

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“INSTALACIÓN TÍPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE
GAS NATURAL DE 800 HP, 2000 PSI, 4 ETAPAS, EN
ESTACIÓN DE COMPRESORES DE PETROPERÚ S.A.,
LOTE X, EL ALTO, TALARA”**

INFORME DE INGENIERÍA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JORGE ENRIQUE MANZANARES MORALES

PROMOCIÓN 1979 - II

LIMA - PERÚ

2 003

INFORME DE INGENIERIA

“INSTALACIÓN TÍPICA DE MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 800 HP, 2000 PSI , 4 ETAPAS ,EN ESTACION DE COMPRESORES DE PETROPERU S. A ,LOTE X ,EL ALTO , TALARA”

PROLOGO :	....	1
CAPITULO I : INTRODUCCIÓN	....	2
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.		
2.1 Objetivo - desarrollo del trabajo	...	7
2.2 Antecedentes de la empresa PETRO PERU S.A ,LOTE X EL ALTO	..	9
2.3 Organigrama de la empresa PETRO PERU S.A ,LOTE X .	....	15
2.4 Sistema de Producción GAS LIFT de esta Empresa.	....	17
2.5 Relación de Equipos de GAS LIFT en Estaciones del lote X	...	19
2.6 Sistema de flujo de gas de la unidad motor compresor a instalar.	...	20.
CAPITULO III : DESCRIPCION DEL EQUIPO A INSTALAR.		
3.1. Descripción de la UNIDAD MOTOR COMPRESOR.	.....	22
3.2. Descripción de Materiales para el sistema de tuberías.	....	49
3.3. Indicaciones de Mantenimiento de Compresores de gas.	.....	51
3.4 Especificaciones técnicas de Tanques separadores (Scrubbers).....		64
3.5 Especificaciones técnicas Válvulas de Compresor.	....	66
CAPITULO IV : SISTEMA DE PROTECCIÓN / CONTROL COMPRESORES GAS.		
4.1 Parámetros de control del motor.	.....	79
4.2 Parámetros de control del Compresor.	....	81
4.3 . Montaje y ensamblaje del tablero e instrumentos.	.....	84
4.4 Especificaciones técnicas de los instrumentos a instalar.	.....	86

CAPITULO V : FLUJOGRAMA DEL TRABAJO (PROYECTO):

5.1 Fase de Monitoreo. (Dpto. Mantenimiento)	91
5.2 Fase Analítica – Experta.(Dpto. de ingeniería)	91
5.3 Fase Administrativa . (Dpto. de Planeamiento)	92
5.4 Fase Técnica . (Empresa Ejecutora)	93
5.5 Fase Final . (Empresa Ejecutora)	94

CAPITULO VI : DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO.

6.1 Procedimiento General de trabajo.	97
6.1.1. Cimentación compresor.	98
6.1.2 Bases de tanques separadores.	98
6.1.3 Buzones ciegos.	99
6.1.4. Soportes de manifold.	99
6.1.5. Tanque elevado	100
6.1.6. Obras mecánicas.	101
6.1.7. Fabricación e instalación de manifolds	101
6.1.8. Instalación de líneas de interconexión	103
6.1.9 Instalación de separadores (scrubbers).	104
6.1.10 Instrumentación.	105
6.2 Especificaciones de obras civiles.	
6.2.1. Obras preliminares	108
6.2.2. Movimiento de tierras.	108
6.2.3 Obras de concreto simple	113
6.2.4. Obras de concreto armado.	117
6.3. Especificaciones de trabajos de Metal Mecánica	138
6.3.1 Calificación de soldadores	138
6.3.2 Prefabricado de manifolds ,corte, doblado de tuberías	143
6.3.3 Inspecciones y prueba de soldadura.	159

6.4. Montaje de Equipos.	163
6.4.1. Planos de Referencia de Equipos mecánicos.	163
6.5. Montaje e instalación de instrumentos.	168
6.5.1 Materiales	168
6.5.2 Instalación , soportes , líneas de tuberías.	173
6.5.3 Instalación de instrumentos electrónicos.	178
6.5.4 Pruebas de líneas.	179
6.5.5 Calibración de instrumentos.	181
6.6 : Cronograma del trabajo	
6.6.1. Cronograma propuesto de trabajo	182
6.6.2. Cronograma Real de Trabajo	182

CAPITULO V II : EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

7.1. Presupuesto total del Proyecto.	184
7.2. Justificación Económica del Proyecto.	186
7.3. Balance económico de un Compresor.	191

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 197

Bibliografía 201

PLANOS DE LA OBRA 202

Plano N ° 1 : Ubicación de tuberías e instrumentos.

Plano N ° 2 y N ° 3 : Diagrama de flujo de gas.

Plano N ° 4 : Sistema de agua enfriamiento .

Plano N ° 5 : Sistema de facilidades,

Plano N ° 6 y N ° 7: Vistas isométricas del compresor .

Plano N ° 8 : Simbología standard .

APENDICE : Información Complementaria

- Información de Proveedores de materiales.
- Normas técnicas de materiales utilizados.

PRÓLOGO

El presente informe se refiere a la instalación de un Motor Compresor de Gas Natural instalado por Petroperú S.A. (antes de la privatización) en la estación de compresoras 996 Zona Reventones, el Alto, Talara, entre Enero y Marzo de 1996.

La denominación actual de esta Empresa es Pérez Companc del Perú S. A (antes de la privatización Petróleos del Perú S.A. Petroperú S.A. Lote X) en el distrito de El Alto, provincia de Talara, aquí se utilizan compresores para la distribución y el transporte de gas natural, estos compresores son impulsados por motores, que aprovechan como combustible el propio gas que producen los pozos de petróleo

Estas unidades son de gran potencia, desde 140 a 1000 HP , velocidad promedio de trabajo entre 600 a 1000 RPM, Unidades que desplazan en volumen desde 1.00 a 2.50 MMCFPD (MILLONES DE PIES CUBICOS POR DIA), con presiones de succión de 2 a 20 PSI, descargando desde 15 a 800 PSI, según el uso. Si es para distribución (Gas Venta) ó para reinyectar al reservorio (gas lift)

Este compresor fue instalado con la finalidad de aumentar la producción de crudo en esta zona debido a que los compresores existentes solo llegaban a 800 PSI en la descarga; este compresor permitía inyectar gas a 2000 PSI a los pozos cuya producción había disminuido.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por finalidad presentar de una manera clara y sencilla , todos los pasos que se tienen que realizar para la instalación de una Unidad Típica Motor Compresor de gas Natural ,indicando los standares de Ingeniería (procedimientos) para llevar a cabo el desarrollo del trabajo.

Visto desde un punto de vista práctico permite conocer el montaje de Equipos que van a ser instalados en el Mega Proyecto del Gas de Camisea ,porque estas unidades son las que realizan el transporte y desplazamiento de los grandes volúmenes de Gas, a través de las tuberías (gasoductos).

Los compresores de gas natural son impulsados por motores que aprovechan como combustible el propio gas que producen los pozos de petróleo.

El presente informe trata de contribuir a ampliar los conocimientos de los Estudiantes y Egresados en los Equipos involucrados en el Proyecto Nacional de Desarrollo de la Industria del Gas Natural.

Este trabajo ha sido elaborado de acuerdo al proyecto efectuado en la Estación 996, Peña Negra Tierra , desde las obras civiles, las obras metal-mecánicas hasta la instalación completa de la unidad motor compresor y enfriador, tanto de las 3 etapas del gas ,como del agua de refrigeración.

Se adjunta además un juego de planos, necesarios para conocer la forma como se realizó el trabajo y como quedó instalada definitivamente la unidad, se debe tomar en cuenta que el trabajo se hizo con los otros 2 Compresores de la Estación trabajando por lo que se tuvo que aumentar las precauciones en la seguridad del trabajo.

Considerar además, que se modificó todas las líneas y manifolds que conectaban a los otros 2 compresores agregando el que instalamos en esta Estación de compresores.

En el capítulo 2, se presenta la descripción de la Empresa donde se va a instalar el Equipo y también los objetivos del presente Proyecto, los objetivos de la Jefatura del Departamento de ingeniería de Petróleo de esta Empresa fueron aumentar la producción de petróleo que estaba disminuyendo ,debido a que los 2 compresores existentes solo comprimían hasta 800 PSI , y se necesitaba una nueva unidad de mayor capacidad ,para levantar la producción.

Se hace una semblanza breve de la Empresa donde se instaló la unidad y el modo de operación de Producción por el sistema de Gas Lift.

En el Capitulo 3 se presentan las características detalladas del Equipo a instalar , sus especificaciones técnicas indicadas por el fabricante DRESSER RAND , la fabricación de Manifolds con tuberías de diferente medida y presión para realizar la conexión del nuevo compresor , y la modificación de todas las líneas de descarga de los otros 2 compresores. se indica la Norma Técnica de cada material (Schedule 40 , 80 etc.)

Esta descripción bastante detallada se realiza para que se hagan una mejor idea de los Equipos utilizados en este trabajo

En el Capitulo 4 , explicamos al detalle el sistema de Protección y control de la unidad , haciendo referencia como siempre a una Unidad Típica , considerando que este sistema es el mas importante en la Unidad ,porque al trabajar en esta estación sin operadores ,cualquier anomalía en los parámetros de funcionamiento ,es detectada y si está fuera de los límites permitidos la unidad es parada por este sistema de control y protección.

En el Capitulo 5 , Planteamos el Flujograma de trabajo , el origen de este trabajo ,el cual nace como una necesidad para mejorar el rendimiento y la Producción del Campo de Petróleo ,en estos pozos que están considerados dentro del sistema de inyección de Gas lift ,alimentados por los compresores de esta Estación.

En el Capitulo 6, se realiza una Descripción general del trabajo ,el cual comprende las Especificaciones técnicas de las obras civiles, de los trabajos de Metal Mecánica , consideremos que se van preparar

Elementos Prefabricados de alta presión a cuyas juntas soldadas se les va a pasar pruebas radiográficas.

Igualmente sucede con la parte del montaje en sí ,del motor , compresor y enfriador , tres unidades complementadas y conectadas entre sí por líneas de gas , de agua , de aceite. todo esto además de la instalación de líneas de menor diámetro pero de alta presión para el sistema de Instrumentos.

En este Capítulo 6, se indica el cronograma de Obras y en el Capítulo 7 se realiza una Evaluación Económica del Proyecto ,realizando un análisis del balance económico del compresor de Gas. Incluso mostramos un grafico comparativo.

Finalmente acompañamos 8 Planos de la obra para una idea completa de la envergadura del Proyecto.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 OBJETIVO :

El presente informe tiene por objeto explicar detalladamente la instalación de una unidad motor-compresor de gas natural de 2.5 MMCFPD y 2000 PSI de presión de descarga en la empresa Petróleos del Perú S.A., Lote X, el Alto – Talara, esta compañía se dedicaba a la explotación producción de petróleo y gas natural.

Cuando se termina la perforación y complementación de un pozo petrolero, existen 2 formas de producción:

POZO SURGENTE O FLOWING: Cuando la presión de formación es suficientemente alta para que el petróleo llegue a la superficie, por lo tanto el petróleo fluye solo al exterior.

POZO MUERTO: Cuando la presión del reservorio es menor ó igual que la presión ejercida por la columna del fluido sobre él, no puede fluir el crudo (petróleo) hacia el exterior; existen varios métodos para el levantamiento de crudo en forma artificial.

Debido a que con los compresores existentes en la batería 996, ya no se podía conseguir una Producción eficiente en los pozos de menor presión natural; el departamento de Ingeniería de Petróleo, sugirió la instalación de un compresor de mayor presión de descarga, para inyectarle gas a estos pozos y levantar su producción y la del Lote X en su conjunto.

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR – COMPRESOR

El presente informe refiere a la instalación de un motor-compresor y las condiciones de operación se refieren a esta unidad

A .- MARCA DE MOTOR	WAUKESHA
SERIE	L 5108 GSI
NÚMERO DE CILINDROS	12 en V
POTENCIA NOMINAL	875 BHP
REVOLUCIONES DEL MOTOR	1000 RPM
RELACIÓN COMPRESIÓN	1 : 8
LUZ DE BUJÍA	0.013" – 0.016"
JUEGO AXIAL CIGÜEÑAL	0.008" – 0.016"
PRESIÓN ACEITE	35 – 45 PSI
TEMPERATURA ACEITE	150° - 180° F
TEMPERATURA AGUA MOTOR	180° F
B.- MARCA COMPRESOR	DRESSER - RAND
MODELO	4 RDS
CILINDROS (4)	20.5" – 9" – 6" – 4"
CARRERA	5.5"
PRESIÓN DESCARGA	180-1000-1750-2000PSI
TEMPERATURA AGUA	170° F
MÁXIMO VOLUMEN	2.5 MMCFD

2.2.- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA PETROPERU LOTE X .

En la compañía Petróleos del Perú S.A. Petroperú S.A. Lote X el Alto Talara, se utilizan compresores para comprimir gas natural, los cuales son accionadas por motores, que aprovechan como combustible el propio gases que producen los pozos de petróleo

Estas unidades son de gran potencia, desde 140 a 1000 HP con velocidad promedio de trabajo entre 600 a 1000 RPM, compresores que comprimen desde 1.00 a 2.5 MMCFPD.

Las Operaciones de Gas natural en el Noroeste del Perú se circunscriben a la Provincia de Talara e históricamente data desde el mismo inicio de la producción del petróleo ,que cuenta con mas de un siglo de operación . En el Perú fue donde se perforó el segundo pozo de petróleo en el mundo ,allá por el año de 1863.

2.2 .1. UBICACIÓN

El lote X donde se llevó a cabo el presente trabajo se encuentra ubicado en el distrito de El Alto , provincia de Talara departamento de Piura . acompañamos un plano de los distintos Baterías de Pozos de Petróleo y de los gasoductos para mejor información. ,desde su sistema de recolección hasta su llegada a la planta de tratamiento.

2.2.2. ACTIVIDAD INDUSTRIAL A LA QUE SE DEDICA LA EMPRESA

Actualmente en el Noroeste del Perú la producción de gas natural representa el 90 % del total nacional y es aportado por cuatro compañías : Pérez Companc del Perú S.A. (antes Petróleos del Perú, Operaciones Noroeste, lote X) con el 25 % , Petrotech Peruana S:A con el 62 % (Gas proveniente del Zócalo Continental) ,Sapet (Empresa China) y Graña Montero Petrolera con el 3% de la Producción de Gas Natural..

EL gas natural es uno de los recursos energéticos y materia prima para la Petroquímica , muy importante en los actuales momentos ,considerando que esta en pleno desarrollo el MEGA PROYECTO DE GAS DE CAMISEA es muy importante conocer como operan y funcionan las plantas de procesamiento de Gas Natural ,con sus sistemas de Separadores ,Secadores ,motores , compresores, y realizarles un plan de mantenimiento para estas unidades ,actividad que se enmarca dentro del trabajo de la Ingeniería Mecánica eléctrica,

2.2.3.- MISIÓN DE LA EMPRESA PETROPERÚ LOTE X :

- A) Optimizar la recolección de gas natural producido en el Noroeste ,minimizando en lo posible el venteo de gas a la atmósfera.
- B) Procesar el mayor volumen de gas rico (GAS Asociado) en las plantas de Gas Natural a fin de obtener mayores producciones de LGN (líquidos de gas natural) , para reemplazar en parte a los líquidos de combustibles que actualmente son consumidos en el país ,lo cual permitirá

generar excedentes exportables de crudo y gasolina por la vía de la sustitución con el consiguiente mayor ingreso de divisas

C) Incrementar el mayor volumen de gas Natural seco residual después de haber sido Procesado ,para ser utilizado como fuente energética de combustible y materia Prima para la elaboración de la Urea.

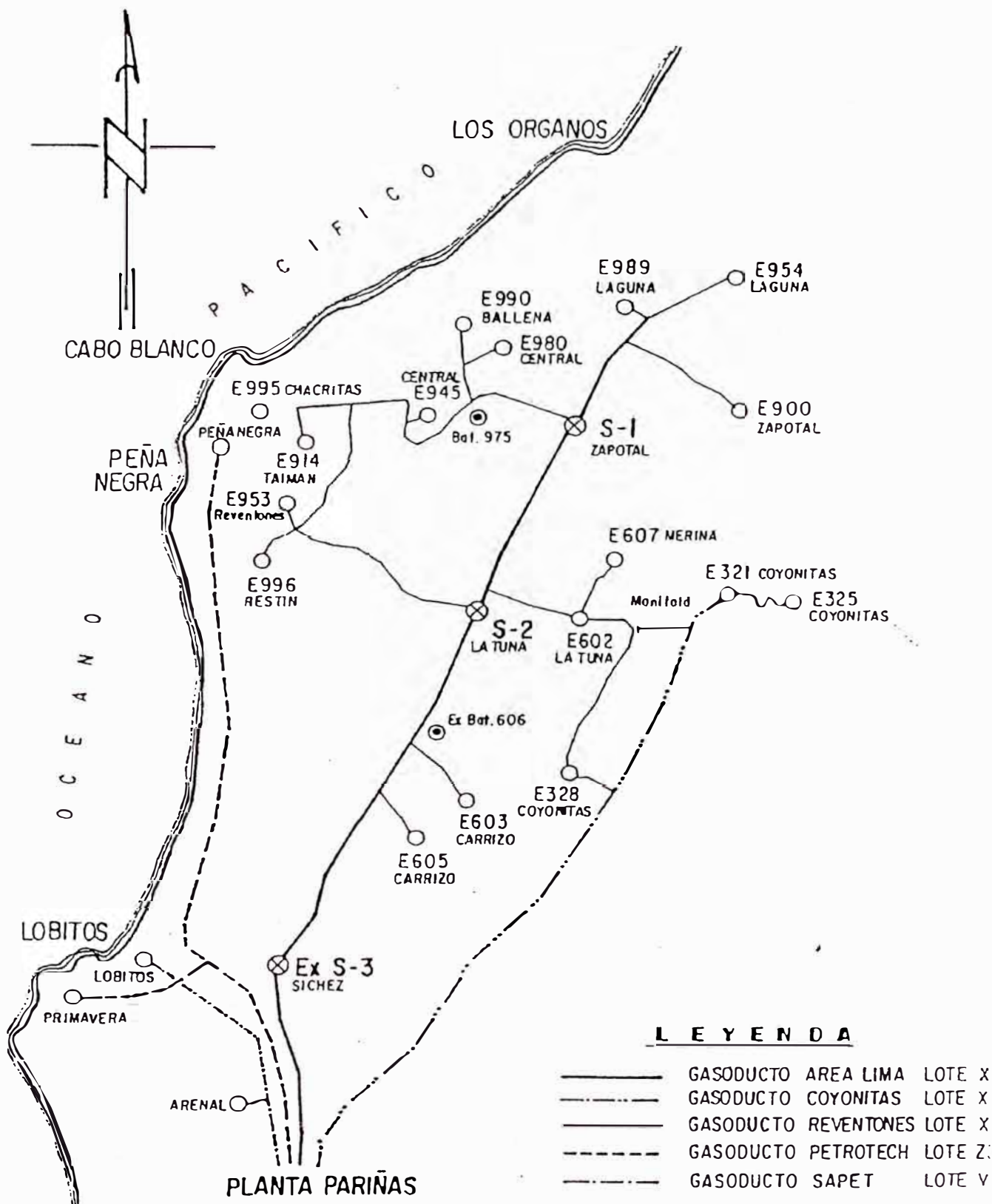
Usuarios mas importantes de Gas Natural Seco:

1. REFINERÍA : como combustible de hornos y calderos.
2. PLANTAS ELECTRICAS : como combustible para las turbinas a gas.
3. PRODUCCION : Combustible para motores de Unidades de Bombeo.
 - Extracción de Petróleo mediante el Sistema de gas Lift.
 - Reinyección de gas seco excedente a los reservorios Petroleros para mantener la presión del reservorio y pueda seguir produciendo con normalidad
- 4.- FERTILIZANTES : materia prima ,calderos,.
- 5.- NEGRO DE HUMO : combustible para hornos.
- 6.- POBLACIÓN : combustible doméstico.
- 7.- VEHÍCULOS : combustible para motores ,gasocentros.

2.2.4. COMPETENCIA :

La principal competencia de PETROPERÚ S. A .en la venta del gas natural la tiene con la Empresa PETROTECH PERUANA S. A ,pero al ser preponderantes ambas en el Mercado Nacional ,no se disputan excesivamente porque entre ambas no llegan a abastecer el mercado interno nacional.

FIG. N° 1 : RED DE GASODUCTOS TRONCALES



RED DE GASODUCTOS TRONCALES

FIG. N° 2 : LINEAS DE TRANSFERENCIA DE ACEITE :

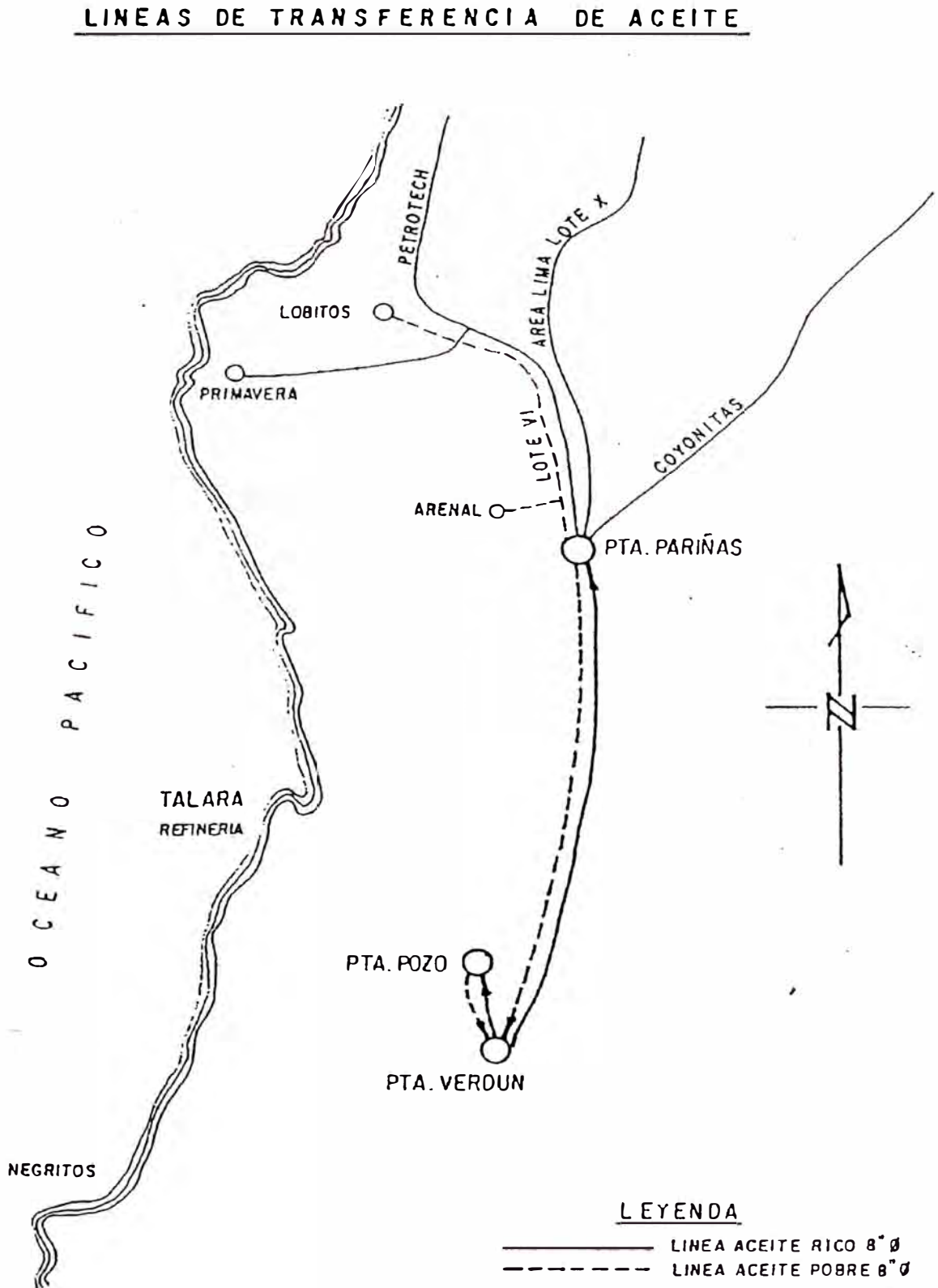
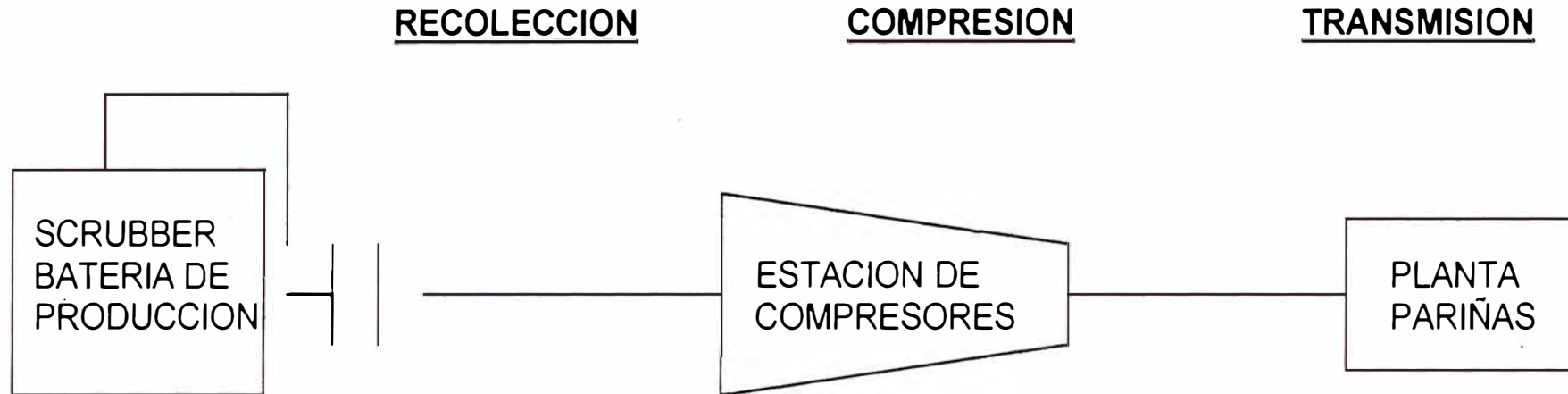


FIGURA N ° 3

OPERACIONES DEL AREA GAS NATURAL – LOTE X



- SISTEMA DE BAJA PRESION.

- SUCCIONAN EL GAS A LA PRESION DE 10 – 15 PSI.

- GASODUCTOS DE RECOLECCION SON DE 6" – 8" – 10".

- COMPRIME GAS DE BATERIAS.

- CERCANAS EN 2,3 Y 4 ETAPAS.

- SE TIENEN DOS TIPOS DE COMPRESORAS: SEPARABLES E INTEGRALES.

- TENEMOS 15 ESTACIONES DE COMPRESION DE LAS CUALES 3 SE ENCUENTRAN INOPERATIVAS.

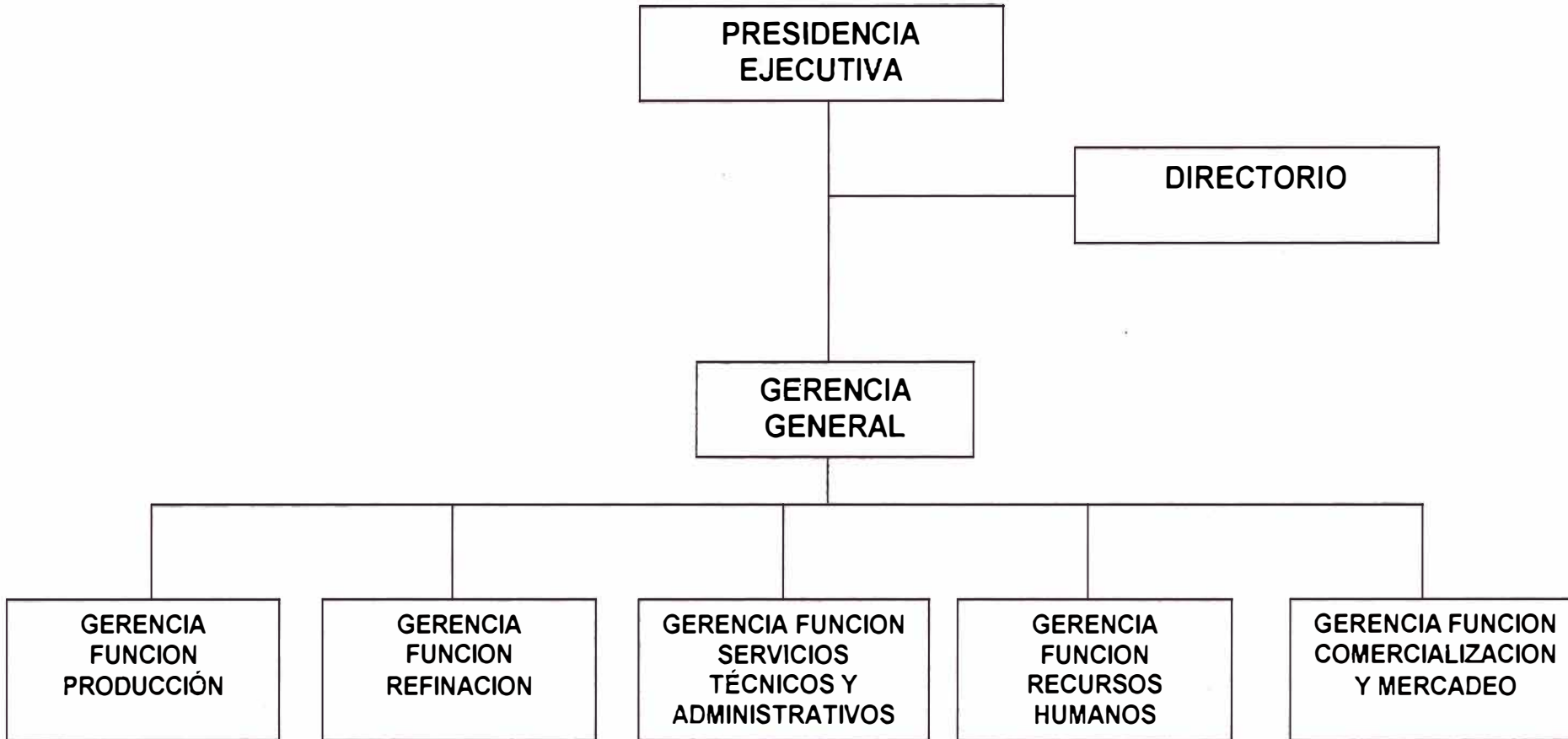
- SISTEMA DE ALTA PRESION:

- 400 – 800 Y 2000 PSI.

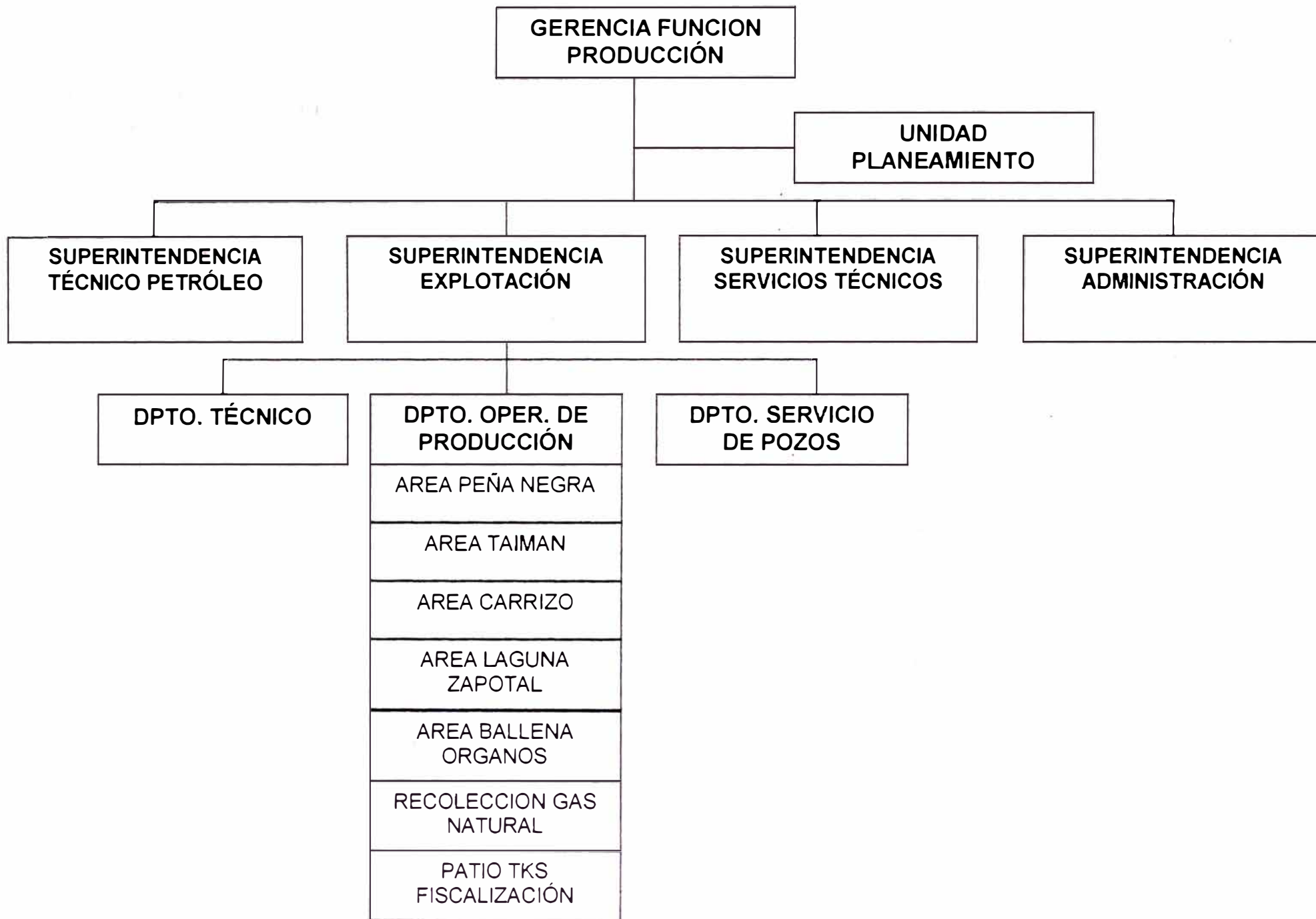
- EL PUNTO DE ENERGIA FINAL ES PLANTAS PARIÑAS.

- GASODUCTOS DE DESCARGAS 4" – 6" Y 8" DIAMETRO.

2.3.1 . ORGANIGRAMA GENERAL DE PETROLEOS DEL PERÚ S.A.



2.3.2 ORGANIGRAMA GERENCIA FUNCION PRODUCCION TALARA- LOTE X



2.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN GAS LIFT DE DPTO. PRODUCCION.

la Empresa Petroperú S.A. Lote X (actualmente Pérez Companc del Perú S.A.) el Alto – Talara, se dedica a la exploración, explotación, producción de petróleo y gas natural.

Esta empresa opera en el Distrito de El Alto, Lote X – Talara.

¿DÓNDE Y POR QUÉ SE USA UN COMPRESOR DE GAS NATURAL?

Cuando se termina la perforación y complementación de un pozo petrolero, existen 2 formas de producción:

POZO SURGENTE O FLOWING: Cuando la presión de formación es suficientemente alta para que el petróleo llegue a la superficie, por lo tanto el petróleo fluye solo al exterior.

POZO MUERTO: Cuando la presión del reservorio es menor o igual que la presión ejercida por la columna del fluido sobre él, no puede fluir el crudo (petróleo) hacia el exterior; existen varios métodos para el levantamiento de crudo en forma artificial:

Inyección Hidráulica con Crudo (Petróleo)

Inyección Hidráulica con Agua Salada

Inyección de Gas a Alta Presión (Sistema de Inyección Gas Lift)

El sistema de Inyección Gas Lift es el más usado, por la eficiente producción de gas y mejor control de operación.

El gas liberado de los separadores de producción (los cuales han separado el crudo y gas) pasa a través de los Scrubbers (separadores) de c/u de las etapas, liberando de líquidos al gas; tomándolo a succiones de 3 a 20 PSI y lo descargan en una 1ª etapa de 140-160 PSI; luego en una 2ª etapa entre 420-450 PSI; y una tercera y hasta cuarta etapa entre 900-2000 PSI, según los requerimientos de los campos de Producción.

Este gas es separado y enfriado y nuevamente es inyectado al reservorio donde impulsa las Herramientas (sistema de gas lift) que están instaladas en el fondo del pozo y éstas bombean a su vez el crudo con gas asociado que sale a la superficie , va a los separadores y se vuelve a reiniciar el ciclo productivo de la Inyección de gas Natural.

El gráfico de la figura 4 indica claramente este proceso .

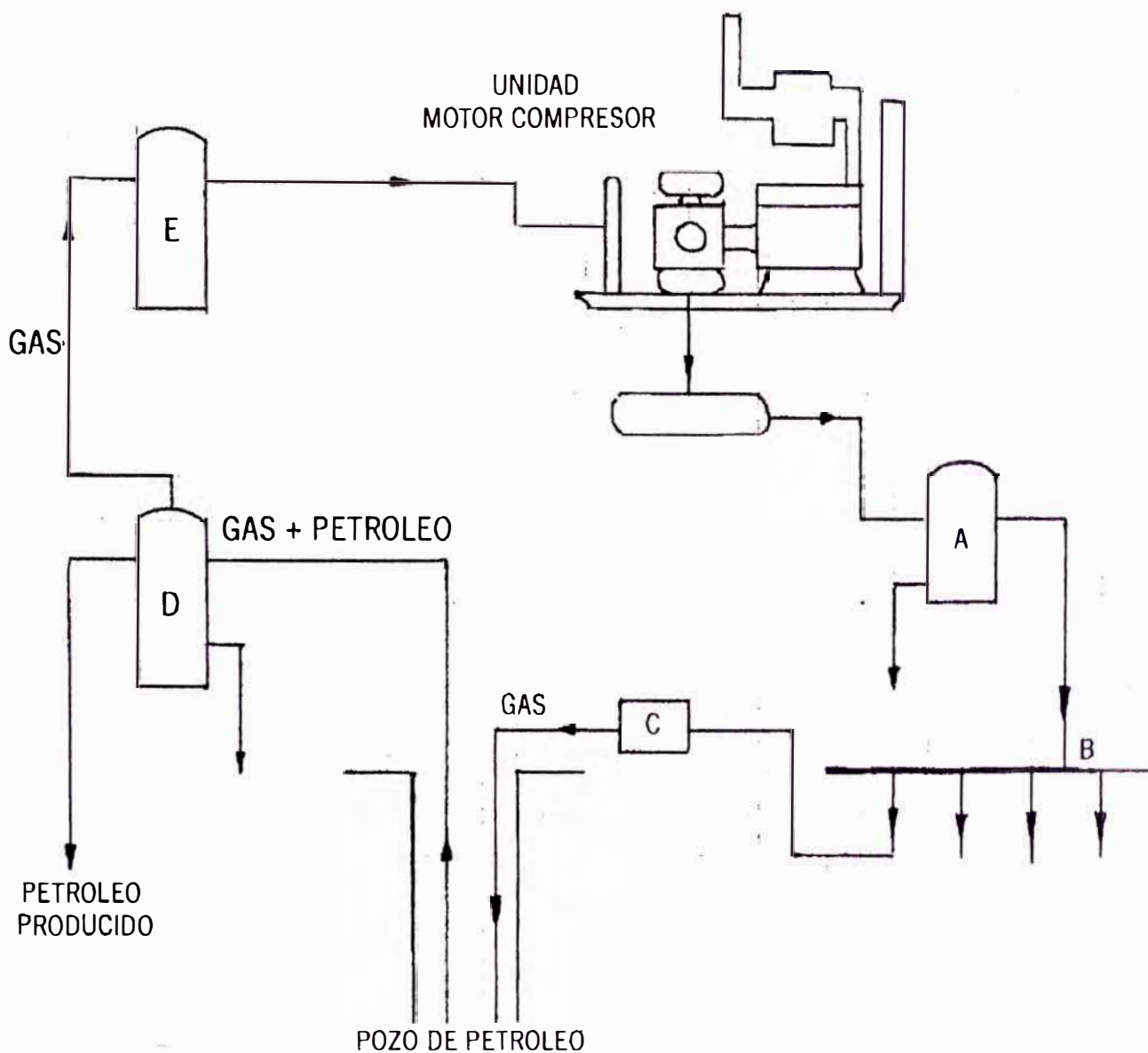
PÉREZ COMPANC DEL PERÚ S.A.

TABLA N° 1
INVENTARIO DE EQUIPOS
ESTACIONES DE COMPRESORES DE GAS LIFT
LOTE X

ITEM	UBICACIÓN	N° ESTACIÓN	COMPRESOR						MOTOR				
			MARCA	MODELO	VOLUMEN MMFCD	N.L.	ETAPAS	SERIAL	MARCA	MODLO	SERIAL	N.L.	N° CILINDROS
1	RESTIN	996	I. RAND	HHE	1.00	965	1	6X4227	WAUKESHA	L3712	49095	J852	12 en V
							2	6X4227					
							3	6X4294					
2	RESTIN	996	D. RAND	4RDS	2.5	1020	1	5RC8304	WAUKESHA	L5108GSI	C-11759/1	2020	12 en V
							2	5RC8305					
							3	5RC8306					
							4	5RC8307					
3	REVENTONES	953	I. RAND	2RDS	1.00	1001	1	Y6R6567	CATERPILLAR	G-398	73B10312009	2009	12 en V
							2	Y6R					
4	REVENTONES	953	I. RAND	2RDS	1.00	1006	1	Y6R1349	CATERPILLAR	G-398	73B1039	2007	12 en V
							2	Y6R1256					
5	REVENTONES	953	I. RAND	2RDS	1.00	1007	1	Y6R	CATERPILLAR	G-398	73B1030	2008	12 en V
							2	Y6R871					
6	REVENTONES	983	I. RAND	2RDS	1.00	1008	1	Y6R1353	CATERPILLAR	G-398	73B1034	2012	12 en V
							2	Y6R1255					
7	TAIMAN	914	I. RAND	2RDS	1.00	1009	1	Y6R1344	CATERPILLAR	G-398	73B1027	2005	12 en V
							2	Y6R1037					
8		914	I. RAND	ES-2	0.40	718	1	4778	WAUKESHA	F1197G	397837	M-817	6 en L
							2						
9		914	I. RAND	ES-1	0.50	765	1	94778	WAUKESHA	F1197G	327697	J-813	6 en L
							2	94982					
10	LAGUNA	954	I. RAND	2RDS	1.00	1003	1	Y6R7534	CATERPILLAR	G-398	73B1017	2003	12 en V
							2	Y6R873					
11	BALLENA	990	I. RAND	ES-2	0.50	762	1	93697	WAUKESHA	3NKR	1053461	J-578	6 en L
							2	93697					
12	CENTRAL	980	I. RAND	ES-2	0.40	723	1	S/N	WAUKESHA	F1197G	397843	S/N	6 en L
							2	S/N					

2.6 .- SISTEMA DE FLUJO DE GAS UNIDAD MOTOR COMPRESOR

FIG. 4 : CICLO DEL GAS LIFT, PETRÓLEO PRODUCIDO



- A Scrubber Alta Presión
- B Manifold Gas Lift
- C Regulador Inyección Gas-Otis
- D Separador de Petróleo - Gas
- E Scrubber Baja Presión

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A INSTALAR

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO A INSTALAR

3.1 .- DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MOTOR-COMPRESOR

3.1.2.- MOTOR

Circuito de refrigeración:

Principal

Circuito de lubricación:

Pre- Lubricación

Principal

Sistema de combustión:

Admisión / Escape

Conjunto de placa base:

Monoblock / Complementos

3.1.3 . - COMPRESOR

Circuito de refrigeración

Circuito de lubricación

Pre lubricación

Principal

Sistema de compresión:

Succión

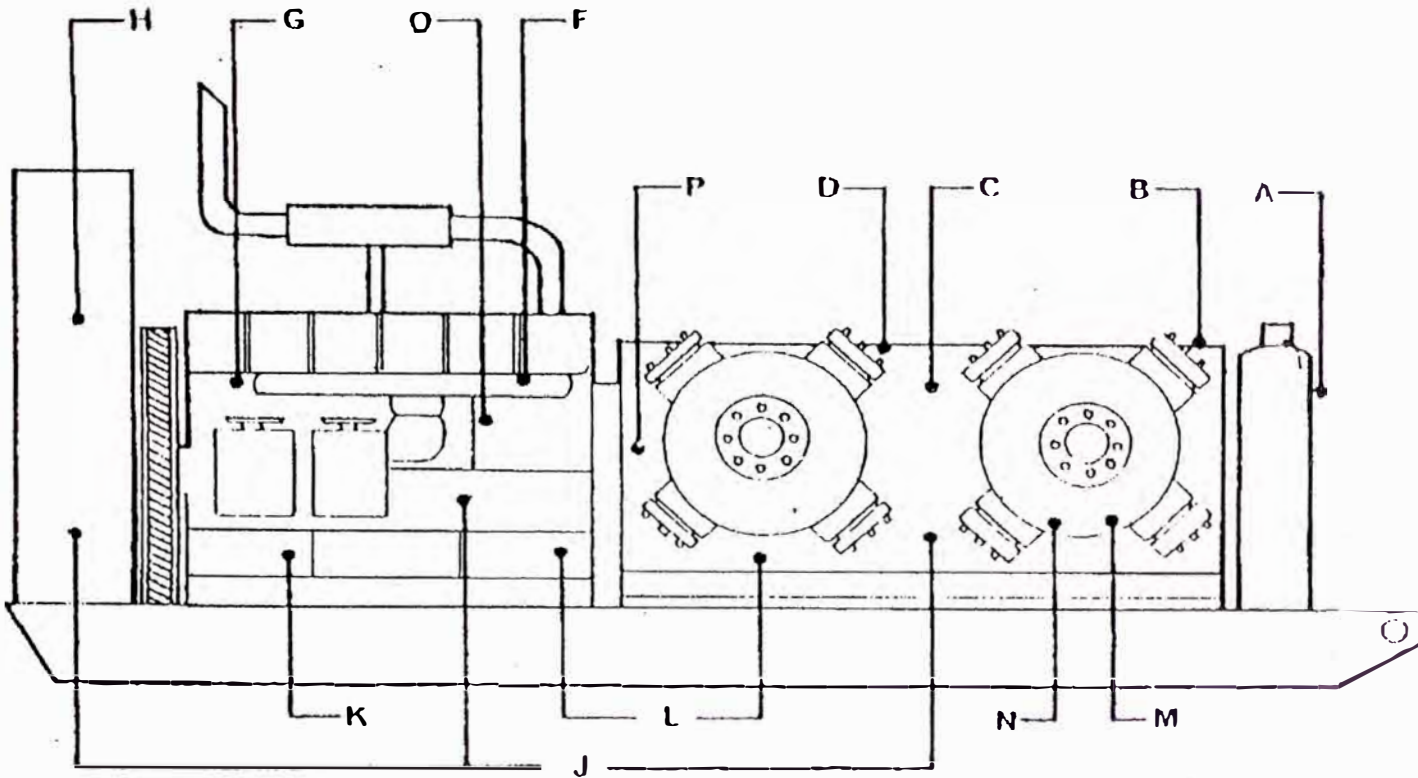
Interetapas

Descargas

Conjunto de placa base: Block

Bastidor – Cilindros-Complementos

FIG. 5. PARTES PRINCIPALES DE LA UNIDAD MOTOR COMPRESOR Y ENFRIADOR .



- | | | | |
|----|---------------------------------|----|---------------------------------------|
| A. | Scrubber de succión gas. | J. | Vibración del enfria., motor y compr. |
| B. | caja de lubricadores cilindros | K. | Válvula Parada Corte combustible. |
| C. | conjunto block del compresor | L. | Cárter aceite motor y compresor |
| D. | tapa válvulas succión cilindro. | M. | Temperatura gas descarga |
| F. | Manifold de agua motor | N. | Válvulas de descarga cilindro. |
| G. | Presión de bomba agua motor | O. | Válvula cebado manual de aceite |
| H. | Enfriador agua motor-compresor | P. | Presión aceite del compresor |

3.1.4.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DEL MOTOR

Para disipar eficazmente el calor generado por el proceso de la combustión se utiliza un sistema de enfriamiento cerrado, donde una bomba de agua del tipo centrífugo hace circular el refrigerante del motor a lo largo de todo su circuito, donde recoge todo el calor, de ahí se envía a un sistema externo de enfriamiento (radiador) donde disipa todo el calor, y desde donde vuelve a recircular por el trabajo de la bomba.

La circulación del refrigerante se produce dentro y fuera del motor.

Circulación Interna:

El agua ingresa al motor por el Manifold a lo largo de todo el Block circulando por cada Camisa de los cilindros de potencia, luego fluye a refrigerar Culatas, Manifold de Escape y finalmente sale a través de un Ducto con dirección a la Caja de Válvulas termostáticas.

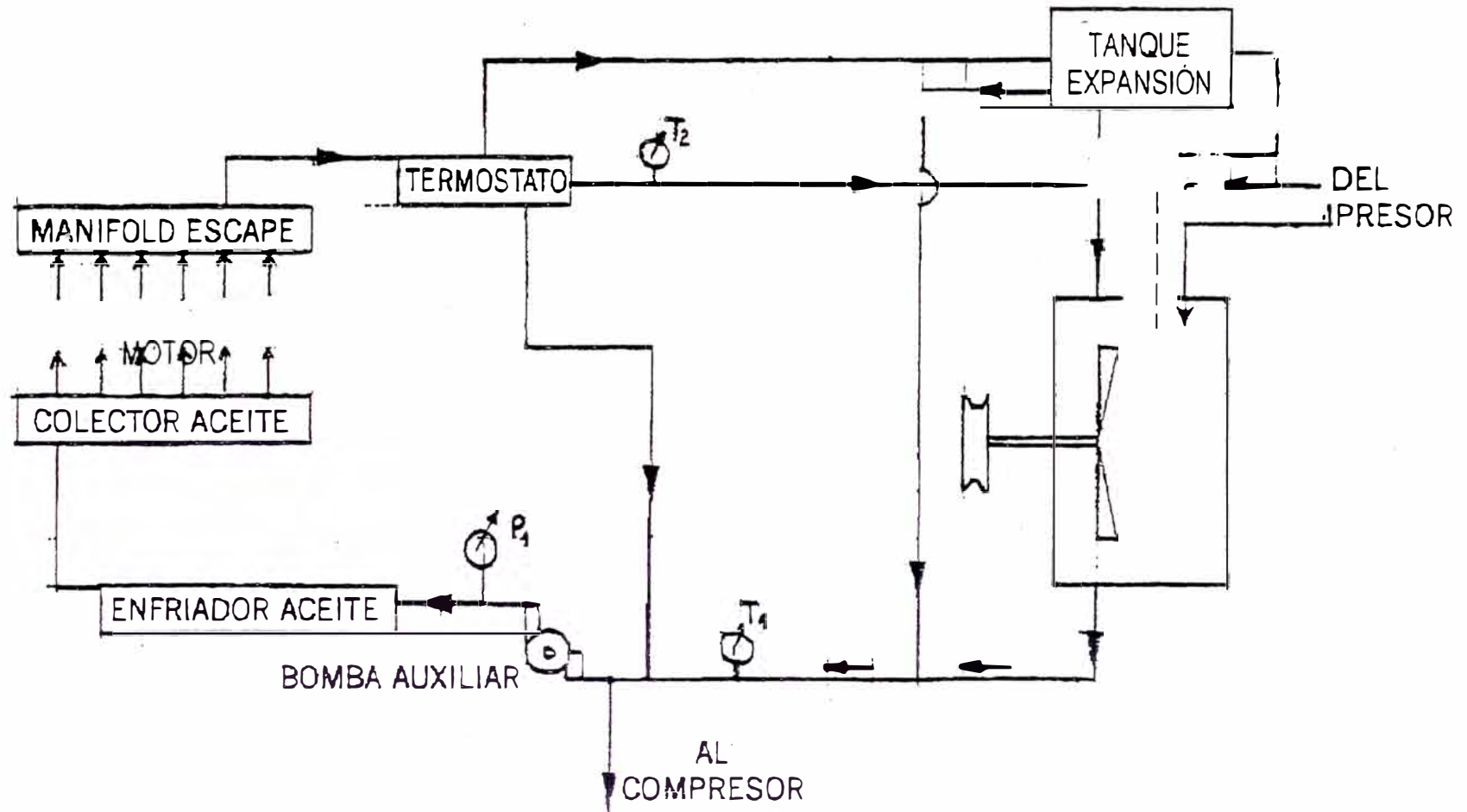
Circulación Externa (fuera del motor):

Cuando el agua sale del motor pasa a las válvulas termostáticas, luego al radiador y allí regresa a la succión de la bomba, en el radiador se disipa el calor y por gravedad el agua cae

a la succión de la bomba, esta bomba impulsa el agua nuevamente a los enfriadores de aceite lubricante y finalmente ingresa al motor. El elemento principal del circuito de refrigeración es el enfriador o radiador.

En la \square orizonta de \square orizont de compresión de alta potencia se utilizan radiadores de grandes dimensiones capaces de absorber todo el calor disipado en toda la unidad motor compresor y a su vez enfriar el gas de las distintas etapas del compresor. Estos radiadores son de tipo \square orizont que utiliza un solo ventilador y los de tipo \square orizont que utilizan 3 ó más ventiladores, el buen funcionamiento va a depender del buen estado de las chumaceras, ejes de los ventiladores, elementos de acoplamiento, los cuales son controlados por el nivel de vibración que producen en la estructura de la misma.

FIG. 6. CIRCUITO REFRIGERACIÓN MOTOR



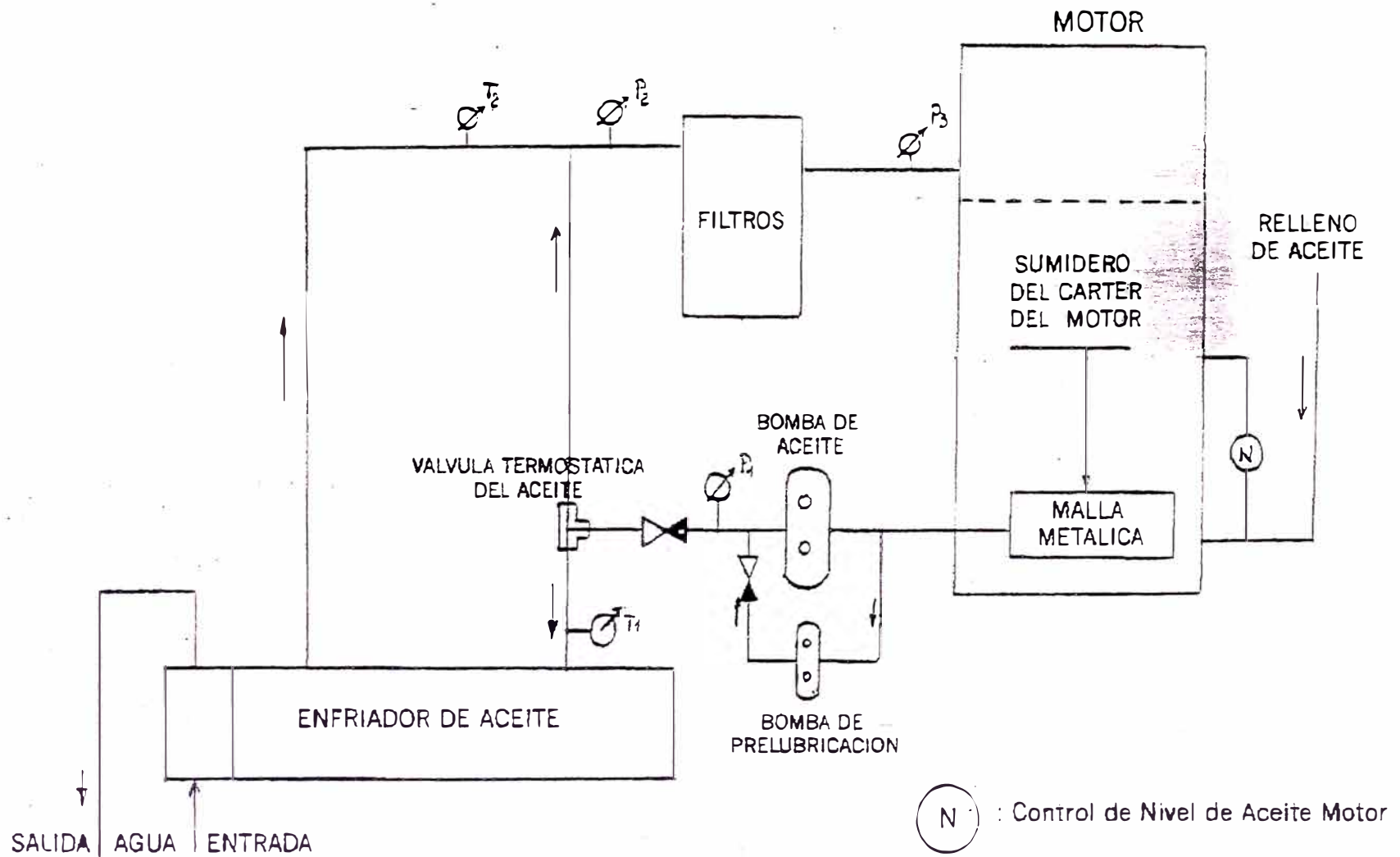
3.1.5.- SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR

Se emplea un sistema de lubricación mixta; forzado y salpicado.

El aceite lubricante es circulado por una bomba de presión del tipo de engranaje, montada en el interior e impulsada por el mismo motor.

El aceite es succionado por la bomba la cual lo descarga a un intercambiador de calor (enfriador de aceite), es filtrado por un conjunto de filtros, luego ingresa a las galerías internas que lo distribuyen a cada uno de los elementos móviles del motor y metales de bancada del motor, donde sufre una caída de presión debido a la expansión que sufre al lubricar, para finalmente ir cayendo al cárter, de donde nuevamente es recirculado por la

FIG. 7. CIRCUITO DE LUBRICACIÓN MOTOR



3.1.6.- SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE

La importancia de no dejar entrar al motor aire cargado de polvo y arenilla, no debe descuidarse, el aire limpio es esencial para el funcionamiento satisfactorio del motor y para una vida prolongada del mismo.

Los motores de aspiración natural como turboalimentados, usan los separadores de aire (filtros), pudiendo ser del tipo seco o húmedo, según sea la necesidad.

Debe tener la capacidad suficiente para retener el material separado del aire y permitir su operación por un período de tiempo razonable, antes que tener que limpiarlo.

El polvo y la suciedad que entran a un motor que causarán el desgaste rápido de los anillos de pistón, las camisas de cilindros y los pistones, mecanismos de las válvulas, pérdida de potencia, alto consumo de aceite lubricante y otros problemas que causan una combustión incompleta.

En el motor de aspiración natural, básicamente se controla la caída de presión excesiva causada por la restricción, debido a los filtros sucios.

En el motor sobrealimentado, se controla la caída de presión por restricción, así como los parámetros de presión y temperatura del aire después de haber pasado por el turbocompresor.

3.1.7.- SISTEMA DE IGNICIÓN

Son diversas las formas de aplicar el Sistema Encendido por chispa; en este caso, se usa un magneto sin contactos (platinos).

El sistema de ignición sin contactos (platino) consiste básicamente en un generador de ignición, bobinas y el cableado de interconexión.

La ausencia de contactos (platinos) y del distribuidor de alta tensión, hace que el generador de ignición esté libre por completo de la formación de arcos internos.

El generador de ignición (MAGNETO), incluye componentes electrónicos de estado sólido, accionado por impulsos. La corriente alterna se rectifica y almacena en los capacitores.

Los rectificadores de silicio (SCR) funcionan como interruptores para descargar la energía almacenada en las bobinas de disparo.

Estas bobinas son las encargadas de descargar la energía de acuerdo a una secuencia determinada en cada cilindro (Orden de encendido) mediante las Bujías.

Normalmente el magneto es impulsado por la transmisión de piñones que vienen de los engranajes de sincronización por lo que su puesta a punto, se realiza en concordancia con la volante, el primer cilindro y sus RPM gobernadas.

3.1.8.- SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE

El gas combustible usado, es el propio gas producido, separado y filtrado de los pozos en el separador de baja presión, provenientes de las líneas de producción.

El control se ejerce, después que el gas ha pasado el regulador de baja presión, donde reduce su presión a 10-30 PSI, para ingresar a los filtros de gas combustible, eliminando humedad e impurezas sólidas, luego ingresa a la válvula reguladora de presión Fisher , donde se ajusta a presiones diferenciales, según el tipo de motor, para disponer finalmente su ingreso del gas al carburador.

El carburador tiene como función lograr la mezcla apropiada de aire y combustible para obtener una combustión completa.

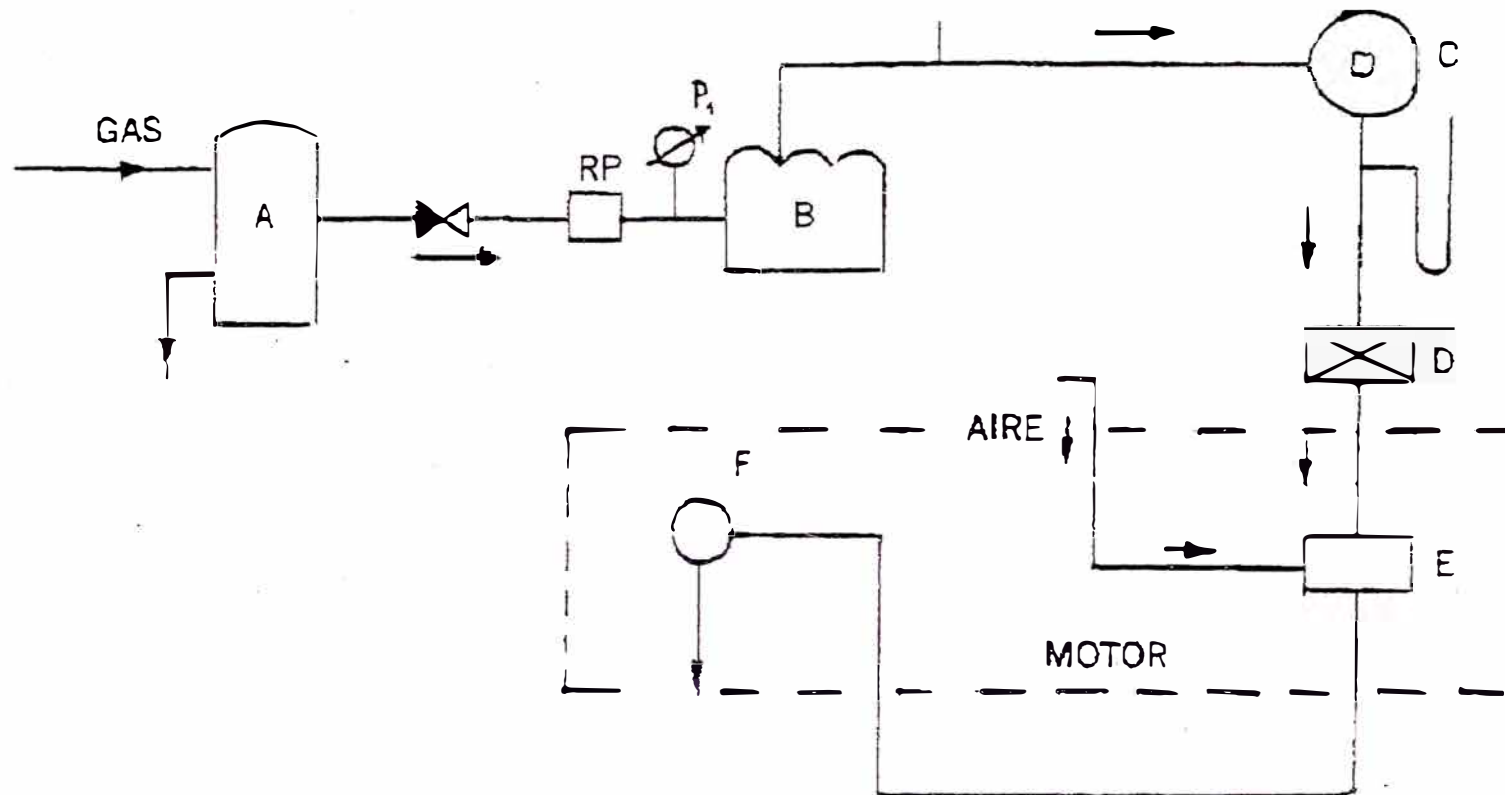
Después del carburador, se encuentra una válvula mariposa controlada por el gobernador, que tiene como función controlar la cantidad de mezcla-aire-combustible que fluye al motor, la cual depende de ajuste del carburador, de las R.P.M. y de la carga.

La cantidad de presión de combustible al carburador, depende de la calidad del gas combustible, cuanto más alto sea su poder calorífico,

menos presión de combustible, se va a necesitar para mantener el caballaje requerido.

El sistema del gas combustible es muy importante, porque entre el manifold de admisión de gas combustible y el carburador está instalada la válvula máster de control de combustible, que es donde llega la señal de pare, ante cualquier emergencia o falla (accionada por los circuitos del sistema de protección de la unidad: motor-compresor.)

FIG. 8. SISTEMA GAS COMBUSTIBLE



- A : Scrubber gas combustible
- B : Filtros de gas
- C : Válvula reguladora presión "Fisher"

- D : Válvula de corte gas combustible
- E : Carburador
- F : Múltiple de admision

3.1.9.- CONJUNTO DEL MONOBLOCK DEL MOTOR

Esta constituido por la base, donde normalmente se aloja el cigüeñal, salvo algunos casos, se soporta en el cárter.

En el interior, es donde se realiza la operación de transformación de energía térmica en movimiento a través de los pistones , y el conjunto biela – cigüeñal ,ponen en marcha todos sus mecanismos articulados, que por propia naturaleza de su trabajo, usan ciertos niveles de vibración permisible en su funcionamiento.

En algunos casos, los fabricantes alcanzan un standard del campo de vibraciones permisibles y en otros hay que evaluar y sacar un promedio de márgenes tolerables para poder ejercer un control de vibración.

Un mal alineamiento del motor – compresor y el desgaste de las piezas en sus diversas etapas, aumenta los niveles de vibración que son la causa mayor en las complicaciones de la máquina.

En el conjunto del monoblock, se encuentra acoplado el gobernador, normalmente del tipo hidráulico y está conectado el control de sobrevelocidad, también de tipo hidráulico.

3.1.10.- COMPRESOR DE GAS DRESSER RAND

Los compresores de gas natural usados son del tipo alternativo, reciprocantes de doble efecto, impulsados por motores a gas y utilizados para comprimir gas natural que se emplea en los diversos procesos y etapas de producción de petróleo.

3.1.10.1.- Circuito de Refrigeración de agua del Compresor

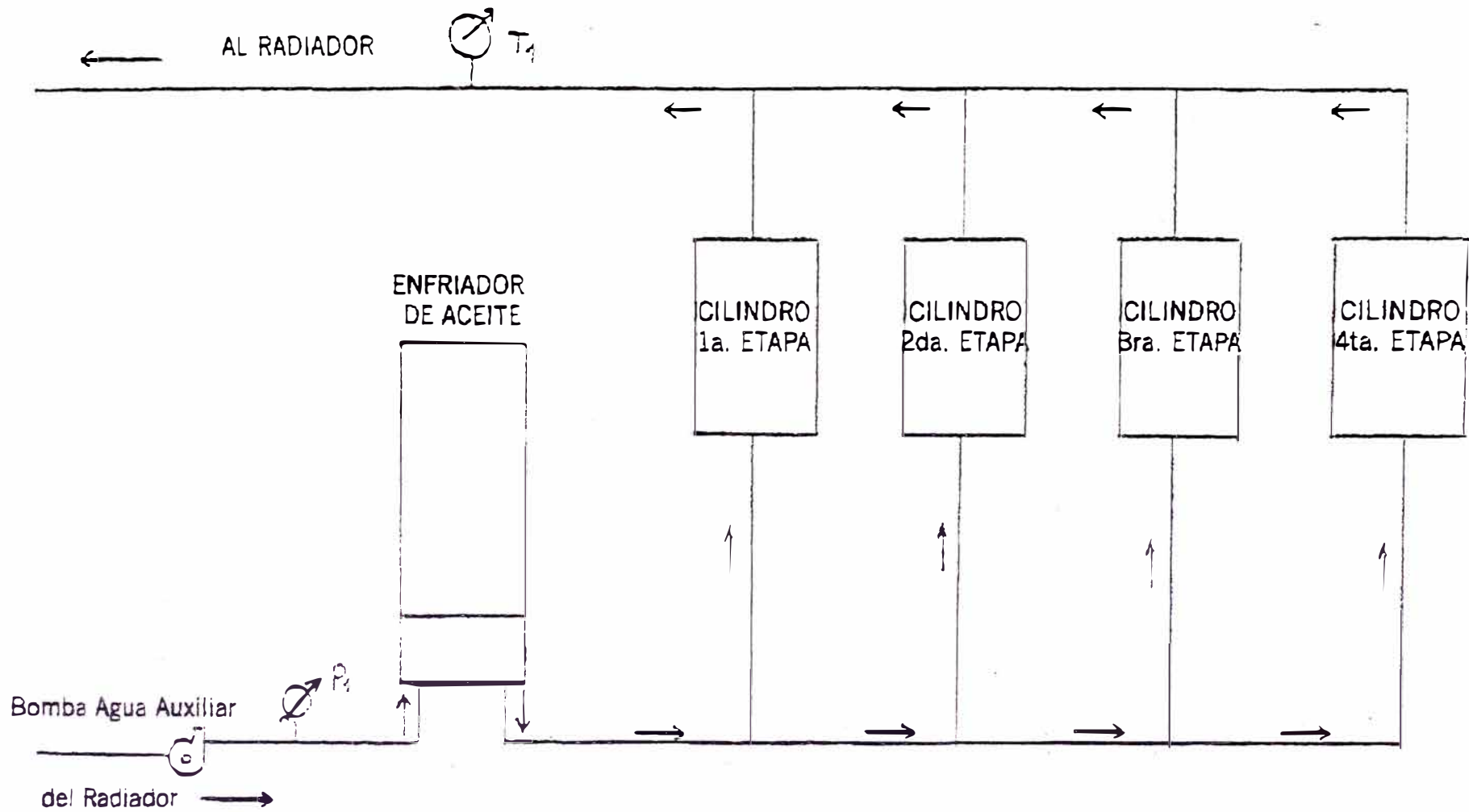
Todas las unidades utilizadas, son refrigeradas por agua circulantes en circuito cerrado por todas las galerías de agua d los cilindros del compresor y accionado por una bomba auxiliar de agua impulsada por el tren de poleas del motor.

El agua de enfriamiento absorbe parte del calor de compresión y de fricción de los cilindros. Se utiliza la misma agua de refrigeración del motor, alimentándose a través de una derivación antes de la succión de la bomba principal del motor luego recorre su circuito de refrigeración para finalmente descargar a la línea que ingresa al radiador.

TABLA N ° 3.1 : PRESION DE DESCARGA DE COMPRESORES:

Marca	Modelo	Presión descarga (PSI)	Temperatura (°F)
D .R	4 RDS 4	2000	185
D. R	2 RDS 4	500	180

FIG. N ° 9: CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DEL COMPRESOR



3.1.10.2.- Circuito de Lubricación del Compresor

En el compresor hay 2 sistemas de lubricación que utilizan diferentes tipos de aceite :

El sistema de lubricación del bastidor (block) del compresor, es similar al del motor, con **bomba de circulación de aceite.**

La lubricación de los pistones es con otro circuito de alta presión.

El circuito de lubricación de bastidor (cigüeñal y biela), es un circuito cerrado y forzado, circulado por una bomba del tipo de engranaje. Los bastidores del compresor no están sometidos a altas temperaturas y no tienen los problemas de depósitos de carbón de la combustión.

El circuito de lubricación de los pistones, se realiza con un sistema presurizado, puesto que todo el aceite que pasa a través del mismo, no se recupera, normalmente es removido por la corriente de gas del cilindro del compresor por lo tanto se pierde este aceite.

Este aceite no se recircula, sino que su suministro es por inyección de goteo.

La caja de inyectores de lubricación, es accionada por una transmisión por cadena del cigüeñal, en la caja (Block) hay un árbol de levas que acciona cada inyector de lubricación; se debe tener en cuenta, que la presión de inyección de aceite para lubricar la barra y pistón, siempre debe ser mayor que la presión del gas que se está comprimiendo en este cilindro o etapa.

FIG. 10. CIRCUITO DE LUBRICACIÓN COMPRESOR

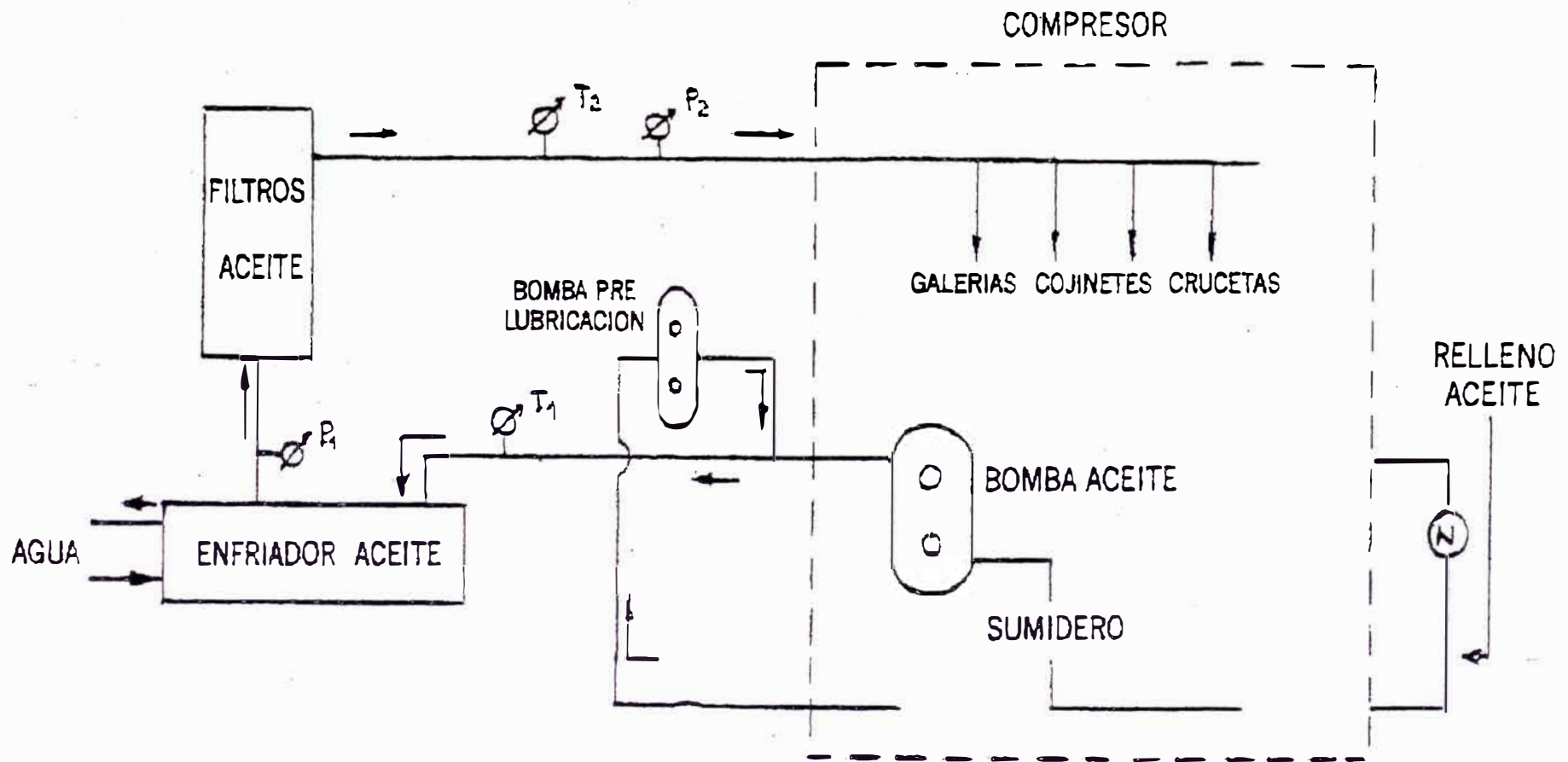


TABLA N ° 3. 2 : Presiones de Inyectores de Lubricación

Marca	Modelo	P₁ (PSI)	P₂ (PSI)	P₃ (PSI)	P₄ (PSI)
D.R	RDS	80	200	800	2000

Diámetro de cilindro en pulgadas	Cantidad de gotas / minuto en cilindro			
	presión de descarga en cilindro			
	25-150 PSI	150-300 PSI	300-600 PSI	600-2500 PSI
4-8	3-8	6-10	7-12	9-16
8-10	4-9	8-12	10-15	12-20
10-12	5-11	9-14	12-18	
12-14	6-13	11-17	14-21	
14-16	7-15	13-20		
16-18	8-17			
18-24	9-19			

Cuando se cambie anillos o pistones es necesario incrementar la lubricación al doble por un período de una semana.

3.1.10.3.- Sistema del Ciclo de Compresión del Gas Natural

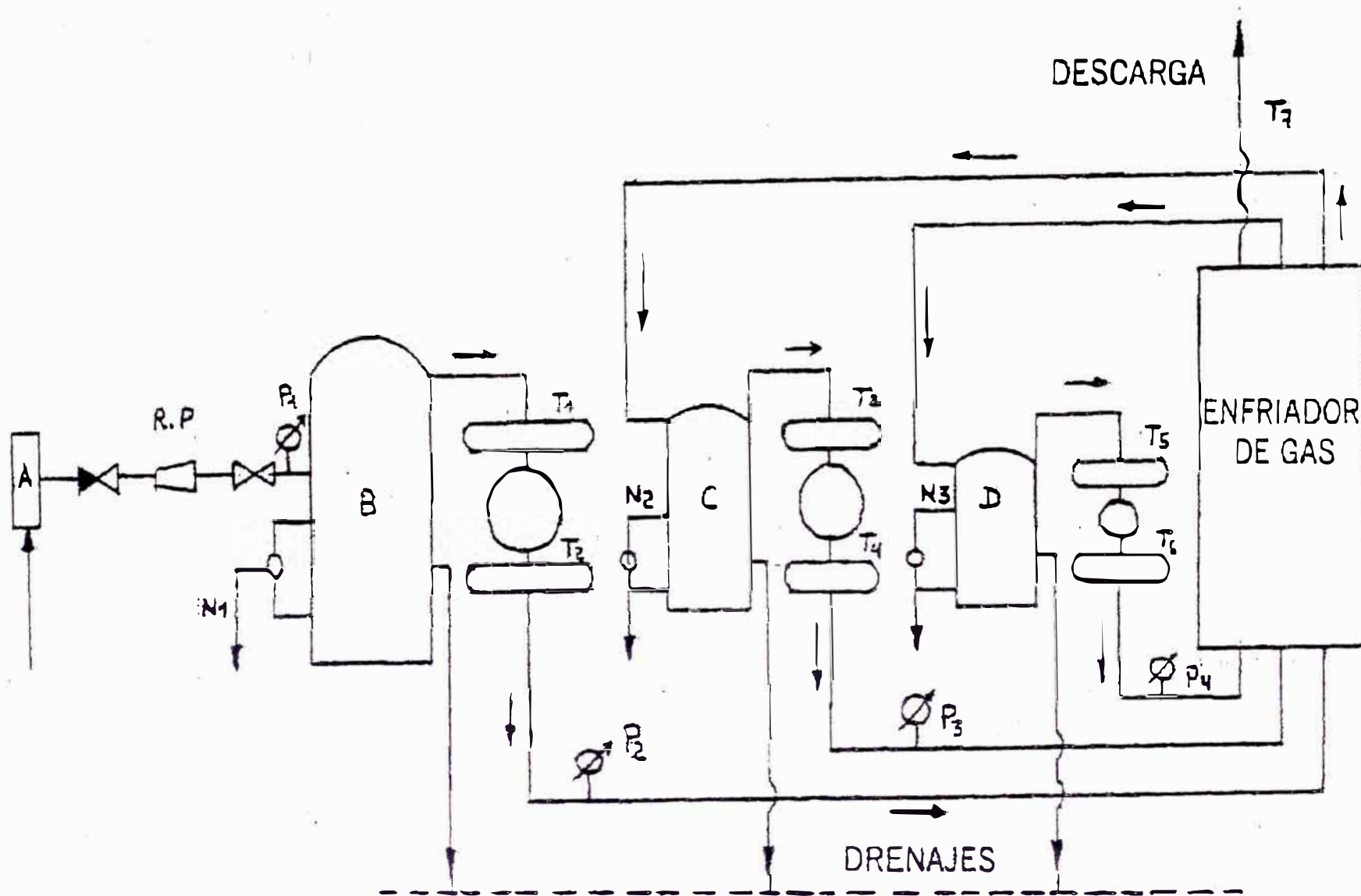
El gas natural es recibido del scrubber de baja presión, se hace pasar por un filtro de malla para detener alguna impureza propia de la tubería o sustancia parafínica, luego pasa al scrubber de succión, donde se elimina la humedad y condensados, para ingresar a la cámara de succión del cilindro de la 1ª etapa, donde es comprimido y descargado a determinada presión y temperatura; en estas condiciones el gas pasa a un enfriador de gas de la primera etapa, luego pasa al scrubber de la segunda etapa, donde empieza una nueva etapa de compresión; estas pueden ser de dos, tres y cuatro etapas.

Al inicio y final de cada etapa tenemos el gas a diferentes condiciones de presión y temperaturas; que son los parámetros del compresor.

3.1.10.4.- Conjunto del Bastidor y Compresor

El bastidor es el conjunto donde se aloja el cigüeñal, bielas, crucetas y soporta el amarre (anclaje) de los cilindros del compresor; en los compresores RDS entre la caja del bastidor y el cilindro va un cuerpo intermedio que se conoce como yoke, todas estas piezas están sujetas a un nivel de vibración que se produce y puede causar ciertos daños si no son controlados.

FIG. 11: CICLO DEL GAS COMPRIMIDO



3.1.11.- COMPRESOR DE GAS DRESSER RAND

Los datos referidos al compresor se dan en placas que traen de fábrica.

El número de serie del armazón se halla en una placa que se ubica a un lado del armazón, en el extremo de la bomba de aceite.

Cada cilindro tiene su propio número de serie, así como otros datos, que están en cada una de sus placas.

1. TIPO DE COMPRESOR

En el que se usa el cilindro, número de serie del cilindro del compresor, diámetro interior, carrera del pistón.

2. PRESIÓN DE CARGA NORMAL

O sea la presión a la que el cilindro funcionaría en condiciones normales.

3. PRESIÓN DE DESCARGA NOMINAL

Que es la máxima presión de descarga del gas a la que un cilindro particular puede operar continuamente. Otras condiciones como potencia del motor, máxima presión de tuberías de descarga, etc. pueden hacer que la presión normal de descarga sea menor, igual, pero nunca mayor que la presión de descarga nominal.

4. MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO PERMISIBLE

Que es la máxima presión permisible en el cilindro. El cilindro podrá funcionar a esta presión por cortos períodos de tiempo, según sea necesario, debido a trastornos del proceso, mal funcionamiento de válvulas de cierre, etc. La graduación de las válvulas de seguridad no será mayor que esta presión.

5. MÁXIMA TEMPERATURA PERMISIBLE

Del gas de descarga, que es el límite antes de que alguna pieza del cilindro se deteriore por efectos de elevada temperatura.

6. PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

O presión a la que se ensayó el cilindro. Es mayor que la máxima presión de trabajo permisible del cilindro.

7. MÁXIMA PRESIÓN PERMISIBLE

De agua de enfriamiento, que se da en las camisas de agua de cilindro.

8. DESPLAZAMIENTO PCM

(Pies cúbicos por minuto), que sale de la siguiente fórmula: $S = A \times V$, donde:

S: Desplazamiento o caudal en pie³/min.

A: Área promedio del pistón en pie²

V: Velocidad del pistón en pie / min.

9. % DE ESPACIO MUERTO STANDARD DEL CILINDRO

Que es el % de espacio de volumen muerto que hay antes de efectuar alteraciones necesarias para alcanzar las especificaciones de rendimiento.

10. ESPACIO MUERTO LINEAL NORMAL

Que es el espacio muerto verdadero entre el pistón y la culata de cada extremo del cilindro.

11. VOLUMEN MUERTO AÑADIDO

Que es espacio muerto añadido al cilindro por motivos de rendimiento.

12. VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y DE DESCARGA

Donde los números y letras representan la nomenclatura de pieza de toda la válvula, menos las piezas especiales.

3.1.11.1.- ARRANQUE RUTINARIO

1. Revisar nivel de aceite en el colector de armazón y añadir, en caso necesario.
2. Rellenar los lubricadores de cilindro y empaquetadura (si se utilizan). Dejar los alimentadores de los lubricadores en la misma graduación.
3. Descargar el compresor mediante la apertura de la válvula respectiva.
4. Emplear la bomba de cebado manual para prelubricar el tren rodante y crear una pequeña presión en el sistema de lubricación.
5. Operar manualmente cada unidad de bombeo del lubricador, empujando hacia abajo la tapa del émbolo o haciendo girar la manivela, para asegurar que el aceite está llegando hasta los orificios centrales del cilindro y a las empaquetaduras de vástago de émbolo.
6. Antes de hacer girar la unidad con una palanca, el operador debe asegurarse de que el motor no podrá arrancar, sea poniendo a tierra el encendido y cerrando la válvula de combustible en unidades con motor de combustión interna, o asegurándose de que no se podrá suministrar energía a los motores eléctricos de las unidades impulsadas por este tipo de elemento motriz.
7. Hacer girar la unidad una vez, con el fin de garantizar de todas las piezas móviles están libres. Hacer esto sobre todo cuando el compresor se ha desmontado para una reparación y revisión completa.
8. Verificar el sistema de circulación de agua de refrigeración.
9. Enganchar el interruptor de detención por baja presión de aceite del armazón, de manera que la unidad pueda ser puesta en marcha.

10. Prepara el elemento motriz para el arranque. Luego arrancar el motor, para lo cual con una palanca se abre la alimentación del gas del arrancador, a la vez que con el acelerador se suministra gas al carburador. No mantener por mucho tiempo abierto el suministro de gas al arrancador.
11. Hacer funcionar el compresor sin carga por un mínimo de 10 minutos para que el aceite de lubricación del armazón se caliente hasta 90° F (32.2 ° C). Con motor de combustión interna el compresor calienta entre 600 y 700 RPM. Aplicándose luego la carga, antes de que la máquina alcance la velocidad normal de funcionamiento. A menos que el compresor tenga un sistema de lubricación diseñado para funcionamiento a baja velocidad, no debe funcionar a menos de 550 RPM.
12. Comprobar que el dispositivo de enganche del interruptor de detención por baja presión de aceite se a desconectado, de modo que la unidad esté protegida contra la baja presión de aceite.
13. Luego de que la unidad ha calentado y se ha comprobado que no hay presencia de ruidos extraños, e ntonces los cilindros pueden ser cargados. De ser posible increméntese gradualmente la presión de descarga, observando la temperatura, ya que temperaturas anormales son a menudo la primera indicación de problemas.
14. Ajustar adecuadamente el agua de enfriamiento.
15. Anotar las temperaturas y presiones para referencia futura.

3.1.11.2 .- PARADA DE RUTINA

1. Descargar la unidad abriendo la válvula que hay en la tubería de descarga. Antes de descargarla por completo, la velocidad de la unidad debe reducirse a menos de 800 RPM, cuando es un motor de velocidad variable el que la acciona.
2. Si el motor de combustión interna deja que reduzca su velocidad hasta la velocidad de marcha en vacío y la permanezca a esa velocidad durante varios minutos para que enfríe.
3. En el caso de los motores de plataforma, se los para cortando el suministro de gas al carburador.
4. Para la circulación del agua de enfriamiento.
5. Preparar la unidad de modo que pueda ponerse en marcha en poco tiempo.

3.1.11.3.- PARADA DE EMERGENCIA O NO PROGRAMADA

En una emergencia, la unidad puede detenerse bajo carga pero se recomienda que por lo menos se abra la válvula desviadora de la última etapa, con el fin de reducir la carga por contra presión en el compresor, dejando que la máquina se detenga paulatinamente la razón de la misma. No se debe demorar en la búsqueda sin antes desahogar la presión del sistema. Si transcurridos unos 10 minutos el compresor no se va a volver a poner en marcha, desconectar la circulación de agua hacia los cilindros y enfriadores ya que puede suceder un proceso de condensación en los cilindros, afectando negativamente la lubricación del sistema.

3.1.11.4.- PARADA POR PERÍODO PROLONGADO

Hay compresores con cilindros lubricados y con cilindros no lubricados (NL).

En el caso de cilindros lubricados se debe bombear, justo antes de detenerlo, cantidad extra de lubricante hacia el orificio central de los cilindros y las empaquetaduras de los vástagos de émbolo, mediante operación manual de las unidades de bombeo del lubricador a presión.

De allí en adelante y periódicamente bombear aceite manualmente hasta los cilindros, al mismo tiempo que se hace girar el eje de la unidad $1 \frac{1}{4}$ revoluciones.

En caso de cilindros NL existe riesgo de oxidación, ya que no poseen capa de aceite. Se protege al orificio central de los cilindros con papel de vapor, luego de evacuar toda la condensación. También se obturan los pasajes de admisión y escape para evitar la circulación de aire y contrarrestar la oxidación. Dos veces al día girar la unidad $1 \frac{1}{4}$ revoluciones para que los cilindros no queden en una misma posición.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE TUBERÍAS .

CUADRO N ° 1

ESPECIFICACIONES DE CLASES DE TUBERÍAS Y MATERIALES PARA PIPING

CLASE		A	B	C	D	E
PRESIÓN OPER.	(PSI)	2,000	800	450	150	60
PRESIÓN DISEÑO	(PSI)	2,200	880	500	250	150
TEMP. DISEÑO	(°F)	200	250	250	250	150
SERVICIO		GAS / LIQUIDOS	GAS / LIQUIDOS	GAS / LIQUIDOS	GAS / LIQUIDOS	GAS / LIQUIDOS
MATERIALES						
TUBERÍA	Ø < 2"	API 5L-B SMLS, PE, SCH 80	API 5L-B SMLS, THRD, SCH 80	API 5L-B SMLS, THRD, SCH 80	API 5L-B SMLS, THRD, SCH 80	API 5L-B SMLS, THRD, SCH 40
	2" - 4"	API 5L-B SMLS, BFW, SCH 80	API 5L-B SMLS, BFW, SCH 80	API 5L-B SMLS, BFW, SCH 40	API 5L-B SMLS, BFW, SCH 40	API 5L-B SMLS, THRD, SCH 40
	Ø > 4"	API 5L-B SMLS, BFW, CALC.	API 5L-B SMLS, BFW, CALC.	—	API 5L-B SMLS, STD	—
BRIDAS		ASTM A 105, WN, RTJ, 1500 LB, ANSI	ASTM A 105, WN, RF, 600 LB, ANSI	ASTM A 105, WN, RF, 300 LB, ANSI	ASTM A 105, WN, RF, 150 LB, ANSI	ASTM A 105, RCSC, RF, 600 LB, ANSI
VALVULAS	Ø < 2"	ASTM A 105, WN, 1500 LBS	ASTM A 105, THRD, 800 LBS	ASTM A 105, THRD, 800 LBS	ASTM A 105, THRD, 800 LBS	ASTM B 62, THRD, 200 LBS
	Ø = > 2"	ATSM A 216 WCB, RTJ, 1500 LBS	ATSM A 216 WCB, RF, 600 LBS	ATSM A 216 WCB, RF, 300 LBS	ATSM A 216 WCB, RF, 150 LBS	ATSM B 62 THRD, 200 LBS
FITTINGS	Ø < 2"	ASTM A 105, SW, 3000 LBS	ASTM A 105, THRD, 3000 LBS	ASTM A 105, THRD, 3000 LBS	ASTM A 105, THRD, 3000 LBS	ASTM A 197, RCSC, 150 LBS
	Ø = > 2"	ASTM A 234 B, BW, SCH 80	ASTM A 234 B, BW, SCH 80	ASTM A 234 B, BW, STD	ASTM A 234 B, BW, STD	ASTM A 197, RODC, 150 LBS
EMPAQUETADURAS		ANILLO OCTAGONAL API	ESPIRAL, DE ACERO	ESIRAL DE ACERO	PLANA, SIN ASBESTO. 1/6"	PLANA, SIN ASBESTO 1/16"
ESPÁRRAGOS / TUERCA		ASTM A 193 B7 / 194 2H	ASTM A 193 B7 / 194 2H	ASTM A 193 B7 / 194 2H	ASTM A 193 B7 / 194 2H	ASTM A 193 B7 / 194 2H

3.2. -DESCRIPCION DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE TUBERÍAS.

COMPRESOR DE INYECCIÓN DE GAS NATURAL.

CUADRO 2 : CONEXION DE TUBERÍAS AL COMPRESOR

CONEXIÓN	CLASE	SERVICIO	CONECTA CON:
1	D	GAS	SUCCIÓN 8"
2	A	GAS	DESCARGA HACIA SEPARADOR
3	D	ALIVIO GAS	TRONCAL DESFOGUES OESTE
4	D	ALIVIO GAS	TRONCAL DESFOGUES ESTE
5	D	ALIVIO GAS	TRONCAL DESFOGUES OESTE
6	C	ALIVIO GAS	TRONCAL DESFOGUES ESTE
7	D	DRENAJE SCRUBBER	TRONCAL DRENAJES LIQUIDOS OESTE
8	D	DRENAJE SCRUBBER	TRONCAL DRENAJES LIQUIDOS ESTE
9	B	DRENAJE SCRUBBER	TRONCAL DRENAJES LIQUIDOS OESTE
10	B	DRENAJE SCRUBBER	TRONCAL DRENAJES LIQUIDOS ESTE
11	D	VENTEO CUERPO COMP.	ATMOSFERA
12	D	VENTEO EMPAQUE	ATMOSFERA
13	D	ESCAPE MOTOR	ATMOSFERA
14	E	DRENAJE ACEITE	NIPLE CON CODO
15	E	RELLENO ACEITE	---
16	E	DRENAJE ACEITE	NIPLE CON CODO
17	E	RELLENO ACEITE	---
18	E	DRENAJE ACEITE	NIPLE CON CODO
19	E	LLENADO ACEITE	---
20	D	DESCARGA GAS	TRONCAL DESFOGUES ESTE
21	D	INGRESO GAS ARRANQUE	GAS DE ARRANQUE
22	D	DESCARGA GAS ARRANQUE	TRONCAL DESFOGUES ESTE
23	D	INGRESO GAS	GAS COMBUSTIBLE
24	D	COMBUSTIBLE	TRONCAL DESFOGUES ESTE
25	D	ALIVIO GAS	TRONCAL DESFOGUES ESTE
26	E	VENTEO GAS	---
27	---	RELLENO LUBRICANTE	---
28	E	---	TRONCAL DRENAJE AGUA
29	E	DRENAJE AGUA	ALIMENTACIÓN DE AGUA
30	B	RELLENO AGUA BLOWDOWN	DESFOGUES ESTE

3.3. INDICACIONES DE MANTENIMIENTO DE COMPRESORES DE GAS.

3.3.1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RUTINA

El compresor RDS está diseñado y construido para largos períodos de operación continua a plena carga, y está equipado con un interruptor automático de seguridad para detenerlo en caso de baja presión de aceite del armazón. Además puede equiparse con dispositivos adicionales de seguridad para darle cualquier grado de protección deseada.

Tan pronto como la unidad se pone en operación y la máquina está operando a velocidad y carga normales y con presiones y temperaturas estables de funcionamiento, se debe comprobar el funcionamiento de todos los controles de seguridad de alarma y detención. Jamás desconectar los dispositivos de detención de seguridad haciendo que la unidad funcione sin protección.

Todo compresor requiere una cierta cantidad de supervisión y cuidados para que su rendimiento sea satisfactorio continuamente y para que su tiempo de servicio sea largo. Cualquier programa de deberes del operador, debe estar sujeto a cambios en base a la experiencia, de manera que se adapte a las condiciones reales. Se sugiere que se adopte el programa mínimo dado a continuación, el cual está basado en una operación continua de 720 horas mensuales.

El programa para inspección y mantenimiento de rutina para el compresor debe emplearse en conjunción con el programa y las tareas recomendados por el fabricante del elemento motriz (MOTOR DE GAS) en relación con su máquina. Esto también se aplica a todo el equipo accesorio.

3.3.1.1 TAREAS SUGERIDAS :

1. DIARIAMENTE

1. Comprobar el nivel de aceite en el colector del armazón y añadir aceite según se requiera, para mantener el nivel en la marca del tubo indicador.
2. Llenar el lubricador según sea necesario. Nunca permitir que el aceite del depósito disminuya demasiado. Averiguar la cantidad de gotas por minuto pasadas por cada alimentador de lubricador. Asegurarse de que todas las unidades de bombeo están funcionando.
3. Mantener un registro hora por hora de todas las temperaturas del gas, temperaturas del agua y presiones de los manómetros. Uno de los métodos principales para mantenerse al tanto de la condición física de un compresor y su equipo es por medio de estas lecturas hora por hora. Estar atento a cualquier cambio pronunciado que indique que es necesaria una mayor atención. Usar las presiones y temperaturas entre etapas para detectar condiciones anormales. Una disminución de la temperatura y presión entre etapas indica que el cilindro de menor presión ha disminuido la capacidad.
4. Inspeccionar las empaquetaduras de vástagos de émbolos para averiguar si existen escapes excesivos y/o sobrecalentamiento. Consultar la tabla de "Localización y reparación de averías", para encontrar las posibles causas.
5. Si se utilizan separadores en el sistema del compresor, se debe establecer un programa de drenaje periódico de los mismos, con el fin de evitar el transporte de líquidos hacia los cilindros del compresor, lo cual puede producir serios daños. Si se proporcionan drenajes automáticos, comprobar

que estén operando correctamente y asegurarse de que no haya acumulación de líquido en el indicador de nivel.

Considerar

En cada caso, y debido a la variación de las condiciones de operación, el operador debe establecer la frecuencia -de vaciado de los drenajes. Esto se determinará de acuerdo con la acumulación de líquidos en los diferentes puntos.

6. Estar atentos a cualquier ruido extraño durante el funcionamiento de la máquina. Estos deben investigarse inmediatamente.
7. Comprobar el funcionamiento de los anillos rascadores de aceite de los vástagos de émbolo. Una acumulación excesiva de aceite más allá de los anillos rascadores indica que los mismos no están funcionando apropiadamente; las posibles causas se analizan en la "Tabla de localización y reparación de averías".
8. Limpiar los tubos cuentagotas de lubricador para facilitar la visibilidad, según sea necesario.
9. Evacuar todos los puntos bajos de las tuberías de descarga.
10. Mantener limpios el exterior del compresor y el piso del criarte del compresor.

2. SEMANALMENTE

1. Después de la primera semana, revisar todos los pernos y las tuercas, tal como se describe en el manual, con el fin de asegurarse de que tienen la torsión correcta. De allí en adelante, efectuar una revisión mensual o después de cada cambio en las condiciones de operación. (El período de revisión mensual puede ampliarse, según lo dicte la experiencia.)
2. Después de la primera semana, comprobar los espacios libres de los cojinetes principales y de bielas, por medio de una lámina calibradora. Comprobar el alineamiento de los vástagos de émbolo del compresor y reajustar las calzas de los patines de cruceta, si tal cosa fuese necesaria. De allí en adelante, efectuar una comprobación semi-anual.

3. SEMI-ANUALMENTE

1. Comprobar los espacios libres de los cojinetes maestros y de bielas, por medio de una lámina calibradora. Comprobar la excentricidad de los vástagos de émbolo y ajustar las calzas de los patines de cruceta si tal cosa fuese necesaria.
2. El aceite de lubricación del armazón debe cambiarse después de 4000 a 8000 horas de funcionamiento. Siempre que se cambie el aceite, limpiar la caja del filtro y limpiar o reemplazar el elemento del filtro.

considerar

Si el compresor se utiliza en una atmósfera extremadamente sucia, o si está instalado en el exterior, o se hace funcionar intermitentemente, o trabaja con gases tóxicos en los cilindros, u opera con una temperatura elevada del aceite en una atmósfera muy caliente, podría ser necesario cambiar el aceite más a menudo.

La mayoría de las compañías petroleras más conocidas, ofrecen análisis de laboratorio de muestras de aceite; recomendamos la utilización de estos servicios.

3. Comprobar el desgaste de los anillos de émbolo del compresor y reemplazarlos si estuviesen desgastados hasta la mitad de su espesor original. Consultar las instrucciones separadas respecto a la comprobación del índice de desgaste de, y la renovación de, los anillos de émbolo y cabalgadores de TFE.
4. Comprobar la precisión de los medidores de presión del compresor con un comprobador de peso inerte, recalibrarlos según sea necesario.
5. Extraer todas las válvulas de admisión y de descarga: limpiarlas y examinarlas para comprobar que no haya un desgaste excesivo o piezas rotas. Consultar las instrucciones para las válvulas del compresor de acuerdo al manual.
6. Limpiar los tubos de visibilidad en las tuberías de agua (si se utilizan cilindros enfriados por agua circulante). Limpiar también las ventanillas de visibilidad de los separadores, si se suministran.
7. Inspeccionar los pasajes de las válvulas y los orificios centrales de los cilindros y limpiar toda acumulación de materias extrañas.
8. Examinar los pasajes y las camisas de agua de los cilindros para comprobar que no haya escamas de óxido u otros sedimentos. Limpiar lo que sea necesario.

4. ANUALMENTE

1. Comprobar los espacios libres de los cojinetes por medio de una lámina calibradora y anotar las lecturas.
2. Limpiar el enfriador de aceite y cualquier otro intercambiador de calor suministrado.
3. En cilindros lubricados, extraer los émbolos e inspeccionar los anillos. Anotar los diámetros interiores de los cilindros. Inspecciones de este tipo determinarán el programa de reemplazo de las piezas sujetas a desgaste.
4. Las graduaciones de las válvulas de seguridad utilizadas en el sistema de gas del compresor deben revisarse al menos una vez al año (y más a menudo bajo condiciones extremas), por medio de una prueba hidráulica.
5. Examinar los separadores, botellas, amortiguadores y otro equipo similar que podría usarse en el compresor, en busca de depósitos de suciedad, óxido y otras materias extrañas. Si fuese necesario, extraer el recipiente del sistema y limpiarlo.

5. PERIÓDICAMENTE (Dictado por la experiencia)

1. Limpiar toda acumulación de suciedad del filtro de aceite. Limpiar o reemplazar el elemento del filtro cuando la caída de presión a través del filtro alcance el límite prescrito.
2. Limpiar el depósito del lubricador de cilindros y las unidades de bombeo, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
3. Extraer, limpiar e inspeccionar los anillos de prensaestopas de presión de los vástagos de émbolo y los anillos rascadores de aceite, reacondicionar o reemplazar los anillos, según sea necesario.

3.3.1.2. CONSEJOS PARA EL MANTENIMIENTO

1. **NUNCA** tirar del vástago de émbolo a través de los anillos rascadores de aceite o de los anillos prensaestopas del vástago de émbolo.
2. **NUNCA** utilizar un cincel u otro instrumento afilado para abrir una junta entre las copas de prensaestopas del vástago de émbolo.
3. **NUNCA** utilizar, queroseno, gasolina o cualquier disolvente de seguridad que sea contaminante, como un agente de limpieza.
4. **NUNCA** arrancar el compresor, después de efectuado mantenimiento, sin primero hacer girar la unidad una revolución completa, con el fin de asegurarse de que todas las piezas están libres.
5. **NUNCA** dejar de detener la unidad para investigar todo ruido o golpe nuevo o desacostumbrado.
6. **NUNCA** colocar las manos sobre un cilindro o en el tren rodante hasta que las piezas se hayan bloqueado contra movimientos inesperados.
7. **NUNCA** utilizar una llave Stillson en ninguna parte de un vástago de émbolo.

3.3.1.3.- LOCALIZACION DE AVERIAS

La mayoría de desperfectos generalmente son causados por largos períodos de funcionamiento con lubricación o enfriamientos inadecuados, operación y mantenimiento de rutina negligentes, o la utilización de la máquina en un trabajo para el que no ha sido diseñada.

Las instrucciones previas mas importantes se refieren a los requisitos de lubricación y enfriamiento de esta unidad, y si tales instrucciones se siguen fielmente, no debe ocurrir ninguna avería grave que sea causada por uno de estos sistemas.

La operación y el mantenimiento negligentes necesitan poco comentario. **La falta de cuidado apropiado de una máquina a la larga tiene que resultar en una sucesión de averías menores y finalmente en un desperfecto importante.**

El diseño, tamaño y materiales de los cilindros del compresor se eligen cuidadosamente para ajustarse a las condiciones específicas de operación y a la potencia nominal de la máquina. **Si se hace necesario cambiar las condiciones de operación de las originalmente especificadas cuando se hizo el pedido de la máquina, consultar con el suministrador de la misma, ya que podría ser necesario efectuar cambios en el equipo con el fin de evitar una sobrecarga seria u otro problema grave.**

Normalmente es de esperarse que ocurran desperfectos leves durante la operación rutinaria del compresor; estos desperfectos son generalmente causados por suciedad o desajustes, o a que el personal encargado de la operación desconoce las funciones de las diferentes piezas y sistemas de la máquina.

La localización de averías es en gran medida un proceso de eliminación basado en un conocimiento completo de las funciones inter-relacionadas de las diferentes piezas y los efectos de situaciones adversas. Una lista completa de las posibles averías con sus causas y correcciones es impráctica, pero la lista dada a continuación de las averías más frecuentes y las causas de las mismas, se ofrece como una guía.

considerar

Cuando se presenten problemas que involucren a las válvulas de los cilindros del compresor, estamos dando indicaciones en este informe, en ellas se encontrará una lista completa de las averías de las válvulas y las razones para las mismas, así como también la acción apropiada que puede tomarse con el fin de reparar tales averías.

TABLA N° 3.3 : LOCALIZACIÓN Y REPARACIÓN DE AVERÍAS DEL COMPRESOR

PROBLEMA	CAUSA(S) PROBABLE(S)	SOLUCIONES
GOLPETEO EN EL ARMAZON	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perno de cruceta, tapa para pasador o patín de cruceta, flojos. 2. Cojinetes maestros, de codo de cigüeñal, o de crucetas, flojos/desgastados. 3. Baja presión de aceite. 4. Aceite frío. 5. Aceite incorrecto. 6. El golpeteo realmente proviene del extremo de un cilindro. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar/reemplazar las piezas sueltas. 2. Ajustar/reemplazar los cojinetes, comprobar los espacios libres. 3. Aumentar la presión de aceite, reparar las fugas. 4. Calentar el aceite antes de cargar la unidad. Reducir el suministro de agua hacia el enfriador de aceite. 5. Usar el aceite apropiado de acuerdo con las recomendaciones. 6. Ajustar la tuerca del émbolo, etc. Consultar "RUIDOS EN LOS CILINDROS"
RETEN DE ACEITE DEL CIGÜEÑAL TIENE UN ESCAPE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalación defectuosa del reten. 2. Agujero de drenaje atascado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volver a colocar el reten de acuerdo con las instrucciones. 2. Desatascar el agujero.
BAJA PRESION DE ACEITE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fallo de la bomba de aceite. 2. Aceite espumante debido a que las piezas rotatorias golpean la superficie del aceite. 3. Aceite frío. 4. Filtro de aceite sucio. 5. Fuga de aceite en el interior del armazón. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar/reparar la bomba de aceite. 2. Reducir el nivel de aceite. 3. Utilizar el calentador de aceite del armazón . 4. Limpiar el filtro. Reemplazar el elemento. 5. Revisar las tuberías de

BAJA PRESION DE ACEITE	<ol style="list-style-type: none"> 6. Escape excesivo en los cojinetes maestros. 7. Graduación incorrecta del interruptor de baja presión de aceite. 8. Graduaciones muy bajas de las válvulas de desahogo de la bomba de aceite del armazón. 9. Manómetro defectuoso. 10. Cedazo del colector de aceite atascado. 11. Válvula de desahogo de aceite defectuosa 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Ajustar las calzas y los espacios libres de los cojinetes. 7. Ajustar la graduación según lo prescrito. 8. Volver a graduar las válvulas by-pass según las instrucciones. 9. Reemplazar el manómetro. 10. Limpiar el cedazo. 11. Reparar o reemplazar la válvula.
RUIDOS EN LOS CILINDROS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Embolo flojo. 2. Embolo golpeando el extremo del cilindro orientado hacia el armazón o la culata externa. 3. Tuerca de seguridad de cruceta, floja. 4. Válvula(s) rota(s) o con escape(s). 5. Anillos de émbolo o extensores desgastados o rotos. 6. Válvula mal asentada/empaquetadura de asiento, dañada. 7. Embolo buzo de descargador de aire libre, traqueteando. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desmontar y ajustar el émbolo. 2. Ajustar el vástago del émbolo hasta obtener el espacio muerto apropiado. 3. Ajustar la tuerca. 4. Reparar/reemplazar las piezas. 5. Reemplazar los anillos. 6. Reemplazar la empaquetadura y montarla apropiadamente. 7. Reemplazar el/los muelle(s) desgastado(s) o roto(s) del descargador.

<p>RASCACEITE DE VASTAGO DE EMBOLO PRESENTA FUGAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anillos rascadores de aceite desgastados. 2. Rascaceites incorrectamente montados. 3. Vástago desgastado/rayado. 4. Ajuste inapropiado de los anillos en el espacio libre lateral/del vástago. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reemplazar los anillos. 2. Montarlos de acuerdo con las instrucciones. 3. Reemplazar el vástago. 4. Reemplazar los anillos.
<p>ESCAPES EXCESIVOS EN UNA EMPAQUETADURA</p> <p>ESCAPES EXCESIVOS EN UNA EMPAQUETADURA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anillos de empaquetadura desgastados. 2. Aceite de lubricación inapropiado y/o insuficiente lubricación (anillos azules). 3. Suciedad en la empaquetadura. 4. Velocidad excesiva de incremento de presión. 5. Anillos de empaquetadura montados incorrectamente. 6. Huelgo lateral o del extremo del anillo es inapropiado. 7. El sistema de desahogo de la empaquetadura está obstruido. 8. Vástago de émbolo rayado. 9. Carrera excesiva del vástago de émbolo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reemplazar los anillos de empaquetadura. 2. Usar el aceite de lubricación apropiado y aumentar la lubricación según las recomendaciones. 3. Limpiar la tubería de suministro de gas. 4. Reducir la presión e incrementarla más lentamente. 5. Volver a montarlos de acuerdo con las instrucciones. 6. Establecer los huelgos correctos. 7. Extraer la obstrucción y suministrar drenajes en los puntos bajos. 8. Reemplazar el vástago. 9. Corregir la carrera. Volver a calzar la cruceta.

<p>RECALENTAMIENTO DE UNA EMPAQUETADURA</p> <p>RECALENTAMIENTO DE UNA EMPAQUETADURA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falla de la lubricación. 2. Aceite de lubricación inapropiado y/o insuficiente lubricación. 3. Enfriamiento insuficiente (cuando se utiliza enfriamiento por agua). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reemplazar la válvula de retención del lubricador/unidad de bombeo del mismo. 2. Usar el aceite de lubricación apropiado y aumentar la lubricación según las recomendaciones. 3. Limpiar los conductos del enfriador/instalar un filtro de agua/aumentar la presión de suministro. Reducir la temperatura de admisión del refrigerante.
<p>EXCESO DE CARBON EN LAS VALVULAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exceso de aceite de lubricación. 2. Aceite de lubricación inapropiado (poco denso, alto residuo de carbón). 3. Arrastre de aceite desde el sistema de admisión o la etapa anterior. 4. Válvulas rotas o con fugas produciendo altas temperaturas. 5. Exceso de temperatura debido a una alta relación de presión en los cilindros. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustar el suministro de aceite. 2. Utilizar un aceite de lubricación que se ajuste a las recomendaciones. 3. Instalar separadores de aceite, purgar el sistema. 4. Reparar/ reemplazar las piezas. 5. Limpiar los enfriadores intercambiadores válvulas y corregir la causa de la alta presión.
<p>ALTA TEMPERATURA DE DESCARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relación excesiva en un cilindro debido a que las válvulas-de admisión o los anillos de la siguiente etapa presentan fugas. 2. Suciedad en el inter-enfriador o las tuberías. 3. Escapes en las válvulas de descarga o en los anillos de émbolo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reparar las válvulas/anillos. 2. Limpiar el inter-enfriador y las tuberías. Reducir el caudal de lubricante. 3. Reparar/reemplazar las piezas.

<p>ALTA TEMPERATURA EN LA DESCARGA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Alta temperatura de admisión. 5. Suciedad en las camisas de agua de un cilindro. 6. Aceite de lubricación y/o caudal de lubricante, inapropiados 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Limpiar el inter-enfriador. 5. Limpiar las camisas de agua. 6. Utilizar el aceite de lubricación apropiado y corregir el caudal del lubricante de acuerdo con las recomendaciones.
<p>VÁLVULA DE SEGURIDAD SE DISPARA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Válvula de desahogo defectuosa. 2. Las válvulas de absorción o los anillos de la siguiente etapa presentan escapes. 3. Obstrucción (materia extraña, trapos), obturador o válvula cerrada en el conducto de descarga. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Probarla y reajustarla. 2. Reparar/reemplazar las piezas defectuosas. 3. Quitar la obstrucción

3.4 .- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TANQUES SEPARADORES: (SCRUBBERS)

REVENTONES COMPRESSOR STATION

TECHNICAL SPECIFICATION S – 1

Gas Scrubber

Número de código	S – 1
Quantity	One
Descripción	Separador vertical de 2 fases.
Capacidad	1.8 MMSCFD
Presión Operación..	150 psig
Composición Gas :	
Mol composition	C1 87.26
	C2 5.98
	C3 3.08
	iC4 1.02
	nC4 1.21
	iC5 0.67
	nC5 0.34
	C6 0.02
	CO2 0.42
- Contenido Liquidos	1.9 gallons / 1,000 cu. ft.
- Gravedad Específica	0.671
Material del recipiente metálico	
Design code	ASME Section VIII Div. 1
Design pressure	165 psig
Design temp.	200 °F
Espesor mínimo plancha:	0.125 in
Materiales :	
Cilindro	ASTM A 285 C

tobera	ASTMA 106	
Bridas	ASTMA 105	
Fittings	ASTMA 105	
Connecciones	Inlet and outlet:	2 ½ in, RF, 150 lbs ANSI
	Drenaje	: 1 in, roscada, 3,000 lbs
	Otros ≤1 ½"	roscada, NPT, 3,000 lbs

Pintura : Epoxy primer

Elementos Construcción:

Filtro Cedazo (separador sólidos): 4" celosía metálica acero inoxidable.

deflector de entrada

Protector de la boya.

Lenguetas del mecanismo de levante.

Placas de datos.

Accesorios:

- Válvula Seguridad.
- Manómetro , con válvula de bloqueo.
- Termómetro y termocupla.
- Indicador de nivel , tipo reflejo, con válvulas aceradas.
- Sistema de drenaje automático de líquidos, con válvula de control ,controlado neumáticamente (actúa con el mismo gas del scrubber),válvulas manuales de bloqueo y de by-pass.
- Placa de datos.
- Todas las líneas y accesorios necesarias para la instalación.

Pruebas Prueba hidrostática de fábrica con certificación.

Documentos: Planos Certificados.

3.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VALVULAS DE COMPRESORES DE GAS.

3.5.1.- MANTENIMIENTO DE LAS VALVULAS

Antes de intentar extraer una válvula de compresor Seguir las precauciones de seguridad, es particularmente importante que se extraiga TODA LA PRESION de las tuberías y conductos de los cilindros, antes de retirar las cubiertas de válvula. Un buen método para determinar si existe presión en el orificio central y conductos de los cilindros y en las tuberías, es el de abrir las válvulas de drenaje de los múltiples de admisión y de descarga. SI ESTAS PRECAUCIONES NO SE OBSERVAN ESTRICTAMENTE EL PERSONAL PUEDE RESULTAR HERIDO. Cada vez que se extraigan válvulas de compresor, es extremadamente importante que las válvulas de admisión y de descarga se vuelvan a instalar correctamente en el cilindro. Un ensamblaje incorrecto puede causar una condición de muchísimo peligro que puede dar lugar a graves daños en el compresor y HERIR A LOS OPERADORES.

Utilizar un lápiz de marcar o rótulos y, a medida que las válvulas se extraen del cilindro, colocar marcas o rótulos correspondientes en las válvulas y cerca de los orificios de válvula de las que estas se extrajeron. Durante cualquier desensamblaje de una válvula, utilizar marcas de identificación, según sea necesario, para asegurar el reensamblaje de los componentes de las válvulas en su posición correcta.

3.5.1.1.- Extracción de válvulas – Cilindros de 23 pulg. (590 mm.) de diámetro y mas pequeños

1. Aflojar la tuerca de seguridad del tornillo prisionero de la cubierta de válvula (o extraer la tuerca de seguridad tipo ciega) y luego hacer girar hacia fuera por lo menos dos revoluciones, el tornillo prisionero de cubierta.
2. Aflojar las tuercas de los pernos prisioneros que mantienen la cubierta de la válvula en su lugar. No extraer completamente las tuercas sino continuar con el paso 3.

3. Utilizar una palanca para aflojar la cubierta lo suficiente como para comprobar si se ha extraído toda la presión del cilindro. Cuando se esté seguro de que ha salido todo el gas, retirar las tuercas de cubierta y la cubierta de válvula.

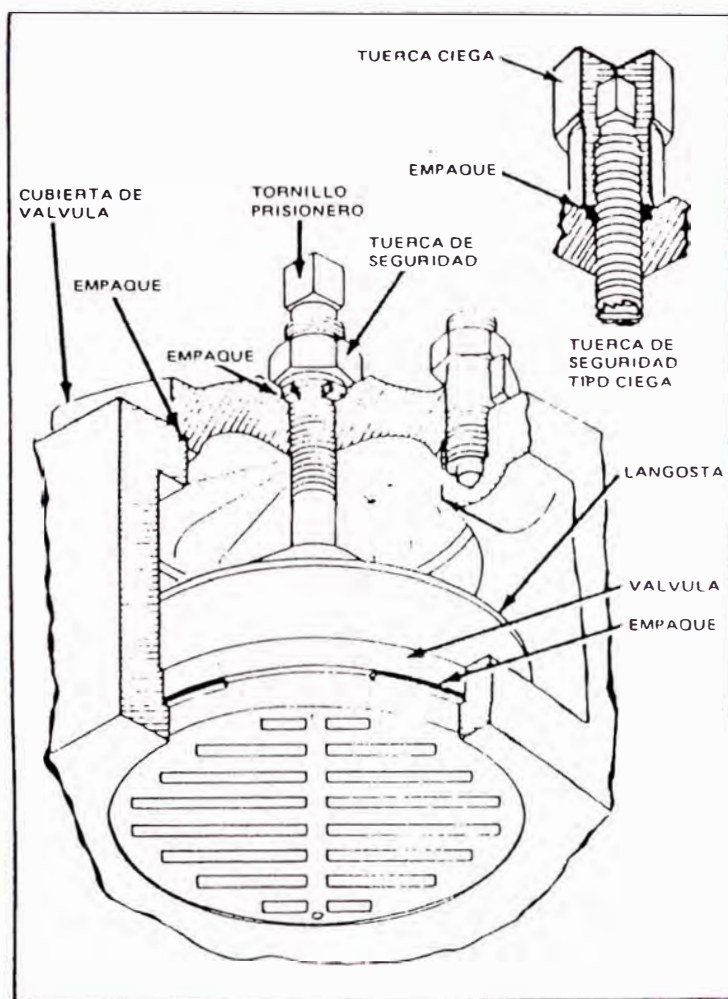


Fig. 3.5.1 Disposición de la tapa y válvula de compresor de cilindros menores de 23 pulgadas de diámetro:

Considerar

Normalmente se utiliza algún tipo de retenedor como un sujetador elástico, para mantener la válvula y la langosta en los agujeros de cilindro ubicados en la mitad inferior de este último. Sin embargo, todavía hay que tener cuidado al hacer descender la cubierta de válvula, de modo que la válvula no se caiga si el retenedor no puede sujetarla en su lugar.

4. Sacar el empaque de la cubierta de válvula. Este empaque puede volver a utilizarse en caso de que esté en buenas condiciones.
5. Extraer la langosta de válvula y la válvula fuera del cilindro. Sacar el empaque de válvula que está situado entre esta última y su superficie de asiento en el cilindro. Este empaque no debe volver a ser utilizado: instalar uno nuevo al volver a colocar la válvula en el cilindro. La mayoría de las válvulas están unidas a la langosta por medio de dos prisioneros para facilitar el manejo: extraer estos prisioneros para separar las piezas.

3.5.1.2.- Extracción de válvulas – Cilindros de 24 pulg. (61 mm.) de diámetro y mayores

ADVERTENCIA

Es una costumbre muy peligrosa el despresurizar un cilindro aflojando las tuercas de los pernos prisioneros de la cubierta de una válvula. Esto es así especialmente con el anillo en O de cuerpo, utilizado con este tipo de cubierta de válvula.

Toda presión que permanezca en el cilindro, no será liberada cuando se afloja la cubierta sino que permanecerá debajo del anillo en O.

Es por tanto absolutamente necesario que no haya presión en el cilindro que pueda causar la "expulsión" de la cubierta tan pronto como se extraigan las tuercas de la misma. En este aspecto se deben tomar todas las precauciones.

1. Aflojar uniformemente y extraer las tuercas de los pernos prisioneros de la cubierta de válvula.

2. Retirar la cubierta de válvula y extraer el anillo en O: este anillo debe reemplazarse con uno nuevo durante el reensamblaje. En el cilindro hay un pasador cilíndrico utilizado para colocar apropiadamente la cubierta de válvula; asegurarse de dejar este pasador en su lugar de modo que la cubierta pueda colocarse en posición correcta.

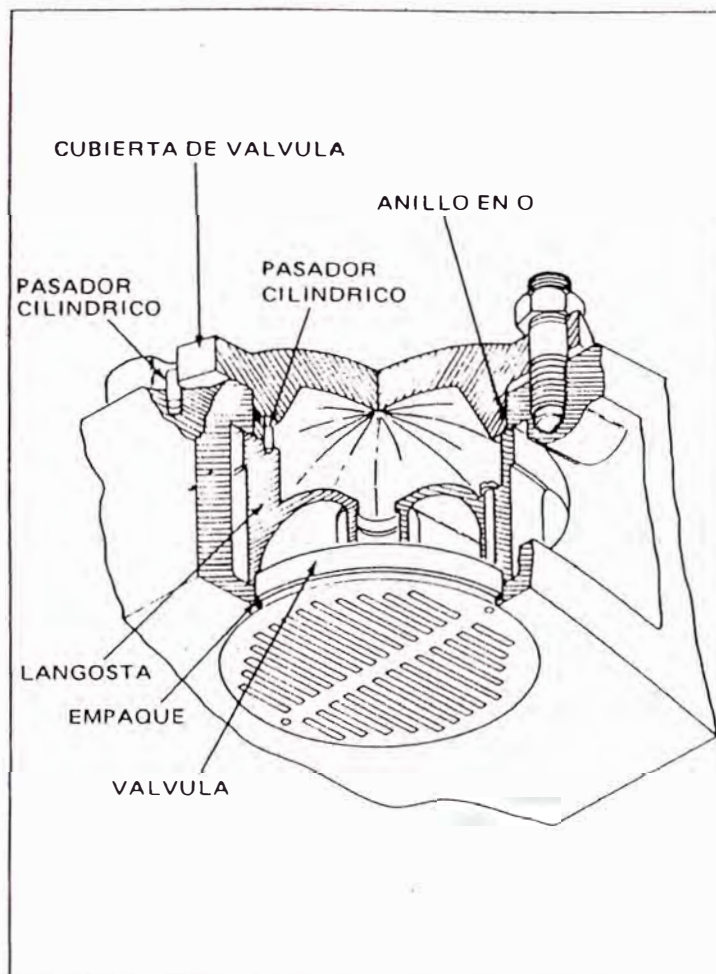


Fig. 3.5.2 Disposición de la tapa y válvula de compresor de cilindros mayores de 24 pulgadas de diámetro:

SUGERENCIA:

Para sostener la langosta y la válvula en los agujeros de cilindro situados en la mitad inferior de este último, se utiliza un prisionero ubicado a un lado de la langosta de válvula. Sin embargo, todavía hay que tener cuidado al retirar la cubierta de válvula de modo que la válvula no se caiga en caso de que el prisionero no logre retenerla en el cilindro

3. Extraer del cilindro la langosta y la válvula. Sacar el empaque de válvula que está situado entre la válvula y su superficie de asentamiento en el cilindro. Este empaque no debe volver a utilizarse; instalar uno nuevo al volver a colocar la válvula en el cilindro.
4. Separar la langosta y la válvula extrayendo los dos tornillos que las mantienen juntas. No perder el pasador cilíndrico introducido en la parte superior de la langosta: éste se utiliza para orientar apropiadamente la langosta con la cubierta de la válvula durante la instalación.

considerar:

Si la válvula está atascada en el cilindro, normalmente puede ser liberada mediante un golpe lateral aplicado en la langosta de la válvula. Utilizar un bloque de madera o una barra de metal blando para no dañar la langosta o la válvula

Mantenimiento de las Válvulas.

Las instrucciones dadas a continuación se aplican generalmente al desmontaje, limpieza e inspección y remontaje de los tipos de válvula normalmente utilizadas en estos compresores. Para tratar de los detalles específicos de mantenimiento de un tipo particular de válvula, se suministran instrucciones separadas.

1. Desmontar y prestar servicio a las válvulas en una superficie limpia y plana.
2. Al manejar las diferentes piezas de las válvulas hay que tener cuidado para no dañar las superficies de asentamiento, las cuales deben estar siempre limpias y lisas para evitar fugas.

ADVERTENCIA

Durante el almacenaje, manejo y utilización de disolventes se debe cumplir con todas las medidas de seguridad especificadas por los organismos oficiales, con jurisdicción sobre el lugar de instalación.

3. Será necesario desarmar la válvula para limpiarla totalmente. Cepillar las piezas metálicas de la válvula con un cepillo metálico blando para limpiar los sedimentos, pero utilizar un cepillo de cerdas para todas las superficies de asentamiento de la válvula. Enjuagar las piezas metálicas de la válvula completamente en un disolvente de seguridad y expulsar todas las partículas sueltas por medio de aire comprimido. Remojando las piezas de la válvula toda la noche en un disolvente de seguridad y cepillándolas enérgicamente o raspándolas suavemente, se logra quitar el carbón.) Las guías no metálicas de las válvulas usadas en las aplicaciones "NL" (no lubricadas), deben limpiarse con un paño limpio y seco: las bandas de frotamiento, si se suministran, también deben limpiarse con un paño. No remojar en disolvente de seguridad las guías de válvula no metálicas ni las bandas de frotamiento. Todos los componentes de las válvulas deben secarse cuidadosamente antes de volver a ensamblarse e instalarse en los cilindros.
4. Para reconstruir una válvula utilizar solamente piezas genuinas Ingersoll-Rand.

5. Comprobar cuidadosamente los números de pieza de las piezas nuevas. En algunos casos, los muelles de las válvulas de descarga podrían ser diferentes de los muelles de admisión. Podría haberse utilizado materiales especiales en ciertas aplicaciones en las que los materiales normales de las válvulas, no serian capaces de durar por mucho tiempo.
6. No alterar la carrera de la válvula.
7. No rectificar las placas o canales de las válvulas, a menos que sea con autorización del fabricante. Las partes más delgadas, pueden causar una falla temprana y la detención forzada del compresor.
8. No instalar canales o placas de válvula nuevos en un asiento desgastado, y tampoco usar piezas desgastadas con un asiento de válvula nuevo.
9. Si las válvulas se extraen solamente para limpieza y el desgaste es mínimo, reinstalar los canales o las placas en exactamente las mismas posiciones que tenían antes del desmontaje; esto también se aplica a los muelles utilizados en las válvulas del tipo de canal.
10. Utilizar un empaque nuevo de asiento de válvula cada vez que se instale una válvula.
11. No reacondicionar los asientos de válvula más allá de los límites establecidos por el fabricante.

12. Después de re-armar una válvula, utilizar una herramienta delgada con un extremo blando, e introducirla a través de los orificios del asiento de la válvula para empujar los canales o las placas contra la placa de tope con el fin de asegurarse de que se mueven libremente a lo largo de todo su desplazamiento, sin atascarse.

13. Asegurarse de que la válvula está adecuadamente protegida de la corrosión y la suciedad en caso de que vaya a almacenarse.

La experiencia ha demostrado que los mejores resultados con el mantenimiento de válvulas se obtienen cuando se emplea un número limitado de personas bien capacitadas en la reparación y el mantenimiento de las mismas. Cuando se utiliza el mismo personal, rápidamente adquieren experiencia en el descubrimiento de discrepancias y en la evaluación de la cantidad de desgaste que puede tolerarse antes de que el reacondicionamiento o el reemplazo se vuelva necesario.

El desgaste excesivo de las válvulas, las válvulas sucias y acuñadas, y las fallas repetidas de las válvulas deben investigarse cuidadosamente, corrigiendo las causas cuando tal cosa sea posible. La tabla para localización y reparación de averías de las próximas páginas ayudará a la identificación de las causas para los problemas más comunes de las válvulas.

Piezas de repuesto

1. Cuando se requieran piezas de repuesto para las válvulas, éstas deben ser obtenidas en nuestra fábrica, porque el diseño de las mismas requiere materiales y métodos de fabricación especiales. Los componentes de las válvulas que se fabriquen inapropiadamente no tendrán las características que son esenciales para la operación silenciosa y la durabilidad requerida de las válvulas de compresor. Utilizar solamente repuestos genuinos de Ingersoll-Rand.
2. Antes de hacer un pedido de piezas de repuesto es necesario determinar el número de serie del compresor y del cilindro y los números de pieza de las válvulas de cilindro del compresor. En todo pedido de piezas se deben incluir ambos números de serie. Además se debe especificar si las piezas requeridas pertenecen a válvulas de admisión o de descarga. Los números en la placa de fabricante de cilindro son los números de pieza para toda la válvula de admisión o de descarga. Los números de pieza para toda la válvula y para los componentes individuales de la misma también pueden encontrarse en la lista de piezas preparada para cada compresor.
3. Los repuestos que se mantengan en almacenaje deben manejarse cuidadosamente para evitar mezclar piezas similares para válvulas diferentes. Las válvulas de compresor se diseñan para diferentes condiciones de presión y varios servicios. Muchas piezas de las válvulas son similares en apariencia pero en realidad poseen importantes diferencias. La utilización accidental de piezas de válvula incorrectas, puede resultar en la reducción del rendimiento del compresor y de la duración de las válvulas. Es aconsejable mantener un sistema de control de las piezas de repuesto para las válvulas que sea práctico y fácil de usar.

TABLA N ° 3.4 : LOCALIZACION Y REPARACION DE AVERIAS DE LAS VALVULAS

TABLA N ° 3.4 : LOCALIZACION Y REPARACION DE AVERIAS DE LAS VALVULAS

Avería	Razón (o Acción a tomarse)
FALLO DE VÁLVULA — SOLAMENTE VALVULAS DE ADMISIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asesorarse de que se están usando las piezas correctas. En muchos casos los muelles de admisión son mas livianos que los de descarga. 2. Investigar la posibilidad de arrastre de liquides. 3. Considerar la posibilidad de pulsaciones de admisión.
FALLO DE VAVLULA — SOLAMENTE VALVULAS DE DESCARGA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurarse de que se están usando las piezas correctas. En muchos casos los muelles de descarga son más duros que los de admisión. 2. Revisar el diario de averías para averiguar si las fallas ocurren solamente cuando un volumen muerto está abierto. Si éste es el caso, informar a Ingersoll-Rand. 3. Considerar la posibilidad de pulsaciones de descarga.
FALLO DE VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y DE DESCARGA.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurarse de que se usan las piezas correctas. 2. Averiguar si las fallas de descarga son causadas por pedazos desprendidos de las válvulas de admisión. 3. Revisar si existe corrosión, escamas de oxido u otras materias extrañas. 4. Averiguar si hay un desgaste excesivo de las piezas, el cual podría ser causado por arenilla o una lubricación insuficiente o incorrecta. 5. Considerar la posibilidad de pulsaciones de admisión y de descarga.

 LOCALIZACION Y REPARACION DE AVERIAS DE LAS VALVULAS

Avería	Razón (o Acción a tomarse)
FALLO DESPUÉS DE UN REACONDICIONAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volver a comprobar los procedimientos de reacondicionamiento para asegurarse de que no se haya producido una alteración de la carrera de la válvula. 2. Asegurarse de que se han utilizado las piezas correctas.
FALLO DEL EMPAQUE DEL ASIENTO DE VALVULA	<ol style="list-style-type: none"> 1. La válvula probablemente estaba floja debido a un ajuste inapropiado o debido a golpes proporcionados por líquidos en el gas.
ASIENTO DE VALVULA FRACTURADO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Válvula floja o golpeada por líquidos en el gas. 2. Agujero de cilindro dañado y válvula ajustada contra superficie de asentamiento no uniforme. 3. Válvula ajustada contra pedazos de un empaque roto. 4. Secuencia inapropiada de carga y exceso de la diferencia de presión nominal de la válvula.
FALLOS ESTACIONALES DE LAS VÁLVULAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si los fallos ocurren solamente en los meses de invierno, probablemente se deben líquidos y las tuberías deben aislarse o investigarse la fuente del vapor y /o colocarse separadores junto a los cilindros

LOCALIZACION Y REPARACION DE AVERIAS DE LAS VALVULAS

Avería	Razón (o Acción a tomarse)
RAPIDO DESGASTE SOLAMENTE DE LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Insuficiente lubricación o elección del aceite incorrecto. 2. El gas puede estar húmedo y lavando el lubricante de las válvulas. Si no se puede extraer el líquido antes de que llegue al cilindro, un alimentador de lubricante en la tobera de admisión del cilindro puede ser de mucha ayuda. 3. La temperatura del agua de la camisa del cilindro es más baja que la temperatura del gas de admisión.
RÁPIDO DESGASTE SOLAMENTE DE LAS VALVULAS DE DESCARGA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Insuficiente lubricación o elección del aceite incorrecto.
MUELLES ROTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar la posibilidad de contaminantes en el gas causando corrosión. Enviar muestras de las piezas rotas a Dresser - Rand. 2. Si la parte superior del muelle de una válvula de canal está muy desgastada antes de la falla, la causa podría ser la vibración de la válvula o una lubricación insuficiente. 3. Buscar arenilla u otras materias sólidas que podrían introducirse entre las espiras de los muelles de compresión y causar la falla.
PLACAS O CANALES ROTOS (PERO NO LOS MUELLES)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar si el desbaste está produciendo aristas afiladas en la parte interior de los extremos de los canales. 2. Investigar si el exterior de los canales se desbasta en los sitios donde está en contacto con las guías. 3. Investigar si el desbaste de las placas de válvula da lugar a aristas afiladas en el D.E. o D.I

CAPITULO IV

SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE COMPRESORES DE GAS.

CAPITULO IV

4.1.- SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE COMPRESORES DE GAS:

Los motores a gas son de gran potencia desde 100 H p hasta 1000 Hp, con velocidades entre 800 a 1000 Rpm; y volúmenes de compresión 1.00 a 2.50 MMCFPD.

Succión entre 3 - 20 PSI y descarga . De 1000 a 2500 PSI.

Estos compresores requieren u control minucioso de cada uno de los elementos que comprenden los sistemas de la unidad.

- A). Sistema de lubricación
- B). Sistema de enfriamiento
- C). Sistema de aire-combustible
- D). Conjunto de block del motor
- E). Conjunto de block del compresor
- F). Sistema de succión y descarga del gas natural
- G). Tablero de control.

Es necesario un trabajo técnico bien detallado que cubra la instalación de un sistema de control y protección electrónico de estas unidades debido a la importancia de estos equipos en el proceso de extracción de crudo y que al descuidarse su protección podrían verse afectadas seriamente (fallas

mayores) con paralización que llevarían a una disminución de la producción en ese campo Petrolero;

El estudio se basa en el control de los parámetros y/o datos de operación obtenidos de las placas, características de c/u de los equipos accesorios; de tal manera que nos permita operara con el máximo rendimiento confiabilidad y seguridad lo que redundará mayor producción de gas y petróleo y en mejor conservación de las máquinas de la Empresa.

La aplicación de estos sistemas de protección contribuye a mejorar la calidad del mantenimiento, en un programa de mantenimiento total donde se considera la prevención y planeamiento como herramienta eficaz en la gestión productiva de la empresa.

4.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN

a). El magneto genera la tensión necesaria para nuestro sistema y el sistema usa 120 V a D.C.; ésta energiza el dispositivo de cierre eléctrico de la válvula de flujo de gas combustible que alimenta el carburador, esta válvula actúa electrónicamente y cierra el flujo de gas cuando algunos de los reles accionan por alguna falla detectada en la máquina cierran el circuito, dado que están interconectados con la válvula de gas combustible y c /u de los registradores de los elementos de control.

b). Al ocurrir falla el relé cierra el circuito, además de indicar el motivo de la falla, da la señal de cierre de la válvula gas combustible por lo que la máquina deja de funcionar, por no tener gas combustible .En algunas unidades controladas remotamente indican en un panel sonoro ó en el caso de las Plataformas Petroleras en el Mar la señal es luminosa de alta visibilidad para que pueda ser observada incluso en pleno día.

C). En el momento de arranque, una vez normalizado el equipo (solucionada la falla), se abre manualmente la válvula de gas combustible para que ingrese gas; la corriente necesaria para que trabajen las bujías al momento del arranque, se produce solamente por el impulso que da al motor el arrancador neumático que mueve la volante

solamente con ese impulso ya la máquina entra en funcionamiento, y para asegurarse que la falla no ha sido producida por otro motivo distinto al que ha aparecido en el tablero de instrumentos del motor, se hace trabajar la unidad con el reloj de pruebas ,es decir momentáneamente la unidad queda sin protección ,y se simulan fallas poniendo a tierra los instrumentos que sean necesarios ,se verifica que en el Panel de control salta el botón respectivo pero la unidad continua funcionando , lo que indica que el sistema de protección está trabajando correctamente.

PRINCIPIO Y ESQUEMA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN

FIG. N ° 4.1: DISPOSITIVOS DE CONTROL

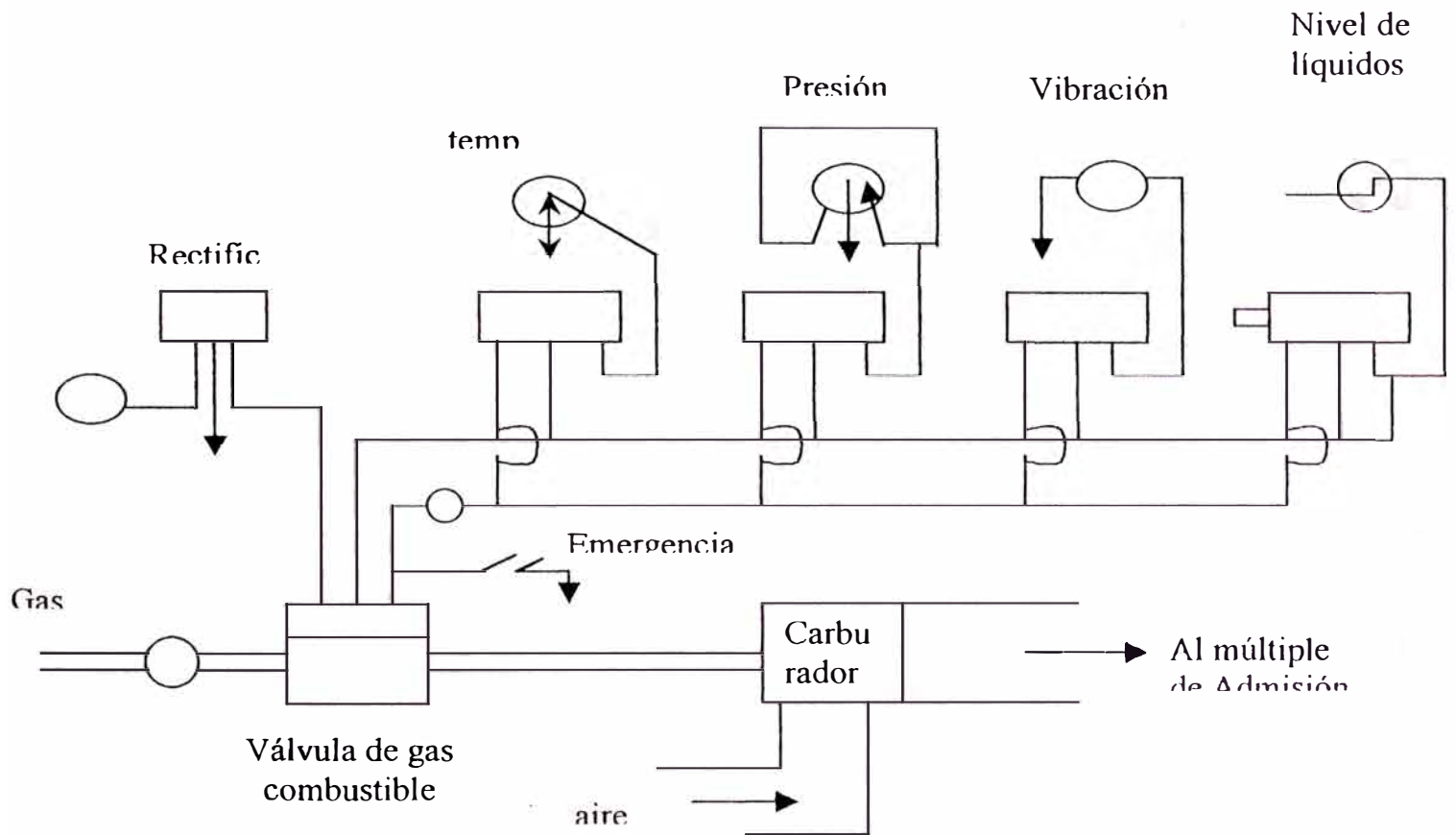


TABLA N ° 4.3.1 : MONTAJE TABLERO INSTRUMENTOS

TABLERO DE INSTRUMENTOS TIPICO PARA UNIDAD MOTOR

COMPRESOR DE GAS

1	Bomba principal de agua motor (presión)	P ₁
2	Presión bomba aceite motor	P ₃
3	Presión efectiva aceite en el motor	P ₄
4	Presión gas combustible motor	P ₈
5	Presión bomba auxiliar de agua	P ₁₂
6	Presión aceite del compresor	P ₁₃
7	Presión inyector de lubricación cilindro #1	P ₁₅
8	Presión inyector de lubricación cilindro #2	P ₁₆
9	Presión inyector de lubricación cilindro # 3	P ₁₇
10	Presión inyector de lubricación cilindro #4	P ₁₈
11	Presión gas de succión	P ₂₀
12	Presión gas comprimido 1ª. Etapa	P ₂₁
13	Presión gas comprimido 2ª. Etapa	P ₂₂
14	Presión gas comprimido 3ª. Etapa	P ₂₃
15	Temperatura agua enfriamiento Motor	T ₁
16	Temperatura agua salida del radiador.	T ₂
17	Temperatura aceite motor	T ₅
18	Temperatura aire de admisión	T ₇
19	Temperatura agua enfriamiento compresor	T ₈
20	Temperatura aceite compresor	T ₉
21	Temperatura gas comprimido 1a. etapa	T ₁₁
22	Temperatura gas comprimido 2ª.etapa	T ₁₃
23	Temperatura gas comprimido 3ª. Etapa	T ₁₅
24	Vibración de los ventiladores del radiador.	V ₁
25	Vibración del motor	V ₂
26	Vibración del compresor	V ₃
27	Nivel de agua del tanque de expansión del radiador	N ₁
28	Nivel de aceite del motor	N ₂
29	Nivel de aceite del compresor	N ₃
30	Nivel de aceite inyector lubricación	N ₄
31	Nivel líquidos condensados scrubber succión de la 1ª. Etapa	N ₅
32	Nivel líquidos condensados scrubber succión de la 2ª. Etapa	N ₆
33	Nivel líquidos condensados scrubber succión de la 3ª. Etapa	N ₇
34	Nivel líquidos condensados scrubber gas combustible motor	N ₈
35	Relé (protección) de sobrevelocidad	
36	Rele (protección) de Reloj de pruebas.	

Total: 36 elementos de control en el tablero

4.1. PARAMETROS DE CONTROL DEL MOTOR Y DEL COMPRESOR

INSPECCION DE INSTRUMENTOS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

Modelo N ° de Serie Conjunto Básico

Ubicación Nombre el Supervisor

ITEM	MARCA	MODELO	DESCRIPCION	BUENO	REGULAR	MALO	PROGRAMAR	OBSERVAC.
01	Murphy	MDL -20 TD-250	Temperatura Agua del motor					
		MDL -20 TD-200	Temperatura Agua Compresor					
			Temperatura aceite motor					
			Temperatura aceite compresor					
			Temperatura Agua Radiador					
02	Murphy	MDL-SAP-EX	Temperatura Descarga: 1ra. 2da. 3ra. Etapa					
03	Murphy	MDL-20P	Presión Aceite del motor Presión Aceite compresor					
04	Murphy	MDL-VS-2	Automatc. Vibrac motor Automatc. Vibrac Compresor Automatc. Vibrac Radiador					
05	Murphy	5 T – 15 T	Reloj de tiempo (Panel Murphy)					
06	Murphy	307 PH	Automatc. Parada (Panel Murphy)					
07	Murphy	307 PH – CD	Automatc. Parada (Panel Murphy)					
08	Murphy	H 50 – 70 EP	Válvulas Reguladoras Gas Combustible del motor					
09	REN	RAB	Nivel aceite del motor Nivel aceite del compresor Nivel Aceite Lubricador					
10	MURPHY (Presión)	OPL-F-O-100 OPL-F-200 OPL-F-600 OPL-F-200	1ra. Etapa pres. succión 1ra. Etapa pres. descarga 2da. Etapa pres. descarga 3ra. Etapa pres. descarga					
11	Control Tromic	580-1	Boya descarga del Chimbuzo de 1ra. 2da. 3ra. Etapa					
12	Norriseal	1001 - A	Nivel de líquidos del Chimbuzo de 1ra. 2da. 3ra. Etapa					
13	Marsh Presión	MDL 2654 O-200 - PSIG	1ra. Etapa descarga					
14	Marsh Presión	MDL – 2664 O-600 PSIG	2da. Etapa descarga					
15	Marsh Presión	MDL - 2648	Presión de agua del radiador del compresor.					
16	Weston Temp.	MDL – 4303 20 – 240 °F	Temperatura del gas después del Enfriador					
17	Weston Termote.	MDL – 4303 20 – 240 °F	Temperatura Aceite del compresor y radiador de agua.					

4.4. ESPECIFICACIONES INSTRUMENTOS MOTOR Y COMPRESOR

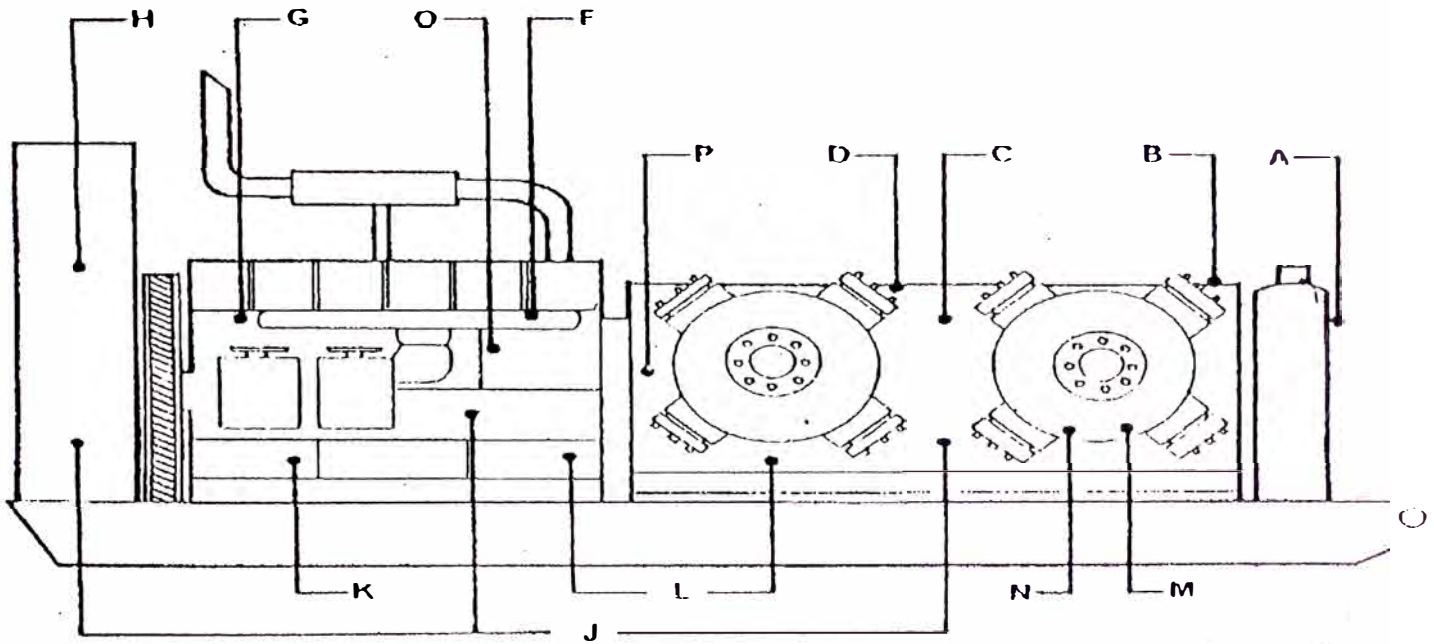
ITEM	MARCA	MODELO	DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO				
1	MURPHY	2ST 130-220	Temp. de agua del motor				
2	"	"	Temp. de agua del motor				
3	"	2ST 130-220	Temp. de aceite del motor				
4	"	"	Temp. de aceite del motor en el filtro				
5	"	"	Temp. de agua antes del radiador				
6	"	"	Temp. de agua después del radiador				
7	MURPHY	2ST 130-220	Temp. de aceite antes del enfriador				
8	"	"	Temp. de aceite después del enfriador				
9	WEKSLER	20-240	Temp. de agua entrada del enfriador aceite				
10	WEKSLER	20-240	Temp. de agua después del enfriador de aceite				
11	MURPHY		Sensor de bajo nivel de agua en el radiador				
12	REM	RAB	Sensor de bajo nivel de aceite en el motor				
13	MURPHY	VS - 2	Sensor de vibración del motor				
14	MURPHY	VS - 2	Sensor de vibración del radiador				
15	MURPHY	OLP-F 0-100	Manómetro de presión de aceite del motor				
16	MURPHY	OLP-F 0-100	Manómetro de presión de agua de la bomba				
17			Manómetro de diferencial de aceite				
18	MURPHY	OLP 0 - 60	Manómetro de diferencial de agua				
19	MURPHY	OLP 0 -60	Manómetro de presión de manifold				
20	ASHCROF	0-160	Manómetro de presión de aceite en el filtro				
21	AMOT	4110B3210B	Control de sobrevelocidad				
22			Manómetro de presión de sobrevelocidad				
23			Tacómetro mecánico				
24			Cadena de tacómetro mecánico				

25			Vacuómetro				
26			Válvula triples de vacuómetro				
27	MURPHY	M50-8100	Válvula reguladora de gas combustible				
28	FISHER		Control regulador de gas combustible				
29	WEKSLER	0- 100	Manómetro de presión de gas combustible				
30			Válvula de seguridad de gas combustible				
31			Manómetro de presión de gas comb. en el filtro				
32			Nivel de liquido del filtro				
33	KIM-RAY	212 56T - BP	Regulador de gas combustible de la interetapa				
34		212 - 54T - PR	Campana extractora de liquido del filtro				
35	ALTRONIC	6A 39 - A	2 Magnetos				
36	ALTRONIC	BLINDADAS	12 Bobinas Altronic				
37	ALTRONIC	BLINDADAS	12 Cables primarios				
38	ALTRONIC	BLINDADAS	12 Cables secundarios				
39	KENCO		Nivel de pre-lubricacion				
40	AMOT	40570013CI	Válvula de pre-lubricacion				
41			Termocuplas				
42	ALNOR		Pirómetro				
43	MURPHY	OPL-F-0-30	Manómetro presión Celda Derecha				
44	MURPHY	OPL-F-0-30	Manómetro presión Celda Izquierda				
45	MURPHY	OPC-F-0-19	Manómetro presión Blower				

UBICACIÓN: _____ SUPERVISOR _____ FECHA: ___/___/___

MODELO: _____ N ° DE SERIE _____ CONJUNTO BASICO _____

FIG.4.2. INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL DEL MOTOR COMPRESOR



- | | | | |
|----|-----------------------------------|----|-------------------------------------|
| A. | Control nivel de líquido Scrubber | J. | Vibración enfriador, Motor y compr. |
| B. | Nivel aceite de lubricadores | K. | Parada emergencia corte combustible |
| C. | Presión agua del compresor | L. | Nivel aceite motor y compresor |
| D. | Temperatura agua compresor | M. | Temperatura gas descarga |
| F. | Temperatura agua motor | N. | Presión gas descarga |
| G. | Presión agua motor | O. | Presión aceite del motor |
| H. | Nivel agua enfriamiento | P. | Presión aceite del compresor |

Los puntos de control arriba indicados son los que se usan más frecuentemente para asegurar una protección adecuada a la unidad y evitar fallas catastróficas en el equipo.

CAPITULO V

FLUJOGRAMA DEL TRABAJO (PROYECTO)

CAPITULO V

FLUJOGRAMA DEL TRABAJO

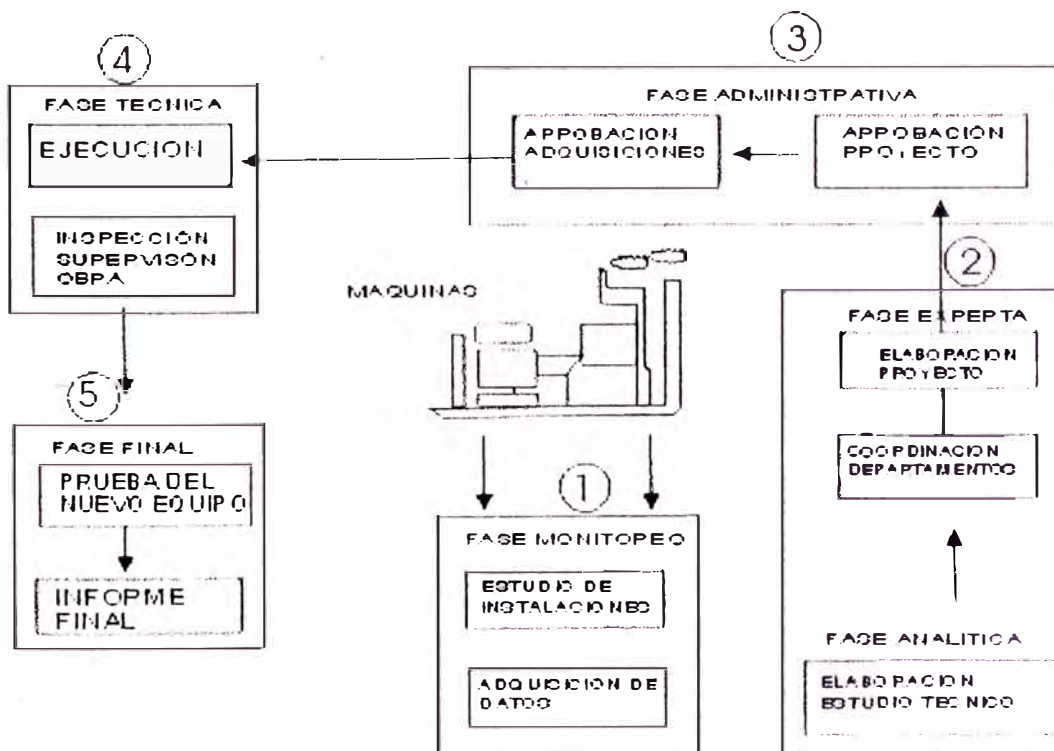
El trabajo se origina en el programa de Renovación de Equipos de la Empresa.

Etapas del Ciclo del Proyecto Industrial:

- 5.1 Fase del Monitoreo ó Inspección (Dpto. Mantenimiento)
- 5.2 Fase Analítica – Experta (Dpto. Ingeniería)
- 5.3 Fase Administrativa (Dpto. Planeamiento)
- 5.4 Fase Técnica (Dpto. Mantenimiento – Empresa Ejecutora)
- 5.5 Fase Final (Empresa Ejecutora)

DIAGRAMA DEL CICLO DEL PROYECTO INDUSTRIAL

EL CICLO DEL PROYECTO INDUSTRIAL



5.1 Fase Monitoreo e Inspección.

El departamento de mantenimiento emite su informe al Dpto. de Ingeniería de Petróleo sobre la capacidad actual de los 2 compresores existentes en la estación 996. las recomendaciones son; instalación de un Compresor Nuevo de mayor capacidad de la Existente para elevar la producción de Petróleo en esta zona. A su vez Ingenieros de Equipos e Ingenieros de Petróleo con datos de campo, emiten un informe con las recomendaciones de las características aproximadas que debe tener el equipo nuevo a instalar.

5.2 . Fase Analítica – Experta

En las recomendaciones del Dpto. de Mantenimiento se han indicado la necesidad de que al realizar las instalaciones para un nuevo compresor, se considere la fabricación de Manifolds de gas, para la distribución a los diferentes pozos que trabajan con presiones de 400 PSI, 800 PSI y ahora sea 2000 PSI y un nuevo Manifold de Succión.

Por su parte el Dpto. de Ingeniería de Petróleo analiza los pozos que van a ser atendidos con la instalación del nuevo compresor; y este Dpto. es el que determina la Capacidad, Potencia y Presión de descarga que va a tener la nueva unidad.

A su vez el Dpto. de Mantenimiento asesora respecto a la marca y modelo del motor y compresor de gas, tomando en cuenta su confiabilidad, eficiencia y disponibilidad de repuestos en el mercado de Equipos Petroleros.

El Dpto. de Ingeniería de Equipos emite un informe de campo, basado en el área Física donde se instalará la nueva unidad con las indicaciones ya en detalle de la cimentación del equipo, de los Manifolds de gas, de los separadores e incluso de tanques de agua y lubricantes para satisfacer la demanda de los ahora 3 compresores en la estación 996, Reventones, campo del Lote X, Petroperú S.A.

5.3 Fase Administrativa

Aquí se reúnen todas las recomendaciones de los Dpto. de Producción, de Mantenimiento, de Ing. De Petróleo y de Ingeniería de Equipos, se nombra un jefe de proyecto que centraliza toda la información y se inician las gestiones para la aprobación de la aprobación del nuevo equipo.

En el caso en estudio al ser el Lote X en el año 1995 propiedad de Petroperú S.A. toda la aprobación del proyecto se realizó en la sede central de Lima. Una vez aprobada la adquisición, el Dpto. de Ingeniería de Equipos se analizan las propuestas de los diferentes Proveedores tanto del Equipo principal como del material para la fabricación de los Manifolds, tanques, separadores y líneas de acceso.

Una vez sacada a concurso la licitación para la adquisición del Equipo Principal : motor compresor y demás materiales y conociendo al suministrador, con la información en detalle del Proveedor se inicia la preparación final del proyecto.

5.4 Fase Técnica:

Una vez determinada la Marca, Modelo y característica del equipo a instalar, el Dpto. de Ingeniería de Equipos, prepara el Proyecto en detalle, con los planos correspondientes para cada uno de los trabajos a realizar tanto en construcción civil, construcción metal-mecánica e instalación del equipo motor y compresor de gas.

Con el proyecto terminado, se vuelve a sacar nuevamente a concurso la realización del trabajo por parte de una Empresa con Experiencia en Montaje e Instalación de este tipo de Equipos.

Designada la Empresa que se va a encargar del trabajo se establecen las coordinaciones con los Dpto. de Producción y Mantenimiento para establecer el Cronograma de obras considerando todos los trabajos a llevarse a cabo se tomará en cuenta también que mientras se realicen los trabajos al menos 1 de los 2 compresores existentes se mantendrán en operación para evitar que la disminución de la producción debido a los trabajos a efectuarse sea significativa, y no perjudique económicamente a la Empresa mas allá de lo que se ha considerado en el proyecto final y que se realizan con la aprobación de Petroperú S.A.

5.5 Fase Final.

La Empresa Ejecutora realiza la prueba de la unidad motor-compresor, de acuerdo a las indicaciones del fabricante, se prueban cada una de las nuevas instalaciones y se corrige cualquier observación en el desempeño del equipo.

La prueba final se realiza con $\frac{1}{2}$ carga y luego con carga completa, realizando todas las variaciones en la descarga y probando los Manifolds de 800 PSI y 2000 PSI.

Se realiza la prueba con los 3 compresores trabajando al mismo tiempo ,considerando que en algún momento ,por alguna caída de presión del reservorio puede bajar la presión de succión del sistema y pararse la unidad de mayor capacidad. Se cumple completamente con todas las pruebas.

Así mismo todos los Instrumentos deben quedar operativos:

1. Válvula reductoras de Presión.
2. Válvulas reguladoras (succión del compresor)
3. Válvulas de seguridad.
4. Registradores de flujo.
5. Termómetro : Descarga total a 800 y 2000 PSI
6. Manómetro : Manifold de Succión.
7. Manómetros : Manifold de Descarga 800 PSI.
8. Manómetro : Manifold de Descarga 2000 PSI.

De la misma manera todos los sistemas de protección tanto del motor del compresor son calibrados y probados ,sus sistemas de alimentación se revisan que estén operativos..

Se realiza la entrega formal de la Instalación a Petroperú S.A y se firma un Acta de Entrega y puesta en servicio de la Unidad.

La Empresa Ejecutora emite un Informe Final detallando todos los trabajos realizados, las modificaciones al diseño original que se hicieron en el campo (si las hubiera), los trabajos adicionales realizados, observaciones conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO VI

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO

CAPITULO VI

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO

INSTALACIÓN TÍPICA DE COMPRESOR DE GAS EN BATERIA DE EL ALTO –TALARA.

DESCRIPCIÓN GENERAL

El presente Trabajo se refiere a la ejecución de las obras civiles y mecánicas necesarias para llevar a cabo la instalación del Compresor de Gas en la estación de compresores 996, en El Alto – Talara.

El nuevo Compresor Dresser Rand de 2.5 MMSFD y 2,000 psi será instalado en la estación 996, junto a dos compresores AJAS DPC 360 e Ingersoll Rand existentes.

La interconexión del nuevo compresor se hará a través de nuevos manifolds al que también se conectarán los compresores existentes.

El esquema de conexión se muestra en el plano N ° 01.

6.1. PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO : OBRAS CIVILES

6.1.1 CIMENTACIÓN DEL COMPRESOR.

Esta constituida por una masa de concreto armado cuyas dimensiones son coincidentes con las dimensiones de los patines del Compresor (11350 mm. x 5300 mm.)

La ubicación de los perros de anclaje y tornillos nivelantes han sido suministradas por el fabricante del equipo.

Peso de los Equipos:

Compresor :	81,110 lbs
Enfriador	13,000 lbs
Total	94,110 lbs

6.1.2. BASES DE TANQUES SEPARADORES (2 UNIDADES)

Están constituidas por dos masas de concreto de sección rectangular y que sobresalen 0.10 mts, del suelo con las siguientes dimensiones aproximadas.

- Tanque Separador N ° 1 1.00 x 1.00 x 1.10 mts.
- Tanque Separador N ° 2 0.70 x 0.70 x 1.10 mts.

La ubicación y detalles constructivos de las bases se adjuntan en el Plano de Distribución general. Las dimensiones indicadas son referenciales, puesto que en obra será necesario su ajuste en función de las dimensiones finales de los equipos adquiridos.

Los recipientes a ser montados en estas bases se fijarán mediante pernos de anclaje de $\phi = 1''$ y $3/4''$ respectivamente.

6.1.3.- BUZONES CIEGOS (2 unidades)

Estos buzones se emplearán para recibir las descargas de hidrocarburos separadas en los tanques separadores del compresor. El retiro de los líquidos depositados en estos buzones está del alcance del presente trabajo.

Consisten en cajas de concreto armado de 0.40x 0.40 mts con tapa de plancha de acero, cuyas ubicaciones y detalles constructivos se muestran en los planos respectivos.

Los buzones serán tarrajeados interiormente con acabado pulido que garantice su estanqueidad.

6.1.4. SOPORTES DE MANIFOILD (3 unidades)

Comprende la construcción de 3 soportes para tuberías denominadas S1, S2 Y S3 constituidos por una zapata corrida de concreto armado con las siguientes dimensiones:

SOPORTE S1 (Para Tuberías $\phi 20''$)

Longitud = 0.80 mt.

Ancho de Zapata = 0.80 mt.

SOPORTE S2 (Para Tuberías ϕ 20" ϕ 12", ϕ 6")

Longitud = 1.80 mt.

Ancho de Zapata = 1.00 mt.

SOPORTE S3 (Para Tuberías ϕ 12" y ϕ 6")

Longitud = 1.10 mt.

Ancho de Zapata = 0.80 mt.

6.1.5.- TANQUE ELEVADO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA DE 50 BARRILES DE CAPACIDAD.

Se constituirá un tanque elevado para agua con una capacidad de 50 Barriles. .El tanque será fabricado con planchas de acero soldadas según las características que se indican en los planos de diseño respectivos.

El tanque está soportado por una torre metálica fabricada con tubos de ϕ 4" y 2 ½" y a una altura de 6.30 mts con respecto al nivel del terreno natural.

Las zapatas terminan en sus respectivos pedestales con cuatro pernos de anclaje cada una y una plancha metálica a la cual va soldada la base de los tubos de ϕ 4" que conforman las columnas de la torre de soporte del tanque elevado.

El tanque cuenta con una plataforma en el nivel +6.30 conformado por plancha estriada con su respectiva escalera de acceso y barandas de seguridad..

El abastecimiento de agua se realizara por camiones tanque a través de una tubería de ϕ 2".

6.1.6. OBRAS MECÁNICAS

6.1.6.1. MONTAJE DEL COMPRESOR

El compresor será entregado por Petroperú en la estación de compresores de Peña Negra. Para la colocación sobre su base, Petroperú proporcionará una grúa. Los trabajos de alineamiento y conexión serán hechos en estricto cumplimiento con las especificaciones del fabricante.

Esta actividades también incluye el montaje del separador PV-05 proporcionando con el compresor, el que se instalará en la línea de descarga, cerca de la ubicación del separador S-1 (Gas de arranque).

6.1.7. FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE MANIFOLDS

Se fabricará e instalará los tres siguientes manifolds:

Manifold de succión, de 20" y 5 m de longitud aproximadamente, fabricado en tubería de 0.375" de espesor.

Manifold de descarga en 800 psi, de 12" y de 5 m de longitud aproximadamente, fabricado en tubería sin costura sch 80 (espesor 0.406").

Manifold de descarga en 2,000 psi, de 6" y 5 m de longitud aproximadamente, fabricado en tubería sin costura de espesor sch 120 (espesor 0.562")

Los manifolds se instalarán al lado oeste de los compresores existentes. Serán de acero API 5L grado B, fabricados según el ANSI B 31.8, gas transmission and Distribution Piping System.

Los manifolds de 12" y 6" serán radiografiados al 100%. Dichos manifolds llevarán refuerzos anulares en las derivaciones.

Las derivaciones iguales o mayores a 2" serán conectadas mediante bridas a las tuberías.

Los manifolds descansarán sobre soportes de concreto (S-1, S-2, S-3), a los que se sujetarán con abrazaderas, debiendo quedar un extremo deslizante para permitir la libre dilatación de los manifolds.

Los manifolds serán arenados y pintados luego de la prueba hidrostática.

6.1.8. INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE INTERCONEXIÓN

Se instalarán tuberías de acero al carbono para la interconexión del nuevo compresor y de los compresores existentes, a los manifolds y equipos de la estación de compresores.

Las tuberías serán de acero especificación API 5L grado B, sin costura, fabricados según el ANSI B31.8. se empleará tuberías sch 40 y sch 80 según las presiones de trabajo. Los accesorios serán soldados a tope o socket según el diámetro y presión de la línea. Las válvulas serán bridadas para tamaños iguales o mayores de 2" y riscadas o SW para tamaños menores a 2".

Las tuberías, válvulas y accesorios serán arenadas y pintadas luego de la prueba hidrostática. Se aplicará pintura epóxica de poliamida a las tuberías, accesorios, válvulas y soportes metálicos, salvo que estén enterradas, en cuyo caso se aplicará un sistema de pintura epoxy coal-tal. También se aplicará un sistema de pintura epóxico a los equipos, excepto cuando vengan de fábrica con una capa de acabado.

Las líneas serán probadas hidrostáticamente a una presión 1.5 veces la presión de diseño.

Se realizará un radiografiado al 5% de las tuberías de 2,000 psi.

Las tuberías principales (succión, descarga, gas combustible, gas de arranque, etc.) irán montadas sobre soportes fabricados de tubería de acero.

Las tuberías de desfogue irán enteradas hasta descargar en la quebrada (la misma zona donde actualmente descargan otras tuberías). Las tuberías enterradas llevarán pintura coal-tar. Las líneas de drenaje de hidrocarburos se llevarán hacia los buzones ciegos, a partir de donde es responsabilidad de Petroperú su manipuleo.

Los ratings de las válvulas son 1500 lbs ANSI para líneas a 2,000 psi, 600 lbs ANSI para líneas a 800 psi, 150 lbs ANSI para líneas en baja presión (succión, etc).

Asimismo, se ha considerado juntas de anillo (RTJ) para líneas clase 1500 ANSI, empaquetaduras metálicas en espiral para líneas clase 600 lbs ANSI y empaquetaduras de asbesto comprimido para líneas de baja presión.

6.1.9. INSTALACIÓN DE SEPARADOR S-1 (SCRUBBER)

Se instalará un separador vertical de 1.8 MMSCFD para servicio de arranque del compresor de gas. Este equipo será montado sobre una base de concreto al norte del compresor Ajas.

El drenaje de este equipo será conducido hasta un buzón ciego instalado a aprox. 1 metro de distancia del equipo, al cual también descargará el drenaje del separador PV-05 suministrado con el espesor.

6.1.10. INSTRUMENTACIÓN

La obra incluye la instalación de las válvulas e instrumentos :

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN / FUNCION
PCV-01	Válvula reductora de presión/ Estación reductora a 800 psi
PCV-02	Válvula reductora presión/ Alimentación a scrubber 150 psi
PCV-03	Válvula reductora- alimentadora presión Kimray Succión
PSV-01	Válvula de seguridad/ Estación reductora a 800 .
FR-01	Registrador de flujo/ Succión de compresores
FR-02	Registrador de flujo/ Descarga del compresor en 2,000psi
FR-03	Registrador de flujo/ Gas a campo en 2,000psi (línea 1)
FR-04	Registrador de flujo/ Gas a campo en 800 psi.
FR-05	Registrador de flujo /Gas a campo en 2,000 psi (línea 2)
TG-01	Termómetro/ Descarga total en 800 psi
TG-02	Termómetro/ Descarga total en 2,000 psi.
PI-01	Manómetro / Manifold de succión
PI-02	Manómetro / Manifold de 800 psi
PI-03	Manómetro / Manifold de 2,000 psi
PI-04	Manómetro/ Gas a campo en 2000 psi (línea 1)
PI-05	Manómetro /Gas a campo en 800 psi
PI-06	Manómetro/Gas a campo en 2000 psi (línea 2)
PI-07	Manómetro/Gas de arranque

6.1.11. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

6.1.11.1.- CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PARA TUBERÍAS

La instalación del compresor conlleva a contar con líneas de diferentes presiones y temperaturas, por lo cual se hace también necesario el empleo de diferentes tipos de materiales. Por esta razón, las tuberías del proyecto han sido clasificadas según las condiciones de diseño en "clases". El cuadro N ° 1.(Sección 3.2) ESPECIFICACIONES DE CLASES DE TUBERÍAS Y MATERIALES PARA PIPING , muestra las Clases establecidas así como los parámetros de diseño correspondientes.

6.1.11.2 CONEXIONES AL COMPRESOR

El Cuadro N ° 2 (Sección 3.2) CONEXIÓN DE TUBERÍAS AL COMPRESOR muestra las conexiones necesarias en el motocompresor identificadas por su número según los planos de fabricante, y la clase de material que se debe emplear en cada caso.

6.1.11.3. SECUENCIA DE LA OBRA

La obra civil estará lista cuando el compresor llegue a la Estación de compresores .

Para el montaje de las tuberías, se seguirá las siguientes directivas generales:

Se deberá minimizar el tiempo de interferencia con la operación de los equipos existentes en la estación de compresores.

Los manifolds serán prefabricados en taller.

Se construirá todas las tuberías nuevas antes de realizar la conexión a tuberías existentes. Estas conexiones se harán en forma secuencial, de forma existentes que en los posible sólo se saque de servicio un compresor a la vez.

Deberá contarse con personal de seguridad de Petroperú para que realice las verificaciones de no presencia de gases combustibles en el área de trabajo normalmente, Petroperú S.A. deberá tomar las medidas para corregir la situación y evitar retrasos.

6.2.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRAS CIVILES.

6.2.1.- OBRAS PRELIMINARES

Son que deben ejecutarse prioritariamente antes de dar inicio a los trabajos de edificación, teniendo en cuenta el Reglamento Nacional de Construcciones.

1.2.1 Limpieza del terreno.

Los trabajadores de limpieza del terreno considerados en este rubro son la eliminación del desmonte, extracción de malezas, raíces, tacones y todo elemento que puede causar una discontinuación en el replanteo.

6.2.1.1. Replanteo.

Es materializar en el terreno con determinación precisa la ubicación y medidas de todos los elementos indicados en los planos, sus linderos y establecen normas y señales de referencia.

Los ejes deben ser fijados en el terreno en forma permanentemente mediante estacas, o balizas debiendo ser aprovechados por el Inspector antes de empezar las obras.

6.2.2 - MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

6.2.2.1. GENERALIDADES.

El movimiento de tierras comprende las secuencias de excavación, acarreo de materiales, relleno, eliminación de material excedente hasta alcanzar los niveles indicados en los planos.

Terminados las excavaciones el Contratista ejecutará la prueba de resistencia del suelo de constatar que es menor a lo especificado en los planos notificará al Ingeniero Inspector, a fin de que tome las providencias del caso requiera.

6.2.2.2. - EXCAVACIÓN

Es el trabajo que debe ejecutarse por debajo de nivel medio del terreno natural, ya sea por medio de maquinaria o herramientas a mano.

Para los efectos de llevar a cabo estos trabajos, se debe tener en cuenta el establecer las medidas de seguridad y protección tanto con el personal de la construcción como de las personas y público en general, así como también establecer las posibles perturbaciones que pueden presentarse en las construcciones colindantes, prevenir desplomes, asentamiento o derrumbes, así como también el de evitar las destrucciones de instalación de servicios subterráneos que pudiera existir en le área a excavar, por lo que el Contratista deberá tener en consideración estas eventualidades.

6.2.2.3. - Excavaciones Masivas.

Son los grandes movimientos de tierra se realizarán por medio de maquinarias.

Para este caso se irán formando terraplenes, andenes, rampas con le fin de facilitar las tareas de excavación, eliminación y acarreo del material excavado.

6.2.2.4 Excavación de Cimientos y /o Zapatas

Estas excavaciones se harán de acuerdo con las dimensiones exactas formuladas en los planes, se evitará en lo posible el uso encofrado.

En forma general los cimientos deben efectuarse sobre terreno firme (Terreno Natural).

En el caso de que se tenga que rellenar el terreno natural que obtener la plataforma del NPT la profundidad de la excavación para los cimientos se medirá tomando el nivel medio del terreno natural, siendo en este caso los sobrecimientos de altura variable.

El fondo de la Zanja y /o zapata debe quedar en terreno fijo.

Cualquier mayor excavación será rellena con concreto sobre una resistencia a la compresión de $f_c = 50 \text{ Kg /cm}^2$. Siendo el costo de este trabajo del cargo del Contratista.

El fondo de la excavación deberá quedar limpio y parejo.

Todo el material procedente de la excavación que no sea adecuado o que no se requiera para los rellenos será eliminando de la obra.

El Contratista debe efectuar pruebas de resistencias del terreno al finalizar la excavación de las zanjas y /o zapatas , dichas pruebas serán por su cuenta y controladas por el Ingeniero Inspector.

Es necesario que el Contratista prevea la ejecución de la obra, un conveniente sistema de regado a fin de evitar al máximo que se produzca polvo.

6.2.2.5. Tablestacado o Entibiado.

Cuando se presente terrenos sueltos y sea difícil de mantener la verticalidad de las paredes de las zanjas se efectuará el tablestacado o entibiado, según sea en el caso y a indicación del Ingeniero Inspector.

6.2.2.6. INSTALACIONES Y/O OBSTRUCCIONES SUBTERRÁNEAS.

El Contratista deberá tener en cuenta al momento de efectuar la limpieza, excavación de zanjas o zapatas, etc. La posible existencia de instalaciones subterráneas por lo que debe tomar las providencias del caso a fin de no se interrumpa el servicio que prestan estas instalaciones y proseguir con el trabajo encomendado. Para todos estos trabajos, el Concesionarios respectivos y solicitar la correspondiente autorización para el desvío o trasladado de los servicios.

Asimismo, puede presentarse obstrucciones como cimentaciones, muros etc, en cuyo caso deberá dar parte al Ingeniero Inspector el que determinará lo conveniente dadas las condiciones en que presente el caso. En todos los casos del Contratista debe efectuar los trabajos con sumo cuidado con el fin de evitar accidentes.

6.2.2.7. RELLENOS.

Los rellenos estarán constituidos del material proveniente de las excavaciones, si es acto para el efecto, para material de desmonte libre de basuras o materias orgánicas susceptibles de descomposición. Se podrá emplear piedras, cascote de concreto o material de albañilería.

El relleno se ejecutará por capas de un espesor máximo de 20 cm, debiendo regarse y compactarse en forma óptima hasta que alcance su máxima densidad.

6.2.2.8 DISPOSICIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES.

Para todo lo no especificado en los acápite anteriores el Contratista deberá ceñirse íntegramente a lo indicado en el Reglamento Nacional de Construcciones, título VII al II y del VII al III.

6.2.3. - OBRAS DE CONCRETO SIMPLE.

6.2.3.1. GENERALIDADES

Las presentes especificaciones se refieren a toda obra de concreto en la que no es necesario el empleo de armadura metálica.

6.2.3.2. MATERIALES.

6.2.3.2.1. Cemento

A usarse será Pórtland tipo I, que cumpla con las normas ASTM C-150

6.2.3.2.2. Hormigón.

Será material procedente de río o cantera compuesto de agregados finos y gruesos de partículas duras, resistentes a la abrasión, debiendo estar libres de cantidades perjudiciales de polvo, partículas blandas o escamosas, ácido materiales orgánicas y otras sustancias perjudiciales, su granulometría debe estar comprendida entre lo que pase por malla 100, como mínimo, y la 2" como máximo.

6.2.3.2.3. Agregado fino.

Como agregado fino se considera la arena que debe ser limpia de río o de cantera de grano duro, resistente a la abrasión, lustroso, libre de cantidades perjudiciales de polvo y que debe cumplir con las normas establecidas de ASTM C 330.

6.2.3.2.4. Agregado grueso.

Se considera a la piedra brava rota o triturada de contextura dura, compacta, libre de tierra, resistente a la abrasión y que debe cumplir con las normas ASTM C 33, ASTM C-131, ASTM C-88, ASTM C-127.

6.2.3.2.5. El Agua.

Para la preparación del concreto debe contar con agua la que debe ser limpia, potable fresca que sea dura estos es con sulfatos; tampoco deberá usarse aguas servidas.

6.2.3.2.6. ALMACENAMIENTO

Todos los agregados deben almacenarse de forma tal que no se produzcan mezcla entre ellos evitando que se contaminen con polvo, materias orgánicas o extrañas.

El cemento a usarse debe apilarse en rumas de no más de 10 bolsa y el uso debe ser de acuerdo a la fecha de recepción, empleándose el más antiguo en primer término no se podrá usar el cemento que presente endurecimiento en su contenido.

6.2.3.2.7. MEZCLADO

Todo el material integrante (cemento, arena, piedra partida u hormigón y agua) deberá mezclarse en l mezcladora mecánica al pie de la obra y ello será usado en estricto acuerdo con su capacidad y velocidad especificada por el fabricante manteniéndose en le mezclado por un tiempo máximo de 2 minutos.

5.2.3.2.8. CONCRETO

El concreto usarse deberá estar dosificado en forma tal que alcance a los 28 días de fraguado y curado una resistencia a la compresión $f_c = 100 \text{Kg/cm}^2$. probado en especímenes normales de 6" de diámetro x 12" de alto deberá cumplir con las normas ASTM C- 172. el concreto deberá tener la suficiente fluidez a fin de que no se produzca segregaciones de sus elementos al momento de colocarlos en las obra.

5.2.3.2.9. TRANSPORTE

El transporte debe hacerse lo más rápido posible para evitar segregaciones o pérdida de los componentes. No se permitirá la colocación de material segregado o mezclado.

5.2.3.2.10. CIMIENTOS CORRIDOS Y/ O ZAPATAS.

El concreto se verterá en las zonas y/o zapatas en forma continúa previamente debe haberse regado tanto las paredes como el fondo a fin de que el terreno no absorba el, agua del concreto.

Primero se verterá una capa de por lo menos 10 cms de espesor, pudiendo agregarse piedra con una dimensión máxima de 6" y en una proporción no mayor de 30 % de volumen del cimiento o zapata. La piedra tiene que quedar completamente entre las piedras la parte superior de los cimientos debe quedar plana y rugosa. Se curará el concreto vertiendo agua en prudente cantidad.

6.2.3.2.11. Encofrado.

Se ejecutará con madera sin cepillar y con un espesor mínimo de 1 1/2 el encofrado llevará puntales y tornapuntas convenientemente distanciados, las caras anteriores del encofrado deben guardar la verticalidad, alineamiento y ancho constante.

En los sobrecimientos se podrá utilizar hasta un 25% de piedra desplazadora con una mayor dimensión de 3"

6.2.3.2.11. ENSAYOS DE CONCRETO.

El ing. inspector deberá ordenar tomara muestra de concreto a usarse de acuerdo con las normas AASTNM C-172 para ser sometida a la prueba de compresión de acuerdo con la norma AASTM C-39.

Se tomará por lo menos tres muestras por cada 100 m³ de concreto o menos ejecutados en le día, las probetas se ensayarán la primera a los 7 días y el resto a los 28 días.

6.2.4. OBRAS DE CONCRETO ARMADO.

6.2.4.1. GENERALIDADES

Las especificaciones de este rubro corresponde a las obras de concreto armado cuyo diseño figura en el juego de planos del proyecto.

Completamente estas especificaciones las notas y detalles que aparecen en los planos estructurales, así como también lo especificado en el Reglamento Nacional de Construcciones y las Normas de Concreto Armado (ACI 318 a la 77) y de la A.S.T.M.

6.2.4.2. MATERIALES

6.2.4.2.1. Cemento

El cemento a utilizarse será Pórtland tipo I , que cumpla con las normas de ASTM C-150 ITINTEC 334-009 –74.

Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.5 Kg (94 lbs /bolsa) el que podrá tener una variación de +- 1% del, peso indicado; también se usa cemento al granel para la cual debe contarse con un almacenamiento adecuado para que no se produzca cambio en su composición y características físicas.

El Ing Inspector tomará muestras, la que someterán a pruebas de acuerdo con las normas AASTM C-150 y que serán de cargo del Contratista.

6.2.4.2.2. Agregados

Las especificaciones concretas están dadas por las normas ASTM C-33, tanto para los agregados finos como para los agregados; además se tendrá en cuenta las normas ASTM 438 para evaluar la dureza de los mismos.

01. Agregados finos , arena de río o de cantera.

Debe ser limpia, silicosa y lavas de granos duros, resistente a la absorción, lustrosa, libre de cantidades perjudiciales de polvo, Se controlará la materia orgánica por lo indicado por lo ASTM. C-40 , la granulometría por ASTM C-136 y ASTM C-17, ASTM C-117.

La arena utilizada por la mezcla del concreto será bien graduada y aprobarse por medio de malla standard (ASTM C-136), deberá cumplir con los límites siguientes.

TABLA N ° 6.1 : SELECCIÓN DE ARENA

MALLA	% QUE PASA
3/8	100
8	90 – 100
16	70 – 95
30	50 -85
50	30 – 70
100	10 – 45

El módulo de fineza de la arena estará en valores de 2.50 a 2.90, sin embargo la variación del módulo no excederá 0.30.

El Ingeniero podrá someter la arena utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas determinadas por el ASTM para las pruebas de agregado con concreto, tales como ASTM C-40 ASTM C-128 ASTM C-88 y otros que considere necesario.

La arena será considerada acta si cumple con las especificaciones y las pruebas que efectúe el Ingeniero.

02. Agregado grueso.

Deberá ser de piedra o grava, rota o chancada, de grano duro o compacto , la piedra deberá estar limpia de polvo, materia orgánica o barro, u otras sustancias de carácter deletéreo.

En general deberá estar de acuerdo con las normas ASTM C-33

En caso de que no fuera obtenidas las resistencias requeridas el Contratista tendrá que ajustar la mezcla de agregados por su propia cuenta hasta que los valores requeridos sean obtenidos.

03. Hormigón.

Será material de río o de cantera compuesto de agregado fino y gruesos de partículas.

Cantidades perjudiciales de polvo, partículas blandas y escamosas ácidos, materias orgánicas y otras sustancias perjudiciales. Su granulometría debe estar comprendida entre lo que pase por la malla 100, como mínimo y la 2" como máximo.

6.2.4.2.3 El Acero

El acero es un material obtenido de fundición de altos hornos, para el refuerzo de concreto y para concreto prefabricado generalmente logrado bajo las normas ASTM A-615, A-617, en base a su carga de fluencia f_y 4,000 Kg/cm². Carga de rotura mínima 5,900 Kg/cm², elongación de 20 cm mínimo 8%.

01 Varillas de refuerzo

Varillas de acero destinadas a reforzar el concreto cumplirá con las normas ASTM A-15 (Varillas de acero de lingote grado intermedio), tendría corrugaciones para su adherencia con el concreto el que debe ceñirse a lo especificado en las normas ASTM A-305.

Las varillas deben estar libre de defectos, dobleces y/o curvas; no se permitirá el redoblado ni el enderezamiento del acero obtenido en base de torsiones y otra forma de trabajo en frío.

02 Doblado

Las varillas de refuerzo se cortarán y doblarán de acuerdo a lo diseñado en los planos, el doblado debe hacerse en frío, no se deberá doblar ninguna varilla parcialmente embebida en el concreto; las varillas de 3/8", 1/2 " y 5/8" se doblarán con un radio mínimo de 2 1/2" diámetros y las varillas de 3/4" y 1" su radio de curvatura será de 3 diámetros, no se permitirá el doblado ni el enderezamiento de las varillas de forma tal que el material sea dañado.

03 Colocación

Para colocar el refuerzo en su posición definitiva será completamente limpiado de todas las escamas, óxidos sueltos y de toda suciedad que pueda reducir su adherencia; y será acomodado en las longitudes y posiciones exactas señaladas en los planos, respetando los espaciamientos, recubrimientos y traslapes indicados.

Las varillas se asegurarán firmemente al encofrado para impedir su desplazamiento durante el vaciado del concreto.

04 Empalmes.

La longitud de los traslapes para barras no serán menor de 36 diámetros, ni menor de 30 cms, para barras lisas será el doble para lo que se use para corrugadas.

05 Soldaduras.

Todo empalme con soldaduras deberá ser autorizado por el Proyecto a o Ing. Inspector.

Se usará electrodos de la clase AWS E-7018 (Superficie de Oerlikon o similar) la operación de soldado debe ejecutarse en estricto cumplimiento de las especificaciones proporcionadas por el fabricante. El Contratista será el único responsable de las fallas cuando estas uniones sean sometida a pruebas especificadas en las normas ASTM A –370

06 Malla Soldada

Para la colocación de malla soldada se proveerá de lados de concreto de 5 cms x 5 cms. De lado en que se halla embebido previamente al alambre recocido N° 18 , con lo que se sujetará la malla; para la unión de tramos de malla, estas tendrán un traslape de por lo menos 30 cms. Convencionalmente asegurados.

07 Pruebas

El contratista entregará al Ing Inspector un Certificado de los ensayos realizados a los especímenes determinados en el N° de 3 por cada 5 toneladas de cada diámetro los que deben haber sido sometidos a pruebas de acuerdo a las normas ASTM A –370 en la que se indique la carga de fluencia y carga de rotura.

Para el caso del empleo de barras soldadas, éstas serán probadas de acuerdo con las normas ACI 318-71 , en N° de una muestra por cada 50 barras soldadas. El mencionado certificado será un respaldo de

Contratista para poder ejecutar la obra, defectos detectadas a posterior.

08 Tolerancia.

Las varillas para el refuerzo del concreto tendrán cierta tolerancia, según se indica, pasada la cual no puede ser aceptado su uso.

A. Tolerancia para su fabricación

- | | |
|--|------------|
| a) En longitud de corte | + - 2.5 cm |
| b) para estribos, espirales y soportes | + - 1.2 cm |
| c) para el doblado | + - 1.2 cm |

B. Tolerancia para su fabricación

- | | |
|--|------------|
| a) Cobertura de su concreto a la superficie | + - 6.0 mm |
| b) Espaciametro entre varillas | + - 6.0 mm |
| c) Varillas superiores en losas y vigas | + - 6.0 mm |
| d) Secciones de 20 cm de profundidad más o menos | + - 6.0 mm |
| e) Secciones de más de 20 cm de profundidad | + - 1.2 mm |
| f) Secciones más de 60cm de profundidad | + - 2.5 mm |

C. Autorizaciones

La ubicación de las varillas desplazadas a más de un diámetro de su posición o la superficie para exceder esta tolerancia, para evitar la interferencia con otras varillas de refuerzo, conduit o materiales empotrados esta supeditada al Ing. Inspector.

6.2.4.2.4. El Agua

El emplearse en la preparación del concreto en principio debe ser potable, fresca limpia, libres de sustancia perjudiciales como aceites, ácidos álcali , sales minerales, materias orgánicas, partículas de humo, fibras vegetales, etc. Se podrá usar agua de pozo siempre y cuando se cumpla con las exigencias ya anotadas y usar que no sean aguas duras con contenido de sulfatos. Se podrá usar agua no potable sólo cuando el producto de cubos de morteros aprobados a la compresión a los 7 y 28 días de resistencia iguales o superiores a aquellas preparadas con agua destilada. Para tal efecto, se ejecutará pruebas de acuerdo con las normas ASTM – C 109

Se considera como agua de mezcla la contenido en la arena y será determinada según las normas ASTM – C- 70.

6.2.4.2.5. Aditivos

Se permitirá el uso de aditivos, tales como acelerantes de fragua, reductores de agua, densificadores, plastificantes etc.

Siempre y cuando sean de calidad reconocida y comprobada. No se permitirá el uso de productos que contengan cloruro de calcio o nitratos.

El Contratista deberá usar los implementos adecuados para la dosificación del aditivo; se almacenará los aditivos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante controlándose la fecha de expiración de los mismos, no pudiendo usarse los que hayan vencido la fecha.

En caso de emplearse aditivos estos serán almacenados de manera de que se evite la contaminación, evaporación o mezcla con cualquier otro material.

Para aquellos aditivos que se suministran en forma de suspensiones o soluciones inestables debe preverse equipos de mezclados para asegurar una distribución uniforme de los componentes. Los aditivos líquidos deben protegerse de temperaturas extremas que puedan modificar sus características.

En todo caso, los aditivos a emplearse deberán estar comprendidos dentro de las especificaciones ASTM correspondientes, debiendo el Contratista suministrar prueba de esta conformidad, para lo que será suficiente un análisis fabricado por el fabricante del producto.

6.2.4.2.6. Diseño de mezcla.

El contratista hará su diseño de mezcla los que deberán estar respaldados por los ensayos efectuados en laboratorios competentes; estos deben indicar las proporciones , tipo de granulometría de loa agregados, calidad en tipo de cantidad de cemento a usarse ,a sí como también la relación agua cemento; los gastos de estos ensayos son por cuneta del contratista.

El contratista deberá trabajar en base a los resultados obtenidos siempre y cuando cumplan con las normas establecidas.

6.2.4.2.7. Almacenamiento de materiales.

01. Agregados

Para el almacenamiento de los agregados se debe contar con un espacio suficientemente extenso que en él se dé cabida a los diferentes tipo de agregados sin que produzcan mezcla entre ellos de modo preferente debe ser una losa de concreto con la que se evita que los agregados se mezclen con tierras de otros elementos nocivos al preparado del concreto y debe ser accesible para su traslado al sitio en que funciona la mezcladora.

02. Cemento

El lugar para almacenar este material, de forma preferente debe estar constituido por una losa de concreto un poco más elevado del nivel del terreno natural con el objeto de evitar la humedad del terreno que perjudica notablemente sus componentes.

Debe apilarse en rumas de no más de 10 bolsas, lo que facilite el control y fácil manejo. Se irá usando el cemento en el orden de llegada a la obra. Las bolsas deben ser recibidas con sus coberturas sanas, no se aceptarán bolsas rotas y las que presenten endurecimiento en sus superficies. Las que deben contener un peso de 42.50 Kg. De cemento, cada una.

En el caso de usarse cemento a granel su almacenamiento debe ser hecho en silos cerrados y en la boca de descarga debe tener dispositivos especiales de pasaje de tal suerte que cada vez que se accione este dispositivo entregue sólo 42.5 Kg de cemento con $\pm 1\%$ de tolerancia.

El almacenamiento del cemento debe ser cubierto, esto es que debe ser techado en toda su área.

03. El Acero

Todo elemento de acero a usarse en obra debe ser almacenado en depósito cerrado y no debe apoyarse directamente en el piso, para lo cual debe construirse parihuelas de madera de por lo menos 30 cm. de alto. El acero debe almacenarse de acuerdo con los diámetros de tal forma de que se pueda disponer en cualquier momento de un determinado diámetro sin tener necesidad de remover ni ejecutar trabajo excesivos de selección. El acero debe mantenerse libre de polvo y alejados de depósitos de grasas, aceites y aditivos.

04. El Agua

Es preferible el uso del agua en forma directa de la tubería, la que debe ser del diámetro adecuado.

6.2.4.2.3 CONCRETO

El concreto será una mezcla de agua, cemento, arena y piedra; preparada en una máquina mezcladora mecánica dosificándose estos materiales en proporciones necesarias, capaz de ser colocadas sin segregaciones a fin de lograr las resistencias especificadas una vez endurecido.

6.2.4.2.3.1 Dosificación

Con el objeto de alcanzar las resistencias establecidas para los diferentes usos de concreto, sus elementos deben ser dosificados en proporciones de acuerdo a las cantidades en que deben ser mezclados.

El Contratista propondrá la dosificación proporcionada por los materiales, los que deben ser certificados por un laboratorio competente que haya ejecutado las pruebas correspondientes de acuerdo con las normas prescritas por la ASTM, dicha dosificación debe ser en peso.

6.2.4.2.3 .2 Consistencia

Las proporciones de arena, piedra cemento, agua, convenientemente mezclados debe presentar un alto grado de maniobrabilidad, a fin de que se introduzca en los ángulos de los encofrados, envuelva íntegramente los refuerzos no debiéndose producir segregaciones en su componentes.

En la preparación de la mezcla debe tenerse especial cuidado en la proporción de sus componentes sean estos, arena, piedra, cemento y agua, siendo este último elemento de primordial importancia.

En la preparación de concreto de tendrá el especial cuidado de mantener la misma relación agua – cemento, para que éste de acuerdo con le Slump previsto en cada tipo de concreto usarse; a mayor uso de agua es mayor el Slump y menor la resistencia que se obtiene del concreto.

6.2.4.2.3.3. Esfuerzo

Es esfuerzo de compresión especificado del concreto f_c para cada porción de la estructura indicado en los planos, está basado en la resistencia de compresión alcanzada los 28 días, la menos de que se indique otro tiempo diferente. Esta información deberá incluir como mínimo la demostración de la conformidad de cada mezcla con la especificación y los resultados de testigos de rotos en compresión de acuerdo a las normas ASTM C-31 y C-39 en cantidad suficiente para demostrar que se esta alcanzando la resistencia mínima especificada y que no más del 10% de todas las pruebas de valores inferiores a dichas resistencias.

Se llama prueba al promedio de la resistencia de 3 testigos del mismo concreto probado en la misma oportunidad.

A pesar de la aprobación del Ingeniero, el Contratista será total y exclusivamente responsable de conservar la calidad del concreto de acuerdo a las especificaciones.

La dosificación de los materiales debe ser en peso.

5.2.4.2.3.4. Consolidación.

El concreto debe ser trabajado a la máxima densidad, debiéndose evitar las formaciones de la bolsa de aire incluido, de agregados gruesos contra la superficie de los encofrados y de los materiales empotrados en el concreto. A medida de que el concreto es vaciado en las formas, debe ser consolidado total y uniformemente con vibradores eléctrico o neumáticos para asegurar que se forma una pasta suficientemente densa y que pueda adherirse perfectamente a las armaduras, que pueden introducirse en las esquinas de los encofrados.

No debe sobre vibrarse la pasta por cuanto se produce segregaciones que afectan a la resistencia que debe obtenerse. Donde no sea posible realizar el vibrado por inmersión, deberá usarse vibradores aplicados a los encofrados, accionados eléctricamente o con el aire comprimido ayudados donde sea posible con vibradores a inmersión.

La inmersión del vibrador será tal que permita penetrar y vibrar el espesor total del estrato y penetrar en la capa inferior del concreto fresco, pero de tendrá especial cuidado para evitar que la vibración pueda afectar el concreto ya que está en proceso de fraguado.

No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa antes que la inferior haya sido completamente vibrado.

Cuando el piso sea vaciado mediante el sistema mecánico con vibro acabadoras se ejecutarán una vibración complementaria en profundidad con sistemas normales.

6.2.4.2.3.5. Concreto Expuesto

En los proyectos cuyos elementos estructurales sean tratados o indicados como “Concreto Expuesto – Caravista”, sean estas placas, columnas, vigas, encasetonados, cajas de escalera, parapetos, celostas, etc. serán tratados como se indica.

– Encofrado de concreto expuesto o caravista

Los encofrados para el acabado “Concreto Expuesto o Cara Vista”, será ejecutado con madera de preferencia nueva, perfectamente cepillada, planchas de triplay con espesor suficiente que pueda resistir el empuje del concreto sin que se pandee. En la ejecución se procederá en tal forma que pueda ser desencofrado fácilmente, antes del vaciado del concreto y el colocado de la estructura, se deberá aceitar laquear o barnizar las superficies internas del encofrado de acuerdo con las indicaciones de los fabricantes.

– Acabado de la Superficie

La Superficie del concreto llevará un tratamiento texturado de acuerdo a los planos de detalles arquitectónicos, los cuales incluyen los diferentes acabados.

– **Acabado de tipo liso**

Este acabado es el normal obtenido al retirar la forma, lográndose una superficie completamente llana y lisa para lo cual se utilizaran los encofrados descritos en estas especificaciones

– **Color del Concreto expuesto**

A fin de determinar el tono exacto del color, se prepararán muestras de cada uno de los diferentes tipos de concreto a emplearse en la obra, variando en cada caso la cantidad de pigmento empleado. El color obtenido deberá ser el mismo para las diferentes calidades de concreto y asimismo, ser aprobado por los Arquitectos.

6.2.4.2.3.6. ENSAYOS DE CARGA

Cuando existen condiciones tales que produzcan duda acerca de la seguridad de la estructura o parte de ella, o cuando el promedio de probetas ensayadas correspondientes a determinada parte de la estructura dé resistencia inferior a la especificad, se hará ensayos de carga en cualquier porción de la estructura.

De ser necesaria la prueba, estará dirigida por un Ing. Especializado.

El ensayo de carga no deberá hacerse hasta que la porción de la estructura que se someterá carga cumpla 56 días de construida, a menos que la inspección acuerde que el ensayo sea realizado antes; pero nunca antes de los 28 días.

Cuando no sea ensayada toda la estructura, se seleccionará para el ensayo de carga, la porción de la estructura que se considere que dará el mínimo margen de seguridad.

Previamente a la aplicación de la carga de ensayo será aplicada una carga equivalente a la carga muerta de servicio de esa porción y deberá permanecer en el lugar hasta después que se haya tomado una decisión con relación a la aceptabilidad de la estructura. La carga de ensayo no deberá aplicarse hasta que los miembros de estructura haya soportado la carga muerta de servicio (peso propio) por lo menos 48 horas.

La carga de ensayo será aplicada a la estructura sin choque ni trepidaciones y será proporcionada por un material de tal naturaleza, que permita colocarla y retirarla fácilmente y que sea lo suficientemente flexible como para que sea capaz de seguir la deformación del elemento de prueba.

La carga de ensayo deberá dejarse en la posición colocada durante 24 horas, tiempo durante el cual serán realizadas las lecturas adicionales de las deflexiones durante las 24 horas posteriores a la remoción de la carga.

6.2.4.2.3.7. Criterio para la Evaluación del Ensayo de Carga

Si la estructura o porción de ella muestra señales de falla de acuerdo a los siguientes criterios, será desechada o se harán los cambios necesarios que garanticen sus resistencias para el tipo de carga para lo que fue diseñada.

6.2.4.2.3.8 . PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE GROUTING

A. REFERENCIAS

Reglamento Nacional de Construcciones (RNC)

ASTM-C-109-84 Compressive Strength of Hidraulic Cement Mortars

B. DEFINICIONES

“Grouting” : Mezcla de cemento, arena y agua, a colocarse entre la base de un equipo y la superficie rugosa de su cimentación. En determinados usos, esta mezcla llevará aditivo.

C. MATERIALES

El cemento, la arena, el agua y los aditivos cumplirán con lo especificado en la norma E-060 del RNC.

D. EJECUCIÓN

D.1 Superficie de la Cimentación

La superficie de cimentación deberá ser rugosa. Esta rugosidad se obtendrá rayándola durante el fraguado o picándola a mano posteriormente.

D.2 Preparación y colocación

- a) Para emplearse en bases de bombas pequeñas, soportes de tuberías, postes, bases para tanques de diámetros menores a 2 m.

Se mezclarán dos partes de arena por cada parte de cemento, agregándose agua hasta obtener una mezcla de consistencia.

Previamente se limpiará la superficie de cimentación, luego se verterá lechada de cemento sobre ella e inmediatamente después se colocará el "Grouting" presionándolo, de manera de eliminar los espacios vacíos y bolsas de aire, hasta lograr una superficie compacta.

- b) Para emplearse en bases de toda estructura que reciba carga, tales como bases de equipos, máquinas rotativas, tanques verticales, compresores, bombas reciprocantes, equipos de vibración.

Previo a la colocación del "Grouting" se limpiará la superficie de la cimentación, eliminándose el material flojo y el de calafateo que se encuentra alrededor de los pernos de anclaje. Se colocará el equipo en su posición final, luego se procederá a nivelarlo empleando cuñas o tornillos nivelantes apoyados en lanas metálicas. Se utilizará un nivel de burbuja de precisión.

Después de nivelado el equipo, se colocará encofrado al perímetro de la base hasta el nivel de enrase que tendrá el "Grouting" luego de asegurarán las tuercas de los pernos de anclaje sin ajustar y se iniciara el vaciado.

Se mezclará cemento, arena y agua con aditivo para evitar la contracción, en las proporciones que indiquen el fabricante.

La mezcla será de consistencia fluida y se vaciará en forma rápida y continua, comenzando por rellenar los tubos de forro de los pernos de anclaje; luego se vaciara desde un extremo hasta que aparezca la mezcla por el otro y ascienda hasta el punto más alto, a fin de llenar todas las cavidades que se encuentran bajo la base.

Una vez curado l "Grouting", durante 5 días como mínimo, se eliminarán las cuñas y demás accesorios, rellenándose las cavidades que quedaren.

E.- Espesor

El espesor de la capa de "Grouting" será el indicado en los planos y /o en el manual del equipo. El espesor mínimo será de 25 mm cuando no se disponga de otra información.

F.- Resistencia

La resistencia mínima a la compresión, a los 28 días, será de 34,3 Mpa (350 Kg/cm²), debiéndose cumplir los requisitos de la norma ASTM-C-109-84

6.3. ESPECIFICACIONES TRABAJOS DE METAL MECANICA

6.3.1. CALIFICACIÓN DE SOLDADORES

GENERALIDADES

6.3.1. 1. ALCANCES

Esta especificación establece los procedimientos para la calificación de soldadores a trabajar en la instalación de tuberías soldadas.

6.3.1.2 LIMITACIONES

- 2.1. Aplicable sólo a materiales bajo la clasificación P-1 del Código ASME, tales como los ASTM A-36, A-53, A-105, A-106, A181, A-285, A-516, API 5L A y B, etc. para la calificación con otros materiales, remitirse al Código ASME.
- 2.2. Aplicable a soldadura con electrodos bajo la clasificación F-3 del Código ASME, como son los electrodos E-XX10 y E-XX1. Para otros tipos de soldadura (doble bisel), se deberá usar este tipo de soldadura en el espécimen de prueba, de acuerdo al Código ASME.
- 2.3. Aplicable para la calificación de soldadores en soldado de tuberías hasta 3/4" de espesor de pared.

6.3.1.3. ESTÁNDARES Y CÓDIGOS

Esta especificación está de acuerdo con:

- ANSI B 31.3 Estándar Code for Chemical Plant & Petroleum Refinery Piping.
- ANSI B 31.8 Estándar Code for Gas Transmisión and Distribution Piping
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code-Section ix-Welding Quailifications.

6.3.1.4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento consiste en la realización de una junta (soldada tope) de tuberías y el posterior sometimiento a pruebas de flexión, de probetas elaboradas de las tuberías soldadas.

La soldadura se realizará en la posición 5-G del Código ASME, que es la mostrada en la figura 1, sin rotar la tubería.

Los bordes a soldar se preparan del modo mostrado en la figura 2.

Las tuberías a soldar serán del mismo tipo que el empleado en la obra, o en su defecto será ASTM A-53, del tipo especificado en el siguiente cuadro:

TABLA 6.2 : CALIFICACIÓN PARA SOLDAR

TUBERÍA DE ESPESOR	TUBERÍA DE PRUEBA
STD	6" ϕ - SCH40
STD < espesor \leq 3/4"	6" ϕ - SCH80

Es aceptable el empleo de tuberías de mayor diámetro siempre que se mantengan como mínimo los espesores de las tuberías del cuadro.

La soldadura se realizará con electrodo clasificación E-6010.

Luego de la soldadura, las probetas para las pruebas de flexión se tomarán del modo mostrado en la figura 3. las probetas serán preparadas de acuerdo a los mostrados en la figura 4. se emplearán las cuatro probetas, dos para flexión transversal de cara y dos para flexión transversal de raíz, derivándose el nombre de la prueba, de la superficie que adopta la forma convexa durante su realización.

La prueba de flexión se realizará empleando alguna de las guías mostradas en las figuras 5 y 6. se aplicará una carga sobre la probeta hasta que ésta adopte un ángulo cercano a 180°. Cualquier procedimiento alternativo requerirá la aprobación por escrito de la supervisión.

Para que se acepte la calificación del soldador, las cuatro probetas deben de pasar la prueba de flexión. Para que las probetas pasen la prueba, la superficie convexa no deberá tener ninguna rajadura ni otro tipo de defecto abierto, de más de 3 mm de longitud en cualquier dirección. Las rajaduras ocurridas en los bordes de la probeta no deben ser consideradas, salvo que exista evidencia que se han producido por defectos en la soldadura.

6.3.1.5 .REGISTROS

Para cada soldador que realice el procedimiento de calificación, se

deberá mantener un registro con todos los datos básicos, tales como:

- Fecha y lugar.
- Procedimiento de soldadura y tipo de electrodo.
- Características de la tubería soldada (Y, espesor, material).

Tipo de probeta.

Resultado de las pruebas de flexión.

Certificado del laboratorio que realizó las pruebas de flexión.

Los Registros deben estar siempre disponibles para la supervisión, debiendo ser presentados para su comprobación antes de cualquier labor de soldadura.

FIG. 6.3.1 : PRUEBA DE SOLDADURA PARA CALIFICACIÓN DE SOLDADORES

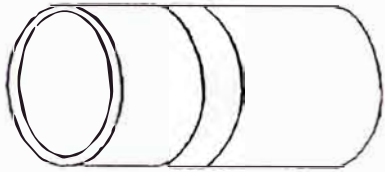


Fig. 1 Posición de soldeo

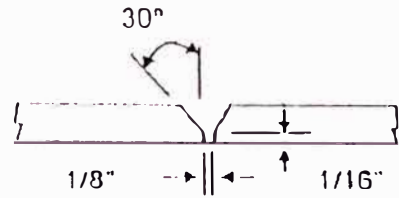


Fig. 2 Detalle de bisel

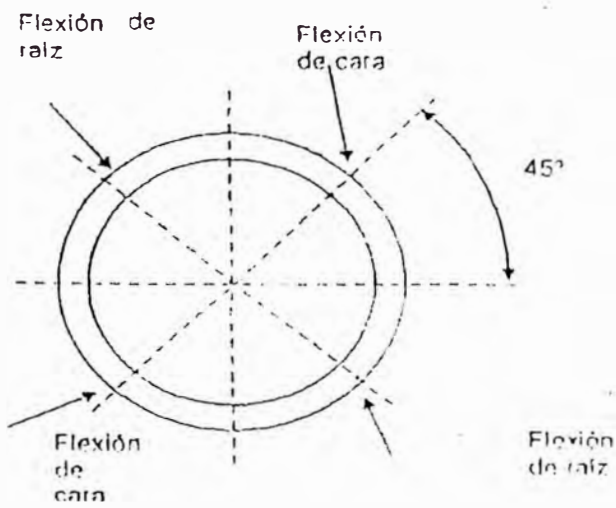


Fig. 3 Ubicación de probetas

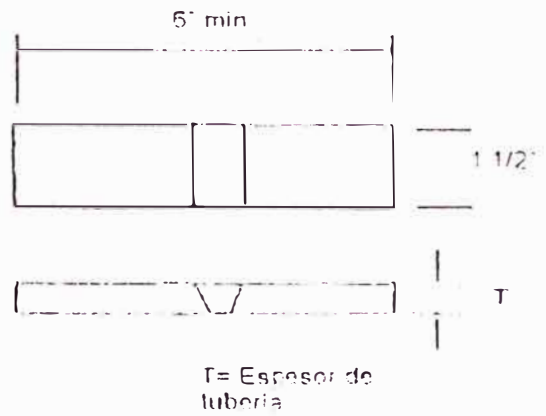


Fig. 4 Preparación de probetas

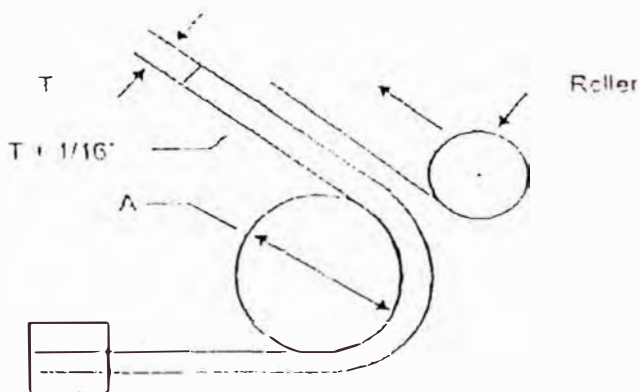


Fig. 5

6. 3.2 . PREFABRICADO DE MANIFOLD, CORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

6. 3.2.1 . INTRODUCCIÓN

Los materiales y la mano de obra que proporcione el Contratista, debe ser de primera categoría, de acuerdo con los estándares modernos internacionales aceptados y reconocidos para instalaciones de este tipo.

El Contratista deberá proveer los medios de transporte, de izaje y personal necesario para la recepción de estos materiales y su transporte a la obra. La recepción cualitativa y cuantitativa del material será hecha por personal competente.

El inventario del material excedente y del material desmontado de las instalaciones existentes, lo hará el contratista en presencia de la Supervisión previamente a su retiro.

Todas las tuberías deberán ser taponadas en sus extremos antes de transportarlas y de almacenarlas a fin de evitar la penetración de cuerpos extraños, por medio de tapones de madera, plástico u otro material aprobado por la Supervisión. Las caras de las bridas deberán ser protegidas de una manera eficaz con discos de madera, plástico u otro elemento aprobado por la Supervisión.

6.3.2.2. MEDICIONES EN OBRA

El Contratista tomará medidas en obra antes de proceder a la habilitación de los tubos o partes de la instalación. El Contratista asumirá la responsabilidad en caso de realizar mediciones equivocadas.

6.3.2.3- MATERIALES

a) Tuberías, válvulas y accesorios

En el Cuadro N°1 se dan las especificaciones de las tuberías y accesorios a emplear.

b) Electrodos

Para la soldadura de tuberías se emplearán electrodos AWS.

c) Anillos de refuerzo

Los anillos de refuerzo para los tubos serán del mismo material que el tubo por reforzar. Para la fabricación de los anillos se empleará tubos recortados.

6.3.2.4 REQUERIMIENTOS PARA LA HABILITACIÓN DE TUBERÍAS

6.3.2.4.1. HABILITACIÓN DEL MATERIAL

1.- Corte y biselado

El corte de los tubos podrá ser hecho por medios mecánicos o por soplete; será siempre preferible el uso de medios mecánicos. Deberá tomarse en cuenta:

- a) Para aceros del carbono, el corte con soplete o con arco eléctrico, será aceptable sólo si el corte es razonablemente parejo y todos los óxidos y escorias son removidos de la superficie esmerilando al metal blanco. El biselado deberá hacerse con máquina biseladora.
- b) Luego del corte con soplete deberá eliminarse aproximadamente 2 mm de material de la superficie del bisel por medio del esmeril. Los terminales de tubos y accesorio que deban ser soldados a tope estarán de acuerdo con la norma ANSI B16.25. Los tubos para las juntas soldadas del tipo "socket weld" serán cortados a escuadra.
- c) Para la soldadura a tope de todos los componentes de tubos, tubos terminales, accesorios y bridas (WN) se requiere una abertura uniforme en la raiz como se especifica abajo.

TABLA N ° 6.3.- ABERTURA DE RAIZ SOLDADURA A TOPE.

DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO	ABERTURA DE LA RAÍZ
Menos a 12"	1.5 mm
De 2" a 10"	1.5 – 2.5 mm
De 12" a mayores	2.5 – 3.5 mm

- d) La forma de biselado será como se muestra a continuación:
- e) Los extremos de tuberías o accesorios a ser soldados a tope deben ser adecuadamente alineados, debiendo mantenerse este alineamiento durante la soldadura. Cuando el desalineamiento interno exceda 1.6 mm, deberá rebajarse la superficie con el mayor espesor con un ángulo máximo de 30°, siempre que esto no resulte en debilitamiento de la tubería.

1.2. Anillos de apoyo (backing ring)

no se usaran sin aprobación de la supervisión. Si la aprobación es dada, los anillos serán cortados (split) y del mismo material que el tubo.

Recortes en el tubo para acomodar el anillo no son permitidos.

1.3. Conexiones laterales

Las conexiones laterales serán del tipo sin penetración.

Las aberturas para conexiones laterales, serán cortados cuidadosamente, esmeriladas y calibradas con precisión, para formar una abertura igual al diámetro interior de la conexión lateral.

La tubería de la conexión lateral será biselada cuidadosamente y calibrada para formar una ranura adecuada que permita la penetración total de la soldadura en todos los puntos.

1.4. Bridas soldadas a tubos

Estarán orientadas de manera que los ejes de los huecos/ pernos no estén alineados con los ejes de centro (horizontal y vertical) y deberán coincidir con la orientación de las bridas de conexión de los equipos.

1.5. Soldaduras circunferenciales a tope adyacente

La distancia mínima permitida entre los bordes de soldaduras circunferenciales será de 50 mm. Si este requisito no puede ser satisfecho las soldaduras deberán ser sometidas a un proceso de alivio de tensiones independientemente del espesor de las paredes del tubo. Para aceros al carbono se permitirá el alivio de tensiones por medio de soplete, usando el control "Tempil Stick".

6.3.2.4.2 DOBLADO

2.1. Generalidades

El doblado de tubos será hecho sólo donde se indique en los planos isométricos o con la aprobación de la Supervisión. En todos los otros casos se usará codos de fábrica. Si el tubo tiene costura longitudinal, está costura deberá ubicarse en el eje neutro. El doblado de tubos hasta diámetros de 4" será realizado con equipos dobladores de tubos o prensas con ayuda de formadores.

El máximo aplanamiento aceptado, definido como la diferencia entre el máximo y el mínimo diámetro en cualquier sección no deberá exceder 8% del diámetro externo.

No se permitirá arrugas, excesivo adelgazamiento, ralladuras o huellas de dados excesivas. Ello será motivo de rechazo y será a cuenta del Contratista. Los radios de doblado no serán menores a 5 veces el diámetro nominal del tubo.

No se aceptarán curvas en donde hayan soldaduras circunferenciales.

Calentamiento por sopletes sólo será posible con autorización escrita de la supervisión. El enfriamiento por agua esta prohibido.

2.2. Doblado de tubería de acero al carbono.

Los tubos de acero al carbono podrán ser doblados en caliente o en frío.

El doblado en caliente, en el que la operación del doblado se ha terminado a temperaturas mayores de 220°C y menores a 900°C, no requieren tratamiento en caliente, cuando el enfriamiento es natural en un ambiente protegido de corrientes de aire.

Cuando el doblado en caliente, se realiza en rangos de temperatura fuera del arriba indicado, se requerirá un tratamiento de normalización en caliente a 900-950°C.

2.3. Tolerancias

Las siguientes tolerancias dimensionales son permitidas:

TABLA N ° 6.4 : TOLERANCIAS PERMITIDAS:

	MENOR QUE 1.5 M	1.5 M ó MAYOR
- Centro a centro	$\pm 1.5 \text{ mm}$	± 3.00
- Centro a cara de brida		
- Entre caras de bridas		

Adelgazamiento de las paredes y ovalamiento en los dobleces

El adelgazamiento máximo permitido en las paredes no deberá exceder del 10% del espesor nominal de la pared. APRA tolerancias en el ovalamiento máximo ver la norma ANSI B31.3

Alineamiento de la cara de la brida

La máxima desviación medida en cualquier dirección no deberá exceder medio grado ($1/2^\circ$)

Posición de los huecos para pernos de las tuberías con bridas

La máxima desviación permitida de la posición requerida medida a lo largo del círculo de huecos es de 1.5 mm.

6.3.2.4.3. EJECUCIÓN DE LOS SOPORTES

3.1. El Contratista verificará todas las cotas antes de la confección y posicionamiento de los soportes, en función de la ubicación exacta de tuberías y equipos. Cualquier divergencia con las ubicaciones dadas en los planos será consultada en la supervisión.

3.2. Las soldaduras serán en principio continuas y de espesor de 3 mm (salvo indicación contraria), ellas podrían ser reemplazadas por ensamblajes empernados de resistencia equivalente, previa aprobación de la Supervisión.

- 3.3. Los esfuerzos transmitidos por las tuberías sobre los soportes y estructuras están indicados en las tablas que figuran en los planos de tuberías.

- 3.4. El Contratista verificará las dimensiones de los soportes antes de su fabricación, tomando en cuenta las dimensiones de los perfiles a los que se sujetarán.

- 3.5. Para las pruebas hidrostáticas no se prevé añadir soportes adicionales para las tuberías apoyadas sobre patines, sin embargo, en caso de juzgado necesario, la Supervisión podrá ordenar la colocación de soportes provisionales para la prueba.

6.3.2.5. MONTAJE Y SOLDADURA DE TUBERÍAS

6.3.2.5.1. MONTAJE DE TUBERÍAS

1.1. Limpieza

Antes de su colocación, las tuberías serán limpiadas por tramos de acuerdo a las indicaciones siguientes:

- a) El Contratista verificará cada tubo antes de su colocación con el fin de asegurarse de su limpieza. Cuando los tapones de protección han sido removidos, malogrados, cuando haya indicios de posible contaminación o cuando lo ordene la Supervisión, la tubería será limpiada antes de colocarse. Esto puede ser hecho por medio de un adecuado trapeado, seguido por un sopleteado de aire con compresora.

- b) La tubería se irá limpiando durante su instalación mediante una bolsa, de cuero o lona, parcialmente inflada, o cualquier otro dispositivo similar, la cual se irá jalando con una cuerda por dentro del tubo conforme se van colocando tramos de tubería. Los extremos abiertos de los tubos serán taponados al final de cada jornada de trabajo, con un tipo de sello tal que impida que el agua, arena u otro material extraño penetre en la tubería. Tales tapones o sello no se removerán hasta que el trabajo no se reanude.

- c) Las líneas de aire deberán ser limpiadas, por tramos, con aire comprimido a la prensa de servicio; las líneas de vapor se limpiarán con inyección de vapor.

- d) Inmediatamente antes de soldar, los bordes biselados deberán ser limpiados de óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, hasta obtener metal blanco brillante.

1.2. Manipuleo

Debe tenerse mucho cuidado en el manipuleo de la tubería con el fin de evitar que se aplaste, distorsione, raye o sufra cualquier otro daño. En caso de que la tubería tenga cubierta protectora, se tendrá especial cuidado en no dañarla. No se permitirá arrastrar o deslizar la tubería, y los tapones protectores de ella no se removerán hasta que no este lista para su inmediata instalación. Cuando la tubería esté lista para instalarse, será inspeccionada por los representantes autorizados del Contratista y la Supervisión. Cualquier tubería dañada a tal punto que, en opinión de la Supervisión, no deba ser usada, será removida del sitio por el Contratista y reemplazada, por otra nueva suministrada por cuenta del Contratista y aceptable para la Supervisión. En caso que se apruebe utilizar parte de la tubería dañada, el costo de cortar la parte dañada y acondicionar el resto será por cuenta del Contratista.

El Contratista preparará esquemas mostrando los tramos de tubería que propone prefabricar antes de la limpieza.

1.3. Instalación

- a) Antes de la instalación de la tubería, el Contratista verificará la correcta colocación de los soportes en sus ubicaciones y niveles indicados en planos y/o autorizados por la Supervisión y resanará la pintura de los soportes que presenten daños.

- b) Durante el montaje de las tuberías, el Contratista no utilizará como áreas de almacenaje temporal las estructuras de viaductos, plataformas y puente de tuberías.

6.3.2.5.2. SOLDADURA

6.3.2.5.2.1. Generalidades

Todas las soldaduras en tuberías y accesorios deberá estar de acuerdo a las normas ANSI aplicable al proyecto.

La soldadura será realizada solamente por soldadores calificados. La calificación de los soldadores se hará de acuerdo a lo indicado en la especificación pertinente. El Contratista correrá con todos los gastos que se deriven del proceso de calificación. Los ensayos de doblado los realizará un laboratorio que haya sido previamente aprobado por la Supervisión.

No está permitido el uso de anillos de respaldo (backing ring), salvo aprobación de la Supervisión.

La soldadura no está permitida cuando la temperatura del metal sea menor a 5°C. Los tubos con costura longitudinal serán empalmados de manera tal que la distancia entre costuras longitudinales de los tubos medida sobre la soldadura circunferencial sea cuando menos 5 veces el espesor de la pared del tubo; preferentemente la costura longitudinal se ubicará en la parte superior de la línea.

6.3.2.5.2.2. Tipo de procedimiento de soldadura

Toda la soldadura se realizará con el proceso de arco eléctrico con electrodo revestido (shielded metal arc welding). El procedimiento de soldadura empleado se realizará estrictamente de acuerdo a estas especificaciones de obra. Cualquier modificación planteada por el Contratista deberá ser previamente aprobado por la Supervisión, siendo necesaria la calificación del procedimiento según la sección IX del código ASME de Recipientes de Presión, en caso de que exista modificación de las variables esenciales ahí descritas. En caso de requerirse la calificación del procedimiento, los costos de la preparación de testigos y ejecución de ensayos serán íntegramente por cuenta del Contratista.

6.3.2.5.2.3. Electrodos

Requisitos generales

Los electrodos (alambre, protección, etc) deben ser del tipo y marca aprobados por el Lloyd's Register of Shipping, Bureau Veritas, American Bureau of Shipping u otro organismo internacional de control. Si no, deberán ser aprobados en acuerdo a las normas de los entes de control arriba indicados y cumplirán con los requisitos exigidos por dichos organismos.

Adicionalmente, todos los elementos consumibles deberán ser adquiridos directamente del fabricante con los certificados de calificación respectiva. Estos certificados deberán dar información, por lote, sobre la composición química y las propiedades mecánicas del depósito de soldadura.

La aprobación final de los elementos consumibles de soldadura se dará luego de aprobar los requisitos de prueba del procedimiento de calificación de soldadura.

Los elementos consumibles de soldadura deberán depositar metal de composición similar a aquella usada en las pruebas de calificación de procedimiento de soldadura y calificación de soldadores, de preferencia coincidente con la composición del metal base.

En términos generales, los electrodos serán del siguiente tipo:

Electrodos:	ASTM A-233.
Para pase de raíz	Clase AWS E-6010
Para relleno y acabado	Clase AWS E-7018

6.3.2.5.4. Cuidados y almacenamiento

Los elementos consumibles de soldadura deberán ser almacenados en condiciones favorables de manera de evitar su deterioro. Estos deben ser almacenados en condiciones de limpieza, sequedad y siempre que sea posible, en sus envases de fábrica, sin abrir.

6.3.2.5..5. Alineamiento

Deberán usarse guías y sujetadores externos, a fin de prevenir posibles desalineamiento y /o deformaciones producidas por la soldadura. Al término del trabajo de soldadura, las guías y /o sujetadores deberán ser completamente removidos.

Las soldaduras de las bridas porta orificio de tipo "welding neck", en su parte interna, serán esmeriladas cuidadosamente de manera que en lo posible esta unión quede lista y homogénea.

6.3.2.5.6. Soldeo

La soldadura de tuberías se ejecutará únicamente con equipos para soldar por arco eléctrico, de corriente continua.

Los diámetros de electrodos y número de pases en función del espesor de las tuberías, serán los indicados en la Tabla 6.5. Estos números de pases no incluyen los pases de acabado.

TABLA N ° 6.5 : PASES DE SOLDADURA:

ESPEJOR	N ° DE PASES
Menos de 0.218"	2
Más de 0.218" hasta 0.322"	3
Mas de 0.322" hasta 0.500" i	4
Más de 0.500" hasta 0.593" inclusive	5
Más de 0.593" hasta 0.750"	6

Se utilizará corriente continua con polaridad invertida (electrodo positivo)

Los valores de corriente sugeridos están indicados en la Tabla 6.6 para electrodos Clases E-6010

TABLA N ° 6.6 : CORRIENTE PARA SOLDAR.

N ° DE PASES	AMPERAJE	DIÁMETRO ELECTRODO
1	85	1/8"
2 y 3	100	1/8"
4 o más	125	5/32"

Durante la soldadura, la escoria que haya quedado, sobre el cordón, deberá ser removida con esmeril o escobilla metálica, antes de aplicar el siguiente pase.

6.3.3 INSPECCIÓN Y PRUEBAS

6.3.3.1. GENERALIDADES

La inspección y prueba deberá ser llevado a cabo antes de la aplicación de cualquier pintura o recubrimiento. Todas las dimensiones deberán ser verificadas para asegurar que la fabricación cumpla con los requerimientos de los planos y de las tolerancias permisibles.

6.3.3.2. INSPECCIÓN

6.3.3.2.1. Inspección Visual

Las tuberías serán inspeccionadas visualmente por el Contratista de acuerdo a los requerimientos del Código ANSI B31.8, debiendo subsanar a su costo cualquier defecto encontrado.

6.3.3.2.2. Inspección Radiográfica

Los manifolds de alta presión (12" y 6") serán inspeccionadas radiográficamente. La inspección radiográfica se realizará según los requerimientos del código ANSI B31.3.

Esta inspección radiográfica será realizada por el Contratista o por una empresa aprobada por la Supervisión, a costo del Contratista.

Asimismo, se tomará radiografías al 100% de un mínimo de 5% de las soldaduras circunferenciales de las líneas de alta presión (2,000 psig y

800 psi), seleccionadas por la Supervisión de modo que estén representados los trabajos de todos los soldadores.

El contratista deberá llevar un control que le permita identificar el soldador que trabajó en cada unión, poniéndolo a disposición de la Supervisión cuando así sea requerido.

El Contratista dará todas las facilidades para la realización de la inspección radiográfica. En caso en que las placas radiográficas muestren que se exceden las imperfecciones toleradas por el código ANSI B31.8, el Contratista deberá reparar de inmediato y a su total costo todas las uniones defectuosas. Se investigará las causas que originaron soldaduras defectuosas.

6.3.3.3. PRUEBA HIDROSTÁTICA

3.6. Condiciones para la prueba

Durante las operaciones de prueba la Supervisión estará presente y dará su acuerdo sobre las operaciones al término de las mismas y firmará el acta respectiva.

La prueba de las líneas será realizada dentro de un orden que se deja a la iniciativa del Contratista quien deberá respetar las condiciones siguientes:

- a) Las pruebas deberán realizarse después de la verificación por el Supervisor de la conformidad de la línea con los planos del proyecto.
- b) Las pruebas podrán ser ejecutadas por tramos y deberán ser hechas en coordinación y bajo la supervisión de obra.

- c) Los circuitos de prueba no deberán comprometer el interior de los aparatos y equipos.
- d) Todo el equipo o parte de tuberías que no será incluido en la prueba debe ser desconectado de la tuberías o asilado por una válvula o plato ciego.
- e) Las válvulas de control deben ser retiradas para la ejecución de las pruebas y en su reemplazo se deberá instalar una pieza de tubería o en su defecto cerrar las válvulas de aislamiento y abrir el by-pass (si así esta equipado). Como alternativa se pueden instalar platos ciegos a la entrada y salida de la válvula de control. Después de terminada la prueba debe quedar la instalación como estuvo originalmente.
- f) Toda restricción que interfiera con el llenado, eliminación de aire o drenaje, tales como bridas de orificio, deben ser retirados antes de iniciar la prueba hidrostática.
- g) Los instrumentos deben ser retirados antes de la prueba y luego serán reinstalados.

3.7. Procedimiento de prueba

Todas las tuberías deberán ser probadas hidrostáticamente.

La presión de prueba será 1.5 veces la presión de diseño ni menor que 225 psig, salvo que el sistema no resista esta última presión.

La presión de prueba deberá ser mantenida por un periodo de 10 minutos y lo suficientemente prolongada para permitir al Supervisor verificar cualquier caída de presión.

Los manómetros que se utilicen para el control de las pruebas deben ser comprobados antes de instalarse. Luego se instalaran tan cerca como sea posible del punto más bajo de las líneas.

Cualquier gotera deber ser reparada y luego reanudar la prueba.

Todos los tubos de ventilación u otras conexiones que puedan servir como ventilación deben ser abiertos durante el periodo de llenado, de modo que todo el aire sea eliminado antes de aplicar la presión de prueba de la línea. Todos los venteos deben abrirse al vaciar el sistema.

El liquido usado en la prueba hidrostática será agua dulce, luego de la prueba el agua será completamente drenada y la tubería será completamente secada con aire caliente o vapor.

Se elaborarán “registros de prueba” que incluirán fecha, identificación de líneas, fluido de prueba y presión, firma del representante del Contratista y de la Supervisión.

6.3.3.4. PRUEBA DE SOLDADURA DE REFUERZOS EN CONEXIONES LATERALES

La soldadura de todos los refuerzos en las conexiones laterales serán probados por hermetismo por medio de la inyección de aire a baja presión. Se controlara la salida de aire aplicando agua jabonosa u otro producto apropiado en toda la longitud de la soldadura, la falta de hermetismo se reflejará en la aparición de burbujas.

6.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE DE EQUIPOS

6.4.1.- GENERALIDADES

6.4.1.1. Calidad del trabajo

El montaje de los equipos, su conexión con los sistemas de tuberías, electricidad, de aire comprimido o sistema hidráulico, las pruebas y puesta en servicio serán realizados por el Contratista en estricto acuerdo a las instrucciones y usando medios, procedimientos y reglas del arte propios de buena ingeniería y trabajos de primera categoría.

6.4.1.2. Planos de referencia

La colocación y nivelación de todos los equipos será hecha de acuerdo a las ubicaciones y elevaciones mostradas en los planos del proyecto. En los casos en los que haya divergencia entre los planos de ingeniería civil y los planos de instalación de tuberías, eléctricos u otros, deberá consultarse con la Supervisión.

6.4.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

6.4.2.1. Manipuleo y Almacenamiento

El contratista tendrá la total responsabilidad del manipuleo y almacenamiento de todos los equipos, materiales e insumos, salvo indicación contraria en las Bases o Contrato.

6.4.2.2. Montaje, conexión y nivelación de los aparatos y equipos mecánicos.

- a) La instalación de los equipos será hecho de acuerdo con las indicaciones del fabricante de los equipos. En el caso de discrepancias con lo indicado en estas especificaciones será la supervisión quien dará las instrucciones finales.

- b) El contratista ejecutará el desembalado del material pequeño en el almacén de obra. Esto concierne en particular a los accesorios ligados a los equipos necesarios para su montaje e instalación.

- c) El contratista será responsable de cualquier deterioro que pudiera ocurrir a las piezas por él manipuladas y serán a su cargo los costos de reparación de las piezas dañadas.

- d) El contratista deberá verificar las dimensiones de los macizos de anclaje, de la ubicación de los pernos de anclaje indicados en los planos de proyecto, con referencia a aquellos correspondientes a los equipos que deben montar; cualquier discrepancia deberá ser transmitida a la supervisión.

- e) El contratista deberá verificar, antes de cualquier operación de montaje, que la ubicación de los pernos de anclaje será conforme a los planos del equipo y que la disposición y elevación y gradiente de los macizos de apoyo sea conforme con los planos de ingeniería civil.

Cualquier discrepancia que hubiere deberá ser corregida, a su costo, de acuerdo a las instrucciones que al respecto les dé por escrito la Supervisión.

- f) El contratista limpiará todas las zonas útiles de los macizos de concreto por medio de aire comprimido o agua.

- g) El Contratista limpiará las superficies de apoyo y aplicará una capa de protección de grasa grafitada sobre las platinas y sobre las superficies de apoyo del material.

- h) Antes de la colocación en sitio de los aparatos y equipos, el Contratista verificará que no subsista ningún depósito de agua en los forros de los pernos de anclaje y efectuará la limpieza con aire comprimido.

- i) El contratista colocará los aparatos o partes de aparatos sobre sus apoyos o soportes definitivos.

- j) El contratista efectuará la limpieza de todos los elementos a montar de manera de remover todos los cuerpos extraños que pudieran tener adheridos tales como: soldadura, etiquetas, etc.

- k) El contratista hará el alineamiento, nivelación y grouteado definitivo mediante laines metálicas o pernos de nivelación en el caso que el patín cuente con ello. Las laines sean dimensionadas de manera de evitar cualquier fenómeno de punzonamiento en los macizos, soportes o en los equipos.

El espesor máximo de las laines serán de 35 mm y el número máximo será de 3.

El posicionamiento de los equipos será de la siguiente manera.

- 1) Nivelación de las planchas de apoyo. La fijación de las mismas será efectuada en presencia de la Supervisión.
 - 2) Alineamiento definitivo
 - 3) Aplicación de grasa en los pernos de fijación (grasa grafitada). El alineamiento y nivelación de los equipos se efectuará con instrumentos, teodolitos y niveles, adecuados para éstas tareas: La supervisión podrá exigir al Contratista el cambio de los equipos de posicionamiento empleados, si a su juicio no son adecuados para el trabajo.
- l) El Contratista efectuará la verificación del posicionamiento de nivel y de la verticalidad de los equipos (efectuado por separado por el Contratista y por la Supervisión) con el levantamiento de una acta firmada por la Supervisión y el Contratista.

Esta verificación se hará siguiendo la reglas del arte. Todos los requerimientos de materiales, de equipo y de protección que sean necesarios para esta verificación serán suministrados por el Contratista y serán a su cargo.

En los casos en que las instrucciones de montaje provistas por el fabricante de los equipos no especifiquen tolerancias de colocación, las tolerancias de horizontalidad, verticalidad y la dirección de los equipos por montar serán aquellos del aparato de medición para la verificación con un error máximo, debido a asentamientos diferenciales de $\pm 0.15\%$

- m) El Contratista efectuará la limpieza interior de todos los recipientes antes de su puesta en servicio (con la eliminación de todo material extraño), resanes de la pintura de fábrica y pintura final de acabado en acuerdo con las especificaciones del proyecto.

6.5. MONTAJE E INSTALACION DE INSTRUMENTOS

6.5.1. MATERIALES

6.5.1.1. Tuberías Cobre Desnudo

Todas las tuberías de cobre desnudo deberán ser de cobre desoxidado con fósforo, tipo DHP, flexibles y recocidos, sin costura, libre de incrustaciones y suciedad.

Las propiedades físicas y químicas deberán estar de acuerdo con las especificaciones B-75 del ASTM.

Las dimensiones, pesos y tolerancias deberán estar de acuerdo con las especificaciones B-251 del ASTM.

Los diámetros de la tuberías de cobre y sus respectivos espesores deberán ser usados conforme a lo siguiente:

DIÁMETRO EXTERNO	ESPESOR DE PARED	TOLERANCIA
Pulg	Pulg	Pulg
1/4	0,032	0,0025
3/8	0,032	0,0025
1/2	0,032	0,0025

La presión de diseño deberá ser de 862 kPa (125 psig).

Las juntas deberán estar de acuerdo con la norma ANSI, código para tuberías a presión B-31.1, párrafos 157, 217, 325 y 442.

Las juntas serán del tipo abocinado (FLARELESS) conforme se muestra en el ANSI B-31.1, pág. 136, fig. 28 y al tipo "SWAGELOK" de C.B. CRAWFORF o similar aprobado.

Las juntas roscadas o bridadas necesarias para las conexiones de válvulas o equipos, deberán ser fabricadas con adaptadores para tuberías, es decir con rosca I.P.S. en un extremo y en el otro, tipo compresión.

6.5.1.2. Tuberías de Cobre con Revestimiento Externo de PVC

Todas las líneas de tubería deberán de ser de cobre recocido y fácilmente doblable, con revestimiento de PVC, a menos que lo contrario sea especificado.

Las tuberías de cobre con revestimiento externo de PVC deberán estar de acuerdo con las especificaciones para tubería de cobre desnudo.

Las tuberías serán revestidas con PVC de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Material	Policloruro de vinilo virgen, extruído.
Color	Negro
Espesor	1/32"
Tolerancia	de +0,002"

Gravedad Especifica	1,38
Resistencia a la Tracción	2,300 Lbs/sq. in
Fragilidad	Flexible hasta -10°C

Después que todas las pruebas han sido completas, todos los accesorios, válvulas, etc, deberán ser cubiertos y sellados con cinta de PVC de manera que todas las superficies expuestas estén protegidas contra la corrosión.

6.5.1.3. Tuberías de Acero Inoxidable

Tuberías de acero sin costura grado TP-304, extruídas al frío, recocidas y decapadas, tratadas con ácido y libre de incrustaciones. Las propiedades químicas y físicas deberán estar de acuerdo con las especificaciones A-269 del ASTM.

Los diámetros de las tuberías de acero inoxidable y sus espesores deberán ser usados como sigue:

DIÁMETRO EXTERNO	ESPESOR DE PARED	TOLERANCIA
Pulg	Pulg	Pulg
1/4	0,32	0,0025
3/8	0,035	0,0052
1/2	0,035	0,0052

Para la aplicación en ciertos instrumentos, podría ser necesaria una evaluación de las tuberías de acero inoxidable, por la prueba de ácido nítrico en ebullición, de acuerdo con la especificación A-262 del ASTM. Sin embargo, esta prueba será ejecutada solamente cuando ser requerido por las especificaciones del Proyecto.

Las tuberías de acero inoxidable deberán ser adquiridas en barras de longitudes mínimas de 6 m (20 pies).

6.5.1.4. Conectores, Conexiones y Válvulas

Los conectores y las conexiones para las tuberías de cobre serán accesorios de acero inoxidable y los casquillos tipo acero 316 recocido, del tipo bocina como los fabricados por C.B. CRAWFORD , TYLOK o similar aprobado.

Los conectores y las conexiones para las tuberías de acero inoxidable serán accesorios de acero inoxidable y los casquillos tipo acero 316 recocido, del tipo bocina como los fabricados por C.B. CRAWFORD , TYLOK o similar aprobado.

Válvulas de globo de 9,5 mm (3/8") o menores:

Válvula aguja con bonete y cuerpo de bronce, para 20,68 Mpa (3000 psig) con terminales roscados o bocinados del tipo SWAGELOK, con rosca interna y vástago saliente, HOKE serie 300 o similar aprobado.

Válvulas de aguja con bonete y cuerpo de acero inoxidable tipo 316 para 20,68 Mpa (3000 psig) con terminales roscados o abocinados

del tipo SWAGELOK, con rosca interna y vástago saliente, HOKE serie 300 o similar aprobado.

Válvulas de ángulo 9,55 mm (3/8") o menores:

Válvula aguja con bonete y cuerpo de bronce, para 20,68 Mpa (3000 psig) con terminales roscados o bocinados del tipo SWAGELOK, con rosca interna y vástago saliente, HOKE serie 300 o similar aprobado.

Válvulas de aguja con bonete y cuerpo de acero inoxidable tipo 316 para 20,68 Mpa (3000 psig) con terminales roscados o abocinados del tipo SWAGELOK, con rosca interna y vástago saliente, HOKE serie 300 o similar aprobado.

Los conectores tanto de bronce como de acero inoxidable serán del tipo compresión.

6.5.1.5. Líneas de Impulso

Donde se emplean tuberías para este servicio, éstas serán de la misma especificación que el grupo de tuberías de acero inoxidable de 12,5 mm(1/2") de

Diámetro.

Líneas de muestreo

Sistema de distribución de aire de instrumentos, en las líneas de bajadas a cada usuario, hasta el filtro-regulador.

Tuberías de 9.5 mm (3/8") de diámetro externos, deberán ser usadas como líneas de purga de aire o gas para las tuberías de los indicadores de nivel de tanques.

Tuberías de 6,4 mm (1/4") de diámetro externo deberán ser usadas para:

Todas las líneas de transmisión neumática de los sistemas de medida y control neumático.

Las líneas de alimentación de aire para los instrumentos neumáticos, después del filtro-regulador.

Tramos cortos, donde quieran curvaturas de radio pequeño o se requiera u buen contacto.

6.5.2. Instalación de Sistemas de Tubería

Todas las tuberías de instrumentos serán instaladas con un buen acabado, sin ondulaciones, sin curvaturas de radio pequeño, sin achatamientos; el mínimo radio de curvatura será de 25,4 mm (1") para tuberías de 6,4 mm (1/4"); 32 mm (1 1/4") para tuberías de 9,5 mm (3/8"); de 38 mm (1 1/2") para tuberías de 12,5 mm (1/2"). Debe tenerse cuidado de mantenerlos libres de materiales extraños. Todos los extremos abiertos de tuberías y conexiones serán taponeados para evitar la entrada de suciedad, humedad y escorias.

Las tuberías serán montadas, soportadas y protegidas permanentemente en canaletas o bandejas.

Los diámetros y espesores de pared de las tuberías serán examinados para verificar que estén correctos. Los extremos de los tubos serán

cortados con escuadras y escariados para remover todas las imperfecciones.

Los cortes deberán ser hechos con cuidado de modo de mantener la tubería redonda. Esto es esencial para garantizar que no haya problemas de la instalación. Las tuberías no deberán ser instaladas en techos totalmente rectos, principalmente en trechos cortos. Tales instalaciones no permiten expansión térmica, las cuales resultan en esfuerzos excesivos, tanto en la tubería y conexiones, con posibilidades de fugas.

En los casos de transición de manojos de multitubos a tubos simples, las transiciones serán hechas en cajas de enlace del tipo DEKORON 11T66-A1 o similar aprobado, usando conectores de compresión del tipo BULKHEAD.

Las tuberías de cobre suministrada en la condición, de recocido y estirado (soft drawn) o en bobinas, serán cuidadosamente enderezadas, estirándolas antes de su instalación. El alargamiento no deberá exceder 6,4 mm (1/4") por cada 304,8 mm (1') de longitud. (Esto no es aplicable a tuberías suministradas en manojos multitubos).

Los tubos capilares de los dispositivos de medición de presión y temperatura de sistema relleno, serán soportados y protegidos en soportes mediante grapas. Las longitudes en exceso de los capilares serán enrolladas con cuidado y aseguradas. Una ubicación recomendada para estos excesos, es cercana a los instrumentos para máxima protección.

Se puede escoger otra ubicación dependiendo de las circunstancias. En ningún caso los capilares deberán ser colocados junto a líneas o equipos que funcionen a temperaturas elevadas.

6.5.2.1. Conexiones de Tuberías

Todas las conexiones de tuberías serán hechas con conectores del tipo de compresión de acuerdo con las recomendaciones en la sección de especificación de materiales. Las conexiones serán hechas estrictamente de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

Las roscas de las conexiones comunes estarán cubiertas por medio de una vuelta de cinta de teflón, en vez de pasta de sello.

Las roscas de todas las conexiones de acero inoxidable serán cubiertas con pastas de sello, antes de conectar las piezas, para minimizar las posibilidades de que se deterioren.

Las conexiones de tuberías más delgadas no deberán ser hechas antes de completar la instalación de las tuberías principales mayores. Caso contrario, podría ocurrir una introducción de tensiones de torque y de puntos débiles en las tuberías más delgadas.

Las conexiones no serán instaladas muy cercanas a las curvas. Se requiere de un tramo recto, no deformado por flexiones, para una buena conexión. Cuando se instala un trecho de tubo curvado, el tubo deberá estar perfectamente alineado con la conexión. Forzar la tubería para que quede alineada, puede resultar en tensiones excesivas tanto para la tubería como para las conexiones, con posibles fugas.

Las tuberías serán montadas e inicialmente recibirán un ajuste con la mano. Los tubos serán insertados en las conexiones hasta que la conexión esté en contacto firme con el sello de la conexión; entonces se dará un ajuste final de 1/2 vuelta, con una llave.

6.5.2.3 Soportes para Tuberías

Todas las tuberías serán soportadas en bandejas o cajas continuas, de acuerdo con las especificaciones de materiales.

Lo siguiente se determinará en el campo de acuerdo con los estándares generalmente reconocidos:

La ubicación exacta y los métodos de instalación de soportes para un pequeño número de tuberías a los instrumentos.

La ubicación de los soportes de las bandejas de tuberías principales, en áreas de proceso, cuartos de control y también desde los cuartos de control a las áreas de procesos.

Las tuberías será extendida y colocada en soportes, en líneas paralelas y rectas. La tubería serpa firmemente fijada a los soportes a intervalos no menores que 1200 mm.

Los soportes de la tubería serán fijados a las estructuras por medio de tirantes, perfiles estructurales u otros elementos normalizados. Los soportes tendrán suficiente resistencia y serán adecuadamente amarrados de modo de resistir la carga estática, más un margen de seguridad, el cual permita que la tubería sea trabajada en el soporte.

Los soportes no deberán ser fijados a equipos que pueden ser frecuentemente retirados o para mantenimiento o que puedan transmitir vibraciones y/o expansión por cambio de temperatura.

Las rutas para los soportes serán escogidas de modo que las tuberías sean accesibles y protegidas contra el derrame de líquidos o averías mecánicas. Los elementos de los soportes serán proyectados para cada área. Cuando una pintura o una protección anticorrosiva sea necesaria, será aplicada antes que la tubería sea instalada.

Las soldaduras o corte de elementos pintados recibirán nueva pintura de base y de acabado después de la instalación. Soldaduras y cortes de elementos galvanizados serán protegidos con pasta de sello. Los revestimientos vinílicos serán retocados con pasta plástica, después del corte o la soldadura.

6.5.2.4. Conexiones para Pruebas

Tees con sus tapones, que están de acuerdo con las especificaciones aplicada serán instalados en las líneas de impulso de cada controlador o transmisor, para prueba o calibración de los instrumentos

Los casos en que los manómetros sean especificados para una observación de la señal de trasmisión, estos serán instalados de una tee conectada a la salida del instrumento, de modo que sea visible.

6.5.3. Métodos para la Instalación de Instrumentos Electrónicos

Todos los conductores de instrumentación correrán en ductos o en bandejas de acuerdo con los planos de interconexión de instrumentos, y a una distancia mínima de 600 mm de cualquier otra bandeja de cables o cables de alta tensión.

El conductor y/o cable de alivio, de la instrumentación electrónica deberá ser acoplado y aislado con cinta en el instrumento y luego conectado al bloque terminal de tierra en el panel de control, y/o consola de control.

Todos los conductores de alivio en el bloque terminal, serán conectados a una barra única de tierra.

Los conductores de alimentación para los instrumentos no correrán en el mismo ducto o bandeja que los conductores de instrumentos electrónicos, conductores de extensión de termocuplas y conductores de señal de instrumentos especiales.

Los conductores de señal, desde elementos de flujo magnético al transmisor serán instalados en ductos separados 19 mm (3/4").

La preparación del cable y conexiones de cableado estarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Sólo se les suministrará energía eléctrica a los elementos de flujo magnético. Los transmisores de flujo recibirán energía eléctrica desde el elemento. Esos conductores de fuerza correrán en ductos separados de los ductos de señal.

Los conductores de señal de instrumentos especiales correrán en ductos de 25,4 mm (1") y las conexiones serán hechas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Todos los conductores de control, de los instrumentos deberán ser codificados para permitir su pronta identificación y fácil determinación de su curso.

Se deberá colocar un número a cada conductor de acuerdo con las indicaciones de los planos, usando marcadores de cables apropiados y aprobados por la Supervisión.

La instalación de cables de ductos de la instrumentación electrónica deberá ser ejecutada por la parte eléctrica.

Las conexiones eléctricas de la instrumentación electrónica deberán ser ejecutada por el personal instrumentista del Contratista, con la supervisión del representante del proveedor de los instrumentos.

La instalación de ductos, cables, soportes, bandejas, cajas, puestas a tierra, etc., para la instrumentación electrónica, estarán de acuerdo con las especificaciones eléctricas, en los casos requeridos.

6.5.4 PRUEBAS DE LINEAS

6.5.4.1 De Transmisión Neumática

Las líneas de transmisión neumática serán probadas para verificar si hay fugas u obstrucciones. Cada tubería será desconectada y antes de empezar la prueba de fugas, las líneas serán sopladas con aire

comprimido para limpiar toda la basura, condensados u otras materias extrañas, para asegurarse que el tubo no esté obstruido.

Después que las materias extrañas han sido retiradas, un extremo de la tubería será taponeada y por el otro se le aplicara aire. Una válvula tipo aguja será instalada entre la fuente de suministro de aire y la tubería.

Un manómetro de precisión no menor de 90 mm (3 ½") de diámetro y un rango no mayor que 0-1,1 Mpa (0-160 psig) deberá ser conectado entre la válvula de bloqueo y la tubería a ser probada, para verificar la caída de presión.

La tubería será sometida a una presión de 690 kPa (100 psig) sólo con aire comprimido, después aislar la línea de suministro de aire con la válvula de bloqueo. La prueba deberá durar por lo menos dos minutos y se anotará la pérdida de presión. La máxima pérdida de presión permisible en un periodo de un minuto, no deberá exceder 69 kPa (10 psi).

Solamente aire comprimido, desde compresores exentos de aceite, con secador de aire en línea, será aceptado para esta prueba.

6.5.5. CALIBRACIÓN

6.5.5.1. De Instrumentos

Todos los equipos y métodos de calibración deberán ser aprobados por el representante designado por la Supervisión.

A menos que se especifique lo contrario, los instrumentos de campo serán calibrados en bancos de prueba y los instrumentos de panel serán calibrados en el panel.

Los instrumentos que requieran ser calibrados en bancos de prueba lo serán en una sala específicamente destinada y equipada para este propósito.

Cada instrumento será calibrado de acuerdo con los procedimientos y precisión indicada en los manuales de instrucción de los fabricantes.

6.5.5.2. De Válvulas de Control

Todas las válvulas de control serán calibradas en bancos de prueba y verificadas después de su instalación.

Las válvulas de control sin posicionadores serán operadas y ajustadas, de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante, de modo que abran o cierren completamente a las presiones de aire especificadas,

Las válvulas de control con posicionadores, serán operadas y la válvula y posicionador serán ajustadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de modo que la válvula cierre 100%, abra 50% , abra 100% y a las presiones de aire especificadas.

CAPITULO VI

6.6.1.. CRONOGRAMA PROPUESTO DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN COMPRESOR.

DESCRIPCIÓN	ENERO											FEBRERO											MARZO										
	1-A	2	3	4-12	13-19	20	21-27	28-29	30	31	1-A	1-A	1-12	13	14-20	21-27	28	29	30	31	1-A	1-A	7	11-14	15-17	18-24	25	26	27	28			
TRANSPORTE DE COMPRESOR A PAITA	█	█	█	█																													
DESADUANAJE DE COMPRESOR					█	█	█	█																									
CONSTRUCCIÓN DE BASE PRINCIPAL	█	█	█	█	█	█	█	█	█																								
TRANSPORTE DE MATERIALES DE INSTALACIÓN A PAITA	█	█	█	█	█																												
DESADUANAJE DE MATERIAL DE INSTALACIÓN						█	█	█	█																								
CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE AGUA		█	█	█	█	█	█	█	█																								
CONSTRUCCIÓN DE BASES SECUNDARIAS							█	█	█	█	█	█																					
CONSTRUCCIÓN DE PRE-FABRICADOS										█	█	█	█	█	█																		
INSTALACIÓN DE COMPRESOR										█	█	█	█	█	█	█																	
INSTALACIÓN DE LINEAS Y MANIFOLDS																█	█	█	█														
INTERCONEXIONES, PRUEBAS HIDROSTÁTICAS, ETC.																				█	█	█	█	█	█								
ARRANQUE Y PRUEBAS																											█	█	█				

CAPITULO VII

EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

CAPITULO VII : EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

7.1.- PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO:

En el presupuesto se debe considerar ,separadamente el costo del Equipo propiamente dicho , ya puesto en Talara ,y el costo del proyecto de la instalación que incluía la remodelación completa de la batería de Compresores 996, cambio de líneas de acceso ,construcción de nuevos mánifolds de succión y descarga ,instalación de tanque de agua elevado

Toda esta relación de trabajos se muestra en la tabla N ° 7.1 ,Planilla de cotización del presupuesto presentado por la contratista a cargo del trabajo.

En la tabla N ° 7.2 presentamos el costo total del proyecto ,considerando los beneficios para la Empresa ,

Para esta tabla comparativa consideramos como referencia solamente 01 año de trabajo ,el valor de la Producción de crudo en ese período con la instalación de este Equipo visto económicamente supera largamente la inversión , la cual fue realizada con Recursos propios de la Empresa

TABLA N ° 7.1 PLANILLA DE COTIZACION

**7.1.- PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO DE INSTALACION COMPRESOR TIPICO DRESSER R/
PLANILLA DE OFERTA Y PLAZO DE EJECUCION**

**PLANILLA DE OFERTA
(En U S \$ DOLLARS)**

Obra: Instalación Compresor gas natural D. Rand ,800 HP ,2000 PSI Bateria Producción ,El Alto , Talara.

COD.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL U S \$.
1.-	OBRAS CIVILES					
1.1	obras provisionales	GI	1.00	2,600.00	2,800.00	
1.2	obras prellminares.	GI	1.00	2,100.00	2,100.00	
1.3	Movimiento de tierras	m ²	100.00	10.00	1,000.00	
1.4	obras de concreto simple	GI	1.00	4,500.00	4,500.00	
1.5	obras de concreto armado.	GI	1.00	7,000.00	7,000.00	
1.6	Preparación y colocación de grouting	m ²	70.00	50.00	3,500.00	
1.7	Eliminación de desmonte	m ²	200.00	5.00	1,000.00	
						21,900.00
2.-	OBRAS METAL MECANICAS					
2.1	Fabricacion de manifods de 2000 PSI	GI	1.00	6,000.00	6,000.00	
2.2	Fabricacion de manifods de 800 PSI	GI	1.00	4,000.00	4,000.00	
2.3	Tanque elevado para almacenamiento 50 Bbls agua	GI	1.00	2,200.00	2,200.00	
2.4	Transporte e Instalacion de elementos prefabricados.	GI	1.00	6,500.00	6,500.00	
2.5	instalación de Manifolds y líneas de Interconexión	GI	1.00	5,000.00	5,000.00	
2.6	Instalación de separador S-1 (Scrubber)	GI	1.00	1,200.00	1,200.00	
						24,900.00
3.-	OBRAS ELECTROMECHANICAS					
3.1	Instalación de patin con motor compresor y enfriador.	GI	1.00	9,000.00	9,000.00	
3.2	Instalación de scrubers de las Interetapas.	Ea	3.00	800.00	2,400.00	
3.3	Instalación del sistema de Instrumentacion en motor compresor.	GI	1.00	4,800.00	4,800.00	
3.4	Instalación de valvulas reductoras de presión.	Ea	3.00	600.00	1,800.00	
3.5	Instalación de valvulas de seguridad.	Ea	1.00	600.00	600.00	
3.6	Instalación de instrumentacion en manifolds y líneas conexión.	GI	1.00	3,600.00	3,600.00	
						22,200.00
4.-	PRUEBAS Y PUESTAS EN SERVICIO	GI	1.00	800.00	800.00	
						800.00
COSTO DIRECTO						69,800.00
TOTAL						U S \$.
Gastos Generales Fijos						10%
Gastos Generale Variables						5%
Utilidades						10%
PRE SUPUESTO OFERTADO						87,260.00
TOTAL						U S \$.

PLAZO DE EJECUCION:

90 días calendario

7.2.- JUSTIFICACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

7.2.1.-Referencia Anterior:

Debido a la decadencia en que habían ingresado 16 pozos de la zona de Restín y Reventones : pozos estimulados con gas proveniente de las Estaciones 996, 953, y 914 que trabajaban con una presión de 800 PSI en el circuito de alta presión , y ya no respondían , por lo que era necesario aumentar la presión de inyección a 2000 PSI. Para recuperar su anterior potencial.

El promedio de recuperación era de 400 barriles de crudo por día que se dejaban de producir, porque estaban produciendo al 50 % de su capacidad (50 barriles) cuando su potencial si entraban a un circuito de 2000 PSI era de 75 barriles. (levantar al 75 % de su capacidad).

En cada uno de los 16 pozos se iba a recuperar 25 barriles ,lo que hacía un total de 400 barriles diarios (siendo éste el cálculo menos optimista)

Ingeniería de Petróleo consideró que la Bateria 996 era la mas adecuada para la instalación de la nueva unidad y para la construcción de nuevos manifolds de 2000 PSI . que iban a distribuir este gas de alta presión a cada uno de los 16 pozos indicados.

Lo que se estaba dejando de percibir en Producción en un año era lo siguiente:

Por dejar de producir 400 barriles de petróleo diario (BbID).

$400 \text{ BBD} \times 365 \text{ días} \times \$24.00 / \text{BBD} = \text{U. S } \$3'456,000.00$

7.2.2.- Situación Actual

Inicialmente mostramos la planilla de cotización del Contratista donde indica el Monto total por realizar todo el trabajo ,considerando las pruebas ,consignando un período de ejecución de 90 días que fue cumplido satisfactoriamente

Esta Planilla se muestra en la tabla 7.1.

De acuerdo a los precios del Equipo en su conjunto entregados por el Fabricante del Equipo DRESSER RAND y que se adjunta en el Anexo del presente informe ,el Costo total del Equipo fue el que se indica en la tabla 7.2 : Resumen de costo total del proyecto .

Se aprecia el valor de la instalación de todos los equipos de acuerdo a la planilla de cotización de Empresa contratista a cargo de la obra.

Se realiza una comparación para apreciar la rentabilidad del proyecto

Porque si consideramos solamente 01 año de trabajo ,el valor de lo que se produce económicamente con la instalación de este Equipo supera largamente la inversión , la cual fue realizada con Recursos propios de la Empresa

No hubo necesidad de recurrir a Empresas del sector financiero para culminar este Proyecto.

Posterior al inicio de operación del compresor ,después que haya sido pagada la inversión ,realizamos un Balance económico de una unidad de este tipo y sigue siendo rentable.

7.2.3.- Resumen

a)Costo del Equipo completo : motor ,compresor ,enfriador

U.S \$/. 898,299.00

B)Costo Total obra Metalmecánica: fabricación , Interconexión de los manifolds y tuberías nuevas para las nuevas instalaciones de los tres compresores:

U. S \$/. 24,900.00

C)Costo Total del Proyecto de Obras civiles , obras preliminares , movimiento de tierras , excavación de cimientos ó zapatas ,obras de concreto simple ,obras de concreto armado, construcción de Plataformas para los equipos , buzones ciegos , bases para los separadores , bases para la estructura del tanque de agua.

Preparación y colocación de grouting.

U. S \$/. 21,900.00

D)Costo Total del Proyecto de Montaje mecánico , instalación, conexión ,nivelación , de todos los Equipos mecánicos, conexión con los nuevos Manifolds, con las nuevas interconexiones , montaje de todos los Instrumentos, su calibración y pruebas .

Prueba final de la unidad y todos los sistemas

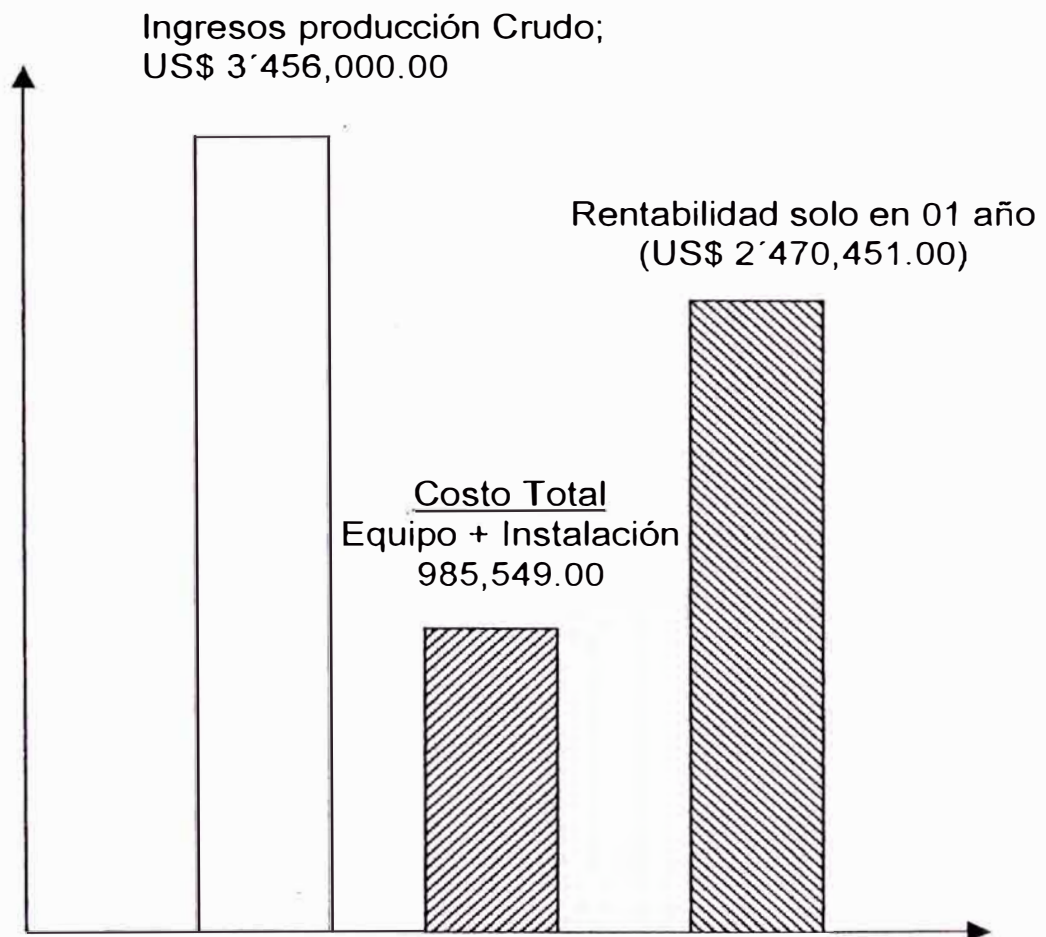
U. S \$/. 30,000.00

A esto se agrega los gastos generales y utilidades conforme a la planilla de cotización Tabla N ° 7.1

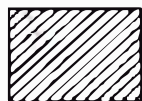
TABLA 7.2.- RESUMEN DEL COSTO TOTAL DEL PROYECTO

COSTO POR PARTIDAS	U . S \$	INGRESOS PRODUCCIÓN EN 01 AÑO U.S \$	RENTABILIDAD PROYECTO EN 01 AÑO U.S \$
COSTO TOTAL DEL MOTOR COMPRESOR	898,299.00		
COSTO INSTALACION DE EQUIPOS (según Planilla de cotización)	87,250.00		
TOTAL	985,549.00	3.456,000.00	2.470,451.00

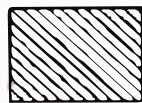
FIG N ° 7.1: RENTABILIDAD DEL PROYECTO INSTALACION MOTOR COMPRESOR GAS NATURAL



Ingresos producción Crudo: US\$ 3'456,000.00



Costo Total Equipo mas Instalación: US\$ 985,549.00



Ingresos como rentabilidad del proyecto: US\$ 2'470,451.00

6.3 BALANCE ECONÓMICO DE UN COMPRESOR YA INSTALADO:

Se estima necesario hacer un balance económico del compresor que permita evaluar la rentabilidad y se efectúa tomando en consideración los siguientes datos:

Horas de operación promedio del compresor es de 8,640 horas / año.

Porcentaje de carga promedio efectiva: 85%.

Sueldo promedio de un mecánico de mantenimiento que es de \$400.00 mensual

II. BALANCE ECONÓMICO DE UN COMPRESOR DE GAS

a. Costo por combustible

El gas combustible usado es el propio gas producido, proveniente de las líneas de producción.

En este caso el costo por combustible no se toma en cuenta.

b. Costo por lubricante

El consumo promedio de aceite lubricante es de 0.00005 a 0.004 Libra / HP – Hora, siendo aproximadamente equivalente a 4 galones diarios.

Galón de aceite SAE 40: \$9.60

Como durante el año se realiza 2 cambios de aceite, el costo es el siguiente:

$$2 \times 60 \text{ Gal.} + 4 \times 365 = 1,580 \text{ Gal.} \times \$9.6$$

COSTO POR LUBRICANTE = \$ 15,168.00

c. Costo por mano de obra

Se calcula en función a la cantidad del personal que labora para los 12 compresores de Gas Lift.

20 trabajadores cubren las 24 horas de servicio, para atender los 12 compresores, c/u gana \$400.00 por mes.

Pago por sueldos al año:

$$\$ 400.00 \times 20 \text{ Trab.} \times 12 \text{ meses} = \$ 96,000.00.$$

Como el análisis de costos es por un compresor, estos US\$ 96,000.00 son por atender los 12 compresores, la mano de obra por 1 compresor sería:

$$96,000 : 12 = \$ 8,000$$

por compresor en un año, por mano de obra.

RESUMIENDO LOS COSTOS DE OPERACIÓN POR UNIDAD
MOTOR-COMPRESOR

$$\text{\$ } 15,168.00 + 8,000.00 = \text{\$ } 23,168.00.$$

d. Cálculo del costo de mantenimiento programado

Los costos de mantenimiento constituyen los gastos del mantenimiento programado en un año, para el compresor el costo es de:

$$\text{\$ } 21,155.94$$

e. Ingreso por operatividad del compresor

Se refiere al recaudo por venta de petróleo por producción de un compresor, durante el año, siendo el monto que se percibe por producir 400 barriles de petróleo diario (BBD).

$$400 \text{ BBD} \times 365 \text{ días} \times \text{\$ } 24.00 / \text{BBD} = \text{\$ } 3'456,000.00$$

**Resumen por Balance Económico por un Compresor en un
Año**

EGRESOS:

Costo por operación:	\$ 23,168.00
Costo por mantenimiento:	<u>21,155.94</u>
Total de egresos:	\$ 44,323.94

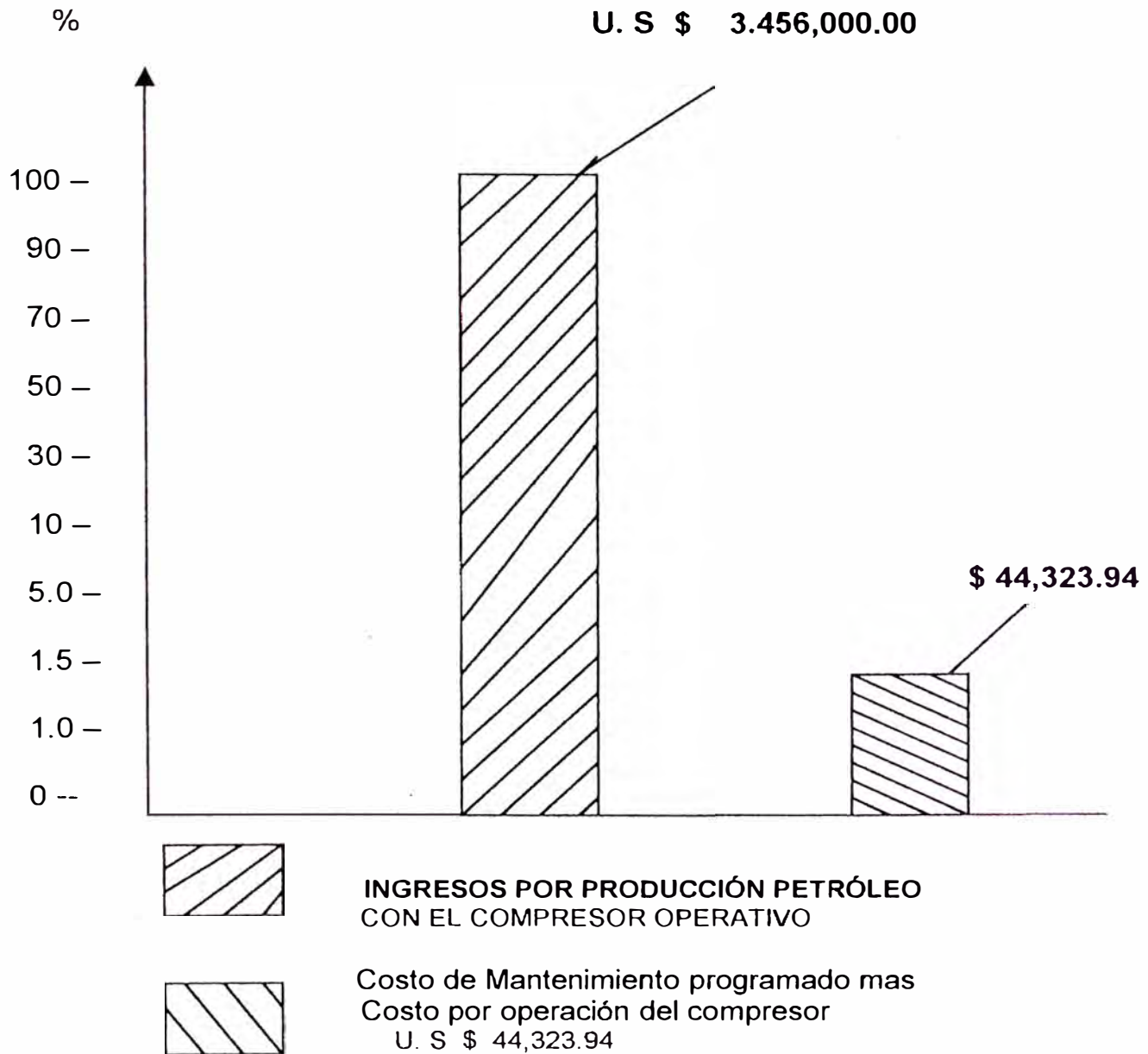
INGRESOS:

Por venta de petróleo:	\$ 3'456,000.00
Superávit por compresor / año:	\$ 3'411,676.06

Estos 2 valores se representan gráficamente en la siguiente Figura para que se pueda apreciar mejor la rentabilidad del proyecto.

FIG.7.2 : BALANCE ECONÓMICO DE UN COMPRESOR

PORCENTAJE DE INGRESOS Y EGRESOS POR FUNCIONAMIENTO DE UN COMPRESOR DE GAS



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones y Recomendaciones

- Los trabajos de Prefabricados de la obra metal-mecánica y manifolds, tanques, estructura del TK, sistema de tuberías, pueden prepararse previos a la instalación del equipo motor compresor, en un ambiente apropiado, con las medidas establecidas en los Planos de Ingeniería, en la etapa del montaje se solucionará alguna divergencia.

A partir de la exitosa culminación de este Proyecto, se puede instalar otro sistema de inyección de gas 2000 PSI, en otra estación de compresión donde este nivel de presión de descarga sea requerido para levantar la producción de pozos.

Se recomienda minimizar el tiempo de parada de los equipos existentes en la estación de compresores, de esta manera en una nueva instalación la obra civil y los trabajos previos de prefabricados deben estar ya listos para cuando el equipo a instalar llegue a su ubicación en la instalación de compresores.

- En todo el proceso del trabajo, en caso de haber divergencia entre lo especificado en los planos y /o procedimientos , se coordina directamente con el Ingeniero Inspector de Obra, para sacar adelante el trabajo, dejando constancia en el cuaderno de Servicios.
- En la utilización de materiales o aditivos que no estén considerados en el expediente técnico, se permitirá su utilización siempre y cuando sean de calidad reconocida y comprobada, se controlara en fecha de expiración de los productos, incluida la pintura, no pudiendo usarse los que estén vencidos a la fecha.

- Recomendamos supervisar la construcción del almacén de materiales el cual debe ser techado en toda su área, considerar que si se almacena cemento, este debe ser almacenado un poco mas elevado del nivel del terreno natural con el fin de evitar la humedad del terreno que perjudica notablemente sus componentes

La preparación del concreto debe realizarse en máquina mezcladora mecánica (trompo) para que su consistencia sea homogénea y logre las especificaciones de resistencia una vez endurecido.

En caso de aparecer cangrejeras en el concreto , estas deberán picarse en toda la extensión que abarquen tales efectos y el espacio rellenado o resanado con concreto o mortero y terminado de tal manera que se obtenga una superficie de textura similar a la del concreto circundante no debe permitirse el resane burdo de esos defectos.

- Recomendamos que para la manipulación e instalación de las tuberías deben ser tapadas en sus extremos (a fin de evitar la penetración de cuerpos extraños) con tapones de madera, plástico u otro material, las caras de las bridas deben ser protegidas de la misma manera.

El trabajo de doblado de los tubos debe realizarse con bastante cuidado, si el tubo tiene costura longitudinal, esta costura deberá ubicarse en el eje neutro, el doblado de tubos de hasta 4 " diámetro debe ser realizado con equipos dobladores de tubos. o prensas con ayuda de matrices o formadores. No se permite arrugas, excesivo adelgazamiento, rayaduras, etc.

El doblado en caliente se realizará a presencia de la supervisión de la obra.

- Recomendamos que en el montaje metal mecánico cuando la tubería este lista para instalarse sea inspeccionada por los representantes autorizados del contratista y la supervisión, cualquier tubería averiada será retirada del sitio por el contratista y reemplazada por otra nueva, previamente calificada por la supervisión.
- En el trabajo de soldeo, la inspección y prueba deberá llevarse a cabo antes de la aplicación de cualquier pintura o recubrimiento todas las medidas deben ser verificadas para asegurar que la fabricación cumpla las especificaciones de los planos, las pruebas se realizan después de la verificación del supervisor de la conformidad de la línea de tubería con los planos del Proyecto.
- En la prueba hidrostática de las líneas, el líquido de prueba debe ser agua dulce, luego de la prueba el agua será completamente drenada y la línea secada con el aire caliente ó vapor, la presión de prueba debe mantenerse por un periodo de 10 min, para verificar cualquier caída de presión.
- Se recomienda efectuar limpieza interior a todos los separadores, recipientes y líneas antes de su puesta en servicio, con la eliminación de todo material extraño, realizar resanes de la pintura de fábrica y pintura final de acabado en acuerdo con las especificaciones del Proyecto.
- Se recomienda en la conexión de la tubería de instrumentos realizarlas cumpliendo estrictamente las normas establecidas por las fabricante de estas; en las conexiones de la tuberías mas delgadas no se deben hacer hasta terminar la instalación de las tuberías principales mayores, de no realizarlas de esta manera al ajustar las tuberías mayores en su posición definitiva aparecerían las líneas mas delgadas tensionadas y con puntos débiles por colapsar.

En la instalación de instrumentos electrónicos tomar en cuenta que los conductores eléctricos de estos instrumentos deben ser codificados para permitir su pronta identificación y determinar su trayecto en las líneas; las conexiones eléctricas de la instrumentación electrónica deberá ser ejecutada por el personal de la contratista con la supervisión del representante del Proveedor de los Instrumentos.

El trabajo fue realizado en los plazos determinado previamente, en la parte metal- mecánica se contó con la asistencia de su supervisor de seguridad debido a los trabajos de corte y soldadura. Una vez instalados los equipos se probaron todas las líneas, manifolds, separadores, se puso carga a la unidad y se probó el sistema, se quedó trabajando a satisfacción del propietario, Petroleos del Perú S.A., lote X, El Alto, Talara.

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO MORROW.
Ed. Mc Graw Hill.

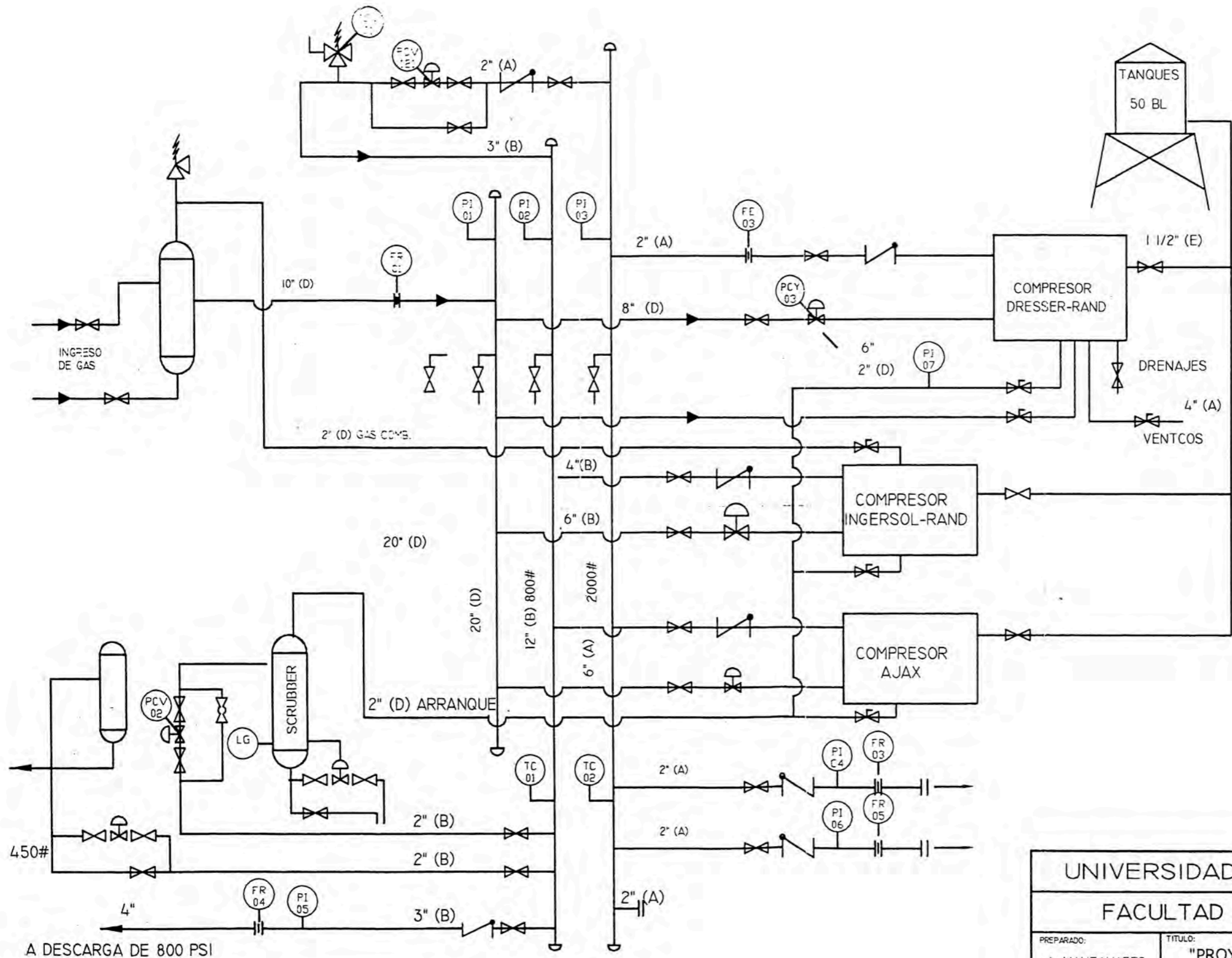
COMPRESOR DE GAS
Dresser Rand – Industries – USA – Catálogo.

MOTORES A GAS WAUKESHA
Dresser Industries INC. USA – Catálogo.

MOTORES A GAS CATERPILLAR
Caterpillar Industries. USA – Catálogo.

**MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE MOTORES Y
COMPRESORES DE GAS – ENERGY POWER PARTS.**

PLANOS DE LA OBRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PREPARADO:	J. MANZANARES	TITULO:	"PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"
REVISADO:	J. MANZANARES		
APROBADO:	J. MANZANARES	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	
DIBUJADO:	J. MANZANARES	ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	MARZO 1996 (INSTALACION) ENERO 2003 (TESIS)
		PLANO N°:	01

ITEM N°:

NAME
 SIZE/TYPER
 DESIGN PRESURE:
 DESIGN TEMPERATURE:
 CODE:

PV-01

1ST STAGE SCRUBBER
 24" O.D. X 82" S/S
 260 PSIG
 MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP

PD-01

1ST STAGE SUCTION DRUM
 28" O.D. X 54" S/S
 260 PSIG
 MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP

CYL-132

RDS CYL 'D'
 20.5"
 MAWP: 215 PSIG

HT-001

IC-1
 215 PSIG
 MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP

PV-02

2ND STAGE SCRUBBER
 16" O.D. X 67" S/S
 260 PSIG
 MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP

PV-02

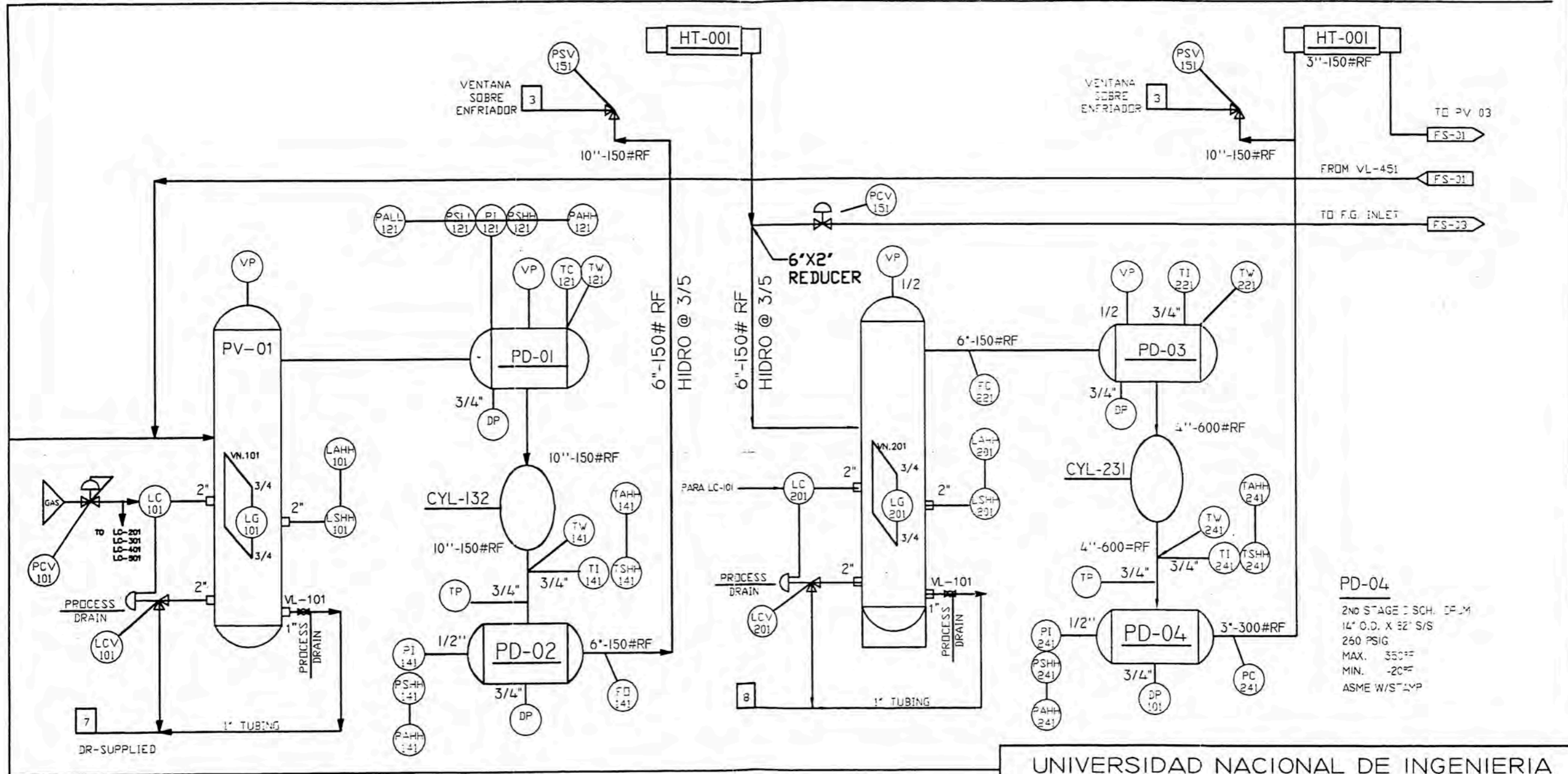
2ND STAGE SCRUBBER
 16" O.D. X 34" S/S
 260 PSIG
 MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP

CLY-231

RDS CYL 'D'
 9"
 MAWP: 2750 PSIG

HT-001

IC-2
 400 PSIG
 MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP



PD-02

1ST STAGE DISCH. DRUM
 24" O.D. X 82" S/S
 215 PSIG
 MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 ASME W/STAMP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PREPARADO:	"PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"		
REVISADO:	J. MANZANAPES		
APROBADO:	J. MANZANAPES		
DIBUJADO:	J. MANZANAPES	EDICION:	INDICADA
		FECHA:	MARZO 1996 (INSTALACION ENERO 2003) TES S.
			02

ITEM N°.: PV-03

NAME: 3RD STAGE SCRUBBER
 SIZE/TYPER: 12 3/4" O.D. X 60" S/S
 DESIGN PRESURE: 670 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

PV-05

NAME: 3RD STAGE SCRUBBER
 SIZE/TYPER: 12 3/4" O.D. X 24" S/S
 DESIGN PRESURE: 670 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

CLY-333

NAME: RDS CYL 'D'
 SIZE/TYPER: 6"
 DESIGN PRESURE: MAWP: 1925 PSIG

HT-001

NAME: IC-3
 SIZE/TYPER: 1250 PSIG
 DESIGN PRESURE: MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

PV-04

NAME: 4TH STAGE SCRUBBER
 SIZE/TYPER: 10 3/4" O.D. X 62" S/S
 DESIGN PRESURE: 1260 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

PV-04

NAME: 4TH STAGE SCRUBBER
 SIZE/TYPER: 10 3/4" O.D. X 18" S/S
 DESIGN PRESURE: 1260 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

CLY-434

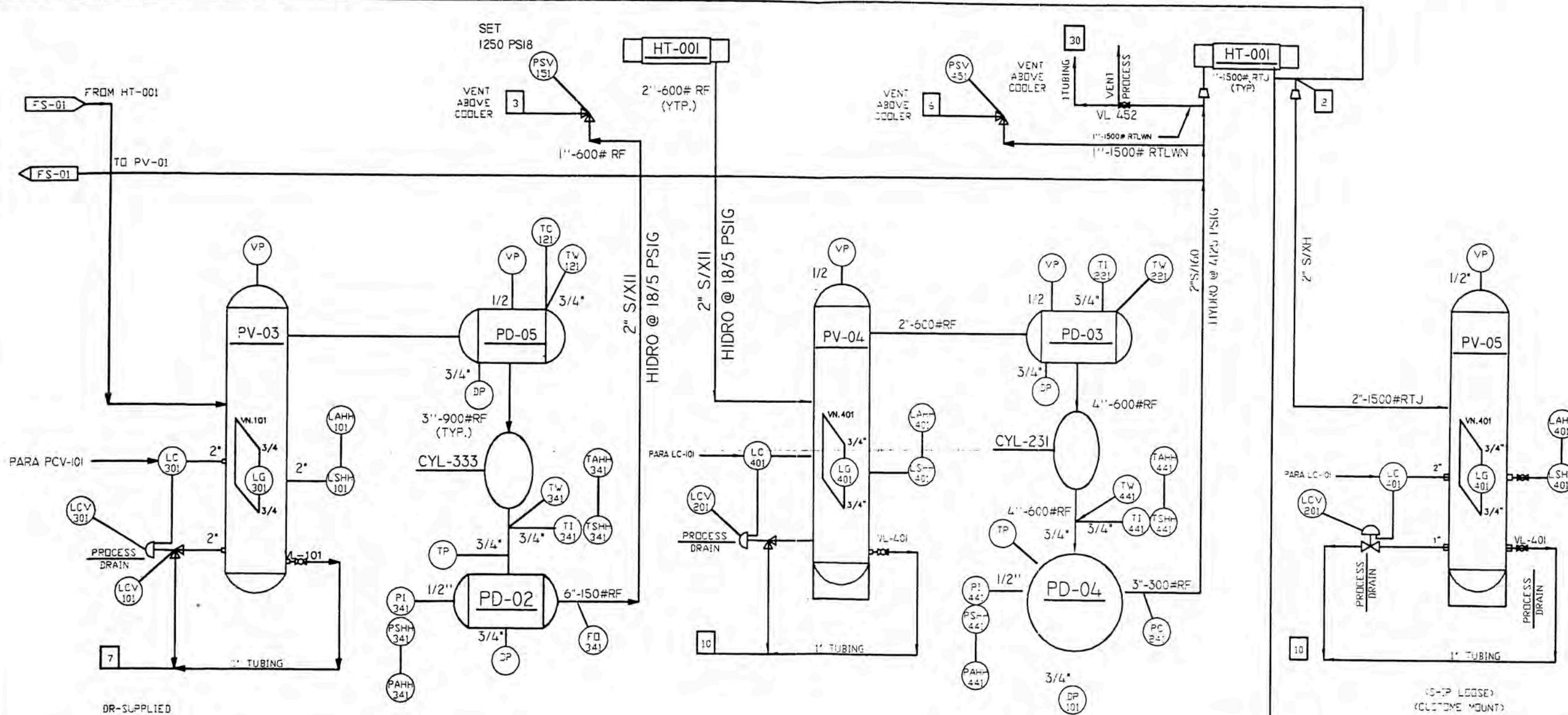
NAME: RDS CYL 'D'
 SIZE/TYPER: 4"
 DESIGN PRESURE: MAWP: 2750 PSIG

HT-001

NAME: ARTERCOOLER
 SIZE/TYPER: 2750 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

PV-04

NAME: DISCHARGE SCRUBBER
 SIZE/TYPER: 10 3/4" O.D. X 62" S/S
 DESIGN PRESURE: 3045 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 200°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP



PD-06

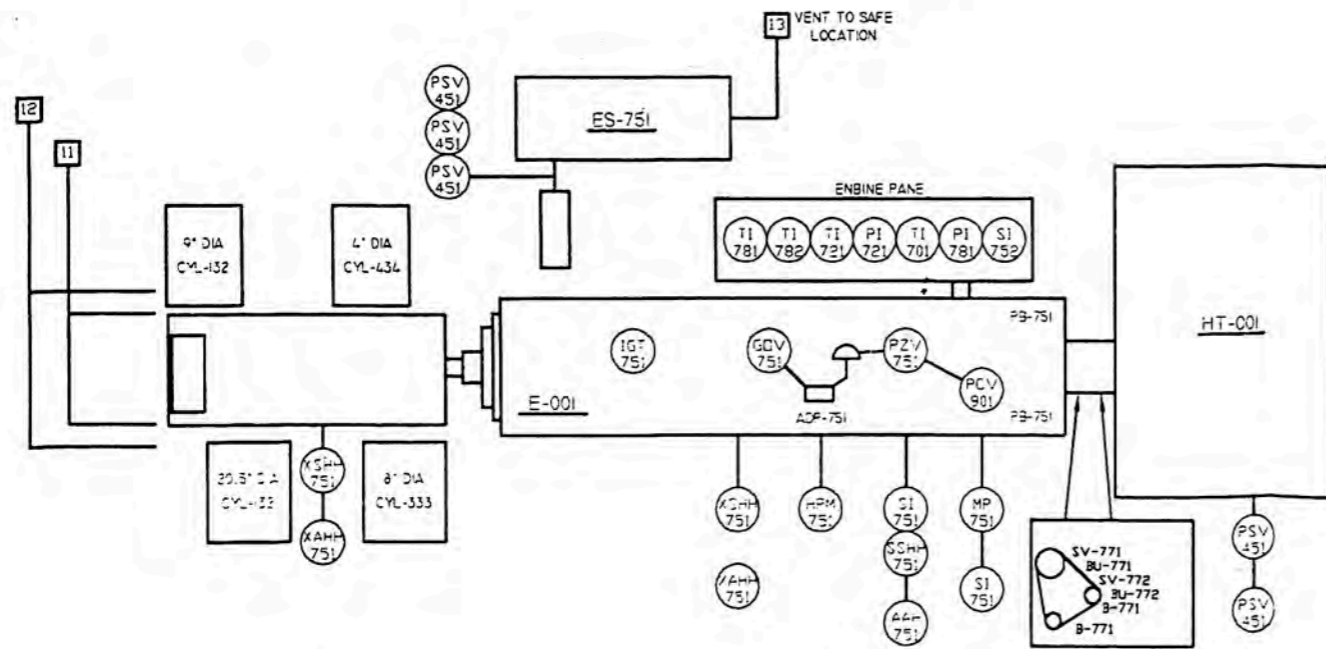
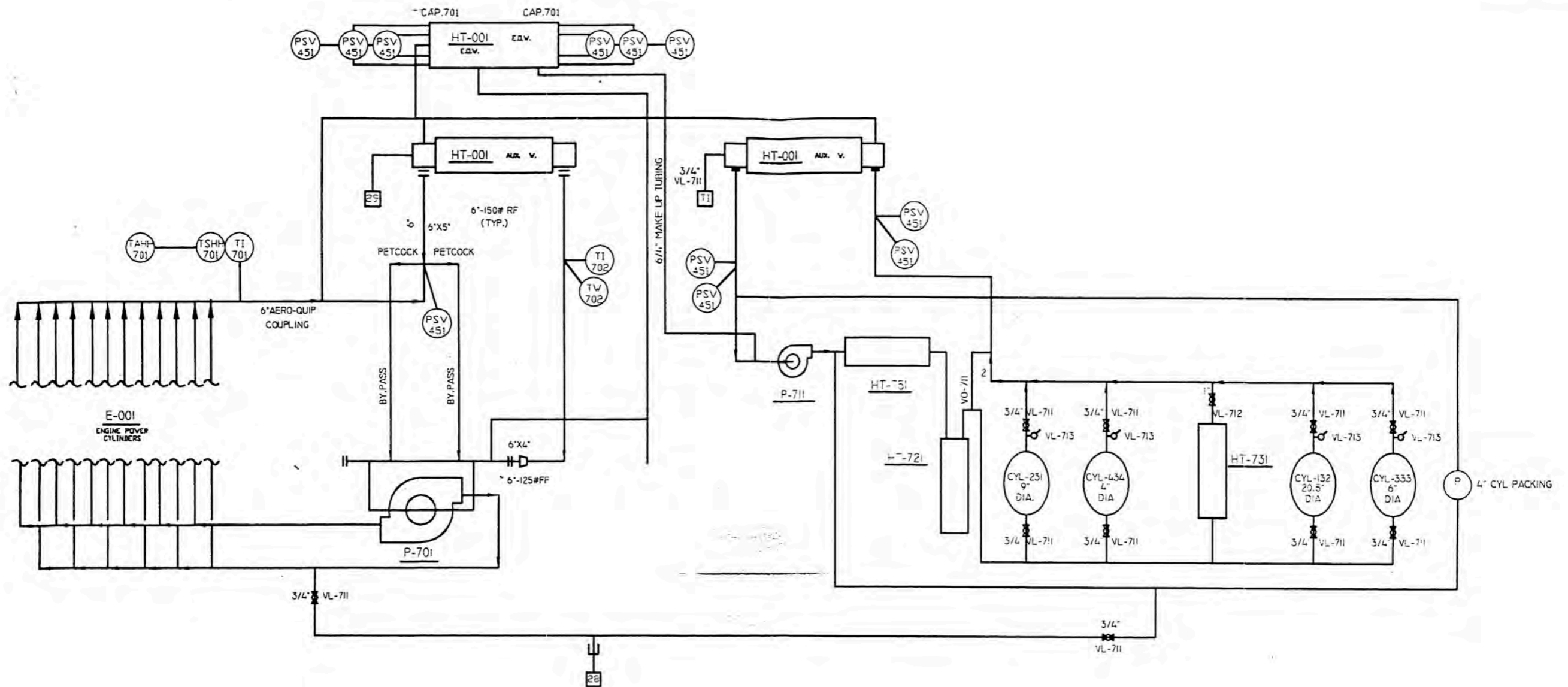
NAME: 3RD STAGE DISCH. DRUM
 SIZE/TYPER: 30" O.D. X 25" S/S
 DESIGN PRESURE: 215 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

PD-08

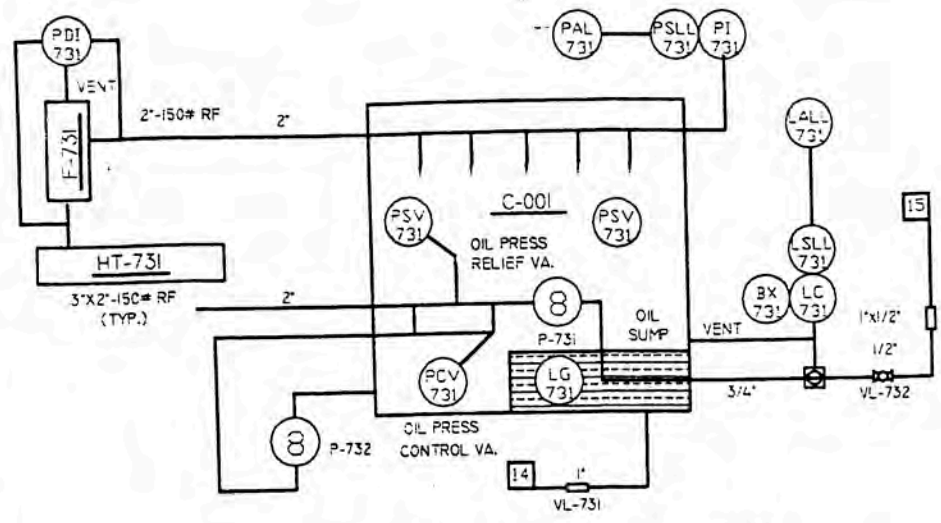
NAME: 4TH STAGE DISCH. DRUM
 SIZE/TYPER: 14" O.D. X 25" S/S
 DESIGN PRESURE: 3225 PSIG
 DESIGN TEMPERATURE: MAX. 350°F
 MIN. -20°F
 CODE: ASME W/STAMP

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

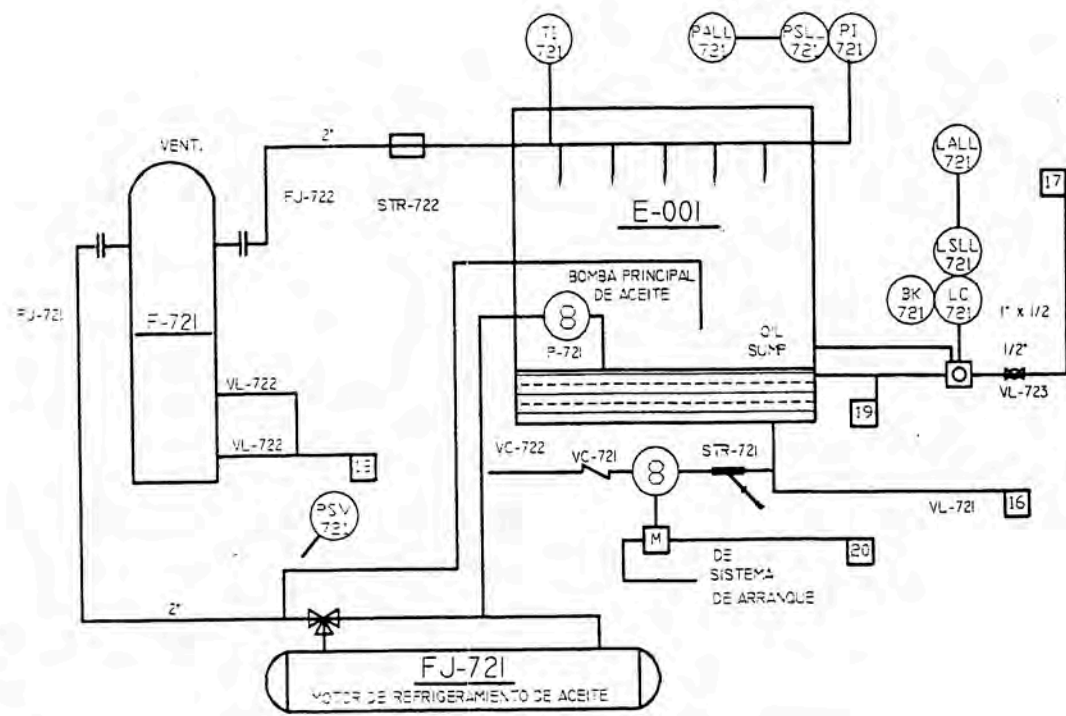
PREPARADO: J. MANZANARES	TÍTULO: "PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"		
REVISADO: J. MANZANARES	DIAGRAMA DE PROCESOS DE FLUJO DE GAS PARTE 2		
APROBADO: J. MANZANARES	ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 1996 (INSTALACION) ENERO 2003 (RES S)	PLANO N°: 03



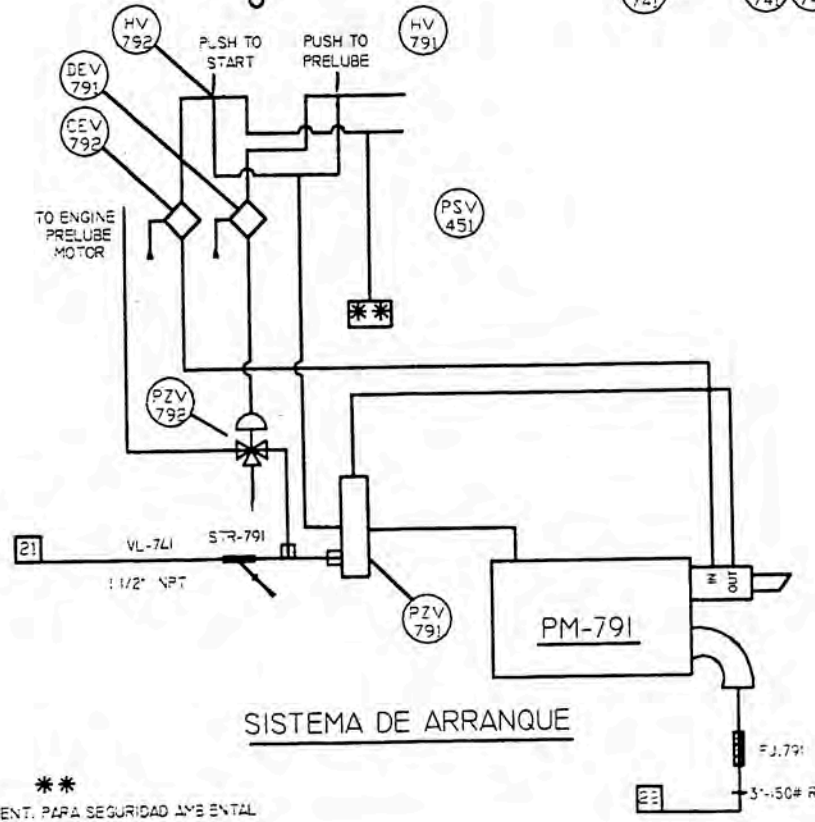
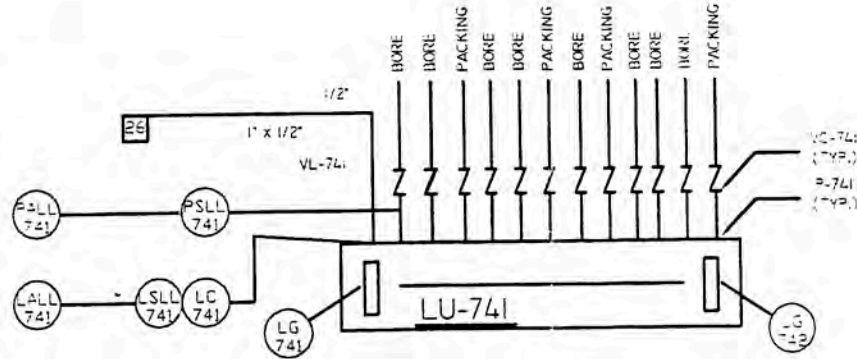
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PREPARADO:	J. MANZANARES	"PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"	
REVISADO:	J. MANZANARES		
APROBADO:	J. MANZANARES	SISTEMA DE AGUA Y EQUIPO PESADO	
DIBUJADO:	J. MANZANARES	ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 1996 (INSTALACION ENERGO 2003 "ESIS")
			PLANO N° 04



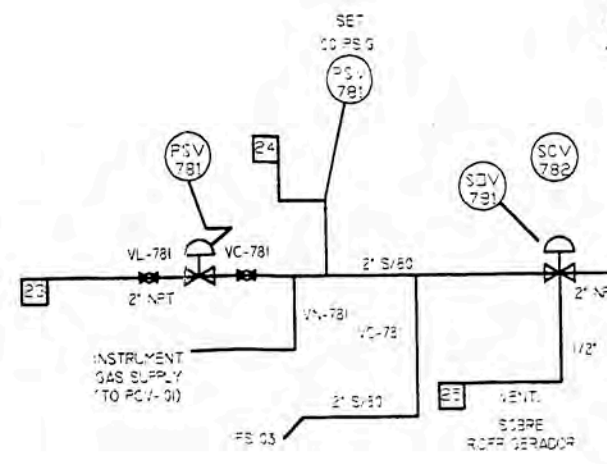
SISTEMA DE ACEITE DEL COMPRESOR



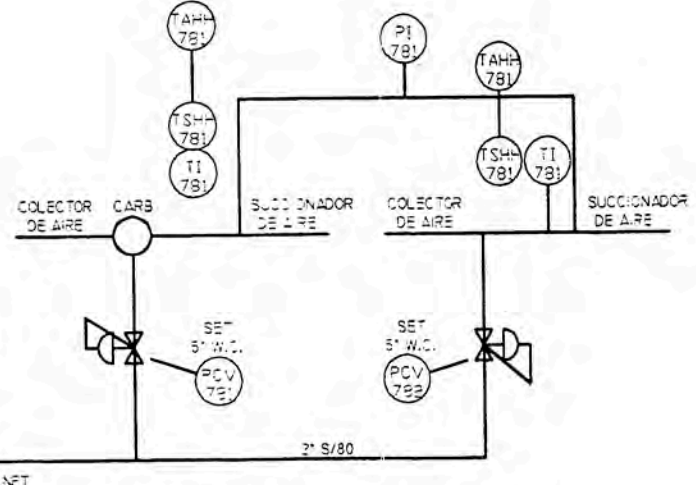
SISTEMA DE ACEITE DEL MOTOR



SISTEMA DE ARRANQUE

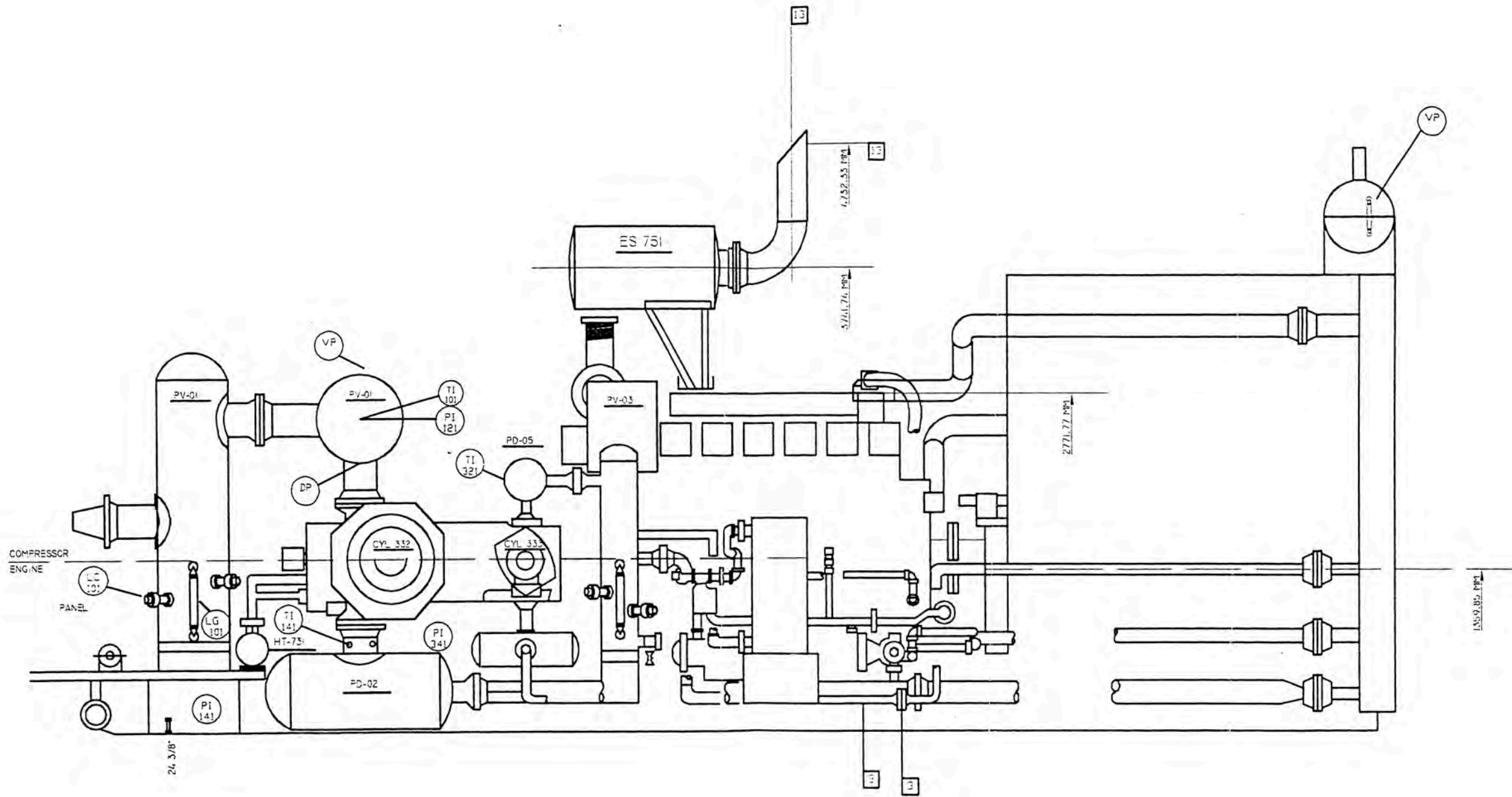


SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE



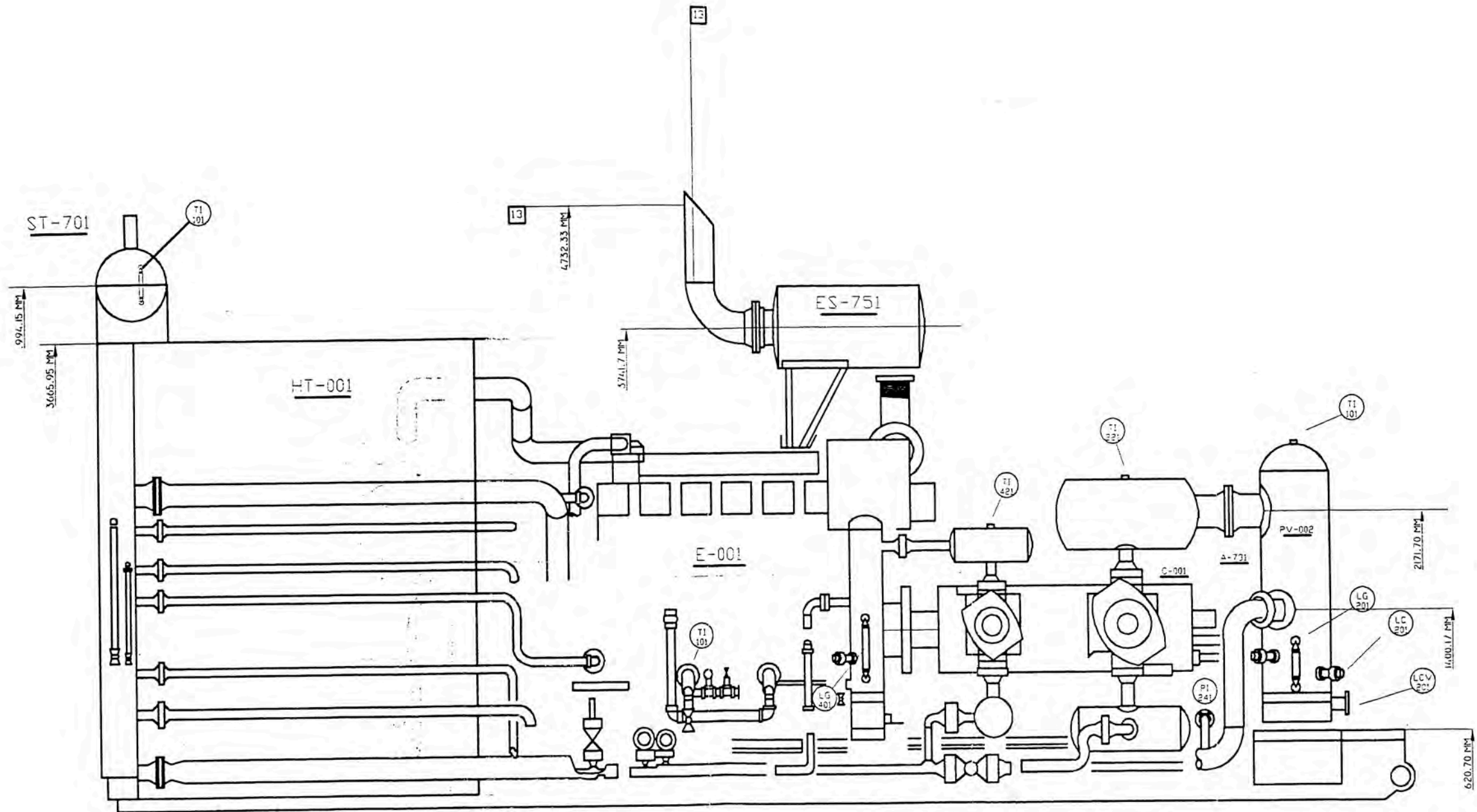
**
VENT. PARA SEGURIDAD AMBIENTAL
DE LOS GASES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PREPARADO:	J. MANZANAPES	"PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"	
REVISADO:	J. MANZANAPES		
APROBADO:	J. MANZANAPES		
DIBUJADO:	J. MANZANAPES	ESCALA:	INDICADA
		FEC-A:	MARZO 1995 (INSTALACION) ENERG 2003 (E.S.S.)
			PLANO N° 05



SISTEMA DE GAS COMPLETO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PREPARADO:	TITULO:		
J. MANZAN-PES	"PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"		
REVISADO:	PLANTA DE CORTES ISOMETRICO COMPRESOR ELEVACION 3-A		
J. MANZAN-PES			
APROBADO:	ESCALA:	FECHA:	PLANO N°:
J. MANZAN-PES	INDICADA	MARZO 1995 (INSTALACION ENERO 1993, 1995)	06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PREPARADO:	TITULO:		
J. MANZANAPES	"PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"		
REVISADO:	AUTOR:		
J. MANZANAPES	PLANTA DE CORTES ISOMETRICO COMPRESOR ELEVACION B-B		
APROBADO:	ESCALA:	FECHA:	PLANO N°:
J. MANZANAPES	INDICADA	MARZO 1996 (INSTALACION EN ENERO 2003) TES S	07

AAH ANALIZER ANN - HIGH PRE ALARM
 AAHS ANALIZER ANN - HIGH SHUTDOWN
 AALL ANALIZER ANN - LOW PRE ALARM
 ACU VOLUME BOTTLE
 AAH ANALIZER ANN - HIGH PRE ALARM
 AAH ANALIZER ANN - HIGH PRE ALARM
 AAH ANALIZER ANN - HIGH PRE ALARM
 AAH ANALIZER ANN - HIGH PRE ALARM
 ACV AIR CONTROL VALVE
 AE ANALYZER ELEMENT
 AT ANALYZER INDICATOR AND TRANSMITTER
 ALT ALTERNATOR
 AM AMP METER
 ASH ANALYZER SWITCH - HIGH PRE ALARM
 ASHH ANALYZER SWITCH - HIGH SHUTDOWN
 ASL ANALYZER SWITCH - LOW PRE ALARM
 ASLL ANALYZER SWITCH - LOW SHUTDOWN
 AT ANALYZER TRANSMITTER
 AY ANALYZER RELAY
 BAT BATTERY
 BOV BLOWDOWN VALVE
 BE BURNER FLAME DETECTOR
 BI BURNER FLAME INDICATOR
 BS BURNER FLAME SWITCH
 BF BURNER FLAME TV RECEIVER
 EFC EXTERNAL FLOAT CHAMBER
 EP ENGINE PANEL
 FC FLOW CONTROLLER
 FCV FLOW CONTROL VALVE
 FE FLOW ELEMENT
 FC FLOW SIGHT GAUGE
 FCV FLOW INDICATOR
 FC FLOW INDICATOR CONTROLLER
 FI FLOW INDICATOR RECORDER
 FIC FLOW INDICATOR TRANSMITTER
 FIM FLOW METER
 FM FLOW RESTRICTION ORIFICE
 FO FLOW PRESSURE RECORDER (TWO PEN)
 FPR FLOW PRESSURE TEMPERATURE RECORDER (THREE PEN)
 FPTR FLOW ANALYZER
 FR FLOW RECORDER
 FR FLOW RECORDER CONTROLLER
 FRC FLOW SWITCH
 FS FLOW TRANSMITTER
 FT ENGINE GOVERNOR
 GOV HAND CONTROL VALVE
 HCV HEATING ELEMENT
 HE HAN INDICATOR CONTROLLER (MANUAL LOADING STATION)
 HM HOUR METER
 HRM HAND VALVE
 HV INSPECTION OPENING
 I INSTRUMENT CONTROL PANEL
 ICR IGNITION GROUNDING SWITCH
 IGS ENGINE IGNITION
 SDT LEVEL ANN - HIGH PRE ALARM
 LAH LEVEL ANN - HIGH SHUTDOWN
 LAHH LEVEL ANN - HIGH SHUTDOWN
 LAB LEVEL ANN - LOW PRE ALARM
 LALL LEVEL ANN - LOW SHUTDOWN
 LC LEVEL CONTROLLER
 LCS LEVEL CONTROL SWITCH
 LCV LEVEL CONTROL VALVE
 LG LEVEL GAUGE
 LI LEVEL INDICATOR
 LI LEVEL INDICATOR CONTROLLER
 LIC LEVEL INDICATOR TRANSMITTER/LEVEL RECORDER
 LIT LEVEL RECORDER CONTROLLER
 LR LEVEL SWITCH
 LRS LEVEL SWITCH - HIGH PRE ALARM
 LS LEVEL SWITCH - HIGH SHUTDOWN
 LSH LEVEL SWITCH - LOW PRE ALARM
 LSHH LEVEL SWITCH LOW SHUTDOWN
 LSL LEVEL TRANSMITTER
 LT LEVEL RELAY
 MA MANUAL ACTUATOR
 MCV MOTOR CONTROL VALVE
 MG MANVETO
 MLS MANUAL LOADING SWITCH
 MOY MOTOR OPERATED VALVE
 MPT METER PULSA TRANSMITTER
 PAH PRESSURE ANN - HIGH PRE ALARM
 PAHH PRESSURE ANN - HIGH SHUTDOWN
 PAL PRESSURE ANN LOW PRE ALARM
 PC PRESSURE ANN - SHUTDOWN
 PCV PRESSURE CONTROL VALVE
 PDAM PRESSURE DIFFERENTIAL CONTROLLER
 PDAMH PRESSURE DIFFERENTIAL INDICATOR
 PDC PRESSURE DIFFERENTIAL RECORDER
 PDI PRESSURE DIFFERENTIAL SWITCH - HIGH PRE ALARM
 PDR PRESSURE DIFFERENTIAL ANN - HIGH SHUTDOWN
 PDSH PRESSURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER
 PDSHH PRESSURE INDICATOR
 PDT PRESSURE INDICATOR CONTROLLER
 PI POSITIONER
 PIC PRESSURE CONNECTION-PLUGGER
 POS PRESSURE PERMISSIVE SWITCH
 PR PRESSURE RECORDER
 PRS PRESSURE RECORDER CONTROLLER
 PR PRESSURE REDUCING VALVE
 PRC PRESSURE SWITCH
 PRV PRESSURE SAFETY ELEMENT
 PS PRESSURE SWITCH
 PSE PRESSURE SAFETY ELEMENT
 PSH PRESSURE SWITCH - HIGH PRE ALARM
 PSHH PRESSURE SWITCH - HIGH SHUTDOWN
 PSL PRESSURE SWITCH - LOW PRE ALARM
 PSLH PRESSURE SWITCH - LOW SHUTDOWN
 PSV PRESSURE SAFETY VALVE
 PT PRESSURE TRANSMITTER

PZ PRESSURE ACTUATOR
 PZV PRESSURE ACTUATED VALVE
 QEV QUICK EXHAUST VALVE
 SAH SPEED ANN - HIGH PRE ALARM
 SAHH SPEED ANN - HIGH SHUTDOWN
 SAL SPEED ANN - LOW PRE ALARM
 SC SPEED ANN - LOW SHUTDOWN
 SOV SPEED SPEED CONTROLLER
 SE SHUTDOWN VALVE
 SG SPEED ELEMENT
 SI SIGHT GLASS
 SIC SPEED INDICATOR
 SIT SPEED INDICATOR CONTROLLER
 SOV SPEED INDICATOR TRANSMITTER
 SRC SOLINOID OPERATED VALVE
 SSH SPEED RECORDER CONTROLLER
 SSSH SPEED SWITCH - HIGH PRE ALARM
 SSL SPEED SWITCH - LOW PRE ALARM
 SW SPEED SWITCH - LOW SHUTDOWN
 SZ TEMPERATURE ANN - LOW SHUTDOWN
 TAH TEMPERATURE ANN - HIGH SHUTDOWN
 TAL TEMPERATURE ANN - LOW PRE ALARM
 TALL TEMPERATURE ANN - LOW SHUTDOWN
 TC TEMPERATURE CONTROLLER
 TCV TEMPERATURE CONTROL VALVE
 TCS TEMPERATURE CONTROL SWITCH
 TDT TEMPERATURE DIFFERENTIAL TRANSMITTER
 TE TEMPERATURE ELEMENT
 TI TEMPERATURE INDICATOR
 TIC TEMPERATURE INDICATOR CONTROLLER
 TIT TEMPERATURE INDICATOR TRANSMITTER
 TJI TEMPERATURE MULTIPOINT SCANNING INDICATOR
 TJR TEMPERATURE MULTIPOINT SCANNING RECORDER
 TP TEMPERATURE CONNECTION PLUGGED
 TPS TEMPERATURE PERMISSIVE SWITCH
 TRI TEMPERATURE RECORDER
 TRC TEMPERATURE RECORDER CONTROLLER
 TS TEMPERATURE SWITCH
 TSE TEMPERATURE SAFETY ELEMENT
 TSH TEMPERATURE SWITCH - HIGH PRE ALARM
 TSHH TEMPERATURE SWITCH - HIGH SHUTDOWN
 TSL TEMPERATURE SWITCH - HIGH PRE ALARM
 TSLH TEMPERATURE SWITCH - HIGH SHUTDOWN
 TTT TEMPERATURE TRANSMITTER
 TW THERMOWELL
 TZV TEMPERATURE ACTUATED VALVE
 XAH VIBRATION ANN - HIGH PRE ALARM
 XSHH VIBRATION ANN - HIGH SHUTDOWN
 ZS POSITION SWITCH LOWER SWITCH
 ZT POSITION TRANSMITTER
 ZV POSITION VALVE

FLOW SYMBOL LEGEND

7/8" STANDARD BALOON LOCALLY MOUNTED

PANEL MOUNTED

REMOTE OR ENGINE PANEL MOUNTED

REAR PANEL MOUNTED

INSTRUMENT IDENTIFICATION AND TAG NUMBER

TUBING BULKHEAD NO. OR ELECTRICAL TERMINAL NO.

PNEUMATIC LOOP

ELECTRICAL LOOP

SAFETY VALVE

BALL VALVE

GLOBE VALVE LOCKING DEVICE IF APPLICABLE

PLUG VALVE

CHECK VALVE

BUTTERFLY VALVE

QUICK OPENING VALVE LEVEL OPERATED

ANGLE VALVE

CHOKE VALVE FIXED

CHOKE VALVE ADJUSTABLE

RELIEF VALVE SPRING OR INTEGRAL PILOT

CONTROL VALVE AIR TO CLOSE

CONTROL VALVE AIR TO OPEN

PRESSURE REDUCING REGULATOR SELF CONTAINED

CONTROL VALVE WITH POSITIONER

PISTON OPERATED VALVE SPRING OR NEUMATIC OR ELECTRIC OPERATED VALVE

THERMAL VALVE (VF)

THREE WAY VALVE

FOUR WAY VALVE

SOLINOID OPERATED VALVE

BACKPRESSURE REGULATOR SELF CONTAINED (INST.)

ELECTRICAL LOOP

NEEDLE VALVE (INSTRUMENT)

EXPANSION JOINT

FLEXIBLE JOINT

RUPTURE DISC (PRESS)

RUPTURE DISC (VACUUM)

FLANGED ORIFICE (FLOW ELEMENT)

OPEN DRAIN

FLOW ELEMENT (TURBINE)

STRAIGHTENING FLAVES

POSITIVE DISPLACEMENT METER

PETCOCK

SPEC BREAK

SPECTACLE BALL CLOSED

SPECTACLE BALL OPEN

THERMOWELL

CHOKE NIPPLE

FLOW ELEMENT (VENTUR)

LINE CAP OR TERMINATION

TEMPORARY STRAINER

STRAINER

MAJOR FLOW LINE

SECONDARY FLOW LINE

PNEUMATIC INSTRUMENT SIGNAL

CAPILARY LINE

ELECTRICAL SIGNAL

HIDRAULIC SIGNAL

HATCH LINE EXISTING OR FUTURE EQUIPMENT

ELECTRICAL HEAT TRACE

STEAM HEAT TRACE

HOT WATER TRACE

INSTALLATION

LINE SIZE CHANGE

EQUIPMENT SYMBOLS

SHELL & TUBE HEAT

AERIAL HEAT EXCHANGE

SPARATOR (HORIZONTAL)

SEPARATOR (VERTICAL)

SURGE

CENTRIFUGAL COMPRESSOR

RECIPROCATING COMPRESSOR

TURBINE

TVC COMPRESSOR

CENTRIFUGAL POMP

RECIPROCATING

HAND PUMP

POSITIVE DISPLACEMENT PUMP

M - MOTOR
E - ENGINE

GEAR

COL LEVEL CONTROLLER

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PREPARADO: J. MANZANAPES	TITULO: "PROYECTO DE INSTALACION TIPICA DE UN MOTOR COMPRESOR DE GAS NATURAL DE 4 ETAPAS, 800 HP, 2000 PSI EN ESTACION DE COMPRESORES DE EL ALTO - TALARA"		
REVISADO: J. MANZANAPES			
APROBADO: J. MANZANAPES	SIMBOLOGIA ESTANDAR		
DIBUJADO: J. MANZANAPES	ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 1996, INSTALACION ENERGO 2003 TESIS:	PAGINA: 08

APENDICE

DRESSER-RAND COMPRESSION SERVICES DIVISION
CUSTOMER: PETROPERU S.A.
UNIT # 95-716 JOB # 59-31-4826

BROKEN ARROW, OK.
REV. 1
DATE: OCT 27, 199

D-RCS JOB NOTIFICATION

* Customer: PETROPERU S.A. Number: 29671
Address: PASEO de la REPUBLICA 3361
SAN ISIDRO
LIMA, PERU

Attention of:

Customer phone/fax number:

Customer Ref./P.O. No: O/C ONO-60095-78

Job Number: 59-31-4826

Unit Number: 95-716

Quantity of Units: 1

Unit Location: PERU - REVENTONES STATION

Lease Name:

City/County/State/Country: LIMA, PERU

Proposal No.: PE-5031

Order Date: 7/17/95

Clock Start Date: 7/17/95

* On Payroll Date:

Ship Date: 12/18/95 (Latest)

Sales Person/No: N. RODRIGUEZ/

Sales A. E.: E. GUEVARA

Project Manager: A. LOPEZ-VIDELA

Project Engineer: B. ALTHAUS

*(Items marked with an asterisk indicate standard Dresser-Rand conten

SALES CATEGORY (SELECT APPLICABLE ITEMS):

- Purchase
- New.
- To Build.
- International.
- On Shore.

EQUIPMENT TYPE: Product Code

Compressor: 4 Throw RDS

Cylinders: 20.5"-9"-6"-4"

Driver: Waukesha L5108GSI

HP: 875

RPM: 1000

Package design RPM:

1000

DRAWING REQUIREMENTS:

Approvals Required YES NO (SEE SECTION 9, FOR DETAILS)

Approval Drawing Due Date:

Certified Drawing Due Date:

Additional Instruction Manuals (over standard quantity of 2)

	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	How Many? [4]			
Torsional	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Copy to Customer	<input type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	
Analog	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	Copy to Customer	<input type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	
Digital	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	Copy to Customer	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
Customer Specs.	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	[] Attached			

ADDITIONAL INFORMATION:

Customer run test: None Observed Witnessed

Customer inspector: Yes No

Insurance D-RCS Customer

Amount of Insurance \$600

Letter of credit Yes No

[] Internal rate [] On invoice

DRESSER-RAND COMPRESSION SERVICES DIVISION
CUSTOMER: PETROPERU S.A.
UNIT # 95-716 JOB # 59-31-4826

BROKEN ARROW, OK.
REV. 1
DATE: OCT 27, 1995

TRANSPORTATION:

Transportation by: D-RCS Customer
MOB: DEMOB:
Transfer of Title:
▪ Upon Arrival at Port of Paita (Estimated date _____).

SIGNIFICANT PAYMENT TERMS:

Progress Payments: YES NO
- 35% With Order.
- 65% Upon Shipment.
- 20% and 35% Bonds issued by D-RCS.
- Letter of Credit by Petroperu
Invoices are due upon receipt.
Bonus/Penalty Payments: YES NO
Escalation YES NO

(List _____)
▪ *D-R 100 Standard Terms and Conditions of Sale.

	Internal rate:	On invoice:
▪ Purchase Price	\$	\$851,349
▪ Export crating		
▪ Yes		
▪ Ocean freight by:		46,950
▪ D-RCS		
▪ Spare parts:		
▪ Yes		
▪ International Agent Commission		
Agent Name: Pipe Service International		
Address: Virrey Toledo No. 360		
San Isidro - Lima, Peru		