UT)**

Consiste en una inspección de las juntas al 100% por medio de ultrasonido, en todo el perímetro de la unión soldada.

Todo operador de equipamiento de ultrasonido debe contar con las certificaciones vigentes en nivel II en prácticas de ultrasonido. La persona responsable de la evaluación de las discontinuidades presentes en las juntas debe acreditar nivel II o III en Ultrasonido.

Las inspecciones a las soldaduras mediante la aplicación de radiografía es otro de los métodos empleados:

**Inspección por Radiografía Industrial (gammagrafía):**

Se realizará una inspección de 100% por medio de radiografía industrial (rayos gamma), en todo el perímetro de la unión soldada.

Todo operador de equipamiento de gammagrafía debe contar con las certificaciones requeridas vigentes emitidas por el Instituto Peruano de Energía Nuclear y Nivel II en prácticas de Gammagrafía Industrial.

La persona responsable de la interpretación de las placas debe acreditar Nivel II o III en Gammagrafía Industrial.

Todo equipo gamma debe contar, como mínimo, con un indicador de radiación Geiger con calibración vigente.

Las contratistas serán responsables de obtener los permisos y autorizaciones necesarias para manejar las fuentes radioactivas antes los organismos correspondientes y cumplir con las reglamentaciones vigentes.

Toda la información relacionada a las soldaduras debe ser registrada en un registro "welding book" para trazabilidad y en los planos conforme a obra.

Previo al inicio de los trabajos, las contratistas deben someter para aprobación y calificación sus Procedimientos de Reparación de Soldaduras, los cuales deben

incluir el método de remoción de defectos y referencias al Procedimiento Calificado de Soldadura.

En todos los casos, el Procedimiento de Reparación de Soldaduras debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Soldadores calificados en base a Procedimientos de Soldadura aprobados para el proyecto deben realizar las reparaciones

Todas las reparaciones deben ser verificadas por END utilizando los mismos métodos con los cuales se realizaron las inspecciones de la soldadura original

Todas las soldaduras con defectos cuya longitud acumulada supera el 25% de su perímetro deben ser removidas completamente

Las soldaduras reparadas que no son aceptadas por la END deben ser removidas completamente.

La remoción de una soldadura defectuosa será realizada cortando una sección de 1.0 m de la tubería, siendo esta sección centrada en la soldadura a ser removida.

En los casos de defectos cuya longitud acumulada es inferior a 25% del perímetro, se procederá a remoción localizada, para lo cual se usará piedras de disco de esmeril.

Si se tiene la posibilidad de desplazar un tramo adyacente a la junta encontrada con defecto, dicha tubería será cortada en un cilindro de 4 pulgadas de longitud como mínimo, siendo esta sección centrada en la soldadura a ser removida.

### Ejecución de la soldadura

El número de pasada requerida para las juntas soldadas será aproximadamente de una por cada 3,175 mm. (1/8") de espesor de pared de la tubería a soldar más una pasada de cordón y otra de cubierta.

Antes de realizar cualquier trabajo, se debe presentar sus procedimientos de Soldadura.

Para la ejecución de las soldaduras se deben tener en cuenta lo siguiente: Los extremos de los tubos serán biselados.

En el caso de que los mismos no estén provistos con bisel de fábrica, el mismo debe efectuarse en obra.

Los tubos antes de ser soldados deben tener sus extremos perfectamente limpios (a brillo metálico), sin abolladuras ni cuerpos extraños.

Los tubos serán presentados de modo que el espaciado sea uniforme en toda la periferia y adecuado al diámetro del tubo de modo tal que asegure una penetración completa y sin quemaduras pasantes. La abertura de raíz será como mínimo de 1,587 mm ( 1/16"). Las soldaduras se harán con tres (3) pasadas como mínimo, cada una de espesor aproximadamente 1/3 del espesor de la pared. La soldadura debe quedar con un refuerzo de aproximadamente 1,2 mm de altura y debe tener además buena penetración, ambas en toda la periferia del tubo.

No se podrán utilizar electrodos mojados o húmedos. Los mismos deben tener la humedad óptima de fábrica, para lo cual las cajas se mantendrán cerradas y solamente se abrirán de una por vez y a medida que se vayan utilizando.

No se ejecutarán soldaduras en las cuales el soldador deba adoptar posiciones muy incómodas o en las cuales no tenga buen control visual de su trabajo. Cuando se deba trabajar en zanjas, éstas deben ser lo suficientemente amplias y además deben estar limpias y sin agua.

No deben coincidir los comienzos de dos pasadas consecutivas en una misma soldadura.

La limpieza entre capas de soldadura debe hacerse de modo que se eliminen totalmente las escamas o escorias de cada pasada. Igual criterio se seguirá para la última pasada.

Se desecharán todos los tubos que presenten laminaciones, extremos agrietados, abolladuras u otros defectos. Cuando se realice una reparación de soldadura, el material defectuoso debe ser totalmente eliminado.

Cuando se suspendan los trabajos deben cerrarse completamente los extremos abiertos de la línea con tapas herméticas, para evitar que en la tubería penetren elementos extraños.

Cuando sea necesario efectuar cortes para empalmar tuberías se utilizará la máquina de corte y biselado de tubos. No está permitido cortar o agujerear la tubería con arco eléctrico.

#### **3.3.4 Soportes**

Las tuberías deben contar con soportes adecuados. No podrán ir colgadas, atadas o fijadas a tubos de conducción de agua, de vapor u otros, ni a instalaciones eléctricas.

El espaciado de los soportes de las instalaciones de tuberías no debe ser mayor a lo indicado en la norma ANSÍ B 31.1.1., sugiriéndose los siguientes valores:

Diámetro		Distancia [m]	
[mm]	[pulg]	con prueba hidráulica	con prueba neunática
13	1/2	1.8	2.0
19	3/4	2.0	2.5
25	1	2.1	2.7
51	2	3.0	4.0
76	3	3.7	4.6
102	4	4.3	5.2
152	6	5.2	6.4
203	8	5.8	7.3
305	12	7.0	9.1
407	16	8.2	10.7
508	20	9.1	11.9
610	24	9.8	12.8

Cuadro 3.6 distancia de soportes

### 3.3.5 Pintado de tuberías aéreas y en canaletas

#### A. Preparación de superficies

Para que un sistema de recubrimiento protector tenga éxito, es esencial una preparación adecuada de la superficie. Es importante eliminar el aceite, la grasa y los contaminantes superficiales (como restos de laminación y óxido en el acero). El rendimiento de cualquier recubrimiento de pintura depende directamente de la preparación correcta y cuidadosa de la superficie antes de su aplicación.

Las superficies metálicas se deben preparar desengrasándolas adecuadamente utilizando para tales efectos solventes del tipo aguarrás o bencina; el proceso de pintura dependerá de que la tubería o instalación sea nueva o existente.

A continuación, se describen algunos de los distintos métodos de preparación de las superficies de acero.

*International Standard ISO 8504:1992(E).*

Preparación de los sustratos de acero antes de la aplicación de pinturas y productos afines - Métodos de preparación de las superficies.

*International Standards ISO 8501-1:1988(E) e ISO 8501-2:1994.*

Preparación del sustrato de acero antes de la aplicación de pinturas y productos afines - Evaluación visual de la limpieza de la superficie.

El rendimiento de los recubrimientos protectores aplicados al acero es afectado significativamente por el estado del sustrato de acero inmediatamente anterior a la pintura. Los factores principales que afectan el rendimiento son los siguientes:

Contaminación de la superficie incluyendo sales, aceites, grasas y compuestos de taladrado y corte, óxido y restos de laminación

El objetivo principal de la preparación de la superficie es asegurarse de eliminar toda la contaminación para reducir la posibilidad de iniciar la corrosión, de forma que se cree un perfil de la superficie que permita la adherencia satisfactoria del recubrimiento que se va a aplicar. Los procedimientos recomendados se describen en la Norma Internacional ISO 8504:1992 (E) y Especificaciones SSPC SP.

## B. Limpieza y desengrasado

Antes de seguir adelante con la preparación de la superficie o la pintura del acero es esencial eliminar todas las sales solubles, aceite, grasa, compuestos de taladrado y corte, así como cualquier otro contaminante superficial. Probablemente el método más común sea la limpieza con disolvente, seguida de la limpieza en seco

con trapos limpios. La limpieza en seco es imprescindible, ya que si no se lleva a cabo minuciosamente, el resultado del lavado con disolvente se reducirá a extender la contaminación a una zona más amplia. También suelen utilizarse emulsiones de marca, compuestos desengrasantes y limpieza al vapor. Los procedimientos recomendados se describen en la Norma Internacional ISO 8504:1992(E) y SSPC-SP1.

### **Limpieza con herramientas manuales**

Los restos de laminación levemente adheridos, el óxido y las capas de pintura antiguas se pueden eliminar del acero mediante cepillado a mano, lijado, rascado o desbastado. No obstante, estos métodos son incompletos y siempre dejan en la superficie del acero una capa de óxido fuertemente adherido. Los métodos para limpieza con herramientas manuales se describen en SSPC-SP2 y deben estar conformes con la norma ISO 8501-1:1988 grado St2-B, C o D. En estos casos, cuando no sea posible recurrir al sopleteado con abrasivos, se emplearán técnicas de cepillado enérgico o lijado a fondo equivalente al estado final que se conseguirá, empleando elementos mecánicos. Este grado de limpieza responderá a la norma SIS 05 59 00 ST 3

### **Limpieza con herramientas mecánicas**

Las herramientas mecánicas son generalmente más eficaces y menos laboriosas que las herramientas de mano para la eliminación de los restos de laminación levemente adheridos, pintura y óxido. Sin embargo, con este método no se eliminará la capa de óxido y los restos de laminación fuertemente adheridos. Se suelen utilizar cepillos

eléctricos de alambre y lijadores. Debe tenerse especial cuidado con los cepillos eléctricos de alambre para no pulir la superficie metálica, ya que esto reduciría la adherencia de la capa de pintura aplicada a continuación. Los métodos correspondientes se describen en SSPC-SP3 y SSPC-SP1 y deben cumplir con la norma ISO 8501-1:1988 grado St3-B, C o D. SSPC-SP11 describe un grado de perfil de superficie que puede lograrse por medio de una limpieza con herramientas mecánicas.

### **Arenado**

Es el método más eficaz para eliminar los restos de laminación, el óxido y los recubrimientos antiguos, utilizando abrasivos como la arena, grava o granalla a alta presión.

El grado de arenado adecuado para una especificación de recubrimiento determinada depende de un número de factores, siendo el más importante de ellos el tipo de sistema de recubrimiento seleccionado.

La norma utilizada es ISO 8501-1:1988(E), preparación del sustrato de acero antes de la aplicación de pinturas y productos afines - evaluación visual de la limpieza de la superficie.

Las normas SSPC e ISO no son idénticas, y por ello, ciertas hojas de datos de productos podrían mostrar el grado Sa2>2 (ISO 8501-1:1988) como equivalente a SSPC-SP6, (limpieza por arenado comercial), mientras que otros serán equivalentes a SSPC-SP10 (metal casi blanco).

Se exigirá en todos los casos sopleteado con abrasivos a metal casi blanco, según norma SP 10. La superficie terminada representa aproximadamente un 95%

equivalente a metal blanco. Antes del arenado, el acero debe estar desengrasado y se deben eliminar todas las salpicaduras de soldadura.

Si la superficie contiene sales, grasa o aceite, aparentemente serán eliminados por el proceso de arenado, pero realmente no sucede así. Aunque no resulte visible, la contaminación continúa estando presente en una capa muy fina, y afectará la adherencia de las capas siguientes.

Se deben esmerilar las juntas-de soldadura y los bordes afilados. Esto se debe, a que los recubrimientos de pintura tienden a alejarse de los bordes afilados, lo cual da lugar a capas finas y a una protección menor. Las salpicaduras de soldadura son casi imposibles de cubrir de forma uniforme; además, frecuentemente son zonas de baja adherencia, por lo que suelen ser una causa habitual de fallo prematuro del recubrimiento.

Es importante el perfil de la superficie obtenido durante el arenado y dependerá del abrasivo utilizado, la presión del aire y la técnica de arenado. Un perfil demasiado bajo, puede que no proporcione un agarre suficiente para el recubrimiento, mientras que un perfil demasiado alto, puede originar un recubrimiento desigual, con picos altos y agudos que posiblemente causen el fallo prematuro del recubrimiento, especialmente en los recubrimientos de película fina, como por ejemplo las imprimaciones de arenado.

En el cuadro 3.7 siguiente se da una breve guía de los perfiles típicos de rugosidad que se obtienen utilizando distintos tipos de abrasivo.

<b>Tipo de abrasivo</b>	<b>Tamaño de la malla</b>	<b>Altura máxima del perfil</b>
Arena muy fina	80	1.5 mils (37 micras)
Arena gruesa	12	2.8 mils (70 micras)
Granalla de hierro	14	3.6 mils (90 micras)
Escoria de cobre no metálico	-	3-4 mils (75-100 micras)
Grava de hierro No. G16	12	8.0 mils (200 micras)

Cuadro 3.7

### C. Pintado

Los recubrimientos, ya sea de fondo o de acabado, podrán ser aplicados mediante soplete o brocha. En caso de realizarse repintado de tuberías existentes, se procederá a eliminar toda la pintura suelta, haciendo uso de los métodos de preparación de superficies de tal forma que la superficie a ser repintada tenga una apariencia uniforme. En el caso de observarse puntos de óxido se debe limpiar dicha zona hasta remover totalmente la pintura en un radio de 5 cm. para posteriormente aplicar las capas de base y de acabo. Cuando la pintura existente en la tubería muestre signos visibles de deterioro irreversible será necesario removerla en su totalidad para proceder con el pintado adecuado. Las tuberías se pintarán de acuerdo a lo siguiente:

Las tuberías aéreas deben ser protegidas contra la corrosión con dos capas de pintura de pintura epóxica con 8 mils de espesor aplicadas según la recomendación del proveedor de pintura (procedimiento-de-pintura a ser presentado por el constructor) y una capa de acabado de 4 mils de espesor con pintura a base de poliuretano.

### 3.3.6 Ensayos a la red de tuberías para Gas Natural

Una vez finalizado el montaje de la instalación debe ser probada para verificar su hermeticidad y resistencia.

Se efectuará una prueba de resistencia con agua o aire de acuerdo a la presión de trabajo de las secciones de la instalación y una prueba de hermeticidad final.

Se efectuará una prueba de hermeticidad con aire a fin de localizar y eliminar toda pérdida de la instalación.

Los ensayos de resistencia deben realizarse en instalaciones que trabajen a más de 4,935 barg. (5 kg/cm<sup>2</sup>) con agua, para presiones menores se podrá realizar con aire o gas inerte.

Al efectuarse la prueba hidráulica se retirarán de la instalación todos aquellos elementos que pudieran ser dañados por el agua (reguladores, válvulas de seguridad, medidores, etc.) reemplazándolos por carretes.

Si un componente o equipo es el único ítem a ser reemplazado o agregado a una instalación industrial, no se requerirá prueba de resistencia si el fabricante del componente o equipo certifica que el mismo fue probado por lo menos a la presión requerida para la instalación a la cual será agregado.

Finalizadas las pruebas de resistencia El Instalador procederá a purgar y limpiar cuidadosamente la instalación, restituyendo todos aquellos equipos que por motivo de la prueba se hubiera retirado,

Las secciones de tubería que operan a menos de 4,935 bar. M. (5 Kg./cm<sup>2</sup> M.), deben ser probadas a 1,5 veces la máxima presión admisible de operación por un lapso no

menor de 4 horas. En sistemas de tuberías que trabajen a menos 60 mbar. se probarán a 100 mbar.

En ningún caso se permitirá el uso de oxígeno u otro gas inflamable para verificar la hermeticidad o localizar pérdidas.

Durante la prueba de hermeticidad con aire, verificar tal hermeticidad pasando una solución de agua y jabón mientras el sistema se encuentra bajo presión.

**Inspección Radiográfica.-** Antes del inicio de los trabajos de radiografiado debe presentar la Especificación del Procedimiento de Radiografiado para su aprobación. Se hará inspección radiográfica al 100% de juntas soldadas.

El Instalador tendrá a su cargo la provisión de los equipos radiográficos y de los elementos necesarios, así como también el personal operador de la realización de las tareas respectivas. los que deben permanecer en la obra, a fin de proceder al radiografiado de las costuras realizadas en la fecha, con una diferencia horaria mínima de 8 horas de su finalización.

El Constructor debe adjuntar en cada radiografía el informe del radiólogo y la evaluación de la calidad de la soldadura. Asimismo, debe entregar a la Inspección las placas radiográficas debidamente clasificadas para su fácil individualización.

Asimismo serán radiografiadas la totalidad de las uniones en cruces especiales de la línea, como así también en las uniones de tuberías en conjuntos prefabricados y en toda soldadura final que no pueda ser sometida a prueba hidráulica.

Para los ensayos con líquidos penetrantes el Instalador presentará el procedimiento de ensayos con tintas penetrantes para su aprobación. Este procedimiento debe ajustarse a la ASTM E-165. Se requerirán la realización de estos ensayos en todas aquellas soldaduras que no sean uniones a tope.

### 3.3.7 SEÑALIZACIÓN DE TUBERÍAS

#### A. Rotulado de la Tubería Aérea

La tubería aérea debe ser señalizada de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

##### **Texto para identificación.**

Los rótulos de la tubería se colocarán de tal forma que sean fácilmente visibles por el personal de la planta. El texto que se debe leer en las tuberías debe hacer referencia a el fluido que circula por la tubería y la dirección del flujo y si el fluido es peligroso o seguro y la presión a la cual viaja el fluido. De acuerdo a lo dicho anteriormente, el rótulo en cada tubería debe ser:

PELIGRO GAS NATURAL 2 BAR

A continuación de esta indicación debe ir una flecha que indique el sentido del flujo del gas.

##### **Color.**

La norma ASME A13.1 recomienda usar colores distintivos para cada tipo de fluido que circula por las tuberías, por lo que las letras de los rótulos deben ser de un color que contraste y permita una fácil identificación de la tubería. Para ello la norma ASME recomienda tres clasificaciones que agrupa a la mayoría de fluidos que se distribuyen a través de tuberías, a partir de dichas clasificaciones se tienen sub-clasificaciones que para las cuales se les ha asignado un tipo de señalización adecuado dependiendo del riesgo que representa el fluido contenido en las tuberías.

En la figura 3.9 se muestra el cuadro de clasificación que recomienda la norma ASME A13.1.

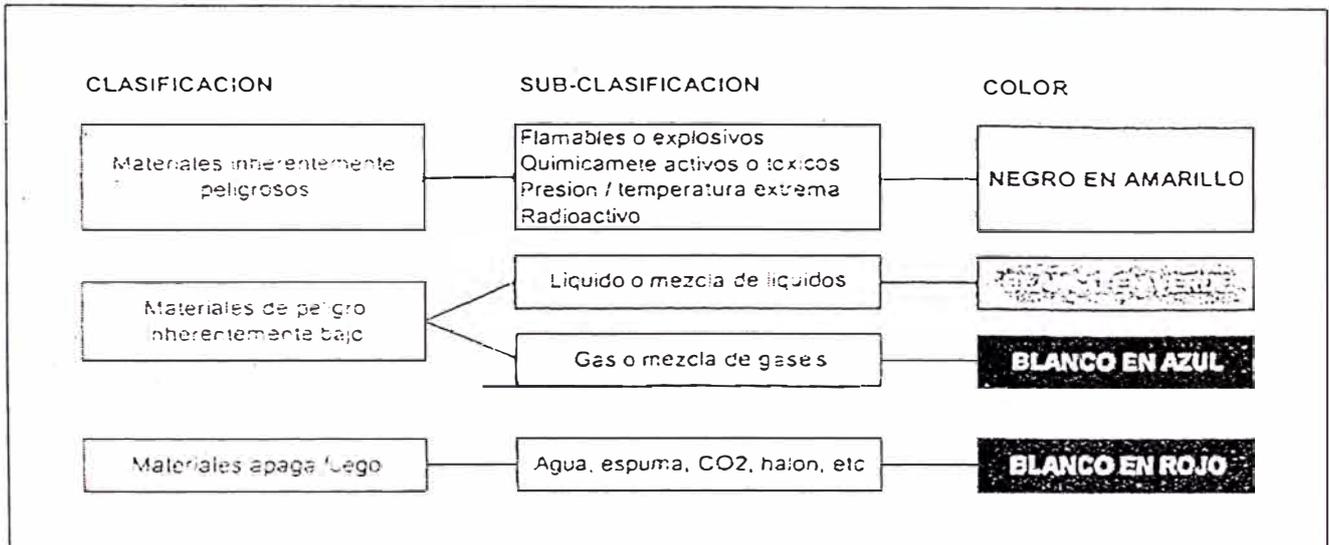


Figura 3.9. Tipo de rótulo con el cual se debe marcar las tuberías.

De acuerdo a sus características, el gas natural es un fluido inherentemente peligroso por lo que los rótulos de la tubería de gas deben tener la configuración mostrada en la fig. 3.10.

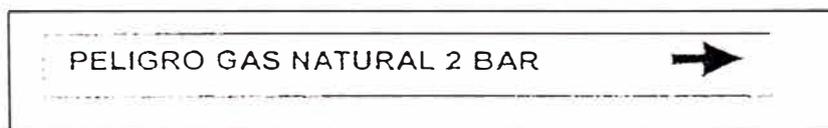


Figura 3.10

### Tamaño del texto.

La norma ASME A13.1 recomienda también el alto de las letras y el largo de los rótulos de acuerdo al diámetro de tubería. Los tamaños recomendados se listan en el cuadro 3.8.

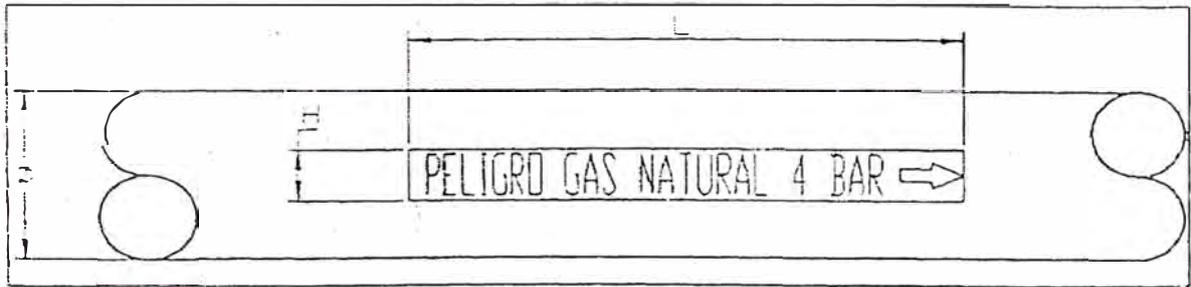


Figura 3.11. Rótulo en una tubería de gas natural. (Ref. ASME A13.1 - 1996)

Diámetro exterior de la tubería	Alto del rótulo	Largo del rótulo
3/4" a 1 1/4"	1/2"	8"
1 1/2" a 2"	3/4"	8"
2 1/2" a 6"	1 1/4"	12"
8" a 10"	2 1/2"	24"
Mas de 10"	3 1/2"	32"

Cuadro 3.8. Recomendaciones de tamaño para rótulos.

### Ubicación de los rótulos.

La norma ASME A13.1 recomienda colocar los rótulos adyacentes a válvulas, cambios de dirección, inmediatamente antes y después de un cruce a través de una pared y en tramos extensos de tubería se colocaran los rótulos espaciados una distancia que puede oscilar entre 7.5 m (25 pies) y 15 m. (50 pies). En la figura 3 se muestra lo que se indica en el párrafo anterior.

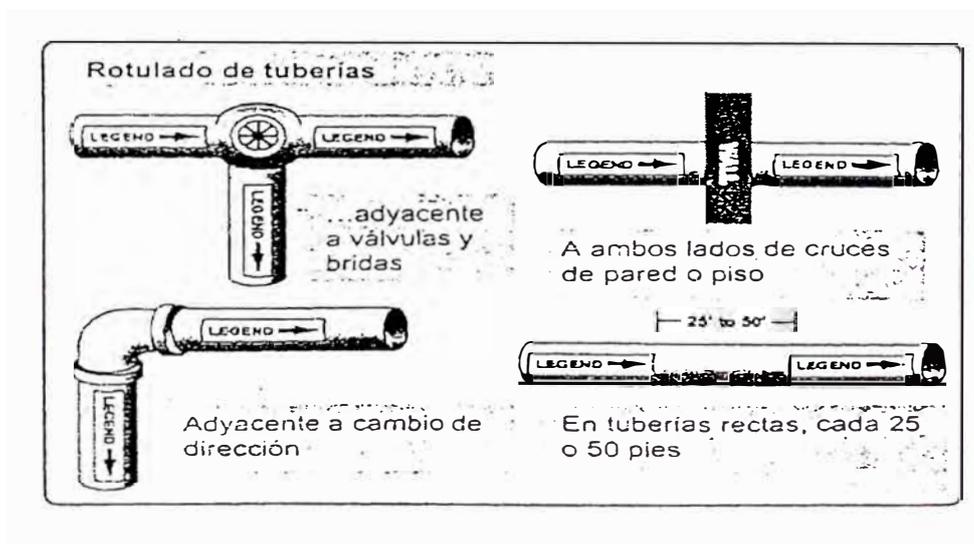


Fig. 3.12. Colocación de rótulos en tuberías.

### B. Accesorios de la instalación.

#### Colores distintivos.

Todos los elementos que se monten en la red de gas natural deben ser pintados de acuerdo a lo especificado en el cuadro 3.9, en dicha tabla se indican los colores distintivos de cada elemento de la red de gas natural, aquellos equipos o accesorios que no se contemplen en dicho listado mantendrán el color propio de cada fabricante.

Elemento	Color	RAL
Tuberías de conducción, bridas, válvulas en general	Amarillo.	1004
Tuberías de venteo	Amarillo con franjas naranja.	
Perfil de bridas con junta dieléctrica	Rojo.	
Soportes de tubería	Verde, (opcional)	
Pre calentadores de gas	Aluminio silicona.	
Palancas y volantes de válvulas	Negro.	
Válvulas de corte de suministro a equipos	Amarillo	1004
Instrumentos y líneas de impulso	Negro.	
Tramos de medición inferencial	Gris.	
Demás elementos para tratamiento de gas	Blanco.	

Cuadro3.9. Colores distintivos de los accesorios en instalaciones de Gas Natural

### C. Válvulas de corte de suministro

#### Equipos

Las válvulas de corte de suministro que han sido consideradas en la alimentación de cada equipo o grupo de equipos deben llevar un rótulo que indique lo siguiente:

- Indicación: OPERAR SOLO EN CASO DE EMERGENCIA.
- Nombre del equipo o equipos a los que cortaría el suministro de gas natural.
- Indicación: GAS NATURAL – VALVULA DE CORTE DE SUMINISTRO.
- Presión del gas.

### Válvula de corte general de suministro

La válvula de corte general debe ser rotulada especialmente para indicar que el accionamiento accidental de esta válvula representa un peligro potencial para la planta. Como se indico anteriormente se pueden seguir los formatos de rotulación de la planta industrial. En la figura 5 se muestra un grafico indicando el rotulo sugerido para esta aplicación. El rotulo de dicha válvula debe llevar las siguientes indicaciones:

- Indicación: OPERAR SOLO EN CASO DE EMERGENCIA
- Indicación: LINEA DE GAS NATURAL.
- Presión de trabajo de la línea de gas natural
- Indicación: VALVULA GENERAL DE CORTE DE SUMINISTRO

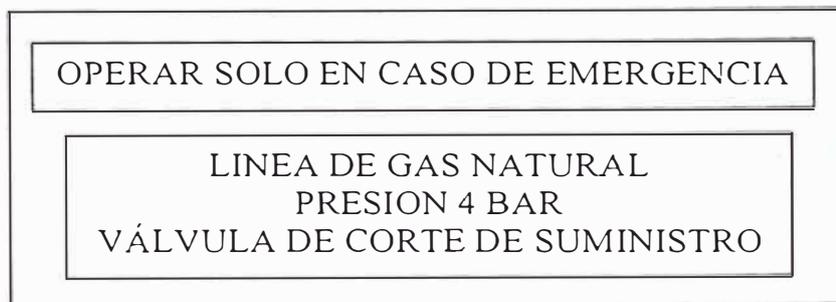


Figura 3.13. Rotulo sugerido para la valvula general de corte de suministro

### **3.4 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR PARA EL FUNCIONAMIENTO CON GAS NATURAL**

Se explicará primero las zonas e instalaciones donde se encontrarán ubicados los equipos.

#### **3.4.1 Acometida**

Instalaciones que permiten el suministro de gas natural desde las redes de distribución hasta las instalaciones internas. La acometida tiene como componentes: el medidor, los equipos de regulación, la caja de protección y las válvulas de protección.

#### **3.4.2 Accesorio de Ingreso a la ERM (AIE)**

El accesorio de Ingreso Comprende la válvula de servicio ubicada fuera del predio y el ramal que conecta este a la ERMP.

#### **3.4.3 Estación de regulación y medición (ERM)**

La estación de regulación y medición primaria ERPM tiene por finalidad de reducir la presión de la red secundaria de distribución a la presión de uso en la red interna de gas natural de esta planta, y adicionalmente de medir el caudal de gas natural que pasa a través del medidor montado en dicha ERMP (medidor fiscal) con la cual se facturará al cliente.

Para el dimensionamiento de la estación de Regulación y Medición Primaria se ha considerado que esta deberá estar diseñada para suministrar simultáneamente gas natural a todos los equipos que consumen gas natural (trabajando a su capacidad nominal) considerados en este proyecto y a las futuras ampliaciones.

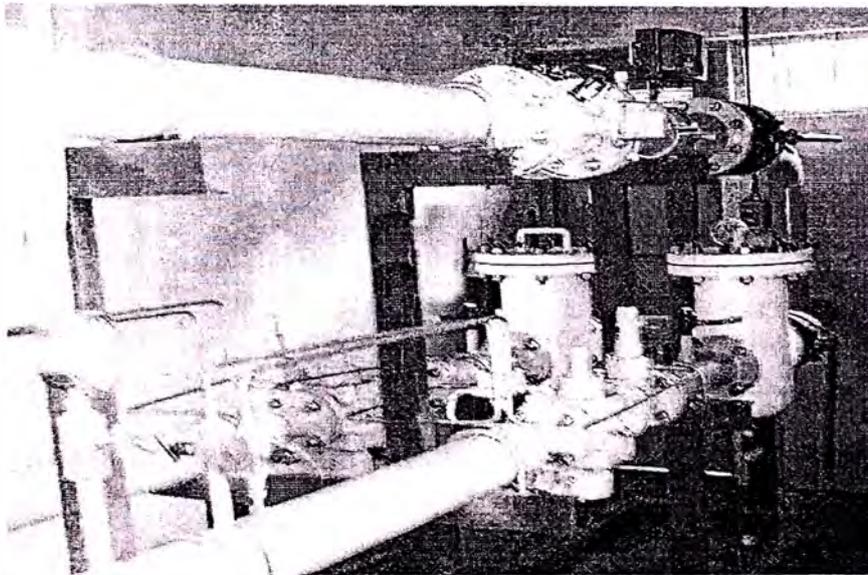


Figura 3.14 Estación de regulación de presión y medición primaria

#### Componentes de la ERMP

**Válvulas esféricas de bloqueo.** Estas válvulas son de cierre rápido,  $\frac{1}{4}$  de vuelta, y accionamiento manual, con esfera de acero inoxidable, asientos de teflón Reforzado y cuerpo de acero al carbono fundido, calidad ASTM A 105 ó ASTM A 181, y de acuerdo a las presiones de trabajo responderán a las normas ANSI 150.

Cantidad: 6 unidades.

**Válvula de seguridad.** Se instalará una válvula de seguridad por alivio, Colocada aguas abajo del sistema de medición. Marca Gascat Junior

Cantidad: 1 unidad.

**Juntas aislantes.** Estas juntas están compuestas por canutos, juntas y arandelas para aislar la ERM de aquellas corrientes parásitas que pueden provenir del establecimiento, de acuerdo a la norma ANSI 150.

Cantidad: 2 (dos) unidades.

**Filtro.** La función de este componente en la instalación, es purificar el fluido y retener cualquier partícula sólida mayor de 5 (cinco) micrones, con el propósito de proteger los asientos y orificios de las válvulas, aguas abajo del mismo. Estos filtros son de tipo cilíndrico, con cuerpo de acero al carbono y malla de acero inoxidable, calidad ASTM serie ANSI 150.

Cantidad: 2 (dos) unidades.

**Manómetros.** Estos instrumentos se instalan de manera tal de poder verificar las presiones operativas descritas, cada manómetro cuenta con una válvula tipo globo con cierre aguja para ser accionado cuando se desee leer las presiones operativas. Los rangos de los mencionados manómetros van de 0 - 20 bar y de 0 a 4 bar

Cantidad: 5 unidades.

**Válvulas reguladoras de presión.** Estas válvulas están diseñadas especialmente para estabilizar y regular la presión de suministro a las condiciones operativas mencionadas anteriormente. Son válvulas de accionamiento automático, de esta forma aseguran a la instalación interna una presión constante, optimizando las condiciones operativas. Estas válvulas reguladoras cuentan con bloqueo incorporado. Marca GASCAT ARGOS WCB 2" con válvula shut off y piloto hi-lo incorporado

Cantidad: 2 unidades.

**Medidor de Caudal.** Existen de varios tipos se trabajará con el mas usado, tipo turbina el consta de dos aspas montadas sobre un rotor y se ubica sobre la línea

de flujo. El flujo hace girar las aspas y la velocidad angular del rotor es directamente proporcional con la velocidad de flujo que esta siendo medido.

Para poder medir la cantidad de gas que se consume, resulta insuficiente contar con un medidor. Si la presión aumenta o disminuye la cantidad de gas que pasa también aumentara o disminuirá.

La misión del corrector electrónico de flujo, es recoger la información del medidor medir la presión y la temperatura y expresar la cantidad de gas que ha pasado en m<sup>3</sup> condiciones estándar (Sm<sup>3</sup>), es decir como si todo el gas que se ha consumido hubiera pasado por el medidor a una presión de 1 bar y a 20°C.

Medidor tipo turbina ACTARIS FLUXI 2000/TZ G400

Electro corrector de volumen ACTARIS CORUS PTZ

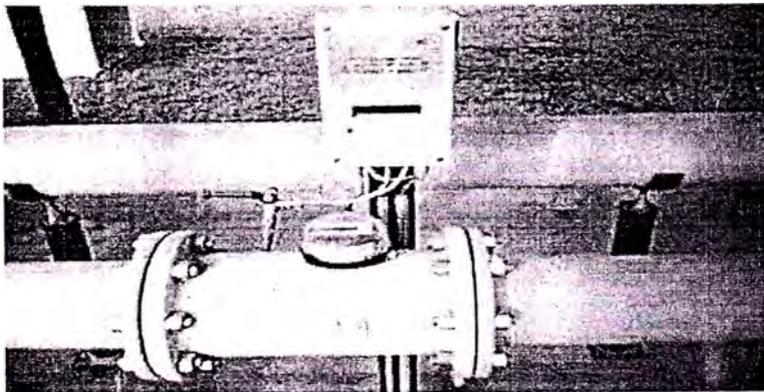


Figura 3.15 Medidor tipo turbina y corrector electrónico

**Bridas.** Se contempla la instalación en la ERM de bridas deslizables (Slip – On) para soldar con resalte, material de acero al carbono forjado, calidad ASTM A 181, Grado 1, Serie ANSI 150.

**Accesorios.** Todos los accesorios que se utilizan, responden a la norma ASTM A 234. Para los que son a roscar, la referencia es la norma ASTM A 181, y la rosca debe ser Whitworth Gas, IRAM 5063. Comprende cuplas, niples, codo, tees, reducciones y espárragos. El tubing de ½” y los accesorios de conexión que se utilizan son de acero inoxidable.

**Tubería.** Toda la tubería involucrada en el desarrollo de la ERM, debe responder a la norma ASTM A 53 Grado B Schedule 40. La tubería y accesorios que se utilicen en la construcción de la ERM, van protegidos de la corrosión con un sistema de base epoxi, previa preparación de la superficie (arenado).

#### **3.4.4 Estación de Regulación de Presión Secundaria (SUBESTACION)**

Se usa cuando la presión de utilización difiere de la regulada, Esta subestación opcionalmente podrá contar con medidores de flujo aguas abajo del regulador el cual debe estar instalado de preferencia con un sistema by pass de válvulas.

Las subestaciones deben estar ubicadas en lugares accesibles y estar adecuadamente protegida.

Deben contar con los siguientes elementos: válvulas manuales de cierre, filtro, regulador de presión, manómetros con sus respectivas válvulas de bloqueo, válvulas de seguridad tipo shut off o de alivio.

### 3.4.5 Equipos de Combustión

Los equipos de combustión son dispositivos mediante los cuales el combustible (gas natural) es puesto en contacto con el comburente (aire), a fin de provocar la combustión y lograr de este modo el efecto térmico buscado.

Los equipos de combustión se pueden dividir en dos partes fundamentales

- Quemador
- Tren de válvulas

Quemador.-

El quemador debe cumplir con 5 funciones fundamentales en el proceso de combustión:

- Aportar combustible en las condiciones adecuadas para su correcto encendido y combustión
- Mezclar el aire y combustible en las proporciones adecuadas y en el momento necesario.
- Mezclar el aire y el combustible en las proporciones adecuadas y en el momento necesario.
- Encender y quemar la mezcla.
- Adaptar la llama al uso particular al cual se aplica confiriéndole longitud, volumen, temperatura y luminosidad conveniente.

En la figura siguiente se muestra un quemador de estas características de funcionamiento automático, en el que se utiliza un ventilador del tipo centrífugo, que es el que provoca la entrada del aire.

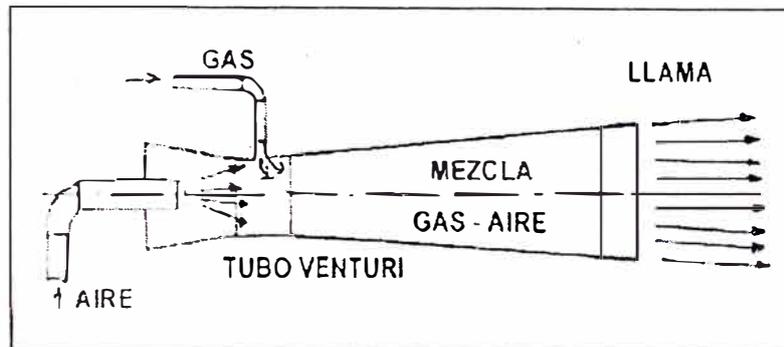


Figura 3.16 Esquema de un quemador presurizado

### Selección de quemador

Para la selección de los quemadores se toma como referencia la potencia nominal del caldero, de igual manera en el caso del calentador de aceite térmico con la potencia nominal del calentador, para el caso del caldero de vapor de 250 BHP de potencia nominal transformándolo tenemos:

$$1 \text{ BHP} = 33475 \text{ BTU/hr}, 1000 \text{ BTU} = 252 \text{ kcal}$$

Para ingresar a la curva 2108,93 MCal/Hr se escoge el quemador GAS 9 P/M.

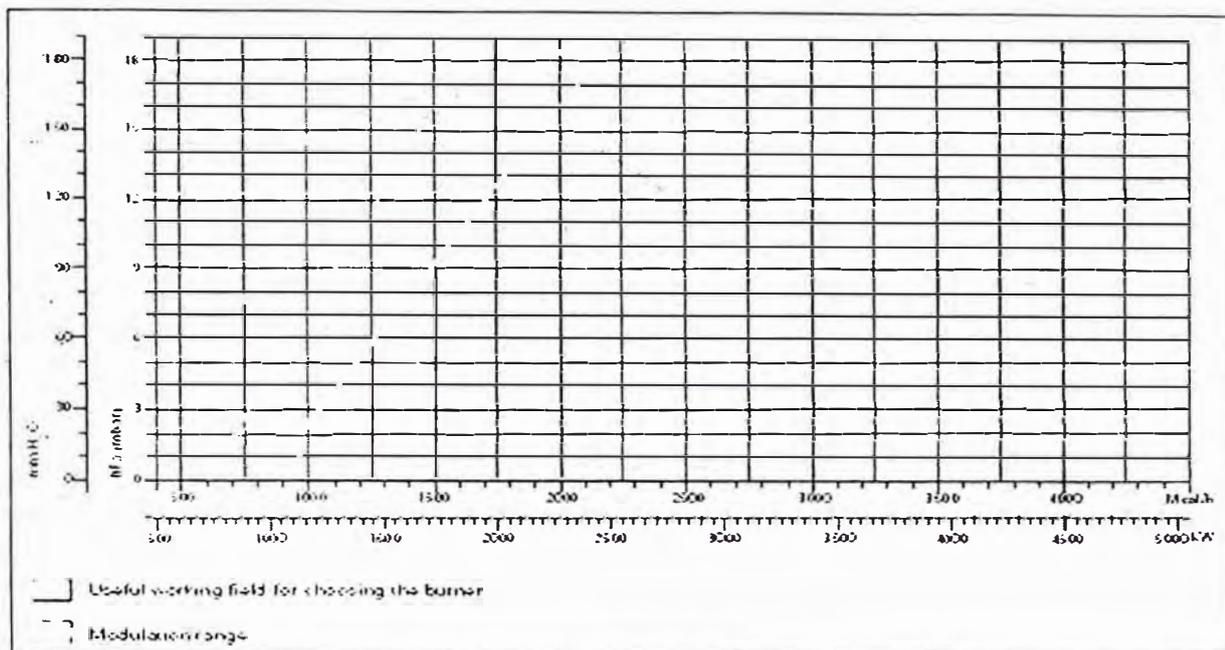


Figura 3.17 Curvas de trabajo de quemadores Riello

## CAMPO DE TRABAJO

Durante el funcionamiento, la potencia del quemador varía entre:

Para el caso del Gas 9 P/M = 1744 - 3488 Kw.

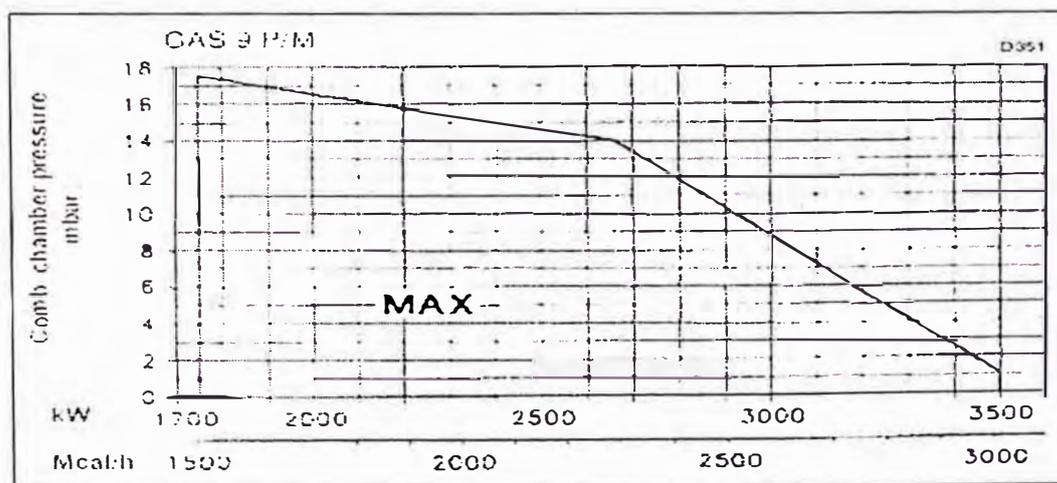


Figura 3.18

El campo de trabajo se ha calculado considerando una temperatura ambiente de  $20^{\circ}C$ , una presión barométrica de 1013 mbar (aprox. 0 metros sobre el nivel del mar)

...y con el cabezal de combustión regulado como se indica En la figura (3.19) se indica el diámetro y longitud de la cámara de combustión de la caldera de prueba.

**Ejemplo:** Para una potencia de 1500 Mcal/hr: diam = 80 cm; Longitud = 2.5 m.

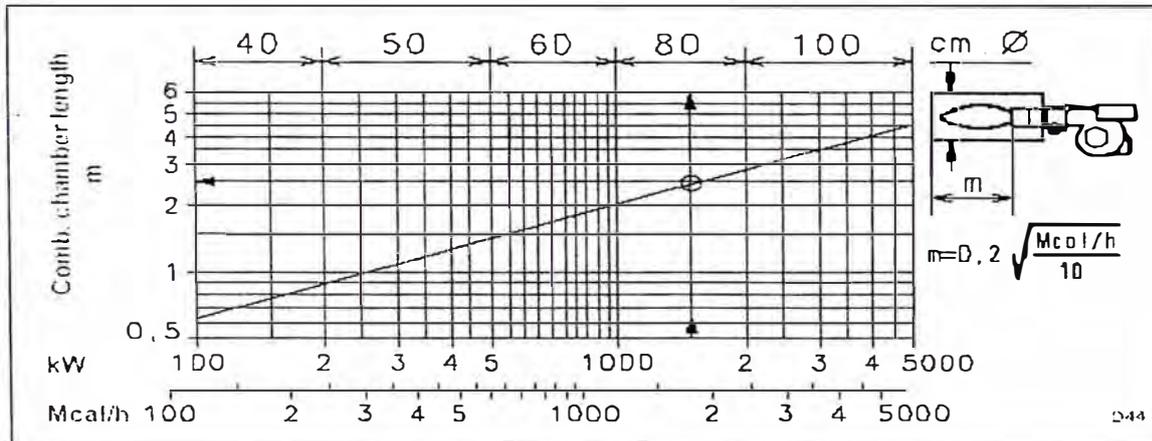


Figura 3.19 Tamaño de la cámara de combustión

La potencia de los equipos se reduce en 1.55% por cada 304 m.s.n.m. por lo que si no se realiza los ajustes necesarios el proceso de producción puede tener una pérdida de productividad, en tanto los procesos se hacen lentos.

Tren de válvulas.-

Se diseñan teniendo en cuenta la seguridad de las instalaciones y de las personas adyacentes al mismo, la selección de estos elementos están de acuerdo a la potencia térmica del equipo en cuestión, estos deben tener la capacidad de la puesta fuera del equipo, mediante el boqueo del flujo de gas a los quemadores utilizando para ello válvulas automáticas de cierre.

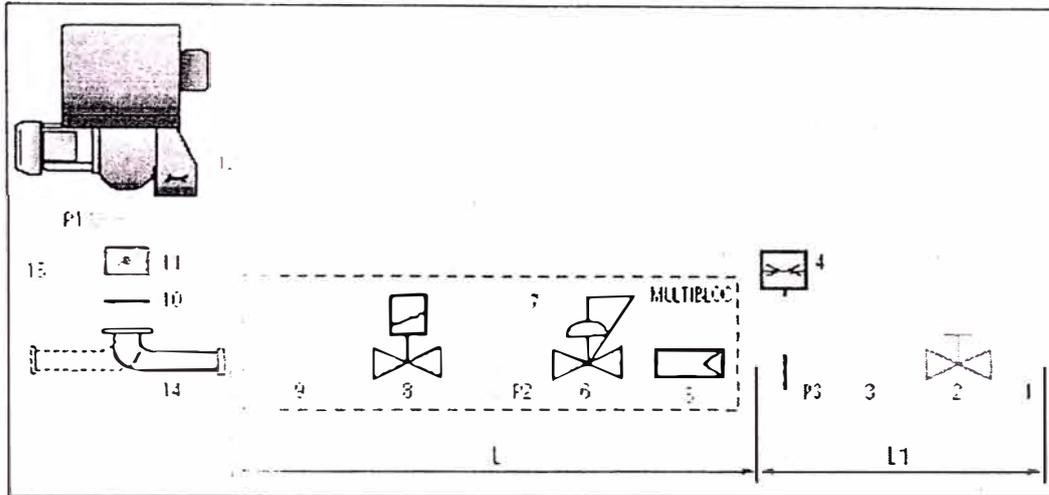


Figura 3.20 Componentes principales de un tren de gas: 1.- tubería de ingreso de gas, 2.- válvula manual, 3.- junta anti-vibración, 4.- manómetro con válvula de cierre, 5.- filtro, 6.- regulador de presión, 8.- válvula solenoide de seguridad, 9.- válvula solenoide de regulación, 10.- brida y empaquetadura suministrada con el quemador, 11 válvula mariposa de ajuste de gas, 12 quemador, 14 adaptador tren de gas-quemador.

Existen dos tipos de trenes de gas el tipo monoblock en el cual están integrados en un conjunto y el tipo compuesto los cuales todos los elementos son individuales.

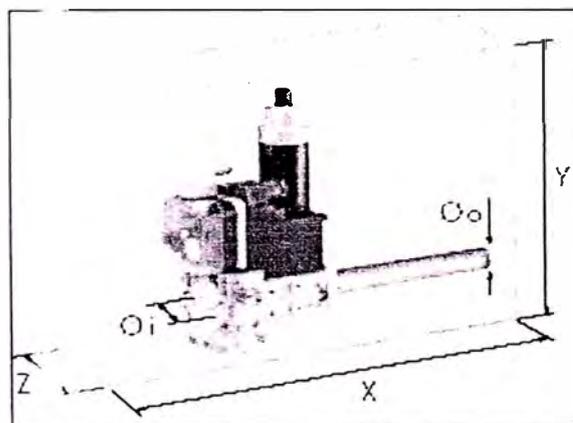


Figura 3.21 Tren de válvula tipo monoblock

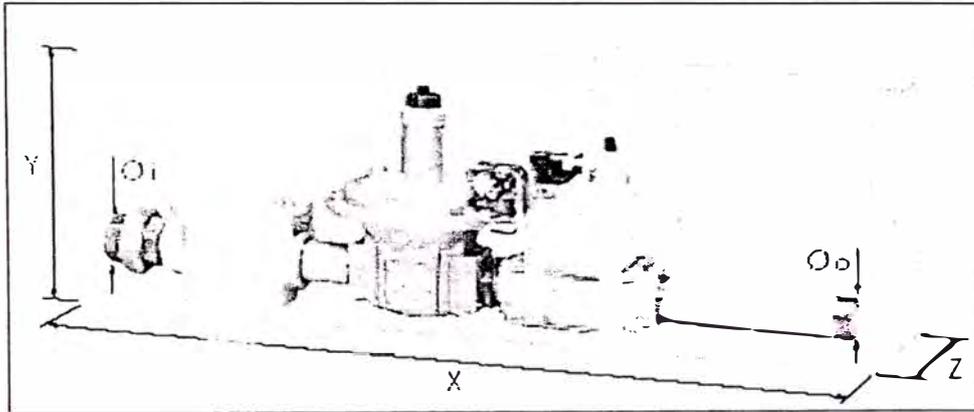


Figura 3.22 Tren tipo compuesto

### Selección del tren de gas

Mediante el grafico inferior podemos determinar el tren adecuado para nuestro caso: con el consumo de gas como dato trazamos una línea vertical e interseca a 3 líneas siendo cada una característica de un equipo, escogemos el modelo DMV-D(LE) 520 Rp 2- Rp 2.

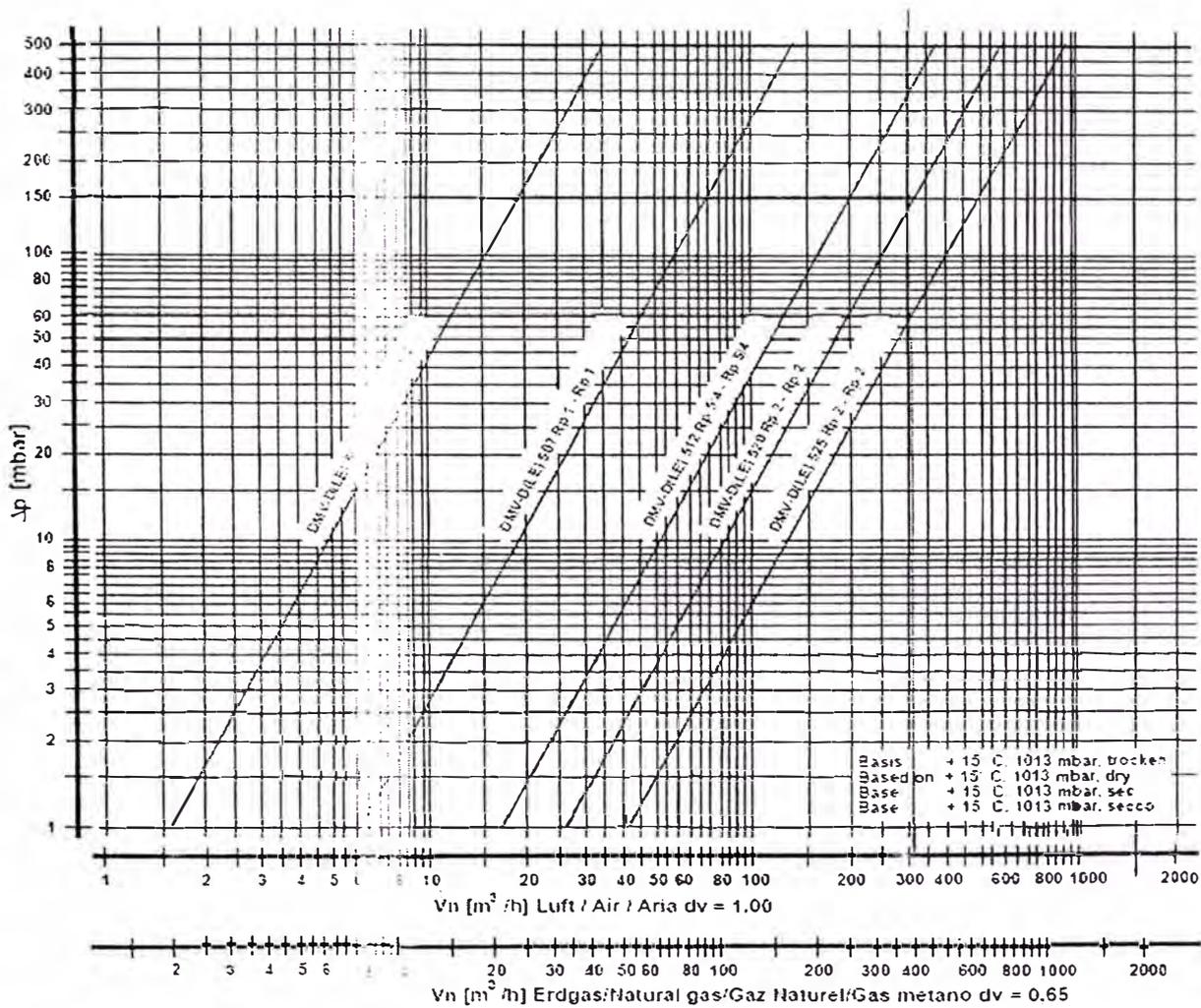


Figura 3.23 Tabla de selección de trenes de gas Marca Dungs

### 3.5 PUESTA EN MARCHA

Para lograr un óptimo funcionamiento de los equipos se debe realizar una regulación adecuada, la cual ayudará a optimizar la caldera y el calentador. Para ello se muestra los diversos problemas que se presentan durante esta regulación:

#### **Reducción de exceso de aire**

##### Problema

- Exceso de aire innecesario.
- Gases de escape a alta temperatura.
- Sobre-dimensionamiento de los equipos.

##### Solución

- Control de la relación aire/combustible.
- Corrección por medio del O<sub>2</sub>.
- El exceso de aire influye directamente sobre la eficiencia de la caldera.

#### **Reducción de la presión de la caldera.**

##### Problema

- La caldera puede estar operando a una presión mayor que la necesaria.

##### Solución

- Reducir la presión en la caldera hasta un punto donde la cantidad de vapor producida es suficiente para los requerimientos de planta.
- Disminuyendo la presión se tiene más baja temperatura de gases debido a una mejor transferencia de calor.
- Disminución de pérdidas de calor de la caldera y tuberías.
- Disminución de pérdidas por escapes de vapor a menos presión.





En las figuras a continuación se muestra el caldero 280 y la nueva instalación realizada Fig. N°3.24 quemador Riello G9 P/M; fig. N° 3.25 Estación de regulación secundaria

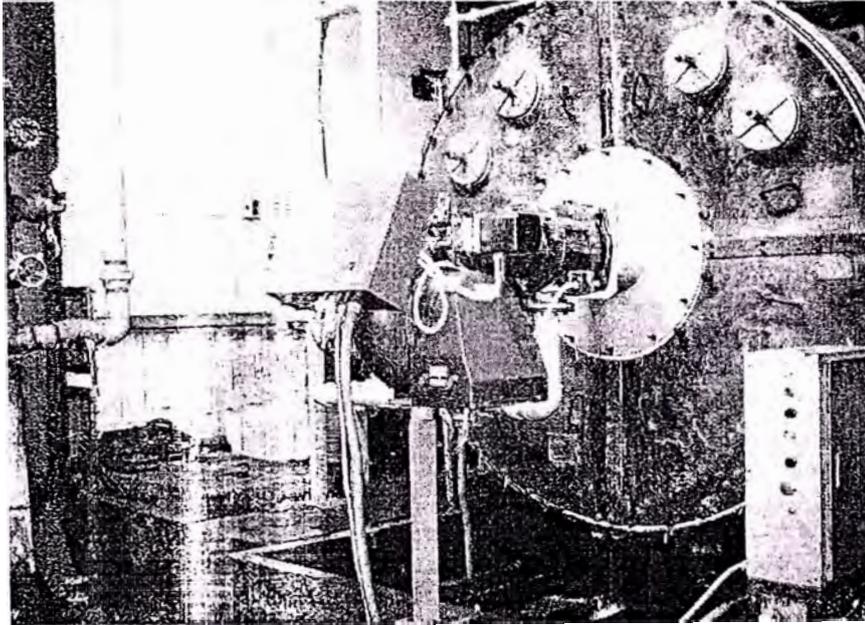


Figura 3.24

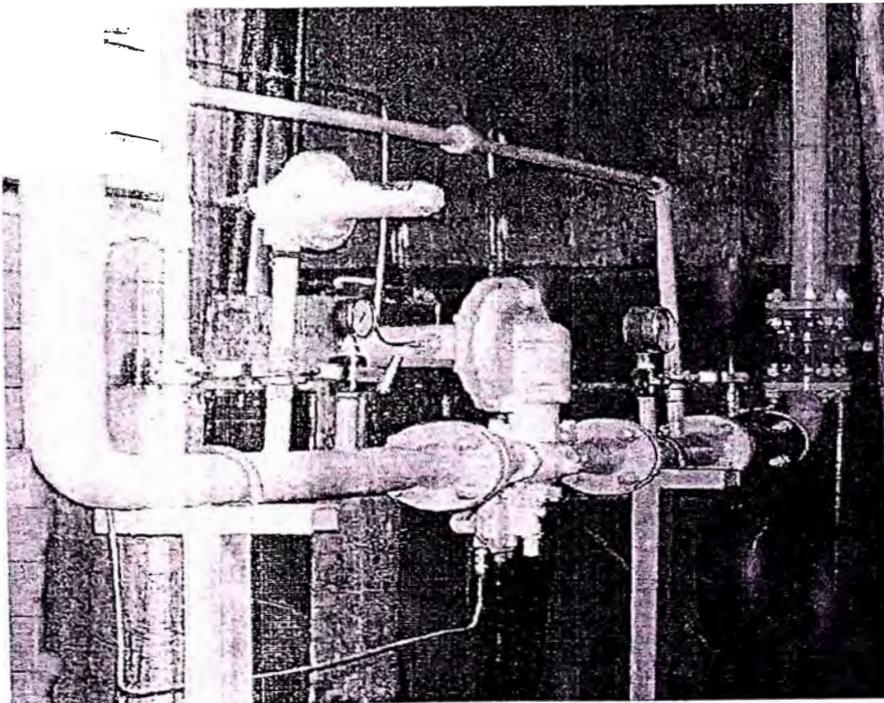


Figura 3.25

## CAPITULO IV

### REPERCUSIONES TÉCNICAS

#### 4.1 OPERATIVIDAD DE EQUIPOS

##### 4.1.1. Ventajas Operacionales

- El gas natural está disponible en forma continua, no requiere tanques de almacenamiento disminuyendo los riesgos que ello implica y también los costos financieros.
- No requiere preparación previa a su utilización, como por ejemplo, calentarlo, pulverizarlo o bombearlo como ocurre con el petróleo o el carbón.

Los equipos y quemadores de gas natural son fáciles de limpiar y conservar.

- La combustión del gas natural puede finalizar instantáneamente tan pronto como cese la demanda de calor de los aparatos que lo utilizan, lo cual es muy adecuado para cargas variables e intermitentes.
- La regulación automática es sencilla y de gran precisión, manteniendo constante la temperatura o la presión al variar la carga.

El rendimiento del gas natural en la combustión es superior al de otros combustibles.

## 4.2 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

A continuación se presenta el plan de mantenimiento a realizarse para la instalación en general y los equipos de combustión:

### Red Interna de tuberías

Elemento	Control	Medio	Frecuencia	Falla	Operación de Mantenimiento
tuberías	Estanqueidad	puesta en presión	1 año	Fuga	Localización de la fuga y reparación (junta, soldadura, rosca, etc.)
		manómetro			
		agua jabonosa			
		medidor de metano			
Válvulas	Estanqueidad externa	Puesta en presión	1 año	Fuga	sustitución de juntas o prensa-estopa
		manómetro			
		agua jabonosa			
	medidor de metano				
Estanqueidad interna	Manómetro	1 año	Fuga	sustitución de juntas y (clapets) internos o sustitución del elemento	
Libre fun. de los órganos	manual	1 año	imposibilidad de maniobra	Limpieza, ajuste o sust. del elemento	
Filtros	estanqueidad externa	Puesta en presión	1 año	Fuga	sustitución de las juntas
		manómetro			
		agua jabonosa			
	Obstrucción	helio	filtro gas: 1 año	pérdida de presión	limpieza o sustitución
visual		filtro aire: según situación			
Reguladores de presión	Presión de salida	manómetro	6 meses	perturbación de la presión de salida	regular
	Estanqueidad interna	manómetro	1 año	Fuga	limpieza o sustitución de "clapets"
	Estanqueidad externa	agua jabonosa	1 año	Fuga	sustitución de juntas
Medidor	presión diferencial	manómetro	según pureza de fluido	obstrucción	limpieza

Quemadores, elementos del caldero y sus accesorios

Quemador	Aspecto de la llama	visual	1 día	Desprendimiento de la llama, inestabilidad, propagación, al interior, ruido, calor	Puesta en estado del sist. de mto de la llama ( llama piloto, cono de comb. refractario, boca del quemador, etc.)
	calidad de la combustión	visual	según utilización	Pérdida de rendimiento, sobrecalentamiento, emisión de hollin o inquemados	Regulación de la combustión por ajuste de los caudales de aire y gas
		analizador caudalímetro			
Piloto	aspecto de la llama	visual	1 día	Desprendimiento de la llama, llama demasiado larga, llama amarilla, etc.	Regulación de la combustión por ajuste de caudales de aire y gas
Tubo radiante en presión	estanqueidad	Indirecto, por contrastación de las anomalías en los productos	según temperatura de utilización	Defectos sobre los productos Calentados o tratados	cambio de tubo
	limpieza interior	visual	según utilización	Pérdida de potencia	limpieza
Tubo radiante en depresión	estanqueidad	caudalímetro	según temp. de utilización	pérdida de gas de atmósfera	cambio de tubo
		manómetro		depresión en el horno	
	limpieza interior	visual	según utilización	pérdida de potencia	limpieza
Ventilador	Obstrucción de filtro o de la parrilla de aspiración	visual	según atmósfera ambiente	disminución de la presión	limpieza
		manómetro			
		caudalímetro			
	Estado de las palas	manómetro caudalímetro	1 año	disminución de la presión	Limpieza en caso de obturación sustitución si es necesaria
Velocidad de rotación	cuenta velocidades	1 año	disminución de la presión	comprobar la tensión comprobar conexiones eléctricas	
Registro de aire	Eficacia	visual, análisis de humos o caudalímetro	según atmósfera ambiente	mala combustión o ausencia de llama	Limpieza del órgano de obturación (mariposa, opérculo, persiana, etc.)
	libre funcionamiento	visual	3 meses	mala combustión	limpieza, desbloqueo de los registros

				puesto en seguridad	
	conexión órgano de mando-obturador	visual	1 año	mala combustión	Reparación de la conexión
				puesto en seguridad	
tubo sumergido	estanqueidad	visual	según utilización	puesto en seguridad, fuga de agua, obturación por el agua	cambio de tubo
	limpieza exterior	visual	según utilización	pérdida de potencia retroceso de llamas	limpieza regulación del quemador

### Equipos de Regulación

Sensor de temperatura	verificación-contraste del captador	Visual o comparación con aparatos patrón	3 a 6 meses	Deterioro del captador	cambiar el elemento defectuoso
	estado de la funda de protección del captador			regulación defectuosa	
Sensor de presión	paso libre de los manómetros	manómetro	según utilización	regulación defectuosa	limpieza de los conductos del captador
	conductos del captador				
Servomotores de actuadores	regulación de las bielas de accionamiento de las válvulas	manómetro o analizador	3 a 6 meses	combustión defectuosa a ciertos regímenes	regulación de las bielas
	tiempo de respuesta	visual cronómetro	3 a 6 meses	tiempo de respuesta demasiado largo o demasiado corto	ajuste
válvulas	libre funcionamiento y eficacia	manómetro manual	3 a 6 meses	Defecto de regulación y (o) de combustión	desbloqueado, limpieza y reparación
válvula solenoide	estanqueidad interna	manómetro	3 a 6 meses	fuga	limpieza o sustitución del elemento defectuoso
regulador de presión	limpieza de las tomas de presión	manómetro	3 a 6 meses	regulación defectuosa	limpieza (ver alimentación de fluidos)
sensor de gases de combustión	libre funcionamiento y eficacia	visual	3 a 6 meses	sobrepresión o depresión normal	ajuste
		manual			

Equipo de seguridad

Electrodo de ionización	Desgaste	Control de la corriente de ioniz. por medio de un micro-amperímetro	1 mes	señal de detección en ausencia de la llama	sustitución
				puesta en seguridad intempestiva	
	Posición	visual	1 mes	idem	colocar en posición correcta
	Limpieza	visual	1 mes	idem	limpiarlo
sensor de llama	Desgaste	control de la corriente por amperímetro o mini-voltímetro	1 mes	señal de detección en ausencia de la llama	sustitución
				puesta en seguridad intempestiva	
programación de tiempos de encendido	Temporización	visual	3 meses	Secuencias demasiado largas o demasiado cortas	colocar en estado correcto
		cronómetro			sustitución

Caldero o calentador

Hogar del equipo	estado del refractario	examen visual completo	según estado máximo 1 año	piezas refractarias desplomadas o deformadas	colocación en estado correcto Reparación
aislamiento	estado y eficiencia del aislamiento	examen visual completo	según estado máximo 1 año	fugas anormales	Reposición de la junta
				pérdidas de calor	
				pérdidas de rendimiento	
ducto para gases	paso libre de los humos	visual manométrico	según estado	Sobre-presión	Reconstrucción de las paredes
	estanqueidad de las mirillas	examen visual completo	6 meses	entrada de aire, salida de humos	Colocación en estado correcto o sustitución de los pirómetros fijos
equipo completo	temperatura	visual pirómetro de referencia	3 meses	temperatura demasiado elevada debido a una medición fija defectuosa	colocación en estado correcto o sustitución de los pirómetros fijos
sistemas de cierre o apertura de aire y gases de combustión	estanqueidad de los sistemas de aire	Visual	6 meses	entrada de aire, salida de humos nivel de presiones del recinto fuera de los valores previstos	Puesta en estado de los órganos defectuosos

## CAPITULO V

### COSTOS EN LA CONVERSIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El gas natural es el combustible de menor precio y permite obtener importantes ahorros en relación con otros combustibles. A continuación se muestra el cuadro precio en dólares de combustible para 1MMBTU se observa que el gas natural es mucho mas barato que los demás combustibles para una misma cantidad de energía.

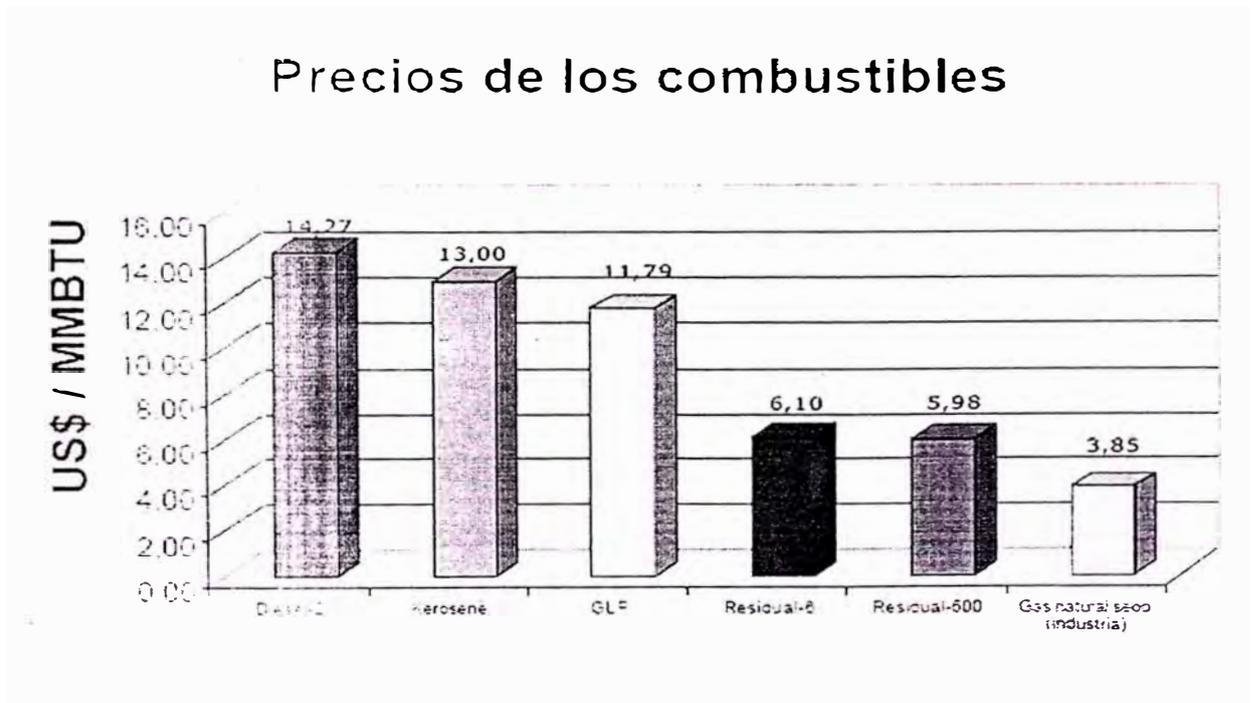


Figura 5.1 Cuadro comparativo de costo de combustible por MMBTU

En el siguiente cuadro se muestra desglosado cada elemento y su respectivo costo siendo el total el gasto generado por la empresa para realizar la mejora:

## Planilla de precios (en US\$) Para la conversión de equipos

I	Descripción	Cant.	Unid.	PU	P tot
<b>1.0</b>	<b>INGENIERÍA DE DETALLE</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
<b>2.0</b>	<b>SUMINISTROS Y MONTAJES DE TUBERÍAS Y ACCES.</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>12 351.1</b>	<b>12 351.1</b>
2.1	Suministro y montajes de tuberías y accesorios F.N. Sch40, instalación aérea - Presión regulada: 2.0 barg - Flujo considerado: 1570 Sm <sup>3</sup> /h - Incluye Rx 10%.	1	Glb	11 453.02	11 453.02
2.2	Suministro e instalación de válvulas de corte 2" para entrada a calderos de 2 etapa	1	Glb	192.72	385.44
2.3	Suministro e instalación de válvula de corte principal	1	Glb	512.64	512.64
<b>3.0</b>	<b>ERMP</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>19 900.16</b>	<b>19 900.16</b>
3.1	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 2 1/2"	2	Und	264.27	528.55
3.2	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 4"	1	Und	412.64	412.64
3.3	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 1/2"	3	Und	34.77	104.32
3.4	Válvula de aguja roscada AISI 316 - 6000# 1/2"	3	Und	295.45	886.36
3.5	Válvula mariposa tipo wafer para montaje entre bridas 4"	3	Und	312.5	937.5
3.6	Filtro bridado tipo cartucho de 5 micras GASCAT 3"	2	Und	796.88	1593.75
3.7	Válvula Shut off GASCAT GIPS H 2"	2	Und	825.28	1650.57
3.8	Regulador de presión bridado GASCAT ARGOS WCB 2" con válvula shut off y piloto hi-lo incorporado	2	Und	2 265.63	4 531.25
3.9	Válvula de alivio GASCAT JUNIOR	1	Und	173.3	173.3
3.10	Medidor tipo turbina ACTARIS FLUXI 2000/TZ G400 4"	1	Und	2 214.95	2 214.95
3.11	Electro corrector de volumen ACTARIS CORUS PTZ	1	Und	1 781.75	1 781.75
3.12	Manómetro dial 4" rango 0-20 bar.	1	Und	85.23	85.23
3.13	Manómetro dial 4" rango 0-4 bar.	1	Und	85.23	170.45
3.14	Fittings importados para ensamble de unidad	1	Glb	2241	2241
3.15	Ensamble de la unidad	1	Glb	1412	1412
3.16	Pozo a tierra	1	Glb	1 363.64	1 363.64
3.17	Losa de concreto	1	Glb	1 136.36	1 136.36
<b>4.0</b>	<b>RS CALDERA 250 BHP</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>1792.67</b>	<b>1792.67</b>
4.1	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 2"	1	und	175.2	175.2
4.2	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 1/2"	1	und	36	36
4.3	Válvula de aguja roscada AISI 316 - 6000# 1/2"	2	und	47.06	94.12
4.4	Filtro tipo Y de 40 micras 2"	1	und	88.24	88.24
4.5	Regulador de presión bridado GASCAT GA302/8 2" c/valv. shutoff incorporada	1	und	745.59	745.59
4.6	Válvula de alivio GASCAT JR. 3/4"x1"	1	und	179.41	179.41

4.7	Manómetro dial 4" rango 0-4 bar	1	und	65.88	65.88
4.8	Manómetro dial 4" rango 0-400 mbar	1	und	84.71	84.71
4.9	Accesorios para montaje	1	Glb	147.06	147.06
4.10	Ensamble de la unidad	1	Glb	176.47	176.47
<b>5.0</b>	<b>RS CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO 1'250,000 kcal/h</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>1 786.27</b>	<b>1 786.27</b>
5.1	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 1.1/2"	1	und	158.40	158.40
5.2	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 1-2"	1	und	37	37
5.3	Válvula de aguja roscada AISI 316 - 6000# 1/2"	2	und	47.06	94.12
5.4	Filtro tipo Y de 40 micras 1.1/2"	1	und	48.24	48.24
5.5	Regulador de presión roscado GASCAT GA302/8 1.1/2" c/valv. shutoff incorporada	1	und	689.71	689.71
5.6	Manómetro dial 4" rango 0-4 bar	1	und	65.88	65.88
5.7	Manómetro dial 4" rango 0-400 mbar	1	und	84.71	84.71
5.8	Accesorios para el montaje	1	Glb	117.65	117.65
5.9	ensamble de la unidad	1	Glb	141.18	141.18
<b>6.0</b>	<b>RS CHAMUSCADORA</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>597.22</b>	<b>597.22</b>
6.1	Válvula de esfera bridada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 607 6D 1"	1	und	122	122
6.2	Válvula de esfera roscada RF ANSI B 16.5 150 lbs ASTM A 216 WCP API 6D 1/2"	1	und	36	36
6.3	Válvula de aguja roscada cuerpo AISI 316 -6000# 1/2"	2	und	47	94
6.4	Filtro tipo Y de 40 micras 1"	1	und	29	29
6.6	Manómetro rango 0-4 bar	1	und	66	66
6.7	Manómetro rango 0-400 mbar	1	und	85	85
6.8	Accesorios para montaje	1	Glb	71	71
6.9	Ensamble de la unidad	1	Glb	94	94
<b>7.0</b>	<b>QUEMADOR PARA CALDERAS 250BHP</b>	<b>1</b>		<b>9 227.74</b>	<b>9 227.74</b>
7.1	Quemador a gas natural RIELLO GAS 9 P/M (1744-3488kW), operación modulante c/tren de gas DUNGS. incluye junta antivibración, sonda de presión y kit de modulación.	1	Und	8 239.05	8 239.05
7.2	Montaje del quemador	1	Und	988.69	988.69
<b>8.0</b>	<b>QUEMADOR PARA CALENTADORES DE ACETITE TÉRMICO 1'250,000 kcal/h</b>	<b>1</b>		<b>7981.77</b>	<b>7891.77</b>
8.1	Quemador RIELLO RS190/M	1	Und	6 420.81	6 420.81
8.2	Tren de gas DUNGS DMV-DLE520	1	Und	835.35	835.35
8.3	Montaje del quemador	1	Und	725.62	725.62
<b>9.0</b>	<b>CASETA PARA ERM DE MATERIAL NOBLE</b>	<b>1</b>	<b>Glb</b>	<b>2 352.94</b>	<b>2 352.94</b>
<b>Precio total, sin incluir IGV, US</b>					<b>56 289.87</b>

En el cuadro siguiente se muestra el consumo de los últimos seis meses antes de la elaboración del proyecto, se saca un promedio mensual total:

Cuadro de consumo mensual de equipos a convertir

Equipos	AGOSTO	SET	OCT	NOV	DIC	ENERO
Caldero de vapor	45703,8	32145,5	21337,9	16781,5	17601,4	17145,1
Calentador de aceite	11377,8	11611,1	11540,2	9907,0	11193,0	11053,0
Total mes	57081,6	43756,6	32878,0	26688,5	28794,4	28198,1

<b>Promedio (gal/mes)</b>	36233
---------------------------	-------

Con el promedio mensual se estima la cantidad de energía requerida para un desempeño mensual, no se considera la chamuscadora ya que recién quede listo la instalación entrará en funcionamiento) solo para efectos de evaluar y comparar el ahorro producido solo por el cambio.

Cuadro de análisis de retorno de inversión

Combustible			
	Poder Cal. (BTU/gal)	Precio (USD/MMBTU)	USD/mes
petróleo	151049	7,38	40383,4

Combustible			
	Poder Cal. (BTU/scf)	Categoría C (USD/MMBTU)	USD/mes
gas natural	1089	4,43	24227,6

	Porcentaje	USD/mes
Ahorro mensual	40%	16155,8

	(USD)
Costo del proyecto	56289,87
	meses
Recuperación de la inversión	4,1

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

- Como se observa en el cuadro de análisis de retorno de inversión el gasto efectuado se recupera en 4,1 meses.
- Se reduce los costos de energía térmica en un 40%.
- Se disminuye los costos de mantenimiento debido a una reducción de las frecuencias de limpieza y cambio de repuestos.
- Se reduce los costos de producción a causa de lo mencionado anteriormente y la calidad del producto debido a la combustión limpia en el proceso de chamuscado de telas, evaluando la posibilidad de reducir el precio del producto al público.

## BIBLIOGRAFIA

- Gestión de la Producción y Calidad en la Hilatura de Fibras Cortas, Feliu Marcial Amenós. Capítulos 1-5, 11 y 12.
- Curso de Especialización Diseño e Instalación de redes Internas Industriales de gas Natural, Ing. Ángel Chávez.
- Manual del Ingeniero Mecánico Eugene A. Avallone, Theodore Baumeister III, Tomo 1, Capítulos 9.1 y 9.2
- Optimización en la generación de vapor en las calderas pirotubulares con gas natural, Delegación Grandes Clientes Bogota - Colombia 16 de Junio 2004
- Diseño de sistemas de fluidos líneas principales Spirax Sarco
- Diseño sistemas de fluidos Uso del vapor Spirax Sarco

## ANEXO

A. Composición del Gas Natural de Camisea. (Composición actual del Gas Natural suministrado a la red principal de distribución de Lima y Callao)

Componente	Fórmula	% Molar (ni)	% Volumen (vi)	% Masa (gi)
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	0.723	0.725	1.141
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.263	0.262	0.647
Metano	CH <sub>4</sub>	88.091	88.166	79.425
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	10.355	10.284	17.364
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.545	0.535	1.324
Iso-butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> I	0.012	0.012	0.038
Normal-butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> N	0.013	0.013	0.042
Iso-pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> I	0.001	0.001	0.004
Normal-pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> N	0.001	0.001	0.003
Otros hidrocarburos	C <sub>5</sub> +	0.002	0.002	0.011
Oxígeno	O <sub>2</sub>	0.000	0.000	0.000
Helio	He	0.000	0.000	0.000

## B. Propiedades del gas natural

- Poder Calorífico Superior GHV: 38044 Btu/Sm<sup>3</sup>
- Poder Calorífico Inferior NHV: 34387 Btu/Sm<sup>3</sup>
- Densidad: 0.7462 Kg/Sm<sup>3</sup>
- Densidad Relativa: 0.6175
- Peso Molecular: 17.8082 Kg / kmol
- Volumen Molecular: 22.3409 Nm<sup>3</sup> / kmo!
- Índice de Wobbe: 48.4100 Mbtu / Nm<sup>3</sup>
- Volumen Molecular: 22.3409 Nm<sup>3</sup> / kmo!
- Viscosidad: 0.01058 Cp

*Nota:* considérese Sm<sup>3</sup> como metro cúbico del Gas Natural a condiciones estándar.

### C. Definiciones

**Análisis de la competitividad:** Análisis de las características del producto y del proceso, así como del comportamiento frente a los productos y procesos de la competencia.

**Accesorio (fitting):** En un sistema de tuberías es usado como un elemento de unión, tal como un codo, una curva de retorno, una "tee", una unión, un reductor con rosca en sus extremos ("bushing"), una cruz, o una tubería corta con rosca en sus extremos ("nipple"). No incluye artículos tales como una válvula o un regulador de presión.

**Aguas abajo:** Se entiende por "aguas abajo de" o "corriente abajo de" a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado después del punto de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

**Aguas arriba:** Se entiende por "aguas arriba de" o "corriente arriba de" a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado antes del punto de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

**Aprobado:** Aceptable por la entidad competente.

**Entidad competente:** Es el ente gubernamental responsable de verificar la correcta aplicación de cualquier parte de esta NTP o el funcionario o la agencia designada por esta entidad para ejercitar tal función.

**Certificado:** Se aplica este término para cualquier accesorio, componente, equipo de consumo, o para la instrucción de instalación del fabricante, el cual es investigado e identificado por una organización designada para comprobar que cumple con los estándares reconocidos o con los requisitos aceptados para la prueba.

La certificación implica pruebas y es realizada por una organización reconocida encargada de dicha prueba. Esta es realizada de acuerdo con estándares reconocidos,

o con los requisitos de construcción y desempeño. La certificación es reconocida generalmente por un sello de certificación o una etiqueta.

**Combustión:** Proceso químico de oxidación rápida entre un combustible y un comburente que produce la generación de energía térmica y luminosa, acompañada por la emisión de gases de combustión y en ciertos casos partículas sólidas.

**Competencia:** Organización que hace los mismos productos o productos sustitutos de los nuestros (que presta los mismos servicios o servicios sustitutos de los nuestros).

**Competitividad:** Concepto identificado con optimización de los recursos y sustentado en el principio de racionalidad económica, entendiendo que somos muy competitivos, ya que nuestra calidad y nuestro índice de productividad son similares o mejores que los de nuestra competencia.

**Componente:** Una parte esencial de un equipo de consumo que es capaz de realizar una función(es) independiente(s) y contribuir a la operación del equipo. Un ejemplo de un componente es un termostato. El termostato es capaz de una operación independiente, y contribuye a la operación del aparato controlando su ciclo de encendido apagado.

**Condensado (condensación):** Un líquido separado del gas natural seco (inclusive gas combustible) debido a una reducción en la temperatura o a un aumento en la presión.

**Distribuidor:** Concesionario que realiza el servicio público de suministro de gas natural seco por red de ductos a través del sistema de distribución.

**Equipo de consumo:** Un artefacto para convertir gas natural seco en energía e incluye a todos sus componentes. Puede ser una caldera, un horno industrial, etc.

**Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP):** Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo del punto de entrega y medir los volúmenes de gas consumidos. Asimismo, asegura que la presión no sobrepase de un límite prefijado ante fallas eventuales.

**Estación de regulación de presión secundaria (subestación):** Conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo de la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria. Su utilización se requiere cuando la presión de trabajo del equipo de consumo difiere de la presión de la ERPMP regulada y asignada.

**Empresa instaladora de gas:** Persona natural o jurídica debidamente calificada y registrada ante la entidad competente para poder ejecutar, reparar o modificar instalaciones internas de gas natural seco, y cuyo representante es una persona experimentada o entrenada, o ambos en tal trabajo y ha cumplido con los requisitos de la entidad competente.

**Medidor:** Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural seco que fluye a través de un sistema de tuberías.

**Presión de diseño:** Es la presión máxima que puede alcanzar la instalación, valor con el que debe dimensionarse la misma y seleccionarse los materiales.

**Presión máxima admisible de operación (MAPO):** Es la presión de operación máxima que puede alcanzar la instalación en condiciones de máxima demanda.

**Presión de prueba:** Presión a la cual es sometida el sistema antes de entrar en operación con el fin de garantizar su hermeticidad.

**Presión de operación:** Presión a la que deben operar satisfactoriamente las tuberías, accesorios y componentes que están en contacto con el gas natural seco en un sistema de tuberías. Esta será como máximo igual a la MAPO.

**Productividad:** Identificado con optimización de los recursos y sustentado en el principio de racionalidad económica.

**Purga:** Eliminación de un fluido no deseado (gaseoso o líquido) del sistema.

**Ramal (tubería lateral):** Es la parte de un sistema de tuberías que conduce gas natural seco desde la tubería principal de la instalación interna a un equipo de consumo.

**Regulador de presión:** Dispositivo que reduce la presión del fluido que recibe y la mantiene constante, independientemente de los caudales que permite pasar y de la variación de la presión aguas arriba del mismo, dentro de los rangos admisibles. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas.

**Revestimiento:** Sistema de protección de superficies metálicas contra la corrosión mediante el sellado de la superficie.

**SDR:** Relación entre el diámetro nominal externo de una tubería de polietileno y su espesor nominal de pared

**Separador/filtro:** Conjunto de elementos prefabricados que responden a un proyecto particular y que se destinan a retener partículas sólidas y/o líquidas contenidas en el gas natural seco.

**Tubería de superficie o aérea:** Tubería a la vista, que no está en contacto con el suelo ni está empotrada en la pared.

**Tubería empotrada/oculta:** Tubería que, cuando está ubicada en una pared, en el piso, o en el techo de una construcción terminada, esta escondida de la vista y sólo

puede ser expuesta por el uso de una herramienta. No se aplica a la tubería que pasa a través de una pared o división.

**Válvula:** Instrumento colocado en la tubería para controlar o bloquear el suministro de gas natural seco hacia cualquier sección de un sistema de tuberías o de un aparato de consumo.

**Válvula de alivio por venteo:** Un artefacto diseñado para abrirse a fin de prevenir un aumento de la presión del gas natural seco en exceso, de un valor especificado debido a una emergencia o una condición anormal.

**Válvula de servicio:** Es una válvula de cierre general del suministro del gas natural seco, instalada fuera del predio del usuario final, y ubicada en la línea de servicio de la Distribuidora. La válvula de servicio constituye el punto de entrega del gas del Distribuidor al usuario industrial.

**Válvula de seguridad de cierre rápido:** Una válvula que corta automáticamente el suministro de gas natural seco en el sistema de tuberías.

**Válvula unidireccional (back check):** Una válvula que está normalmente cerrada y permite el flujo en sólo una dirección.

#### D. Cálculos realizados

A continuación se explica el procedimiento de cálculo empleado para el caldero de vapor 280 y además el cálculo para el dimensionamiento de la tubería desde el tramo de la ERMP hasta el punto A (ver plano As Built en Anexo). Para los demás equipos el cálculo es similar y para el resto de tramos se procede igual.

##### Cálculos para el Determinar el consumo de Caldera

Para el caldero 280:

Convirtiendo BHP en Kcal /hr

$$250 \text{ BHP} = 2\,107\,764 \text{ KCal/hr}$$

Asumiendo una eficiencia térmica del 90 % y gas natural seco con poder calorífico (P.C.) de 8990 Kcal./Nm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Consumo por Caldera} &= \frac{\text{Calor Total}}{\text{P.C.} \times \eta} \\ &= 234.5 \text{ Nm}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

##### Ejemplo de cálculo para el dimensionamiento del diámetro de la tubería

Para el inicio de los cálculos del diámetro se dimensionará para un 20% de caudal adicional para cada equipo ya que se estableció un 20 % del consumo general de los equipos para instalaciones futuras.

Partimos de la ERMP hasta el tramo A

Longitud de la tubería = 43 m.

P1 (presión en el extremo de ingreso) = 2bar

**Considerando:**

Velocidad de circulación del fluido = 25 m/s

Capacidad máxima de la ERMP = 1570m<sup>3</sup>/hr.

Utilizando la fórmula 3 de la página.. xx

$$f = \frac{365.35 \times Q}{D^2 \times P_1}$$

Despejando se obtiene:

$$D = 86.02 \text{ mm.}$$

D nominal en pulgadas = 4"

Se tiene una longitud de tramo de 43m.

L equivalente = 21.9m (debido a los codos)

L total = L tramo A + L equivalente = 55,9m

Utilizando la fórmula 2 de la página xx

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.600 \text{ s L Q}^{1.82} \text{ D}^{4.82}$$

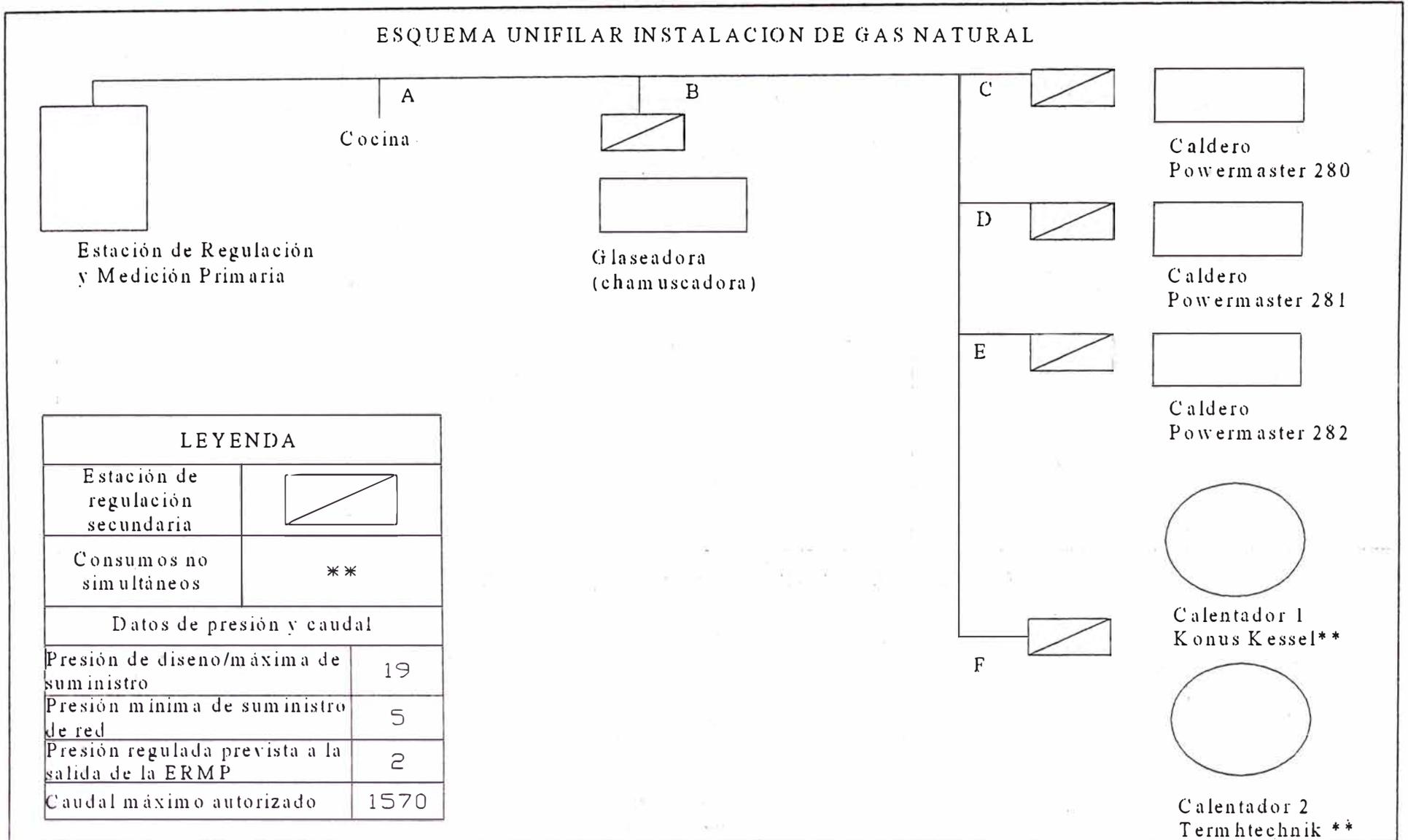
Despejando se obtiene:

$$P_2 = 1.94 \text{ bar}$$

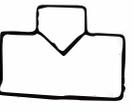
$$\% \text{ caída de presión} = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

$$\% \text{ caída de presión} = 3\% \text{ Aceptable}$$

## E. Esquema Unificar de la instalación



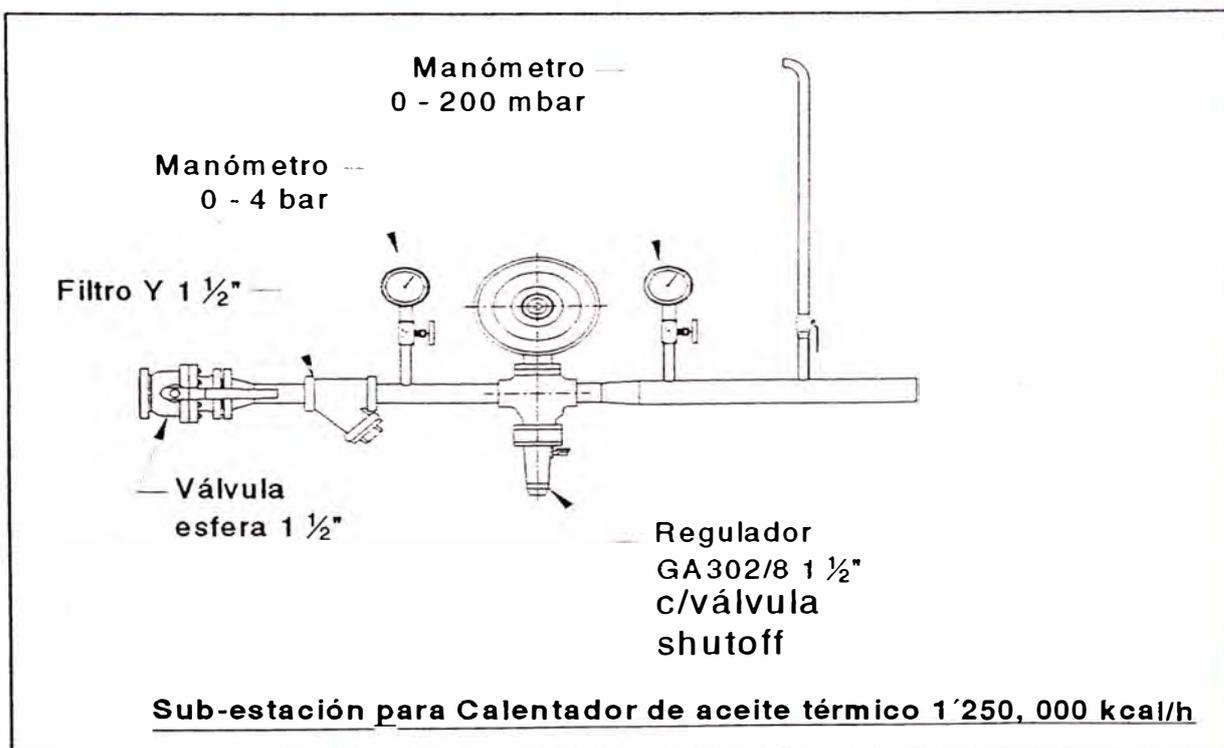
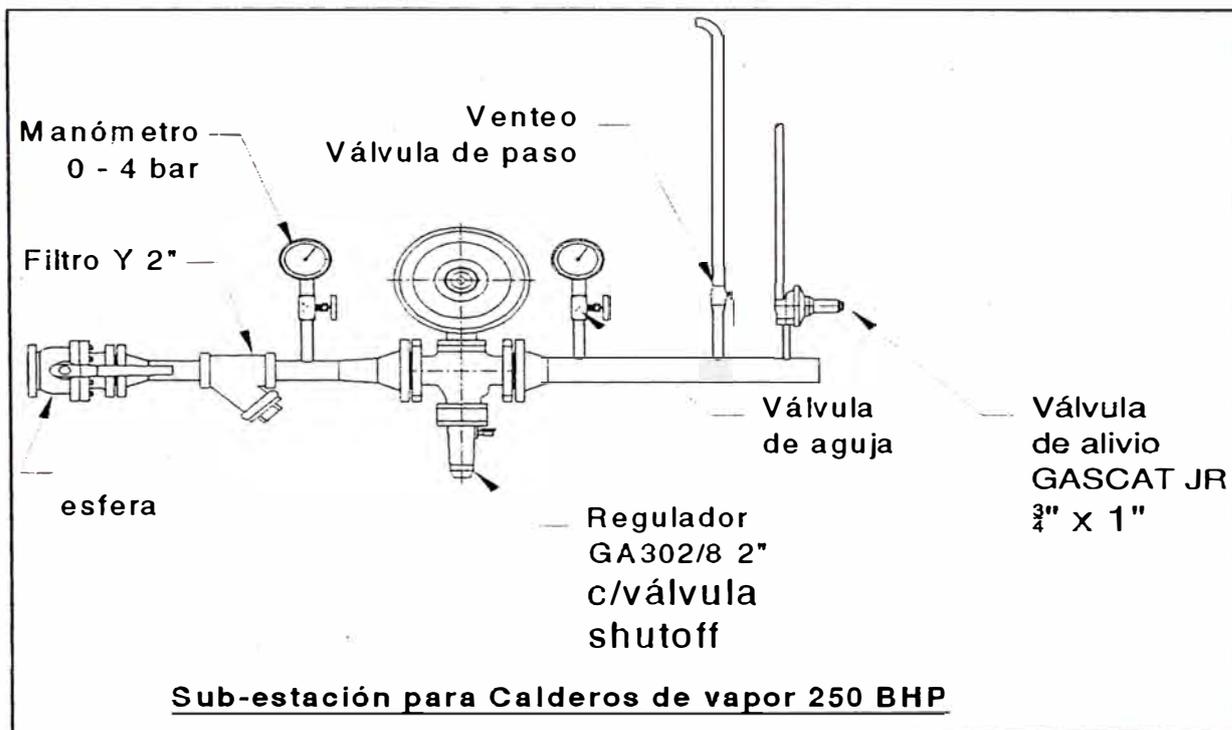
F. Resistencia de codos, accesorios, y válvulas para gas natural expresada en longitud equivalente de tubería recta en metros\*

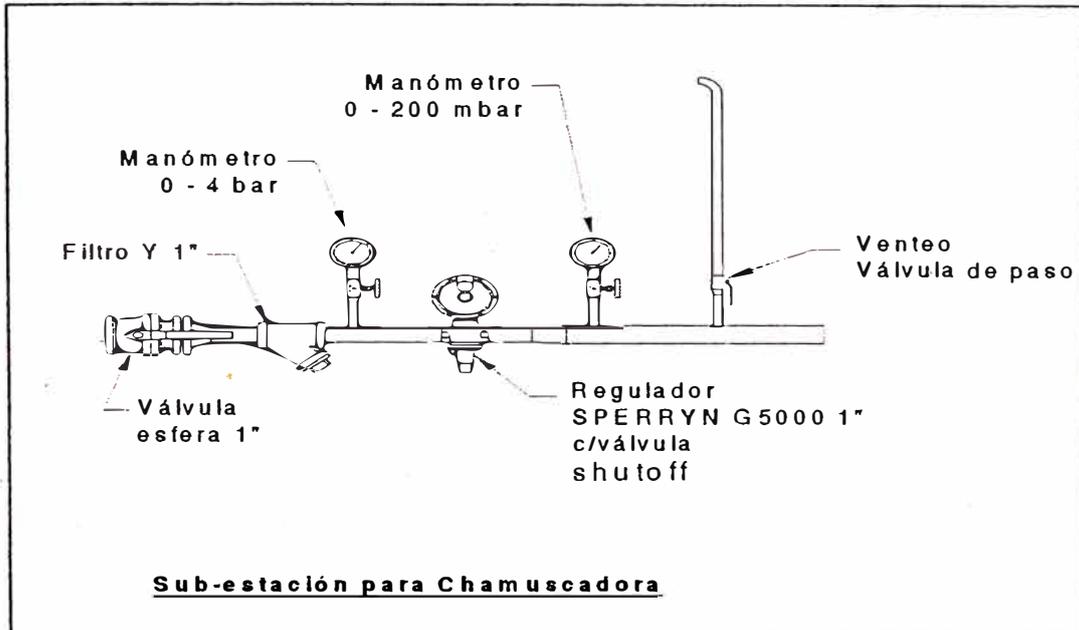
		Accesorios resacados *			Válvulas resacado. Unidades resacado				Soldadura de de 90° y 45° atornillado †	Soldadura de T	
		45°	90°	T	Regulador	Codo	Regulador	Válvula		Empaque	Atornillado
		0.32	0.65	1.2	0.37	1.18	2.09	1.04		1.35	1.8
		31	62	123	37	118	209	104		45	60
Diámetro de tubería de gas natural	Diámetro interno (D) mm										
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	1.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	1.52	2.64	1.29	0.19	0.71	0.94
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	1.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	2.57	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	3.52	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	4.02	6.83	3.41	0.43	1.84	2.45
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	5.10	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	6.08	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	7.57	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	10.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	12.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68

## G. Esquemas y planos

### Esquemas

A continuación los esquemas para las sub-estaciones de regulación a instalarse en cada equipo:





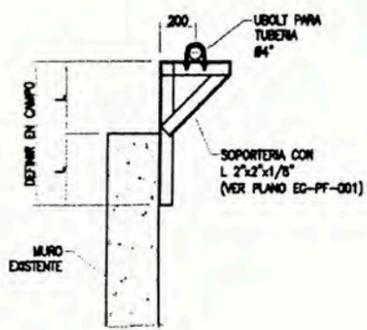
## PLANOS

A continuación los planos siguientes:

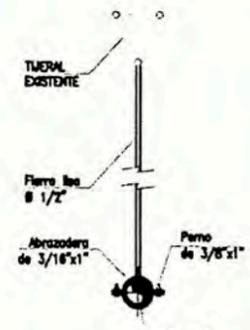
Plano Lay out Isométrico

PLANTILLA DE MATERIALES

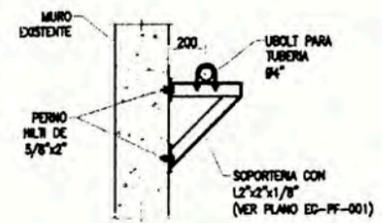
Nº	DESCRIPCION	# (mts)	UNIDAD	RESERVA	RESERVA PORCENTUAL
1	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
2	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
3	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
4	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
5	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
6	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
7	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
8	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
9	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
10	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
11	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
12	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
13	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
14	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
15	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
16	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
17	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
18	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
19	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
20	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
21	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
22	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
23	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
24	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
25	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
26	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
27	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
28	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
29	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
30	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
31	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
32	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
33	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
34	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
35	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
36	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
37	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
38	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
39	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%
40	1/2" Tubo de 100' de longitud a 100' de espesor de 20.00	100	MT	100	100%



SOPORTE TIPO "A"



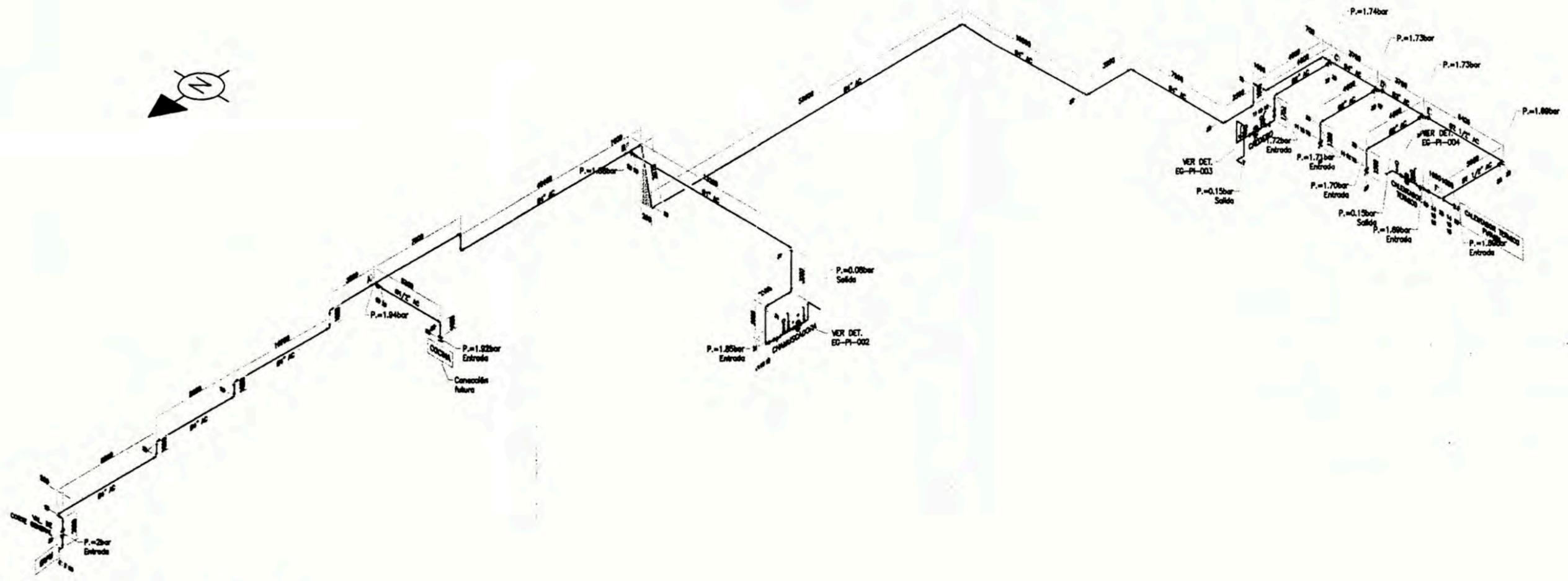
SOPORTE TIPO "B"



SOPORTE TIPO "C"



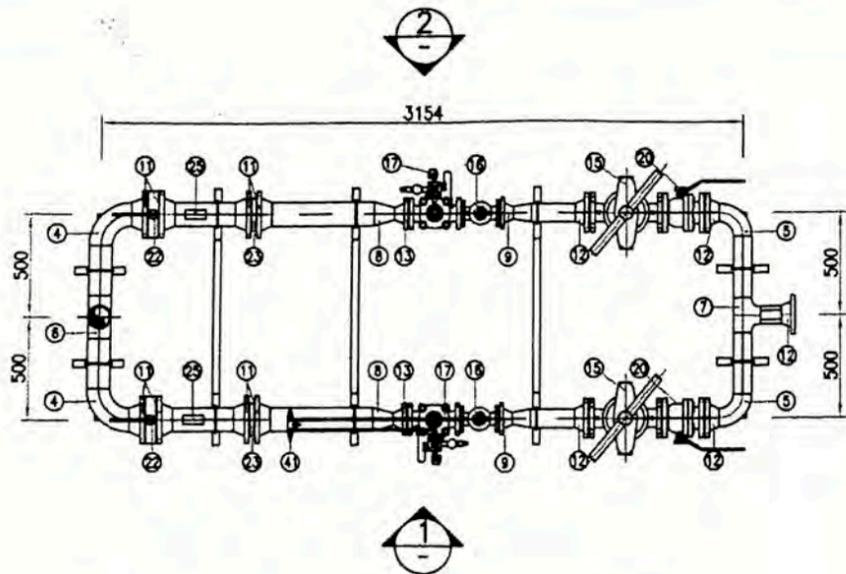
DETALLE DE SOLDADURA



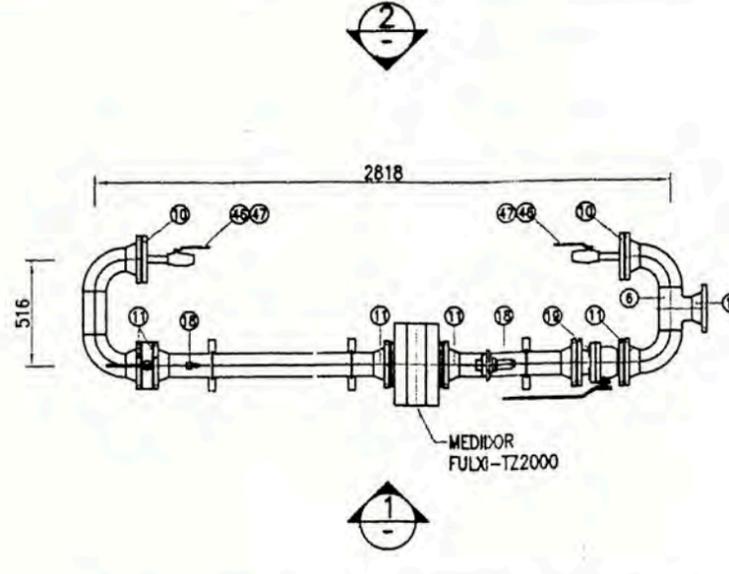
ISOMETRIA GENERAL - INSTALACION DE GAS NATURAL

Revisión:	DESCRIPCION	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
		CLIENTE			
PROYECTO					
PLANO DE IDENTIFICACION					
TITULO-1			TITULO-2		
AUTOR		REVISOR		APROBADO	
DISEÑADOR		CALIFICACION		FECHA	
LUBRIFICACION		MATERIAL		PLANO DE	
LUBRIFICACION		MATERIAL		PLANO-0001	

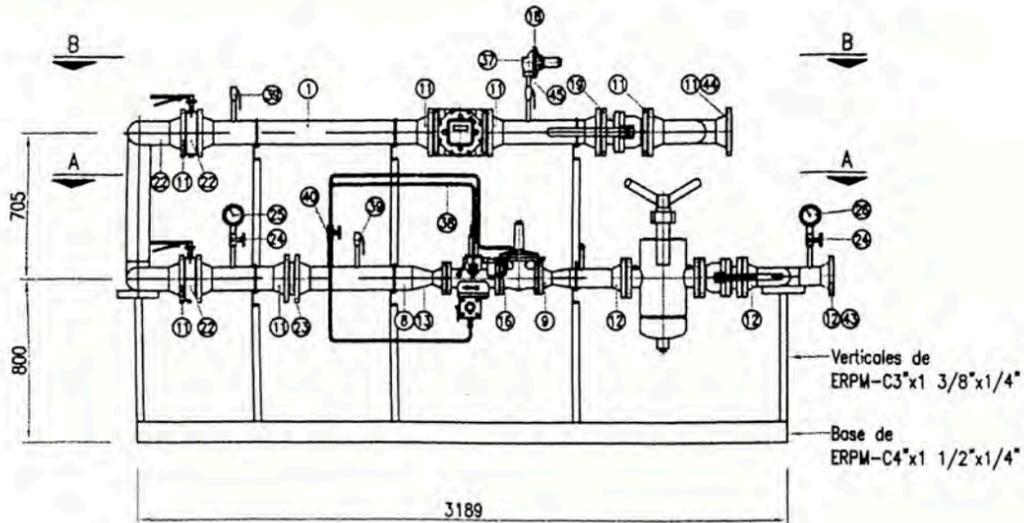
Plano de ERMP



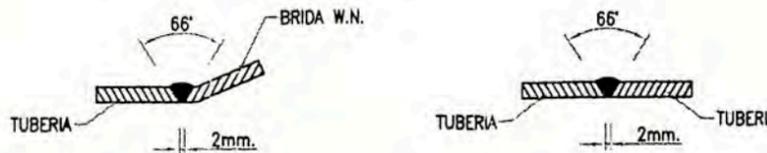
ESTACION DE REGULACION PRIMARIA - GAS NATURAL  
CORTE A - PRIMER NIVEL



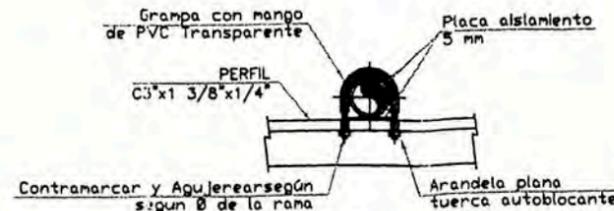
ESTACION DE REGULACION PRIMARIA - GAS NATURAL  
CORTE B - SEGUNDO NIVEL



ELEVACION 1  
ESC. 1:25



DETALLE DE SOLDADURA



DETALLE DE SOPORTERIA DE TUBERIA

LISTA DE MATERIALES

ITEM	CANT.	UNIDAD	DIAM-Ø	DESCRIPCION	MATERIAL	NORMA
1	3.0	m	4"	Tubo CS Sch 40 S/C	ASTM A 106 Gr.B	ANSI B 36.10
2	3.0	m	3"	Tubo CS Sch 40 S/C	ASTM A 106 Gr.B	ANSI B 36.10
3	2.0	m	1 1/2"	Tubo CS Sch 40 S/C	ASTM A 106 Gr.B	ANSI B 36.10
4	04	pza.	4"	Codo 90° SC Sch 40	ASTM A 234	WPA, ANSI B 16.9
5	02	pza.	3"	Codo 90° SC Sch 40	ASTM A 234	ANSI B 16.9
6	03	pza.	4"	Tee SC Sch 40	ASTM A 234	ANSI B 16.9
7	01	pza.	3"	Tee SC Sch 40	ASTM A 234	ANSI B 16.9
8	02	pza.	4"x2"	Reduc. concéntrica CS Sch 40	ASTM A 234Gr.WPB	ANSI B 16.9
9	02	pza.	3"x2"	Reduc. concéntrica CS Sch 40	ASTM A 234Gr.WPB	ANSI B 16.9
10	02	pza.	4"	Brida ciega CS Forjada Cla.150WN	ASTM A 105	ANSI B 16.5
11	17	pza.	4"	Brida CS Forjada Cla.150 WN RF	ASTM A 105	ANSI B 16.5
12	08	pza.	3"	Brida CS Forjada Cla.150 WN RF	ASTM A 105	ANSI B 16.5
13	04	pza.	2"	Brida CS Forjada Cla.150 WN RF	ASTM A 105	ANSI B 16.5
14	02	pza.	1"	Brida CS Forjada Cla.150 WN RF	ASTM A 105	ANSI B 16.5
15	02	pza.	3"	Filtro tipo cartucho brid. cla150 RF	VARIOS	
16	02	pza.	3"	Val. con shut off-GPS-H150 NPRF.		GASCAT
17	02	pza.	2"	Reg. de presión c/shut off inc.		ARGOS
18	02	pza.		Válvula de alivio de 3/4" x 1"		GASCAT
19	01	pza.	4"	Válvula esférica paso total C150	ASTM A216 WCB	VALVOL
20	02	pza.	3"	Válvula esférica paso total C150	ASTM A216 WCB	VALVOL
21	02	pza.	1"	Brida CS Forjada Cla.150 WN RF	ASTM A 105	ANSI B 16.5
22	03	pza.	4"	Válvula Mariposa 150 tipo waffer	ASTM A216 WCB	TYCO
23	02	pza.	4"	Válvula Check 150		GASCAT
24	03	pza.	1/2"	Válvula tipo agujero	INOXIDABLE	SMAGELOK
25	02	pza.		Mono. del 4" Range 0-Air Condon 1/2 NPT	VARIOS	
26	01	pza.		Mono. del 4" Range 0-20bar Condon 1/2 NPT	VARIOS	
27	14	Emp.		Emp. de grafito P/brida Cla 150	GRAFITO	
28	10	Emp.		Emp. de grafito P/brida Cla 150	GRAFITO	
29	04	Emp.		Emp. de grafito P/brida Cla 150	GRAFITO	
30	02	Emp.		Emp. de grafito P/brida Cla 150	GRAFITO	
31	102	5/8"		Esparrago para brida de 4" C/02 Tuercas, 5/8"x 3 3/4" Bricromatizado	ASTM A 193	ASTM A 194
32	32	5/8"		Esparrago para brida de 3" C/02 Tuercas, 5/8"x 3 3/4" Bricromatizado	ASTM A 193	ASTM A 194
33	16	3/8"		Esparrago para brida de 2" C/02 Tuercas, 5/8"x 3 3/4" Bricromatizado	ASTM A 193	ASTM A 194
34	08	1/2"		Esparrago para brida de 1" C/02 Tuercas, 5/8"x 3 3/4" Bricromatizado	ASTM A 193	ASTM A 194
35	04	4"		Ubolt 1/2"		
36	04	3"		Ubolt 1/2"		
37	02	pza.		Bushing rosca de 1"x1/2"	INOXIDABLE	
38	2.00	m	5/8"	Tubing	INOXIDABLE	
39	01	pza.	1/2"	Válvula esférica paso total C150		VALVOL
40	02	pza.	1/2"	Válvula Manifold 1/2" NPT	INOXIDABLE	SMAGELOK
41	06			Conector macho de 3/8"x1/4"	INOXIDABLE	SMAGELOK
43	01	Kit	3"	Aislamiento eléctrico		ASA B-16.21
44	02	Kit	4"	Aislamiento eléctrico		ASA B-16.21
45	02	pza.		Bushing rosca de 3/4"x1/2"	INOXIDABLE	
46	0.2	m	1"	Niple con Tubo CS Sch 40 S/C	ASTM A 106 Gr.B	ANSI B 36.10
47	02	pza.	1"	Válvula esférica ros. paso total C150	ASTM A216 WCB	VALVOL

PLANO DE INSTALACION PARA GAS NATURAL

PROPIETARIO:  
DIRECCION:  
LOCALIDAD:

UBICACION	FIRMAS
	PROPIETARIO CONTRATISTA PROYECTISTA

OBSERVACIONES:

00	EMISION PARA APROBACION	DIVISION	FECHA	REVISADO	REVISADO	REVISADO	REVISADO
Revis.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	APROBADO	APROBADO	APROBADO	APROBADO

CONTRATISTA: CLIENTE: PROYECTISTA: CLIENTE

PROYECTO: PROYECTO

PLANO DE REFERENCIA: PLANO

TITULO-1  
TITULO-2

APROBADO: APROBADO REVISADO: REVISADO ESCALA: ESCALA

DESIGNADO: DESIGNADO DIBUJADO: DIBUJADO PLANO N°: PLANO-NUMERO

LUGAR: LUGAR FECHA: FECHA PROYECTO N°: PROYECTO-N°

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VALVULA DE SEGURIDAD SHUT OFF		REGULADORES DE PRESION		VALVULA DE ALIVIO	
1 TAG		1 TAG		1 TAG	
2 Servicio		2 Servicio	Gas Natural	2 Servicio	
3 Línea n°		3 Línea n°		3 Línea n°	
4 Función		4 Función	Regulador	4 Tipo	Auto operada
5	Type Shuter	5	Regulador	5	Convencion/Balancede/Operada por piloto
6	Materia	6	Material	6	Convencion
7	Tamaño / Seal Restrictor	7	Tamaño / Seal Restrictor	7	Spring Keeper Aberto/Cerrado
8	Conexión	8	Conexión	8	Entrada
9	Material del sello	9	Material del sello	9	Salida
10	N° de asientos	10	N° de asientos	10	3/4" - NPTF
11	Características del control	11	Características del control	11	3/4" - NPTF
12	Clase de fuga	12	Clase de fuga	12	Cuerpo
13	Conexión y asiento	13	Conexión y asiento	13	Conexión y asiento
14	Conexión a alivio	14	Conexión a alivio	14	Guías y anillos
15	Tipo de actuador	15	Tipo de actuador	15	Resorte
16	Plato / Material	16	Plato / Material	16	SAE 1070
17	Supido de Frot.	17	Supido de Frot.	17	Cuerpo
18	Control de presión	18	Control de presión	18	Conexión y asiento
19	Distribución de Gas Material	19	Distribución de Gas Material	19	Resorte
20	Rango de presión	20	Rango de presión	20	316
21	Resorte alivio / Control	21	Resorte alivio / Control	21	SAE 1070
22	Acción Mecánica / Mecánica	22	Acción Mecánica / Mecánica	22	Cubierta
23	Gas Retido al atmosférico	23	Gas Retido al atmosférico	23	Wrench
24	Shut off interno / Operación	24	Shut off interno / Operación	24	300000
25	Tipo de línea	25	Tipo de línea	25	Cubierta
26	Resorte para presión	26	Resorte para presión	26	Wrench
27	Indicador de posición / Tensión	27	Indicador de posición / Tensión	27	300000
28	Indicador de posición	28	Indicador de posición	28	Cubierta
29	Fluido	29	Fluido	29	Wrench
30	Flujo Nominal (Nm³/h)	30	Flujo Nominal (Nm³/h)	30	Cubierta
31	Mínimo / Máximo Flujo (Nm³/h)	31	Mínimo / Máximo Flujo (Nm³/h)	31	Wrench
32	Presión de entrada (barG)	32	Presión de entrada (barG)	32	Cubierta
33	Presión de salida (barG)	33	Presión de salida (barG)	33	Wrench
34	Flujo de escape (barG)	34	Flujo de escape (barG)	34	Cubierta
35	Temperatura	35	Temperatura	35	Wrench
36	Resorte / Operación / Operación	36	Resorte / Operación / Operación	36	Cubierta
37	Fluido	37	Fluido	37	Wrench
38	Modelo	38	Modelo	38	Cubierta
39		39		39	Wrench

ESTACIONES INDUSTRIALES

TIPO	DENOMINACION	CAUDAL MAX	P. REGULADA
001	TIPO INDUSTRIAL	1570 Sm³/h	2 barg

DATOS DE DISEÑO

PRESION DE DISEÑO/MAXIMA DE ENTRADA	16 barg
PRESION MINIMA DE ENTRADA	5 barg
PRESION REGULADA	2 barg
CAUDAL MAXIMO	1570 Sm³/h
PRESION DE PRUEBA HIDRAULICA	30 bar
PRECESO DE SOLDADURA	ASME IX
RADIOGRAFIADO SOLDADURA	100%
TERMINACION SUPERFICIE ARENADO	NORMA SSPC-SP10
1ª CAPA	SIGMA SILICATE MC
2ª CAPA	AUROMARITIC BOER - AMARILLO
3ª CAPA	SIGMADOX GLOSS - AMARILLO RAL 1004