



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

SELECCION Y ESPECIFICACION DE LAS VALVULAS DE
CORTE EN LAS LINEAS DE TRANSPORTE DE
HIDROCARBUROS CONSIDERADAS EN LAS PLATAFORMAS
MARINAS DEL ACTIVO KU-MALOOB-ZAAP EN LA SONDA DE
CAMPECHE.

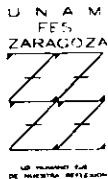
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

ASESOR: I.Q. RENE DE LA MORA MEDINA



MEXICO, D.F.

282768

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

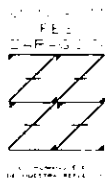
SELECCION Y ESPECIFICACION DE LAS VALVULAS DE
CORTE EN LAS LINEAS DE TRANSPORTE DE
HIDROCARBUROS CONSIDERADAS EN LAS PLATAFORMAS
MARINAS DEL ACTIVO KU-MALOOB-ZAAP EN LA SONDA DE
CAMPEÑE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO QUIMICO

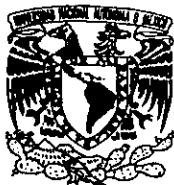
P R E S E N T A :
BERNARDO ALEJANDRO IRIGOYEN CARDENAS

ASESOR: I.Q. RENE DE LA MORA MEDINA



MEXICO, D.F.

2000



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES
*ZARAGOZA***

**JEFATURA DE LA
CARRERA DE
INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/011/2000.

ALUMNO: IRIGOYEN CARDENAS BERNARDO ALEJANDRO
P r e s e n t e.

*En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo,
ha propuesto a los siguientes sinodales:*

Presidente:	I.Q. René de la Mora Medina
Vocal:	I.Q. Salvador Gallegos Ramales
Secretario:	I.Q. Miguel Angel Varela Cedillo
Suplente:	I.Q. Arturo Enrique Méndez Gutiérrez
Suplente:	I.Q. Dominga Ortíz Bautista

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., 27 de Abril, del 2000.

ING. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ
JEFE DE LA CARRERA

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

GRACIAS POR A HABERME CUIDADO, ENSEÑADO Y CUIDADO CON TANTO CARÍÑO, SU DEDICACION ASI COMO SU EJEMPLO HAN SIDO PARA MI EL IMPULSO PARA CONTINUAR CONQUISTANDO LOGROS, LOGROS QUE NO SON SOLO MIOS, SINO NUESTROS.

A MI PADRE: JOSE AURELIO IRIGOYEN IRIGOYEN

A MI MADRE: SUSANA CARDENAS RUBIO

A MIS HERMANOS:

JOSE, JUAN, OMAR Y ROSA: GRACIAS POR EL CARÍÑO Y EL APOYO QUE ME HAN BRINDADO, ESTE LOGRO TAMBIEN ES DE USTEDES.

A MI NOVIA:

EDITH R.G. POR SU COMPRESION, APOYO Y SOBRE TODO SU CARÍÑO QUE ME HA BRINDADO SIEMPRE. ESTE TRIUNFO ES DE LOS DOS.

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A DIOS Y A LA VIRGEN DE GUADALUPE POR HABERME AYUDADO A TERMINAR MI CARRERA.

A MIS PADRES POR IMPULSARME A CONTINUAR CON MIS SUEÑOS, COMO LA OPORTUNIDAD DE HABER ESTUDIADO.

JOSE, JUAN, OMAR Y ROSA, GRACIAS POR TODO, SIEMPRE ESTAN EN MI CORAZON.

GRACIAS AL ING. RENE DE LA MORA POR SUS CONSEJOS, AMISTAD Y DEDICACION A LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

EDITH, SIN TU AYUDA Y OPOYO ESTE TRABAJO NO ESTARIA COMPLETO, ESPERO QUE NUESTROS SUEÑOS, COMO ESTE, SE HAGAN REALIDAD.

AL LIC. JESUS HERNANDEZ JAUREGUI POR SU AMISTAD DE TODOS ESTOS AÑOS. ¡GRACIAS HERMANO!

A MIS AMIGAS Y AMIGOS: POR SU CARIÑO APOYO Y AMISTAD, ESPERO QUE NO SE MOLESTEN SI NO LOS NOMBRO PERO NO QUISIERA OMITIR A NINGUNO.

A MIS MAESTRO: POR SUS ENSEÑANSAS, CARIÑO Y EJEMPLO, GRACIAS POR HABERME DESPERTADO EN MI EL DESEO Y LA CURIOSIDAD POR APRENDER.

Y FINALMENTE ME AGRADEZCO A MI MISMO POR LA DEDICACION, CORAJE, ENTREGA Y DESMAÑANADAS DE TODOS ESTOS AÑOS, PERO VALIO LA PENA.

SELECCION Y ESPECIFICACION DE LAS VALVULAS DE CORTE EN LAS LINEAS DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS CONSIDERADAS EN LAS PLATAFORMAS MARINAS DEL ACTIVO KU-MALOOB-ZAAP EN LA SONDA DE CAMPECHE.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVOS	4
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
• 1.1 DEFINICION DEL PETROLEO.	6
• 1.2 TIPOS BASICOS.	6
• 1.3 COMPOSICION DE LOS CRUDOS.	8
• 1.4 IMPORTANCIA DE LA COMPOSICION DEL CRUDO O HIDROCARBUROS.	9
• 1.5 ORIGEN DEL GAS NATURAL.	14
• 1.6 TIPOS DE GAS NATURAL.	14
• 1.7 IMPUREZAS DEL GAS NATURAL.	15
• 1.8 FLUJO DE FLUIDOS A DOS FASES.	17
• 1.8.1 LIQUIDO-GAS.	17
• 1.9 DEFINICION DE DUCTOS.	18
• 1.10 PATRONES DE FLUJO DE LOS HIDROCARBUROS.	19
• 1.11 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE PLATAFORMAS DE EXPLOTACION.	24
• 1.11.1 CLASIFICACION DEL TIPO DE PLATAFORMA.	24
• 1.11.2 CARACTERISTICAS DE LAS PLATAFORMAS DE ACUERDO A SU ESTRUCTURA.	25
• 1.11.2.1 SISTEMAS DE EXPLOTACION FIJO.	25
• 1.11.2.2 PLATAFORMA CONVENCIONAL O TIPO JACKET.	25

• 1.11.2.3 PLATAFORMA DE CONCRETO.	26
• 1.11.3 SISTEMAS DE EXPLOTACION SEMIFUJO.	26
• 1.11.3.1 PLATAFORMAS DE TORRES ATIRANTADAS.	26
• 1.11.3.2.PLATAFORMAS ARTICULADAS.	27
• 1.11.4 SISTEMAS DE EXPLOTACION FLOTANTES.	28
• 1.11.4.1 PLATAFORMAS SEMISUMERGIBLE.	28
• 1.11.4.2 PLATAFORMA ANCLADA VERTICALMENTE (TLP).	28
• 1.12 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE UNA PLATAFORMA.	35
• 1.12.1 SUPERESTRUCTURA.	35
• 1.12.2 SUBESTRUCTURA.	36
• 1.12.3 PILOTES.	37
• 1.13 CARACTERISTICAS Y DESCRIPCION DE LAS PLATAFORMAS DE ACUERDO A SU SERVICIO.	
• 1.13.1 PLATAFORMA HABITACIONAL.	39
• 1.13.2 PLATAFORMA DE PERFORACION.	41
• 1.13.3 PLATAFORMA DE ENLACE.	44
• 1.13.4 PLATAFORMA DE PRODUCCION.	46
• 1.13.4.1 DESCRIPCION DE PROCESO DE PRODUCCION.	46
• 1.13.5 PLATAFORMA DE COMPRESION.	48
• 1.13.5.1 DESCRIPCION DEL DEL PROCESO DE COMPRESION.	48
• 1.14 DISTRIBUCION DE LOS COMPLEJOS EN LA ZONDA DE CAMPECHE	53
• 1.15 DEFINICION DE VALVULA DE EMERGENCIA.	56
• 1.15.1 VALVULA DE BOLA.	
• 1.16 TORQUE	57
• 1.17 ACTUADORES DE POSICION LINEAL.	67
• 1.17.1 ACTUADORES NEUMATICOS.	51
• 1.17.2 ACTUADORES HIDRAULICOS.	69
• 1.17.3 ACTUADORES ELECTROHIDRAULICOS.	69
• 1.17.4 ACTUADORES ELECTRICOS.	69
• 1.17.5 ACTUADORES MECANICOS.	70
• 1.15 CRITERIOS DE SELECCION PARA ACTUADORES.	70

CAPITULO II

CLASIFICACION, CODIGOS Y NORMAS.

• 2.1	CLASIFICACION DE DUCTOS.	74
• 2.2	CODIGOS Y NORMAS.	75
• 2.3	DISEÑO.	76
• 2.3.1	SISTEMAS DE ACERO AL CARBON Y ACERO INOXIDABLE.	79
• 2.4	JUNTAS.	80
• 2.4.1	JUNTAS SOLDADAS.	80
• 2.4.2	JUNTAS BRIDADAS.	81
• 2.5	NORMAS DE LA INDUSTRIA.	81
• 2.5.1	NORMA API PARA VALVULAS 6D.	83
• 2.5.2	VALVULA DE BOLA.	83
• 2.5.3	PRUEBAS DE PRESION.	83
• 2.5.3.1	PRUEBAS DE LA CUBIERTA.	84
• 2.5.3.2	PRUEBA HIDROSTATICA.	93
• 2.5.3.3	PRUEBAS DE FONDO.	93
• 2.5.4	MARCADO DE LAS VALVULAS.	95
• 2.5.5	REQUERIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD.	96
• 2.5.5.1	MEDIDAS Y PRUEBAS DE EQUIPO.	96
• 2.5.5.2	REGISTRO DE REQUERIMIENTOS.	97
• 2.5.6	PRODUCCIÓN FINAL DE LAS VALVULAS.	98
• 2.5.6.1	PINTURA.	98
• 2.5.6.2	DRENADO.	98
• 2.5.6.3	PREVENCION A LA CORROSION.	98
• 2.5.6.4	PROTECCION A LA SUPERFICIE.	98

CAPITULO III

TIPOS DE VALVULAS Y ACTUADORES.

• 3.1	SELECCION DE LA VALVULA.	101
• 3.2	VALVULA DE BOLA.	103
• 3.3	MOVIMIENTO DEL ELEMENTO DE CONTROL DE CIRCULACION.	106

• 3.4	METODOS DE SELLAMIENTO.	109
• 3.5	ESTOPEROS.	111
• 3.5.1	SELLAMIENTO CON SELLO ANULAR.	112
• 3.6	MANTENIMIENTO.	113
• 3.7	REQUISITOS DE ESPACIO Y PESO.	114
• 3.8	MATERIALES DE CONSTRUCCION.	114
• 3.9	CAPACIDAD DE PRESION Y TEMPERATURA	115
• 3.10	MATERIALES DE EMPAQUETADURAS Y JUNTAS.	119
• 3.11	ACTUADOR.	121
• 3.11.1	ACTUADOR DE DIAFRAGMA.	121
• 3.11.2	ACTUADOR DE PISTON.	122
• 3.11.3	ACTUADORES ELECTRICOS.	124
• 3.11.3.1	MATERIALES DE CONSTRUCCION.	127
• 3.11.3.2	LUBRICACION.	128
• 3.11.3.3	PRUEBAS.	129
• 3.11.4	ACTUADORES HIDRAULICOS Y ELECTROHIDRAULICOS.	130
• 3.11.5	OPERADOR ROTATORIO.	133
• 3.11.5.1	DISEÑO.	134
• 3.11.5.2	OPERACION.	136
• 3.11.6	ACTUADORES MECANICOS.	137
• 3.11.7	FORMAS DE ESPECIFICACION.	137
• 3.11.8	CENTRAL HIDRAULICA.	139

CAPITULO IV

CRITERIOS DE LOCALIZACION Y SUS APLICACIONES.

• 4.1	CRITEROS.	151
• 4.2	VARIABLES QUE AFECTAN LA SELECCION E INSTALACION	151
• 4.3	LOCALIZACION DE LOS BOTONES DE OPERACION DE LA VALVULA DE CORTE.	152
• 4.4	CRITERIOS GENERALES DE INSTALACION.	153
• 4.5	ANTECEDENTES DE LA OBRA.	155
• 4.6	DESCRIPCION DE LA OBRA.	156
• 4.6.1	PLATAFORMA KU-A PERFORACION.	156
• 4.6.2	PLATAFORMA DE ENLACE-PRODUCCION KU-A.	159

• 4.7	LOCALIZACION DE LA OBRA.	162
• 4.8	CARACTERIZACION DE LA MEZCLA GAS-ACEITE MANEJADA EN LAS PLATAFORMAS DEL ACTIVO	163
• 4.9	VALVULAS DE CORTE.	167
• 4.10	ACTUADORES.	168
• 4.11	CENTRAL HIDRAULICA.	168

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

MEMORIA DE CALCULO

APENDICE A

APENDICE B

APENDICE C

INDICE DE TABLAS

CAPITULO I.

• 1.1	CARACTERISTICAS DE LOS CRUDOS PARAFINICOS Y ASFALTICOS.	7
• 1.2	ANALISIS DE CRUDOS ESTADOUNIDENSES	10
• 1.3	ANALISIS DE PETROLEOS CRUDOS DE ALGUNAS REGIONES DEL MUNDO.	11
• 1.4	ANALISIS DEL PETROLEO.	12
• 1.5	CARACTERISTICAS DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS MAS COMUNES.	
• 1.6	DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 2"-10" CLASE 150 A 1500	59
• 1.7	DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 12"-56" CLASE 150 A 1500	60
• 1.8	DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 28"-56" CLASE 150 A 600	61
• 1.9	DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 2"-12" CLASE 2500	62
• 1.10	DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 2"-10" CLASE 2000 A 5000	63
• 1.11	TAMAÑO DE BASTAGO DE LAS VALVULAS Y PRESION DE TRABAJO DE LAS VALVULAS	64
• 1.12	VALORES DE TORQUE MAXIMO	65
• 1.13	INCREMENTO DE TORQUE POR BAJA TEMPERATURA DE OPERACIÓN	66
• 1.14	PROPIEDADES DE ACTUADORES NEUMATICOS TIPICOS.	68

CAPITULO II

• 2.1	ESTADO DEL CODIGO ANSI B31 PARA TUBERIAS A PRESION	74
• 2.2	NORMAS Y CAPACIDADES PARA LAS VALVULAS Y TUBERIAS.	82
• 2.3	TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA.	85
• 2.4	PRESION DE PRUEBA PARA VALVULAS. BRIDADAS Y SOLDADAS.	92
• 2.5	DURACION MINIMA DE LA PRUEBA HIDROSTATICA.	92
• 2.6	PRESION DE PRUEBA PARA ASIENTO Y CONTRA ASIENTO.	94

- 2.7 DURACION MINIMA DE LA PRUEBA. 94
- 2.8 MARCADO DE LAS VALVULAS EN PLACA. 95

CAPITULO III

- 3.1 VALVULAS DISPONIBLES EN EL MERCADO PARA LA INDUSTRIA DE PRODESOS QUIMICOS. 116
- 3.2 MATERIALES DE EMPAQUES PARA VALVULAS EN SEVICIOS DE DIVERSOS PROCESOS. 120
- 3.3 SELECCION DE MATERIALES. 128
- 3.4 GRASA LUBRICANTES PARA ACTUADORES DE VALVULAS. 129

CAPITULO IV.

- 4.1 UBICACION DE LAS PLATAFORMAS DEL ACTIVO KU-MALLOOB-ZAAP. 162

INDICE DE FIGURAS.

CAPITULO I

• 1.1.	FORMULA ESTRUCTURAL, PETROLEO ASFALTICO.	7
• 1.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SPARACION DEL CRUDO.	21
• 1.3.	PATRONES DE FLUJO HORIZONTAL, OBSERVADOS POR BEGGS.	22
• 1.4.	CONFIGURACION GEOMETRICA EN FLUJO VERTICAL.	22
• 1.5.	PLATAFORMA CONVENCIONAL TIPO JACKET.	30
• 1.6.	PLATAFORMA DE CONCRETO.	31
• 1.7.	PLATAFORMA TORRE ATIRANTADA.	32
• 1.8.	PLATAFORMA ARTICULADA.	33
• 1.9.	PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE,	34
• 1.10.	PLATAFORMA ANCLADA VERTICALMENTE.	35
• 1.11.	COMPONENTES DE UNA PLATAFORMA.	38
• 1.12	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMS DE COMPRESION.	51

CAPITULO II

• 2.1.	VALVULA DE BOLA.	91
• 2.2.	ESQUEMA DE APLICACIÓN DEL CODIGO ANSI.	99

CAPITULO III

• 3.1	VALVULA DE BOLA: ORIFICIO COMPLETO, REDUCIDO Y VENTURI.	104
• 3.2	VALVULA DE BOLA DE ORIFICIO COMPLETO CON PROTECCION CONTRA INCENDIO.	105
• 3.3.	VALVULA DE BOLA DE VASTAGO ELEVABLE.	108
• 3.4.	VALVULA DE BOLA MONTADA EN MUÑON CON ASIEN TO GIRATORIO.	110
• 3.5.	ESTOPERO SENCILLO PARA VASTAGO DE VALVULA.	111
• 3.6.	EL FUELLE EN EL SELLO MAS POSITIVO PARA AISLAR FLUIDOS DE PROCESO.	113
• 3.7.	ACTUADOR NEUMATICO DE PISTON.	123
• 3.8.	ACTUADOR ELECTRICO.	125

• 3.9. ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO.	132
• 3.10.1.ACTUADOR HIDRAULICO.	132
• 3.10.2 ACTUADOR HIDRONEUMATICO.	133
• 3.11. VALVULAS DIRECCIONALES.	143
• 3.12. CENTRAL HIDRAULICA.	148

CAPITULO I.

- 1.1 LOCALIZACION DE COMPLEJOS
- 1.2 LOCALIZACION DE COMPLEJOS

CAPITULO IV.

- 4.1 DISTRIBUCION DEL ACTIVO KU-MALOOB-ZAAP
- 4.2 PLANO DE SIMBOLOGIA Y NOTAS GENERALES
- 4.3 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
PRIMER NIVEL (EL + 15.850m)
- 4.4 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
SEGUNDO NIVEL (EL + 21.641m)
- 4.5 DTI SISTEMA DE CONTROL DE POZO
- 4.6 DTI SISTEMA DE CABEZALES DE POZOS
- 4.7 DTI SISTEMA DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO
- 4.8 DTI SEPARADOR DE PRUEBA
- 4.9 DTI SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE
- 4.10 DTI SISTEMA DE GAS DE BOMBEO NEUMATICO
- 4.11 DTI SISTEMA DE DESFOGUES Y DRENAJES
- 4.12 DTI CENTRAL HIDRAULICA
- 4.13 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
PRIMER NIVEL (EL + 18.313m)
- 4.14 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
SEGUNDO NIVEL (EL + 24.850m)
- 4.15 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
TERCER NIVEL (EL + 32.693m)
- 4.16 DTI SISTEMA DE INTEGRACION DE TRAMPAS DE DIABLOS
- 4.17 DTI SISTEMA DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO
- 4.18 DTI SISTEMA DE BOMBEO Y ENVIO DE CRUDO
- 4.19 DTI SISTEMA DE BOMBEO Y ENVIO DE CRUDO
- 4.20 DTI SISTEMA DE COMPRESION DE ALTA
- 4.21 DTI SISTEMA DE COMPRESION DE BAJA
- 4.22 DTI SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS COMBUSTIBLE
- 4.23 DTI CENTRAL HIDRAULICA

INDICE DE DIAGRAMAS

CAPITULO I.

- 1.1 LOCALIZACION DE COMPLEJOS
- 1.2 LOCALIZACION DE COMPLEJOS

CAPITULO IV.

- 4.1 DISTRIBUCION DEL ACTIVO KU-MALOOB-ZAAP
- 4.2 PLANO DE SIMBOLOGIA Y NOTAS GENERALES
- 4.3 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
PRIMER NIVEL (EL + 15.850m)
- 4.4 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
SEGUNDO NIVEL (EL + 21.641m)
- 4.5 DTI SISTEMA DE CONTROL DE POZO
- 4.6 DTI SISTEMA DE CABEZALES DE POZOS
- 4.7 DTI SISTEMA DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO
- 4.8 DTI SEPARADOR DE PRUEBA
- 4.9 DTI SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE
- 4.10 DTI SISTEMA DE GAS DE BOMBEO NEUMATICO
- 4.11 DTI SISTEMA DE DESFOGUES Y DRENAJES
- 4.12 DTI CENTRAL HIDRAULICA
- 4.13 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
PRIMER NIVEL (EL + 18.313m)
- 4.14 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
SEGUNDO NIVEL (EL + 24.850m)
- 4.15 PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
TERCER NIVEL (EL + 32.693m)
- 4.16 DTI SISTEMA DE INTEGRACION DE TRAMPAS DE DIABLOS
- 4.17 DTI SISTEMA DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO
- 4.18 DTI SISTEMA DE BOMBEO Y ENVIO DE CRUDO
- 4.19 DTI SISTEMA DE BOMBEO Y ENVIO DE CRUDO
- 4.20 DTI SISTEMA DE COMPRESION DE ALTA
- 4.21 DTI SISTEMA DE COMPRESION DE BAJA
- 4.22 DTI SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS COMBUSTIBLE
- 4.23 DTI CENTRAL HIDRAULICA

RESUMEN

El presente trabajo es una revisión bibliográfica acerca de la variedad y funcionamiento de las válvulas de corte incluyendo a los actuadores de estas, así como de los criterios de ubicación en las instalaciones para el transporte de hidrocarburos en las plataformas marinas de la sonda de Campeche.

El seleccionar correctamente el tipo de válvula de corte como el tipo de actuador, que deberá cumplir con la función adecuada de la válvula; con esto nos referimos a que tipo de función desempeña si es de control, cerrada o abierta, etc. Con respecto al tipo de actuador que se deberá utilizar, se debe especificar el tipo de suministro hidráulico, neumático, eléctrico, o combinación entre ellos para su funcionamiento.

Esta selección deberá considerar el tipo de ambiente a las que están sometidas estas instalaciones, así como de las condiciones de operación de cada una de las plataformas marinas, además de la composición del crudo transportado para una adecuada selección de los materiales de construcción de las válvulas y actuadores.

Los criterios de ubicación de estas válvulas son diversos ya que dependerán de la cantidad de equipo que se encuentre en cada plataforma, en forma general se consideran en:

- Turbobombas.
- Turbocompresores.
- Separadores de 1° y 2° etapa.
- Rectificadores de 1° y 2°.
- Límites de batería.

La seguridad de este tipo de instalaciones depende mucho de un buen diseño de los equipos, válvulas, tuberías, instrumentos, estructura, etc., como de la selección adecuada de materiales, ya que en una contingencia que se pueda presentar deberán funcionar correctamente.

INTRODUCCION

La búsqueda y extracción de combustibles naturales como de materias primas para la industria petroquímica han obligado al hombre a explorar no solo en los mantos terrestres sino también en el lecho marino, esta producción es por medio de las plataformas de extracción costa afuera.

La zona del sureste mexicano cuenta con la mayor producción de hidrocarburos de la república; considerando a los estados de Veracruz, Campeche y Tabasco como los principales productores además de Tampico y Oaxaca.

La separación primaria, secundaria, compresión y bombeo son algunas de las etapas principales a las cuales se somete la mezcla de hidrocarburos extraídos del lecho marino, el transporte de estos es por medio de líneas.

El efectuar la transportación de manera segura de una instalación a otra como en los equipos de separación, compresión, bombeo y líneas de recepción y envío es de vital importancia ya que esto permite el minimizar riesgos y/o situaciones posibles de emergencia, garantizando el personal que opera en estas como de las instalaciones y del medio ambiente.

La selección del tipo de válvula de corte y del tipo de actuador así como de sus materiales de construcción dependen de la composición de las fases o de la mezcla de hidrocarburos, presión, temperatura y condiciones ambientales así como del efecto de la corrosión.

Este trabajo habla de un proyecto en específico en las plataformas marinas del activo KU-MALOOB-ZAAP en la sonda de Campeche, donde se mencionan los elementos de transporte de hidrocarburos así como de los lineamientos para colocar las válvulas de corte y su actuador. El desarrollo del mismo esta dividido en cuatro capítulos que son:

1.- GENERALIDADES: Donde se aborda la definición del petróleo y gas natural, el diferente tipo de instalaciones marinas de dependiendo de su estructura y operación, como de los tipos de válvulas de bola y actuadores.

2.- CLASIFICACION, CODIGOS Y NORMAS: En este capítulo se clasifican los ductos por medio de los códigos internacionales así como las normas que cumplen las válvulas de corte para su construcción.

3.- TIPOS DE VALVULAS DE BOLA Y ACTUADORES: Donde se menciona los diferentes tipos de válvula de bola como de su funcionamiento, además de los diferentes tipos de actuadores como su funcionamiento de operación.

4.- CRITERIOS DE LOCALIZACION Y SUS APLICACIONES: En este capítulo se menciona la ubicación de la válvulas de bola en los equipos y líneas de transportación de hidrocarburos como un ejemplo en las instalaciones del activo KU-MALOOB-ZAAP.

OBJETIVOS

GENERAL:

1.- Dar un enfoque de la importancia de las válvulas de corte y sus actuadores en las plataformas marinas, como el conocer la aplicación en el transporte de hidrocarburos en las líneas de transporte de éstos.

ESPECIFICOS:

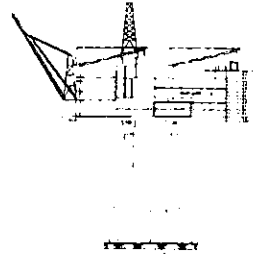
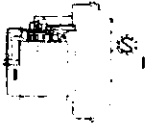
1.- Conocer los diferentes tipos de instalaciones marinas costa afuera.

- Dependiendo de su estructura.
- Dependiendo de su servicio.

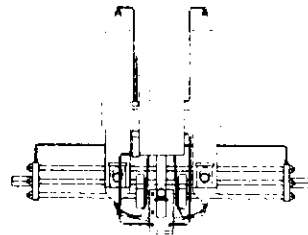
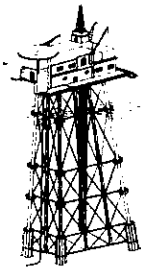
2.- Conocer y describir los diferentes tipos de válvula de corte tipo bola.

3.- Conocer y describir los diferentes tipos de actuadores.

4.- Describir los lineamientos de ubicación de las válvulas de corte.



CAPITULO
I
GENERALIDADES



1.1- DEFINICION DEL PETROLEO

Existen numerosas definiciones de petróleo las cuales no obstante pueden resumirse como sigue. Es un líquido aceitoso, flamable, con rango de variación en la viscosidad y olor fuerte característico, cuyo color varía de amarillo a castaño rojizo oscuro a negro, pero que normalmente exhibe una fluorescencia verdosa distintiva. Se cree que se formó a partir de sedimentos marinos y semimarinados cercanos a la costa sobre los cuales hubo acción geológica (el mecanismo exacto se desconoce) durante millones de años. El petróleo se encuentra por todo el mundo, desde el desierto hasta las regiones árticas y las plataformas continentales.

La configuración de los sitios o yacimientos de los que se extrae varía desde la de cieno superficiales hasta la de infiltraciones superficiales; también se le encuentra desde arenas y depósitos de alquitrán hasta en estratos de roca situados a profundidades que varían de una cuantas decenas a varios miles de metros. El petróleo se extrae en cantidades industriales virtualmente en cualquier zona de la tierra, con la excepción hasta el momento de la Antártida, Groenlandia y áreas costeras adyacentes.

1.2- TIPOS BASICOS.

Los distintos tipos de petróleo son mezclas no uniformes y altamente complejas de hidrocarburos Parafínicos, Nafténicos y aromáticos. Contiene pequeñas cantidades de azufre y cantidades todavía más pequeñas de compuestos de nitrógeno y oxígeno. Los términos Parafínico, Aromático y Asfáltico (o nafténico) se utilizan para nombrar los tipos predominantes de constituyentes químicos encontrados en petróleos crudos de diversas localidades.

La mayoría de los crudos contiene una diversidad de hidrocarburos, que comprenden desde el hidrocarburo gaseoso más sencillo, el metano hasta la parafina o el betún sólido más complejo. En los hidrocarburos más pesados puede existir cualquiera de los siguientes tipos:

- 1.- Parafínicos. Conteniendo 4 grupos Alifáticos, 1 Alicíclico y 1 Aromático.
- 2.- Alicíclicos. Conteniendo 3 grupos Alicíclicos, 2 Alifáticos y 1 Aromático.
- 3.- Asfálticos. Conteniendo 3 grupos Aromáticos, 2 alifáticos y 1 Alicíclico.

Existen también muchos tipos intermedios de petróleo crudo. Las diferencias principales en propiedades físicas y químicas de los tipos de petróleo crudo se indican en la tabla 1.1.

TABLA 1.1 CARACTERISTICAS DE LOS CRUDOS PARAFINICOS Y ASFALTICOS

Características	Parafinicos	Asfálticos
Densidad	Baja	Alta
Rendimiento de la gasolina	Alto	Bajo
Número de octano de la gasolina	Alto	Bajo
Contenido de azufre	Baja	Alto
Relación entre hidrógeno y carbono	Alta	Baja
Punto de humo del queroseno	Alto	Bajo
Índice de cetanos del gas-oil	Alto	Bajo
Punto de fluidez crítica del gas-oil	Alto	Bajo

Una fórmula estructural para un petróleo de la 3ª clase se establece en la fig. 1.1:

FIGURA. 1.1 FORMULA ESTRUCTURAL, PETROLEO ASFALTICO.



De modo similar se emplean los términos amargo y dulce. Los crudos amargos contienen azufre y presentan una desagradable y a veces nauseabundo olor a ajo o a huevos podridos. El azufre que es lo que imparte el olor, existe en forma de mercaptanos o sulfuro de hidrógeno. Los crudos dulces contienen muy poco azufre y tienen olores comparativamente agradables.

1.3. COMPOSICION DE LOS CRUDOS

Los crudos varían considerablemente en composición, aún cuando estén estrechamente relacionados geográficamente. Por ejemplo, en algunas regiones de Estados Unidos el Petróleo cercano a la superficie suele tener una composición química muy diferente de la del petróleo localizado en estratos más profundos. Sin embargo la sola profundidad no se correlaciona significativamente con la composición.

Puede generalizarse que los crudos encontrados en las porciones oriental y centrooccidental de Estados Unidos son predominantemente dulces y parafínicos; los encontrados a lo largo de la Costa del Golfo usualmente son Nafténicos; los que se encuentran en las tierras inferiores del sudoeste son Asfálticos.

En la tabla 1.3 se muestran análisis de algunos petróleos crudos encontrados fuera de los Estados Unidos, con lo que se ilustran la variedad de crudo existente.

1.4. IMPORTANCIA DE LA COMPOSICION DEL CRUDO O HIDROCARBUROS.

- *Contenido de Azufre.* La cantidad de azufre contenida en un crudo es importante para el manejo de éste, en los crudos con alto contenido de azufre es necesario el empleo de materiales especiales en la construcción de equipos para refinerías. Ciertos procesos en la refinación del crudo requieren que se elimine el azufre por sus efectos indeseables en productos terminados; además del efecto de sustitución del azufre de compuestos sobre catalizadores caros
- *Intervalo de destilación.* El cual indica que fracciones están presentes y en que cantidad.
- *Punto de fluidez:* definido como la temperatura mínima a la que el material fluye, y que depende de la composición del petróleo en términos de cerosidad y contenido de betún.
- *Contenidos de sedimentos y agua.* Qué son medidas del grado de suciedad y otras materias extrañas, así como de dicho líquido.
- *Contenidos de sal:* Qué no se limita a Cloruro de Sodio, pero normalmente se interpreta en términos de NaCl. La sal es indeseable debido a su tendencia a obstruir los conductores de líquidos y acumularse, como un constituyente perjudicial de los aceites y de los asfaltos residuales, así como a la propensión de ciertos compuestos salinos a descomponerse cuando se les calienta y corroer el equipo de refinación.
- *Contenido de metales.* Los metales pesados como hierro, níquel y vanadio tienden a acumularse en los más pesados aceites de gas (gasóleos) y fracciones residuales, donde suelen interferir en las operaciones de refinación, particularmente envenenando (contaminando) los catalizadores. Los metales pesados también contribuyen a la formación de depósitos en superficies sometidas a calentamiento en hornos y fogones de calderas, lo que provoca fallas permanentes del equipo, altera la eficiencia de transmisión del calor e incrementa la necesidad de mantenimiento.

TABLA 1.2. ANALISIS DE CRUDOS ESTADOUNIDENSES

PROPIEDAD	McCom Mississippi		Suroeste de Texas		Este de Texas	Wyoming (Amargo)	Nvo. México	Alaska	Sn. Ardo, California	Ospelousas, Louisiana		Velma, Oklahoma
Densidad API	40.7		39.1		39.1	17.9	37.5	25.9	13.3	38.2		29.1
Destilación °F	D 86	UOP 76	D 36	UOP 76	D 86	D 86	D 86	D 86	UOP	D 86	UOP 76	D 86
PEI (punto de ebullición inicial)	152	152	158	158	125	306	118	160	IBP 180 0.3	127	127	145
5% Agotado	192	192	208	208	191	408	162	136	180- 380 1.6	127	127	145
10	224	224	244	244	211	476	224	220	380- 550 16.1	256	256	482
30	344	344	461	461	355	633	354	514	550- 650 10.6	438	438	659
50	504	506	700	760	539	675	530	660	650- 900 17.3	545	575	712
70	655	703	760	1075	702	710	626	690	900- 1000 6.0	672	720	748
90	760	977	-	-	760	732	728	710	1000- 48.1	760	905	748
PEF (punto de ebullición final)	-	1062	-	-	760	732	734	710	-	-	978	-
% recuperado	98.5	95.5	98.5	90.5	97.0	89.0	93.0	80.0	-	98.5	96.0	95.5
% residuos	-	4.5	-	9.5	-	-	-	-	-	0.7	-	-
% coque, en peso	1.6	-	1.8	-	2.8	11.0	5.6	-	-	0.7	-	-
% recuperado a 400 °F	37.0	-	32.0	-	34.5	4.5	35.0	-	1.9	26.5	-	22.5
525 °F	53.0	-	48.0	-	54.0	15.0	55.0	-	17.9	46.0	-	33.5
572 °F	60.0	-	54.0	-	-	20.0	-	-	-	54.0	-	39.0
Azufre total, % en peso	0.07	-	0.45	-	0.2	3.33	1.0	1.036	1.93	0.08	-	1.13
Presión de vapor Reid, psi	4.6	-	3.4	-	-	0.2	8.8	4.2	-	8.4	-	4.0
Punto de escurrimiento, °F	60	-	30	-	55	-5	25	-	-	40	-	<.30
Sedimento y aguas residuales, % en vol	0.10	-	0.10	-	0.1	0.3	0.3	2.5	-	0.15	-	0.2
Residuo de carbono Condradson, % en peso	0.79	-	1.74	-	-	-	-	-	-	0.52	-	-
NaCl Lbs/1000 barriles	4	-	< 0.5	-	31	0.6	14.0	76.0	-	5.0	-	78.0
Gasolina % en vol.	35.5	-	32.0	-	29.0	6.3	37.8	14.4	1.9	26.1	-	22.3
Queroseno % en vol.	18.1	-	12.1	-	10.1	9.1	-	18.0	16.1	18.9	-	17.3
Combustible diesel % en vol.	14.6	-	38.0	-	13.8	14.0	-	18.4	10.6	22.9	-	8.5
Gasóleo % en vol.	28.1	-	12.6	-	-	30.7	41.2	22.3	23.3	27.9	-	31.9
Asfalto (residuos) % en vol.	3.7	-	5.3	-	47.1	39.9	20.8	25.7	48.1	41.1	-	20.0
Metales (en gasóleos, ppm) Níquel	0.06	-	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-
Vanadio	0.08	-	-	-	-	-	-	-	< 0.1	-	-	-

TABLA 1.3. ANALISIS DE PETROLEOS CRUDOS DE ALGUNAS REGIONES DEL MUNDO

Propiedad	Arabia Saudita	Sumatra		Putumayo Colombia		Golfo de Nigeria		Zuita Venezuela		Irán		Kuwait	
Densidad API	30.0	35.3		35.0		34.7		25.2		36.6		31.5	
Destilación °F tipo	D86	D 86	UOP 76	°F	Vol. %	°F	Vol. %	Hempel	Vol. %	Hempel	Vol. %	Hempel	Vol. %
PEI (punto de ebullición inicial)	77	173	594	IBP 400	34.1	IBP 140	6.3	IBP 122	0.1	IBP 122	1.5	IBP 122	2.8
5%	160	216	662	400-500	9.3	140-170	1.8	122-167	1.2	122-167	2.8	122-167	2.5
10%	231	246	699	500-650	20.3	170-310	16.8	167-212	2.3	167-212	4.5	167-212	3.2
20%	277	295	750	650-750	9.0	310-520	26.5	212-257	3.7	212-257	6.3	212-257	4.2
30		341	792	750-900	11.4	520-680	19.3	257-302	3.9	257-302	7.1	257-302	4.3
50	330	427	890	900	17.2	680	30.9	302-347	4.1	302-347	5.6	302-347	4.5
70	435	497	1042	-	-	-	-	347-392	3.6	347-392	5.4	347-392	4.0
90	452	575	Craqueado	-	-	-	-	392-437	3.4	392-437	5.4	392-437	4.0
95	526	619	-	-	-	-	-	437-482	6.0	482-527	7.4	482-527	5.5
PEF (punto de ebullición final)	526	639	1042	-	-	-	-	482-527	2.2	527-583	2.6	527-583	2.6
% recuperado	-	99.0	72.5	101.3		101.6		57.7		77.3		63.3	
% de residuos	-	1.0	27.5					42.1		22.5		34.8	
Azufre total, % en peso	3.05	0.2		0.49		0.16		1.69		1.12		2.62	
Presión de vapor Reid, psig	3.8	-		-		-		-		-		-	
Punto de escurrimiento °F	-33	0		45		20		< 5		5		< 5	
Gasolina, % en vol.	29.1	11		34.1		24.9		18.9		32.2		25.5	
Queroseno, % en vol.	16.0	16		9.3		26.5		14.1		18.3		13.7	
Gasóleo, % en vol.	12.5	14		407.7		19.3		-		-		-	
Residuo, % en vol.	42.4	59		17.2		30.9		-		-		-	
Metales en gasóleos, ppm Vanadio	0	-		25		0.7		-		-		-	
Níquel	0	-		11		5.1		-		-		-	
Hierro	3	-		-		-		-		-		-	
NaCl, lb/1000 barriles	12	-		Traza		5		-		-		-	

La composición general del petróleo se establece en la tabla 1.4:

TABLA 1.4 ANALISIS DEL PETROLEO

Composición General del Petróleo	
Carbono	80 a 89 %
Hidrógeno	12 a 14%
Nitrógeno	0.3 a 1%
Azufre	0.3 a 3%
Oxígeno	2 a 3%

TABLA 1.5. CARACTERISTICAS DE LOS HIDROCARBUROS GASEOSOS MAS COMUNES.

Hidrocarburos	Formula	Peso Especifico Aire=1	Punto de Ebullición a la Presión atm. °C	Presión de Vapor a 37.8 Kg/cm ² abso.	Potencia Calorífica Superior, Kcal/m ³ a 15.6, °C	Condiciones Criticas	
						Temperatura °C	Presión Kg/cm ² abso.
Metano	CH ₄	0.554	103.9	----	9007	82	47.3
Etileno	C ₂ H ₄	0.968	89.0	----	14356	10	52.6
Etano	C ₂ H ₆	1.038	47.7	----	15762	32	49.8
Propileno	C ₃ H ₆	1.453	42.1	15.96	21093	91	46.9
Propano	C ₃ H ₈	1.522	4.5	13.28	22428	97	43.4
1,3 Butadieno	C ₄ H ₆	1.867	161.4	4.15	26415	163	44.1
1 Butileno	C ₄ H ₈	1.937	6.3	4.36	27448	147	41.3
Iso-Butileno	C ₄ H ₈	1.937	6.9	4.43	27278	145	40.8
Iso-Butano	C ₄ H ₁₀	2.006	11.7	5.13	29014	134	37.3
n- Butano	C ₄ H ₁₀	2.006	0.5	3.65	29076	152	38.7

1.5. ORIGEN DEL GAS NATURAL

El gas natural, como indica su nombre, es uno de los productos naturales que se encuentran generalmente asociados con el petróleo crudo. El gas denominado "seco" se compone casi totalmente de metano, el primero de la serie dada en la tabla 1.5, con pequeñas cantidades de etano y otros hidrocarburos parafínicos. Cuando el producto natural contiene mayor proporción de hidrocarburos más densos o líquidos, se le suele llamar gas "húmedo". Estos hidrocarburos más densos suelen separarse para obtener las gasolinas naturales o rectificadas, con excelentes propiedades como agente de mezcla en la preparación de combustibles de motores. Los gases que se encuentran en ciertos lugares pueden contener elevados porcentajes de nitrógeno y dióxido de carbono, existiendo ejemplos en los que los gases están compuestos casi exclusivamente de uno o otro gas inerte. Son también interesantes los gases ricos en helio, aunque pocos tienen la suficiente riqueza como para justificar la extracción de este elemento. Algunos yacimientos producen gas natural que contienen compuestos de azufre, los cuales se separan y someten a tratamiento con objeto de recuperar el azufre elemental.

1.6. TIPOS DE GAS NATURAL.

Gas natural. El gas natural es una mezcla de hidrocarburos en estado gaseoso, cuyo principal componente es el metano (CH_4), se extrae en los campos petroleros, ya sea solo o como subproducto de la extracción del petróleo.

Gas licuado del petróleo (GLP). Este término se aplica a ciertos hidrocarburos específicos que se pueden licuar a presiones moderadas y temperaturas normales, pero que son gaseosos en condiciones atmosféricas normales. Los principales constituyentes del GLP son propano, propileno, butano butileno e isobutano, mezclados en cualquier proporción o con nitrógeno. El GLP producido en la separación de hidrocarburos más pesados a más densos del gas natural se encuentra primordialmente en la serie parafínica (saturada). El GLP derivado del gas de refinería petrolera puede contener bajas variables de hidrocarburos olefínicos (insaturados). Estos gases se utilizan mucho para servicios domésticos y se proporcionan en tanques o mediante líneas de tuberías.

Gas de agua azul, gas de agua carburada y gas de carbón. Son gases combustibles producidos a partir del carbón o el coque (enriquecido en algunos casos como gas de aceite, gas natural o líquido) que se han utilizado cada vez menos en los últimos años.

1.7 IMPUREZAS DEL GAS NATURAL

El proceso seguido para el gas natural, ya que ha sido separado del líquido es el siguiente:

1. **Recuperar los vapores de hidrocarburos condensables.** Esta se efectúa en las instalaciones para procesamiento del gas mediante la aplicación de principios físicos simples. Esto es, estos hidrocarburos pueden condensarse y separarse de una corriente de gas incrementando la presión y reduciendo la temperatura. También pueden separarse por absorción o por adsorción con desecantes.
2. **Eliminar el vapor de agua condensable.** El agua puede removerse por adsorción con un desecante, absorbiendo con glicol o por enfriamiento del gas.
3. **Eliminar o remover otros componentes indeseables,** como el ácido sulfhídrico y bióxido de carbono. Estos pueden ser removidos por reacción química con otros compuestos, por absorción o por adsorción.

Dentro de los ductos de conducción en la superficie, también se presentan varios de estos cambios, por ejemplo: Existen líneas que aparentemente manejan solo gas o líquido, pero debido a los cambios de presión y temperatura que se producen a través del ducto, se llevan a cabo vaporizaciones del líquido o condensaciones del gas, dando lugar a un flujo a dos fases. Puede ocurrir que el gas arrastre líquido de los compresores y equipos de proceso en cantidades apreciables.

Para su transporte por tuberías y comercialización, el gas debe cumplir con ciertas especificaciones entre las que se incluyen contenidos máximos de: agua, hidrocarburos condensables y contaminantes como el ácido sulfhídrico y bióxido de carbono. Probablemente la impureza más indeseable del gas natural es el agua que puede encontrarse en el gas no procesado. Por esta razón es necesario deshidratar el gas debido a:

- A) El gas natural y el agua pueden formar hidratos que obstruyen las líneas de conducción y el equipo.
- B) El gas que contiene agua con H_2S o CO_2 es altamente corrosivo.
- C) El vapor de agua puede condensarse en las tuberías y provocar condiciones de flujo no permanente.

Generalmente el gas natural contiene ácido sulfhídrico (H_2S) conocido como "gas amargo" y bióxido de carbono (CO_2) conocido como "gases ácidos" debido a que en solución con el agua forman soluciones ácidas que pueden ser dañinas de acuerdo con su concentración. Estos gases, principalmente el ácido sulfhídrico, son muy indeseables y a menos que estén en cantidades muy pequeñas deben eliminarse de la corriente del gas, principalmente por el hecho de que el ácido sulfhídrico es un gas tóxico que no puede ser usado como combustible doméstico.

En presencia de agua este ácido es altamente corrosivo y puede causar fallas prematuras en las válvulas, líneas de conducción, recipientes a presión. La mayoría de las especificaciones de las líneas de conducción limitan el contenido de H_2S a 0.25 gr por cada 100 ft³ de gas. La mayoría de los procesos de tratamiento que eliminan el ácido sulfhídrico, también remueve el dióxido de carbono; por lo tanto ambos volúmenes pueden sumarse para obtener el volumen total del gas ácido a remover.

El nombre de "gas dulce" se aplica al gas natural que no contiene cantidades significativas de H_2S o que ha sido endulzado mediante tratamiento.

Los compuestos más usados para eliminar los gases ácidos son:

- Una solución en agua de monoetanolamina (MEA)
- Dietanolamina
- Sulfinol

Las dos primeras remueven ácidos por medio de una reacción química, mientras que el sulfinol actúa por reacción química y absorción física. Entre los problemas más comunes que tiene el transporte de gas natural es la presencia de hidratos de hidrocarburos. El gas que se produce de un pozo o bien por separación de aceite, casi siempre contiene cantidades considerables de vapor de agua, el cual puede

condensarse y promover la formación de hidratos, los que a su vez puede obstruir parcial o totalmente los sistemas de transporte.

1.8. FLUJO DE FLUIDOS A DOS FASES.

Un fluido puro, por su naturaleza y por las condiciones de presión y temperatura a las que se encuentran puede ser un líquido, un vapor, o inclusive, hallarse en ambas fases. Esto último considerado como un estado de equilibrio del fluido.

En una mezcla de fluidos, dependiendo de su naturaleza, de la afinidad entre ellos, de la cantidad de cada uno, y de algunas condiciones extremas como presión y temperatura, se tendrá una sola fase, es decir, existe miscibilidad entre ellos. La existencia de más de una fase incluye los siguientes casos:

- Mezcla Líquido-Líquido
- Mezcla Líquido-Líquido-Gas
- Mezcla Líquido-Gas

1.8.1. LIQUIDO-GAS.

Una forma general de flujo de este tipo de mezcla consiste en la estratificación de las fases, esto es, cada fase fluye separada de la otra, pero manteniéndose ambas en contacto por medio de una capa llamada interfase, que es precisamente el límite o fin de una de las fases y el comienzo de la otra. Aquí la fase gaseosa fluye por encima de la fase líquida. A la entrada de una línea o ducto con flujo a dos fases, éste es el régimen observado, y a partir de él se desarrollan otros, tales como bacheo o anular,

Cuando dos fluidos inmiscibles fluyen juntos a través de un ducto, hay implicado un gran número de problemas de ingeniería. Estos resultan a partir de las relaciones de ciertas variables, tales como: patrones de flujo, colgamiento de líquidos o holdup, cambios en la presión y variación en los coeficientes de transferencia de calor. Estas relaciones son afectadas por la velocidad de flujo, propiedades del fluido y geometría del ducto.

Mucho de los problemas de flujo a dos fases implica la formación de vapor. Cuando un líquido saturado fluye a través de una línea, puede ocurrir flashing. Conforme el líquido fluye a través de la línea, la presión decrece debido a la fricción. El correspondiente decrecimiento en la presión puede causar que una porción del líquido se vaporice, cambiando así la razón en masa de las dos fases constantemente. El flasheo se observa así la razón en masa de las dos fases constantemente. El flasheo se observa con mucha frecuencia en los pozos petroleros y en las líneas de transporte cuando la pérdida de presión causa que el gas "abandone" la solución y fluya simultáneamente con el aceite,

El desconocimiento de las velocidades en algún punto de las fases individuales hace imposible bosquejar la distribución real de éstas. En la mayoría de los casos, la fase gas, fluye a mayor velocidad que la fase líquida, acelerando continuamente al líquido, implicando por tanto, una transferencia de energía. Aunque algunas de las fases pueden encontrarse en flujo laminar o turbulento, el caso más importante es en el cual ambas fases son turbulentas. El criterio para decidir si una de las fases fluye en régimen laminar o turbulento es el número de Reynolds, esto es, que sea mayor o menor que 2000. La inyección de un gas en un líquido inicialmente en flujo laminar puede causar el desarrollo del flujo turbulento.

Si no hay transferencia de calor hacia la mezcla, la razón de flujo másico permanece substancialmente constante, pero el flujo volumétrico y las velocidades se incrementan progresivamente conforme el gas se expande debido a la caída de presión.

1.9. DEFINICION DE DUCTOS.

Como su nombre lo indica, un ducto es un conducto construido de diferentes materiales entre las que se pueden mencionar, acero al carbón, acero forjado, aleaciones, etc. Su diferencia principal con las tuberías consiste en el diámetro, mientras que las tuberías son de diámetro relativamente pequeños, los ductos son de 16", 20", 24", 30", 36" y hasta 42" de diámetro. Puede denominarse a los ductos de acuerdo al servicio de transporte que efectúe, como por ejemplo:

Oleogasoducto: Se denomina al ducto que transporta una mezcla de líquido/gas, (crudo y gas natural).

Oleoducto: Se denomina al ducto que transporta al líquido (crudo).

Gasoducto: Se denomina al ducto que transporta al gas (gas natural).

1.10. PATRONES DE FLUJO DE LOS HIDROCARBUROS

La característica típica de la producción de un pozo, es un flujo turbulento formado por una mezcla de hidrocarburos gaseosos y líquidos, en constante expansión e íntimamente mezclados con agua, vapor de agua y algunas otras impurezas. La formación de las mezclas gas/líquido se lleva a cabo, por diferencia de propiedades, condiciones y factores. Cuando estos hidrocarburos fluyen desde el yacimiento hasta la superficie, su presión y temperatura original disminuyen continuamente, ocasionando que se libere el gas del líquido, que el vapor se condense y que parte del efluente cambie sucesivamente de líquido a burbuja, a niebla y gas libre; por su parte el gas arrastra partículas de líquido y el líquido lleva a su corriente burbujas de gas.

Es evidente que al fluir dos fases simultáneamente lo pueden hacer en formas diversas. Cada una de estas formas presenta una distribución relativa de una fase con respecto a la otra, constituyendo un patrón o tipo de flujo. Por lo anterior, es indispensable conocer cuáles son los patrones de flujo que pueden presentarse en el manejo de mezclas en tuberías, para ello existen varios estudios bien definidos, entre los que destacan los realizados por Beggs y Orkiszcasky, tanto para el transporte en tuberías horizontales como verticales, como pueden observarse en las figuras 1.3 y 1.4 respectivamente.

Estos tipos de flujo se presentan en las diferentes etapas del sistema de separación de la mezcla de crudo-gas que se resume en la fig. 1.2.

- 1.- La mezcla de hidrocarburos es extraída del subsuelo marino.
- 2.- La mezcla (Corriente 1) de líquido-gas que esta compuesta de hidrocarburos en estado líquido, gaseoso, vapor de agua, agua, sólidos etc., la cual es separada por métodos físicos (diferencia de densidades) en una 1ra. etapa.
- 3.- La porción de líquido (Corriente 2) es alimentada a una segunda etapa de separación para poder tener una corriente estable y libre de gases.

4.- El gas obtenido (Corriente 3) en esta 1ra etapa de separación es sometida a una rectificación para obtener una fase libre de líquidos y posteriormente ser alimentada a un sistema de compresión de alta presión.

5.- La corriente de gas resultante de la 2da rectificación (Corriente 7) es alimentada al sistema de compresión de baja presión, para posteriormente ser incorporada a la corriente de alta presión (Corriente 4).

6.- La corriente obtenida (Corriente 5) en la 2da etapa de separación es alimentada al sistema de bombeo para su transportación al complejo central para su posterior tratamiento.

Cabe mencionar que en estas etapas tanto el líquido y el gas obtenidos son amargos ya que únicamente han tenido tratamiento físico para su separación, el endulsamiento o remoción de impurezas es en el complejo central donde son tratados antes de ser enviados a tierra para su procesamiento, comercialización y distribución final.

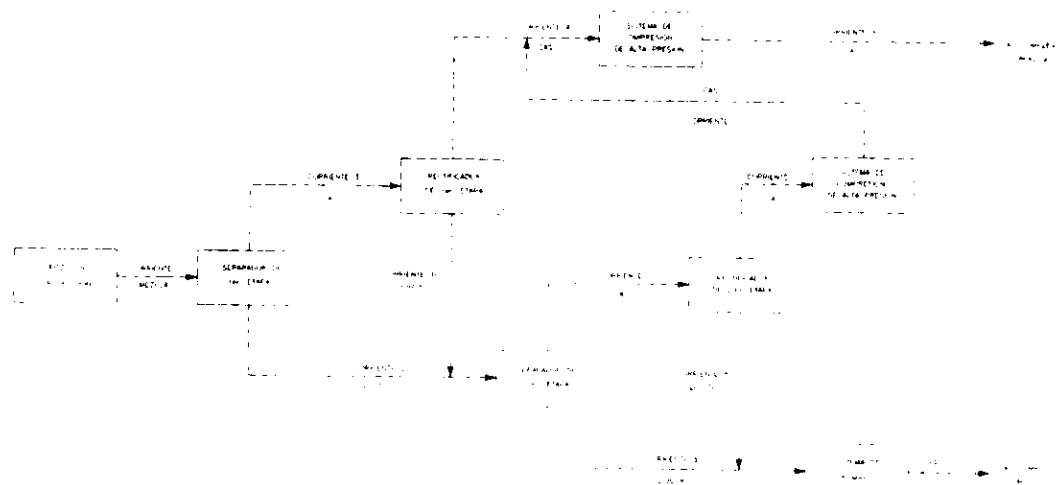


FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SEPARACION DE CRUDO.

FIGURA 1.3 PATRONES DE FLUJO HORIZONTAL, OBSERVADOS POR BEGGS

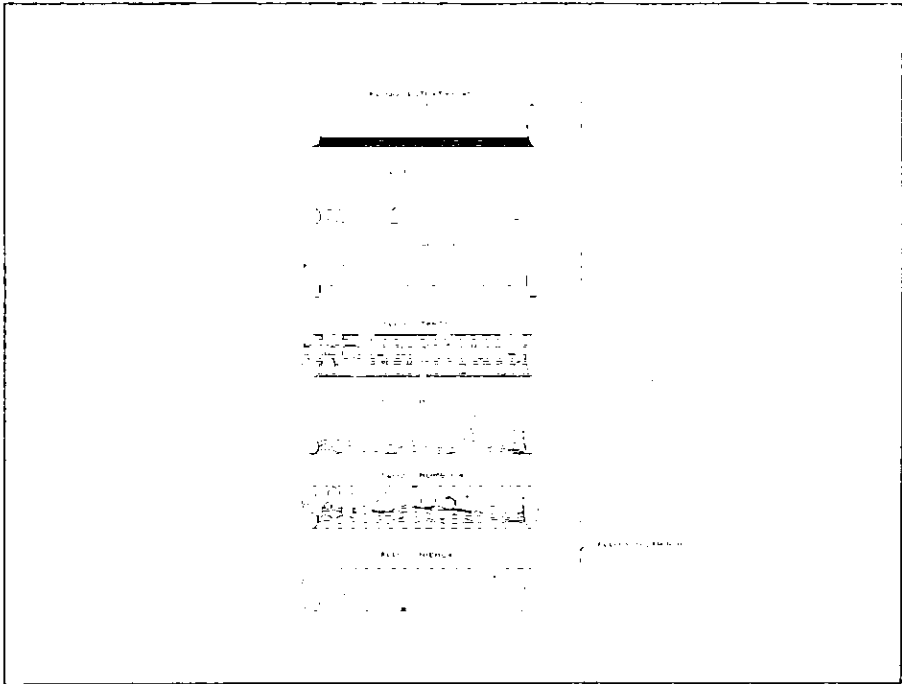
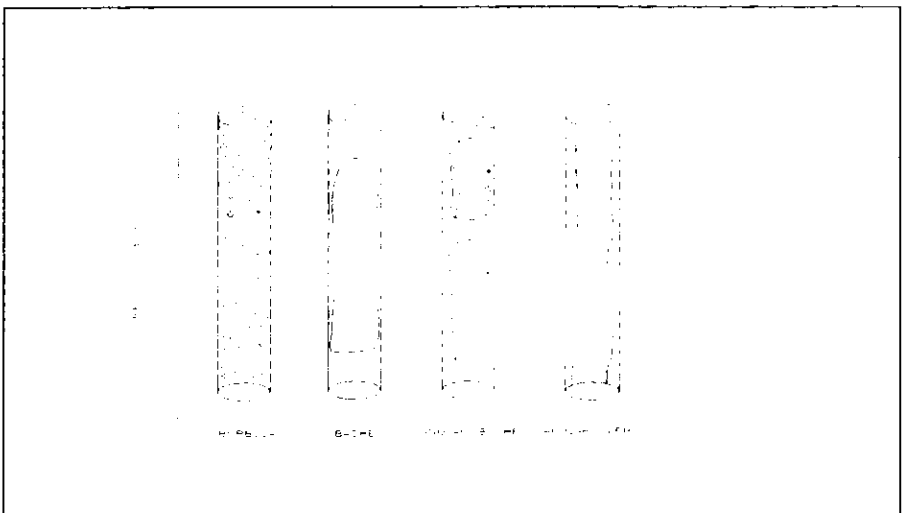


FIGURA 1.4 CONFIGURACION GEOMETRICA EN FLUJO VERTICAL



La capacidad de flujo de un sistema integral de producción, está en función de parámetros como: longitud y diámetros de la tubería, grado de inclinación, regímenes de flujo, propiedades de los fluidos, condiciones de presión y temperatura, etc. Con los que se determinan las pérdidas de presión de las mezclas de fluidos desde el radio de drenaje del pozo hasta la batería de separación.

Todas estas mezclas de hidrocarburos una vez que han sido producidas en la superficie, requieren de un tratamiento para separar el gas y el líquido, procurando manejar ambas fases por separado, de una manera estable.

El proceso inicial que se aplica a estos hidrocarburos, tiene también por objeto, eliminar las impurezas que arrastran tanto el gas como el líquido o ambos compuestos en la mezcla.

Las razones principales por las que es importante efectuar una separación adecuada de líquido y gas, son las siguientes:

1. En campos de aceite y gas, donde no se cuenta con el equipo de separación adecuado, el gas debe de quemarse, ocasionando que casi la totalidad de aceite ligero arrastrado por el flujo de gas, también se quemara, provocando grandes pérdidas si se considera que el aceite ligero es el más alto en valor comercial.
2. Aunque el gas se transporte a una cierta distancia para tratarlo, es conveniente eliminarle la mayor cantidad de líquidos, ya que estos en compañía de sustancias como el azufre o el dióxido de carbono ocasionan problemas, tales como la corrosión y la abrasión del equipo de transporte, así como el aumento en las caídas de presión y disminución en la capacidad de transporte de las líneas.

Como ejemplo de equipos de separación existentes dentro de la industria petrolera los siguientes:

1. Separadores convencionales.
2. Separadores de baja temperatura.
3. Eliminadores.
4. Depuradores.

Dentro de estos procesos de separación existen factores muy importantes que afectan la eficiencia de la separación del gas y del líquido, a continuación se mencionan los siguientes:

1. Tamaño de la partícula del líquido.
2. La distribución del tamaño de la partícula de líquidos y el volumen del líquido que entra en el separador.
3. La velocidad del gas.
4. La presión de separación.
5. La temperatura de separación.
6. La densidad del líquido y del gas.
7. La viscosidad del gas.

1.11 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE PLATAFORMAS DE EXPLOTACION.

En las plataformas marinas el tirante de agua, las condiciones ambientales, el equipo de proceso, la geología y la geofísica de la región definen las características estructurales, por el tipo de proceso, las instalaciones se clasifican como de compresión, habitacional, de perforación, de producción o enlace, mismas que pueden ser fijas, sumergibles o flotantes.

1.11.1 CLASIFICACION DEL TIPO DE PLATAFORMA.

Los sistemas de explotación marinos, pueden clasificarse en forma general de acuerdo a su estructura en:

- Sistemas de explotación fijo.
- Sistemas de explotación semifijo.
- Sistemas de explotación flotantes.

De acuerdo a su tipo de proceso y servicio en:

- Plataformas de perforación
- Plataformas de enlace.
- Plataforma habitacional.
- Plataformas de compresión.
- Plataformas de producción.

1.11.2 CARACTERISTICAS DE LAS PLATAFORMAS DE ACUERDO A SU ESTRUCTURA.

1.11.2.1 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN FIJO.

Estos sistemas se caracterizan por encontrarse asentados sobre el suelo marino y consisten en estructuras metálicas y/o de concreto, que se extienden hasta la superficie. Estas estructuras son estables con relación al fondo marino.

En los últimos años, las plataformas fijas han representado la solución estructural más común para conjuntos de producción y perforación. Sin embargo, la experiencia de trabajos de perforación en profundidades marinas de más de 300m, indica que las plataformas semifijas o flotantes por razones económicas, esfuerzos mecánicos en el isaje pudieran ser una mejor alternativa.

Los principales sistemas fijos hasta ahora desarrollados a nivel mundial son los siguientes:

1.11.2.2 PLATAFORMA CONVENCIONAL O TIPO "JACKET".

Esta estructura es de tipo convencional que se utiliza tanto en perforaciones como para producción y procesamiento de gas y de crudo. En ella se pueden perforar desde 10 a 60 pozos (fig. 1.5).

Consiste en una estructura metálica de forma piramidal sujeta permanentemente al fondo marino, usualmente con pilotes hincados por dentro de las patas de la estructura a través de los sedimentos del fondo y están diseñadas para resistir las cargas de oleaje y vientos por su propia rigidez.

Las plataformas de acero presentan las siguientes ventajas:

- La tecnología empleada es conocida y ha sido probada muchas veces.
- Las plataformas de acero presentan movimientos insignificantes en la cubierta, lo que permite condiciones de operación más cómodas y pocas interrupciones en la producción.
- Prácticamente no hay límite de carga útil en la cubierta. No tienen restricciones en cuanto al equipo que pueden soportar.

Actualmente la mayoría de las plataformas que se construyen están a varios kilómetros de la costa y se han instalado estructuras en tirantes de agua hasta de 300m.

En nuestro país en la sonda de Campeche existen plataformas de este tipo, mismo que pueden ser dodecápodos (12 piernas), decápodos (10 piernas), octápodos (8 piernas), tetrápodos (4 piernas) y tripodes (3 piernas), teniendo las de perforación hasta 12 pozos de producción.

1.11.2.3 PLATAFORMA DE CONCRETO.

Estas plataformas manejan de 50 a 60 pozos y se utilizan para perforación y producción actualmente se emplean para producción permanente, además de ser utilizadas en perforación y transporte de gas-aceite.

Este tipo de estructuras son de concreto reforzado y preesforzado formado por dos secciones, la base y la superestructura y sobre esta la cubierta de servicios, construida de acero. (fig 1.6). Hay varias plataformas de concreto funcionando con éxito en el mar del Norte en profundidades hasta de 150m.

En la Sonda de Campeche no se tiene este tipo de plataforma y la exploración y explotación se encuentra en tirantes menores de 100 metros.

1.11.3 SISTEMAS DE EXPLOTACION SEMIFIJO.

1.11.3.1 PLATAFORMAS DE TORRES ATIRANTADAS.

Las torres atirantadas son una alternativa de los jackets convencionales que pueden resistir las fuerzas del oleaje con mucho menor peso estructural aplicables a profundidades de 300m en adelante.

Están formadas por una estructura de acero, de piernas rectas (y no con pendientes como los jackets) y un sistema de cables o tirantes en la parte superior de la torre que se anclan en el fondo marino como se observa en la fig 1.7.

Los cables incrementan el período fundamental de la estructura, lo que reduce su respuesta dinámica con el oleaje.

La superestructura soporta las cargas verticales y las horizontales, son resistidas por los tirantes y las fuerzas de inercia. Este sistema permite que la capacidad de carga útil de la cubierta sea semejante a la de

una plataforma fija convencional, con la ventaja de tener mucho menor peso estructural. Sin embargo, los tirantes presentan dos problemas serios:

- La instalación de los tirantes es difícil, se requieren muchas operaciones marinas y submarinas para su colocación.
- Los tirantes imponen restricciones a la navegación en un área muy grande. Por ejemplo, alrededor de la torre de Exxon, U.S.A., que está a 300m de profundidad, se tuvo que restringir la navegación y anclaje de barcos en el radio de un kilómetro alrededor de la torre.

La estructura de acero de la torre atirantada presenta problemas semejantes a las plataformas de acero convencionales, aunque de menor magnitud. Estos son principalmente fatiga del metal y problemas de transporte y lanzamiento.

Los tirantes también son susceptibles al daño por fatiga. Por lo que periódicamente se deben de quitar e inspeccionar.

Las instalaciones de la torre y los tirantes requieren de periodos largos con oleajes pequeños y vientos moderados.

1.11.3.2 PLATAFORMAS ARTICULADAS.

Este tipo de plataformas se han usado como estructuras auxiliares tales como:

Depósitos, soportes de quemadores, terminales de embarque, plataformas habitacionales, plataformas para estación de inyección de agua, etc.

Lo que le da el nombre a este tipo de plataformas es la articulación que tienen en la base. La estructura se mantiene en posición vertical gracias a que tiene tanques de flotación en la parte superior (fig.1.8).

El problema más serio de este tipo de plataformas es la falta de redundancia; si falla la articulación, la integración de la estructura entera se pone en peligro.

Otro problema importante que presentan las plataformas articuladas es la gran cantidad de líneas de flujo que pasan cerca de la articulación y por lo tanto deben de ser flexibles.

1.11.4 SISTEMAS DE EXPLOTACION FLOTANTES.

Las características principales de este tipo de sistemas son que flotan, se encuentran adheridas al suelo marino por cables (a tensión o en catenaria), y normalmente están asociados a árboles submarinos de producción.

Los sistemas de explotación flotante, han sido desarrollados por varios años como alternativa técnica y económicamente viable para sustituir estructuras fijas profundas de acero o concreto. Estas instalaciones pueden ser solución para futuros descubrimientos de hidrocarburos en aguas profundas y medio ambiente hostil.

Hay dos tipos básicos de plataformas flotantes, las cuales serán descritas a continuación.

1.11.4.1 PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE.

Es una plataforma móvil que por sus características de operación está limitada por el sistema de anclado para grandes profundidades. Esta limitación puede eliminarse usando posicionamiento dinámico. Una semisumergible posicionada dinámicamente puede operar en aguas muy profundas, pero el yacimiento tendría que ser muy productivo para justificar los gastos de combustibles (fig.1.9).

Otra de las limitantes es la carga útil que puede llevar una plataforma semisumergible sobre la cubierta, ya que a veces no es suficiente para los pesados equipos de procesamiento. Este tipo de plataformas en la sonda de Campeche y son utilizadas como plataformas habitacionales y de servicio.

1.11.4.2 PLATAFORMA ANCLADA VERTICALMENTE (TLP).

Las plataformas ancladas verticalmente, o de piernas tensionadas (conocidas como TLP), son estructuras flotantes que están fijas en el fondo marino por medio de cables de tensión.

La plataforma es semejante a una semisumergible con gran capacidad de carga útil y puede ser utilizada para desarrollar y explotar los campos de crudo y gas costa afuera. Aunque es importante señalar que es riesgoso utilizar la TLP para la explotación de yacimientos donde existen grandes cantidades de gas, ya que si se presentara una fuga de gas importante, la densidad del agua disminuiría y la estructura flotante perdería estabilidad y se voltearía (fig 1.10).

Las líneas de anclado están a tensión bajo cualquier condición de carga u oleaje debido a que la flotación propia de la plataforma siempre excede su masa.

Los tensores se anclan al fondo marino por medio de una estructura, hecha a base de acero estructural y cimentada mediante pilotes.

Una parte esencial de las TLP son las juntas flexibles. Estas juntas (llamadas flex-joints) hechas a base de acero y material elastomérico permiten a la estructura desplazarse horizontalmente sin provocar flexión en los tensores. El desvío angular máximo que permiten estas juntas es de 16.6 grados.

FIGURA 1.5 PLATAFORMA CONVENCIONAL TIPO "JACKET"

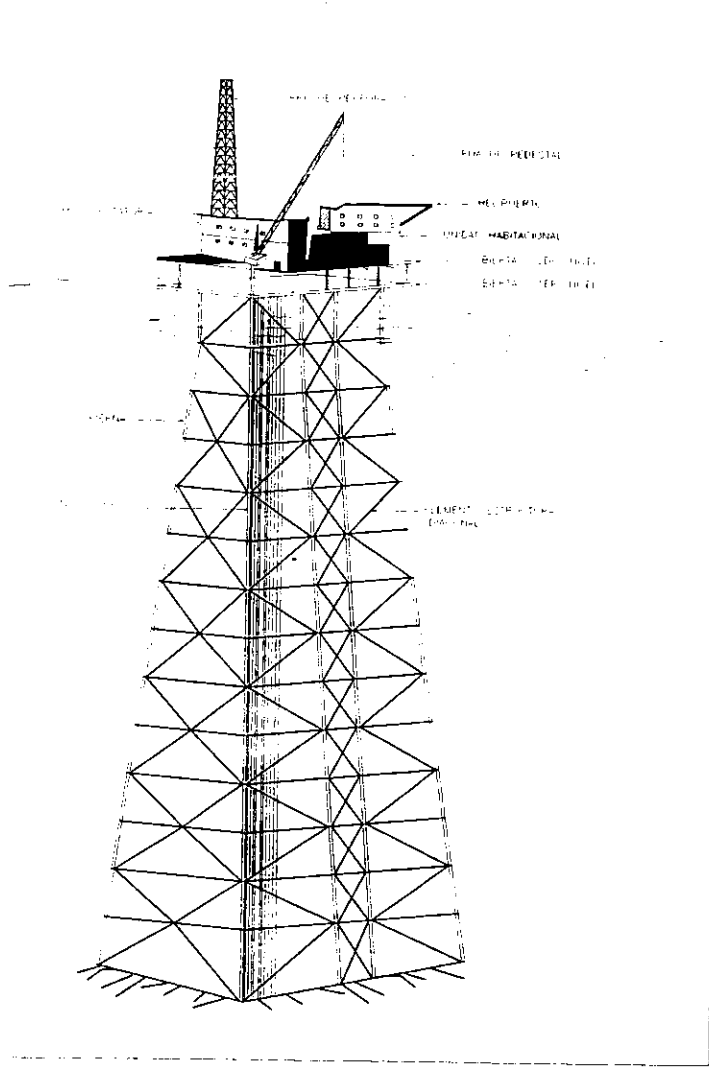


FIGURA 1.6 PLATAFORMA DE CONCRETO

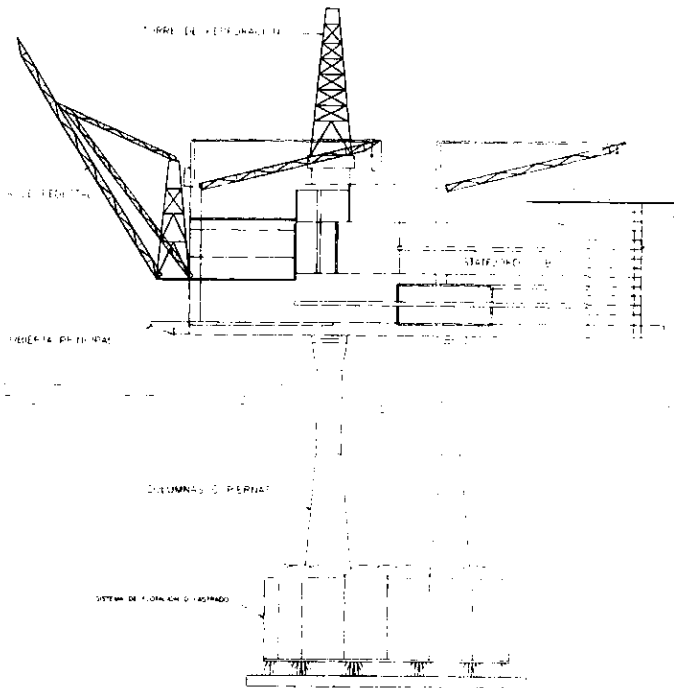


FIGURA 1.7 PLATAFORMA DE TORRE ATIRANTADA

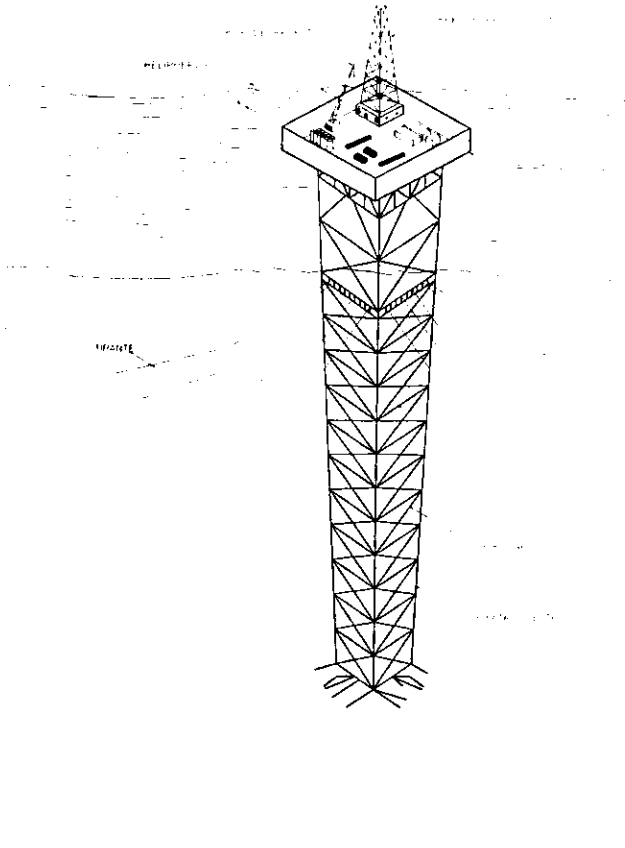
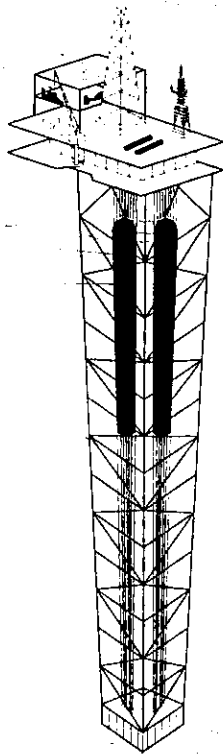


FIGURA 1.8 PLATAFORMA ARTICULADA



SISTEMA DE ARTICULACIÓN

FIGURA 1.9 PLATAFORMA SEMISUMERGIBLE

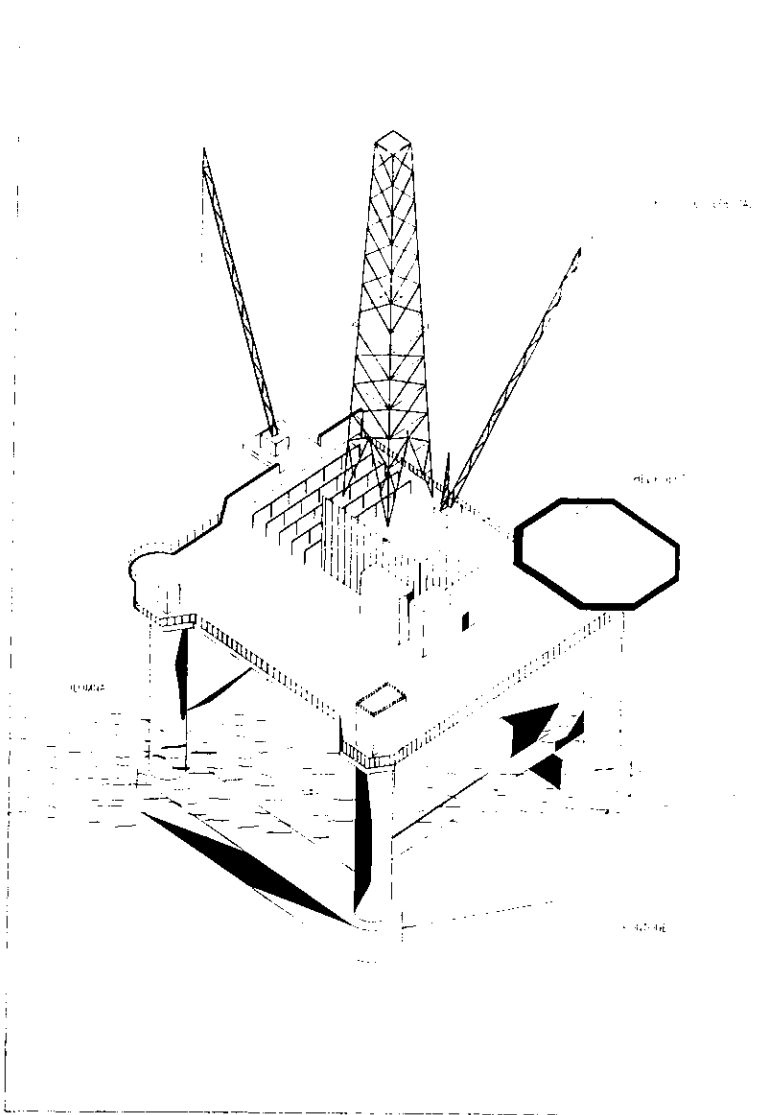
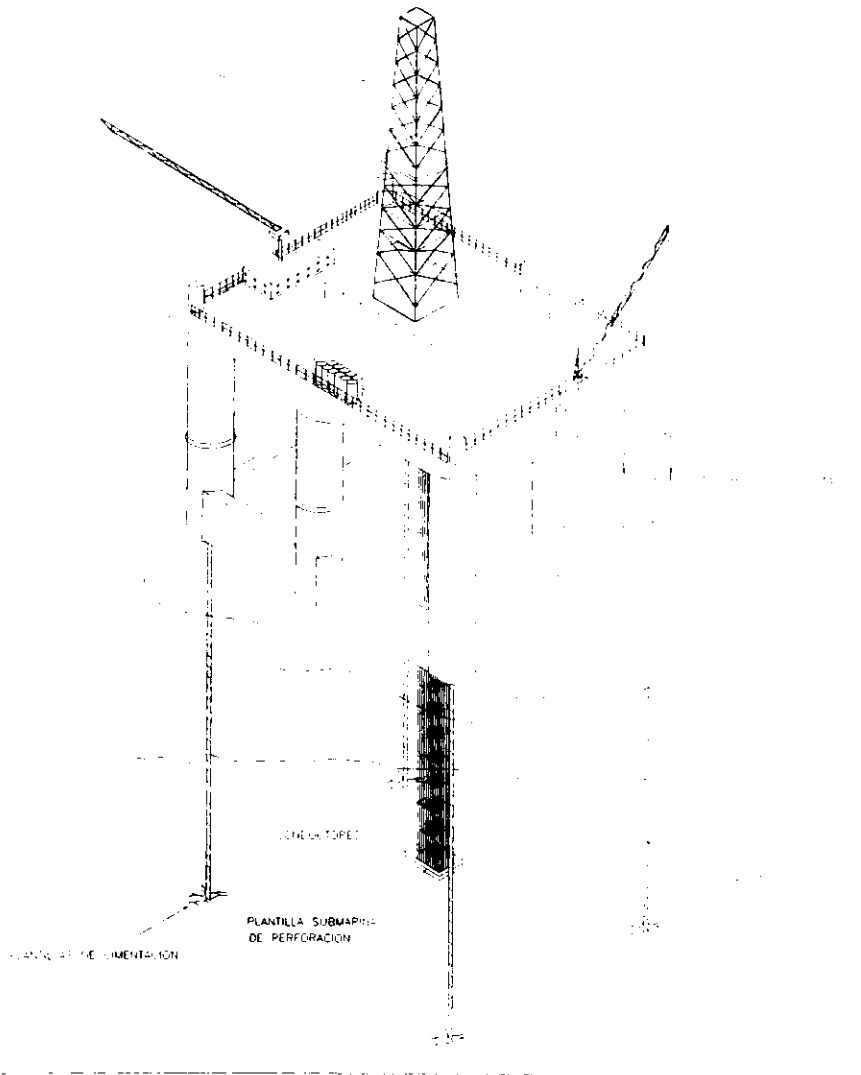


FIGURA 1.10 PLATAFORMA ANCLADA VERTICALMENTE



1.12. COMPONENTES ESTRUCTURALES DE UNA PLATAFORMA

El concepto moderno, después del desarrollo estructural de casi 100 años, de una plataforma marina fija consta de tres componentes principales: Superestructura, Subestructura y pilotes (fig 1.11).

1.12.1. SUPERESTRUCTURA.

Una superestructura es la parte de la plataforma que sobresale del agua, normalmente incluye dos cubiertas, aunque puede tener solo una, esto depende de las funciones que cumpla la plataforma. Si se trata de una de perforación tendrá dos cubiertas, la superior será la de "perforación" y la inferior será de "producción". Cada cubierta se compone de un sistema de vigas y rejillas que se denomina "Sistema de Piso", el cual tiene por objeto distribuir las cargas de su equipo, abastecimientos, peso propio, etc. A las trabes de los marcos que a su vez las transmitirán a las columnas, que se cuentan normalmente en un número de 4, 6 y 8 mismas que transmiten las cargas directamente a los pilotes.

Los principales tipos de cargas, que gobiernan el diseño de una superestructura son los del peso del equipo cuando esta en operación, el peso propio de la estructura, las fuerzas del viento y del oleaje. En los análisis para diseño estructural los factores más significativos son el de operación y tormenta en sitio y el izaje durante la instalación.

Existen dos filosofías aplicables al diseño de la superestructura de una plataforma. Diseño Integrado y Diseño Modular. En el primer caso, la mayor parte del equipo se distribuye uniformemente sobre las cubiertas; mientras que en el segundo el equipo se aloja en un cierto número de módulos, los cuales transmiten las cargas a la cubierta por medio de 4 o 6 puntos de apoyo. Existen también la alternativa de usar un diseño mixto para la superestructura, es decir, parcialmente integral, tal es el caso de la plataforma de perforación.

La construcción de sistemas integrados depende del programa de entrega del equipo a instalar y la posibilidad de modificar el arreglo de equipo después de su instalación muy limitada. Cuando la construcción es a base de sistemas modulares, no es necesario que los módulos se fabriquen en el mismo patio; se puede fabricar en varios de ellos para planear cuidadosamente la secuencia de montaje sobre la

cubierta de la superestructura. El sistema modular si bien es más flexible que el integrado, es también más costoso.

1.12.2. SUBESTRUCTURA.

Una subestructura, es la parte de la plataforma que queda sumergida en el agua y sirve para dar apoyo lateral a los pilotes desde la línea de todos hasta la conexión de ellos con las piernas de la superestructura.

Una subestructura normalmente se compone de 12, 8, 6 o 4 piernas y como tal se denomina dodecápodo, octápodo, sexápodo y tetrápodo. Tiene además, en forma casi igualmente espaciada entre 3 y 9 plantas estructurales que sirven para la transmisión y distribución de las cargas horizontales o los pilotes de la cimentación; el número de plantas depende lógicamente de la profundidad del sitio de instalación.

Algunas de las funciones más importantes que cumple una subestructura son: dar guía y apoyo lateral a los conductores de los pozos, sumideros y camisas para bombas. Soporta y protege la tubería ascendente, dar soporte a los atracaderos, defensas, sistema de protección catódica, etc.

La estructura de la subestructura se lleva a cabo interconectando las piernas por medio de diagonales horizontales y verticales y elementos tubulares horizontales. La forma de estructura depende en gran medida de la experiencia del diseñador, sin embargo, hay algunas recomendaciones dadas en los reglamentos (como el API-RP-2) para este fin. También cabe mencionar que en términos generales, la selección de la estructuración debe ofrecer la máxima resistencia horizontal y torcional a las fuerzas de oleaje, corrientes o sismos involucradas.

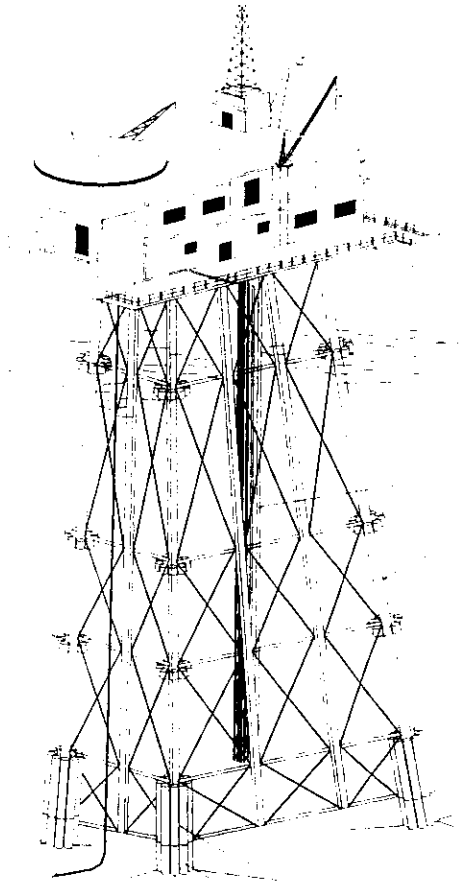
Es necesario mencionar que la subestructura tiene una zona especialmente rígida en los marcos intermedios y que tiene la finalidad de resistir las fuerzas internas de la estructura, originadas durante la operación de lanzamiento. La subestructura se transporta "acostada" en una barcaza de lanzamiento desde el patio de fabricación hasta el sitio de instalación. Los marcos transversales denominados 2 y 3 (interiores), son los que normalmente se rigidizan para el efecto de lanzamiento, además de que se les instala una "corredera" de deslizamiento para cargar a estructura del patio a la barcaza.

1.12.3. PILOTES.

Los pilotes son elementos tubulares enterrados en el suelo, que se prolongan a lo largo de la parte interior de la piernas de la subestructura, hasta a ser contacto con la subestructura. Como ya se ha mencionado, las primeras plataformas fueron hechas de madera y se diseñaron principalmente para resistir cargas verticales, las plataformas consta – fuera modernas que se instala en un mar abierto deben resistir, por medio de sus pilotes, fuerzas laterales de considerable magnitud.

Los pilotes deben de diseñarse para resistir cargas axiales y laterales. Las cargas axiales se distribuyen a lo largo del pilote y en esta forma son transferidas al suelo, por lo tanto en la medida que mayor sea la carga axial será la longitud que el pilote penetre en el suelo. Las cargas laterales deforman lateralmente al pilote y originan grandes esfuerzos de flexión, el suelo aporta muy poca resistencia lateral al pilote sobre todo en los primeros extractos bajo la línea de lodos, por lo tanto, en la medida que mayor sea la carga lateral en una plataforma mayor será el número de pilotes, el diámetro, espesor y tipo de material de ellos.

FIGURA 1.11 COMPONENTES DE UNA PLATAFORMA



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. PLATAFORMA | 11. ESCALERA |
| 2. TORRE DE PERFORACION | 12. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 3. HELIPUERTO | 13. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 4. TORRE DE PERFORACION | 14. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 5. PLATAFORMA DE PERFORACION | 15. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 6. PLATAFORMA DE PERFORACION | 16. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 7. PLATAFORMA DE PERFORACION | 17. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 8. PLATAFORMA DE PERFORACION | 18. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 9. PLATAFORMA DE PERFORACION | 19. PLATAFORMA DE PERFORACION |
| 10. PLATAFORMA DE PERFORACION | 20. PLATAFORMA DE PERFORACION |

1.13. CARACTERISTICAS Y DESCRIPCION DE LAS PLATAFORMAS DE ACUERDO A SU SERVICIO

1.13.1. PLATAFORMA HABITACIONAL.

Son las plataformas diseñadas para hospedar a todo el personal que labora en el complejo y tiene los servicios necesarios para satisfacer las necesidades de vivienda, fisiológicas, de recreación y trabajo, como son lavanderías, comedor. Asimismo existen oficinas administrativas y salas de control de comunicaciones. En la primera cubierta se encuentra normalmente, la potabilizadora que provee de agua desalada a todo el complejo, así como el sistema de tratamiento de aguas negras, incinerador de desperdicios; en el último nivel se encuentra el helipuerto, el cuarto de control de vuelos y el equipo del sistema de aire acondicionado. Toda la plataforma cuenta con sistemas contra incendio. En algunos casos existen habitaciones para supervisores y operarios de la plataforma de perforación, grupos de especialistas en mantenimiento, seguridad, electricidad, electrónica, químicos, mecánicos y petroleros que laboran en las plataformas de compresión, producción y enlace que integra un complejo de producción, así como para el personal del área de servicios. La plataforma cuenta con botes salvavidas llamadas comúnmente "mandarinas" localizadas estratégicamente.

En aguas no tan profunda, como el caso de la Sonda de Campeche, la plataforma habitacional se separa de las otras por razones de seguridad, pero unidas por puentes de 100 metros para mantener la comunicación.

Cuando la explotación del petróleo se está realizando en aguas profundas, arriba de los 100 metros, solo existe una plataforma en la cual están integrados y distribuidos adecuadamente todos los servicios y las plantas de proceso.

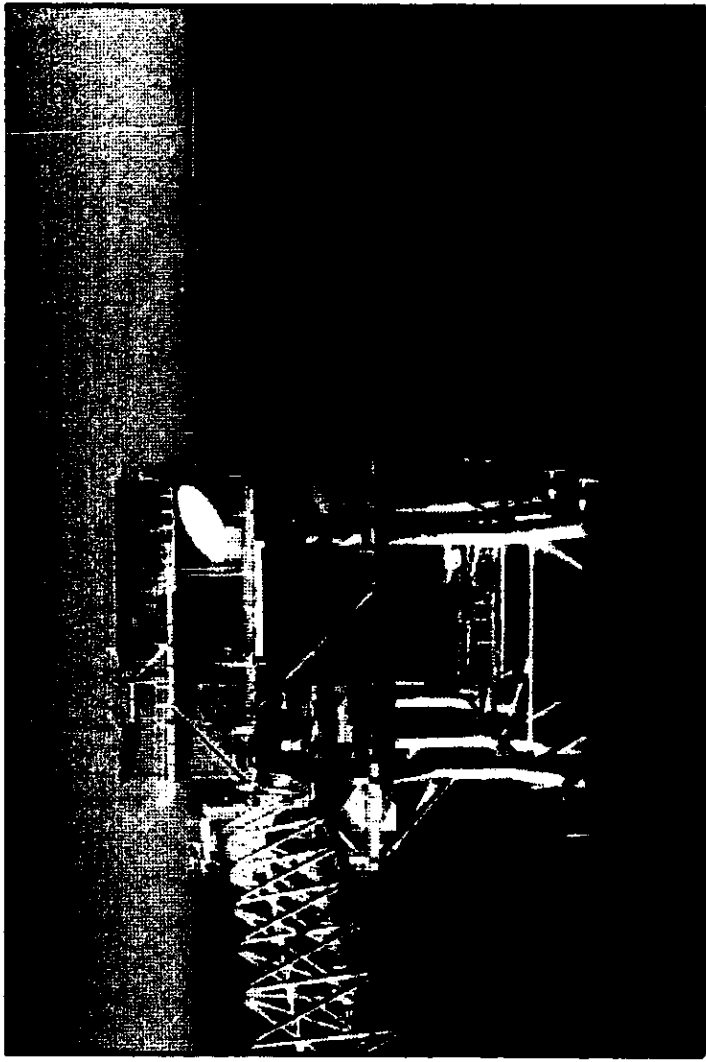


FOTO No. 1 PLATAFORMA HABITACIONAL

1.13.2. PLATAFORMA DE PERFORACION.

La función principal, que se efectúa en la plataforma es la de realizar actividades para la perforación de pozos submarinos productores de petróleo, contando para ello con el equipo y servicios necesarios.

En base a las características del yacimiento se construye un tripode, cuando es un solo pozo productor, un tetrápodo para cuatro pozos y un octápodo para doce pozos productores en los cuales se instala el equipo que proporcione los servicios requeridos, como agua potable, aire de planta, aire de instrumentos, recipientes para separar aceite y gas (separador de prueba y/o separadores remotos), instrumentos para medir el flujo de cada pozo, las conexiones y espacios adecuados para la instalación del equipo de perforación, que incluye a la mesa rotatoria, tanques de lodos y líquidos, módulos de bombas, módulos habitacionales, así como el tablero de control de pozos.

Para llevar a cabo la perforación se requiere de dos tuberías concéntricas, una llamada de revestimiento y otra interna llamada de producción.

La perforación se realiza en varias etapas dependiendo de la estratificación del subsuelo, en cada una de ellas se barrena y posteriormente se introduce la tubería de revestimiento para evitar el derrumbe del mismo.

Una vez terminada la perforación de cada pozo se conecta a las válvulas que los controlan, llamada comúnmente árbol de navidad.

La segunda etapa de la plataforma de perforación es la de producción. Al retirarse la paquetería de perforación, se conectan los cabezales y líneas de proceso principales a la línea submarina, si la plataforma es periférica, o la plataforma de producción, si es que es parte de un complejo, y se instala en cualquiera de los dos casos, una trampa lanzadora de diablos. La etapa de producción consiste en la recolección, por el cabezal de producción, de la mezcla gas-aceite que sale del árbol de navidad, mismo que controla la presión y el flujo de cada uno de los pozos y también se selecciona el envío de crudo, ya sea, al cabezal de producción que lo envía para su procesamiento a la plataforma de producción o bien al cabezal de prueba, si se desea saber cual es la relación gas-aceite (RGA). Los trenes de válvulas se

encuentran gobernados por el tablero de control de pozos. La forma de cómo se lleva a cabo la medición de la relación gas-aceite de los pozos es mediante el empleo del tanque separador gas-aceite al cual se envía el caudal del pozo. La separación de la mezcla se realiza debido a la diferencia de densidades, una vez que se logra la separación se efectúa la medición del flujo saliente del tanque, tanto del gas como del líquido. Siendo un valor normal de RGA, de entre 73 y 100 m³ de gas / m³ de aceite si se obtiene una relación mayor significa que se está explotando en demasía y por lo tanto se está quemando aceite sin extraer, si por el contrario el valor es menor, implica que los trenes de válvulas están muy estrangulados y no se está aprovechando el manto a su máxima capacidad. Las plataformas están diseñadas para operar los 365 días del año, ya que de no ser así, el pozo puede perder presión y traer como consecuencia pérdida de producción.

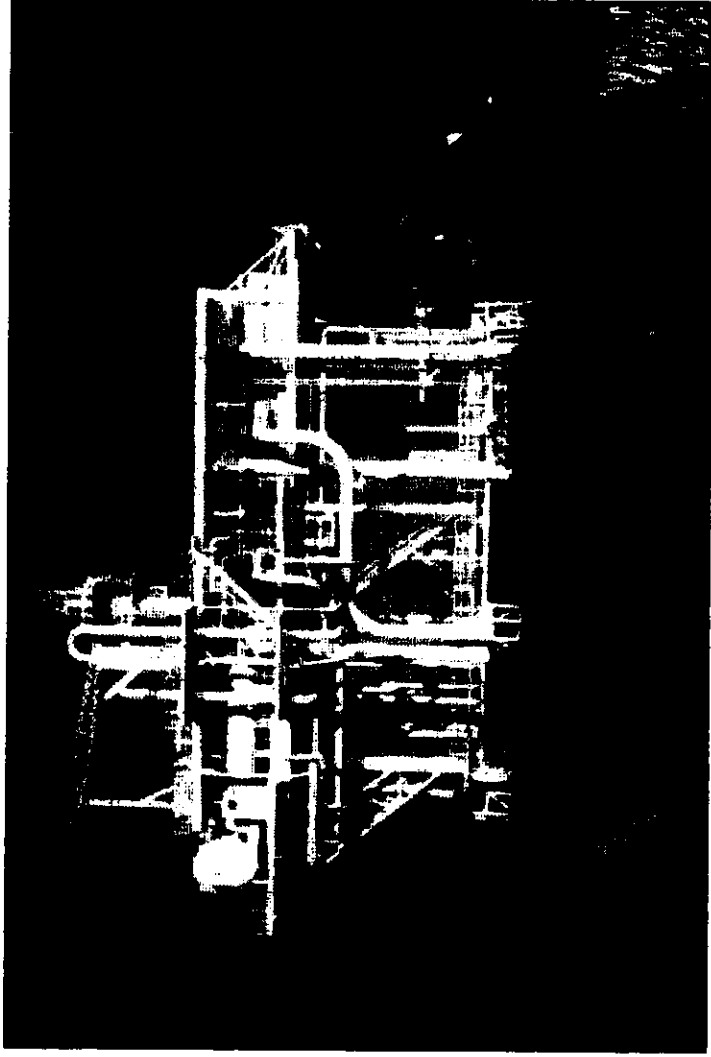


FOTO No. 2 PLATAFORMA DE PERFORACION (OCTAPODO)

1.13.3. PLATAFORMA DE ENLACE.

Las plataformas de enlace como su nombre lo indica son las plataformas que sirven como medios de unión entre las plataformas de perforación y producción y siempre forman parte de un complejo, además que a ellas llegan los ductos con mezcla gas-aceite que provienen de otras plataformas de perforación llamadas periféricas para posteriormente enviarla a procesamiento a las plataformas de producción.

Una vez separada la mezcla y eliminadas las sustancias indeseables, como agua y ácido, se le da presión tanto al líquido como al gas en la plataforma de producción y compresión, regresando a la plataforma de enlace para enviar al crudo a terminales de exportación o hacia la costa donde se les aplica otros tratamientos como de refinación.

En las plataformas de enlace se encuentran las trampas de diablos – receptoras, enviadoras y receptoras – lanzadoras.

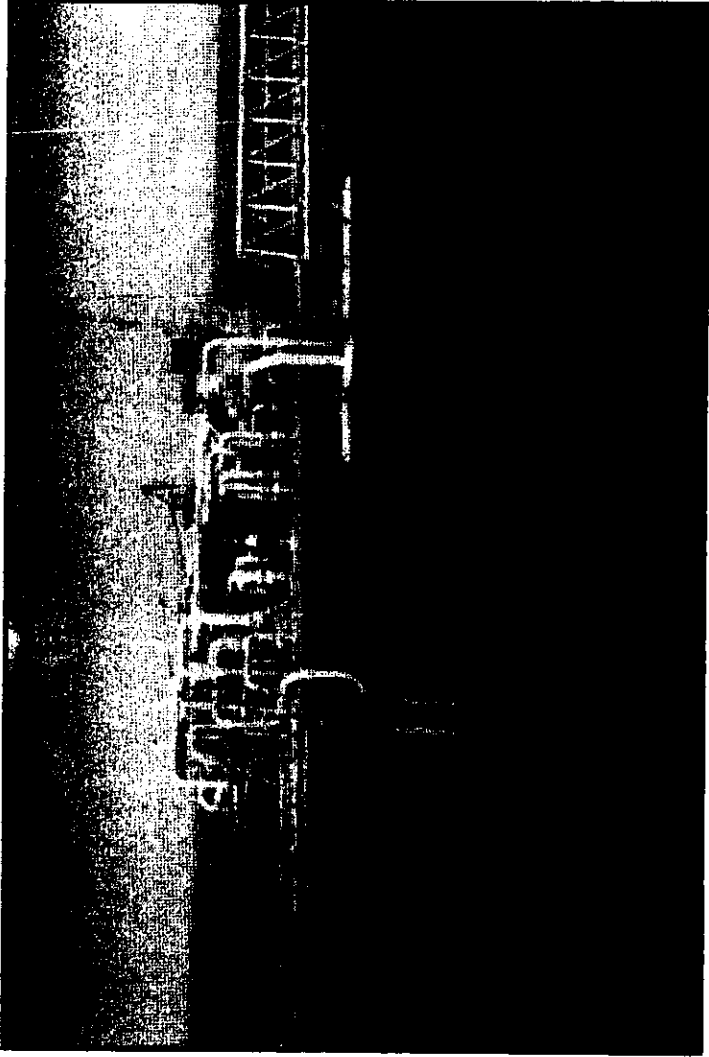


FOTO No. 3 PLATAFORMA DE ENLACE (OCTAPODO)

1.13.4. PLATAFORMA DE PRODUCCION.

La función principal que tiene esta plataforma es recibir y separar la mezcla gas – aceite, estabilizar, deshidratar y bombear el aceite proveniente de la plataforma de perforación.

Se entiende por estabilizar a la separación de gases y vapores presentes hasta obtener un aceite libre de desprendimiento de vapores en el sistema de almacenamiento y buques tanque (condiciones atmosféricas).

Para esta plataforma se tienen contempladas dos etapas de operación:

- *Estabilización de crudo:* en esta primera etapa se estabilizará el crudo presente y se enviará por medio de turbobombas hacia los centros de aprovechamiento.
- *Deshidratación:* En esta etapa la plataforma lleva acabo la deshidratación del crudo previamente estabilizado.

La capacidad de producción nominal de la plataforma es de 200 MBPD de crudo estabilizado, con una relación gas – aceite de $73 \text{ m}^3 \text{ gas} / \text{m}^3 \text{ aceite}$, teniendo un flujo volumétrico aproximado a la entrada del separador de la etapa de 250 MBPD aproximadamente.

1.13.4.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION.

La mezcla proveniente de la plataforma de perforación se recibe en el tanque separador de la primera etapa, donde la separación de la mezcla es debida a la diferencia de densidades. El gas sale húmedo y se introduce en el tanque rectificador de la primera etapa, el cual tiene por objeto realizar la separación del gas y condensados arrastrados, los cuales son enviados al tanque separador de la segunda etapa. El gas saliente del rectificador es dominado gas de primera etapa o gas de alta presión (6.1 kg/cm^2) y por tanto, se va directamente al sistema de compresión.

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, los productos tantos del tanque separador como del rectificador son recolectados en el tanque separador de la segunda etapa donde vuelve a llevarse a cabo la separación de la mezcla gas – aceite – agua por medio de sus diferencias de densidades, de aquí que el

gas separado es enviado al tanque rectificador de segunda etapa y la mezcla aceite-agua es conducida hacia el sistema de deshidratación de crudo.

En el tanque rectificador de segunda etapa se lleva a cabo la separación de los posibles arrastres de gas, los cuales se integran a la línea que va al sistema de deshidratación y el sistema es enviado al sistema de compresión siendo este gas denominado gas de segunda etapa de estabilización o gas de baja presión (1.1 kg/cm^2). Las etapas de separación se puede observar en la fig 1.2.

Esta plataforma además cuenta con los siguientes servicios auxiliares necesarios para su funcionamiento:

- *Generación de energía eléctrica:* En esta plataforma está centralizada la generación de energía eléctrica para ser suministrada a todo el complejo.
- *Sistema de diesel:* Se cuenta con el diesel requerido para accionadores de bombas y de generadores de energía eléctrica de emergencia a falla de suministro de gas combustible.

1.13.5. PLATAFORMA DE COMPRESION.

El objetivo fundamental de esta plataforma es la compresión del gas recibido de la plataforma de producción para su posterior envío a los diferentes centros de consumo.

Las funciones esenciales de la plataforma de compresión son:

1. La compresión del gas húmedo saturado provenientes de la plataforma de producción.
2. La deshidratación del gas con la finalidad de evitar la formación de hidratos, así como la acumulación de agua líquida que ante la presencia de H_2S y CO_2 forman soluciones ácidas y muy corrosivas. De esta manera se prolonga la vida útil del gasoducto y sus componentes como válvulas.
3. El endulzamiento del gas amargo necesario para cubrir los requerimientos de gas combustible tanto de la plataforma de compresión como la del complejo.
4. El tratamiento de agua amarga - aceitosa proviene del sistema de compresión de gas, así como del sistema de deshidratación de crudo ya que ésta se puede tirar directamente al mar sin antes eliminarle los componentes ácidos y residuos de hidrocarburos.

La compresión se lleva a cabo en dos etapas: Una de baja presión de 1.1 a 5.3 kg/cm^2 man, y otras de alta presión de 5.3 a 84.4 kg/cm^2 man, por medio de compresores centrífugos accionados por turbinas de gas.

1.13.5.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE COMPRESION.

De la plataforma de producción se reciben dos corrientes de gas: Una denominada de primera etapa de separación o de alta presión (6.1 kg/cm^2 man), y otra segunda etapa de separación o de baja presión (1.1 kg/cm^2 man).

La corriente de gas de baja presión va directamente al tanque receptor de líquido, en el que se eliminan los condensados, tanto el aceite como los condensados se desalojan del tanque mediante válvulas controladoras de nivel, siendo una de ellas intermitente para el caso que llegara un flujo relativamente

grande de aceite al tanque. Estas dos corrientes son enviadas al tanque de desfogue de líquido. Asimismo. Por la parte de arriba sale el gas para pasar a un preenfriador; de aquí llega al tanque separador de alimentación de baja presión el cual tiene en la parte superior una malla eliminadora de niebla, cuya finalidad de dicho tanque es minimizar los posibles arrastres de condensados drenados de este tanque mediante el uso de una válvula controladora de nivel y son enviados por medio de bomba de condensados hacia el tanque separador de condensados de baja presión.

El gas separado es enviado al tanque de succión del compresor de baja presión de donde pasará al compresor de baja presión donde ésta es aumentada de 1.1 kg/cm^2 a 5.3 kg/cm^2 para conducirla al enfriador y posteriormente unir esta corriente al cabezal de gas de alta presión 6.1 kg/cm^2 , es decir, a la corriente de gas antes de comprimirlo.

Ahora bien la corriente denominada gas de alta presión se introduce en el tanque receptor de líquidos, sólo que aquí el posible líquido que llegue es enviado al tanque de desfogue y los condensados son enviados al tanque separador de condensados.

La corriente de gas separada es pasada a través del preenfriador y posteriormente al tanque separador de alimentación de alta presión en donde se lleva a cabo la separación de condensados ligeros y agua de gas, el cual pasa por una eliminadora de niebla para ser enviado tanto este gas como el proveniente del compresor de baja presión al tanque de succión del compresor de alta presión de primera etapa, los condensados obtenidos son enviados al tanque separador del compresor de baja presión.

El gas separado del tanque receptor se pasa al compresor de primera etapa del gas de alta presión (5.3 kg/cm^2 a $21.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ man.}$), luego es introduce al enfriador para pasarlo al tanque de succión de segunda etapa, para eliminar los condensados formados debido al enfriamiento del gas, los hidrocarburos ligeros son enviados al tanque acumulador de condensados de alta presión y los hidrocarburos pesados y el agua son enviados al tanque acumulador de condensados de baja presión. Ambas separaciones se realizan mediante el uso de controladores de nivel.

El gas posteriormente se pasa al compresor de la segunda etapa de gas de alta presión para aumentar su presión de 21.8kg/cm^2 a 84.4kg/cm^2 , luego al enfriador seguido de un tanque separador de gas-aceite-agua de alta presión y el gas pasa nuevamente para su rectificación al tanque separador de gas de alta presión.

La mayor parte del gas es enviado a la planta deshidratadora para posteriormente ser enviado a tierra y, la otra parte a la planta endulzadora para cubrir con los requerimientos del gas combustible de la plataforma.

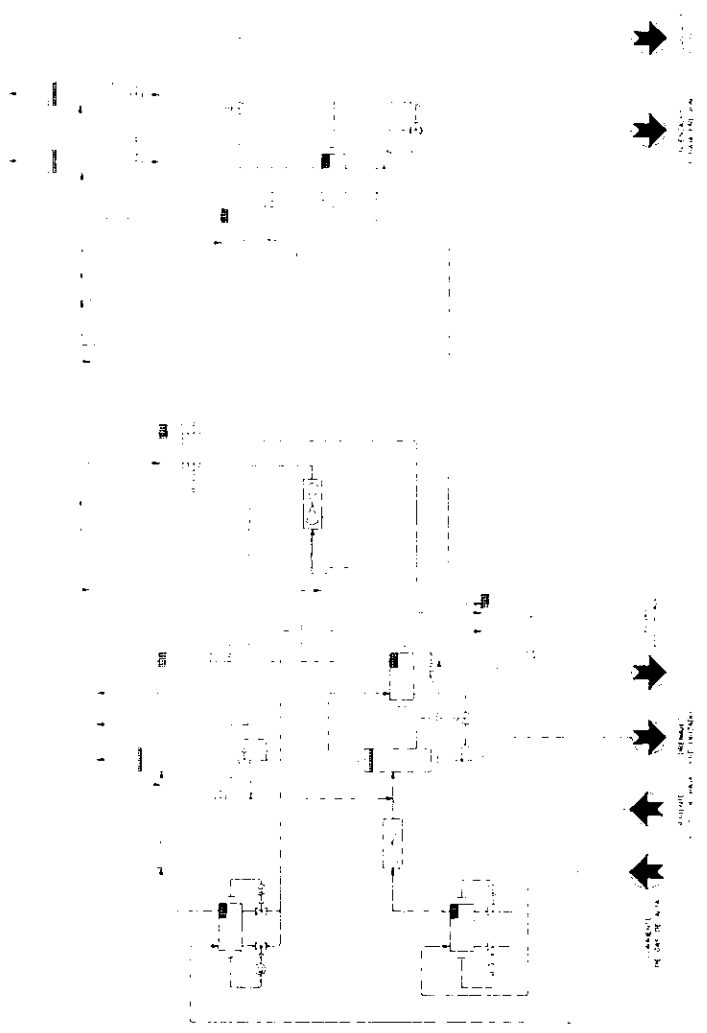


FIGURA 1.12 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE COMPRESION.

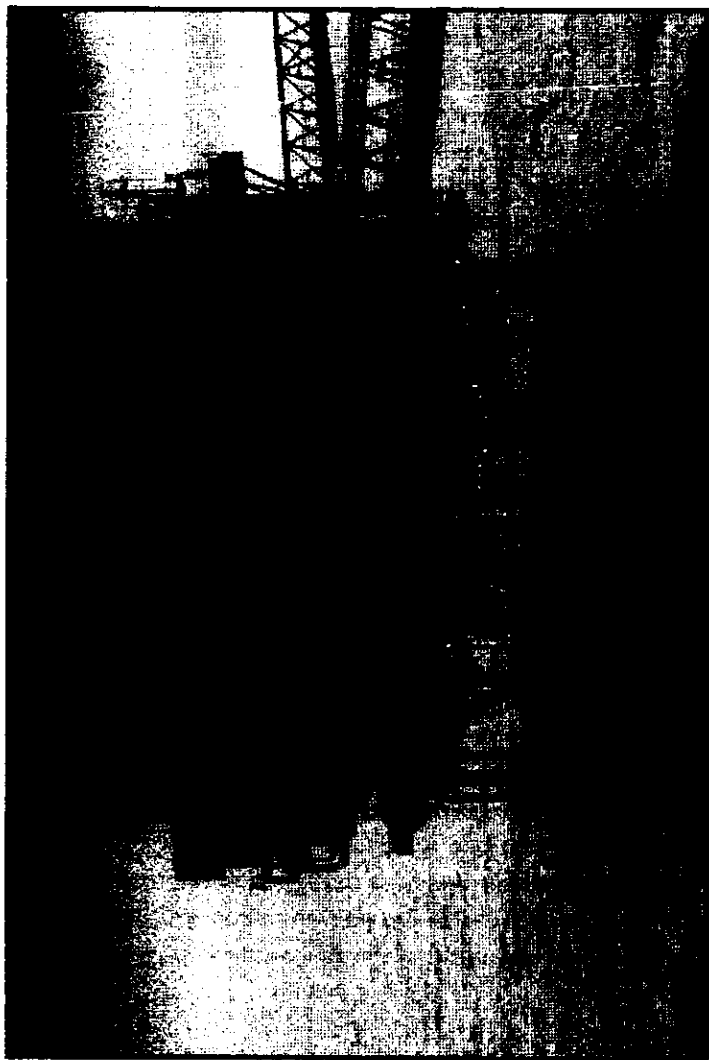


FOTO No. 4 PLATAFORMA DE COMPRESION (OCTAPODO)

1.14. DISTRIBUCION DE LOS COMPLEJOS EN LA SONDA DE CAMPECHE

La distribución de las plataformas marinas de PEMEX en el Golfo de México es de la siguiente forma: se divide en dos regiones marinas que son la zona Noroeste y la Suroeste, a su vez están divididas en Activos, los cuales se subdividen en complejos.

Estos complejos no son más que un conjunto de plataformas marinas, en las cuales se extrae, separa y transporta los hidrocarburo del subsuelo marino, para su posterior procesamiento en tierra o su envío a Cayo Arcas para su exportación. En los diagramas 1.1 y 1.2, podemos observar estos complejos, así como los ductos que las unen entre sí.

Cabe mencionar que setos complejos se manejan dos tipos de crudo que son:

- Crudo ligero
- Crudo pesado

A continuación se menciona los Complejos que manejan crudo ligero y crudo pesado.

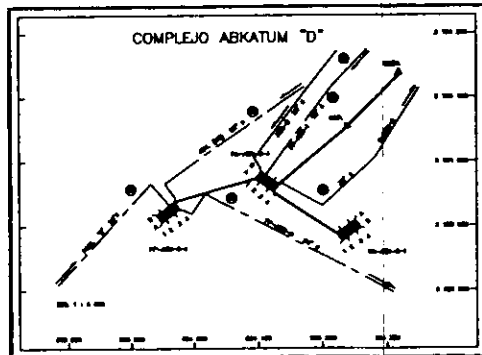
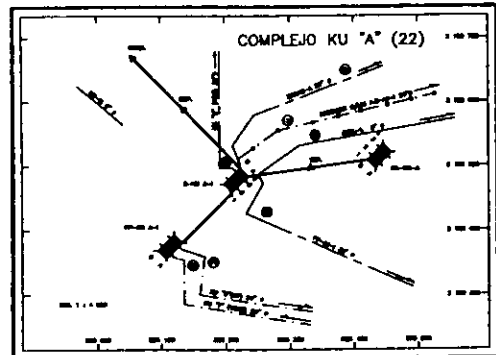
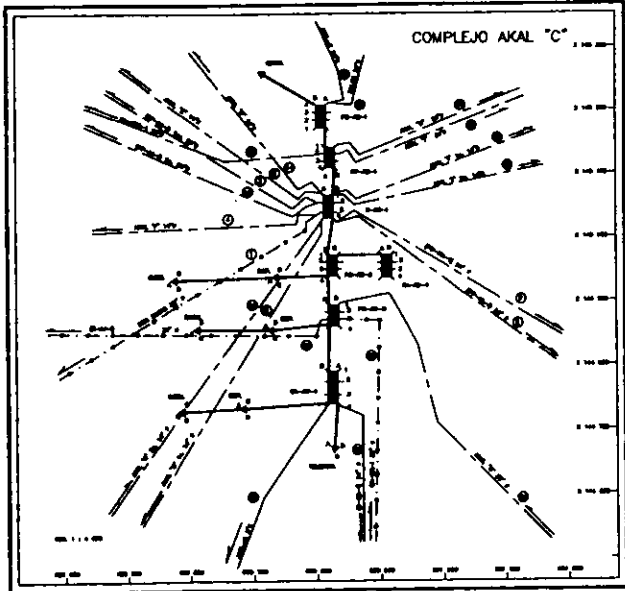
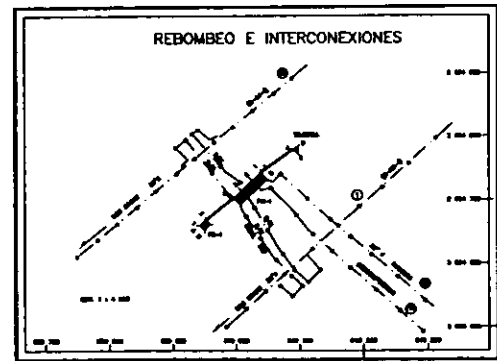
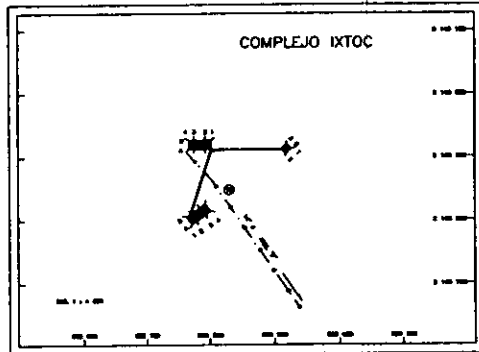
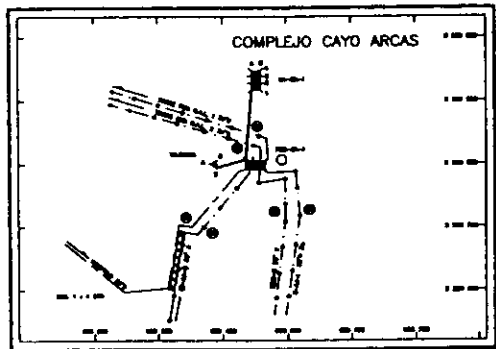
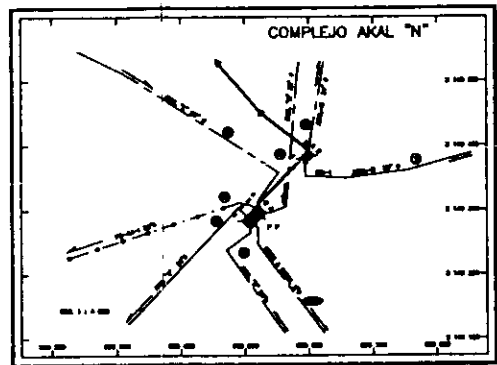
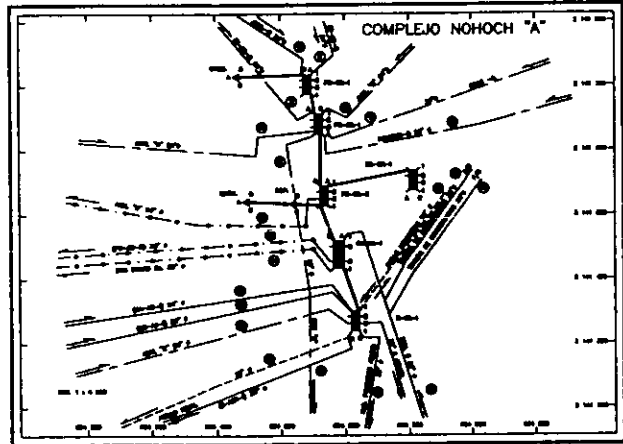
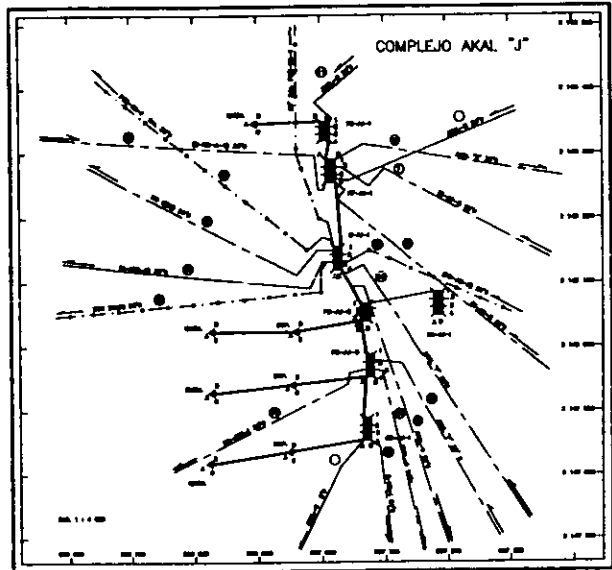
Crudo Ligero

- Abkatun-A
- Abkatun-D
- Pol-A
- Rebombeo
- Dos Bocas

Crudo Pesado

- Akal-J
- Akal-C
- Nohoch-A
- Ku-A
- Ixtoc
- Akal-N

Como ya hemos visto en los puntos anteriores los diferentes tipos de plataformas marinas y la división que existe de estas por su estructura y/o servicio; así como de su localización en el Golfo de México, en los puntos siguientes hablaremos de los tipos de las válvulas de bola, como de sus actuadores de estas.



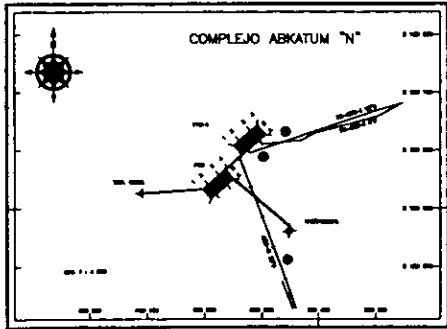
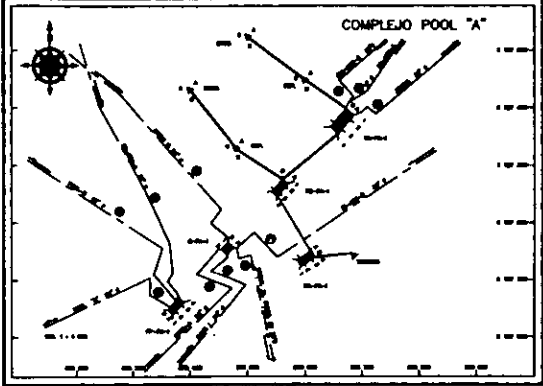
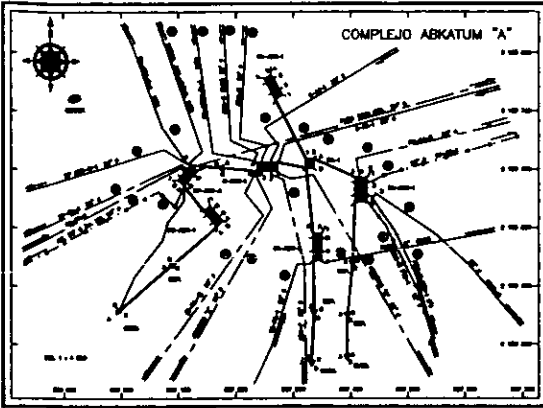
ESPECIFICACIONES	SIMBOLOGIA
- PRESENCIA TEMPORARIA DE SERVIDORES ALTOS TIPO GRANDES	[Square with X] SERVIDOR GRANDE DEL NOROCCIDENTE
- SERVIDORES GRANDES TIPO GRANDES DEL NOROCCIDENTE	[Square] COMPLEJO
- LINDEROS DE CERROS MONTAÑOSOS CERROS, DE 30'	[Circle with dot] PLANTACION
- LINDEROS DE CERROS DE 30' (CERROS)	[Circle with dot] LINDEROS
- LINDEROS DE 30' (CERROS)	[Circle with dot] CERROS
- PUEBLOS ANTIGUOS TIPO CERROS DE 30'	[Circle with dot] PUEBLOS
- PUEBLOS ANTIGUOS TIPO CERROS	[Circle with dot] CERROS
- PUEBLOS DE SERVIDORES GRANDES	[Circle with dot] CERROS
- LINEAS DE SERVIDORES GRANDES	[Circle with dot] CERROS
- LINEAS DE SERVIDORES GRANDES	[Circle with dot] CERROS

NOTA:
 VER DISEÑO DE SERVIDORES DE GRANDES ANTIGUOS DE LA SIERRA DE CHICHEN EN OTRAS PLANTAS

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Título de planta:
LOCALIZACIÓN DE COMPLEJOS

planta n°: 1.1

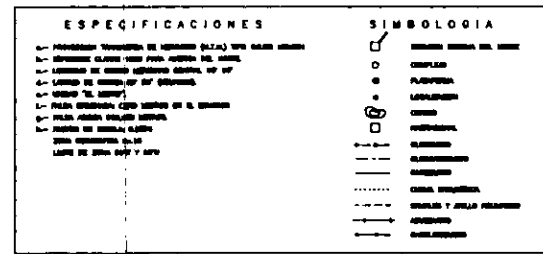


RELACION DE DUCTOS MARINOS EN LA SONDA DE CAMPECHE

NO.	DE	A	LONG. EN P.M.	SERVICIO
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

RELACION DE DUCTOS MARINOS EN LA SONDA DE CAMPECHE

NO.	DE	A	LONG. EN P.M.	SERVICIO
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50




INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE ESTUDIOS
E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
INIA

Título de plano:
**LOCALIZACION
DE COMPLEJOS**

plano n°: 1.2

1.15. DEFINICION DE VALVULA DE EMERGENCIA.

La válvula de emergencia es un dispositivo para prevenir riesgos de operación remota por acción eléctrica, neumática o hidráulica y se puede accionar desde una estación en planta ubicada a 15 metros mínimo del equipo a proteger o bien desde el sistema de control digital provocando el cierre de la válvula y algún evento adicional, como paro de bombas.

1.15.1 VALVULA DE BOLA.

Se limitan a temperaturas que tienen pocos efectos sobre sus asientos de plástico, puesto que el elemento sellador es una bola, su alimentación con el eje del vástago no es esencial para el cierre hermético. En las válvulas de bola libre, la esfera se puede desplazar con sentido axial. El diferencial de presión a través de la válvula obliga a la bola en posición cerrada a oprimirse contra el asiento de corriente abajo y este último contra el cuerpo.

En las válvulas de bola fija, la bola gira sobre extensiones del vástago, y los cojinetes se sellan con anillos en O. Los asientos de plástico se puede comprimir u oprimirse por medio de resortes contra la bola y el cuerpo mediante el montaje de las válvula o se pueden oprimir contra la bola por la presión a través de las válvulas o se pueden oprimir contra la bola por la presión de la válvula que actúa contra anillos en O que establecen el sellado entre el asiento y el cuerpo.

Las válvulas de bola entre las que la bola y los asientos se insertan desde arriba se conocen como válvulas de bola de entrada superior. En este tipo resulta más fácil el reemplazamiento de los asientos. Las otras se conocen como válvulas de cuerpo dividido. Algunas de ellas incluyen un montaje por medio de pernos que permite su utilización como juntas para el ensamblaje de las tuberías. El reemplazamiento de los asientos en este tipo es más fácil cuando el cuerpo se compone de tres piezas con la bola y los asientos en la central.

Para los tamaños mayores en servicios de presión elevada, el tipo de bola fija con selladores de asientos de anillos en O requiere un menor esfuerzo operacional; sin embargo; necesitan dos materiales plásticos diferentes con resistencia al fluido y su temperatura. Como las válvulas de macho, las válvulas de bola

pueden ser de orificio restringido o completo; pero dichos orificios son siempre redondos y la caída de presión es baja.

1.16. TORQUE.

La selección del actuador no solo depende el especificar tipo, funcionamiento, materiales de construcción sino también del torque de este, el cual se especifica para ser el apropiado para la operación de la válvula, proporcionando con esto la fuerza necesaria para no dañar los internos de esta y asegurar el cierre o bloqueo de la línea donde se encuentre instalada. A continuación se mencionan las definiciones de torque.

- **DATOS DIRECTOS PARA TORQUE DEL BASTAGO.** Es una formula para calcular el torque requerido para operar una nueva válvula, por arriba de la máxima presión (rating) de esta, en la tabla 1.11 proporciona las presiones máximas permisibles para válvulas de bola clase ANSI.
- **MINIMO TORQUE, S.R.** Es el torque requerido para rotar los asientos de la válvula. La fuerza de los actuadores debe ser dimensionada para estipular un torque no menor que este valor a pesar del valor de la presión. Este torque ocurre durante los primeros 15° del trayecto de la bola mientras abre o cierra. Esto es aplicable únicamente a válvulas con asientos rotatorios.
- **MINIMO TORQUE, TARE.** El torque para operar la válvula con no presión/no flujo a la mitad de los 90° de viaje de la bola.
- **MAXIMO TORQUE.** El máximo torque de entrada disponible para el vastago del actuador de la válvula, el exceder este valor del torque puede dañar el vastago de la válvula o la flecha llave. Cuando se emplea un actuador o una caja de transmisión.

El torque máximo a la salida del actuador deberá ser comparado con el torque máximo de entrada a la caja de transmisiones para evitar daños. Para determinar el máximo torque, primero se determina el tamaño del vastago de la válvula de la tabla 1.11 y entonces utilizar el tamaño del vastago para determinar el máximo torque de la tabla 1.12.

DATOS DE SERVICIOS PARA BAJAS TEMPERATURAS. Los valores de torque proporcionados en las tablas 1.6 a la 1.10 son para temperaturas sobre 0 °F. Para temperaturas a o por debajo de los 0 °F adicionar el valor apropiado de la tabla 1.13 a la presión del torque, torque mínimo S.R y torque mínimo tare. La temperatura apropiada a emplear para el dimensionamiento de los actuadores es la temperatura del fluido.

TABLA 1.6 DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 2"-10" CLASE 150 A 1500

TAMAÑO DE VALVULA	CLASE 150-600			CLASE 900			CLASE 1500		
	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb
2	1054	1054	540 + 0.40 *P	1054	1054	540 + 0.40 *P	1054	1054	540 + 0.40 *P
3	1566	1566	1188 + 0.71 *P	1566	1566	803 + 0.88 *P	1566	1566	803 + 0.88 *P
4	2702	2702	1928 + 1.09 *P	2702	2702	4421 + 0.78 *P	2702	2702	4421 + 0.78 *P
6	5423	8479	4823 + 1.47 *P	5423	8479	9504 + 0.93 *P	5423	8479	9504 + 0.93 *P
8	7216	9240	6010 + 6.86 *P	7216	9240	6010 + 6.90 *P	7216	9240	6613 + 8.62 *P
10	11440	15840	7581 + 1 0.12 *P	11440	15840	8131 + 12.7 *P	11440	15840	11440 + 14.80 *P

NOTAS:

1.- Los valores de arriba son los torques para las nuevas válvulas, donde P es la máxima presión de operación de la válvula. Para la potencia de operación multiplicar los valores de arriba por un factor de seguridad de 1.13 o un factor de seguridad comúnmente especificado, el que resulte mayor. Los efectos del contacto de internos de la válvula con el fluido y/o la presencia de material particulado en la válvula puede causar un incremento en el torque.

2.- Si la válvula tiene empaques de asiento rotatorio, emplea el valor mayor obtenido a partir del torque mínimo, S.R. Si la válvula no tiene empaques del asiento rotatorio emplee el valor mayor obtenido a partir de la expresión del torque o del torque mínimo, tare.

TABLA 1.7 DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 12"-56" CLASE 150 A 1500

TAMAÑO DE VALVULA	CLASE 150-600			CLASE 900			CLASE 1500		
	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb
12	13300	16750	13300 + 12.3 *P	13300	16750	13300 + 12.3 *P	14896	18346	14896 + 16.0 *P
14	15700	18000	15700 + 17.5 *P	19760	22060	19760 + 21.0 *P	19760	22060	19760 + 21.0 *P
16	18000	25000	18000 + 24.2 *P	20080	27080	20080 + 27.0 *P	20080	27080	20080 + 27.0 *P
18	22000	34000	22000 + 34.7 *P	24528	36524	24528 + 42.0 *P	30292	42292	30292 + 51.0 *P
20	25000	41000	25000 + 48.0 *P	30880	37880	30880 + 63.0 *P	30880	47880	30880 + 63.0 *P
22	29000	49000	29000 + 60.0 *P	35760	55760	35760 + 76.0 *P	35760	55760	35760 + 76.0 *P
24	35000	60000	35000 + 74.0 *P	43200	68200	43200 + 89.0 *P	43200	68200	43200 + 89.0 *P
26	41000	64000	41000 + 90.0 *P	50540	73540	50540 + 104 *P	50540	73540	50540 + 104 *P
28	VER TABLA 5			48000	72000	48000 + 119 *P	52560	76560	52560 + 132 *P
30	VER TABLA 5			57500	85000	57500 + 138 *P	62960	90460	62960 + 153 *P
32	VER TABLA 5			72240	106240	72240 + 180 *P	79840	113840	79840 + 202 *P
34	VER TABLA 5			84800	127300	84800 + 193 *P	93680	136180	93680 + 217 *P
36	VER TABLA 5			98400	149400	98400 + 219 *P	108720	159720	108720 + 246 *P
40	VER TABLA 5			138160	204160	138160 + 312 *P			
42	VER TABLA 5			164640	230640	164640 + 347 *P			
48	VER TABLA 5			209469	319469	209469 + 581 *P			
56	VER TABLA 5								

NOTAS:

1.- Los valores de arriba son los torques para las nuevas válvulas, donde P es la máxima presión de operación de la válvula. Para la potencia de operación multiplicar los valores de arriba por un factor de seguridad de 1.25 o un factor de seguridad comúnmente especificado, el que resulte mayor. Los efectos del contacto de internos de la válvula con el fluido y/o la presencia de material particulado en la válvula puede causar un incremento en el torque.

2.- Si la válvula tiene empaques de asiento rotatorio, emplea el valor mayor obtenido a partir del torque mínimo, S.R. Si la válvula no tiene empaques del asiento rotatorio emplee el valor mayor obtenido a partir de la expresión del torque o del torque mínimo, tare.

TABLA 1.8 DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 28"-56" CLASE 150 A 600

TAMAÑO DE VALVULA	CLASE 150			CLASE 300			CLASE 400			CLASE 600		
	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE
28	41000	65000	41000 + 99 *P	41000	65000	41000 + 99 *P	41000	65000	41000 + 99 *P	48000	72000	48000 + 119 *P
30	49000	76500	49000 + 115 *P	49000	76500	49000 + 115 *P	49000	76500	49000 + 115 *P	57500	85000	57500 + 138 *P
32	56334	90334	56334 + 136 *P	56334	90334	56334 + 136 *P	66000	100000	66000 + 163 *P	66000	100000	66000 + 163 *P
34	64856	107356	64856 + 145 *P	64856	107356	64856 + 145 *P	77500	120000	77500 + 175 *P	77500	120000	77500 + 175 *P
36	74889	125890	74889 + 165 *P	90000	141000	90000 + 198 *P	90000	141000	90000 + 198 *P	90000	141000	90000 + 198 *P
40	114306	180306	114306 + 252 *P	114306	180306	114306 + 252 *P	114306	180306	114306 + 252 *P	125000	191000	125000 + 277 *P
42	134433	200433	134433 + 280 *P	134433	200433	134433 + 280 *P	134433	200433	134433 + 280 *P	149000	215000	149000 + 309 *P
48	155421	265421	155421 + 447 *P	155421	265421	155421 + 447 *P	169747	279747	169747 + 484 *P	190000	300000	190000 + 532 *P
56	216397	404397	216397 + 826 *P	216397	404397	216397 + 826 *P	239100	429100	239100 + 893 *P	262000	450000	262000 + 961 *P

NOTAS:

1.- Los valores de arriba son los torques para las nuevas válvulas, donde P es la máxima presión de operación de la válvula. Para la potencia de operación multiplicar los valores de arriba por un factor de seguridad de 1.25 o un factor de seguridad comúnmente especificado, el que resulte mayor. Los efectos del contacto de internos de la válvula con el fluido y/o la presencia de material particulado en la válvula puede causar un incremento en el torque.

2.- Si la válvula tiene empaques de asiento rotatorio, emplea el valor mayor obtenido a partir del torque mínimo, S.R. Si la válvula no tiene empaques del asiento rotatorio emplee el valor mayor obtenido a partir de la expresión del torque o del torque mínimo, tare.

TABLA 1.9 DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 2"-12" CLASE 2500

TAMAÑO DE VALVULA	MINIMO	MINIMO	EXPRESION TORQUE
	TORQUE, TARE In-lb	TORQUE, S.R. In-lb	In-lb
2	1054	1054	540 + 0.4 *P
3	1566	1566	803 + 0.88 *P
4	2702	2702	4421 + 0.78 *P
6	5423	8479	5350 + 5.46 *P
8	7216	9240	7216 + 10.0 *P
10	11440	15840	11440 + 14.8 *P
12	17600	21120	14080 + 25.3 *P

NOTAS:

1.- Los valores de arriba son los torques para las nuevas válvulas, donde P es la máxima presión de operación de la válvula. Para la potencia de operación multiplicar los valores de arriba por un factor de seguridad de 1.13 o un factor de seguridad comúnmente especificado, el que resulte mayor. Los efectos del contacto de internos de la válvula con el fluido y/o la presencia de material particulado en la válvula puede causar un incremento en el torque.

2.- Si la válvula tiene empaques de asiento rotatorio, emplea el valor mayor obtenido a partir del torque mínimo, S.R. Si la válvula no tiene empaques del asiento rotatorio emplee el valor mayor obtenido a partir de la expresión del torque o del torque mínimo, tare.

TABLA 1.10 DATOS DE TORQUE PARA VALVULAS DE BOLA DE 2"-10" CLASE API 2000 - 5000

TAMAÑO DE VALVULA	CLASE 2000			CLASE 3000			CLASE 5000		
	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb	TORQUE MINIMO, TARE. In-lb	TORQUE MINIMO, S.R. In-lb	EXPRESION DEL TORQUE In-lb
2	1054	1054	540 + 0.40 *P	1054	1054	540 + 0.40 *P	1054	1054	540 + 0.40 *P
3	1566	1566	1188 + 0.71 *P	1566	1566	803 + 0.88 *P	1566	1566	803 + 0.88 *P
4	2702	2702	1928 + 1.09 *P	2702	2702	4421 + 0.78 *P	2702	2702	4421 + 0.78 *P
6	5423	8479	9504 + 0.93 *P	5423	8479	9504 + 0.93 *P	5423	8479	5350 + 5.46 *P
8	7216	9240	6010 + 6.86 *P	7216	9240	6613 + 8.62 *P	7216	9240	7216 + 10.0 *P
10	11440	15840	8131 + 1 2.7 *P	11440	15840	11440 + 14.8 *P	11440	15840	11440 + 14.80 *P

NOTAS:

1.- Los valores de arriba son los torques para las nuevas válvulas, donde P es la máxima presión de operación de la válvula. Para la potencia de operación multiplicar los valores de arriba por un factor de seguridad de 1.13 o un factor de seguridad comúnmente especificado, el que resulte mayor. Los efectos del contacto de internos de la válvula con el fluido y/o la presencia de material particulado en la válvula puede causar un incremento en el torque.

2.- Si la válvula tiene empaques de asiento rotatorio, emplea el valor mayor obtenido a partir del torque mínimo, S.R. Si la válvula no tiene empaques del asiento rotatorio emplee el valor mayor obtenido a partir de la expresión del torque o del torque mínimo, tare.

TABLA 1.11 TAMAÑO DE VASTAGO DE LAS VALVULAS Y PRESION DE TRABAJO DE LA VALVULA.

TAMAÑO DE VALVULA	PRESION CLASE-ANSI							PRESION CLASE-API		
	150	300	400	600	900	1500	2500	2000	3000	5000
MAX. PRESION	285	740	990	1480	2220	3705	6170	2000	3000	5000
DE TRABAJO PSI										
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1,5
4	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	1,5	2	2
6	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	3	2	2	3
8	2	2	2	2	2	3	4	2	3	4
10	2	2	2	2	3	4	4	3	4	4
12	3	3	3	3	3	4	5			
14	3	3	3	3	5	5				
16	3	3	4	4	5	5				
18	4	4	3	4	5	7,5				
20	4	4	5	5	7,5	7,5				
22	4	4	5	5	7,5	7,5				
24	4	4	5	5	7,5	7,5				
26	5	5	5	5	7,5	7,5				
28	5	5	5	7,5	7,5	9				
30	5	5	5	7,5	7,5	9				
32	5	5	7,5	7,5	9	11				
34	5	5	7,5	7,5	9	11				
36	5	7,5	7,5	7,5	9	11				
40	7,5	7,5	7,5	9	11					
42	7,5	7,5	7,5	9	11					
48	7,5	7,5	9	11	13					
56	9	9	11	13						

TABLA 1.12 VALORES DEL TORQUE MAXIMO.

TAMAÑO DE	MAXIMO TORQUE (In-lb)
1	6000
1.5	21,868
2	51,840
3	103,750
4	169,750
5	457,300
7.5	837,800
9	1,228,000
11	3,562,000
13	3,723,000

TABLA 1.13 INCREMENTOS DE TORQUE POR BAJA TEMPERATURA DE OPERACION.

TAMANO DE VALVULA	TEMPERATURA °F			
	0	-20	-40	-60
2	148	295	434	582
3	252	512	764	1024
4	425	851	1266	1701
6	851	1701	2552	3402
8	1377	2673	4010	5347
10	2239	4479	6718	8957
12	3350	6700	10050	13401
14	5034	10068	14102	21136
16	6058	12116	18175	24233
18	7239	14477	21716	28955
20	9547	19095	28642	38189
22	12169	24337	36505	48674
24	12603	25205	37808	50410
26	16387	32773	49160	65547
28	18748	37408	56156	74816
30	21428	22876	64228	85666
32	22740	45480	68220	90960
34	25778	51469	77247	102938
36	30638	61190	91828	122380
40	43918	87836	131753	175671
42	47997	95974	143991	191988
48	62405	124810	187128	249533
56	93824	187649	281473	375297

NOTAS

- 1.- Todos los valores del Torque están en in-lb.
- 2.- La Temperatura apropiada a emplear para dimensionar la fuerza del actuador es la temperatura mínima del fluido.
- 3.- Estos valores, si aplican, deberán adicionarse únicamente después de que el factor de seguridad apropiado ha sido adicionado a la expresión del Torque mínimo S-R y el Torque mínimo Tare

1.17. ACTUADORES EN POSICION LINEAL

Es un elemento de control final, es un transductor. Este dispositivo se encarga de transducir, la señal de control de una forma o nivel de energía o potencia a otra, por ejemplo, la señal neumática a acción mecánica que se utiliza para regular una variable de proceso. En casi todos los casos, el actuador de la válvula se puede clasificar como actuador en posición lineal. Suministra una posición de salida que es proporcional a su señal de entrada. El movimiento del elemento de salida del actuador es, casi siempre, de translación (en oposición o rotación), aunque el movimiento de translación se puede transformar en rotatorio para operar algunas válvulas.

Los actuadores se dividen en diferentes tipos los cuales son:

- Actuadores Neumáticos
- Actuadores Electroneumáticos
- Actuadores Hidráulicos
- Actuadores Electrohidráulicos
- Actuadores Eléctricos
- Actuadores Mecánicos

1.17.1 ACTUADORES NEUMATICOS

De todos los actuadores de control de procesos, el del tipo neumático es el de uso más común. Hay varias configuraciones de dispositivos en el mercado, que sirven para una gran variedad de aplicaciones, y cada una de ellas ofrece sus propias ventajas. El actuador neumático es un dispositivo de resorte en el cual la presión controlada de aire de entrada ejerce sobre el diafragma la fuerza suficiente para compensar o contrarrestar una porción de la fuerza del resorte.

Cuando se registra un aumento en la presión controlada del aire, se genera un movimiento del tapón de la válvula en dirección descendente, ocasionando una reducción del flujo que pasa por la válvula, esta acción se denomina "cierre por aire". Si la abertura en la entrada de aire del actuador queda debajo del diafragma, la acción del actuador es de "apertura por aire".

El actuador de resorte es capaz de proporcionar el suficiente empuje para muchas aplicaciones de la válvula. Sin embargo, la fricción del vástago de la válvula o las fuerzas generadas por el fluido de proceso que atraviesa la válvula, puede evitar que el actuador adopte una posición proporcional a la entrada controlada de presión de aire. En aplicaciones críticas a veces se acostumbra usar un posicionador de válvula para contrarrestar esta dificultad. En esencia el posicionador es un controlador de alta ganancia y retroalimentación de posición que se conecta al vástago de la válvula. Su punto de referencia se controla por medio de presión de aire proveniente del controlador de proceso.

En la tabla 1.14 se presenta un resumen de algunas de las características de los actuadores neumáticos más comunes.

TABLA 1.14 PROPIEDADES DE ACTUADORES NEUMÁTICOS TÍPICOS

Tipo de construcción	Posicionado r usado	Potencia hp	Carrera pulg	Empuje, lb	Limitaciones de diseño	Ventajas y aplicaciones más comunes
Resorte de diafragma; el aire mueve al vástago hacia abajo.	No	0.05	A 3	A 800	El empuje es limitado. El resorte absorbe el empuje.	Sencillo y seguro. Falla en sentido ascendente al perder aire. Muy utilizado en el control de procesos
Resorte de diafragma; el aire mueve al vástago hacia	No	0.005	A 3	A 800	Como A	Falla en sentido descendente al perder aires, en cualquier otro caso como A.
Resorte de diafragma	Si	0.15	A 3	A 800	Como A o B	Como A o B con una dinámica de control mejorada
Diafragma de presión equilibrada o sin resorte	Necesario	0.15	A 3	A 2000	Puede no ofrecer seguridad	Posee mayor empuje que los de tipo de resorte
Pistón de presión equilibrada	Necesario	1.0	A 36	A 5000	Puede no ofrecer seguridad	Utiliza aire o alta presión. Tiene muchas aplicaciones en los procesos químicos

1.17.2. ACTUADORES HIDRAULICOS.

Por lo común, los activadores hidráulicos tienen la forma de un pistón hidráulico. Éste se puede impulsar aplicando fluido hidráulico presurizado a ambos lados del pistón (doble acción) o a uno solo, con un resorte de oposición que proporciona el movimiento en dirección contraria. Estas diversas configuraciones son análogas a los activadores neumáticos. Los posicionadores de válvula en el caso hidráulico forma parte de los controladores hidráulicos.

1.17.3. ACTUADORES ELECTROHIDRAULICOS

El actuador electrohidráulico típico consiste en un transductor eléctrico a hidráulico, un posicionador de retroalimentación y un activador de pistón hidráulico. El funcionamiento de pistón hidráulico es básicamente el mismo que el de pistón neumático, y ambos requieren algún medio de retroalimentación de posición del pistón. Un transductor típico eléctrico a hidráulico consta de un mecanismo de bobina e imán, y un carrete de piloto hidráulico.

1.17.4. ACTUADORES ELECTRICOS

Hay dos clases básicas de actuadores eléctricos para aplicaciones de posición lineal, y son de motor eléctrico y el solenoide eléctrico. Ambos tipos se utilizan con facilidad para activadores de dos posiciones. El motor puede estar provisto de un devanado directo y un inverso, para lograr la operación de dos posiciones. El devanado inverso se elimina cuando se provee algún medio de retorno de resorte.

Existen muchas maneras de transducir la rotación de motor en acción lineal. Por ejemplo, a veces se utiliza un tren de engranes o una bomba hidráulica reversible y un motor de cilindro hidráulico. La velocidad con que se mueve el activador de una posición a la otra, se denomina básicamente por medio del caballaje o la potencia de la transmisión del motor eléctrico.

Cuando al equipo sensor y de conmutación se le agrega la retroalimentación de posición y una señal aplicada, el activador se puede poner en marcha o detener en posiciones intermedias. En este caso, el activador se convierte en el equivalente de activadores electroneumáticos o electrohidráulicos.

El solenoide eléctrico es un dispositivo de dos posiciones; cuando la corriente eléctrica se aplica a la bomba, la armadura del solenoide se mueve a la posición extrema energizada, y cuando se suprime la corriente, dicha armadura retorna a la posición desenergizada por medio de un resorte. Es factible obtener un aumento en la capacidad de empuje conectando una válvula de piloto neumático o hidráulico, o bien, un conmutador de motor eléctrico a la armadura del solenoide.

1.17.5. ACTUADORES MECANICOS.

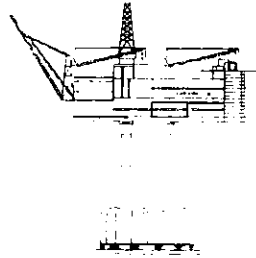
Los actuadores manuales de diversos tipos comunes de estos mecánicos. La configuración real del equipo puede ser muy variada; desde la rueda montada en la parte superior o lateral de un actuador de resorte y diafragma, hasta la configuración mecánica de la palanca y eslabón que se opera manualmente.

1.18. CRITERIOS DE SELECCION PARA ACTUADORES.

- Las válvulas de corte de emergencia pueden ser operadas con actuadores eléctricos, neumáticos o hidráulicos.
- Las válvulas tipo bola y operadas con actuadores neumáticos son preferidas en instalaciones nuevas.
- Las válvulas operadas eléctricamente requieren aproximadamente de un minuto para operar, la válvula de bola requiere de menor tiempo si es accionada neumáticamente o hidráulicamente a diferencia de la válvula de compuerta que requiere mayor tiempo.
- La operación hidráulica es recomendable sólo cuando el suministro de aceite en la instalación se tiene asegurado.
- Sin embargo, se recomienda utilizar válvula de bola actuadas neumáticamente o hidráulicamente, ya que las válvulas actuadas eléctricamente presentan problemas de seguridad por el cable utilizado.
- En todos los casos dichas válvulas abren por presión de aire, fluido hidráulico o potencia eléctrica y cierran por acción del resorte cuando la presión de aire, fluido hidráulico falla o cuando la corriente es interrumpida.

Recomendaciones prácticas determinan que cuando se trabaja con materiales inflamables las líneas de aire, fluido hidráulico o los cables de conducción hacia la válvula deberán de ser protegidas para 15 minutos por lo menos de exposición al fuego y deberá contarse con dispositivos para prevenir la acción de la válvula cuando las líneas de impulso sean destruidas.

Cabe hacer notar que una válvula de corte manual puede implicar que no se aislé la fuga totalmente y se incremente el riesgo de pérdida de material como consecuencia del tiempo de cierre. Por lo que en general se recomienda que las válvulas de corte de emergencia sean operadas en forma remota.

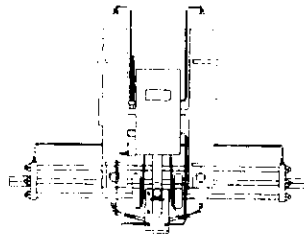
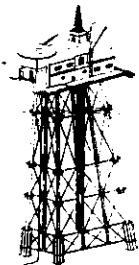


CAPITULO

II

CLASIFICACION CODIGOS Y

NO RMAS



2.1. CLASIFICACION DE DUCTOS

Como ya se menciona en el capítulo 1 se definió la clasificación de los ductos de acuerdo a su servicio. Existe otra clasificación para ductos, basada en las normas del código ANSI B31 para la construcción de tuberías a presión, totalmente aplicables a ductos. En la tabla 2.1 se muestra un resumen del código ANSI B31.

TABLA 2.1 ESTADO DEL CODIGO ANSI B31 PARA TUBERIAS A PRESIÓN

<i>Designación y número de norma</i>	<i>Alcance y aplicación</i>	<i>Observaciones</i>
Tubería de potencia B31.1.0	Para todas las tuberías en centrales generadoras de vapor	Ultimo número: 1980
Tuberías para plantas químicas y refinerías petroleras B31.3	Para todas las tuberías dentro de los límites de las instalaciones dedicadas al procesamiento y manejo de productos petroquímicos y conexos, salvo aquellos proscritos por el Código.	Ultimo número: 1980
Tuberías de transporte de aceites B31.4	Para productos líquidos, crudos o refinados en líneas de tuberías por todo el terreno.	Ultimo número: 1979
Tuberías de refrigeración B31.5	Para tuberías de refrigeración en unidades embaladas y edificios comerciales o públicos.	Ultimo número: 1974.
Tuberías para energía nuclear B31.7	Para fluidos cuyas pérdidas en el sistema podrían causar riesgos de radiaciones para el personal de la planta o el público en general.	Véase la sección 3 del código ASME para calderas y recipientes a presión.
Sistemas de distribución y transporte de gases B.31.8	Para gases de tuberías por todo terreno, así como también para líneas de distribución de las ciudades (Ductos de transporte).	Ultimo número: 1975.

2.2. CODIGOS Y NORMAS.

Como ya se sabe las tuberías y los ductos son nombrados de diferente forma debido a los códigos por los que son regidos. Mientras las primeras se rigen por el código ANSI, los segundos por API. El American National Standards institute (ANSI), y el American Petroleum Institute, han establecido normas dimensionales para los componentes de tuberías más utilizados. En las secciones del código ANSI B31 es posible encontrar especificaciones sobre materiales de tuberías y accesorios y métodos de prueba de la American Society for Testing Materials, (ASTM), aplicaciones de la American Welding Society of the Valve and Fitting Industry, (MSS). Muchas de estas normas contienen relaciones de presión, temperatura, que sirven como ayuda a los ingenieros en su trabajo de diseño.

No obstante, debe considerarse que aunque las fórmulas del cálculo del código reconocen la necesidad de una tolerancia que tenga en cuenta los efectos de corrosión, las tablas para normalización de válvulas, bridas, accesorios, etc., no incorporan la tolerancia correspondiente. El Chemical Petroleum Refinery Piping Code (ANSI B31.3) es una sección del código ANSI B31, derivado de la función de los códigos de tuberías para plantas químicas (B31.3). Algunos de los aspectos más importantes del ANSI B31.3, se resumen a continuación y se enfocan principalmente a construcciones soldadas y sin costura.

La introducción del código establece requisitos de ingeniería considerados como necesarios para el diseño seguro y las construcciones del sistema de tuberías. Aunque la seguridad es la consideración básica del código, no es el factor que predomina en la especificación final de ningún sistema de tuberías a presión. Los diseñadores deben de tener en cuenta que el código no es un manual de diseño.

El código prescribe los requisitos mínimos de los materiales, diseño, fabricación, ensamble, soporte, instalación, examen e inspección y prueba de los sistemas de tuberías sujetas a presión o a vacío.

2.3. DISEÑO.

Materiales más comunes para la construcción de ductos. Al elegir el material más común para la construcción de una tubería, es necesario considerar algunos factores, estos son:

1. Posible exposición al fuego con respecto a la pérdida de elasticidad, temperatura de degradación, punto de fusión o combustibilidad de la tubería o material de soporte.
2. Capacidad del aislamiento térmico para proteger la tubería del fuego.
3. Sensibilidad de la tubería a fallas quebradizas que pueden ocasionar una peligrosa fragmentación o falta al choque térmico cuando se expone al fuego.
4. Sensibilidad de los materiales de la tubería al agrietamiento por corrosión en áreas donde existe estancamiento (juntas roscadas) o efectos electrofíticos nocivos cuando el metal es puesto en contacto con otro metal diferente.
5. La conveniencia de usar empaques, sellos, rellenos y lubricantes que sean compatibles con el fluido que manejan.
6. El efecto refrigerante de pérdidas repentinas de presión en fluidos volátiles al determinar la temperatura mínima de empleo esperada.

Dentro de las precauciones sobre materiales específicos, se tiene la siguiente clasificación:

- 1.- Hierro colado, maleable y alto silicio (14.5%). Su baja ductibilidad y sensibilidad a los choques térmicos y mecánicos.
- 2.- Aceros al carbón y aceros de bajas e intermedias aleaciones.
 - a) La posibilidad de resquebramiento cuando se manejan fluidos alcalinos o cáusticos.

- b) La posible degradación de carbono a grafito cuando se tenga una prolongada exposición a temperaturas superiores a 427 °C (800 °F). Esto se debe de considerar para aleaciones de acero al carbón, acero- níquel, acero al carbón - manganeso, acero al manganeso- vanadio y acero al cromo- vanadio.

- c) La posible conversión de carburos a grafito cuando se tenga una prolongada exposición a temperaturas superiores a 468 °C (875 °F) la aleación acero al carbón- molibdeno, acero al manganeso- molibdeno- vanadio y acero al cromo - vanadio.

- d) Las ventajas de utilizar acero al silicio-carbono (0.1 % de silicio como mínimo) para temperaturas superiores a 480 °C (900 °F).

- e) La posibilidad de ataque por hidrógeno cuando la tubería es expuesta a este elemento o a soluciones acuosas ácidas en ciertas condiciones de presión y temperatura.

- f) La posibilidad de que la tubería se deteriore cuando se expone a sulfuro de hidrógeno.

3.- Acero de alta aleación (Inoxidable).

- a) La posibilidad de que la corrosión llegue a tener propiedades importantes cuando la tubería de aceros inoxidables austeníticos se expone a medios como cloruros y haluros, ya sea externa o internamente. Lo anterior puede ser como resultado de una selección o aplicación inadecuada del aislamiento térmico.

- b) La sensibilidad a la corrosión intergranular del acero inoxidable austenítico después de estar expuesto a temperaturas entre 427 y 871 °C (800 y 1600 °F), a menos que se establezca o se utilice acero al carbón de bajo grado.

- c) La posibilidad de un ataque intercrystalino del acero inoxidable austenítico, por contacto con cinc o plomo a temperaturas por encima de sus puntos de fusión o con muchos compuestos de cinc y plomo a temperatura ambiente, posterior al uso por encima de 370 °C (700 °F).
- d) La fragilidad del acero inoxidable ferrítico a temperatura ambiente, posterior al uso por encima de 370 °C (700 °F).

4.- Níquel y aleaciones a base de níquel

- a) La sensibilidad al ataque superficial del níquel y aleaciones a base de níquel que no contengan cromo, cuando se exponga a pequeñas cantidades de azufre a temperaturas superiores a 315°C (600 °F).
- b) La sensibilidad al ataque superficial de las aleaciones a base de níquel, que contengan cromo, a temperaturas superiores a 595 °C (1100 °F) en condiciones reductoras y por encima de 760 °C (1400 °F) en condiciones oxidantes.
- c) La posibilidad de un ataque por corrosión en forma de grietas a aleaciones de níquel-cobre (70 Ni- 30 Cu) en vapores de ácido fluorídrico, si la aleación es sometida a un gran esfuerzo o contienen residuos de soldadura o de molde.

5- Aluminio y aleaciones de aluminio.

- a) La compatibilidad de los componentes roscados con aluminio para prevenir la ligadura o atezamiento en las uniones.
- b) La posibilidad de que las aleaciones 5154, 5083, 5087, y 5456 sufran exfoliación o ataque intergranular, y que la temperatura superior sea de 65 °C (150 °F) a fin de evitar tal deterioro.

6- Cobre y aleaciones de cobre

- a) La posibilidad de que las aleaciones de bronce se degraden en el contenido de cinc.
- b) la sensibilidad a la corrosión por las aleaciones a base de cobre.
- c) La posibilidad de formación de acetiluros inestables cuando se exponen a acetileno.

2.3.1. SISTEMAS DE ACERO AL CARBON Y ACERO INOXIDABLE.

Los sistemas de ductos y tuberías metálicos (ferrosos) más comúnmente utilizados, son aquellos de acero al carbón y de acero inoxidable, teniendo una mayor cobertura en las normas tanto nacionales como internacionales.

Los ductos y tuberías pueden dividirse en dos grandes clases, *soldados y sin costura*. Las tuberías sin costura, como designación comercial, son las realizadas mediante el forjado de un sólido redondo, su perforación mediante la rotación simultánea y el paso obligado sobre una punta perforada y su reducción mediante el laminado y el estiramiento. Puede citarse también, que se produce tubos y tuberías sin costura mediante la extrusión, el colado en moldes estáticos o centrífugos, la forja y la perforación. La tubería sin costura es igual de resistente en kilopascales (lb/in^2) a lo largo de toda la pared, tiene con frecuencia la superficie interna excéntrica con relación a la externa, lo que da como resultado un espesor no uniforme de las paredes.

Las tuberías soldadas, se hacen con bandas laminadas conformadas en cilindros y soldadas en las costuras por varios métodos. Se atribuye a las soldaduras del 60 al 100% de la resistencia de las paredes de la tubería dependiendo de los procedimientos de soldadura e inspección. Se pueden obtener diámetros mayores y razones más bajas de espesores de las paredes con respecto al diámetro en las tuberías soldadas que en las tuberías sin costura (a parte de las coladas). Se obtiene un espesor uniforme de las paredes. Las pruebas hidrostáticas no revelan tramos muy cortos de soldaduras completadas en forma parcial. Esto presenta la posibilidad de que puedan desarrollar prematuramente fugas pequeñas cuando se manejan fluidos corrosivos o se expone la tubería a corrosión externa.

Es preciso tomar en cuenta la soldadura en los procedimientos de desarrollo para el acodamiento, el abocinado y la expansión de la tubería soldada. Así las combinaciones del espesor, tamaño adicional y espesor de pared se encuentran disponibles para la manufactura de los tubos. Las clasificaciones más comunes del tubo son "a presión" y "mecánica". El espesor de pared medido se especifica por "la pared media" o "pared mínima". La pared mínima es más costosa que la pared media y, a consecuencia de las tolerancias más estrechas para espesor de pared y de diámetro, la medición para ambos sistemas hace que la tubería a presión sea más costosa. No obstante, los tubos soldados de acero al carbón de pared media, resistentes a la electricidad, con diámetros externos de $2 \frac{1}{8}$ a $2 \frac{7}{8}$, $3 \frac{1}{2}$, $4 \frac{1}{2}$ pgl, obtenidos de bobinas sobre rodillos de forma progresiva y probados electromagnéticamente más que a presión, compiten vigorosamente con las tuberías.

2.4. JUNTAS

Sin excepción las tuberías o ductos deberán unirse a otros componentes o bien a otros ductos. El diseño óptimo requiere de un trabajo mínimo y prevé la misma resistencia que posee la tubería para:

1. Presión interna en lo que se refiere a las fracturas y fugas.
2. Momentos de torsión que se producen al tender tramos largos de tuberías entre los soportes o debido a la dilatación térmica en las tuberías con acodamientos dobles.
3. Deformación axial por la presión interna que actúa sobre cambios de dirección, llaves ciegas y válvulas cerradas o por la contracción térmica en los tramos rectos.

2.4.1 JUNTAS SOLDADAS

Las juntas más usadas en los sistemas de ductos y tuberías es la soldadura por ensamble. En todos los metales dúctiles de tuberías que se pueden soldar hay accesorios tales como codos, tes, reducciones, tapones, válvulas, etc; En todos los tamaños y espesor de paredes, con extremos preparados por la soldadura por ensamble.

2.4.2. JUNTAS BRIDADAS.

Para tamaños mayores a 2 pgl, cuando se espera tener que desmontar las tuberías, la junta bridada es la que más se emplea. Dentro de la gran variedad de tipos y caras disponibles de bridas de acero y de aleaciones.

Aún cuando las juntas bridadas consumen mucho metal, el maquinado de precisión solo se requiere en las caras. Las juntas bridadas no imponen tolerancias importantes a la tubería. No se requiere una aleación cuidadosa para el montaje de las bridas de cara plana y realizada.

2.5. NORMAS DE LA INDUSTRIA.

El perfeccionamiento de la mayor parte de las válvulas en uso actual tuvo lugar hace décadas y, al igual que muchos otros productos manufacturados, se han establecido normas para asegurar la uniformidad entre los diversos fabricantes.

TABLA 2.2 NORMAS Y CAPACIDADES PARA LAS VALVULAS Y TUBERIAS

Normas ANSI	
B16.1	Bridas y accesorios con brida para tubo de hierro fundido (25, 125, 250 y 200 lb)
B16.5	Bridas para tubos de acero, válvulas y accesorios con bridas (150, 300, 400, 600, 900, 1500 y 2500 lb)
B16.10	Dimensiones de cara a cara y de extremo a extremo de válvulas de material ferroso.
B16.11	Accesorios de acero forjado (soldadura de enchufe y roscados)
B21	Juntas no metálicas para bridas de tubo
B31.3	Tubería para refinerías de petróleo
Expedidas por: American National Standards Institute 1430 Broadway New York, N.Y. 10018	
Especificaciones API	
598	Inspección y pruebas de válvulas
600	Válvulas de compuerta, de acero
602	Válvulas de compuerta de acero al carbono, de diseño compacto para uso de refinerías
603	Válvulas de compuerta resistentes a la corrosión, pared delgada de 150 lb para uso de refinerías
604	Válvulas de compuerta y de macho con brida, de hierro nodular, para uso de refinerías
Expedidas por: American Petroleum Institute 1801 K Street N.W. Washington, DC, 20006	
Especificaciones ASTM	
E23	Pruebas de impacto de materiales metálicos con barra ranurada
E165	Inspección con líquido penetrante
Expedidas por: American Society for Testing and Materials 1916 Race Street Philadelphia, PA 19103	
Normas MSS	
SP25	Sistema estándar de marcas para válvulas, accesorios, bridas y uniones
SP42	Válvulas, bridas y accesorios con bridas fundidas, resistentes a la corrosión MSS 150 lb
SP53	Norma de calidad para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías
SP54	Norma de calidad radiográfica para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías
SP55	Norma de calidad para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías
SP61	Pruebas hidrostáticas de válvulas de acero
SP67	Válvulas de mariposa
SP72	Válvulas de bola con extremos con brida o soldados a tope para servicio general
Expedidas por: Manufactures Standardization Society of the Valve and Fittings Industry 1815 N Ft. Myer Drive. Artington, VA 22209	

Para especificar válvulas, se acostumbra mencionar que deben de cumplir con los requisitos de materiales, diseño, manufactura, pruebas de inspección de una norma determinada. Esto asegura cierta calidad dentro de la uniformidad establecida por la industria. Sin embargo, es posible obtener una calidad mejor que la incluida en la norma.

Se pueden utilizar piezas forjadas en vez de fundidas y los componentes pueden ser más fuertes. Además, la mano de obra puede ser mucho mejor que la requerida por las normas. La calidad se relaciona con las características que deben ofrecer los fabricantes y todos deben de cumplir con las normas mínimas.

2.5.1. NORMA API PARA VALVULAS 6D

A continuación se menciona un resumen de la norma API del Instituto Americano del Petróleo, la cual menciona las pruebas a las que se someten las válvulas por parte de los fabricantes con la seguridad mínima de estas.

2.5.2. VALVULA DE BOLA

- a) La válvula de bola tiene una esfera la cual rota en su eje, la cual es perpendicular a la dirección del flujo.
- b) Las dimensiones de las válvulas de bola están en la tabla 2.3.
- c) La válvula de alivio no es considerada como parte de la válvula de bola.

2.5.3. PRUEBAS DE PRESION.

Cada válvula es probada para hacer constar la calidad del material, del equipo y de la manufactura con las que sean fabricado. Estas pruebas son realizadas de acuerdo con los procedimientos de los fabricantes. Los fabricantes completan las pruebas de la cubierta antes de pintar la válvula. Las pruebas son hechas en secuencia mostrada en los siguientes párrafos.

2.5.3.1. PRUEBAS DE LA CUBIERTA.

Las válvulas son sujetas a pruebas hidrostáticas. No debe de haber fractura bajo la prueba cuando los lados son tapados y la bola esté parcialmente abierta. Para los bordes finales soldados de las válvulas, estos no deben de ser menores que lo especificado en la tabla 2.4.

La duración de la prueba no debe de ser menor que lo especificado en la tabla 2.5.

TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA
TABLA 2.3
VALVULA DE BOLA BRIDADA Y SOLDADA
DIMENSIONES CARA A CARA (A), FIN A FIN (B Y C)
DIMENSIONES EN PULGADAS
VER FIG. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Tamaño de la válvula (pg) *	Orificio paso completo y restringido			Modelo corto, orificio paso completo y restringido		
	Cara realzada A	Soldada B	Anillo y ranura C	Cara realzada A	Soldada B	Anillo y ranura C
Libraje 150						
2	7	8 1/2	7 1/2	---	---	---
2 1/2	7 1/2	9 1/2	8	---	---	---
3	8	11 1/8	8 1/2	---	---	---
4	9	12	9 1/2	---	---	---
6	15 1/2	18	16	10 1/2	15 7/8	11
8	18	20 1/2	18 1/2	11 1/2	16 1/2	12
10	21	22	21 1/2	13	18	13 1/2
12	24	25	24 1/2	14	19 3/4	14 1/2
14	27	30	27 1/2	---	---	---
16	30	33	30 1/2	---	---	---
18	34	36	34 1/2	---	---	---
20	36	39	36 1/2	---	---	---
22	---	---	---	---	---	---
24	42	45	42 1/2	---	---	---
26	45	49	---	---	---	---
28	49	53	---	---	---	---
30	51	55	---	---	---	---
32	54	60	---	---	---	---
34	58	64	---	---	---	---
36	60	68	---	---	---	---
38	---	---	---	---	---	---
40	---	---	---	---	---	---
42	---	---	---	---	---	---
48	---	---	---	---	---	---
54	---	---	---	---	---	---
60	---	---	---	---	---	---

TOLERANCIA ± 1/16 DE PULGADA EN TAMAÑOS DE 10 pg Y MENORES. ± 18 PULGADAS EN TAMAÑOS DE 12 pg Y MAYORES

* EL TAMAÑO DE VALVULA ES EL MISMO QUE EL TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERIA.

TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA
TABLA 2.3
VALVULA DE BOLA BRIDADA Y SOLDADA
DIMENSIONES CARA A CARA (A), FIN A FIN (B Y C)
DIMENSIONES EN PULGADAS
VER FIG. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Tamaño de la válvula (pg) *	Orificio paso completo y restringido			Modelo corto, orificio paso completo y restringido		
	Cara realizada A	Soldada B	Anillo y ranura C	Cara realizada A	Soldada B	Anillo y ranura C
	Libraje 300					
2	8 1/2	8 1/2	9 1/8	----	----	----
2 1/2	9 1/2	9 1/2	10 1/8	----	----	----
3	11 1/8	11 1/8	11 3/4	----	----	----
4	12	12	12 5/8	----	----	----
6	15 7/8	18	16 1/2	16 1/2	16 1/2	17 1/8
8	19 3/4	20 1/2	20 3/8	18	18	18 5/8
10	22 3/8	22	23	19 3/4	19 3/4	20 3/8
12	25 1/2	25	26 1/8	----	----	----
14	30	30	30 5/8	----	----	----
16	33	33	33 5/8	----	----	----
18	36	36	36 5/8	----	----	----
20	39	39	39 1/4	----	----	----
22	43	43	43 7/8	----	----	----
24	45	45	45 7/8	----	----	----
26	49	49	50	----	----	----
28	53	53	54	----	----	----
30	55	55	56	----	----	----
32	60	60	61 1/8	----	----	----
34	64	64	65 1/8	----	----	----
36	68	68	69 1/8	----	----	----
38	----	----	----	----	----	----
40	----	----	----	----	----	----
42	----	----	----	----	----	----
48	----	----	----	----	----	----
54	----	----	----	----	----	----
60	----	----	----	----	----	----

TOLERANCIA: ± 1/16 DE PULGADA EN TAMAÑOS DE 10 pg Y MENORES. ± 18 PULGADAS EN TAMAÑOS DE 12 pg Y MAYORES

* EL TAMAÑO DE VALVULA ES EL MISMO QUE EL TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERIA.

TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA
TABLA 2.3
VALVULA DE BOLA BRIDADA Y SOLDADA
DIMENSIONES CARA A CARA (A), FIN A FIN (B Y C)
DIMENSIONES EN PULGADAS
VER FIG. 2.1

1	2	3	4
Orificio paso completo			
Tamaño de la válvula (pg) *	Cara realzada A	Soldada B	Anillo y ranura C
Libraje 400			
2	---	----	----
2 1/2	---	----	----
3	---	----	----
4	16	16	16 1/2
6	19 1/2	19 1/2	19 5/8
8	23 1/2	23 1/2	23 5/8
10	26 1/2	26 1/2	26 5/8
12	30	30	30 1/8
14	32 1/2	32 1/2	32 5/8
16	35 1/2	35 1/2	35 5/8
18	38 1/2	38 1/2	38 5/8
20	41 1/2	41 1/2	41 1/4
22	45	45	45 3/8
24	48 1/2	48 1/2	48 7/8
26	51 1/2	51 1/2	52
28	55	55	55 1/2
30	60	60	60 1/2
32	65	65	65 5/8
34	70	70	70 5/8
36	74	74	74 5/8
38	----	----	----
40	----	----	----
42	----	----	----
48	----	----	----

TOLERANCIA: ± 1/16 DE PULGADA EN TAMAÑOS DE 10 pg Y MENORES. ± 18 PULGADAS EN TAMAÑOS DE 12 pg Y MAYORES.

• EL TAMAÑO DE VALVULA ES EL MISMO QUE EL TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERIA.

TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA

TABLA 2.3

VALVULA DE BOLA BRIDADA Y SOLDADA
DIMENSIONES CARA A CARA (A), FIN A FIN (B Y C)
DIMENSIONES EN PULGADAS

VER FIG. 2.1

	1	2	3	4
	Orificio paso completo			
Tamaño de la válvula (pg) *	Cara realzada A	Soldada B	Anillo y ranura C	
	Libraje 600			
2	11 ½	11 ½	11 5/8	
2 1/2	13	13	13 1/8	
3	14	14	14 1/8	
4	17	17	17 1/8	
6	22	22	22 1/8	
8	26	26	26 1/8	
10	31	31	31 1/8	
12	33	33	33 1/8	
14	35	35	35 1/8	
16	39	39	39 1/8	
18	43	43	43 1/8	
20	47	47	47 ¼	
22	51	51	51 3/8	
24	55	55	55 3/8	
26	57	57	57 ½	
28	61	61	61 ½	
30	65	65	65 ½	
32	70	70	70 5/8	
34	76	76	76 5/8	
36	82	82	82 5/8	
38	----	----	----	
40	----	----	----	
42	----	----	----	
48	----	----	----	

TOLERANCIA: ± 1/16 DE PULGADA EN TAMAÑOS DE 10 pg Y MENORES. ± 18 PULGADAS EN TAMAÑOS DE 12 pg Y MAYORES.

• EL TAMAÑO DE VALVULA ES EL MISMO QUE EL TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERIA.

TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA
TABLA 2.3
VALVULA DE BOLA BRIDADA Y SOLDADA
DIMENSIONES CARA A CARA (A), FIN A FIN (B Y C)
DIMENSIONES EN PULGADAS
VER FIG. 2.1

1	2	3	4
Orificio paso completo			
Tamaño de la válvula (pg)	Cara realzada A	Soldada B	Anillo y ranura C
Libraje 900			
2	14 ½	14 ½	14 5/8
2 1/2	16 ½	16 ½	16 5/8
3	15	15	15 1/8
4	18	18	18 1/8
6	24	24	24 1/8
8	29	29	29 1/8
10	33	33	33 1/8
12	38	38	38 1/8
14	40 ½	40 ½	40 7/8
16	44 ½	44 ½	44 7/8
18	48	48	48 ½
20	52	52	52 ½
22	----	----	----
24	61	61	61 ¼
26	----	----	----
28	----	----	----
30	----	----	----
32	----	----	----
34	----	----	----
36	----	----	----

TOLERANCIA: ± 1/16 DE PULGADA EN TAMAÑOS DE 10 pg Y MENORES ± 18 PULGADAS EN TAMAÑOS DE 12 pg Y MAYORES.

• EL TAMAÑO DE VALVULA ES EL MISMO QUE EL TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERIA

TIPO DE VALVULA Y CATEGORIA
TABLA 2.3
VALVULA DE BOLA BRIDADA Y SOLDADA
DIMENSIONES CARA A CARA (A), FIN A FIN (B Y C)
DIMENSIONES EN PULGADAS
VER FIG. 2.1

1	2	3	4
Orificio paso completo			
Tamaño de la válvula (pg) *	Cara realizada A	Soldada B	Anillo y ranura C
Libraje 1500			
2	14 ½	14 ½	14 5/8
2 1/2	16 ½	16 ½	16 5/8
3	18 ½	18 ½	18 5/8
4	21 ½	21 ½	21 5/8
6	27 ¼	27 ¼	28
8	32 ¼	32 ¼	33 1/8
10	39	39	39 3/8
12	44 ½	44 ½	45 1/8
14	49 ½	49 ½	50 ¼
16	54 ½	54 ½	55 3/8
Libraje 2500			
2	17 ¼	17 ¼	17 7/8
2 1/2	20	20	21 ¼
3	22 ¼	22 ¼	23
4	26 ½	26 ½	26 7/8
6	36	36	36 ½
8	40 ¼	40 ¼	40 7/8
10	50	50	50 7/8
12	56	56	56 7/8

TOLERANCIA ± 1/16 DE PULGADA EN TAMAÑOS DE 10 pg Y MENORES. ± 18 PULGADAS EN TAMAÑOS DE 12 pg Y MAYORES.

* EL TAMAÑO DE VALVULA ES EL MISMO QUE EL TAMAÑO NOMINAL DE LA TUBERIA.

FIGURA 2.1 VALVULA DE BOLA

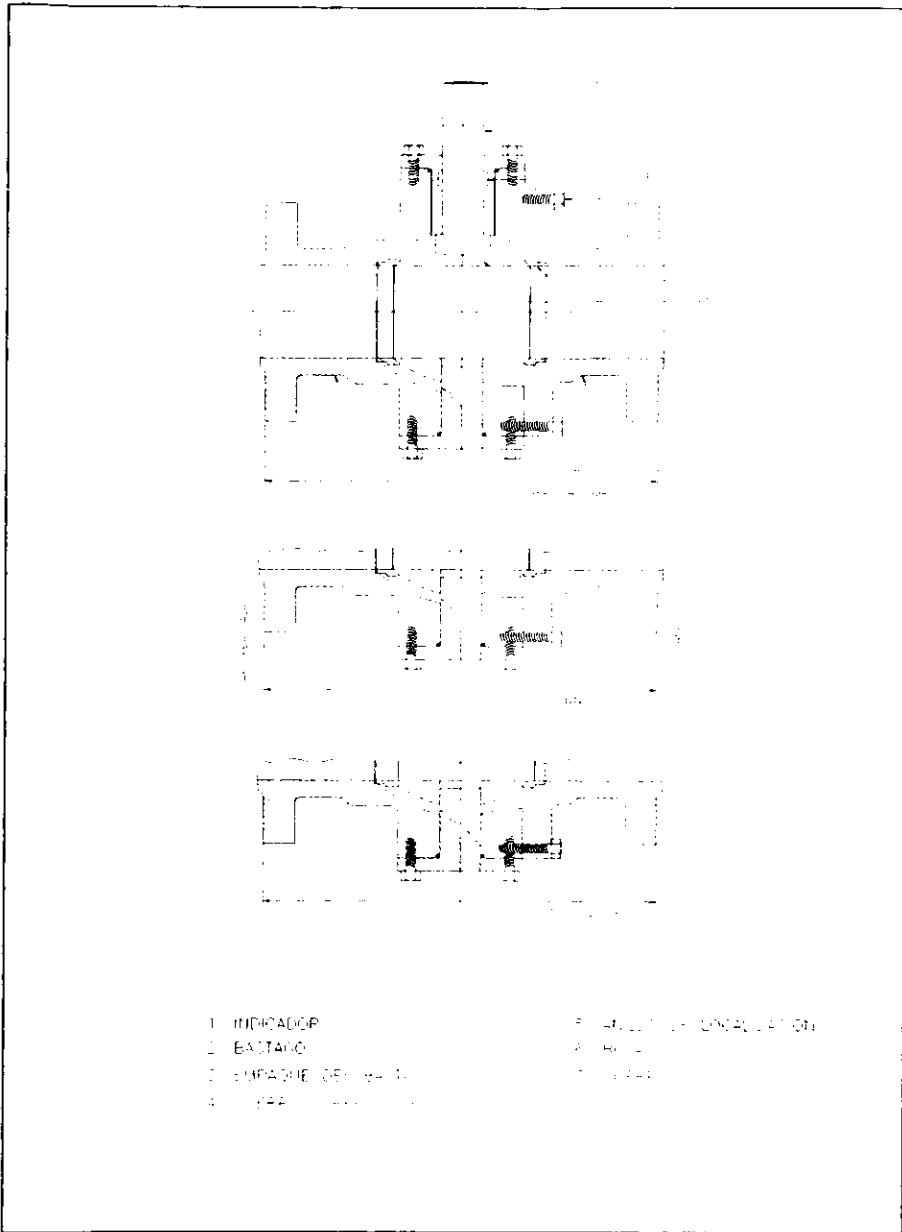


TABLA 2.4
PRESIONES DE PRUEBA PARA VALVULAS
BRIDADAS Y SOLDADAS

1	2	3
Presión De la Válvula	Prueba hidrostática mínima Para coraza	Presión hidrostática Para el asiento en Psig
150	425	300
300	1100	800
400	1450	1060
600	2175	1600
900	3250	2400
1500	5400	400
2500	9000	6600

TABLA 2.5
DURACION MINIMA DE LA PRUEBA HIDROSTATICA

1	2	3
Presión De la Válvula	Prueba Para la coraza En minutos	Prueba Para el asiento En minutos
150	425	300
300	1100	800
400	1450	1060
600	2175	1600
900	3250	2400
1500	5400	4000
2500	9000	6600

2.5.3.2. PRUEBA HIDROSTATICA.

Las válvulas son probadas como sigue, además de que no deben de sufrir grietas o fracturas los cuerpos de estas.

- a) **PRUEBA DE PRESIÓN.** Las válvulas son medidas con clases de presión estáticas determinadas en la tabla 2.4. Para válvulas alternas, la prueba hidrostática de presión no debe de ser menor que 1.1 veces la presión de operación, determinadas de acuerdo a los párrafos 2.2b y 2.2c.
- b) **DURACION DE LA PRUEBA.** La duración de las pruebas están especificadas en la tabla 2.5
- c) **BLOQUEO DE VALVULAS.**
 - 1. **UNIDIRECCIONAL.** Cerrar la válvula y aplicar presión apropiada al final de la válvula por párrafo 5.3a y 5.3b
 - 2. **DIRECCIONAL.** Cerrar la válvula y aplicar presión sucesivamente a cada terminal de la válvula por párrafo 5.3a y 5.3b.

2.5.3.3. PRUEBAS DE FONDO.

Las pruebas de fondo de las válvulas que tienen esta característica, son hechas aplicando presión adentro de la válvula, esta deberá de estar en la posición abierta o cerrada, en esta prueba no debe de presentarse ningún agrietamiento en la superficie ni en los internos de la válvula.

Esta prueba puede ser desempeñada inmediatamente después de las pruebas de la cubierta. Las pruebas de presión y duración de estas están especificadas en la tabla 2.6 y 2.7 respectivamente.

NOTA: La completa satisfacción o éxito de estas pruebas no considera como una recomendación para las válvulas construidas bajo esta norma que el empaque haya sido renovado cuando la válvula es presurizada.

Todas las pruebas de presión son con la bola y todos los asientos libres de cualquier sello, excepto donde el sello es principal; se puede utilizar para el ensamble un lubricante con viscosidad similar al del aceite del motor.

TABLA 2.6
PRESIONES DE PRUEBA PARA ASIENTO Y CONTRA ASIENTO

Presión De la Válvula	Alta presión para Contra asiento Psig min.	Baja presión para Contra asiento Psig \pm 10	Presión para Asiento \pm 10
150	300	80	80
300	800	80	80
400	1060	80	80
600	1600	80	80
900	2400	80	80
1500	4000	80	80
2500	6000	80	80

TABLA 2.7
DURACION MINIMA DE LA PRUEBA

Tamaño de Válvula NPS (DN)	Duración (min.).
2 a (50 a 100)	2
6 y mayores (150 y mayores)	5

2.5.4. MARCADO DE LAS VALVULAS.

Las válvulas conforme a esta especificación se rotulan con placas en el cuerpo de estas como se muestra en la siguiente tabla 2.8.

TABLA 2.8 MARCADO DE LAS VALVULAS EN PLACA

DATOS	APLICACIÓN
1. Nombre del fabricante o vendedor	En los lados del cuerpo y en la placa
2. Monograma ¹ API	En el nombre de la placa
3. Designación de la clase API, para las válvulas standard, API da un número único para válvulas alternativas, API da un número seguido por las letras ALT.	En los lados del cuerpo y en la placa, excepto para alternativas
4. Para válvulas standar, la presión máxima de operación medida a 100°F seguidas por las letras MOP. Para válvulas alternativas, la presión máxima de operación a 100°F seguida por las letras MOP.	En la placa
5. Designación de material del cuerpo ² (ASTM, MSS, ASME)	En los dos partes del cuerpo y placa. Identificación de función, si es hecha de mezclas de acero, en el cuerpo solamente.
6. Tamaño nominal de válvula 1. Válvula abierta completamente, tamaño nominal de válvula 2. Válvula abierta parcialmente	En el cuerpo o placa o en las dos
7. Designación del anillo La letra R y el número indican el tamaño del anillo	En la orilla del borde de la válvula
8. Dirección del flujo	En el cuerpo de la válvula unidireccionales solamente
9. Dimensión	En la placa de las válvulas
10. Números seriados ³	En la placa de las válvulas
11. Fecha de fabricación (mes / año)	En la placa

NOTAS.

1. Solo licencia API. Contactar API para información de licencias.
2. Cuando el cuerpo es fabricado en más de un tipo de acero, material de las terminales de conexión.
3. Cada válvula tiene un número seriado para el propósito de control y rastreo.

2.5.5 REQUERIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD.

En general el propósito de esta sección es especificar los requerimientos de control de calidad para partes y equipo fabricado por esta especificación.

2.5.5.1 MEDIDAS Y PRUEBAS DE EQUIPO.

- a) Por lo general el equipo usado para inspeccionar, probar ó examinar el material u otro equipo que sea identificado, controlado, calibrado y ajustado como lo especifica los intervalos en concordancia con la documentación de instrucciones del fabricante y consiste con los standares de referencia industrial para mantener el cuidado requerido por esta especificación.
 - b) Medidas dimensionales del equipo. Las medidas del equipo serán controladas y equilibradas por los métodos especificados en las especificaciones escritas del fabricante o como se especifica en la sección de MIL-STA-120 para mantener el cuidado especificado por API y la especificación del fabricante.
 - c) Dispositivos de medición de presión.
1. **TIPO Y CUIDADO.** Estas pruebas son realizadas con transductores de presión con un error de $\pm 2\%$ de escala valuada.
 2. **MEDIDA Y ANGULO.** Las medidas de presión son hechas no menos que 25% y no más de 75% de la completa presión alcanzada medida.
 3. **CARTAS DE TEMPERATURA.** Cuando las cartas de temperatura son utilizadas, los rangos de temperatura son capaz de indicar fluctuaciones de 2°F.

CALIDAD GENERAL EN EL CONTROL DE REQUERIMIENTOS.

- a) **INSTRUCCIONES EN EL CONTROL DE CALIDAD.** Todas las instrucciones en el control de calidad serán documentos, además de incluir las metodologías apropiadas y criterios aceptables.
- b) **MATERIALES.** La fabricación será un proceso documentado para el control del material, partes y productos, los materiales que no se encuentren bajo esta especificación API 6D deberán tener un certificado expedido por el fabricante.
- c) **SOLDADURAS.** Todas las soldaduras serán examinadas usando métodos y criterios aceptables en concordancia con los procedimientos escritos del fabricante.

2.5.5.2. REGISTRO DE REQUERIMIENTOS.

a) REGISTROS REQUERIDOS.

1. Especificación en el proceso de soldadura.
2. Registro de calificación en el proceso de soldadura.
3. Registro de calificación de soldadura.
4. Registro de calificación del personal NDE.
5. Documentos de diseño.

b) REGISTROS DE CONTROL.

1. Registros requeridos por esta especificación será legible, identificada, recuperable y protegida de daño, deterioro o pérdida.
2. Registros requeridos por esta especificación serán conservados por el fabricante 5 años como mínimo siguiendo la fecha de fabricación.

2.5.6 PROTECCION FINAL DE LAS VALVULAS.

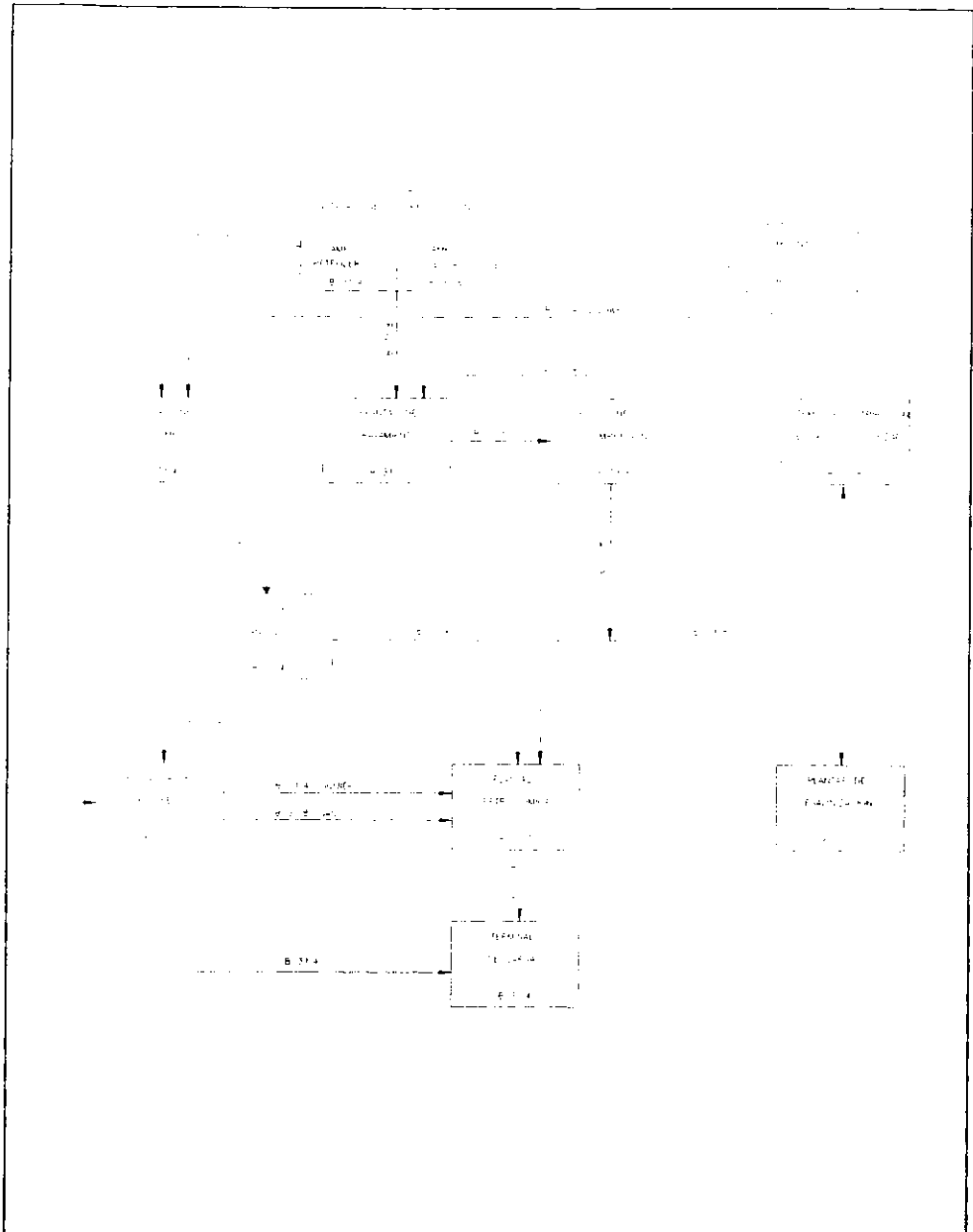
2.5.6.1. PINTURA. Al final con un anticorrosivo las válvulas serán preparadas y/o pintadas.

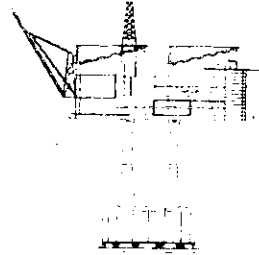
2.5.6.2. DRENADO. Después de las pruebas y antes del embarque, las válvulas serán drenadas de la prueba de fluido y lubricadas.

2.5.6.3. PREVENCIÓN A LA CORROSIÓN. Antes del embarque, partes y equipo tendrán que exponer su superficie descubierta a un preventivo para el enmohecimiento, el cual no llega a ser fluido y corre a una temperatura menor a 125°F.

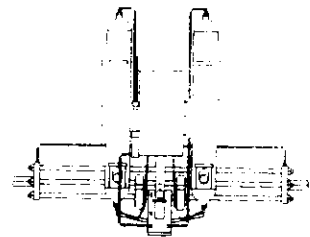
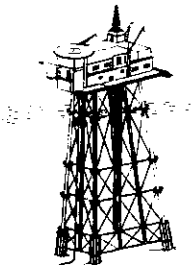
2.5.6.4. PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE. Las superficies serán protegidas de daños mecánicos por transporte.

FIG. 2.2 ESQUEMA DE APLICACIONES DEL CODIGO ANSI.





CAPITULO
III
TIPOS DE
VALVULAS Y
ACTUADORES



3.1. SELECCION DE LA VALVULA.

Un diseñador debe de tener en cuenta varios factores al seleccionar una válvula. Aun grado de importancia asignado a cada una puede variar, se otorga la máxima prioridad, en general a las funciones de la válvula. ¿Va a ser la válvula sólo para bloqueo (cierre y paso), para regulación (estrangulación) o desvío, es para evitar el flujo inverso o quizá una combinación de todos estos puntos, las funciones de las válvulas se agrupan a cuatro categorías.

1. Servicio de corte y paso:

Válvula de compuerta

Válvula de macho

Válvula de bola

2. Servicio de estrangulación:

Válvula de globo

Válvula de mariposa

Válvula de diafragma

Válvula de compresión

3. Presión de flujo inverso

Válvula de retención (check)

4. Diversos

En la industria de procesos químicos se emplean válvulas para la gran variedad de flujos desde sólidos granulados hasta desechos industriales. En general las características más importantes a considerar son: Viscosidad, corrosividad y abrasividad; sin embargo un diseñador también debe de tener en cuenta los parámetros del proceso, es decir, cualquier condición anormal en el proceso predecible.

La caída de presión en las válvulas puede explicar una parte considerable de las pérdidas totales por fricción en un sistema. La mejor selección de válvulas es la que producirá mínima caída de presión y satisfaga otros requisitos.

Las condiciones de operación, o sea, la presión y la temperatura coincidentes a que se debe de trabajar la válvula, a menudo limitan la selección. Quizá se deban excluir las válvulas que tienen sellos sintéticos o materiales de construcción no metálicos debido a las altas temperaturas del proceso. A la inversa, las bajas temperaturas de operación limitan a menudo la selección de válvulas a las fabricaciones con aleaciones.

Los materiales de construcción deben de ser compatibles con todos los demás factores que intervienen en la selección. Los cuerpos, revestimiento y guarniciones de las válvulas están disponibles en una amplia variedad de materiales para prestar casi cualquier servicio. Con frecuencia, es necesario tener en cuenta el material del cuerpo por separado de las guarniciones (es decir, las partes internas que tienen contacto con el líquido) a fin de optimizar el diseño de la válvula desde un punto de vista económico. Las válvulas hechas en su totalidad con resinas termoplásticas y las válvulas metálicas con las piezas, que tienen contacto con el fluido, revestidas con plásticos se han vuelto muy comunes en servicios corrosivos.

El hierro dúctil, por comparación con el hierro gris, soporta presiones y temperaturas más altas y tienen excelente resistencia a los choques. Dado a que el hierro dúctil es menos costoso y tiene mayor resistencia a la corrosión que algunos aceros, ha servido para sustituir éste en muchos casos.

A veces los materiales de construcción tienen estrecha relación con ciertos tamaños. Las válvulas para agua, aceite o petróleo, gas, aire, etc. Se suelen fabricar con latón o bronce en los tamaños pequeños, mientras que tamaños de 4 pulgadas y mayores se suelen utilizar cuerpo de hierro y de acero.

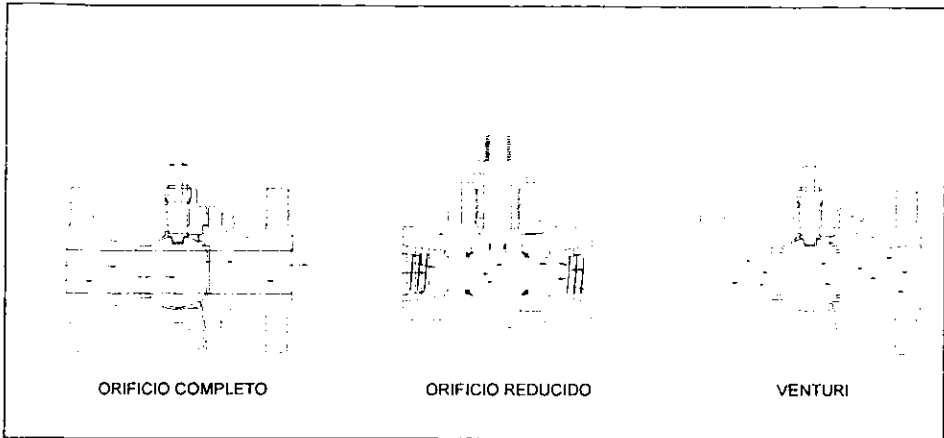
3.2. VALVULA DE BOLA

Aunque las válvulas de bola se han utilizado desde hace mucho tiempo, solo han tenido una gran aceptación en la industria de procesos químicos en los últimos 15 años. Esto se ha debido a los adelantos en la tecnología de los elastómeros y plásticos y al perfeccionamiento de las máquinas, herramientas que pueden producir las bolas en serie.

Los primeros diseños tenían asientos de metal con metal y no eran a prueba de burbujas. Las burdas empaquetaduras y asientos metálicos de las válvulas antiguas se han sustituido con materiales como polímeros fluorados, Nylon y las bolas de producción actual son mucho mejores que las antiguas.

La válvula de bola básica es una adaptación de la válvula de macho. Tiene una bola con un orificio en un eje geométrico para conectar las partes de entrada y salida del cuerpo. En la posición abierta, el flujo es rectilíneo y para cerrarla, se gira la bola 90°. Las válvulas de bola son de tipo venturi, orificio reducido y orificio completo (fig 3.1). La caída de presión es función del orificio que se utilice, en el tipo de orificio completo es casi lo mismo que una válvula de compuerta de los mismos tamaños y capacidad de presión. Las válvulas de bola, igual que las de macho se pueden obtener en el tipo de orificios múltiples, lo cual permite ahorros en el costo de la válvula y tubería.

FIG.3.1 VALVULA DE BOLA: ORIFICIO COMPLETO, REDUCIDO Y VENTURI



La válvula de bola convencional tiene un macho esférico que controla la circulación de líquido. Los dos tipos básicos son la válvula de bola giratoria y la de elevación. Estas válvulas producen cierre hermético, además debido a la baja fricción, se sabe de válvulas de bola que han abierto en forma gradual después de estar expuestas largo tiempo a vibraciones. Para tener cierre hermético, se utilizan anillos de asientos elásticos; el material común para los asientos es el TFE debido a su bajo punto de fricción y elasticidad.

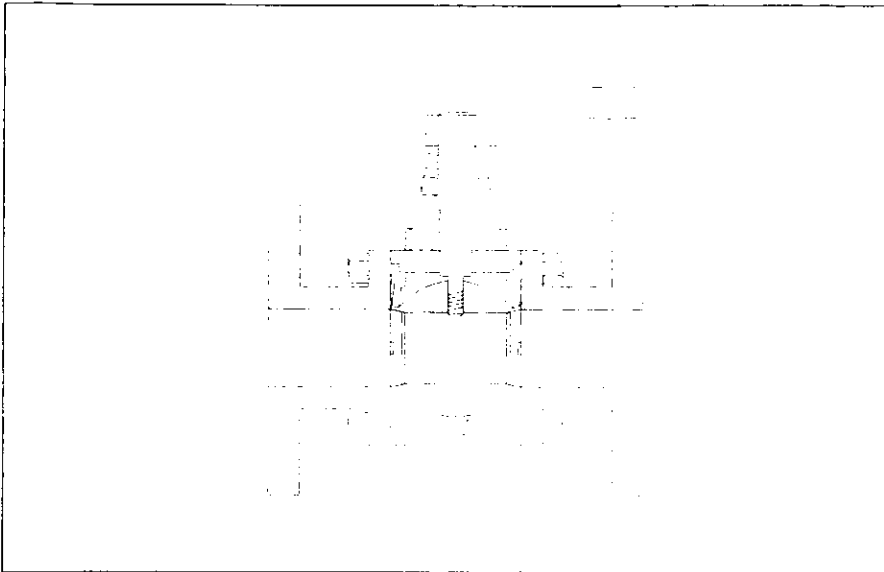
El TFE se puede utilizar hasta para unos 350°F. Para temperaturas más altas, se debe de consultar al fabricante.

Los asientos de las válvulas de bola son de libre rotación o se les puede hacer girar cada vez que se le acciona la válvula para distribuir el desgaste. Para facilitar el remplazo y limpieza del asiento, hay algunos de tipo de cartucho que se puede remplazar sin alterar las conexiones con la tubería. Como opción el cuerpo puede ser de dos o tres secciones desarmables, para tener acceso a los componentes internos.

TEF – Tetrafluoretileno
PTEF – Politetrafluoretileno

En la fig. 3.2. se ilustra una válvula de bola del diseño sin falla en caso de incendio. La superficie secundaria de asentamiento formada la pestaña de metal provee un sello en caso de que el sello blando se destruya por el calor extremo. Esta característica es indispensable cuando se maneja materiales tóxicos o muy peligrosos.

FIG. 3.2. VALVULA DE BOLA DE ORIFICIO COMPLETO CON PROTECCION CONTRA INCENCIO.



Casi siempre la bola es flotante y el sello se logra con la presión de corriente arriba que empuja la bola contra el anillo del asiento. El vástago tiene extremo cuadrado que acopla en un agujero en la bola. Como opción, la bola se sujeta con guías superiores e inferiores con cojinetes de bola y los asientos están bajo carga de resorte. Dado a que el macho es susceptible de desgaste, se recomienda un tipo en el cual se separe la bola del asiento antes de la rotación, cuando se requiere cierre hermético y larga duración. En esta forma, se pueden manejar fluidos abrasivos.

Estas válvulas no están limitadas a un fluido en particular, se puede emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire y fluidos corrosivos. Los principales componentes de estas válvulas son *el cuerpo, el asiento y la bola*.

Hay dos tipos principales de cuerpos para válvulas de bola; entrada superior y cuerpo dividido. En el de entrada superior, la bola y los asientos se instalan por la parte superior. En el cuerpo dividido, la bola y los asientos se instalan desde los extremos.

Los materiales más comunes para los asientos de las válvulas de bola son TFE, Nylón, buna- Neopreno, aunque su uso está limitado por las temperaturas, se han producido asientos de grafito para temperaturas de hasta de 1000°F.

Las válvulas de bola se fabrican con una serie de materiales; hierro fundido, hierro dúctil, bronce, aluminio, acero al carbón, acero inoxidable, latón, titanio, circonio, tántalo y muchas aleaciones resistentes a la corrosión, y también son plásticos. Los tamaños comunes son de ¼ hasta 36 pgl. Los extremos del cuerpo suelen ser de soldadura de enchufe, con brida o roscados. También hay la posibilidad de cambiar los extremos con ciertos materiales de construcción.

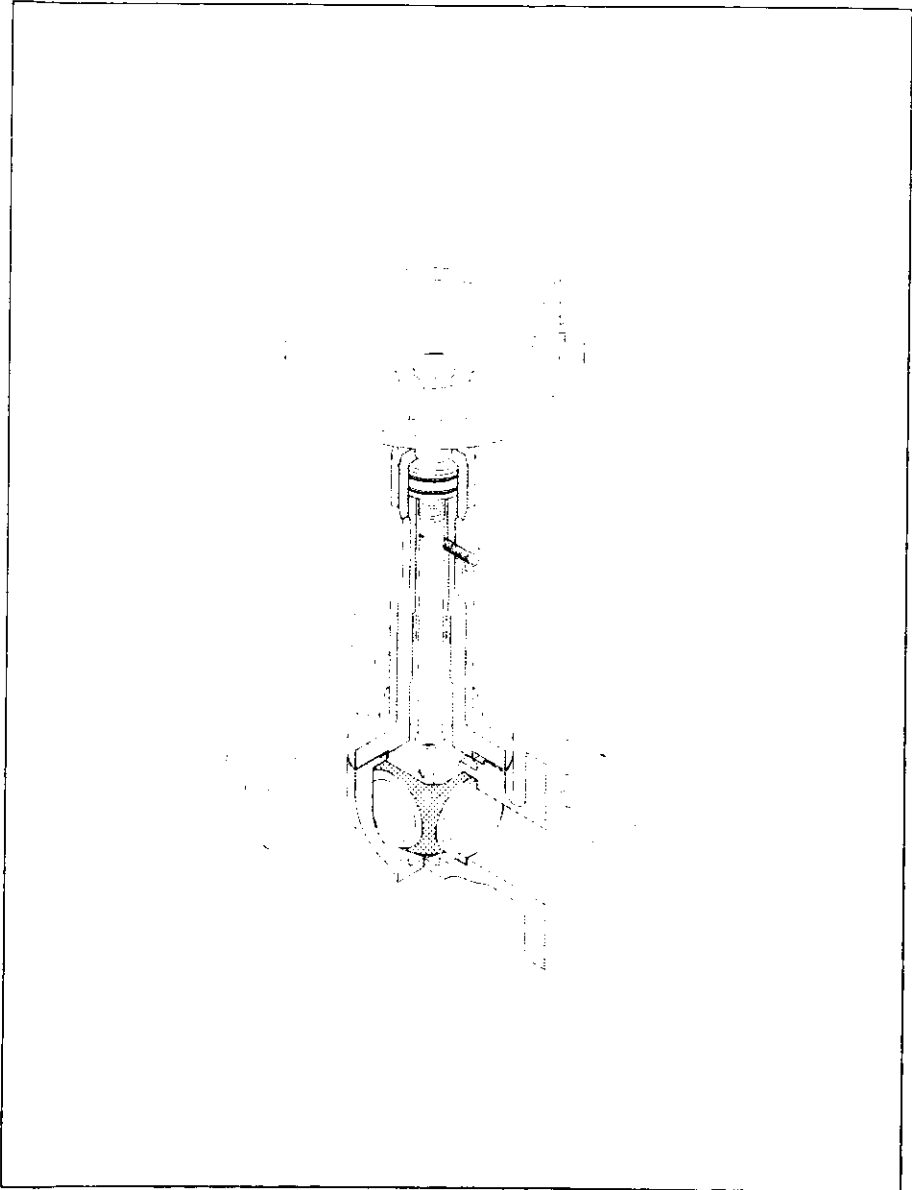
3.3. MOVIMIENTO DEL ELEMENTO DE CONTROL DE CIRCULACION.

En general, los sistemas para mover la bola son similares a los de la válvula de macho. En los tipos antiguos había fijación entre el vástago y la válvula que no impedía por acción mecánica, el escape de vapor a presión por la tapa y aún es aconsejable verificar este aspecto. Esta válvula al igual que la de macho, también es de un cuarto de vuelta. Los tamaños pequeños se hacen girar con una palanca; en los grandes se utiliza una unidad de engranes. Los tamaños que requieren engranes son más variables que en las válvulas de macho, hay que consultar al fabricante.

Un tipo de válvula de bola tiene un sistema exclusivo para la rotación de la bola (fig. 3.3). El vástago atraviesa por una empaquetadura, tiene una ranura espiral y se conecta a rosca, en forma similar a la válvula de compuerta. La parte roscada se impulsa hacia arriba o abajo con un yugo que se hace girar con un volante.

Una guía para el vástago en el bonete de la válvula acopla con la ranura en espiral y, cuando se sube o se baja el vástago, el movimiento se convierte en una rotación de la bola. Por ello esta válvula se llama de bola con vástago elevable e incluye un indicador de cierre para indicar la posición de la válvula entre apertura y cierre total. La ranura espiral en el vástago está destinada para empujar por acción mecánica a la bola contra su asiento cuando está cerrada, mediante una acción excéntrica y al mismo tiempo eliminar la fricción entre la bola y su asiento durante los ciclos de apertura y cierre.

FIG. 3.3. VALVULA DE BOLA DE VASTAGO ELEVABLE.



3.4. METODOS DE SELLAMIENTO.

En las válvulas de bola se emplean sellos contra fugas al exterior que pueden ser desde sellos anulares hasta empaquetaduras convencionales en el vástago. El sellamiento para las conexiones de extremo debe de ir de acuerdo con las especificaciones de tubería y los sellos son idénticos a los utilizados para conectar tubos y accesorios.

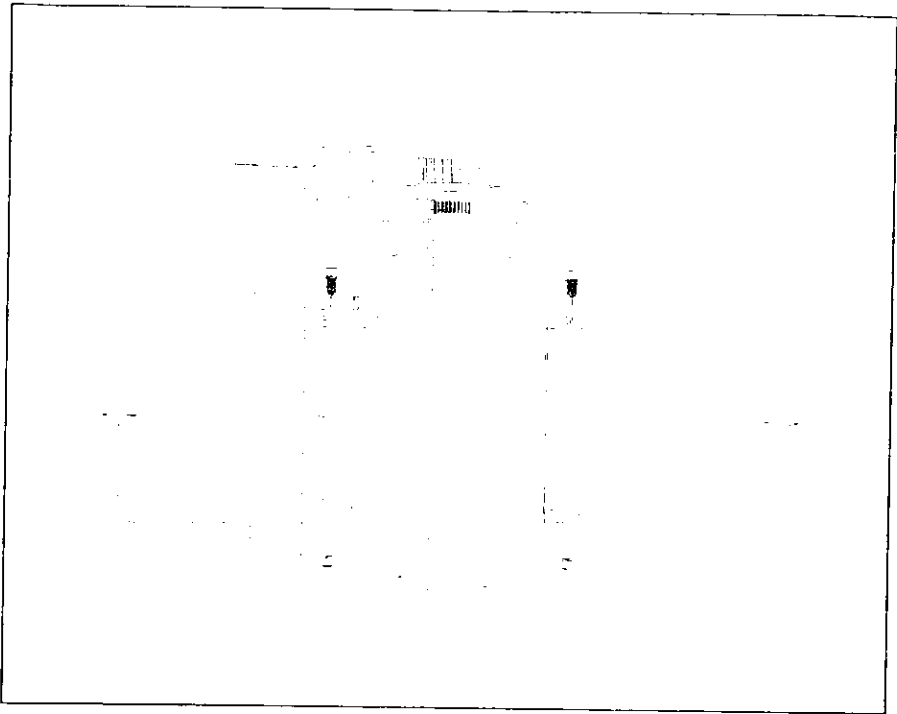
Las válvulas son de cuerpo de entrada superior, cuerpo dividido con entrada de extremo y soldado. Además se clasifican como de bola flotante o montada en muñón.

En la válvula de bola flotante, la presión en la tubería empuja a la bola flotante contra su asiento en el lado de corriente abajo. Conforme aumenta la presión en la tubería también aumenta la eficacia del sello; sin embargo las bajas presiones diferenciales ocasionan problemas.

Por tener sellamiento con bajas presiones diferenciales, a menudo se hace una compresión previa de los asientos de plástico durante el ensamble. La torsión previa de los asientos de plástico durante el ensamble. La torsión de operación aumenta de acuerdo con el tamaño y con la presión diferencial; por tanto, el tamaño y la gama de presiones están limitados.

Para las bolas de montaje en muñones, la posición de la bola se fija con guías superior e inferior con cojinetes y la presión en la tubería mueve a los asientos contra la bola. Cada asiento se mueve en forma independiente y la mayor parte de los tipos están bajo carga de resorte para cerrar con bajas presiones diferenciales (fig. 3.4).

FIG.3.4. VALVULA DE BOLA MONTADA EN MUÑÓN CON ASIENTO GIRATORIO.



Los asientos pueden girar libres o se hacen girar con cierta fuerza cada vez que se acciona la válvula para distribuir el desgaste de los asientos. Las válvulas con bola montada en muñones se seleccionan con mucha frecuencia para aplicaciones de doble cierre y purga y tienen la válvula de purga entre los asientos.

En las válvulas de bola flotante o montada en muñones, los anillos del asiento pueden requerir sellamiento contra el cuerpo para evitar fugas y escurrimientos. En los tipos de entrada superior, se necesitan sellos entre el cuerpo y el bonete o tapa de la válvula. En el cuerpo dividido con entrada lateral, se necesitan sellos entre cada parte del cuerpo y la correlativa.

Las válvulas de bola son de funcionamiento rápido de 90° para apertura y cierre, son de fácil mantenimiento, no requieren lubricación y producen cierre hermético a una torsión baja.

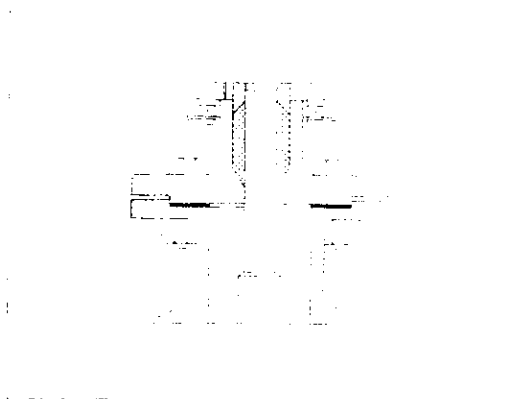
Aunque la lubricación no es esencial, algunas válvulas tienen conductores internos y graseras para la lubricación. Cuando el cierre hermético es indispensable y es imposible el mantenimiento periódico de las válvulas, la lubricación les da la capacidad de cierre hermético en caso de emergencia.

3.5. ESTOPEROS.

El sellamiento del vástago de la válvula requiere estopero y empaquetadura de acuerdo con la construcción de la válvula. Se utilizan dos tipos; estopero convencional y sello anular ("o"ring).

Las válvulas en que el vástago sube y baja, aunque no gire, necesitan estopero. Puede ser sencillo (fig. 3.5) o dobles con anillo de cierre hidráulico. Los estoperos sencillos se utilizan en válvulas con capacidad de hasta 150 psi de presión y en las de menos de 2 pg de diámetro. Los estoperos dobles pueden tener la zona del anillo machuelado y con tapones a una conexión para que salga el líquido.

FIG 3.5. ESTOPERO SENCILLO PARA VASTAGO DE VALVULA.



Los estoperos convencionales pueden recibir una serie de materiales de empaquetadura. Los más comunes son diversos tipos de asbestos trenzados combinado con lubricantes. En algunas empaquetaduras se emplea un inserto de alambre para disminuir su tendencia al aplastamiento y fluidez del frío. A veces se utiliza un inhibidor para evitar la corrosión con los lubricantes de grafito.

Las empaquetaduras de PTFE también se utilizan mucho, en configuración de cheurones o anillos en V moldeados. El tipo cheurón sella sin apretar demasiado los tornillos del estopero, lo cual facilita el accionamiento de la válvula. También hay disponibles empaquetaduras de PTFE trenzado.

Las válvulas de un cuarto de vuelta que tienen sellos de asiento de PTFE suelen tener un estopero para cerrar la empaquetadura. El estopero no es tan profundo como en las válvulas de compuerta o de globo. Son adecuadas para muchos servicios porque el sellamiento es mucho más fácil cuando solo hay movimiento rotatorio.

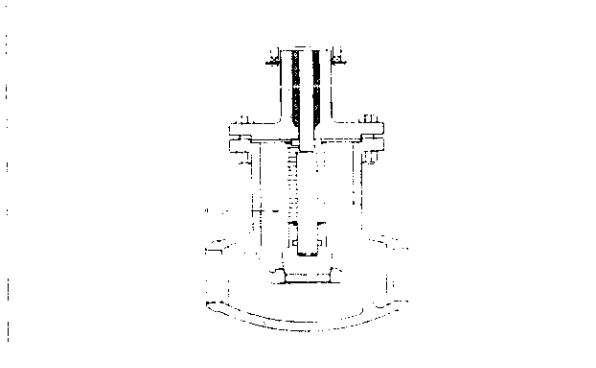
Los estoperos convencionales se pueden usar para toda la gama de temperaturas de funcionamiento, y se logra un buen sellamiento, aunque el estopero debe estar muy apretado para servicio con alta presión. Las ralladuras del vástago no siempre permiten fugas, pero se deben de tomar todas las medidas necesarias para evitarlas.

3.5.1. SELLAMIENTO CON SELLO ANULAR.

Los sellos anulares ("o" rings) de elastómero producen buen sellamiento pero no son adecuados cuando hay movimiento deslizante a lo largo del estopero. El PTFE no es satisfactorio como sello dinámico, ni siquiera con las válvulas de un cuarto de vuelta por su tendencia a fluir en frío. Los sellos anulares rara vez se utilizan para altas presiones y temperaturas por las limitaciones de su material.

Las válvulas con sello de fuelle tienen un fuelle metálico que produce una barrera entre el disco y la unión entre el cuerpo y el bonete. Se ilustra una en la fig. 3.6. El fuelle es más eficaz, que el estopero convencional u otro tipo similar de empaquetadura. Suelen tener también un estopero convencional y a menudo tienen un detector de fugas para avisar en caso de falla.

FIG 3.6. EL FUELLE EN EL SELLO MAS POSITIVO PARA AISLAR FLUIDOS DE PROCESO.



El fuelle es el punto débil del sistema y su duración puede ser muy variable. Las presiones máximas están limitadas por la construcción del fuelle y el tamaño de la válvula y suelen ser menores a 500 psig. A falta de cualquier otro método para proveer un sello equivalente, se debe de usar el fuelle, pero hay que reconocer sus limitaciones.

3.6. MANTENIMIENTO DE LAS VALVULAS DE BOLA.

El mantenimiento de las válvulas de servicio suele estar limitado al apretar los tornillos de la unión entre el bonete y el cuerpo y los del estopero, aunque en caso de emergencia se puede instalar nuevos anillos de empaquetadura. El remplazo de está en una válvula que está en servicio siempre es peligroso y sólo se debe de intentar después de que el asiento posterior está asentado en forma hermética contra en bonete, estos asientos solo de utilizan en las válvulas de compuerta y de globo.

El mantenimiento intensivo de las válvulas de una tubería, aunque esté fuera de servicio, sólo se hace en circunstancias inusitadas. El grado de reparaciones con las válvulas instaladas está limitado por su diseño. Es mucho más conveniente desmontar una válvula con bridas e instalar una de repuesto, que intentar repararla

instalada, aunque el diseño de la válvula permita hacer ciertas reparaciones sin desmontarla. A veces, a las válvulas grandes se les puede dar servicio cuando están instaladas, pues puede ser difícil desmontarlas para llevarlas al taller.

Las válvulas que se pueden reparar sin desmontarlas, para corregir problemas con el asentamiento e instalar nuevos discos o sellos de asiento, son las de compuerta, globo, retención, macho, bola de entrada superior y diafragma. Hay que desmontar la mayor parte de las válvulas de bola y de mariposa para tener acceso a los sellos de la bola y los de los asientos.

Para reacondicionar las válvulas con sello de PTFE, se instalan sellos nuevos y también bola o macho nuevos si están gastados o corroídos. Pero esto no dará resultado si el cuerpo también está corroído en la zona del asiento o la camisa.

3.7. REQUISITOS DE ESPACIO Y PESO.

Las válvulas de bola son compactas y pesan bastante menos que las de compuerta, por ello se utilizan en espacios muy reducidos. Son las válvulas estándar en la mayor parte de las plataformas petroleras fuera de la costa y cada vez se emplean más en las refinerías de petróleo y en las plantas de procesos químicos.

3.8. MATERIALES DE CONSTRUCCION.

El ingeniero, después de establecer la función de seleccionar el tipo de válvula, debe de tener en cuenta los materiales de construcción adecuado para el servicio a que se destinará la válvula. Todas las partes de la válvula que están en contacto con el fluido deben tener la resistencia necesaria a la corrosión.

Para seleccionar materiales de construcción resistentes a la corrosión, el ingeniero debe de utilizar como guía los materiales recomendados por los fabricantes para los diversos tipos de servicio, así como los datos publicados. Si esta información es inadecuada, habrá que obtener datos de la corrosión mediante pruebas de laboratorio.

Sin embargo, los datos publicados no se deben de considerar como definitivos para los materiales incluidos, por que otras condiciones en el servicio real pueden influir en la rapidez de la corrosión y se deben de tener en cuenta, por ejemplo, la presencia de sales disueltas, de contaminantes del proceso y de diferentes compuestos del proceso, aeración de los líquidos, altas velocidades de los fluidos, la presencia de abrasivos, la ocurrencia de cavitación o de vaporización instantáneas, variaciones en las temperaturas y concentraciones, etc. El efecto de estos factores no se pueden determinar por completo, excepto cuando se cuenta con datos de una unidad o sistema idénticos. Por tanto, aunque los datos publicados de corrosión resultarán válidos en muchos casos, sólo se podrá tener una certidumbre completa con la experiencia.

Cuando no hay experiencia anterior ni datos aplicables en forma directa, el ingeniero se debe de basar en un examen y un análisis lógico de los datos acerca de las mismas composiciones y condiciones para los fluidos. Esto implica cierto riesgo, que se debe de ponderar en contra del costo adicional del empleo de un material más confiable, entonces se debe de efectuar un programa de pruebas de materiales con o sin la ayuda del fabricante.

3.9. CAPACIDAD DE PRESION Y TEMPERATURA.

Una vez determinadas las presiones y temperaturas máximas de operación, el ingeniero podrá establecer la capacidad de presión requerida por la válvula. A este respecto, el ingeniero debe de comparar su elección con las listas de fabricantes con respecto a las capacidades de presión y temperatura con el fin de asegurarse que se ajusta a ella.

Como una guía para la selección del material de la válvula tomando como base la presión, en la tabla 3.1 se presenta las capacidades de presión de gran número de materiales disponibles para válvulas con rosca, con extremo de enchufe soldado y con bridas. Estas capacidades están basadas en las normas ANSI. Para materiales que no aparezcan en la tabla, se debe de consultar las normas ANSI o la literatura del fabricante para el tipo de servicio.

TABLA 3.1 Válvulas disponibles en el mercado para la industrias de procesos químicos (Cont.)
(El tamaño de la válvula corresponde al diámetro nominal del tubo en pulgadas)

Válvula de Compuerta											
Capacidad de presión, Psig											
Material	125	150	175	200	250	300	400	600	900	1500	2500
Acero	---	½ - 24	---	¼ - 2	---	½ - 24	---	½ - 24	---	---	---
Inoxidable	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Hierro Fundido	2 - 48	½ - 4	2 ½ - 14	---	2 - 16	---	---	---	---	---	---
Hierro Dúctil	---	2 - 24	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bronce	⅜ - 3	⅜ - 6	¼ - 3	---	¼ - 3	¼ - 3	---	---	---	---	---
Acero Fundido	---	2 - 48	---	---	---	2 - 30	4 - 16	½ - 24	3 - 24	1 - 24	2 ½ - 24
Acero Forjado	---	---	---	---	---	½ - 3	---	½ - 2	---	---	---

Válvula de Globo											
Capacidad de presión, Psig											
Material	125	150	200	250	300	400	600	900	1500	2500	4500
Acero	---	½ - 24	¼ - 2	---	½ - 24	---	¼ - 24	---	¼ - 3	¼ - 2	---
Inoxidable	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Hierro Fundido	2 - 10	---	---	2 - 8	---	---	---	---	---	---	---
Hierro Dúctil	---	2 - 24	---	---	2 - 6	---	---	---	---	---	---
Bronce	⅜ - 3	⅜ - 6	¼ - 3	---	¼ - 3	¼ - 3	---	---	---	---	---
Acero Fundido	---	2 - 14	---	---	---	2 - 30	4 - 16	½ - 24	3 - 24	1 - 24	2 ½ - 24
Acero Forjado	---	---	---	---	½ - 2	---	¼ - 2	---	¼ - 4	½ - 4	½ - 4

TABLA 3.1 Válvulas disponibles en el mercado para la industrias de procesos químicos (Cont.)
(El tamaño de la válvula corresponde al diámetro nominal del tubo en pulgadas)

		Válvula de Ángulo									
		Capacidad de presión, Psig									
Material	125	150	200	250	300	400	600	900	1500	2500	
Acero Inoxidable	---	½ - 6	¼ - 2	---	½ - 2	---	---	---	¼ - 3	¼ - 2	
Hierro Fundido	2 - 10	---	---	2 - 8	---	---	---	---	---	---	
Hierro Dúctil	---	2 - 24	---	---	2 - 6	---	---	---	---	---	
Bronce	⅜ - 3	⅜ - 6	¼ - 3	---	¼ - 3	¼ - 3	---	---	---	---	
Acero Fundido	---	2 - 14	---	---	2 - 16	4 - 12	2 - 8	3 - 8	1 - 18	2 ½ - 24	

		Válvula de Macho (lubricadas)								
		Capacidad de presión, Psig								
Material	125	150	250	300	400	600	900	1500	2500	
Acero Inoxidable	---	1 - 4	---	½ - 4	---	---	---	---	---	
Hierro Fundido	½ - 16	---	½ - 24	---	---	---	---	---	---	
Acero Fundido	---	1 - 36	---	½ - 24	4 - 26	½ - 26	2 - 20	½ - 16	½ - 16	

		Válvula de Bola									
		Capacidad de presión, Psig									
Material	125	150	200	300	400	600	900	1000	1500	2500	
Acero Inoxidable	---	½ - 14	---	½ - 14	---	¼ - 3	---	1 - 2 1/2	½ - 2	1 - 1 ¼	
Hierro Dúctil	---	½ - 12	---	---	---	1 - 2 1/2	---	---	---	---	
Bronce	¼ - 2	¼ - 14	½ - 14	---	¼ - 3	¼ - 3/4	---	---	---	---	
Acero Fundido	---	½ - 16	---	½ - 16	---	1 ½ - 8	½ - 1	---	½ - 2	---	
Acero Forjado	---	---	---	---	---	¼ - 2	---	---	¼ - 2	---	

TABLA 3.1 Válvulas disponibles en el mercado para la industrias de procesos químicos (Cont.)
(El tamaño de la válvula corresponde al diámetro nominal del tubo en pulgadas)

Válvula de Retención, de Diafragma										
Capacidad de presión, Psig										
Material	125	150	175	200	250	300	400	600	900	1500
Acero Inoxidable	---	½ - 24	---	¼ - 24	---	½ - 24	---	½ - 24	---	---
Hierro Fundido	2 - 24	---	2 ½ - 12	---	2 - 12	---	---	---	---	---
Hierro Dúctil	---	2 - 16	---	---	---	2 - 12	---	---	---	---
Bronce	⅜ - 3	¼ - 4	---	¼ - 3	---	¼ - 3	¼ - 3	---	---	---
Acero Fundido	---	2 - 24	---	---	---	2 - 20	4 - 16	½ - 16	3 - 10	1 ½ - 14

Válvula de Retención, Disco Inclinado									
Capacidad de presión, Psig									
Material	125	150	250	300	600	900	1500	2500	4500
Hierro Fundido	2 - 72	---	2 - 48	---	---	---	---	---	---
Acero Fundido	---	2 - 72	---	2 - 36	2 - 30	3 - 24	2 - 24	3 - 24	6 - 10

Válvula de Mariposa				Válvula de Diafragma							
Capacidad de presión, Psig				Capacidad de presión, Psig							
Material	125	150	300	Material	125	150	175	200	300	400	600
Acero Inoxidable	---	3 - 16	3 - 16	Acero Inoxidable	---	2 ½ - 4	1 ½ - 2	½ - 1 ¼	---	---	---
Hierro Fundido	---	2 - 24	---	Hierro Fundido	5 - 6	2 ½ - 4	1 ½ - 2	½ - 1 ¼	---	---	---
Hierro Dúctil	---	2 - 24	---	Hierro Dúctil	---	2 ½ - 4	---	---	1 ½ - 2	---	½ - 1 ¼
Acero Fundido	---	3 - 30	3 - 16	Bronce	5 - 6	2 ½ - 4	---	1 ½ - 2	½ - 1 ¼	---	---
				Acero Fundido	---	2 ½ - 4	1 ½ - 2	½ - 1 ¼	---	---	---

Válvula de Macho			Válvulas Diversas							
Capacidad de presión, Psig			Capacidad de presión, Psig							
Material	125	300	Tipo de Válvula	Material	150	300	600	900	1500	2500
Acero Inoxidable	¼ - 2	¼ - 12	Fondo Plano	Acero Inoxidable	½ - 10	1 - 10	---	---	---	---
Hierro Dúctil	¼ - 12	¼ - 12	En Y	Acero Inoxidable	½ - 2	½ - 6	½ - 10	---	---	---
Acero Fundido	¼ - 12	¼ - 12	Aguja	Acero Inoxidable	---	---	---	---	¼ - 2	¼ - 2
			Aguja	Bronce	---	1/8 - 3/4	---	---	---	---
			Aguja	Acero Forjado	---	---	---	---	¼ - 2	¼ - 2
			Retención	Acero Fundido	---	3 - 12	2 ½ - 18	2 ½ - 24	2 - 24	2 ½ - 24

3.10. MATERIALES DE EMPAQUES Y JUNTAS.

La selección del material adecuado para empaques y juntas están importante como la de los materiales de la válvula para el servicio a que se destinan. La selección de una empaquetadura inadecuada puede permitir fugas en la válvula y requerir un paro del sistema para reemplazarla. Además si el fluido que se escapa es tóxico o flamable, puede ocurrir una grave situación, con posibles lesiones al personal y daños a las instalaciones. En la tabla 3.2 se muestran ejemplos de las empaquetaduras para diversas aplicaciones y sus correspondientes límites de temperatura. Al seleccionar el material de empaquetaduras de válvulas, el ingeniero debe de consultar la literatura de los fabricantes de empaquetaduras y válvulas y las publicaciones técnicas, para comprobar que el material seleccionado sea compatible con los fluidos que se manejan.

Asimismo, la forma física de la empaques debe de ser compatible con las características mecánicas de la válvula. Ciertos materiales de empaquetadura requieren una elevada compresión, pero hay válvulas que son muy endebles o muy ásperas y no se pueden aplicar una gran compresión. Además las elevadas compresiones requeridas para ciertas válvulas pueden hacer que algunas empaques fluyan en frío. Ciertos empaques incompatibles pueden producir desgaste del vástago.

TABLA 3.2. MATERIALES DE EMPAQUES PARA VALVULAS EN SERVICIO DE DIVERSOS

PROCESOS.

Material de empaque	Presentación	Se utiliza para	Temperatura
Flexible, metálico	Envoltura espiral. Listones delgados de hoja de babbitt blando	Vástago de válvula	Hasta 450°F
Empaquetaduras metálicas flexibles (aluminio)	Envoltura espiral. Listones delgados de hoja de aluminio anodizado flojas en torno a núcleo pequeño de asbesto puro y seco	Válvulas para aceite caliente, válvulas para difenilo	Hasta 1000°F
Empaquetaduras metálicas flexibles (cobre)	Hoja de cobre recocido floja en torno a núcleo pequeño de asbesto puro y seco	Válvulas para aceite caliente, válvulas para difenilo	Hasta 1000°F
Asbesto puro de fibra larga y grafito lubricante fino (no metálico)	Grafito y aglutinante para asbesto de fibras largas	Gran elasticidad	Hasta 750°F
Hilo de asbesto trenzado cerrado, camisa superior reforzada con alambre de Inconel; núcleo de asbestos de fibras largas	Carretes, anillos troquelados	Válvulas de alta temperatura	Hasta 1200°F
Hilo de asbesto puro con insecto de alambre de Inconel en torno a un núcleo elástico de asbesto impregnado con grafito	Carretes, anillos troquelados	Vástagos de válvula para aire, vapor, aceite mineral	Temperatura de estopero hasta 1200°F
Asbesto canadiense de fibras largas torcidas	Carretes, anillos troquelados	Válvulas de vapor de alta y baja presión	Hasta 500°F
Asbesto, grafito y aglutinante a prueba de aceite	Carretes, anillos troquelados	Válvulas de cierre	Hasta 500°F
TFE macizo, trenzado	Bobina, carrete, anillo	Eje de válvula para servicio muy corrosivo	-----
Asbesto trenzado con impregnación completa con TFE	Bobina, carrete, anillo	Vástagos de válvula en servicio con productos químicos o disolventes suaves	-----
Asbesto trenzado con insecto de alambre de alta calidad sobre un núcleo flojo de grafito y de asbesto	Bobinas, carretes	Vástagos de válvula para vapor, aire y aceite mineral	-100°F a 600°F
Asbesto trenzado con insecto de alambre de alta calidad sobre un núcleo flojo de grafito	Bobinas, carretes	Vástagos de acero inoxidable de válvulas para aire, vapor, agua	Hasta 1200°F
Hilo de asbesto canadiense de fibras largas trenzado, con cada cabo impregnado con lubricante resistente al calor.	Bobinas, carretes	Válvulas para vapor, aire, gases y productos químicos suaves	Hasta 550°F
Hilo de asbesto canadiense de fibras largas, cada cabo tratado con aglutinante sintético a prueba de aceite e impregnado con grafito seco	Bobinas, carretes	Válvulas para refinerías	Hasta 750°F
Asbesto blanco trenzado y sobretrenzado con insecto de alambre impregnado con lubricante resistente al calor.	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas para vapor, aire, gas, ácido cresílico	Hasta 750°F
Hilo de asbesto blanco trenzado con suspensoides de TFE	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas	-100°F a 600°F
Trenzado de hilo multifilamento de TFE blanqueado	Bobinas, carretes	Vástagos de válvula para líquidos muy corrosivos	-12°F a 500°F
Hilo multifilamento de TFE trenzado impregnado con suspensoides de TFE	Bobinas, carretes	Vástagos de válvulas para productos químicos, disolventes, gases corrosivos	-120°F a 600°F
Camisa de asbesto trenzada sobre núcleo plástico de asbesto, grafito y elastómeros.	Bobinas, carretes	Vástagos de válvula para vapor supercalentado, gases calientes	Hasta 850°F

3.11. ACTUADOR.

Por lo general el último paso en la especificación de las válvulas es seleccionar el actuador. Dado que es parte integral de todos los lazos de control automático, produce la fuerza motriz requerida para ubicar el elemento de control final. Dado que la estabilidad y funcionamiento del lazo se basan en el funcionamiento satisfactorio del actuador, éste debe de poder controlar las muchas variables fuerzas estáticas y dinámicas creadas por la válvula.

Hay cuatro tipos básicos de actuadores para estrangulación disponibles para los muchos tipos de válvulas:

1. Resorte y diafragma.
2. Pistón neumático
3. Motor eléctrico.
4. Hidráulico o electrohidráulico.

3.11.1. ACTUADOR DE DIAFRAGMA.

El actuador neumático de resorte y diafragma, es de bajo costo y muy confiable. Estos actuadores suelen funcionar con aire a presiones entre 3 y 15 psi o entre 6 y 30 psi. Por ello suele ser adecuado para servicios de estrangulación mediante señales directas desde los instrumentos. Los tipos disponibles incluyen resortes ajustables (o una amplia selección de resortes) para adaptar el actuador a la aplicación. Los actuadores de resorte y diafragma tienen menos piezas móviles que se puedan dañar y por ello, son muy confiables. Si tienen alguna falla, el mantenimiento es fácil.

La mayor ventaja de estos actuadores es que son de falla sin peligro. Cuando se aplica el aire en la cubierta del actuador, el diafragma mueve la válvula y comprime el resorte. La energía del resorte mueve la válvula otra vez a su posición original cuando se corta el aire. En caso de pérdida de señal de presión en el instrumento o en el actuador, el resorte mueve la válvula a la posición original de falla sin peligro. En estos actuadores la válvula puede quedarse abierta o cerrada por falla debida a pérdida de la señal de presión.

Su principal desventaja es su capacidad un tanto limitada. Gran parte del empuje del diafragma lo recibe el resorte y no produce ninguna salida. Este actuador no resulta económico para requisitos mayores de 200 lb de empuje o de torsión mayor de 5000 pg-lbs, el empleo de actuadores para mayores capacidades puede resultar muy costoso. No es económico construir y utilizar actuadores de diafragma para esta gama de empuje, por el tamaño, peso y costo serán desproporcionados.

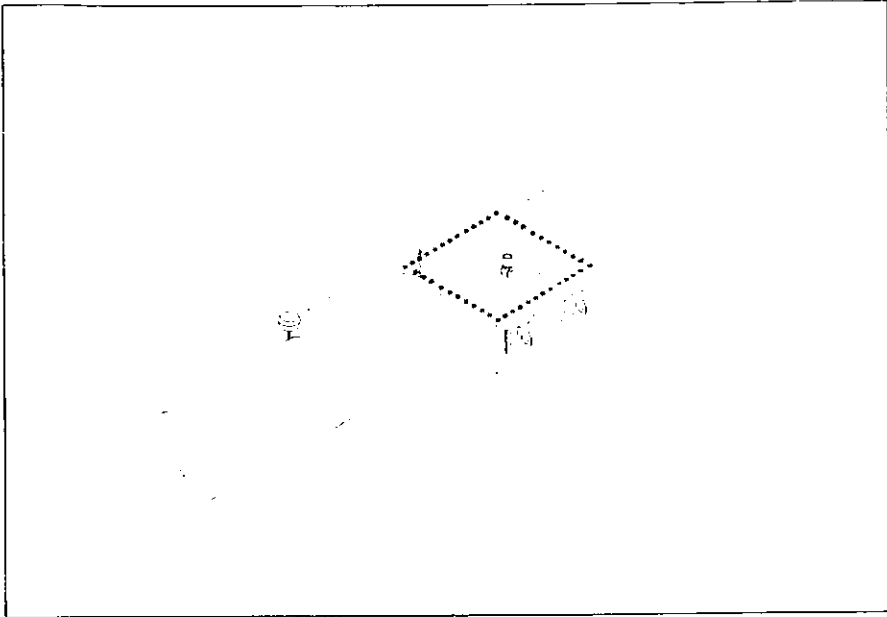
3.11.2 ACTUADOR DE PISTON.

Cuando se requiere mayor potencia que la disponible con un actuador de resorte y diafragma se pueden utilizar el actuador de pistón. Los actuadores neumáticos de pistón son los más económicos en cuanto a la fuerza producida para accionar las válvulas. Suelen funcionar con presión de entrada entre 50 y 150 psi. Aunque algunos tienen resortes de retorno, esta construcción tiene capacidad limitada.

Los actuadores de pistón para servicio de estrangulación debe tener ubicadores de doble acción que en forma simultánea apliquen y quiten la carga en los lados opuestos del pistón (fig: 3.7) para que se mueva hacia el lado de presión más baja. El ubicador detecta el movimiento del pistón y cuando llega a la posición requerida iguala la presión opuesta en el pistón para producir equilibrio.

El actuador de pistón neumático, es una excelente elección cuando se requiere un aparato compacto y de alto empuje. También puede ser muy eficaz cuando las condiciones variables del servicio necesitan una amplia gama de fuerzas de salida. Estos actuadores que son casi totalmente metálicos, con pocas piezas de elastómero, se adaptan con facilidad en donde hay altas temperaturas o humedad relativa.

FIG: 3.7 ACTUADOR NEUMATICO DE PISTON.



Sus desventajas principales son que requieren aire a alta presión, la necesidad de emplear ubicadores en servicios de estrangulación y la carencia de sistemas intergrados para falla sin peligro. Como se mencionó puede tener resortes opcionales para retorno, pero su empleo hace que su potencia sea casi la misma que la del actuador de diafragma. La única opción en vez de resorte son sistemas neumáticos de disparo para mover el pistón a su posición de falla sin peligro. Aunque estos sistemas son muy confiables, aumentan la complejidad, mantenimiento y costo del sistema.

En otros actuadores neumáticos de alta presión de doble acción, se utilizan aspas o vejigas de caucho para producir el empuje o torsión de salida directamente.

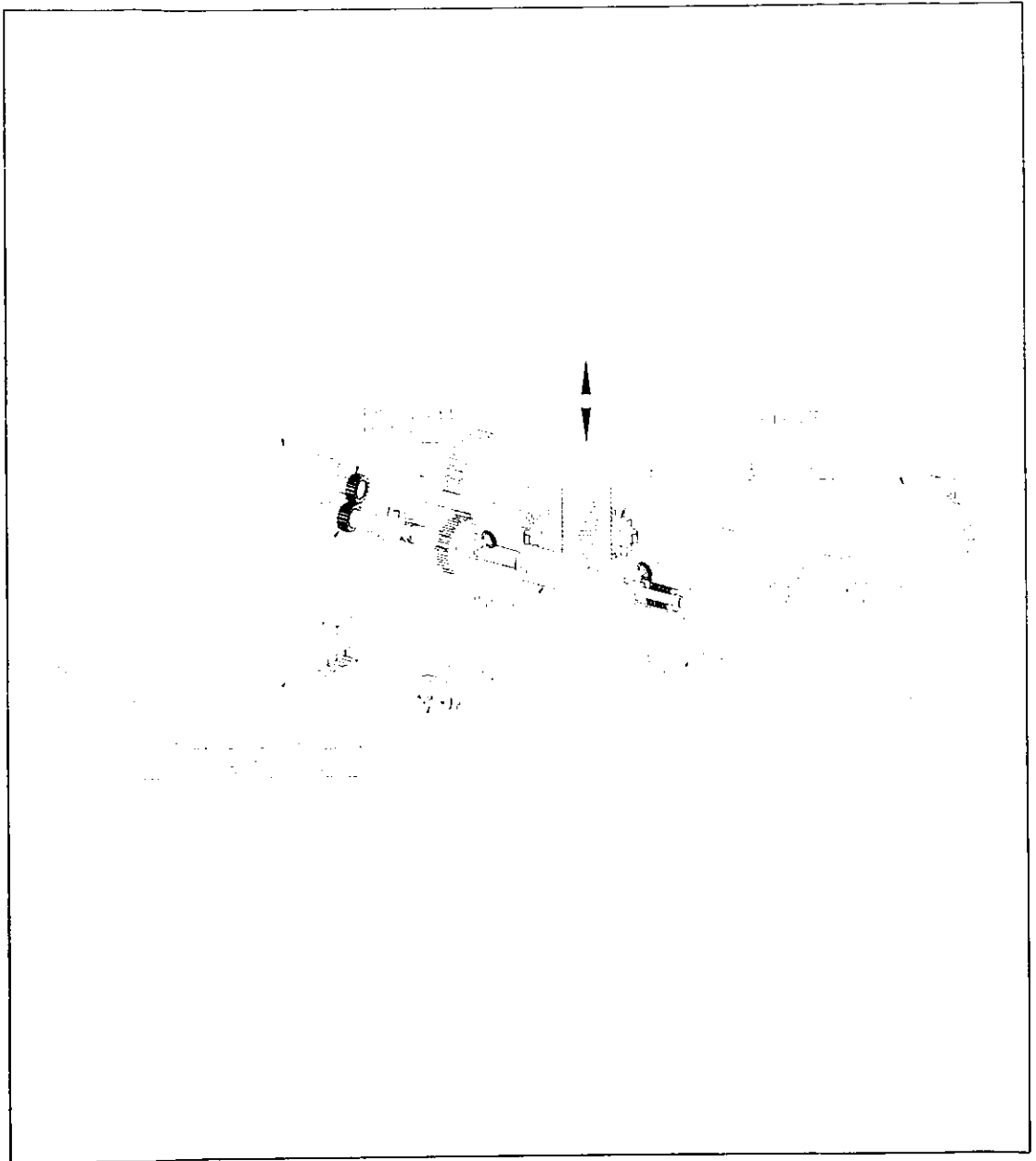
3.11.3. ACTUADORES ELECTRICOS.

Los actuadores con motor eléctrico que se utilizan en muchos procesos, consisten por lo general, en motores con trenes de engranes y están disponibles para una amplia gama de torsiones de salida. Son muy ventajosos para instalaciones remotas en las cuales no hay disponible ninguna otra fuente de potencia.

Los actuadores sólo son económicos en tamaños pequeños y para aplicaciones normales. Los actuadores grandes funcionan con lentitud y pesan mucho más que sus equivalentes neumáticos. En la actualidad, no hay actuadores eléctricos de alto empuje, económicos que tengan acción de falla sin peligro, excepto el cierre en la última posición. Los actuadores para estrangulación tienen limitaciones de capacidad y disponibilidad. En aplicaciones para acción continua de cuadro cerrado, en que se requieren cambios frecuentes en la posición de la válvula, quizá no resulte adecuado el actuador eléctrico, debido principalmente a su limitado ciclo de trabajo.

El actuador con motor eléctrico y engranes es una buena selección por su gran adaptabilidad. En su forma más sencilla, consta de un motor eléctrico conectado por una caja de engranes con el vástago de la válvula (fig. 3.8) pero hay tipos más complejos para casi todas las clases de trabajo.

FIGURA 3.8. ACTUADOR ELECTRICO



Uno de los principales beneficios del actuador eléctrico es que se pueden equipar con un interruptor limitador de torsión que controla la intensidad de la fuerza por asentamiento. Esto produce un empuje constante para asentamiento para cierre hermético y, al mismo tiempo, protege las piezas de la válvula contra sobrecarga; el interruptor limitador de torsión se puede ajustar cuando cambian las condiciones del servicio.

Los actuadores tienen también interruptores limitadores de engranes para controlar la carrera de la válvula mientras abre y cierra, y también con luces indicadoras.

Todos los componentes eléctricos están alojados en cubiertas a prueba de intemperie, sumergibles o a prueba de explosión. La impulsión del motor se puede desacoplar con el volante para tener accionamiento manual.

Los motores están diseñados para servicio con actuadores de válvulas y suelen funcionar a 1800 o 3600 rpm. La carrera del vástago de la válvula varía entre 4 a 12 pgl-lb en válvulas de globo y de 12 a 17 pgl/min en válvulas de compuerta. Las velocidades mayores de 30pg/min necesitan un freno del motor para absorber las fuerzas de inercia. Los actuadores típicos para válvulas de bola, macho y mariposa están proyectados para cerrar en 30 a 60 segundos.

Los actuadores eléctricos pueden resultar prácticos para válvulas de $\frac{1}{4}$ a 1 pgl, y para alta presión (mayor de 125 psi) y de 2 a 3 pgl en tuberías de baja presión; no existe un límite superior real. Hay actuadores comerciales con empujes hasta de 500 000 lb y torsiones de cierre de 60 000 ft-lb.

La experiencia ha demostrado que estos actuadores son de construcción fuerte y confiable. Una ventaja es que el tren de engranes se puede fijar por sí mismo en cualquier posición. Esto es importante porque las condiciones de flujo dinámico pueden producir un efecto de libre rotación o de "molino de viento" en las válvulas de bola, macho y mariposa, y producir elevadas torsiones en el vástago de las válvulas de compuerta.

Con motores de inducción polifásicos, la velocidad de cierre es casi constante, pero la velocidad no se puede cambiar en un actuador ya instalado sin alterar las relaciones de engranes. Además, no hay forma de efectuar

el cierre automático de la válvula en caso de interrupción de la corriente, sino se tiene un suministro auxiliar de corriente continua con acumuladores.

3.11.3.1. MATERIALES DE CONSTRUCCION.

La selección de materiales para los mecanismos de actuadores de válvulas es importante para lograr la combinación requerida de resistencia y durabilidad necesarias para el alto potencial de operación. Los materiales de empleo más común para válvulas y actuadores aparecen en la tabla 3.3.

El tren de engranes del actuador eléctrico de la válvula consiste en un juego de engranes de reducción, una combinación de sinfín y engranes de sinfín. Los engranes helicoidales son de acero, de aleación cromo-molibdeno con tratamiento térmico, y después del endurecimiento final tienen suficiente capacidad para absorber los esfuerzos de alto impacto que ocurren al insertarlo durante la apertura y cierre de la válvula.

Los sinfines son de acero de aleación para carburizar, endurecer y formar las roscas; el engrane correctivo es de bronce fundido o forjado. Los otros componentes, como las piezas para accionamiento manual y el embrague automático, deben de tener resistencias al esfuerzo cortante compatibles con las del tren de engranes.

Los materiales se deben seleccionar para larga duración. El actuador de una válvula de aislamiento puede estar sin funcionar durante años, pero expuesta a diversas temperaturas, presiones, humedades y atmósferas corrosivas. Luego con sólo oprimir un botón en el cuarto deberá cerrar la válvula sin ningún tropiezo.

TABLA 3.3 SELECCION DE MATERIALES

Componente	Estándar, paso y corte	Modulación continua	Alto impacto	Baja temperatura	Alta temperatura	
Carga de empuje, piezas de cojinetes, cubiertas y sus tapas, adaptadores	Hierro fundido alta resistencia, clase 35		Hierro dúctil o acero fundido	Hierro dúctil	Hierro fundido alta resistencia, clase 35	
Engranés helicoidales	Acero de aleación con tratamiento térmico					
Sinfin	Acero de aleación, carburizado y endurecido o endurecido por inducción					
Engranés sinfin	Bronce de alta resistencia					
Eje de engrane de mano	Acero de aleación con tratamiento térmico					
Embrague y palanca de cambio	Con Acero al carbono o de aliación					
Componentes de control: Interruptores Limitadores de Engranés y de Torsión.	Diseño estándares, choques moderados, piezas de plásticos		Piezas de plástico especial resistentes a choques fuertes			
Motores	Aislamiento	Clase B	Clase B, F, H	Clase B	Clase H	Clase H
	Construcción	Estándar	Estándar	Cubierta especial según se requiera	Estándar	Estándar
	Servicio	15 o 30 min	Continuo			

3.11.3.2 LUBRICACION.

Para la duración prolongada, casi sin atención, la mayor parte de los actuadores con motor eléctrico se lubrican con grasa. Se deben de inspeccionar una o dos veces al año. Algunos fabricantes prefieren lubricación con aceite, en particular para servicios especiales. El aceite requiere inspecciones más frecuentes para ver si hay fugas y el actuador debe de estar instalado en determinada posición.

Las grasas lubricantes son desde semifluidas hasta sólidas, con base del petróleo o un material sintético a las que se agrega un agente espesador. La mayor contiene un jabón, mezcla de jabones o agentes gelatinizantes, también contiene aditivos para mejorar la resistencia al desgaste y la oxidación y trabajo de extrema presión. El lubricante no debe de producir corrosión de cojinetes, eje y otras piezas internas. No debe formar sedimentos por precipitación y ser estable a temperaturas mayores que la especificada. En la tabla 3.4.

aparecen las propiedades de algunas grasas usuales. Se debe de consultar con el fabricante para servicio severo a temperaturas bajas o altas.

TABLA 3.4 GRASAS LUBRICANTES PARA ACTUADORES DE VALVULAS

Jabón base	Propiedades básicas	Textura	Resistencia a al agua	Temp .máx. Servicio Continuo	Resistencia al Ablandamiento
Litio	Usos múltiples Alta y Baja temperatura Buena estabilidad mecánica	Tersa	Buena	Punto de Fusión 200 °F, 300 °F máx.	Buena a excelente
Complejo de Calcio	Uso múltiples Buena estabilidad mecánica Alto punto de fusión	Tersa a mantecosa	Excelente	Punto de Fusión 300 °F, 400-500 °F máx.	Buena a excelente
Migrogel: sin jabón	Usos múltiples Muy alta estabilidad mecánica Alto punto de fusión	Tersa	Excelente	Punto de Fusión 350 °F, 500 °F máx.	Buena a excelente

3.11.3.3. PRUEBAS.

Hay tres tipos de pruebas de los actuadores eléctricos de válvulas que son de empleo muy amplio: prueba de choque y vibración, prueba de choque y aceleración y prueba en el ambiente.

La prueba de choque (especificación MIL-S-90/C de la marina) es muy estricta y a menudo requiere construcción especial del actuador; éste, junto con sus controles se monta en un probador especial y se golpea desde abajo con un martillo de 3 000 lb. La fuerza G se pueden variar según la posición del martillo. El actuador debe soportar hasta nueve golpes.

Las pruebas de vibración son de acuerdo con las especificaciones MSL-STD-167 o de diversos códigos. Suelen emplear un "barrido" de frecuencia para determinar la resonancia natural con una entrada de onda sinusoidal y estado estable. Va seguida de cierto número de ciclos de vibración a frecuencia natural o a 35 hertz.

3.11.4 ACTUADORES ELECTROHIDRAULICOS E HIDRAULICOS.

Los actuadores electrohidráulicos (fig. 3.9) tiene un motor y una bomba para enviar líquido a alta presión a un pistón que produce la fuerza de salida. El actuador electrohidráulico es excelente para servicio de estrangulación por su elevada rigidez (resistencia al cambio de las fuerzas en el cuerpo de la válvula) y su compatibilidad con las señales análogas. La mayor parte de los actuadores electrohidráulicos puede producir empujes elevados, a menudo hasta de 10,000 lb. Sin embargo, tienen la desventaja de alto costo inicial, complejidad y tamaño.

Los actuadores hidráulicos, aunque en esencia son los mismos que los electrohidráulicos, difieren en que reciben la potencia desde una unidad externa de bombeo, una instalación hidráulica central puede suministrar líquido a una presión de hasta 3 000 psi. El control del actuador se logra con un servoamplificador y un sistema de válvulas hidráulicas. Este sistema puede dar máximo rendimiento como: rigidez excepcional, carrera rápida, empuje muy elevado (a veces hasta 50 000 lb) y muy buenas características de respuesta dinámica.

Los actuadores hidráulicos (fig. 3.10) pueden ser sencillos, con un número determinado de piezas. El líquido a presión actúa en un pistón doble que está conectado con el vástago de la válvula. La longitud de carrera del vástago y empuje para asentamiento requeridos se obtienen con cilindros de diferentes tamaños. Suelen tener bombas manuales cuando es necesario desviar el sistema hidráulico central.

Una ventaja de los actuadores hidráulicos es que son de apertura y cierre más rápido que los de motor eléctrico. Un actuador hidráulico típico tiene un tiempo de cierre de 10 a 60 segundos o más si es necesario. Por supuesto, el golpe de ariete en la tubería que se cierre con demasiada rapidez, puede producir daños graves.

Quizá se prefieran los actuadores hidráulicos porque los acumuladores para aire comprimido pueden almacenar suficiente energía para accionar una válvula en caso de falla de la corriente. Además, hay disponibles válvulas de control de velocidad para variar la de la carrera del vástago.

Para evitar "arrastre" de la válvula se necesitan pistón y válvulas de retención de sellamiento hermético en el actuador. Cualquier fuga en estos componentes pueden ocasionar movimiento indeseable del vástago. Se debe tener cuidado para evitar fugas y pérdidas de líquido en el sistema hidráulico. Cuando se emplea control remoto eléctrico, el flujo del fluido en el actuador se controla con válvulas de selenoide, que necesitan un buen mantenimiento para no producir un accionamiento en falso de la válvula principal.

Para servicios con válvulas para alta presión, se utiliza un sistema hidráulico de alta presión para que el pistón del actuador pueda ser de tamaño y costo razonable. Por ejemplo una válvula de compuerta de 4 pgl para 600 lb debe tener un empuje de asentamiento de alrededor de 130, 000 lb. En las mismas condiciones, una válvula de bola requiere una torsión (par) de unas 207,000 pg-lb en el vástago de la bola.

Un posible problema con los actuadores hidráulicos es que no hay un método confiable para obtener el asentamiento con empuje controlado en las válvulas de compuerta. Si el sistema tiene suficiente reserva de potencia para abrir una válvula pegada, quizá se aplique esta misma fuerza cada vez que cierra la válvula y se dañará el asiento.

FIG. 3.9 ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO.

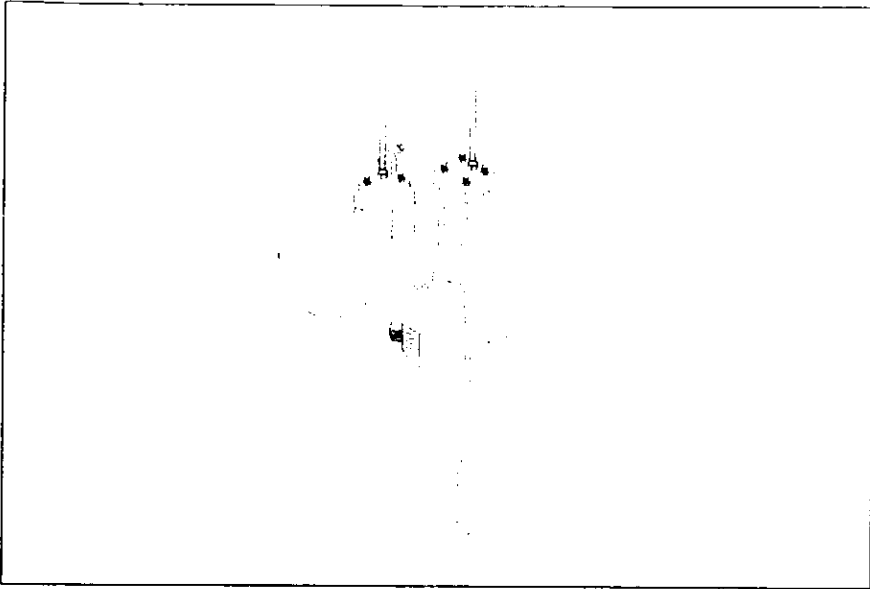
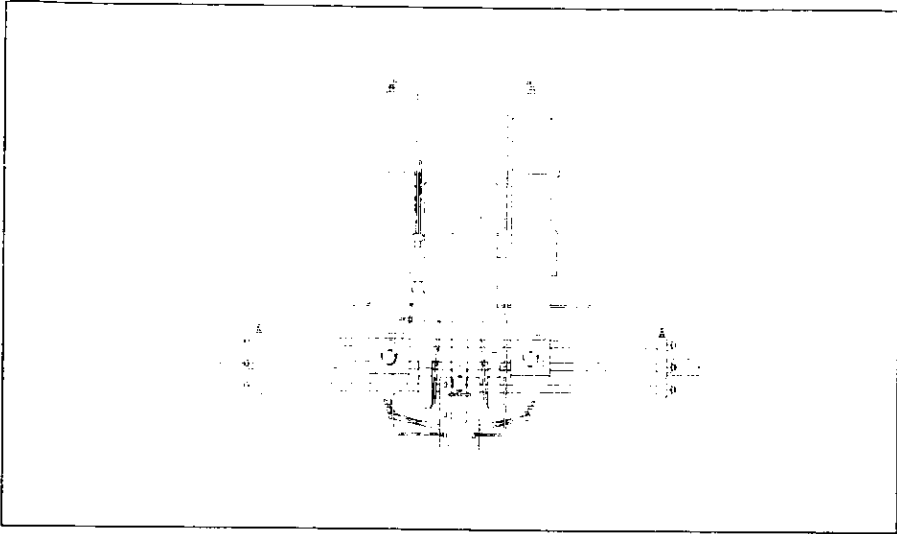


FIG. 3.10.1 ACTUADOR HIDRAULICO.



FIG. 3.10.2 ACTUADOR HIDRONEUMATICO



3.11.5 OPERADOR ROTATORIO.

El operador tipo rotatorio, ya sea hidráulico o hidroneumático, se aplica en estaciones de compresión, medición, plantas petroquímicas, refinerías, gasoductos, etc.

Estos actuadores están diseñados para operar válvulas de bola, mariposa y macho, por medio de cualquier recurso disponible con que se cuente (gas natural, aire comprimido, petróleo crudo, aceite hidráulico, etc.). Las características del actuador rotatorio son las siguientes:

1. **SIN ENGRANES.** Suministra fuerza completa y directa al vástago de la válvula.
2. **AUTOMATICO.** Adaptable a cualquier tipo de señal, para control remoto.
3. **FACIL INSTALACION.** Puede ser acoplado a cualquier válvula o dispositivo de 1/4 de vuelta y en cualquier posición.

4. **BAJO COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.** Ya que sólo existe una parte en movimiento.

5. **PROTECCIÓN DE VÁLVULA POR UNA DEMANDA DE SOBRECARGA.** Todo exceso de torque en la apertura y cierre debido a una sobrecarga es absorbido por topes internos del actuador.

6. **SIN EMPUJE LATERAL.** Esto se logra gracias a que el actuador se acopla directamente sobre la válvula.

7. **TORQUE BALANCEADO.** Debido a su diseño de doble paleta.

3.11.5.1 DISEÑO.

Los operadores tipo rotatorio son de simple diseño ya que se componen de una sola parte en movimiento y sin engranes. Su diseño de doble paleta permite obtener un par balanceado. Están fabricados en aceros de alta calidad. La composición de los sellos es para alta presión y a prueba de fugas. Cuenta con topes para el rotor de la paleta (ajustables externamente) para limitar el viaje del rotor, de cada válvula en específico. El montaje de los operadores, se hace directamente sobre el vástago de la válvula.

En la siguiente lista se nombran los principales componentes del operador tipo rotatorio.

1. Doble paleta para proporcionar un par balanceado.
2. Cuerpo de placa de acero de alta calidad manteniendo una presión en sus tolerancias.
3. Empaques a prueba de filtraciones.
4. Paletas rotatorias en placa de bronce.
5. Casquillos de cojinetes de bronce en las cabezas.
6. Cojinetes de baja fricción en las superficies.
7. Limitadores de ajuste del viaje de las paletas rotatorias.
8. Cuerpo central maquinado de acuerdo al diámetro del vástago de la válvula.

APLICACIONES DE LOS OPERADORES TIPO ROTATORIO.

ESTACIONES DE COMPRESION

Para carga ó descarga de la estación sistema de control de BY-PASS. Para cierre de emergencia de la estación de compresión de gas.

SISTEMAS DE MEDICION

Para abrir ó cerrar corridas secundarias de medición.

ESTACIONES DE REGULACION

Para control de flujo y presión de gas.

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

Para alta y baja protección de apertura y cierre

Para protección a falta de suministro.

EN CUALQUIER LUGAR DONDE SE DESEA UTILIZAR LA PRESION DEL GAS, PARA OPERAR LA VALVULA.

Para protección de ruptura de línea.

Para operación con requerimientos de velocidad.

PROCESOS QUIMICOS

Para una operación y secuencia automática de la válvula de control.

PLATAFORMAS MARINAS.

De enlace y producción de crudo, así como instalaciones marinas inaccesibles.

3.11.5.2. OPERACIÓN.

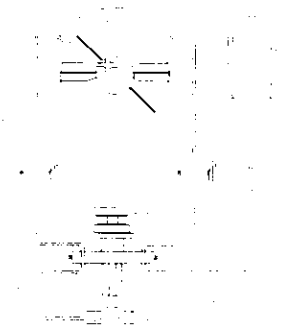


No.1

La operación puede efectuarse por medio de una línea de presión de gas almacenado o bien a través de una central hidráulica.

En esta figura los tanques del operador están conectados a una línea de gas a presión y será presionado por la línea de fuerza.

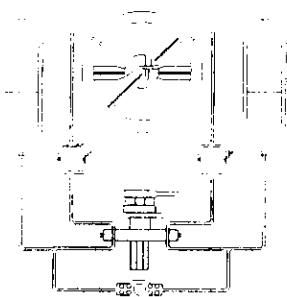
Esta figura nos muestra el operador en posición abierta y no hay presión en los tanques del operador.



No.2

Cuando el control es actuador, la presión del gas de la línea es admitida por el tanque hidráulico (con aceite). Empieza a cerrar y el fluido pasa a través de la bomba manual, entrando al puerto del operador, la presión se compensa permitiendo que ambos cuadrantes sean presionados, empujando las paletas hacia afuera.

El rotor y las paletas giran en el sentido del reloj (a posición cerrar). El fluido hidráulico desplazado para el otro tanque hidroneumático, la presión sale a la atmósfera por el puerto de control de escape.



No. 3

Cuando el operador llega a esta posición el control se neutraliza y permite que todo el remanente en la línea de presión salga a la atmósfera.

En esta posición quedan neutralizados tanto el operador y los tanques.

3.11.6. ACTUADORES MECANICOS.

Hay actuadores mecánicos disponibles para casi cualquier tipo y tamaño de válvula. El que se piense o no utilizar un actuador en un caso particular depende de la localización de la válvula y la función que tenga en el proceso.

Las válvulas en oleoductos, gasoductos y poliductos, requieren un actuador mecánico, aunque sólo sea por conveniencia. El actuador que se puede justificar para válvulas que se deben abrir, cerrar o estrangular con frecuencia. La velocidad es factor, sobre todo en válvulas grandes, en las cuales se puede necesitar algunos minutos para abrirlas o cerrarlas a mano.

La seguridad, por supuesto, es factor dominante. En caso de un incendio, alteración en el proceso u otra emergencia, el actuador es obligatorio para cerrar con rapidez una tubería; se puede graduar para cierre automático cuando las condiciones del proceso exceden en ciertos límites.

3.11.7. FORMAS DE ESPECIFICACION.

Para válvulas nuevas, el fabricante determina el tamaño y suministra los actuadores. No importa si el actuador es para equipo nuevo o existente; el usuario debe proporcionar la siguiente información.

- Tamaño, tipo y marca de la válvula.
- Presión de la tubería.
- Presión diferencial mínima en la válvula.
- Diámetro, paso y avance del vástago y sentido de las roscas.
- Tiempo deseado de cierre o apertura en segundos.
- Vuelta de la tuerca del yugo para abrir la válvula.
- Fases, frecuencia y amperaje de la corriente.
- Temperatura máxima de ambiente y del fluido.
- Tipo y frecuencia del servicio.

- Voltaje de control.
- Consideraciones especiales, como la necesidad de alojamientos a prueba de explosión en los actuadores eléctricos.

Como ya se comentó, la gran variedad de tipos y tamaños de actuadores haría creer que la selección es compleja, pero no lo es. Si se tienen presentes algunas sencillas reglas, el conocimiento de las necesidades fundamentales del proceso facilitará mucho la selección.

Las características principales del actuador ayudarán a hacer la selección y son:

- **Fuente de potencia.**

La potencia disponible en lugar en que está la válvula será base para seleccionar el actuador. Los actuadores típicos se mueven con aire comprimido o electricidad. Sin embargo, en algunos se utiliza agua a presión, líquido hidráulico e incluso la presión en la tubería, en la mayor parte se utiliza aire comprimido a presiones entre 15 y 200 psi.

- **Características de la protección contra fallas.**

Aunque la fuente de potencia suele ser muy confiable, muchos procesos suelen ser muy confiables, muchos procesos requieren un movimiento específico de la válvula si falla la potencia. Los sistemas de protección contra fallas incluidos en muchos actuadores detienen el proceso a fin de evitar posibles pérdidas del producto en caso de una interrupción de la potencia. En algunos sistemas se almacena energía con resortes, tanques de aire o acumuladores hidráulicos. La falla de la potencia para el actuador hace funcionar el sistema de protección para mover las válvulas a la posición requerida y mantenerla hasta que se reanuda el funcionamiento normal.

Los actuadores permiten elegir el modo de protección para la válvula, que se quede abierta, que se quede cerrada o se mantenga en la última posición.

- **Capacidad del actuador.**

El actuador debe de tener suficiente torsión o empuje para la aplicación específica. En algunos, los requisitos de torsión indicaran el tipo y las necesidades de potencia del actuador.

3.11.8 CENTRAL HIDRAULICA.

A continuación se describe brevemente las características de diseño, operación, construcción y servicio relacionados con las centrales hidráulicas (fig. 3.11), las cuales son las que suministran el fluido hidráulico para el funcionamiento de los actuadores hidráulicos.

Los siguientes son los elementos básicos que componen un sistema de central hidráulico:

- **FUENTE MOTRIZ.** Pudiendo ser esta proporcionada por uno o dos motores eléctricos, neumáticos, de combustión interna, etc.
- **BOMBA.** De igual forma que los motores, pueden ser una o dos bombas de engranes, paletas, pistones.
- **VALVULAS DE CONTROL DE PRESION.** De alivio o reductoras.
- **VALVULAS DE CONTROL DE FLUJO.** No compensadas, compensadas o restrictoras.
- **VALVULAS DIRECCIONALES.** De acuerdo con la característica de control del circuito hidráulico, dichas válvulas podrán ser de 2,3,4 o 5 vías.
- **TANQUE DE ALMACENAMIENTO.** Dicho tanque nos permite almacenar todo el fluido hidráulico que se requiere para la operación de los actuadores.
- **ACUMULADORES HIDRAULICOS.** Dependiendo de la capacidad del sistema se seleccionaran la cantidad y volumen de dichos acumuladores.
- **FILTROS.** Indicadores de presión, interruptores por alta y baja presión, indicadores de nivel, tapones, conexiones y demás accesorios requeridos para la completa operación de la central hidráulica.

A continuación se describen algunas de las características técnicas de cada uno de los componentes mencionados anteriormente.

- **MOTOR ELECTRICO.**

Como anteriormente se explico, el sistema central hidráulico puede operar con uno o dos motores de operación continua y otro de respaldo. Dichos motores son de tipo inducción, totalmente cerrado con ventilación exterior, 4 polos y normalmente a prueba de explosión (NEMA 7), operado con un suministro eléctrico de 220 o 440 volts- 3 fases-60 hz y con una potencia adecuada para la satisfactoria operación de las bombas hidráulicas

- **BOMBA HIDRAULICA.**

En este caso se hablara de una bomba de tipo desplazamiento positivo de paletas para trabajo pesado, diseñada para suministrar todo el fluido hidráulico requerido por los actuadores para su operación, cada bomba se suministra con interruptores de presión para el arranque y paro del motor eléctrico, así como señalización y alarma en el tablero remoto.

Las bombas de paletas cubren los promedios de baja, media y alto volumen con presiones de hasta 3 000 psi. Son confiables, eficientes y fáciles de mantener. La superficie del anillo y las puntas de las paletas son los puntos de mayor desgaste lo cual se compensa al sacar un poco las paletas de sus ranuras.

Con válvulas de corte en la succión y chechs en la descarga de cada bomba, así como indicadores de presión, se suministran junto con el arreglo bomba-motor para protección y mantenimiento del mismo.

Tanto el motor como la bomba hidráulica y demás componentes que forman la central de suministro hidráulico están montados sobre el patín.

- **VALVULA DE CONTROL DE PRESION.**

Estas válvulas pueden desempeñar diferentes funciones en un sistema hidráulico, entre las cuales citaremos las siguientes:

- Limita la presión en un sistema.
- Pueden reducir la presión en una parte del sistema.
- Determinar la presión a la cual se debe entrar el fluido en un sistema.

- Descargan parte de un circuito, como en una bomba.
- Seleccionan y ordenan los movimientos de diferentes actuadores.
- Previene y frenan los movimientos evitando que la inercia de las cargas desbalancen un sistema.

- **VALVULA DE ALIVIO.**

La mayoría de los sistemas hidráulicos están diseñados para trabajar dentro de un determinado rango de presión, este rango es una función de las fuerzas de los diferentes actuadores. la cual deberá ser controlada y limitada, ya que al ser excesiva puede dañar todo el sistema. Las válvulas de alivio son las que controlan esta función limitándola, descargando el exceso de fluido cuando la presión se incrementa. Son normalmente cerradas y se dividen de acción directa y las operadas por piloto.

- **VALVULAS DE SECUENCIA.**

En un circuito con más de un actuador, normalmente es necesario trabajar en un determinado orden o secuencia, el actuador que necesite menor presión se desplaza primero que los demás, posteriormente la presión aumenta y se mueve el segundo actuador y así sucesivamente hasta que todos operen.

Dichas válvulas de secuencia son de 2 vías normalmente cerradas y pueden regular las funciones en un circuito, su forma y construcción es similar a las de alivio, excepto que sus cámaras de drenaje se descargan externamente al tanque.

Un detalle importante al respecto de dichas válvulas, es que no se llegan a utilizar en el caso de que todos los actuadores tengan que operar en forma simultánea.

- **VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION.**

Son válvulas de 2 vías normalmente abiertas y operan en forma contraria a las válvulas de alivio ya que estas últimas operan con la presión de entrada y las reductoras con la de la salida, su forma y construcción es similar a la válvula de alivio, existen dos tipos de acción directa y pilotada.

- **VALVULA HI-LOW.**

Esta válvula esta compuesta por dos válvulas de alivio ajustables, separadas por una válvula check y una descarga común, se emplean para alimentar un sistema a partir de dos ramales, uno de alta y otro de baja presión.

Su operación, por ejemplo, es la siguiente: Las salidas de las bombas se juntan para dar un alto flujo a baja presión, a medida que la presión de carga aumenta el alto volumen de la bomba 1 se descarga con mínima caída de presión, la bomba de alta presión aislada por la válvula check, cierra y alimenta el sistema cuando requiere alta presión y bajo flujo; por medio de una válvula de alivio se limita la presión máxima de la bomba de alta presión, protegiendo el sistema.

- **VALVULAS CONTROLADORAS DE FLUJO.**

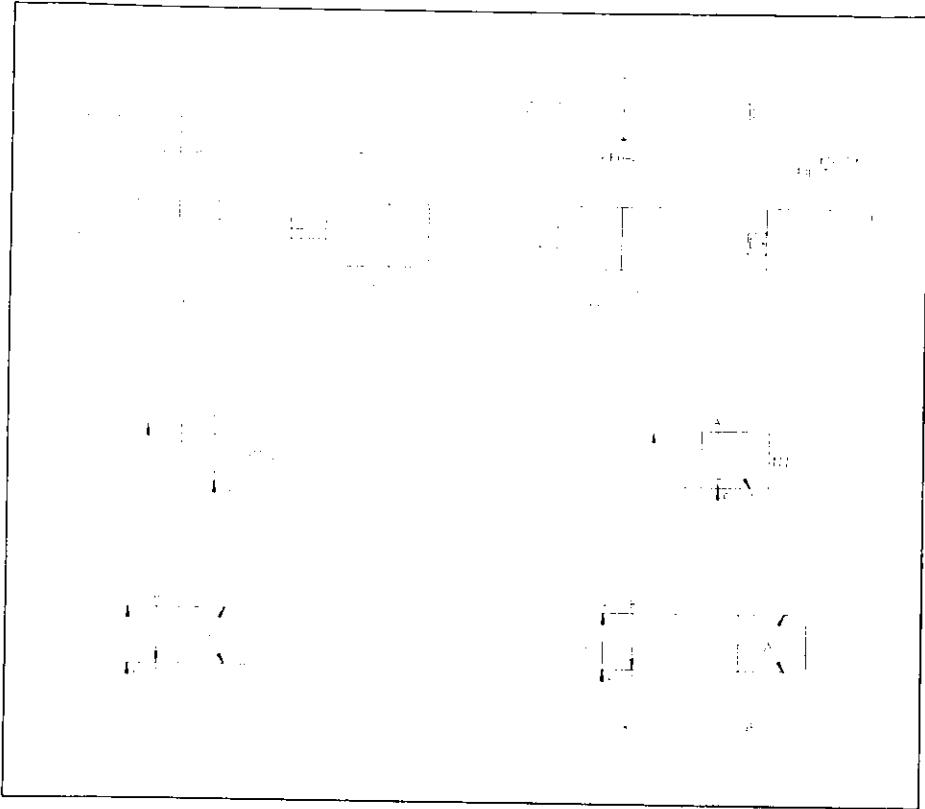
Las válvulas de control de flujo están divididas en dos: presión compensada y presión no compensada. La ultima es la que se usa en donde la presión de la carga permanece relativamente constante y los porcentajes de abastecimiento no son muy críticos. Pueden ser muy sencillas tanto, como un orificio arreglado o una válvula de aguja ajustable, aunque unidades más sofisticadas puedan incluir una válvula check para flujo libre en la dirección de regreso.

El uso de las válvulas de presión no compensadas es muy limitada, ya que el flujo a través de un orificio es esencialmente proporcional a la raíz cuadrada en la caída de presión (ΔP) que pasa a través de ella, esto significa que cualquier cambio apreciable en la carga de trabajo afectaría al porcentaje de abastecimiento. Por otro lado, existen las válvulas de control de flujo compensadas por presión y temperatura con la válvula check integrada.

- **VALVULAS DIRECCIONALES.**

Este tipo de válvulas, como en su nombre lo indica, cambia la dirección del fluido del sistema. Las válvulas direccionales son comúnmente de dos, tres o más posiciones y de dos, tres o más vías. Las válvulas direccionales más utilizadas son las de cuatro vías, tres posiciones con sus diferentes centros y operadores.

FIG. 3.11 VALVULAS DIRECCIONALES



- **TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y ACCESORIOS.**

El tanque no es únicamente un recipiente para el fluido hidráulico sino que también debe ayudar a que se cumplan las siguientes funciones:

- A. Capacidad de abastecimiento de reserva.
- B. Limpieza y control de la temperatura del fluido hidráulico.
- C. Eliminación de aire del fluido que regresa.
- D. Eficiencia de entrada de la bomba (a presión atmosférica).

La capacidad nominal del tanque puede variar pero se considera adecuado como mínimo, de 3 veces la capacidad de la bomba en GPM. El tanque también debe llevar una placa deflectora, tapas de inspección y limpieza, tapón de drenaje, así como los siguientes accesorios:

- A. Filtro de succión.
- B. Separador magnético.
- C. Indicador de nivel con termómetro.
- D. Tapón respirador y llenador.
- E. Filtro de retorno.

- **FLUIDO HIDRAULICO.**

El fluido hidráulico tiene cuatro finalidades principales; transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, sellar las tolerancias entre una y otra pieza y enfriar o disipar el calor.

- **ACEITE MOVIL DTE-24 DERIVADO DEL PETROLEO COMO FLUIDO HIDRAULICO.**

Hasta hoy, el aceite derivado del petróleo sigue siendo, la base más comúnmente utilizada para los fluidos hidráulicos. Las características o las propiedades principales del aceite móvil DTE-24 como base del fluido hidráulico, depende de tres factores:

- 1) El tipo de petróleo crudo que se utilice.
- 2) El grado y método de refinamiento.
- 3) Los aditivos que se usen.

En general el petróleo posee excelentes cualidades de lubricación. El móvil DTE-24 cuenta con propiedades lubricantes o antidesgastantes superiores a los aceites comunes de acuerdo a su constitución, dicho aceite representa mayor antiemulsibilidad, mayor resistencia a la oxidación a temperaturas más altas o un índice de viscosidad mayor que otras.

Por su naturaleza el aceite móvil DTE-24 protege contra la oxidación, proporciona un buen sello, disipa fácilmente la oxidación y es sencillo mantenerlo limpio mediante filtración o separación de los contaminantes por gravedad.

Una de las principales desventajas de dicho aceite, es que es combustible, para aplicaciones en la que pueda haber riesgos de incendio, tales como tratamiento térmicos, soldadura hidro-eléctrica, forjado a presión, y muchas otras, que disponen de diversos tipos de fluidos resistentes a la combustión, tales como el glicol-agua, emulsiones en agua y aceite y fluidos sintéticos.

- **ACUMULADOR HIDRAULICO.**

Los fluidos usados en los sistemas hidráulicos, no pueden ser comprimidos como los gases y así almacenarse para ser usados en diferentes lugares o tiempos distintos. El acumulador presenta la ventaja de proveer un medio de almacenar estos fluidos incompresibles bajo presión. El fluido hidráulico bajo presión entra a las cámaras del acumulador y comprime el gas y posteriormente cualquier caída de presión en el sistema provoca que el elemento reaccione y force al fluido hacia fuera otra vez.

Los acumuladores hidráulicos pueden ser utilizados como fuente de emergencia en caso de que la bomba falle o así como fuente de potencia para abastecer una mayor demanda y ayudar a las posibles fugas de aceite.

Probablemente el acumulador más comúnmente usado es el de la cámara de precarga con un gas inerte; usualmente nitrógeno seco. El oxígeno nunca debe de usarse debido a su tendencia a quemarse o explotar al ponerse en contacto con el aceite bajo presión.

El acumulador cargado por gas es precargado cuando no contiene el fluido hidráulico, las presiones de precarga varían con cada aplicación y depende del intervalo de la presión de operación y del volumen de fluido requerido dentro de este intervalo. Esta presión nunca es menor de $1/4$ y preferiblemente $1/3$ de la máxima presión de operación. La presión del acumulador varía en proporción a la compresión del gas, aumentando cuando el fluido es bombeado dentro y disminuye cuando este es expulsado.

- **TIPO DE DIAFRAGMA.**

Muchos acumuladores incorporan una bolsa o diafragma de hule sintético para contener el gas de precarga y separarlo del fluido hidráulico.

El aceite disponible para la operación puede variar de $1/4$ a $3/4$ de la capacidad total del acumulador dependiendo de las condiciones de operación. Funcionando fuera de estos límites se ocasiona que el separador se agrande o reduzca excesivamente, lo cual disminuye su durabilidad.

- **ACUMULADOR TIPO PISTON.**

Otro método para separar el gas de precarga del fluido hidráulico es por medio de un pistón libre, similar en construcción al cilindro hidráulico. Se tiene por un lado el pistón bajo la presión del gas constantemente tratando de forzar el aceite hacia fuera por el lado opuesto de la cámara. Aquí también la presión es una función de la compresión del gas y varía con el volumen de aceite en la cámara.

La capacidad del acumulador puede variar, pero se considera adecuado utilizar el DTE 10 galones o máximo 20 galones. Como precaución el acumulador debe de ser obstruido del circuito o completamente descargado antes de intentar desconectar cualquiera de las líneas hidráulicas.

- **FILTRO Y DEMAS ACCESORIOS.**

Los fluidos hidráulicos se mantienen limpios en el sistema principalmente con aparatos tales como filtros y coladores. Los tapones magnéticos también se usan en algunos tanques para atrapar partículas de fierro o acero que lleva el fluido.

La definición de un filtro es la siguiente: "Un dispositivo cuya función principal es la retención, a través de un medio poroso de contaminantes insolubles del fluido".

En un sistema hidráulico generalmente hay tres sitios para localizar un filtro, la entrada, la línea de presión y la línea de regreso.

- **FILTROS DE LA LINEA DE PRESION.**

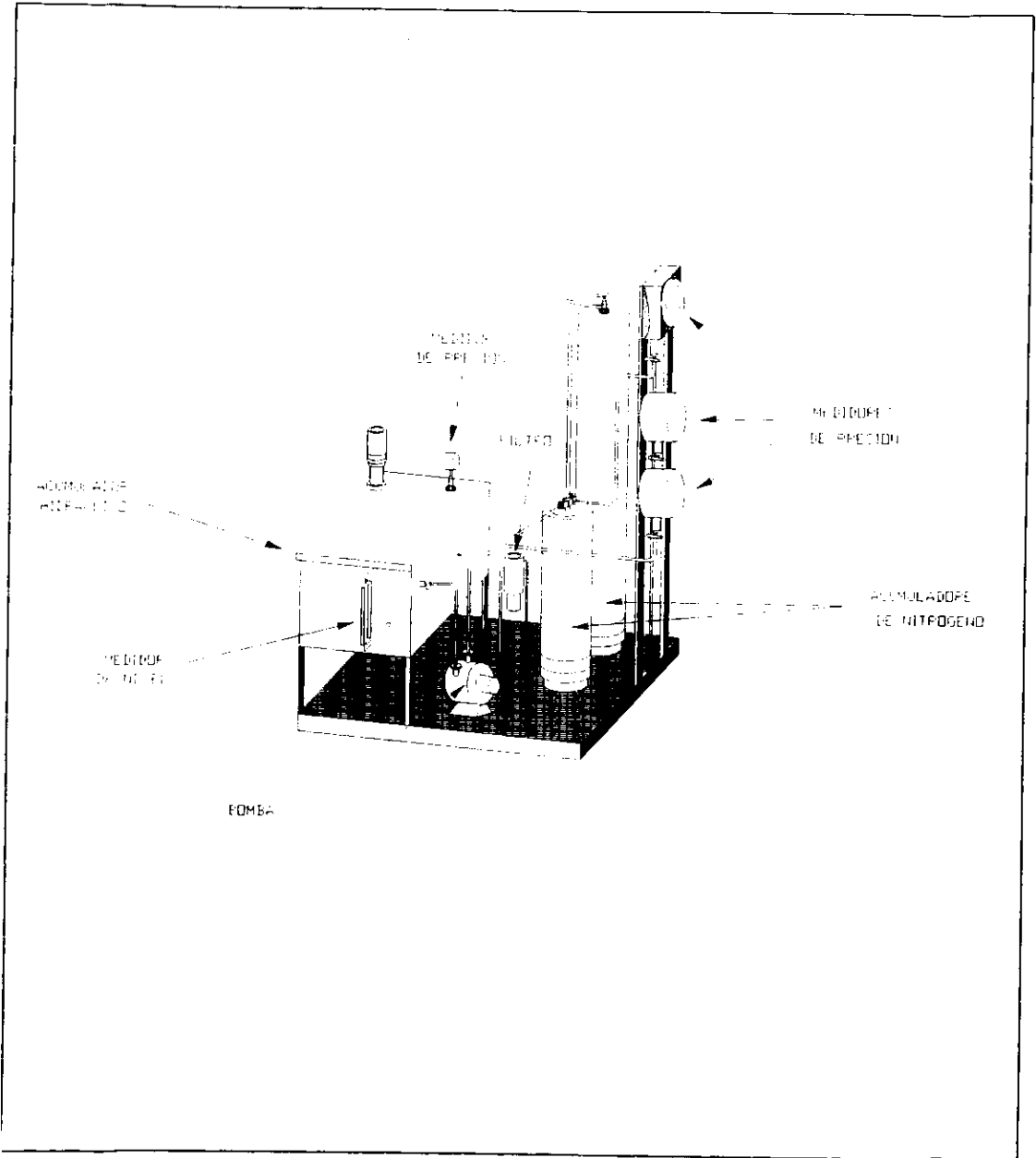
Algunos filtros han sido diseñados, para ser instalados en la línea de presión y pueden atrapar partículas mucho más pequeñas que los de las líneas de entrada. Estos filtros son utilizados donde los componentes del sistema son menos tolerantes al polvo que la bomba, tales como válvulas, donde el filtro atrapa la contaminación fina cuando el fluido deja la bomba. Sin embargo, los filtros de la línea de presión se seleccionan de acuerdo con la presión operante del sistema.

- **FILTROS DE LA LINEA DE RETORNO.**

Los filtros de la línea de retorno también pueden atrapar partículas muy finas antes de que el fluido regrese al tanque. Estos filtros son útiles en los sistemas en los que no tienen un depósito grande que permita a los contaminantes que se asienten

Un filtro en la línea de retorno es lo mejor en un sistema con una bomba de alto rendimiento que tenga tolerancias muy estrechas lo cual usualmente no es suficientemente protegida por un filtro de línea de entrada.

FIG. 3.12 CENTRAL HIDRAULICA



TUBERIA.

El tamaño de la tubería en un sistema hidráulico deberá ser cuidadosamente calculado. Si es muy pequeña, la velocidad del aceite será excesiva y la caída de presión elevada.

Todas las tuberías para sistemas hidráulicos deben de tener cuerdas NPTF (DRY SEAL) para evitar fugas; la velocidad del fluido hidráulico a través de las líneas es un factor importante para el diseño del sistema.

Generalmente las velocidades recomendadas son:

Línea de succión en la bomba: 2 a 4 pies/seg.

Línea de presión: 7 a 20 pies /seg.

Las altas velocidades originan flujos turbulentos que ocasionan grandes caídas de presión.

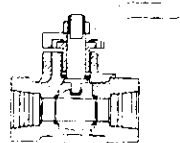
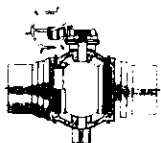
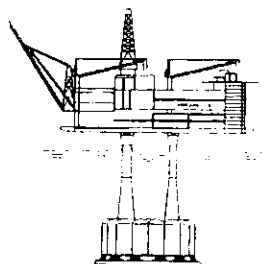
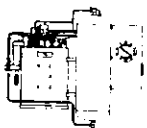
Una velocidad baja se recomienda para las líneas de succión, ya que en estos puntos solo se toleran bajas caídas de presión. Se recomienda utilizar curvas (DOBLECES) en lugar de codos, un radio ideal de curvatura para los dobleces es de 2 1/2 a 3 veces el diámetro interior del tubo.

Las líneas de succión deberán ser localizadas 2 pg o 3 pg arriba del fondo del tanque y las de retorno 2 pg o 3 pg abajo del nivel del aceite.

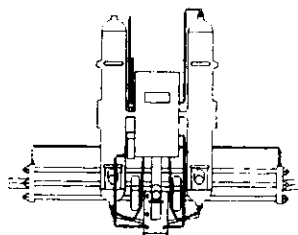
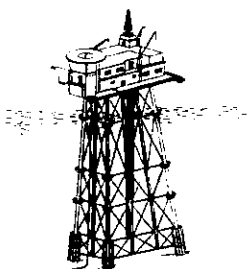
Formula para determinar el tamaño de la tubería y la velocidad de aceite.

$$AREA = \frac{GPM \times 0.3208}{Velocidad \text{ pies / seg}} [=] \text{ PG}^2$$

$$VELOCIDAD = \frac{GPM}{3.117 \times AREA}$$



CAPITULO
IV
CRITERIOS DE
LOCALIZACION
Y SU
APLICACION



4.1 CRITERIOS.

En el presente capítulo se presentan los lineamientos para la ubicación de las válvulas de corte en las líneas de transporte de hidrocarburos líquido, gas, mezcla (líq/gas), como de los aspectos de riesgo en equipos como bombas, compresores, separadores, etc. Por fuga y pérdida de inventario en los equipos que manejan materiales peligrosos por falla de sello, fuego, etc., mediante criterios generales de instalación de válvulas de corte de la operación remota como aspecto de seguridad en las plataformas marinas.

En una plataforma la integridad del personal y del equipo tiene una especial relevancia, por lo cual se hace necesario considerar este aspecto como parte principal del diseño de las instalaciones, para evitar o minimizar situaciones de riesgo durante la operación de la plataforma.

En este tipo de instalaciones el cumplimiento periódico de una auditoría de riesgos, minimiza las causas potenciales, por las cuales se pueden afectar las condiciones de operación de estas, especialmente en aquellas que por su naturaleza son consideradas potencialmente de alto riesgo, debido a los materiales y productos inflamables, combustibles, tóxicos, etc., que manejan y que por determinadas causas pudieran generar situaciones de emergencia o de siniestro.

Son muy diversas las causas por las cuales en una plataforma, en un momento dado se puede presentar una situación de riesgo o de emergencia, como puede ser fuego, incremento de presión, falla de algún equipo, falla de servicios, fugas, etc., y también son muy diversas las medidas que se pueden adaptar ante tales contingencias para la protección del personal y de las instalaciones.

4.2. VARIABLES QUE AFECTAN LA SELECCIÓN E INSTALACION.

4.2.1. AISLAMIENTO DE EQUIPOS.

Las válvulas de corte de emergencia operadas remotamente pueden prevenir fugas de líquidos y gases inflamables en las plataformas; estas válvulas también pueden ser usadas para evitar el escape de líquidos y gases tóxicos y corrosivos.

La experiencia muestra que existe una gran necesidad de prever medios para aislar fugas antes de que estas puedan originar incendios o que provoquen daños mayores, por lo cual, es importante instalar válvulas de corte de emergencia para aislar todas las secciones de equipos, éstas deben de ser instaladas sólo cuando exista posibilidad de fuga o serias consecuencias, generalmente ocurre en equipos sujetos a altas presiones y temperaturas, particularmente cuando se presentan choques térmicos o vibración.

Estos puntos son fugas por falla en sellos de bombas, por lo cual colocan válvulas de bloqueo en la succión y descarga para aislar en equipo; sin embargo, aún con esto no es suficiente para aislar la fuga y las válvulas de corte de emergencia deberán ser instaladas, para tomar la decisión de instalar o no válvulas de corte, deberá de ser considerado el tamaño de la fuga y la probabilidad de que ocurra, para lo cual se deben de responder:

- Si los equipos tienen alta probabilidad a fuga.
- Si en los equipos que estén menos propensos a fuga, pero si ocurre, una gran cantidad de producto saldrá y no exista manera de controlar la fuga.

4.3. LOCALIZACION DE LOS BOTONES DE OPERACION DE LA VALVULA DE CORTE.

Se recomienda especial cuidado en la localización de los botones de operación de éstas válvulas, de tal manera que no estén cerca de los posibles puntos de fuga o donde pueda ocurrir fuego, de esta forma se garantiza el accionamiento de la válvula.

La experiencia determina que debe de contar con dos sistemas de botoneras, uno *local* en un lugar de fácil acceso al operador, desde una estación en planta ubicada a 15 metros mínimo del equipo a proteger y desde el sistema de *control digital*, provocando con esto el cierre de la válvula y algún evento adicional como paro de bombas, compresores, etc.

4.4. CRITERIOS GENERALES DE INSTALACION.

Las válvulas de corte accionadas remotamente son dispositivos de seguridad que deben de instalarse en equipos que son susceptibles a fugas, son un aliado en el control de perdidas por fugas de líquidos y gases inflamables/tóxicos.

Se instalen en:

- | | |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sistemas de separación | <input type="checkbox"/> Bombas |
| <input type="checkbox"/> En límites de batería; entradas y salidas. | <input type="checkbox"/> Compresores |

Para criterios de instalación de las válvulas de corte accionadas remotamente, no existen normas, sólo recomendaciones que son más que prácticas en uso de compañías petroleras internacionales.

Recomendaciones para su instalación:

A) BOMBAS.

1. Cuando el inventario es mayor que 10 m³ y la temperatura de operación es mayor que la temperatura de autoignición.
2. Cuando el inventario es mayor que 38 m³ y la temperatura de operación es mayor que la temperatura de inflamación (flash point).
3. Cuando el inventario es menor que 10 m³ se deben de instalar válvulas de bloqueo de emergencia si:
 - a) Existe acceso limitado por área congestionada.
 - b) Existe cerca otro equipo que pudiera resultar afectado.
 - c) Existen bombas situadas bajo racks de tubería o estructuras.
 - d) Se han presentado incendios en este tipo de bombas.

Cabe hacer notar que el inventario se deberá determinar hasta el nivel máximo de operación en recipientes.

B) SISTEMAS DE SEPARACION

C) LIMITES DE BATERIAS.

1. Se deben de instalar en líneas presurizadas si el diámetro es mayor de 10 pgl y si se manejan productos inflamables o materiales tóxicos.
2. Nunca se deberán instalar válvulas en líneas de quemador y múltiples de válvulas de seguridad.

D) COMPRESORES.

1. Si la capacidad es mayor de 200 Hp, los diámetros de succión y descarga son mayores de 10 pgl y se maneja gases inflamables o tóxicos.
2. Si la capacidad es mayor de 100 Hp y se maneja gases tóxicos e inflamables instalar en succión y descarga.
3. Por supuesto si los compresores son multietapas y con separación intermedia y el volumen en los recipientes separadores es mayor de 4 m³ considerando nivel normal, instalar válvula de corte de emergencia en todas las líneas de interfase.
4. En compresores reciprocantes se recomienda que las válvulas de purga y venteo en succión y descarga deben interaccionar (interlock) con los dispositivos de paro de la máquina y las válvulas de corte de emergencia, de tal manera que al detenerse el compresor , las válvulas de purga y venteo abran y las de bloqueo de emergencia cierren.

4.5. ANTECEDENTES DE LA OBRA.

El activo KU-MALOOB-ZAAP esta formado por las siguientes plataformas:

- Complejo KU-A enlace-produccion, KU-A perforación.

Plataformas de perforación satélite.

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KU-F | <input type="checkbox"/> KU-M |
| <input type="checkbox"/> KU-G | <input type="checkbox"/> ZAAP-C |
| <input type="checkbox"/> KU-H | <input type="checkbox"/> BACAB-A |
| <input type="checkbox"/> KU-I | |

Además de las plataformas nuevas de perforación:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> KU-C | <input type="checkbox"/> KU-S |
|-------------------------------|-------------------------------|

La producción del activo KU-MALOOB-ZAAP dio inicio en 1981 con la explotación de los pozos de las plataformas de perforación KU-G y KU-I, las cuales enviaban la mezcla de hidrocarburos al campo de producción AKAL-J para su procesamiento.

En 1991 se inicia la operación de la batería de producción en el complejo KU-A debido a la necesidad de procesamiento en la producción del campo KU para evitar la contrapresión a los pozos.

En la plataforma KU-H se instala una batería de separación, bombeo y compresión para recibir la producción del campo MALOOB, transportando el crudo mediante oleogasoductos de las plataformas satélites al complejo KU-A, enviando posteriormente la producción al complejo AKAL-J.

4.6. DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA.

Después de conocer el funcionamiento de las válvulas de corte y de los tipos de actuadores que existen, además de los lineamientos para disminuir los aspectos de riesgos en los equipos de la plataforma se presentan un ejemplo de las instalaciones del activo KU-MBLOOB-ZAAP (ver diagrama 4.1) en donde se describe 2 instalaciones, donde se muestran los DTI'S y la ubicación de las válvulas de corte.

4.6.1. PLATAFORMA KU-A PERFORACION.

Esta plataforma cuenta con 11 pozos en operación de los cuales su producción es recolectada por medio de los cabezales de prueba (6'' \varnothing), cabezales de grupo (6'' \varnothing) y los cabezales generales (24'' \varnothing), además la producción de la plataforma KU-G es sumada a la de esta por medio del oleoducto de 24'' \varnothing como se indica en el DTI No. 4.6.

La producción total es pasada a la batería de separación instalada en el nivel 21.641 mts de esta para su separación en líquido-gas como se describe y muestra en el DTI No. 4.7.

La mezcla es alimentada al separador de la 1^ª etapa (FA-1101) donde el gas separado es alimentado al rectificador de la 1^ª etapa (FA 1102), el gas separado en este equipo es enviado a la plataforma de enlace KU-A por medio de la línea de 24'' \varnothing al sistema de compresión de alta presión.

El líquido obtenido en el separador de 1^ª-etapa (FA-1101) es alimentado al separador de 2^{da} etapa (FA-1103), en donde es incorporado además el líquido obtenido en el rectificador de 1^ª etapa (FA-1102); el crudo es enviado al sistema de bombeo de la plataforma, para después ser trasladado al complejo AKAL-J.

El gas resultante en el separador de 2^{da} etapa(FA-1103) en la plataforma de línea de 12'' \varnothing al rectificador de la 2^{da} etapa (FA 3104) en la plataforma de enlace KU-AE para posteriormente pasar al sistema de compresión de baja presión.

La medición o el aforo de los pozos en el DTI No. 4.8 es por medio del separador de prueba (FA-1101) donde se alimenta la mezcla de crudo, obteniéndose las corrientes de líquido y gas las cuales son cuantificadas. Obteniéndose la relación en volumen de las dos fases.

El suministro de gas para el funcionamiento de los instrumentos de la instalación es por medio del sistema mostrado en el DTI No 4.9, el cual cuenta con válvulas reguladoras de presión y un tanque separador (FA-1401).

La plataforma cuenta también con un sistema de gas de bombeo neumático a pozos el cual se muestra en el DTI No 4.10 la función de este sistema es proporcionar presión adicional a los pozos en operación para facilitar la extracción de hidrocarburos del lecho marino.

El sistema de desfuegos y drenes de la plataforma se muestra en el DTI No 4.11 la función de este es recolectar los desfuegos de las PSV'S instaladas en los equipos y drenajes de estos para ser eliminados en el quemador BOOM.

El suministro del fluido hidráulico a los actuadores de las válvulas de corte se muestra en el DTI No 4.12. Este sistema cuenta con un acumulador de fluido hidráulico, un cilindro que funciona como pistón con nitrógeno, una bomba de desplazamiento con turbina, como accionador con relevo, además de la instrumentación de seguridad correspondiente.



FOTO No. 5 PLATAFORMA DE PERFORACION PP-KU-A1 (OCTAPODO)

4.6.2. PLATAFORMA DE ENLACE –PRODUCCION KU-A.

El sistema de integración de las trampas de diablos de esta plataforma se describe en el DTI No 4.16. La producción de las plataformas BACAB-A, ZAAP-C y en caso de emergencia KU-A1 son enviadas por oleogasdutos las cuales están ligadas respectivamente a las cubetas receptoras de las trampas de diablos, el cual de estas líneas es alimentado a la batería de separación ubicada en el nivel 25.643.

La mezcla de hidrocarburos en el DTI No. 4.17 se alimenta al separados de 1^{ra} etapa (FA-3101) la cual es separada por diferencia de densidades entre las fases, la corriente de gas obtenida es enviada al rectificador de 1^{ra} etapa (FA- 3101), para separar las cantidades de líquido que todavía pueda tener, el gas de salida de este separador es enviado al sistema de compresión de alta presión.

La corriente de líquido del separador de 1^{ra} etapa (FA-3101), es la alimentación del separador de 2^{da} etapa (FA-3102), la cual también se incorpora a la corriente de líquido del rectificador de 1^{ra} etapa (FA-3103), en este equipo se vuelve a separar las fases en líquido y gas, el gas separado es enviado al rectificador de 2^{da} etapa (FA-3104), y el líquido a los filtros de estabilización de crudo (FA-3101 A/B), posteriormente a las turbo bombas (GA-3101 A/B/C/D/R).

En el rectificador de 2^{da} etapa (FA-3104) se incorpora también la alimentación del separador de 1^{ra} etapa (FA-1103), obteniéndose nuevamente 2 corrientes una de líquido que es incorporada a la línea de alimentación de las turbo bombas (GA-3101 A/E/R) y la de gas que es enviada al sistema de compresión de baja presión.

El crudo estabilizado es alimentado a las turbo bombas GT-3101 A/E/R ver DTI'S No 4.18 y 4.19 con este sistema se envía por medio del oleoducto de 14"Ø al complejo AKAL-J para su posterior procesamiento y envío a los buques sistema en cayo Arcas, como a tierra para su almacenamiento en los tanques de dos Bocas.

Ahora bien la corriente denominada gas de alta presión ver DTI No. 4.20 se introduce en el tanque receptor de líquidos (FA-3106 A/B/C/R) en el cual se separan los posibles condensados de líquido, el gas separado es enviado al compresor (GB-3101 A/B/C/R) seguido de un tanque separador de gas húmedo (FA-3105 A/B/C/R), donde los condensados de este son enviados al sistema de desfogue de alta presión.

El gas de salida del separador (FA-3105 A/B/C/R) es enviado por el gasoducto de 36"Ø a la plataforma PP-JA1 para tratamiento posterior, y envió a tierra a las endulzadoras de gas en Atasta.

La corriente de gas de baja presión va directamente al tanque receptor de líquido (FB-3605) ver DTI No 4.21 en la que se elimina los condensados, esta corriente es enviada al tanque de desfogues de líquido.

Asimismo, por la parte de arriba del FB-3605 fluye el gas para pasar a un enfriador (E-3107), de aquí llega al tanque separador de alimentación de baja presión (FA-3107 A/B), la finalidad de dicho tanque es eliminar los posibles arrastres de condensados formados del gas, como producto del previo enfriamiento. El gas separado es enviado al compresor (GE-201/R) para aumentar su presión y posteriormente unir esta corriente al cabezal de gas de alta presión.

El suministro de gas para instrumentos ver DTI No 4.22 es por medio del sistema de gas de bombeo neumático, el cual cuenta con dos cubetas receptoras de diablos, las cuales se utilizan para darle mantenimiento al gasoducto. También cuenta con un tanque separador de gas combustible (FA-3401) el cual suministra el combustible para los motores de los turbo compresores y las turbo bombas.

Además con dos tanques separadores de gas residual (FA-3402, FA-3403) para el suministro de gas para instrumentos y el suministro de bombeo neumático para pozos de KU-A perforación.

Al igual que en la plataforma de perforación KU-A el suministro del fluido hidráulico ver DTI No 4.23 es suministrado por el paquete de la central hidráulica, la cual tiene otro paquete de relevo en caso de emergencia.



FOTO No. 6 PLATAFORMA DE ENLACE-PRODUCCION PE-KU-A (OCTAPODO)

4.7. LOCALIZACION DE LA OBRA

Puesto que el sistema de paro de emergencia se implementa en las instalaciones de producción de hidrocarburos del activo, ubicadas costa afuera en la sonda de Campeche, se proporcionan las siguientes coordenadas de localización.

TABLA 4.1. UBICACION DE LAS PLATAFORMAS DEL ACTIVO KU-MALOOB-ZAAP

KU-A ENLACE UTM: X=585,417.50 Y= 2'158,480.00	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°31'13.2'' Norte 92° 11'16.09'' Oeste
KU-A PERFORACION UTM: X=585,217.00 Y= 2'158,480.00	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°31'39.66'' Norte 92° 11'16.09'' Oeste
KU-F SATELITE UTM: X=583,718.05 Y= 2'155,607.73	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°31'39.66'' Norte 92° 11'03.12'' Oeste
KU-G SATELITE UTM: X=590,344.62 Y= 2'156,106.74	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°30'48.39'' Norte 92° 08'26.21'' Oeste
KU-H SATELITE UTM: X=583,917.75 Y= 2'166,072.85	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°35'20.55'' Norte 92° 11'59.48'' Oeste
KU-I SATELITE UTM: X=590,344.62 Y= 2'156,106.74	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°29'55.32'' Norte 92° 08'26.21'' Oeste
KU-M SATELITE UTM: X=590,344.62 Y= 2'156,101.74	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°33'49.70'' Norte 92° 14'09.30'' Oeste
ZAAP-C SATELITE UTM: X=580,147.60 Y= 2'163,240.66	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°31'13.2'' Norte 92° 11'16.09'' Oeste
BACAB-A SATELITE UTM: X=595,395.00 Y= 2'163,884.00	Geográficas:	Latitud: Longitud:	19°34'07.66'' Norte 92° 14'09.30'' Oeste

CONDICIONES AMBIENTALES:

TEMPERATURA

Máxima promedio:	40°C
Mínima:	15°C
Máxima promedio mensual:	38°C

NOTA: Las plataformas de perforación son normalmente instalaciones remotas no tripuladas, controladas localmente. Un sistema scada provee de indicaciones remotas de variables seleccionadas en los complejos y en las oficinas de Pemex en tierra.

PRESION:

Presión atmosférica:	14.7 psia.
----------------------	------------

PRECIPITACION PLUVIAL

Horaria diaria:	154.5 mm
Horaria máxima:	295.0 mm
Anual media:	1693 a 2097 mm

4.8. CARACTERIZACION DE LA MEZCLA GAS-ACEITE MANEJADA EN LAS PLATAFORMAS DEL ACTIVO.

Para determinar el material de las válvulas de corte es importante conocer la composición de la mezcla de gas-crudo que se extrae; para seleccionarlo correctamente y no tener problemas posteriores como fugas, corrosión, abrasión, etc.

Se menciona la caracterización del crudo de KU-A perforación y KU-A enlace.

Plataforma KU-A perforación.

Componente	Fracción (mol)
Ácido sulfhídrico	0.0065
Bióxido de carbono	0.0118
Agua	0.0108
Nitrógeno	0.0018
Metano	0.4646
Etano	0.1330
Propano	0.0391
1-butano	0.0060
n-Butano	0.0209
1-Pentano	0.0076
n-Pentano	0.0081
n-Hexano	0.0156
Corte 1	0.0196
Corte 2	0.0219
Corte 3	0.0233
Corte 4	0.0200
Corte 5	0.0162
Corte 6	0.0115
Corte 7	0.0112
Corte 8	0.0114
Corte 9	0.0139

Presión 5 Kg/cm²

Temperatura 80 °C

Se considera para el ejemplo ilustrativo de la ingeniería de paro por emergencia las plataformas KU-A perforación y KU-A enlace-producción ya que estas cuentan con la mayor cantidad de equipos mencionados en los lineamientos antes situados en este capítulo.

Plataforma KU-A enlace-producción.

Componente	Fracción (mol)
Ácido sulfhídrico	0.0082
Bióxido de carbono	0.0147
Agua	0.0136
Nitrógeno	0.0023
Metano	0.3811
Etano	0.1110
Propano	0.0492
1-butano	0.0076
n-Butano	0.0264
1-Pentano	0.0096
n-Pentano	0.0102
n-Hexano	0.0197
Corte 1	0.0248
Corte 2	0.0272
Corte 3	0.0294
Corte 4	0.0252
Corte 5	0.0205
Corte 6	0.0145
Corte 7	0.0142
Corte 8	0.0144
Corte 9	0.1758

Presión 5 Kg/cm²

Temperatura 80 °C

GAS DE BOMBEO NEUMATICO

El gas de bombeo neumático tiene las siguientes propiedades:

Componente	% mol
Bióxido de carbono	0.070
Metano	76.14
Etano	20.61
Propano	3.15
Isobutano	0.02
n-Butano	0.01
Total	100
Peso molecular promedio	19.8
Presión pseudocrítica (psia)	678.82
Temperatura pseudocrítica (°F)	63.2
Densidad relativa (aire=1)	0.6853
Poder calorífico alto (Btu/scf)	1214.0
Relación C_p/C_v	1.221
Factor de compresibilidad (Z)	0.9252

El *gas de bombeo neumático* cumple con la siguiente especificación

Contenido de H₂S 4 ppm.máx.

NOTA: Como el gas de bombeo neumático es suministrado por medio de un gasoducto a las plataformas su composición es igual.

4.9. VALVULAS DE CORTE

De acuerdo a la composición de la mezcla de gas- aceite extraídas en este activo, las válvulas de corte seleccionadas para estas instalaciones deben de ser de paso completo y continuo, con doble sello, fabricada con forme a lo especificado en el API 6D, última edición vigente del America Petroleum Institute (API), diseño a prueba de fuego, todos los materiales de construcción deben de cumplir con el Código NALE MR-01-75 última edición para servicio amargo, así como todas las uniones soldadas de los componentes de las válvulas deberán realizarse al ASME SECC.VIII y IX última edición, con radiografiado al 100% e inspección con ultrasonido.

Las válvulas de corte deben cumplir con las siguientes características:

- CUERPO:** Acero al carbón ASTM A-216 Gr. WCB o ASTM A-105 o ASTM A-350 Gr. LF-2 o ASTM A-516 Gr.70 con tratamiento térmico.
- BRIDA:** Mismo material del cuerpo.
- ESFERA:** Acero al carbón forjado recubierto con un tratamiento de Níquel electroless de 0.003" de espesor mínimo o de acero inoxidable, montado sobre muñon.
- VASTAGO Y MUÑÓN:** Acero al carbón forjado recubierto con un tratamiento de Níquel electroless de 0.003" de espesor mínimo o de acero inoxidable.
- ANILLO DEL ASIENTO:** Acero inoxidable.
- SELLO DEL CUERPO DE LA VÁLVULA:** Teflón o de Nylon.
- EMPAQUETADURAS DEL VÁSTAGO:** Teflón o de Nylon.

□ **ESPARRAGOS:** ASTM A-193 B7M con tuerca y contratuerca hexagonales ASTM A-194 2HM cadmizados, para el servicio amargo.

□ **EMPAQUES:** los empaques deben de ser de grafito puro laminado flexible.

□ **BRIDAS:** Las bridas de la tubería de 1/2 a 1 1/2 " de diámetro nominal deben de ser de acero al carbón ASTM A-105, inserto soldable, cara realzada de 2 " a 36 " de diámetro nominal, deberá ser ASTM A-105, cuello soldable de cara realzada hasta clase 600 y RTJ de clase 900 en adelante, para diámetros nominales mayores de 24" las dimensiones serán de acuerdo con MSS-SP-44.

Las válvulas de corte deben de tener interruptores de posición (tipo microswitch APDT) para la indicación remota de su posición (abierta o cerrada).

4.10. ACTUADORES

Las válvulas de corte deben de contar con actuadores de tipo hidráulico, tal que garanticen el cierre pero sin dañar los internos (torque permisible), este actuador debe de ser de torque balanceado aleta rotatoria. La velocidad de operación del actuador debe ser un segundo por pulgada de diámetro nominal de la válvula.

4.11. CENTRAL HIDRAULICA

El objeto principal de la central hidráulica es disponer de un equipo de potencia hidráulica de alta eficiencia del cual se obtenga la presión hidráulica suficiente para la operación de los actuadores hidráulicos de las válvulas de paro de emergencia por alta y baja presión, así como por gas y fuego en su acción de cierre o apertura automática, manual con señales de alarma y cierre en tablero de control localizado en el cuarto de control.

La central hidráulica está constituida por:

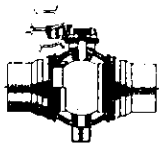
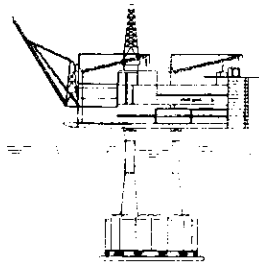
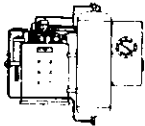
- Recipientes de almacenamiento de flujo hidráulico.
- Indicadores y switch de nivel tipo flotador.

- Acumulador terminal con vástago de acero inoxidable 316
- Interruptor mecánico a prueba de explosión para arranque y paro del motor.
- Acumulador tipo pistón y tanque de nitrógeno de acero inoxidable 316 con válvula de alivio.
- Motor (corriente o neumático)
- Bomba hidráulica de engranes (manual).

La unidad de potencia hidráulica deberá de cumplir con los estándares de tubería, ANSI B31 y ANSI B16.11.

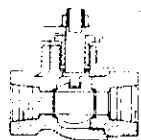
El fluido hidráulico usado en el sistema debe de ser del tipo "GIBRALTER HF.218" o similar, el cual debe de ser resistente al agua y biodegradable.

Todas las partes de la unidad de potencia hidráulica que sean de acero al carbón deberán protegerse contra ambiente marino y corrosivo.

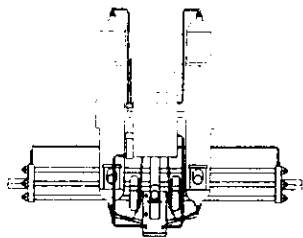
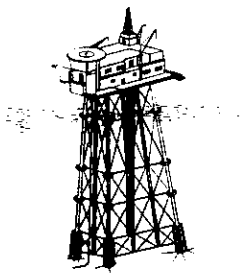


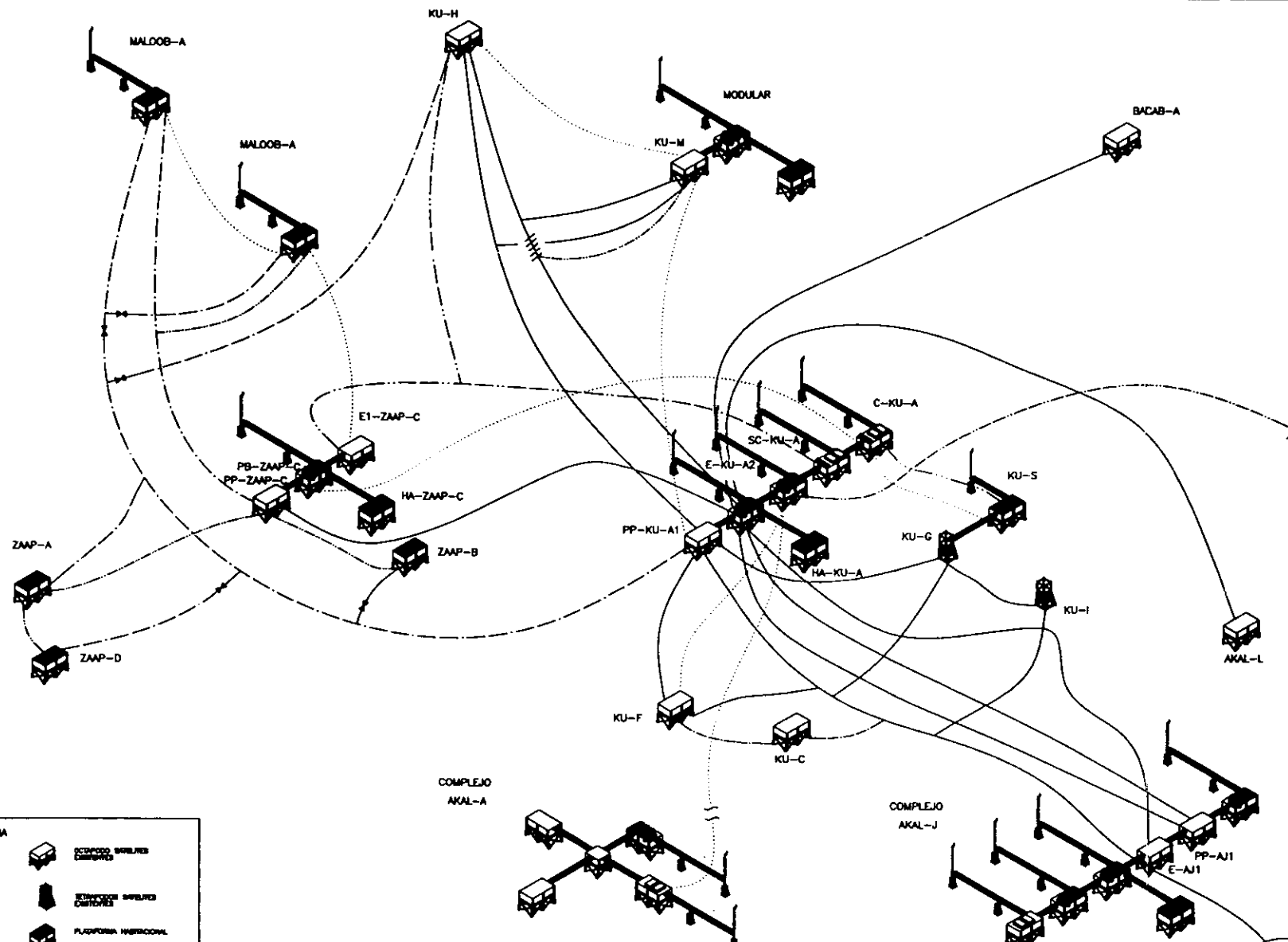
DIAGRAMAS DE


TUBERIAS E



INSTRUMENTACION






SECRETARÍA DE ENERGÍA Y HIDROCARBUROS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS
QUERÉTARO

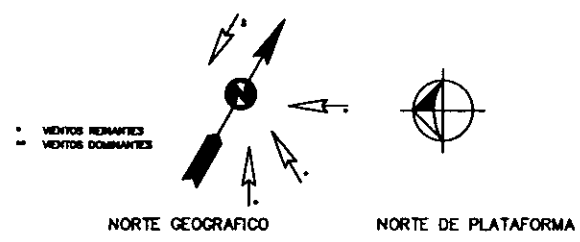
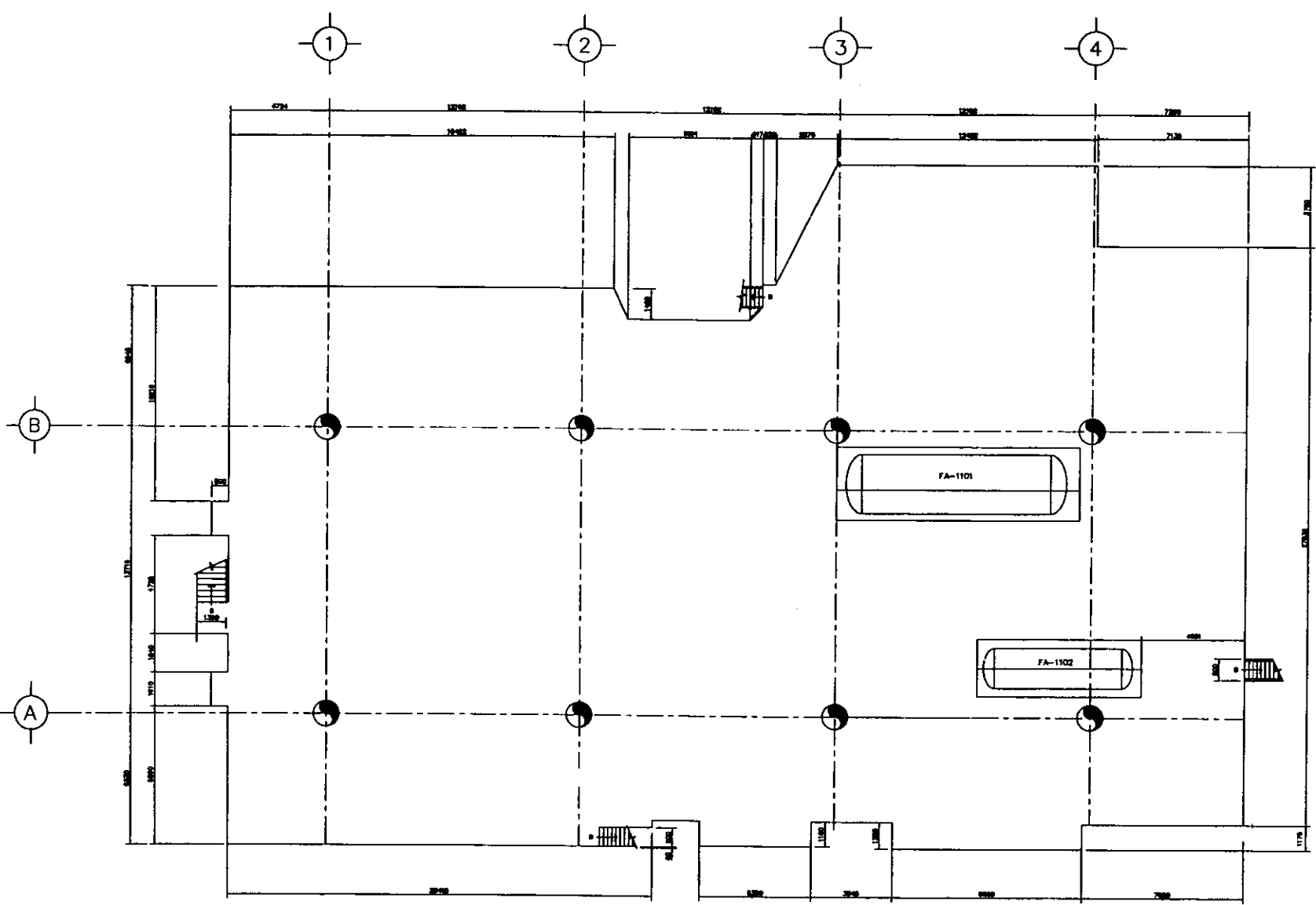
Mapa de planta:
DISTRIBUCION DEL ACTIVO
KU-MALOOB-ZAA

photo n°: 4.1

TUBERIAS Y ACCESORIOS	ELEMENTOS DE MEDICION	SIMBOLOGIA DE VALVULAS	SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS	SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS	SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTOS	NOTAS GENERALES																																																		
<p>TUBERIA A FUTURO</p> <p>CAMBIO DE ESPECIFICACION EN AREA AL INTERIOR</p> <p>DIRECCION DEL FLUJO</p> <p>CAMBIO DE RESPONSABILIDAD</p> <p>UNDA OSEA</p> <p>TEE ESPECIAL</p> <p>INDICADOR DE PUNTO DE DABLO</p> <p>CAMBIO DE DIAMETRO DE LINEA</p> <p>VERTED ATMOFERICO</p> <p>CONECTOR DE DRENAJES ATMOFERICOS AL SISTEMA DE RECUPERACION DE ACEITE</p> <p>CONECTOR DE DRENAJES PRESURIZADOS CERRADOS</p> <p>FILTRO TIPO CAMISA SIMPLEX</p> <p>VERTED ATMOFERICO CON ARRESTADOR DE FLAMA</p> <p>DRENAGE ABIERTO</p> <p>SEÑAL HIDRAULICA</p> <p>SEÑAL ELECTRICA</p> <p>CONTORNA EN DIBUJO IN.</p> <p>ENTRADA O SALIDA DE LAMBE DE BATERIA</p> <p>FILTRO EN LINEA</p>	<p>TEMPERATURA</p> <p>INDICADOR DE TEMPERATURA</p> <p>NIVEL</p> <p>TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL</p> <p>VEHRO DE NIVEL</p> <p>PRESION</p> <p>INDICADOR DE PRESION</p>	<p>VALVULA REDUCTORA DE PRESION</p> <p>VALVULA DE RELIEVO O SEGURIDAD</p> <p>VALVULA DE BOLA NORMALMENTE ABIERTA</p> <p>VALVULA DE BOLA NORMALMENTE CERRADA</p> <p>VALVULA DE RETENCION (CHIBCO)</p> <p>VALVULA DE COMPUERTA NORMALMENTE ABIERTA</p> <p>VALVULA DE COMPUERTA NORMALMENTE CERRADA</p> <p>VALVULA DE TRES VASOS CON SOLDADURA</p> <p>VALVULA DE CONTROL</p> <p>VALVULA DE CORTE CON ACRUADOR DE PISTON</p>	<p>IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS</p> <p>VARIABLE MEDIDA FUNCION 1na OPCION FUNCION 2da Y 3ra OPCION NUMERO DE IDENTIFICACION</p> <p>FLUJO</p> <p>FLUJO F VALVULA CONTROLADORA DE FLUJO FV</p> <p>NIVEL</p> <p>NIVEL L VEHRO DE NIVEL LB INTERRUPTOR POR ALTO NIVEL LSH INTERRUPTOR POR BAJO NIVEL LSL CONTROLADOR INDICADOR DE NIVEL LC ALARMA POR BAJO NIVEL LAH ALARMA POR ALTO NIVEL LAH VALVULA DE CONTROL DE NIVEL LY TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL LTY</p> <p>SELECTOR</p> <p>MANUAL H SELECTOR MANUAL HS</p> <p>TEMPERATURA</p> <p>TEMPERATURA T INDICADOR DE TEMPERATURA TI CONTROLADOR INDICADOR DE TEMPERATURA TC TRANSMISOR DE TEMPERATURA TT ELEMENTO DE TEMPERATURA TE</p> <p>PRESION</p> <p>PRESION P TRANSMISOR DE PRESION PT INDICADOR DE PRESION PI INDICADOR CONTROLADOR DE PRESION PIC ALARMA POR BAJA PRESION PHL ALARMA POR ALTA PRESION PHH VALVULA REGULADORA DE PRESION PV VALVULA DE SEGURIDAD O RELIEVO PSV INDICADOR DE PRESION DIFERENCIAL PDI INTERRUPTOR POR BAJA PRESION PBL INTERRUPTOR POR ALTA PRESION PAH</p>	<p>MISCELANEOS</p> <p>INTERRUPTOR DE POSICION ABIERTO ZSH INTERRUPTOR DE POSICION CERRADA ZSL INDICADOR DE POSICION ABIERTA ZLH INDICADOR DE POSICION CERRADA ZLH VALVULA DE PARO DE EMERGENCIA SOV VALVULA DE SOLENOIDE SOV CERRADO C ABIERTO O</p> <p>1. TIPO PARA INSTRUMENTOS DE PRESION</p> <p>2. TIPO PARA INDICADOR DE NIVEL</p>	<p>4. TIPO PARA CONTROL DE NIVEL EXTERNO</p> <p>5. TIPO PARA INDICADOR DE TEMPERATURA</p>	<p>1.- LA LOCALIZACION DE ACCESORIOS Y LOS TRAYECTOS DE TUBERIA SON INDEPENDIENTES DE SU REPRESENTACION EN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO</p> <p>2.- TIPO DEL ARRABO DE INSTALACION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD</p> <p>3.- SIMBOLO EN INVOLES</p> <p>ALML NIVEL MIBMO NLML NIVEL NORMAL NLML NIVEL MIBMO</p> <p>4.- ABBREVIATURAS</p> <p>NAC NORMALMENTE ABIERTA CON CERRADO NCC NORMALMENTE CERRADA CON CERRADO PO PRESION DE OPERACION TO TEMPERATURA DE OPERACION SP PRESION DE ALARTE LT LONGITUD TANGENTE - TANGENTE DJ DIAMETRO INTERNO COY CARREZA DIFERENCIAL TOTAL Q FLUJO VOLUMETRICO GPM PB BORNA DE APERTURA/CERRA NC NORMALMENTE CERRADA NA NORMALMENTE ABIERTA SH SUBMETRO NEUMATICO DE GAS HS SELECTOR</p>																																																		
	<p>CODIGO DE TUBERIAS</p> <p>24" PC 125 001</p> <p>ESPECIFICACION DE TUBERIA</p> <p>NUMERO CONSECUTIVO DE LINEA</p> <p>SERVICIO</p> <p>DIAMETRO NOMINAL DE TUBERIA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SERVICIO</th> <th colspan="2">OPORTUNIDAD</th> </tr> <tr> <th>CLAVE</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>CLAVE</th> <th>ABRIGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AI</td> <td>AIRE DE INSTRUMENTOS</td> <td>AB1</td> <td>1500' ABR1</td> </tr> <tr> <td>AP</td> <td>AGUA POTABLE</td> <td>AB2</td> <td>3000' ABR2</td> </tr> <tr> <td>CD</td> <td>DESBLE</td> <td>CD1</td> <td>8000' ABR3</td> </tr> <tr> <td>DA</td> <td>DRENAGE ACEROSO ANHECERADO</td> <td>DD1</td> <td>8000' ABR4</td> </tr> <tr> <td>DP</td> <td>DRENAGE ACEROSO PRESURIZADO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>GM</td> <td>GAS AMARGO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DO</td> <td>GAS DULCE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>GAS SEVERE</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PC</td> <td>MEZCLA DE CRUDO GAS</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SERVICIO		OPORTUNIDAD		CLAVE	DESCRIPCION	CLAVE	ABRIGO	AI	AIRE DE INSTRUMENTOS	AB1	1500' ABR1	AP	AGUA POTABLE	AB2	3000' ABR2	CD	DESBLE	CD1	8000' ABR3	DA	DRENAGE ACEROSO ANHECERADO	DD1	8000' ABR4	DP	DRENAGE ACEROSO PRESURIZADO			GM	GAS AMARGO			DO	GAS DULCE			S	GAS SEVERE			PC	MEZCLA DE CRUDO GAS					<p>3. TIPO PARA INTERRUPTOR DE NIVEL EXTERNO</p>	<p>SIMBOLOS GENERALES DE INSTRUMENTOS</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							
SERVICIO		OPORTUNIDAD																																																						
CLAVE	DESCRIPCION	CLAVE	ABRIGO																																																					
AI	AIRE DE INSTRUMENTOS	AB1	1500' ABR1																																																					
AP	AGUA POTABLE	AB2	3000' ABR2																																																					
CD	DESBLE	CD1	8000' ABR3																																																					
DA	DRENAGE ACEROSO ANHECERADO	DD1	8000' ABR4																																																					
DP	DRENAGE ACEROSO PRESURIZADO																																																							
GM	GAS AMARGO																																																							
DO	GAS DULCE																																																							
S	GAS SEVERE																																																							
PC	MEZCLA DE CRUDO GAS																																																							


INDUSTRIAL SERVICES CORPORATION OF DENVER
ENGINEERING AND CONSTRUCTION SERVICES
DENVER

Fecha de plan: _____
 PLANO DE SIMBOLOGIA Y NOTAS GENERALES
 plano 07-4.2



LISTA DE EQUIPO

CLAVE	SERVICIO
FA-1101	TANQUE SEPARADOR DE PRIMERA ETAPA
FA-1102	TANQUE RECEPTOR DE PRIMERA ETAPA


INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE GUAYAMA
DIRECCION DE SISTEMAS SUPLENENTES
GUAYAMA

Estado de planeo:
PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
 SEGUNDO NIVEL (EL + 21.811 msl.)
 PLATAFORMA DE PERFORACION PP-141-A1

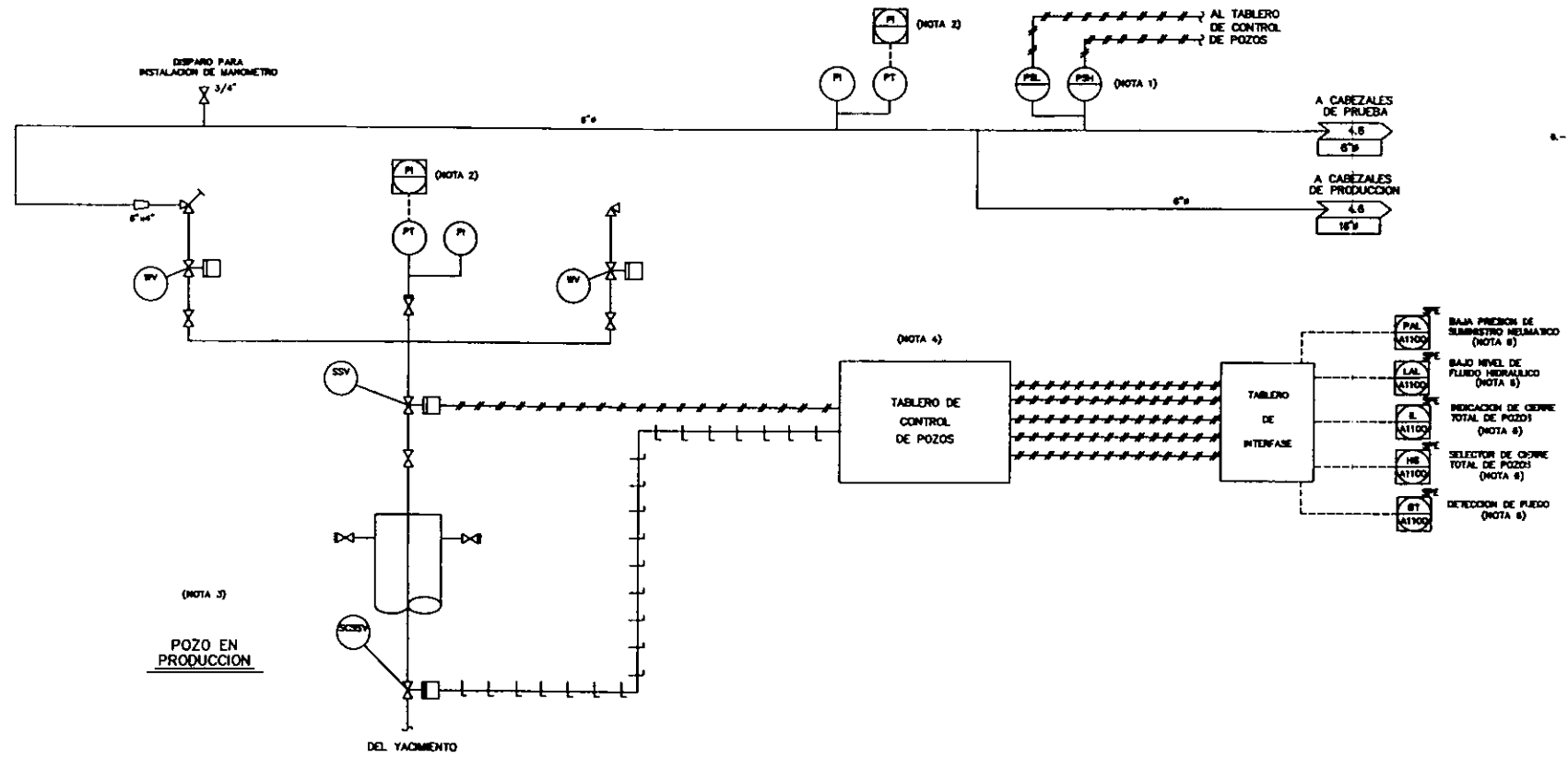
Hoja n°: 4.4

POZO NUMERO	VALORES DE PROTECCION Y PRUEBA				LIMITE DE PROTECCION		LIMITE DE PROTECCION	
	VALOR DE BAJA PRESION (PSI)	VALOR DE BAJA PRESION (PSI)	DE PRESION (PSI)	DE PRESION (PSI)	DE PRESION (PSI)	DE PRESION (PSI)	DE PRESION (PSI)	DE PRESION (PSI)
21								
41								
42								
44								
46-8								
48								
49								
23								
28								
10								
44								
46								
48								

NOTAS

- 1.- LOS INTERRUPTORES POR ALTA Y BAJA PRESION ESTAN INCLUIDOS EN EL TABLERO DE CONTROL DE POZOS Y SOLO SE MUESTRA EN EL DIAGRAMA COMO REFERENCIA.
- 2.- SEÑALIZACION AL CUARTO SOCIA.
- 3.- EL TIPO DE INSTRUMENTACION MOSTRADO PARA EL POZO DEBERA APLICAR TAMBIEN PARA AQUELLOS POZOS QUE SE PERFOREN POSTERIORMENTE.
- 4.- EXISTE UN LUPIN EN EL CUAL LAS CONEXIONES PARA EL DINDO Y/O RECEPCION DE SEÑALES ESTAN DESCONECTADAS.
- 5.- LA DISPOSICION DE LOS POZOS EN EL MOMENTO DEL LEVANTAMIENTO ES EL SIGUIENTE:

POZO	ESTADO DEL LEVANTAMIENTO
10	OPERANDO
21	OPERANDO
22	OPERANDO
23	OPERANDO
28	OPERANDO
41	OPERANDO
42	OPERANDO
44	OPERANDO
46	OPERANDO
48	OPERANDO
49	OPERANDO
840	FUERA DE OPERACION
- 6.- SEÑALIZACION AL SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA.



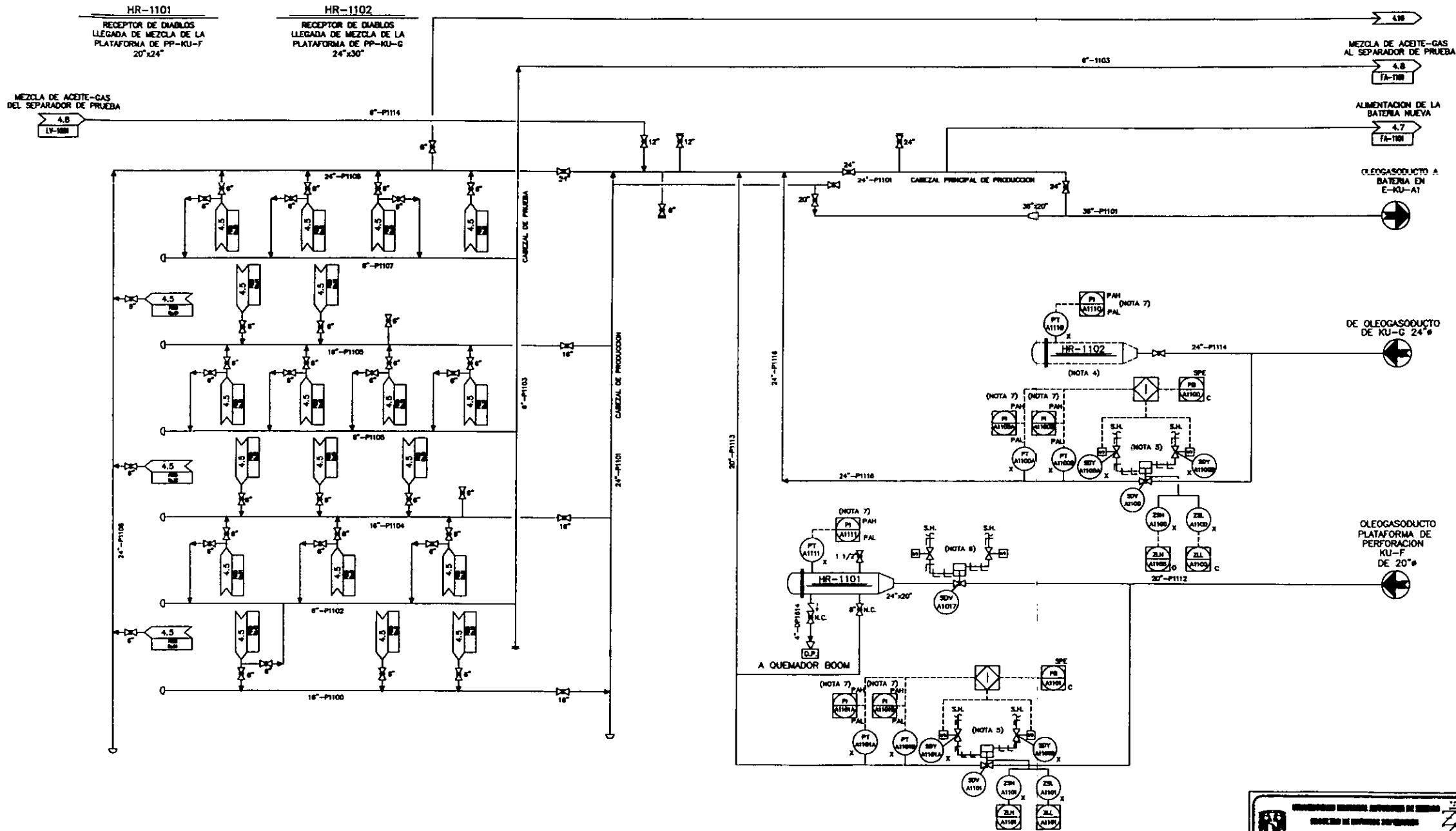
(NOTA 3)
POZO EN PRODUCCION


COMANDO GENERAL SUPERIOR DE PETROLIO
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y FUENTES DE ENERGIA SUPERIOR
LABORATORIO

Estado de planeo

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
SISTEMA DE CONTROL DE POZOS
PLATAFORMA DE PERFORACION PP-44-11

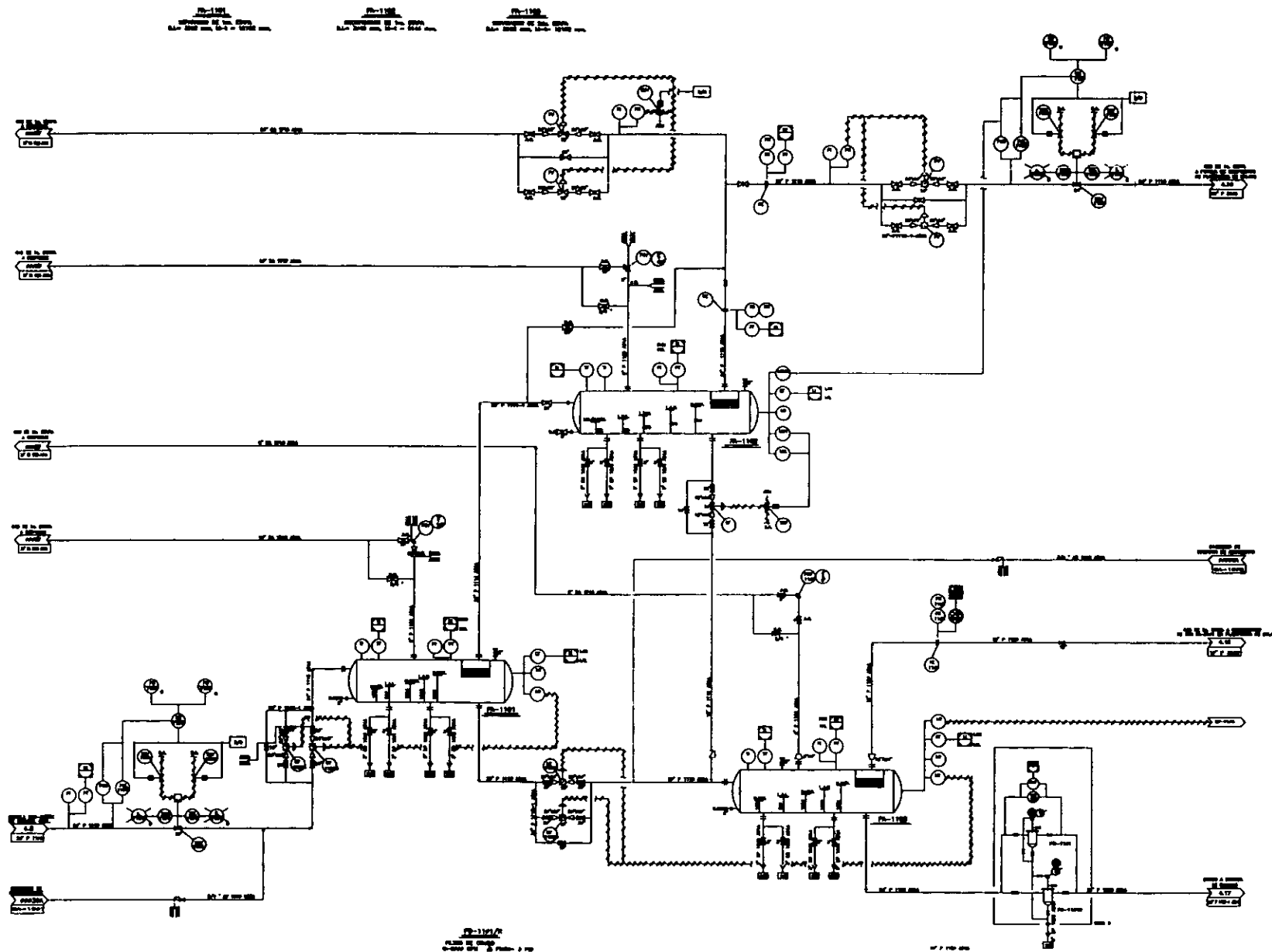
plano n° 4.8





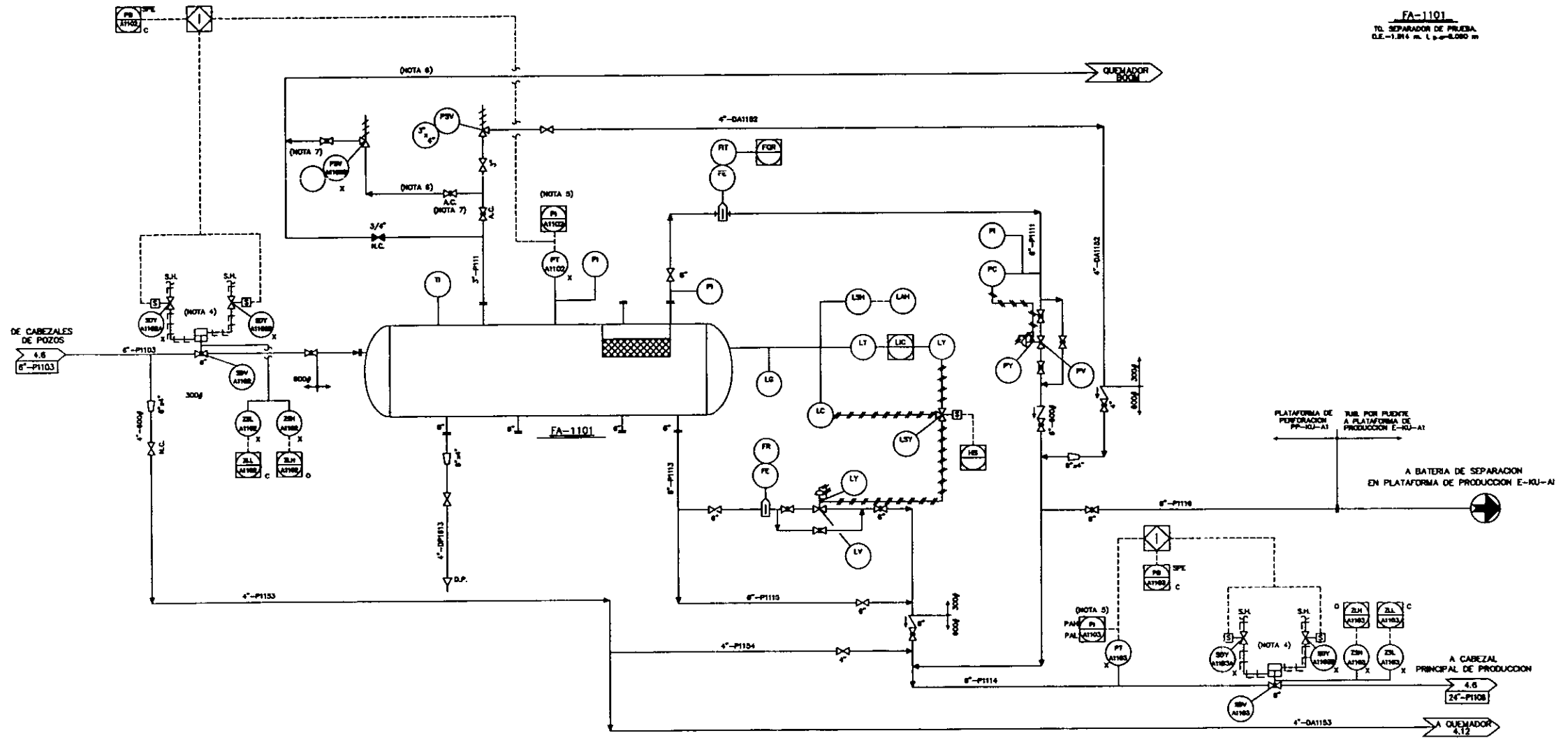

COMPAÑIA NACIONAL PETROLERA DE VENEZUELA
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS
INVESTIGACION


Modelo de plano:
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DE SISTEMA DE CABEZAL EN DE POCOS PLATAFORMA DE PERFORACION PRINJAI

Hoja No. 4.8



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA	
	MÓDULO DE PLANEACIÓN DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN SISTEMA DE SEÑALES Y RESPUESTA DE CALIBRE PLANTILLA DE RESPUESTA P-181-01	
PÁGINA 47		

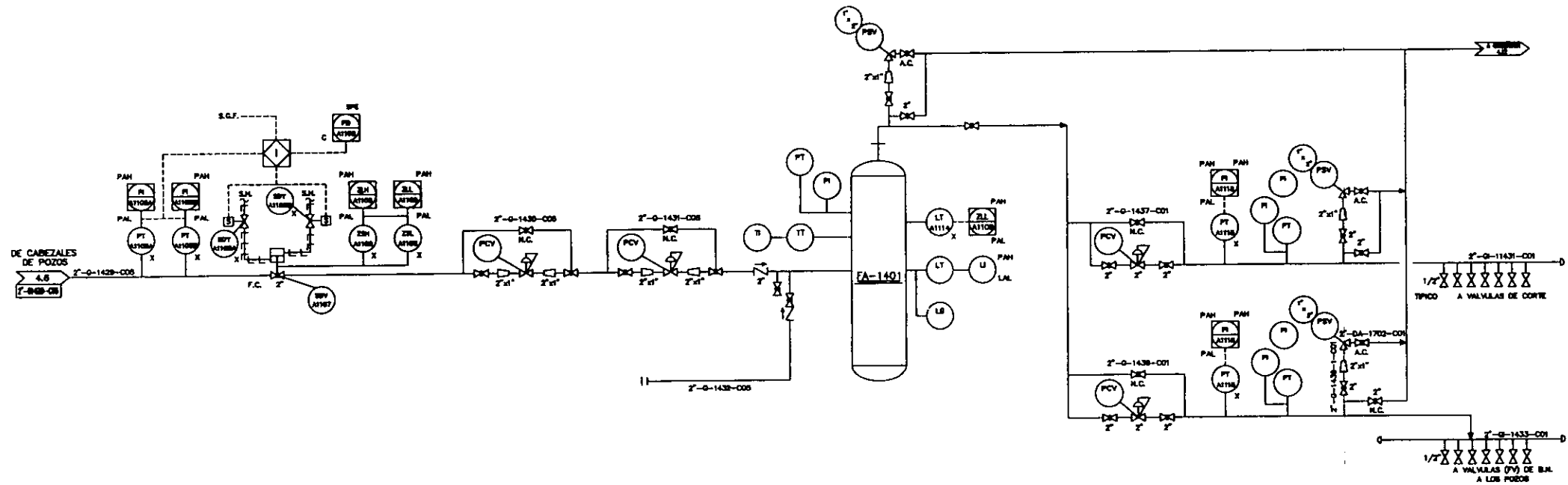




INDUSTRIAS PETROLIFERAS DEL ECUADOR
COMPAÑIA NACIONAL PETROLIFERA
SECCION DE INGENIERIA DE PROCESOS
 QUITO

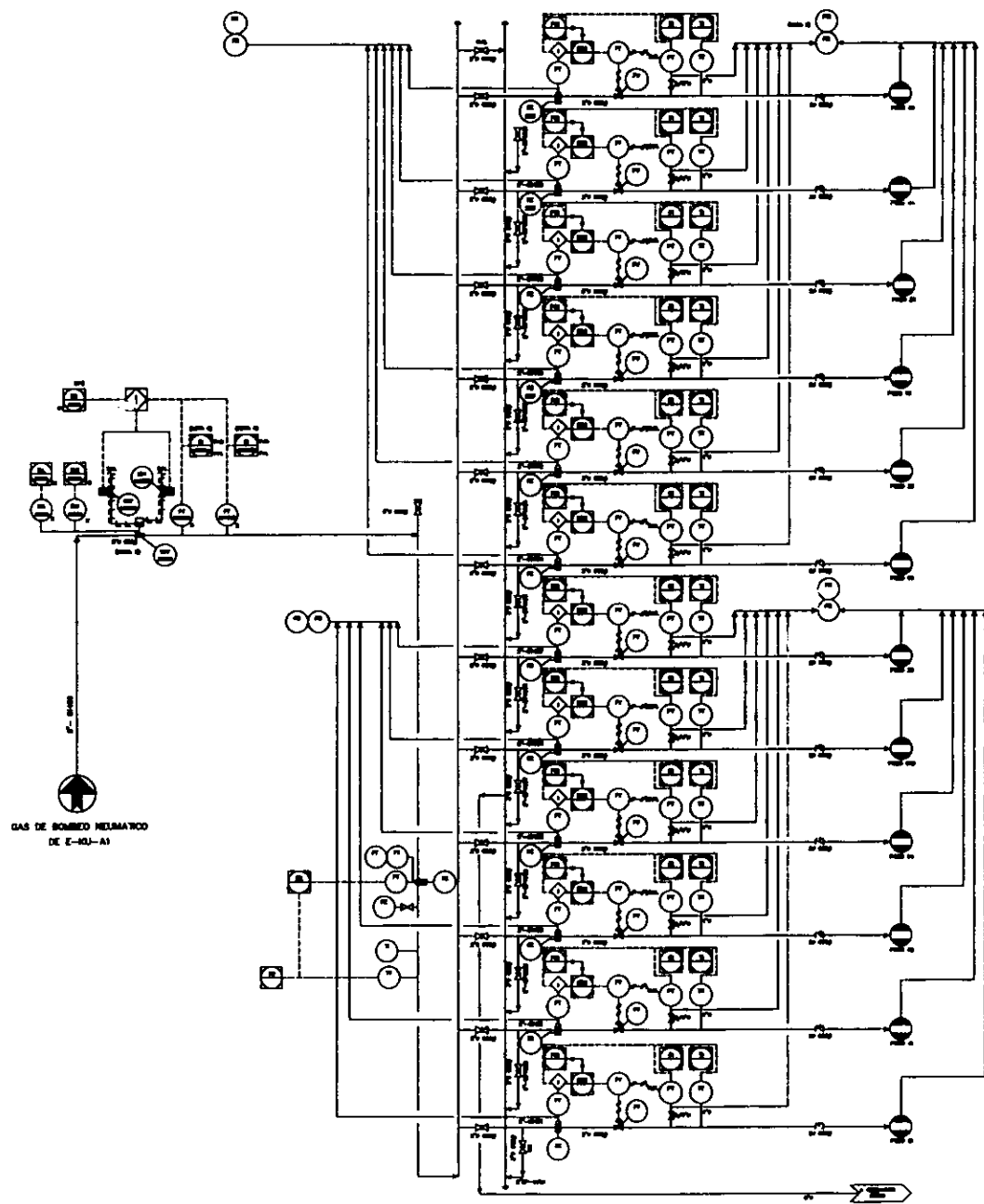
Nombre de planta:
 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 SEPARADOR DE PILESA
 PLATAFORMA DE PERFORACION PP-KU-A1

página nº: 4.8

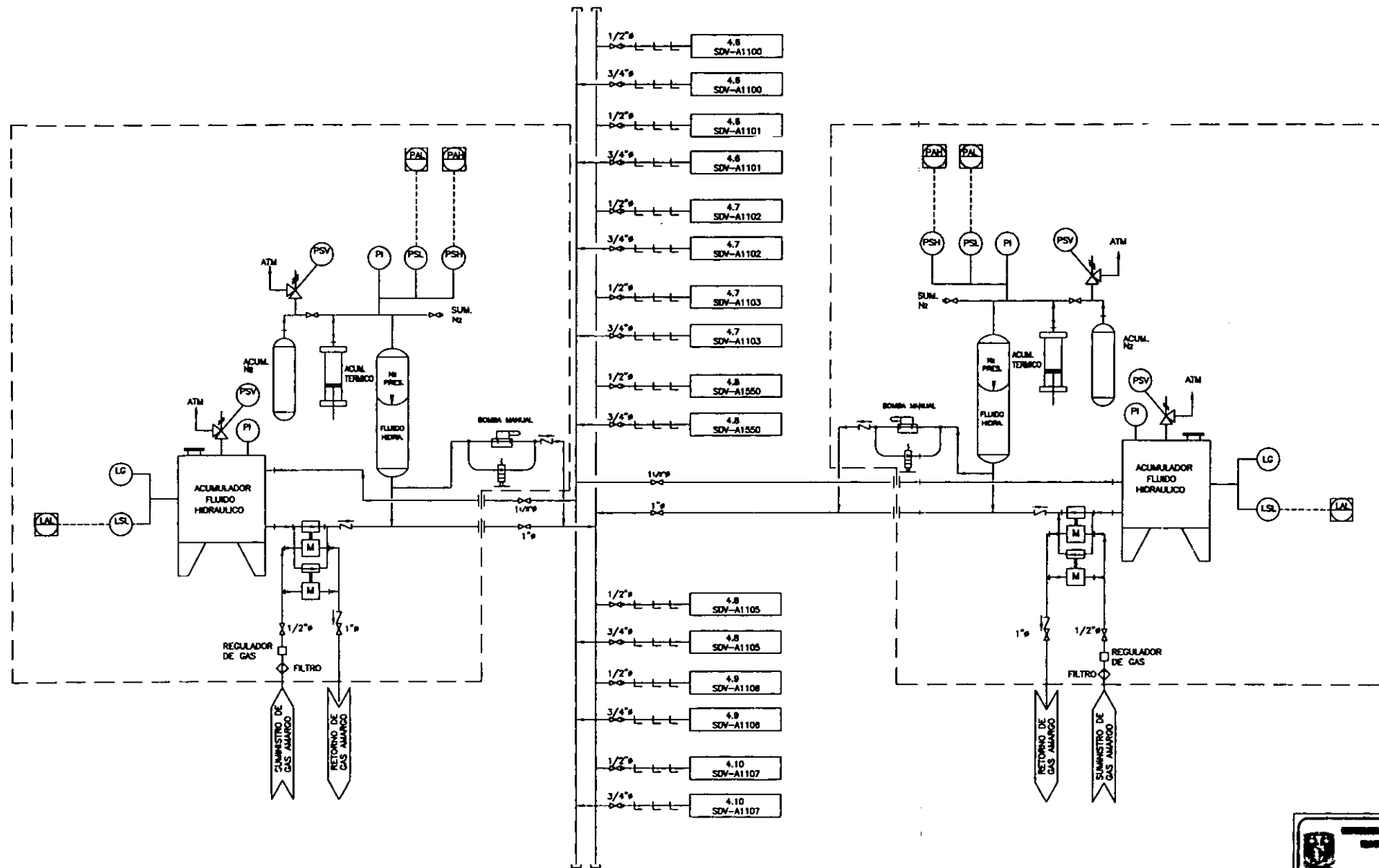
FA-1401
TANQUE DEPURADOR
DE GAS
 D.E.=1.825 mm. L.t.=0.810 mm.




 <p>INDUSTRIAS PETROLERAS DE VENEZUELA COMPAÑIA NACIONAL DE PETROLIO VENUELA</p>
<p>Hoja de plano:</p> <p align="center">DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTALACION SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE PLATAFORMA PUNLAI</p> <p align="right">Página nº. 6.9</p>



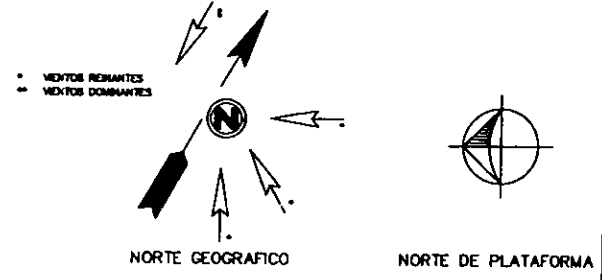
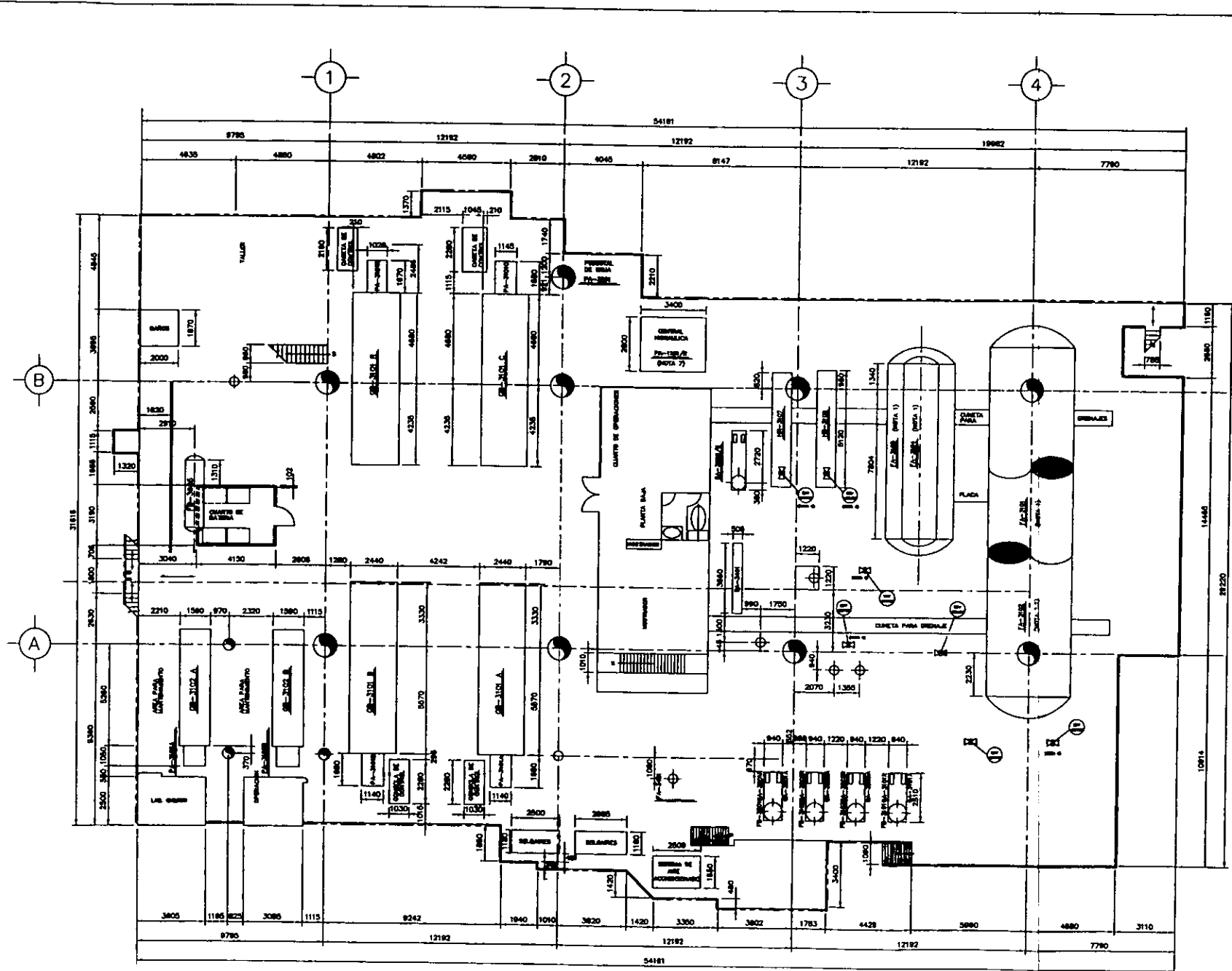
	INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL INSTRUMENTACIÓN
	Estado de planta DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN SISTEMA DE GAS DE BOMBEO NEUMÁTICO A POZOS PLATAFORMA DE PERFORACIÓN PPA-1A1
Hoja N° 4/10	




COMPAÑIA NACIONAL AUTOMOTRIZ DE GUAYAMA
INDUSTRIA DE AUTOMOTRICES
GUAYAMA

Hoja de plano:
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
CENTRAL HIDRAULICA
PLATAFORMA DE PERFORACION PPL-1A1

plano nº: 4.12



LISTA DE EQUIPO

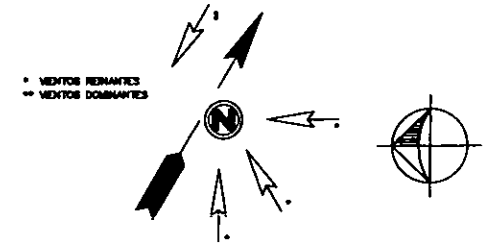
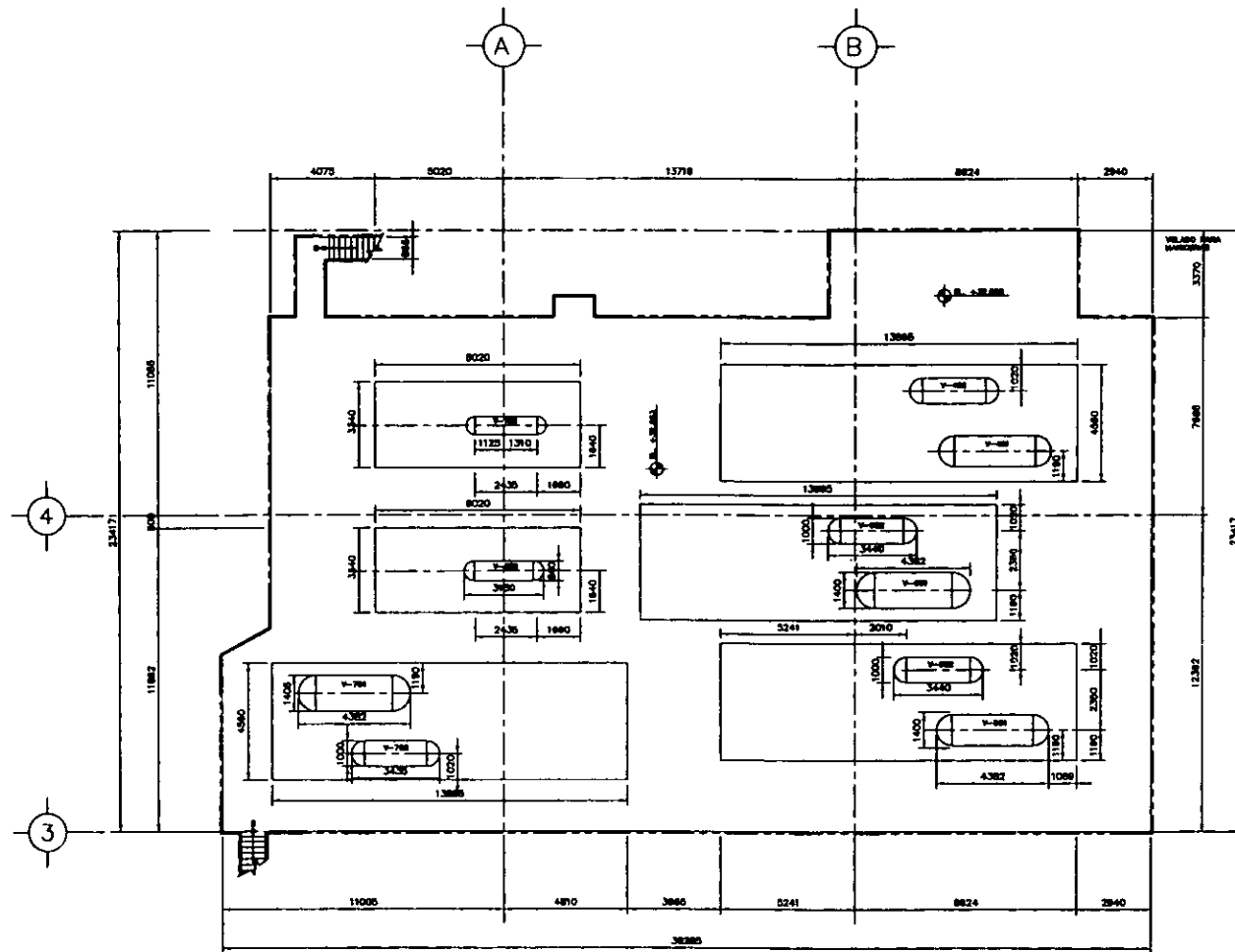
CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
2da. NIVEL (D.L.+25.843 m.)		
EA-3401	CALENTADOR DE GAS COMBUSTIBLE	Q=067 MMRTU/hr.
FA-3401	SEPARADOR DE 1ra. ETAPA	D.E.=3.882 m. L ₁ =18.176 mm.
FA-3402	SEPARADOR DE 2da. ETAPA	D.E.=3.882 m. L ₁ =18.300 mm.
FA-3403	REFRIGERADOR DE 1ra. ETAPA	D.E.=3.882 m. L ₁ =18.34 mm.
FA-3404	REFRIGERADOR DE 2da. ETAPA	D.E.=1.824 m. L ₁ =18.000 mm.
FA-3405	SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE	D.E.=0.407 m. L ₁ =1.440 mm.
FA-3402	SEPARADOR DE GAS RESIDUAL	D.E.=0.810 m. L ₁ =1.230 m.
FA-3403	SEPARADOR DE GAS	D.E.=4.320 mm. L ₁ =1.880 m.
FB-3103	1a. TANQUE DE AROMATICOS	D.E.=0.842 m. L ₁ =1.220 m.
FB-3102	2a. TANQUE DE AROMATICOS	D.E.=0.842 m. L ₁ =1.220 m.
FB-3101	TANQUE DE ANTIESTRUMANTE	D.E.=0.842 m. L ₁ =1.220 m.
FB-3801	TANQUE REFINADOR DE CORROSION A GASODUCTO	D.E.=0.842 m. L ₁ =1.220 m.
FB-3201	TANQUE REFINADOR DE CORROSION SISTEMA DE COMP.	D.E.=1.016 m. L ₁ =1.220 mm.
FB-3805	TANQUE RECOLECTOR DE CONDENSADOS	D.E.=0.810 m. L ₁ =1.230 m.
FB-3101 AB	FILTROS DE CRUDO ESTABILIZADO	Q=0800 GPM. ΔP=MAX=5 PSIG
GA-3102 A/B	2da. BOMBA DOSIFICADORA DE AROMATICOS	Q=000-0.005 GPM. ΔP=MAX=145 PSIG
GA-3103 A/B	1ra. BOMBA DOSIFICADORA DE AROMATICOS	Q=000-0.005 GPM. ΔP=MAX=145 PSIG
GA-3104 A/B	BOMBA DOSIFICADORA DE ANTIESTRUMANTE	Q=000-0.024 GPM. ΔP=MAX=231 PSIG
GA-3202 A/B	BOMBA DOSIFICADORA DE REFINADOR DE CORROSION AL SISTEMA DE CORROSION	Q=000-0.040 GPM. ΔP=MAX=64 PSIG
GB-3101 A-C	TURBOCOMPRESORES DE GAS CENTAURO	Q=63 MMSCFD. ΔP=90 PSIG
GB-3109	TURBO COMPRESOR DE GAS TALLER	Q=5.5 MMSCFD. ΔP=130 PSIG
GB-3102 A/B	RECOLECTORES DE VAPOR T.C. SATURNO	
PA-3001	GRUA DE PEDESTAL	CAP=50TON
PA-3101 A-C	PATIN DE VALVULAS DE GB-3101 A-C	
PA-3102 A/B	PATIN DE VALVULAS DE GB-3102 A-B	
PA-3109	PATIN DE VALVULAS DE GB-3109	
PA-1100	PAQUETE DE SUMINISTRO HIDRAULICO	
HR-3107	TRAMPA RECEPTORA DE DIABLOS G.C. DE AKAL L.	
HR-3108	LANZADOR DE DIABLOS G.C. A RU-H	

COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS
ARMADA

Hoja de plano:

RAMO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
 SELECCION NIVEL: 2da. + 25.843 m.
 PLATAFORMA DE PERFORACION PA-AJAL


plano 05 414



NORTE GEOGRAFICO NORTE DE PLATAFORMA

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	SERVICIO	CLAVE
FA-3000 A (7-101)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 B (7-102)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 C (7-103)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 D (7-104)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 E (7-105)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 F (7-106)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 G (7-107)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 H (7-108)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 I (7-109)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 J (7-110)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 K (7-111)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 L (7-112)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 M (7-113)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 N (7-114)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 O (7-115)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 P (7-116)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 Q (7-117)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 R (7-118)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 S (7-119)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 T (7-120)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 U (7-121)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 V (7-122)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 W (7-123)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 X (7-124)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 Y (7-125)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 Z (7-126)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AA (7-127)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AB (7-128)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AC (7-129)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AD (7-130)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AE (7-131)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AF (7-132)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AG (7-133)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AH (7-134)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AI (7-135)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AJ (7-136)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AK (7-137)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AL (7-138)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AM (7-139)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AN (7-140)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AO (7-141)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AP (7-142)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AQ (7-143)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AR (7-144)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AS (7-145)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AT (7-146)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AU (7-147)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AV (7-148)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AW (7-149)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.
FA-3000 AX (7-150)	TANQUE SEPARADOR DE OXIGENOS DE ALTA PRESION	0.5-1002 mm. 12-7-3000 mm.

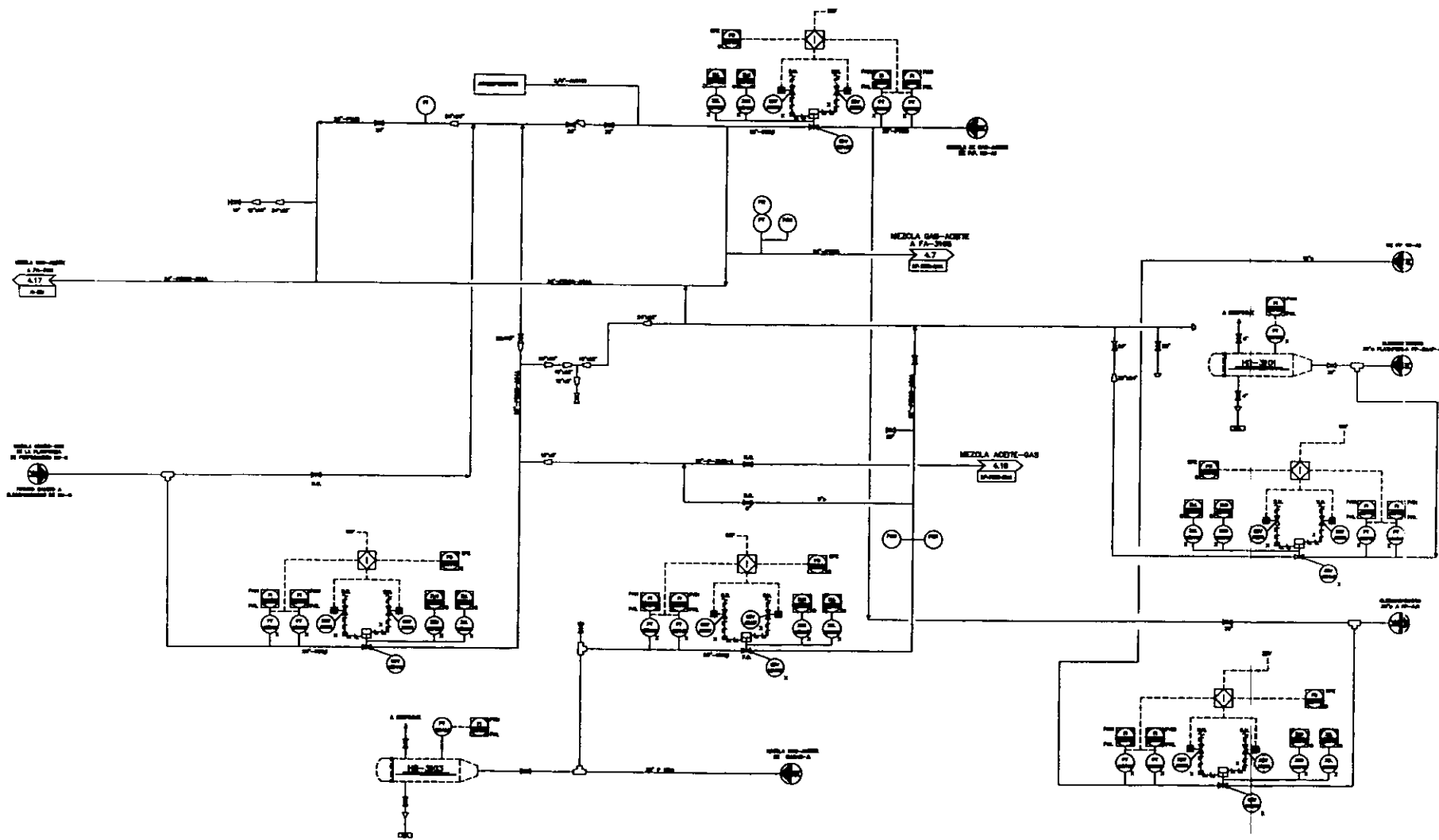

COMPAÑIA GENERAL DE SERVICIOS
INDUSTRIAL DE OXIGENOS
SECCION DE OXIGENOS
SECCION

Hecho en plano:
PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO
 TERCER NIVEL (S.L. 32.688-4)
 PLATAFORMA DE ENLACE BAU-1

1988 07. 418

HR-3101
RECEPTOR DE DIABLOS
PLATAFORMA ZAP-C
30' x 42'

FR-3104
RECEPTOR DE DIABLOS
PLATAFORMA SU-H
20' x 24'



	COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS	
	COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS	
Estado de planta:		
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION SISTEMA DE INTEGRACION DE TRAMPA DE DIABLOS PLATAFORMA DE ENLACE KUJAJ		
Página 174 de 418		

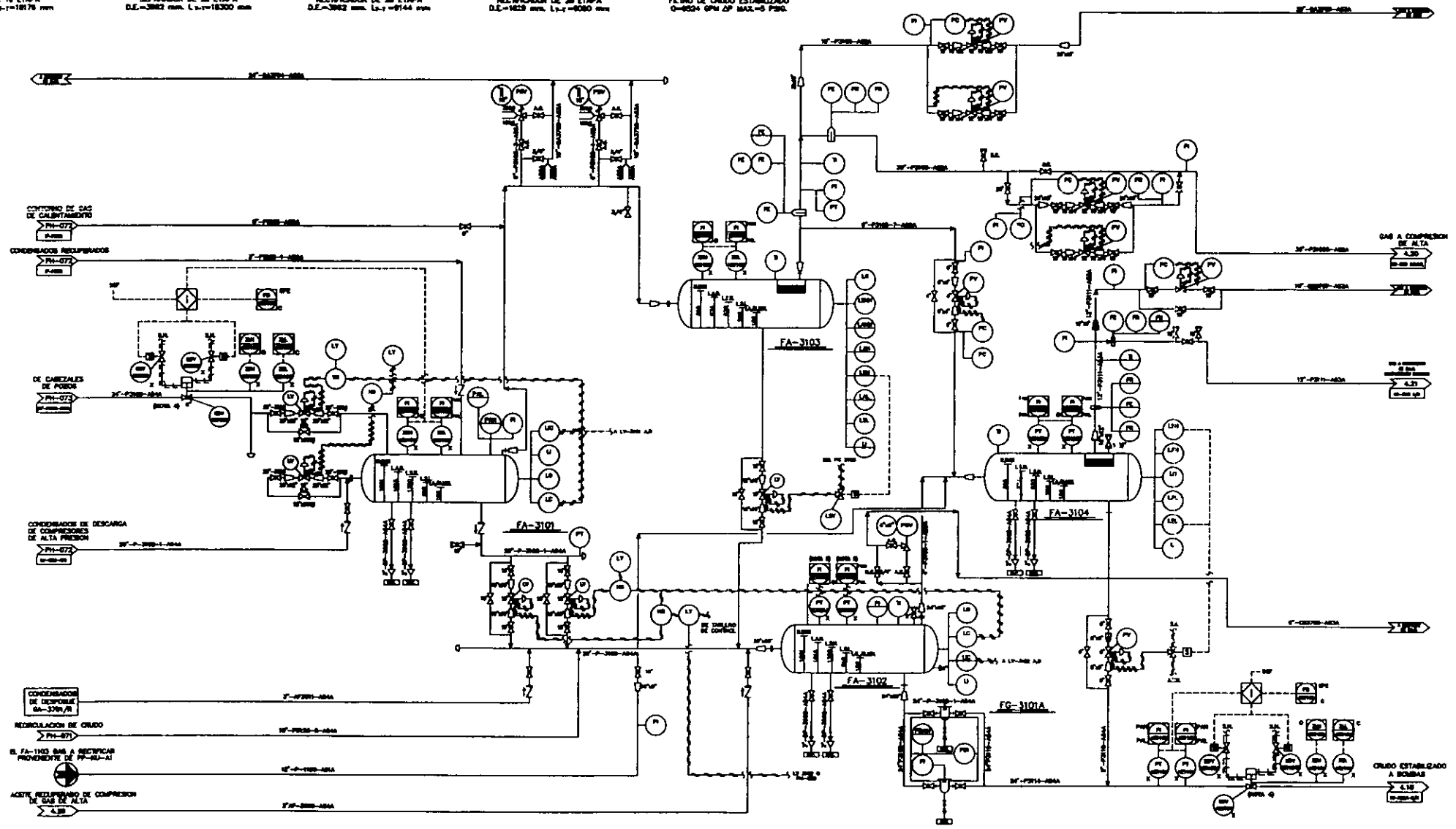
FA-3101
SEPARADOR DE 1a ETAPA
D.E.=3862 mm. L₁-1=18176 mm

FA-3102
SEPARADOR DE 2a ETAPA
D.E.=3862 mm. L₁-1=18300 mm

FA-3103
RECTIFICADOR DE 2a ETAPA
D.E.=3862 mm. L₁-1=9144 mm

FA-3104
RECTIFICADOR DE 3a ETAPA
D.E.=1429 mm. L₁-1=8080 mm

FG-3101A/B
FILTRO DE CRUDO ESTABILIZADO
Q=6204 GPM/1P MAX.=5 P.S.I.



COMANDANTE EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS
COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS

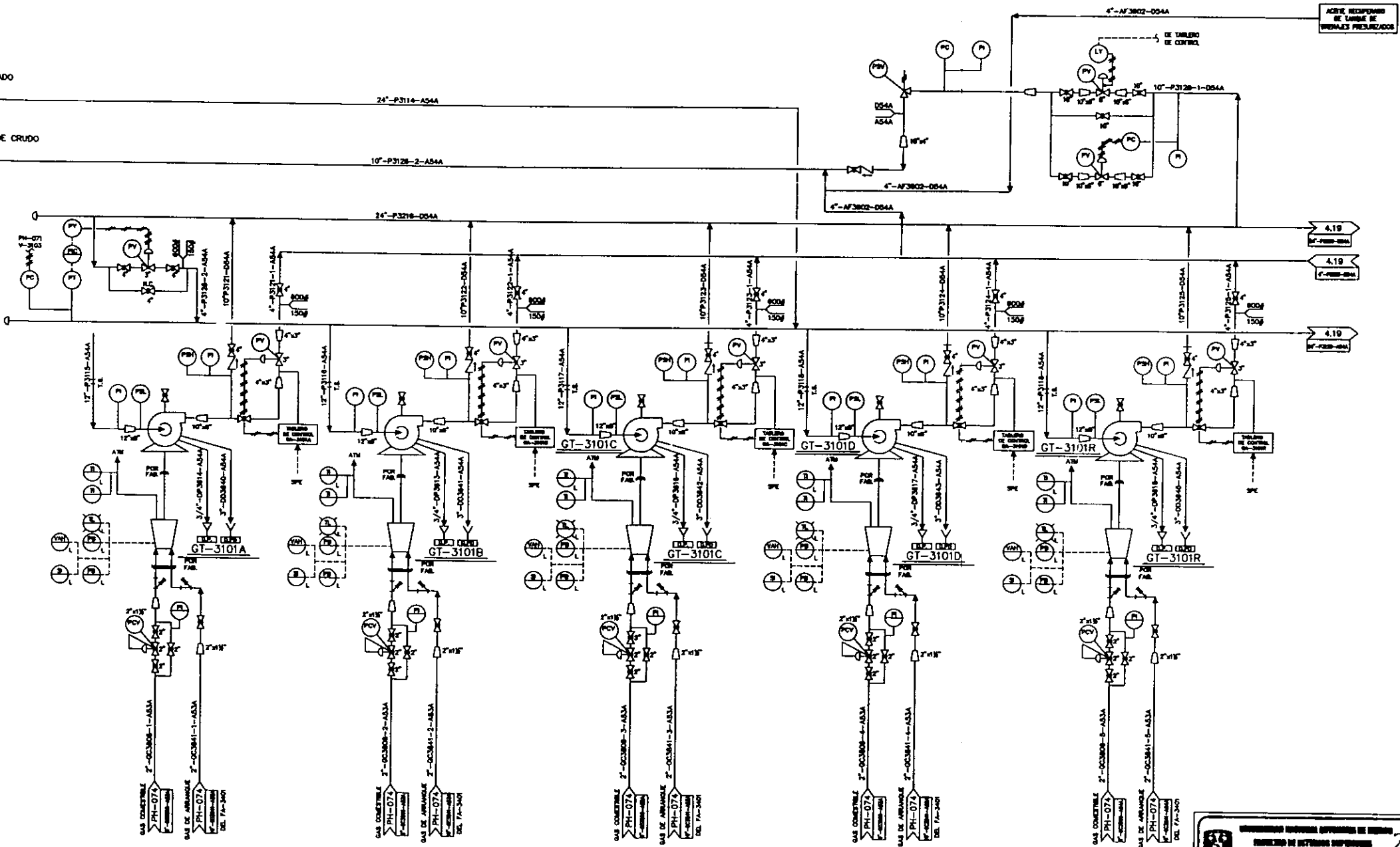
Modelo de planta:

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
SISTEMA DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO
PLATAFORMA DE ENLACE ENL-1A1

Plano: 07-4.17

CRUDO ESTABILIZADO
DEL FA-3102

RECIRCULACION DE CRUDO
A FA-3102



GAS COMESTIBLE
PH-07A
F-3101A-1-ASAA

GAS DE ARRANQUE
PH-07A
F-3101A-1-ASAA

DEL FA-301

GAS COMESTIBLE
PH-07A
F-3101B-2-ASAA

GAS DE ARRANQUE
PH-07A
F-3101B-2-ASAA

DEL FA-301

GAS COMESTIBLE
PH-07A
F-3101C-3-ASAA

GAS DE ARRANQUE
PH-07A
F-3101C-3-ASAA

DEL FA-301

GAS COMESTIBLE
PH-07A
F-3101D-4-ASAA

GAS DE ARRANQUE
PH-07A
F-3101D-4-ASAA

DEL FA-301

GAS COMESTIBLE
PH-07A
F-3101R-5-ASAA

GAS DE ARRANQUE
PH-07A
F-3101R-5-ASAA

DEL FA-301

INDUSTRIAL INSTITUTION OF ENGINEERS

INSTITUTO DE INGENIEROS INDUSTRIALES

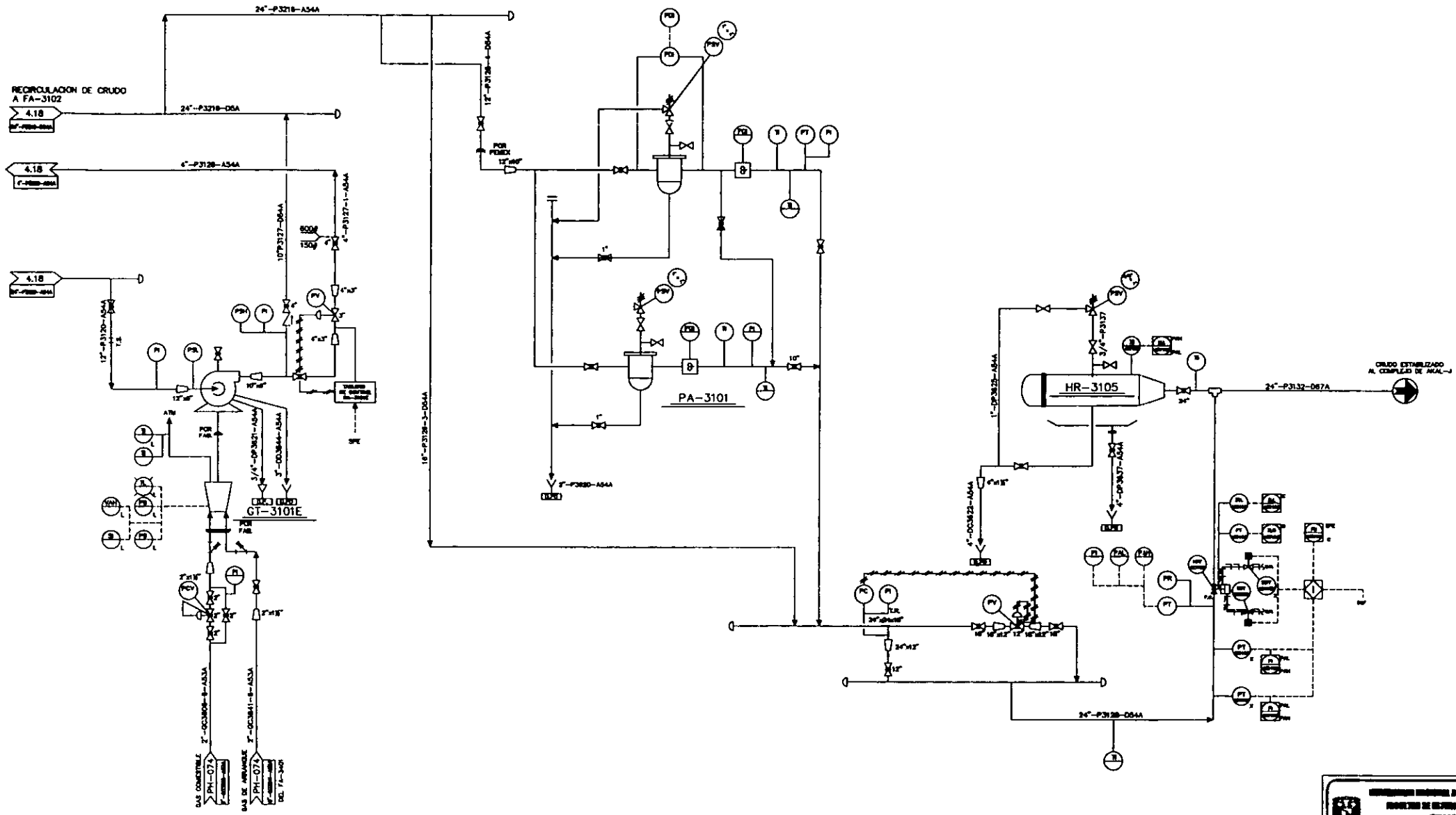
MEMBER



Logo of the Industrial Institution of Engineers

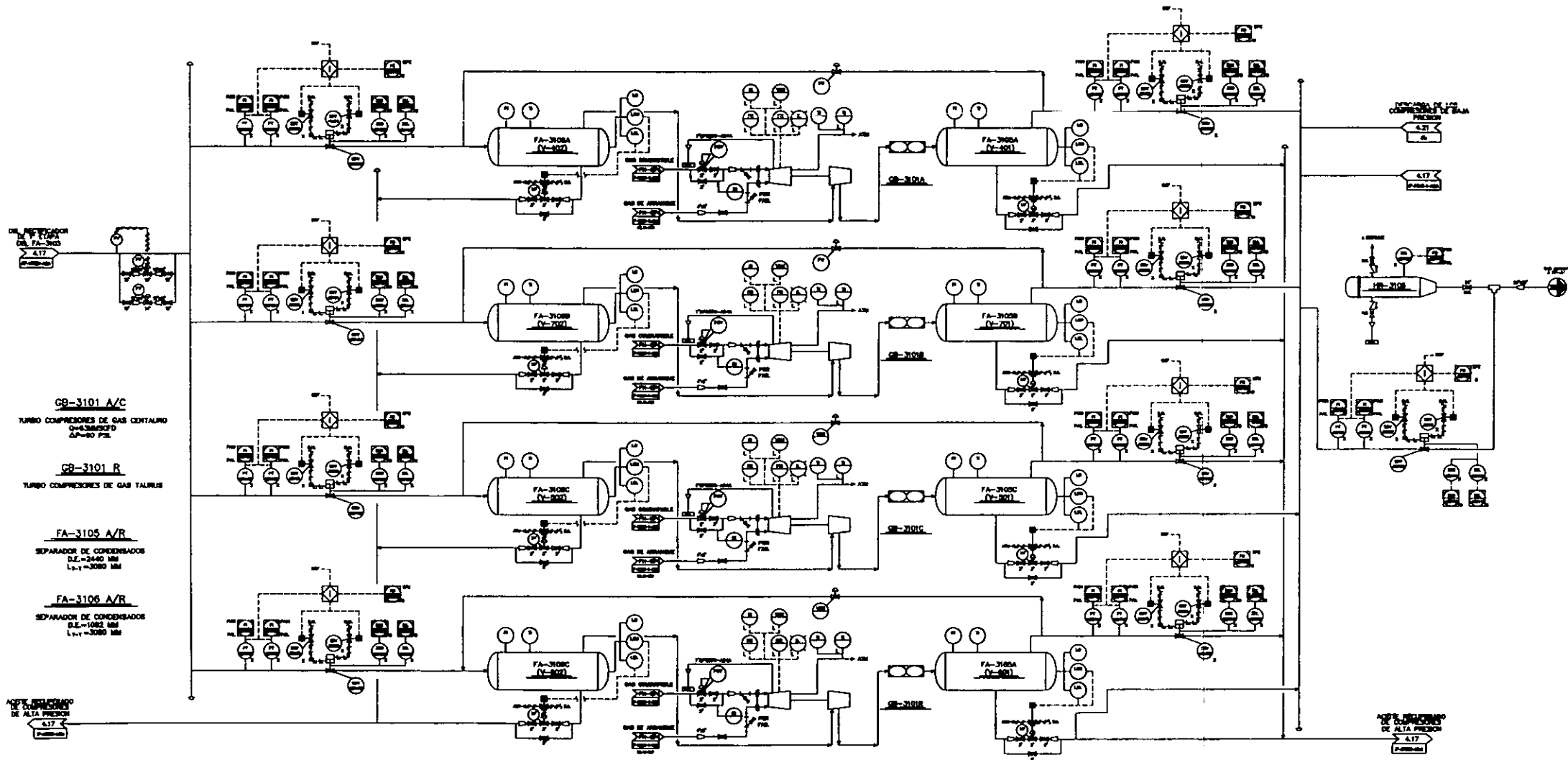
Value de plano:

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
SISTEMA DE BOMBAS Y UNIDAD DE CALDO
PLATAFORMA DE ENLACE E-11A1

plano n° 4.18



	COMPAÑIA NACIONAL PETROLERA DE GUAYANA INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES GUAYANA	
	Oficina de planta DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION SISTEMA DE BOMBEO Y ENFRIAMIENTO DE CRUDO PLATAFORMA DE ENLACE B-RJ1A1	
Hoja No. 4.18		



CB-3101 A/C
TURBO COMPRESOR DE GAS CENTRAL
Q=4.3833CFD
ΔP=80 PSI

CB-3101 R
TURBO COMPRESOR DE GAS TALAUSO

FA-3105 A/R
SEPARADOR DE CONDENSADOS
D.E.=2440 MM
L.V.=3080 MM

FA-3106 A/R
SEPARADOR DE CONDENSADOS
D.E.=1082 MM
L.V.=3080 MM

INYECCION DE GAS TALAUSO DE ALTA PRESION
4.17

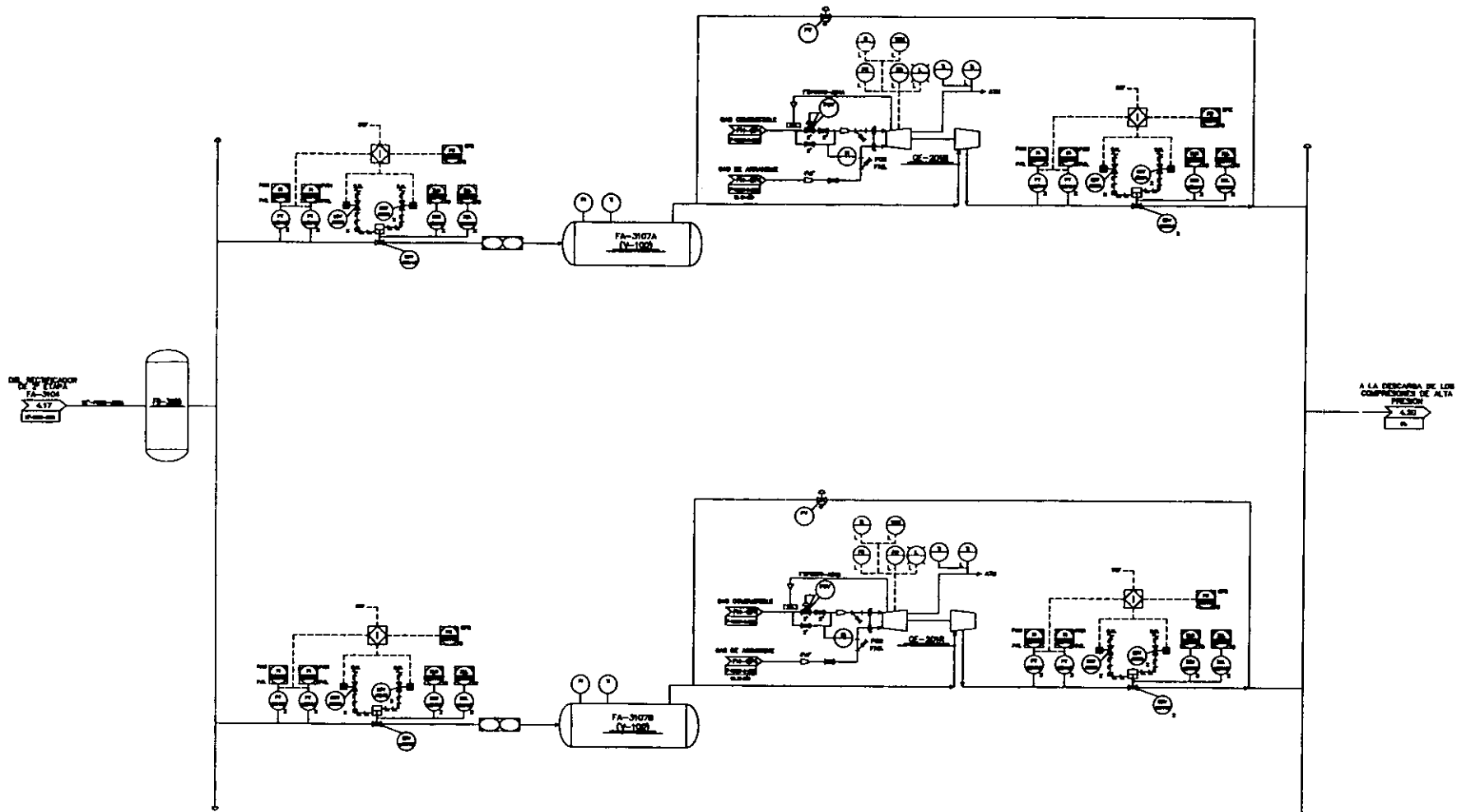
INYECCION DE GAS TALAUSO DE ALTA PRESION
4.17

	INDUSTRIAS PETROLERAS DE GUAYAMA PLANTA DE REFINADO SUPERIOR GUAYAMA	
	Estado de planta: ESQUEMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION SISTEMA DE COMPRESION DE ALTA PRESION PLATAFORMA DE BILBAO E INLAJ	
Plano N°: 4.30		

GE-201 /R
COMPRESORES DE GAS SARIIMO

FA-3107 A/B
SEPARADOR DE CONDENSADOS
D.E.=764 MM
L.=2435 MM

FB-3605
SEPARADOR DE CONDENSADOS
D.E.=918 MM
L.=3850 MM



COMPAÑIA NACIONAL SERVICIOS DE INGENIERIA
PROYECTO DE REFINERIA SUPERIOR
INDUSTRIAL

Hoja de plano:

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
SISTEMA DE COMPRESION DE BAJA PRESION
PLATAFORMA DE ENLACE E-RUAY

plano n°: 4.21

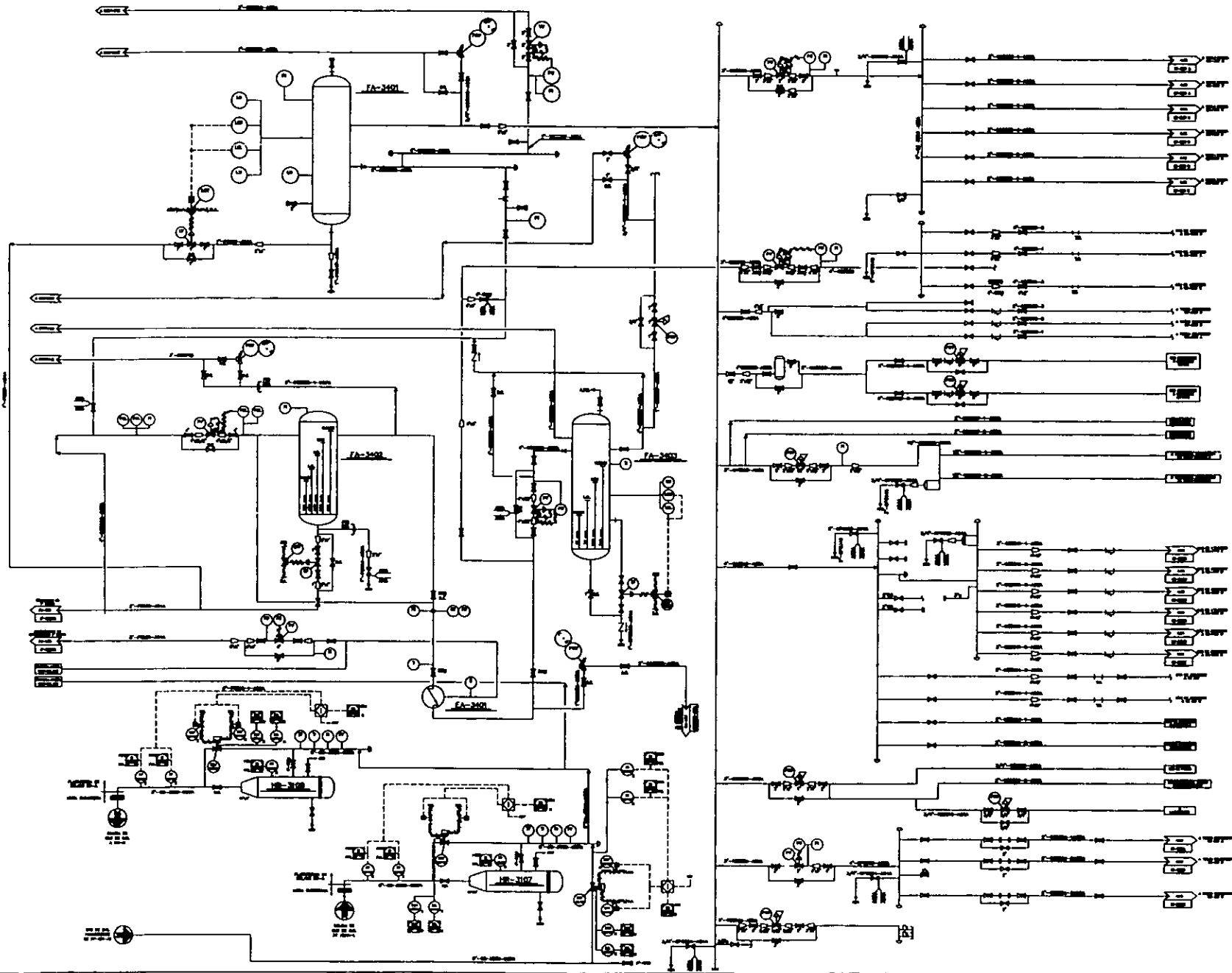
FA-3403
SEPARADOR DE GAS RESIDUAL
D.E.=0.408 mts. h.p.=2.00 mts.

FA-3401
SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE
D.E.=0.457 mts. h.p.=1.488 mts.

FA-3402
SEPARADOR DE GAS RESIDUAL
D.E.=0.610 mts. h.p.=1.828 mts.

FA-3104
CALENTADOR DE COMBUSTIBLE
D.E.=1.17 l.t. MBTU/HR

HR-3106
LANZADOR DE DIABLOS A RU-11
10" x 8"

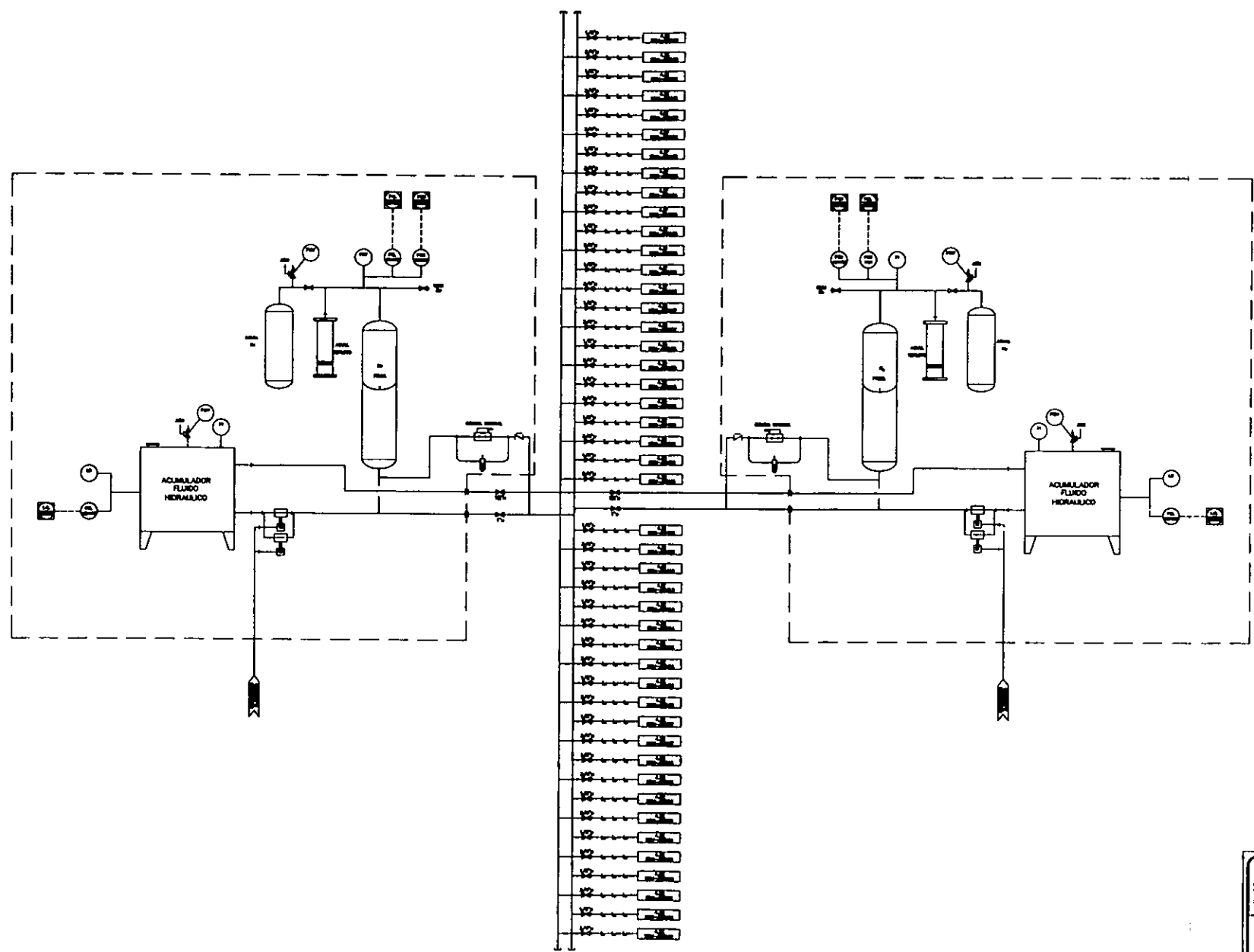



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES PETROLÍFERAS
MIRAFLORES

Hoja de plano

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACIÓN
SISTEMA DE CONTROL DE GAS COMBUSTIBLE (G.C.)
PLATAFORMA DE BILACÉ S-101-11

Hoja N° 4.22




MINISTERIO DE ENERGIA Y FUERZA
REPUBLICA DE COLOMBIA
BOGOTA

Hoja de plano:
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
CENTRAL HIDRAULICA
PLATAFORMA DE BRACE S-AL-1

Hoja N.º 623

CONCLUSIONES

- De acuerdo a las condiciones climáticas como al tirante de agua considerado en la sonda de Campeche el tipo de plataforma utilizado en la perforación, producción, compresión, etc. es el tipo convencional jacket.
- Por su peso, funcionamiento y mantenimiento las válvulas de corte que son utilizadas en las plataformas marinas son del tipo bola de paso completo, permitiendo con esto el libre paso del diablo en las trampas sin ningún problema en los límites de batería.
- Los tipos de actuadores para este tipo de válvulas e instalaciones son recomendables los tipos hidráulicos con un sistema de suministro de fluido independiente.
- La ubicación de las válvulas de corte son en los puntos estratégicos de las instalaciones para prevenir fugas, fallas, y posibles contingencias.
- Para el caso en específico de las plataformas del activo KU-MALOOB-ZAAP del ejemplo se seleccionaron las válvulas de corte tipo bola como sus actuadores hidráulicos dependiendo de las condiciones de operación, temperatura, presión, flujo, así como de sus materiales.

BIBLIOGRAFIA

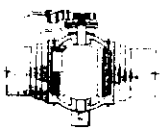
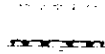
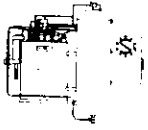
- **CREEN W. R.** "VALVULAS, SELECCION, USO Y MANTENIMIENTO", ED. MCGRAW-HILL; SEP. 1990.
- **CROKER Y KING.** "PIPING HANBOOK"; ED. MCGRAW-HILL 5° EDICION.
- **HOWARD F. R.** "PIPING DESING FOR PROCES PLANT", ED. JOHN WILEY & SONS 1976.
- **MORA C. L. Y GARCIA P. A.** "MODERNA TECNOLOGIA DEL GAS NATURAL"; ED. REVERTE.
- **MORA C. L. Y GARCIA P. A.** "MODERNA TECNOLOGIA DEL PETROLEO"; ED. REVERTE.

CATALOGO DE PROVEEDORES:

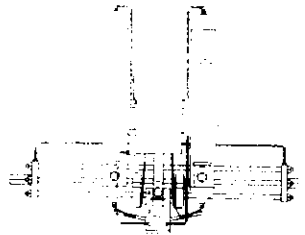
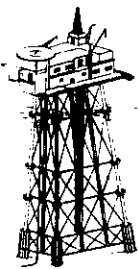
- CAMERON BALL VALVES.
- VALVES OPERATING SYSTEMS.
- ROTORK-ACTUATOR.
- BETTIS, ACTUATOR & CONTROLS.

CODIGOS DE CONSTRUCCION INTERNACIONAL:

- CODIGO ASTM.
- CODIGO ANSI SECCION B31.
- ESTANDAR API 6D PARA CONSTRUCCION DE VALVULAS.
- ESTANDAR API 600 PARA CONSTRUCCION DE VALVULAS.



MEMORIA DE CALCULO



CALCULO DEL TORQUE PARA UNA VALVULA DE BOLA

Calculando el torque para una válvula de bola de 6" ϕ con un libraje de 600 # y una presión de operación de 70 Kg/cm².

$$70 \text{ Kg/cm}^2 * (1 \text{ lb}/0.454 \text{ Kg}) * (2.5 \text{ cm}/1 \text{ plg})^2 = 964 \text{ lb/plg}^2$$

Con la información de la tabla 1.6 se obtiene la siguiente expresión del torque.

$$\text{Torque} = 4823 + (1.47 * P)$$

Donde:

$$P = \text{Presión de operación (lb/plg}^2\text{)}$$

$$\text{Torque} = 4823 + (1.47 * 964)$$

$$\text{Torque} = 6240 \text{ lb/plg}^2$$

Multiplicando este valor por el factor de seguridad de 1.13 se obtiene:

$$\text{Torque} = 6240 \text{ lb/plg}^2 * 1.13$$

$$\text{Torque} = 7051 \text{ lb - plg}$$

Calculando el torque para una válvula de bola de 24" ϕ con un libraje de 600 # y una presión de operación de 9 Kg/cm².

$$9 \text{ Kg/cm}^2 * (1 \text{ lb}/0.454 \text{ Kg}) * (2.5 \text{ cm}/1 \text{ plg})^2 = 125 \text{ lb/plg}^2$$

Con la información de la tabla 1.7 se obtiene la siguiente expresión del torque:

$$\text{Torque} = 35\,000 + (74 * P)$$

Donde:

$$P = \text{Presión de operación (lb/plg}^2\text{)}$$

$$\text{Torque} = 35\,000 + (74 * 125)$$

$$\text{Torque} = 44\,169 \text{ lb/plg}^2$$

Multiplicando este valor por el factor de seguridad de 1.25 se obtiene:

$$\text{Torque} = 44\,169 \text{ lb/plg}^2 * 1.25$$

$$\text{Torque} = 55\,211 \text{ lb - plg}$$

El siguiente paso para el dimensionamiento del actuador de la válvula es ver los catálogos de proveedor y seleccionar el actuador con un torque mínimo Tare y un torque mínimo S.R. entre este valor.

El tipo de actuador (neumático, hidráulico, hidroneumático), dependerá del torque requerido para abrir y cerrar la válvula sin dañar los internos de esta, garantizando la apertura de la válvula adecuadamente.

El modelo del actuador que cumpla con los requerimientos de torque mínimo seleccionado se buscara en las tablas que a continuación se muestran.

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators G-Series (cont.)

Actuator Model	See Bellis Definitions	Direction of Rotation	Operating Pressure (PSIG)												
			500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000				
			Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)												
G8008 0	Start/End	○		542867	723823	1085734	1447646								
	Minimum	○		286513	382018	573027	764035								
	Start/End	●		478720	636293	957440	1276586								
	Minimum	●		252658	336877	505315	673754								
G8009 0	Start/End	○	458044	687066	916088	1374133									
	Minimum	○	241746	362618	483491	725237									
	Start/End	●	415279	622919	830559	1245838									
	Minimum	●	219175	328763	438350	657526									
G8010 0	Start/End	○	565487	848230	1130973										
	Minimum	○	298451	447677	596903										
	Start/End	●	522722	784083	1045443										
	Minimum	●	275881	413821	551762										
G8012 0	Start/End	○	814301	1221451											
	Minimum	○	429770	644655											
	Start/End	●	771536	1157304											
	Minimum	●	407199	610799											
G10006 0	Start/End	○				1068770	1335962	1603155	2137540	2671925					
	Minimum	○				564073	705091	846109	1128146	1410182					
	Start/End	●				755190	943987	1132785	1510380	1987974					
	Minimum	●				398572	498215	597859	797145	996431					
G10007 0	Start/End	○				1091036	1454714	1818393	2182072	2909429					
	Minimum	○				575824	767766	959707	1151649	1535532					
	Start/End	●				855851	1141134	1426418	1711702	2282269	Consult				
	Minimum	●				451699	602265	752832	903398	1204531	Factory				
G10008 0	Start/End	○		950018	1425026	1900035	2375044	2850053							
	Minimum	○		501398	752097	1002796	1253495	1504195							
	Start/End	●		793228	1189841	1586455	1983069	2379683							
	Minimum	●		418648	627972	837296	1046620	1255944							
G10009 0	Start/End	○		301775	1202366	1803549	2404732	3005915							
	Minimum	○		475937	634582	951873	1269164	1586455							
	Start/End	●		784182	1045576	1568364	2091152	2613940							
	Minimum	●		413874	551832	827748	1103664	1379579							
G10010 0	Start/End	○		113302	1484403	2226604	2968805								
	Minimum	○		587576	783435	1175152	1566869								
	Start/End	●		995709	1327613	1991419	2655225								
	Minimum	●		525513	700684	1051027	1401369								
G10012 0	Start/End	○	1068770	1603155	2137540										
	Minimum	○	564073	846109	1128146										
	Start/End	●	990375	1485562	1980750										
	Minimum	●	522698	784047	1045396										
G10014 0	Start/End	○	1454714	2182072	2909429										
	Minimum	○	767766	1151649	1535532										
	Start/End	●	1376319	2064479	2752639										
	Minimum	●	726391	1089586	1452782										

- NOTE: ○ Standard configuration produces counterclockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque
- Standard configuration produces clockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque



Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators G-Series

Actuator Model	Seal/Bore Deflection	Direction of Rotation	Operating Pressure (PSI)							
			500	750	1000	1500	2000	2500		
			Pressure Torque Output (Start/Min./End)							
G7004 0	Start/End	○				305363	241774	418044	610129	763411
						161164	141746	241746	321327	418044
	Minimum	●				305363	241774	418044	610129	763411
						110171	137774	153256	220341	275426
G7004 5	Start/End	○			299556	386475	482094	579712	772950	
					152980	203873	254394	305959	407946	
	Minimum	●			217392	289856	362320	434784	579712	Consult Factory
					114735	152980	191225	229469	305959	
G7005 0	Start/End	○			357847	477129	596412	715694		
					198864	251818	314773	377727		
	Minimum	●			285383	380511	475638	570766	Consult Factory	
					150619	200825	251031	301238		
G7006 0	Start/End	○		357830	343533	575300	687066	856833		
				135982	181309	271964	362618	453273		
	Minimum	●		221418	295224	442836	590448	738060	Consult Factory	
				116859	155813	233719	311625	389531		
G7007 0	Start/End	○	233793	350690	467587	701380	935174			
			123391	165086	246792	370173	493564			
	Minimum	●	209639	314458	419277	628916	838555			
			110643	165964	221285	331926	442571			
G7008 0	Start/End	○	305363	458044	610726	918088				
			161164	241746	322327	453491				
	Minimum	●	281208	427812	562416	843624				
			148415	222623	296831	445246				
G7009 0	Start/End	○	386475	579712	772950					
			203973	305959	407946					
	Minimum	●	362320	543480	724640					
			191225	286837	382449					
G7010 0	Start/End	○	477129	715694						
			251818	377727						
	Minimum	●	452975	679462	Consult Factory					
			239070	358605						
G8005 0	Start/End	○				565497	706858	848230	1130973	1413777
						398451	373064	447677	596903	746128
	Minimum	●				394427	493034	597640	788654	986067
						208170	262212	312253	416340	520424
G8006 0	Start/End	○			610726	814301	1017876	1221451		
					322327	429770	537212	644655		
	Minimum	●			482431	643241	804051	964862	Consult Factory	
					254616	339488	424360	509233		
G8007 0	Start/End	○		554177	831265	1108354	1385442			
				292482	438723	584965	731206			
	Minimum	●		468647	702971	937294	1171618	Consult Factory		
				247342	371012	494683	618354			

- NOTE: ○ Standard configuration produces counterclockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque.
- Standard configuration produces clockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque.



Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators

G-Series (cont.)

Actuator Model	See Bore Definitions	Direction of Rotation	Operating Pressure (PSI/G)									
			500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4500	6000	
			Pressure Torque Output Start/Min. End (lb-in)									
G4006 0	Start/End	○	75104	112656	150207							
	Minimum		39638	59457	79276							
	Start/End	●	68344	102517	136689	Consult						
	Minimum		36071	54106	72141	Factory						
G4006 0	Start/End	○	108149	162224								
	Minimum		57079	85618								
	Start/End	●	101390	152085	Consult							
	Minimum		53511	80267	Factory							
G5003 5	Start/End	○				142874	190496	238123	285747	380997	476246	
	Minimum					75406	100541	125676	150811	201362	251359	
	Start/End	●				96221	128295	160368	192442	256590	320737	
	Minimum					50783	67711	84639	101567	135422	169276	
G5004 1	Start/End	○			124407	186611	248814	311018	373221			
	Minimum				65659	96489	131319	164148	196978			
	Start/End	●			93305	139956	186611	233263	279916	Consult	Consult	
	Minimum				49244	73867	98489	123111	147733	Factory	Factory	
G5004 5	Start/End	○		118090	157453	236179	314905	393632	472358			
	Minimum				62325	83100	124650	166200	207750	249300		
	Start/End	●			94763	126351	189526	252702	315877	379053		
	Minimum				50014	66685	100026	133370	166713	200056		
G5005 0	Start/End	○	97193	145790	194386	291579	388772					
	Minimum		51296	76944	102593	153889	205185					
	Start/End	●	81642	122463	163264	244926	326569	Consult				
	Minimum		43089	64523	86179	129267	172356	Factory				
G5006 0	Start/End	○	139958	209937	279916	419874						
	Minimum		73867	109800	147733	221800						
	Start/End	●	124407	186611	248814	373221						
	Minimum		65659	98489	131319	196978						
G5007 0	Start/End	○	190498	285747	380997							
	Minimum		100541	150811	201362							
	Start/End	●	174947	262427	349895							
	Minimum		92333	135500	178667							
G5008 0	Start/End	○	248814	373221								
	Minimum		131319	196978								
	Start/End	●	233263	349895	Consult							
	Minimum		123111	186611	Factory							

NOTE ○ Standard configuration produces counterclockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque

● Standard configuration produces clockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque



Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators G-Series

Actuator Model	Piston Seals Definition	Direction of Rotation	Operating Pressure (PSI)									
			500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000		
			Pressure Torque Output Start/Min. Torque									
G4002.5	Start/End	○			56328	75112	11448	112156	150261	147759		
	Minimum				29121	39631	44448	43407	58731	44035		
	Start/End	●			36251	48322	52222	51111	68111	50111	120111	120111
	Minimum				19022	25322	27111	26553	35111	26111	63421	63421
G4003.0	Start/End	○		54075	81112	108149	134111	162224				
	Minimum			28534	42809	57079	71349	85618				
	Start/End	●		40552	60834	81112	10138	12166	14194	16222	18250	20278
	Minimum			21405	32107	42809	53511	64214	74916	85618	96320	107022
G4003.5	Start/End	○	55207	73602	110402	147202	184002					
	Minimum		29154	38841	58268	77694	97121					
	Start/End	●	41052	60083	90123	120166	150209	180252	210295	240338	270381	300424
	Minimum		23732	31210	43566	63421	83276	103131	122986	142841	162696	182551
G4004.0	Start/End	○	49066	72111	96133	144199	192265					
	Minimum		25368	38254	50737	76105	101473					
	Start/End	●	41307	61261	82614	123921	165228	206535	247842	289149	330456	371763
	Minimum		21801	32107	43622	65493	87364	109235	131106	152977	174848	196719
G4004.5	Start/End	○	60834	91251	121668	182502						
	Minimum		32107	48150	64214	96320						
	Start/End	●	54075	81112	108149	162224						
	Minimum		28539	42809	57079	85618						

- NOTE ○ Standard configuration produces counterclockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque.
- Standard configuration produces clockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque.



Torque Ratings – G-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

G-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
G100T36-SR2	Start	1255683		1110886	1489502	1868117					
	Min.	506612		408785	615108	817823					
	End	707696		505217	883832	1262448					
G100T40-SR2	Start	1255683	1093278	1562145	2031012						
	Min.	506612	398883	654536	904397						
	End	707696	487608	956475	1425342						
G10028-SR2	Start	1376071								1061832	1335098
	Min.	576512								381200	536338
	End	842359								461939	745205
G10032-SR2	Start	1376071						856155	1302951	1675281	2047611
	Min.	576512						266263	518890	719895	917778
	End	842359						266263	713059	1085389	1457718
G10036-SR2	Start	1376071					962049	1340664	1906587		
	Min.	576512					330710	539359	843891		
	End	842359					372156	750772	1318695		
G10040-SR2	Start	1376071				944440	1413307	1882174			
	Min.	576512				320667	578788	829853			
	End	842359				354548	823415	1292282			
G100T32-SR2	Start	1376071			856155	1154019	1451883	2047611			
	Min.	576512			266263	438053	599726	917778			
	End	842359			266263	564127	861991	1457718			
G100T36-SR2	Start	1376071		962049	1340664	1719280					
	Min.	576512		330710	539359	743279					
	End	842359		372156	750772	1129387					
G100T40-SR2	Start	1376071	944440	1413307	1882174						
	Min.	576512	320667	578788	829853						
	End	842359	354548	823415	1292282						
G10032-SR1	Start	1705474							1126509	1498839	1871169
	Min.	701107							348982	565312	767402
	End	1001997							348982	721312	1093642
G10036-SR1	Start	1705474							1164222	1732146	
	Min.	701107							374976	691944	
	End	1001997							386695	954618	
G10040-SR1	Start	1705474					1236865	1705732			
	Min.	701107					417942	677608			
	End	1001997					459338	928205			
G100T32-SR1	Start	1705474				1275441	1871169				
	Min.	701107				440054	767402				
	End	1001997				497914	1093642				
G100T36-SR1	Start	1705474		1164222	1542838						
	Min.	701107		374976	589193						
	End	1001997		386695	765311						
G100T40-SR1	Start	1705474		1236865	1705732						
	Min.	701107		417942	677608						
	End	1001997		459338	928205						

Torque Ratings – G-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values

Spring-Return Actuators

G-Series (cont.)

Cylinder Model	Spring Torque Start Min. End	Pressure (psi)															
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	150						
G8024-SR1	Start	740334											519604	612949			
	Min	324312															
	End	501030											265115	406453			
G8026-SR1	Start	740334										491613	753034				
	Min	324312										180700	323782				
	End	501030										221119	488540				
G8032-SR1	Start	740334										588667	817394				
	Min	324312										735184	357987				
	End	501030										324372	552900				
G8036-SR1	Start	740334										461413	606439	896491			
	Min	324312										161133	244722	400025			
	End	501030										196919	341945	631997			
G8046-SR1	Start	740334										522676	702064	881482			
	Min	324312										193258	296636	492053			
	End	501030										256182	437590	610998			
G80732-SR1	Start	740334										588667	817394				
	Min	324312										235184	357987				
	End	501030										324372	552900				
G80736-SR1	Start	740334	566439	896491													
	Min	324312	244722	400025													
	End	501030	341945	631997													
G10028-SR4	Start	1006209											706980	1040899	1324165	1607431	
	Min	415623											230819	419513	572083	722631	
	End	595962											245339	365256	466524	5151790	
G10032-SR4	Start	1006209											330624	1128488	1575284	1947614	2319944
	Min	415623											304665	467054	705546	903429	1101312
	End	595962											374983	672847	1119643	1491973	1864303
G10036-SR4	Start	1006209											447459	355156	1204382	1612997	2180920
	Min	415623											277713	215804	524367	725589	1027425
	End	595962											317445	430732	778741	1157356	1725279
G10040-SR4	Start	1006209											517907	381730	1190773	1485641	2154507
	Min	415623											257147	167729	514372	764197	1013187
	End	595962											292265	520638	761132	1229999	1698866
G100732-SR4	Start	1006209											830624	1129466	1426352	1724216	2319944
	Min	415623											304665	467054	696392	934099	1101312
	End	595962											374983	672847	1207111	1268575	1864303
G100736-SR4	Start	1006209	855766	1234382	1612997	1991613											
	Min	415623	318804	524366	725589	926813											
	End	595962	400125	778741	1157356	1535972											
G100740-SR4	Start	1006209	1216773	1685640	2154507												
	Min	415623	514973	764197	1013387												
	End	595962	761132	1229999	1698866												
G10026-SR3	Start	1255983												917404	1200670	1483935	
	Min	508612												298311	458337	612086	
	End	707896												311734	595000	878266	
G10032-SR3	Start	1255983												1004993	1451789	1824119	2196449
	Min	508612												349235	594538	794439	992322
	End	707896												399323	846119	1218449	1590779
G10036-SR3	Start	1255983												1110886	1489502	2057425	
	Min	508612												408785	615108	918434	
	End	707896												505217	883832	1451756	
G10040-SR3	Start	1255983												858644	1093278	1562145	2031012
	Min	508612												253175	398883	654536	904397
	End	707896												253175	487608	956475	1425342
G100732-SR3	Start	1255983												1004993	1302857	1600721	2196449
	Min	508612												349235	513802	675474	992322
	End	707896												399323	697187	995051	1590779

Torques

Torque Ratings – G-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

G-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)										
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200	
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)										
G5016-SR4	Start	153744							112218	167178	212978	258777
	Min.	65419							40893	70844	95186	119527
	End	97370							49911	104870	150670	196469
G5020-SR4	Start	153744				126422	184933	243443	331209			
	Min.	65419				48728	80261	111377	158022			
	End	97370				64115	122625	181135	268901			
G5024-SR4	Start	153744		148453	191132	233810	319168					
	Min.	65419		60685	83575	106258	151623					
	End	97870		86145	128824	171503	256860					
G5028-SR4	Start	153744	134002	194408	254813	315219	375624					
	Min.	65419	52842	85316	117420	149524	181628					
	End	97370	71695	132100	192506	252911	313317					
G5032-SR4	Start	153744	206647	287713	366780							
	Min.	65419	92884	134906	176927							
	End	97370	146339	225406	304472							
G5016-SR3	Start	183043							147947	193747	239546	
	Min.	77562							55894	80753	105218	
	End	114789							71492	117292	163091	
G5020-SR3	Start	183043					165702	224212	311978			
	Min.	77562					65531	97068	143713			
	End	114789					89247	147757	235523			
G5024-SR3	Start	183043			171901	214580	299937					
	Min.	77562			68896	91949	137314					
	End	114789			95446	138124	223462					
G5028-SR3	Start	183043	175177	235583	295988	356394						
	Min.	77562	70674	103111	135215	167319						
	End	114789	98722	159127	219533	279938						
G5032-SR3	Start	183043	189416	268482	347549							
	Min.	77562	37045	70674	103111							
	End	114789	112961	192027	271094							
G5016-SR2	Start	228222								170368	216168	
	Min.	135921								59438	84762	
	End	180430								68352	114151	
G5020-SR2	Start	228222					200634	288600				
	Min.	135921					76440	123901				
	End	180430					98817	186583				
G5024-SR2	Start	228222			191201	276559						
	Min.	135921			71153	117502						
	End	180430			89185	174542						
G5028-SR2	Start	228222		212204	272610	333015						
	Min.	135921		82611	115397	147507						
	End	180430		110188	170593	230999						
G5032-SR2	Start	228222	166038	245104	324171							
	Min.	135921	57002	100468	142806							
	End	180430	64021	143088	222154							
G5020-SR1	Start	180430					173745	261510				
	Min.	100027					60717	108819				
	End	180430					69992	157758				
G5024-SR1	Start	254302					249469					
	Min.	100027					102283					
	End	180430					145717					
G5028-SR1	Start	254302		185115	245520	305926						
	Min.	100027		67111	100140	132608						
	End	180430		81362	141768	202173						
G5032-SR1	Start	254302		218015	297081							
	Min.	100027		65211	127907							
	End	180430		114262	193329							

Torque Ratings – G-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators

G-Series (cont.)

Actuator Model	See Bellis Definitions	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
G10028	Start/End						1133063	1359676	1699595	1982660	2266126
	Minimum						598005	717607	897008	1046510	1196011
G10032	Start/End				1042524	1191456	1489320	1787184	2233979	2606309	2978639
	Minimum				550221	628824	786030	943236	1179045	1375552	1572060
G10036	Start/End			1135846	1325154	1514462	1893077	2271693	2839616		
	Minimum			599474	699387	799299	999124	1198949	1498666		
G10040	Start/End		1172168	1406601	1641035	1875468	2344335	2813203			
	Minimum		618644	742373	866102	989831	1237288	1484746			
G100232	Start/End	1197727	1497159	1796591	2096023	2395455	2994318				
	Minimum	632134	790167	948201	1106234	1264268	1580335				
G100236	Start/End	1520733	1900917	2281100	2661283						
	Minimum	802609	1003262	1203914	1404566						
G100240	Start/End	1881740	2352175	2822610							
	Minimum	993141	1241426	1489711							

Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
ST805 O-SR4	Start	160317			14259	18000	23971	27613	35652	40901	
	Min	69815			55290	70577	114764	143864	172890	201880	
	End	101565			11367	12434	177907	201605	284716	338173	
ST806 O-SR4	Start	160317	164254	260366	337291	414196					
	Min	69815	57098	20590	62441	204198					
	End	101565	92446	186575	265453	342388					
ST807 O-SR4	Start	160317	137557	268406	399255						
	Min	69815	52880	110678	196066						
	End	101565	65749	196598	327447						
ST804 O-SR3	Start	193365						143083	177262	262711	348160
	Min	87919						56007	75041	131172	168353
	End	134613						71275	105454	190603	276352
ST805 O-SR3	Start	193365			155910	209318	236021	316132	369539		
	Min	87919			63190	92669	121561	150937	179964		
	End	134613			84102	137510	164213	244324	297731		
ST806 O-SR3	Start	193365		219994	256899	373804					
	Min	87919		98526	140483	182286					
	End	134613		148186	225091	301996					
ST807 O-SR3	Start	193365		228014	358663						
	Min	87919		88569	174158						
	End	134613		156206	287055						
ST804 O-SR2	Start	271334							191121	276570	
	Min	124671							24523	122257	
	End	193202							35608	181057	
ST805 O-SR2	Start	271334					164431	244542	297949		
	Min	124671					74348	104642	133965		
	End	193202					68915	149029	202436		
ST806 O-SR2	Start	271334			225308	302214	340666				
	Min	124671			94117	136300	178256				
	End	193202			129796	206701	245154				
ST807 O-SR2	Start	271334		287273	391952						
	Min	124671		128114	185239						
	End	193202		191760	296439						
ST805 O-SR1	Start	296507						174882	221748	338912	
	Min	139876						70782	96700	173427	
	End	223380						94058	140923	258087	
ST806 O-SR1	Start	296507			175274	245638	290820				
	Min	139876			71006	109810	148217				
	End	223380			94449	164813	199995				
ST807 O-SR1	Start	296507		243766	341901						
	Min	139876		108785	162324						
	End	223380		162942	261076						

Torques

Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)										
		500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000	
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)										
ST505 0-SR3	Start	74081	70440	115257	151111	186964	204891					
	Min	36412	28865	58802	78704	38595	118482					
	End	57912	52573	97390	133243	169097	187023					
ST506 0-SR3	Start	74081	65060	129536	194131							
	Min	36412	30871	59599	102573							
	End	57912	47193	111728	176264							
ST503 5-SR2	Start	116864						65383	109907	153822		
	Min	56966						26395	56147	75737		
	End	89757						3284	76760	120680		
ST504 0-SR2	Start	116864					62394	46810	119758	177122		
	Min	56966					30973	13930	56749	95081		
	End	89757					29253	63677	56676	143980		
ST505 0-SR2	Start	116864		63571	104404	141178	159234	212961				
	Min	56966		28460	48726	68790	88706	106624				
	End	89757		36429	72284	108136	126062	173643				
ST506 0-SR2	Start	116864		43909	128445	200073						
	Min	56966		19263	72744	121484						
	End	89757		51767	13302	16891						
ST504 0-SR1	Start	164952							129290	186654		
	Min	81056							65121	90752		
	End	128879							85219	142583		
ST505 0-SR1	Start	164952				49446	111372	161153	207706			
	Min	81056				31362	58687	79753	94739			
	End	128879				49175	67302	121362	154936			
ST506 0-SR1	Start	164952		100612	172241	201963						
	Min	81056		49478	11539	10331						
	End	128879		56542	128170	159799						
ST804 0-SR5	Start	107331		20396	25177	15931	16446	21776	26199	34734	43273	
	Min	48064		37927	56772	13352	92933	112483	131026	166586	223621	
	End	72284		52278	86458	126037	137727	168996	225176	306625	394074	
ST805 0-SR5	Start	107331	120377	151136	240543	293950	320654	400765				
	Min	48064	46765	90450	19437	146394	177328	206261				
	End	72284	81658	148177	201824	255231	281935	362046				
ST806 0-SR5	Start	107331	112363	206495	304626	381532						
	Min	48064	49694	91611	154741	196845						
	End	72284	73644	169776	265917	342872						
ST807 0-SR5	Start	107331	181798	312647	443496							
	Min	48064	87547	144343	225407							
	End	72284	143079	273926	404777							
ST804 0-SR4	Start	160317					115116	322706	48475	277654	403103	368552
	Min	69815					74972	59490	19471	97246	153752	190242
	End	101565					11117	60396	111677	143846	231295	316744

Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start, Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000
		Pressure Torque Output Start, Min./End (lb-in)									
ST405 0-SR3	Start	48892		57027	88050	112869					
	Min	23411		23977	45837	60335					
	End	32606		39034	70057	94876					
ST403 0-SR2	Start	64704							65971	88309	
	Min	29000							30241	40937	
	End	37402							32602	54940	
ST403 5-SR2	Start	64704					45488	63730	75891		
	Min	29000					18199	26153	33532		
	End	37402					12119	30360	42521		
ST404 0-SR2	Start	64704			49582	65465	73407	97232			
	Min	29000			16212	27221	36800	46230			
	End	37402			16212	32095	40037	63862			
ST405 0-SR2	Start	64704		78374	103193						
	Min	29000		35019	49749						
	End	37402		45005	69823						
ST403 5-SR1	Start	78355							59206	89608	
	Min	37114							23344	45316	
	End	51053							25836	56239	
ST404 0-SR1	Start	78355					56722	80547	96431		
	Min	37114					26729	36323	45756		
	End	51053					23352	47178	63061		
ST405 0-SR1	Start	78355		61690	86508						
	Min	37114		24892	39872						
	End	51053		28320	53139						
ST503 5-SR4	Start	64330		34603	52171	69739	78523	104874	122442	166362	210252
	Min	30978		13669	23651	33481	43267	53036	62795	92041	111534
	End	48161		16735	34303	51871	60655	87007	104575	148495	192415
ST504 0-SR4	Start	64330		61491	84436	107382	118854	153273	176218		
	Min	30978		28875	41671	54430	67177	79907	92638		
	End	48161		43623	66569	89514	100987	135405	156351		
ST505 0-SR4	Start	64330	36397	81214	126031	161884	197738				
	Min	30978	14705	34881	64787	84681	104572				
	End	48161	18529	63346	108163	144017	179870				
ST506 0-SR4	Start	64330	75834	140369	204905						
	Min	30978	36881	65583	108550						
	End	48161	57966	122502	187037						
ST503 5-SR3	Start	74081			41397	58965	67749	94101	111689	155589	199509
	Min	36412			17566	27461	37271	47049	56810	86064	105557
	End	57912			23530	41098	49882	76234	93802	137721	181641
ST504 0-SR3	Start	74081		50717	73663	96606	109081	142499	165445		
	Min	36412		22836	35671	48445	61192	73930	86661		
	End	57912		32850	55795	78741	90214	124632	147577		

Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)										
		500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000	
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)										
ST303-1-SP	Start	30421			31296	42262	53426					
	Min	15255			15378	21924	28449					
	End	22379			22210	33376	44342					
ST303-1-SP*	Start	42755								27040	42743	
	Min	20725								10123	21565	
	End	29270								10561	26265	
ST303-1-SP*	Start	42755							28344	41168	49717	
	Min	20725							13619	18766	23834	
	End	29270							11865	24889	33238	
ST304-1-SP*	Start	42755			31272	42388	47971					
	Min	20725			1762	19494	26097					
	End	29270			14743	25929	31492					
ST403-1-SP	Start	32099		24123	36956	48495	50361	63764	72699	95237		
	Min	12494		5445	13813	19391	24770	30080	35354	51267		
	End	13626		5448	14383	21315	27786	41189	50124	72462		
ST403-1-SP*	Start	32099		44152	56312	68473	74554	92795	104956			
	Min	12494		18930	25657	32361	40021	47162	54285			
	End	13626		21576	33737	45898	51979	70220	82381			
ST404-1-SP	Start	32099	42910	62764	78647	94531	102472					
	Min	12494	15089	29492	38861	48190	57478					
	End	13626	20335	41139	56072	71956	79897					
ST403-1-SP*	Start	38729			28856	37791	42259	55662	64597	86935	119271	
	Min	16582			6271	14350	19894	25264	30569	46340	62824	
	End	20249			8274	15210	19677	33080	42015	64353	86691	
ST403-1-SP*	Start	38729		36149	48210	60371	66452	94693	96854			
	Min	16582		12714	20797	28369	35257	42408	49536			
	End	20249		13468	25629	33790	43870	62112	74273			
ST404-1-SP*	Start	38729	34807	54662	70545	86429	94370					
	Min	16582	8255	24672	34088	43429	52736					
	End	20249	12226	32281	47964	63647	71789					
ST405-1-SP*	Start	38729	37291	66314	99736							
	Min	16582	14029	29100	50991							
	End	20249	14710	45733	76756							
ST405-0-SP*	Start	48892						30977	44374	53309	75647	97981
	Min	23411						14759	20143	25444	41190	51539
	End	32605						12978	26381	35316	57654	79992
ST405-0-SP*	Start	48892			36923	49264	55164	73406	85666			
	Min	23411			15667	22241	30126	37265	44386			
	End	32605			18931	27131	37171	55412	67573			
ST404-1-SP*	Start	48892		43174	59258	75341	83283	106908				
	Min	23411		19151	28956	38760	47577	56860				
	End	32605		25367	41261	57148	65995	88913				

Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
ST302 5-SR5	Start	13627		14356	19346	23710	25891	32434	36797	47702	58661
	Min.	5217		5153	9055	10687	13279	15852	18416	26079	31177
	End	5560		5154	9516	13878	16053	22602	26964	37870	48775
ST303 0-SR5	Start	13627		16731	24583	30664	37146	40267	49709	55990	
	Min.	5217		5327	11207	14927	18621	22303	25977	29648	
	End	5580		6899	14751	21032	27314	30454	39876	46158	
ST303 5-SR5	Start	13627	14548	25235	35921	44470	53020				
	Min.	5217	4716	10321	17904	22916	27915				
	End	5580	4716	15403	26089	34636	43187				
ST302 5-SR4	Start	17705		14363	18725	20906	20906	27449	31812	42717	53622
	Min.	7728			4529	7672	10314	12910	15485	23164	28264
	End	9659			4531	8693	11074	17617	21979	32885	43790
ST303 0-SR4	Start	17705		19596	25879	32161	35302	44724	51005		
	Min.	7728		8207	11978	15691	19382	23062	26735		
	End	9659		9766	16047	22329	25469	34891	41173		
ST303 5-SR4	Start	17705		20250	30936	39465	48035	52309			
	Min.	7728		7295	14972	19996	25001	29998			
	End	9659		10418	21104	29653	38202	42477			
ST304 0-SR4	Start	17705	16106	30063	44021	55187					
	Min.	7728	6024	12807	22653	29182					
	End	9659	6273	20231	34189	45355					
ST302 5-SR3	Start	22744					16068	22611	26973	37878	48784
	Min.	10359					6818	9542	12169	19904	25019
	End	13618					4916	11459	15821	26727	37632
ST303 0-SR3	Start	22744			21041	27322	30463	39885	46167		
	Min.	10359			8560	12377	16103	19801	23487		
	End	13618			9989	16171	19311	28734	35015		
ST303 5-SR3	Start	22744		26098	34647	43196	47471				
	Min.	10359		11647	16721	21748	26757				
	End	13618		14946	23496	32044	36319				
ST304 0-SR3	Start	22744	25225	39182	50349						
	Min.	10359	9436	19392	25939						
	End	13618	14073	28031	39197						
ST302 5-SR2	Start	30421						18887	29792	40698	
	Min.	15255						8131	15891	21005	
	End	22379						10001	20906	31812	
ST303 0-SR2	Start	30421				19236	22377	31799	38081	53784	
	Min.	15255				8342	12087	15788	19472	30485	
	End	22379				10350	13491	22913	29195	44898	
ST303 5-SR2	Start	30421		18012	26561	35110	39385	52208			
	Min.	15255		7602	12706	17735	22740	27736			
	End	22379		9126	17675	26224	30499	43322			

Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	See Bore's Definitions	Direction of Rotation	Operating Pressure (PSIG)									
			500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000
Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)												
ST506 0	Start/End	○	130626	195939								
	Minimum	○	73088	109632								
	Start/End	●	119515	179272								
	Minimum	●	66871	100307								
ST804 0	Start/End	○	86454	129681	172908	207490	242071	259362	311235	345816	432270	
	Minimum	○	47248	70872	94496	113396	132295	141744	170093	188993	236241	
	Start/End	●	69906	104862	139815	167778	195742	209723	251666	279631	349538	
	Minimum	●	38205	57308	76411	91693	106975	114616	137539	152821	191027	
ST805 0	Start/End	○	135089	202633	270178	324213	378249	405266				
	Minimum	○	73828	110741	147655	177186	206717	221483				
	Start/End	●	118542	177814	237085	284502	331919	355627				
	Minimum	●	64785	97177	129570	155484	181397	194354				
ST906 0	Start/End	○	194525	291788	389050							
	Minimum	○	106310	159465	212620							
	Start/End	●	177979	266968	355957							
	Minimum	●	97267	145901	194535							
ST807 0	Start/End	○	264777	397165								
	Minimum	○	144704	217055								
	Start/End	●	248224	372335								
	Minimum	●	135657	203486								

- NOTE
- Standard assembly produces counterclockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque.
 - Standard assembly produces clockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque.
 - ◐ Dual pistons working together. Torque output of the actuator is equal in both directions of travel.



Torque Ratings – ST-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values

Double-Acting Actuators ST-Series

Actuator Model	See Bore Definitions	Direction of Rotation	Operating Pressure (PSIG)									
			500	750	1000	1200	1400	1500	1800	2000	2500	3000
			Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
ST302.0	Start/End	○	1124	1643	2207	2850	3601	33130	39156	44173	55216	
	Minimum	○	6266	9172	12078	15677	18164	19474	23387	25952	32440	
	Start/End	●	1753	2554	3545	4646	51567	23108	27729	30811	35513	
	Minimum	●	4225	6188	8051	10861	12671	13576	16291	18101	22626	
ST303.0	Start/End	○	1592	2344	3190	3816	44527	47707	57249			
	Minimum	○	3343	4811	6665	22427	26159	28025	33634			
	Start/End	●	12562	18443	25124	30148	35173	37661	45222			
	Minimum	●	7382	11070	14761	17712	20664	22140	26568			
ST303.5	Start/End	○	21643	32465	43287	51944						
	Minimum	○	12115	18073	25431	30517						
	Start/End	●	19303	27544	36605	43927						
	Minimum	●	10753	16229	21506	25807						
ST304.0	Start/End	○	26268	42403	56537							
	Minimum	○	16658	24912	33215							
	Start/End	●	24226	37290	49556							
	Minimum	●	14645	21965	29290							
ST403.0	Start/End	○	22621	33931	45242	54290	63338	67862	81435	90483		
	Minimum	○	13290	19935	26579	31895	37211	39869	47843	53159		
	Start/End	●	17869	26803	35738	42885	50033	53606	64328	71475	89344	
	Minimum	●	10498	15747	20996	25195	29394	31494	37793	41992	52490	
ST403.5	Start/End	○	30787	46151	61514	73889	86204	92362	110834			
	Minimum	○	18067	27133	36175	43410	50645	54262	65115			
	Start/End	●	26335	39533	52730	62484	72899	78156	93727			
	Minimum	●	15296	22944	30591	36710	42825	45887	55064			
ST404.0	Start/End	○	42111	63217	84322	96507	112591					
	Minimum	○	27614	41436	55258	66696	86147					
	Start/End	●	34434	51733	69032	81470	95172	39286				
	Minimum	●	23633	35255	46876	56997	67330					
ST405.0	Start/End	○	53517	79548								
	Minimum	○	36914	55327								
	Start/End	●	58020	87120								
	Minimum	●	34122	51183								
ST503.5	Start/End	○	44449	66674	88898	106678	124457	133347	160016	177795		
	Minimum	○	24870	37305	49741	59689	69637	74611	89533	99481		
	Start/End	●	33338	50007	66676	80111	93346	100014	120017	133352	166690	
	Minimum	●	18653	27980	37307	44768	52229	55960	67152	74613	93267	
ST504.0	Start/End	○	58055	87082	116110	139332	162554	174165	208398			
	Minimum	○	32483	48725	64966	77959	90953	97449	116939			
	Start/End	●	46944	70416	93888	112665	131443	140831	168998			
	Minimum	●	26266	39399	52532	63039	73545	78799	95558			
ST505.0	Start/End	○	90114	136077	181427	217713						
	Minimum	○	50756	76135	101513	121816						
	Start/End	●	79603	119404	159205	191046						
	Minimum	●	44540	66809	89079	106895						

NOTE: ○ Standard assembly produces counterclockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque

● Standard assembly produces clockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque

⊕ Dual pistons working together. Torque output of the actuator is equal in both directions of travel



Torque Ratings – ST-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
ST820-SR5	Start	104806	41129	52884	60647	200425	240273	314758	343114		
	Min	48549	13657	17617	78973	151362	23706	164457	112746		
	End	70583	43253	34817	122820	162017	202395	284414	35586		
ST824-SR5	Start	104806	43365	54711	254058	309434	364756				
	Min	48549	69236	103589	131485	162543	193582				
	End	70583	135557	163913	216249	271596	326942				
ST828-SR5	Start	104806	261567	346463	431360						
	Min	48549	135707	183327	230937						
	End	70583	223758	308655	393552						
ST812-SR4	Start	156545						113502	152022	191742	
	Min	70504						40788	63976	86405	
	End	99175						43383	62503	821624	
ST816-SR4	Start	156545					129870	170068	255416	318186	380961
	Min	70504					50677	71756	122494	157881	193191
	End	99175					59752	83970	155297	246070	310842
ST820-SR4	Start	156545		117447	157225	197003	276559	356114			
	Min	70504		43216	66635	89400	134423	179115			
	End	99175		47329	87107	126885	206440	282344			
ST824-SR4	Start	156545	300165	355411	410658	266204	321550	432237			
	Min	70504	30047	65645	101243	25585	159771	227199			
	End	99175	30047	35393	101139	160066	251432	361134			
ST828-SR4	Start	156545	219367	301203	384467						
	Min	70504	101532	134149	167036						
	End	99175	48248	233145	285042						
ST812-SR3	Start	188815							113130	152370	
	Min	88825							41385	63741	
	End	131445							43062	62152	
ST816-SR3	Start	188815						16647	215974	275711	341519
	Min	88825						11015	100714	136657	171905
	End	131445						11015	155856	219828	277441
ST820-SR3	Start	188815			117734	157561	237117	316673	436006		
	Min	88825			43423	66830	112150	17029	224105		
	End	131445			47665	87443	166999	246534	365886		
ST824-SR3	Start	188815		116070	171416	226762	282109	392901			
	Min	88825		42373	74797	106294	137552	199844			
	End	131445		45951	101298	156644	211990	322683			
ST828-SR3	Start	188815	178925	263822	348718	433615					
	Min	88825	79091	127242	175055	222762					
	End	131445	108807	193703	278600	363497					
ST816-SR2	Start	264963							208641	271613	
	Min	125955							58467	124363	
	End	189669							115575	178346	
ST820-SR2	Start	264963					167211	246767	366100		
	Min	125955					64117	112116	177810		
	End	189669					73946	133501	272835		
ST824-SR2	Start	264963			156856	212203	322895				
	Min	125955			57873	90409	153413				
	End	189669			63591	118837	229630				

Torque Ratings – ST-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min/End (lb-in)		Operating Pressure (PSIG)									
	Start	Min/End	40	50	60	70	80	100	120	150	175	200
			Pressure Torque Output Start/Min/End (lb-in)									
ST512-SR4	Start	64330						54344	75860	108134	135029	161924
	Min	31311						25135	37291	55439	70540	85623
	End	40152						36476	57992	90266	117162	144057
ST516-SR4	Start	64330		33075	50338	67600	84863	119388	153912	205700		
	Min	31311		12903	22859	32634	42359	61758	81130	110172		
	End	48152		15208	32470	49733	66995	101520	136045	187832		
ST520-SR4	Start	64330	56152	83499	110847	138194	165541	220236				
	Min	31311	26160	41592	56962	72315	87651	113322				
	End	48152	38265	65632	92979	120326	147674	202368				
ST510-SR3	Start	74072								48615	67385	86156
	Min	36805								21878	32513	43086
	End	57902								30747	49518	68289
ST512-SR3	Start	74072						43570	65086	97360	124256	151151
	Min	36805						8997	31215	49389	64492	79581
	End	57902						12703	47219	79493	106388	133283
ST516-SR3	Start	74072			39564	56827	74089	108614	143139	194926		
	Min	36805			16691	26541	36293	55709	75088	104121		
	End	57902			21697	38959	56222	90747	125272	177059		
ST520-SR3	Start	74072	45319	70726	100073	127420	164768	209462				
	Min	36805	20027	35124	50913	66269	81616	112262				
	End	57902	27511	54551	82206	109553	136900	191595				
ST512-SR2	Start	116864								78569	105464	
	Min	57578								33945	49261	
	End	89748								45427	72322	
ST516-SR2	Start	116864						87476	97453	149240	192396	
	Min	57578						14901	44723	73975	98240	
	End	89748						23796	64311	116098	159254	
ST520-SR2	Start	116864			81734	109091	137776	218470				
	Min	57578			35711	57316	82111	128811				
	End	89748			46192	75329	106634	185328				
ST524-SR2	Start	116864	80506	118606	156657	194707						
	Min	57578	35086	56791	78147	99536						
	End	89748	47414	95464	123515	161566						
ST516-SR1	Start	164961								101408	144564	187720
	Min	81931								43374	67862	92323
	End	128868								57337	100493	143650
ST520-SR1	Start	164961						115944	170638			
	Min	81931						51774	92693			
	End	128868						71570	126568			
ST524-SR1	Start	164961			108825	146875	222977					
	Min	81931			47633	62829	110143					
	End	128868			64764	128122	178476					
ST512-SR5	Start	104806						15411	109151	156701	195820	234942
	Min	48549						91072	50216	76755	98773	120712
	End	70563						44404	71349	118692	158115	197134
ST516-SR5	Start	104806			12634	17743	22852	31070	233288	299615	361388	424161
	Min	48549			18811	24920	31029	41138	114276	154493	194696	226899
	End	75683			24918	34027	44136	58244	154437	207207	263500	306352

Torque Ratings – ST-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators ST-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque		Operating Pressure (PSIG)									
	Start/Min/End (lb-in)	End (lb-in)	40	50	60	70	80	100	120	150	175	200
			Pressure Torque Output Start/Min/End (lb-in)									
ST10-SR1	Start	34131	33210	41345	54170	71405	92137	109536				
	Min	12835	37110	45275	58110	72818	90118	104357				
	End	14488	92110	11941	13670	17402	20133	25534				
ST10-SR2	Start	41180							41291	56945	71622	84709
	Min	16988							16510	21575	27465	40334
	End	21531							16251	22934	40612	60696
ST10-SR3	Start	41180					37223	53109	66935	82824	112682	
	Min	16988					12917	22369	27449	44915	56087	
	End	21531					13212	29096	44364	66814	88672	
ST16-SR4	Start	41180		17030	50061	62791	75572	100983				
	Min	16988		12987	26506	27919	35147	49509				
	End	21531		13300	26550	38781	51511	76372				
ST10-SR4	Start	51979								44943	58825	72696
	Min	23942								19334	27237	35077
	End	34668								25811	33689	53566
ST12-SR1	Start	51979						41127	56243	80822	100680	
	Min	23942						17125	26203	39651	50811	
	End	34668						21975	31361	61691	81548	
ST16-SR3	Start	51979		38059	50789	63520	88961	114442				
	Min	23942		15353	22577	29897	44236	60133				
	End	34668		18927	31536	44388	69649	96112				
ST12-SR2	Start	51979	42289	62442	82596	102749						
	Min	23942	17801	29256	41649	51973						
	End	34668	23157	43310	63464	83617						
ST10-SR3	Start	68799									46532	62410
	Min	29684									13051	23644
	End	39769									13051	26928
ST12-SR2	Start	68799								70534	90392	110250
	Min	29684								28445	39887	51172
	End	39769								35253	54910	74768
ST16-SR2	Start	68799					53232	78693	104154			
	Min	29684					17750	33178	47719			
	End	39769					17750	43211	66672			
ST420-SR2	Start	68799		52154	72307	92460	112614					
	Min	29684		16672	29481	41069	52511					
	End	39769		16672	36826	56979	77132					
ST412-SR1	Start	83315								52193	72651	92509
	Min	37963								17311	29680	41096
	End	54284								17312	37169	57027
ST416-SR1	Start	83315						60952	86413			
	Min	37963						22766	37615			
	End	54284						25470	50951			
ST420-SR1	Start	83315		54566	74720	94873						
	Min	37963		18607	30881	42444						
	End	54284		19085	39238	59391						
ST510-SR4	Start	64330							36663	59388	78159	96930
	Min	31311							15126	27993	38587	49147
	End	48152							18996	41521	60291	79062

Torque Ratings – T-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators T-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min/End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)												
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200			
		Pressure Torque Output Start/Min/End (lb-in)												
T828-SR2	Start	255373												
	Min.	121885												
	End	181837												
T8xx-SR1	Start													
	Min.													
	End													

See ST8xx-SR1 (page SP1-27)

Torque Ratings – T-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators T-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start Min. End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)										
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200	
		Pressure Torque Output Start Min. End (lb-in)										
T40-SR	Start	101018	76477	116576	156675	196774	236873	276972	317071	357170	397269	437368
	Min.	46979	33772	46471	59170	71869	84568	97267	109966	122665	135364	148063
	End	68032	31779	49074	66369	83664	100959	118254	135549	152844	170139	187434
T40-SR2	Start	101018	121153	141288	161423	181558	201693	221828	241963	262098	282233	302368
	Min.	46979	47700	48421	49142	49863	50584	51305	52026	52747	53468	54189
	End	68032	101742	145052	188362	231672	274982	318292	361602	404912	448222	491532
T40-SR3	Start	101018	252112	343941	435770	527599	619428	711257	803086	894915	986744	1078573
	Min.	46979	101300	117711	134122	150533	166944	183355	199766	216177	232588	249000
	End	68032	215671	297499	379327	461155	542983	624811	706639	788467	870295	952123
T812-SR1	Start	150886								109399	147120	184841
	Min.	68222								39443	51899	64355
	End	95590								41815	79521	117228
T816-SR1	Start	150886							175176	173579	246184	30668
	Min.	68222							49023	17172	115536	127184
	End	95590							57592	105995	178600	239103
T820-SR4	Start	150886		113202	151542	189882	228222	266562	304902	343242		
	Min.	68222		41799	64472	87145	109818	132491	155164	177837		
	End	95590		45618	83958	122298	160638	198978	237318	275658		
T824-SR4	Start	150886	26744	14631	203236	256582	309928	416620				
	Min.	68222	25767	13174	94127	124432	154737	214827				
	End	95590	28790	10307	135652	188998	242344	295690				
T828-SR4	Start	150886	272474	363303	374132							
	Min.	68222	262703	343532	354361							
	End	95590	123331	214160	305000							
T812-SR2	Start	181990								129089	166790	
	Min.	85954								34751	61120	
	End	126694								41505	79210	
T816-SR3	Start	181990							135563	208168	268671	329175
	Min.	85954							55159	96935	131275	165614
	End	126694							67979	140584	201087	261591
T820-SR3	Start	181990			113526	151866	189206	226546	263886	301227	420247	
	Min.	85954			41997	64660	87323	109986	132649	155312	216872	
	End	126694			45342	84282	123222	162162	201102	239542	352663	
T824-SR3	Start	181990		111875	155220	218566	271912	325258				
	Min.	85954		40980	72372	102856	133340	163824				
	End	126694		44291	97636	150982	204328	311020				
T828-SR3	Start	181990	172458	254286	336114	417942						
	Min.	85954	76529	123132	169403	215573						
	End	126694	104874	186702	268530	350358						
T816-SR2	Start	255373									201292	261796
	Min.	121885									85596	120339
	End	181837									111398	171902
T820-SR2	Start	255373						161167	237848	352868		
	Min.	121885						62020	106648	172066		
	End	181837						71273	147953	262973		
T824-SR2	Start	255373			151187	204533	311224					
	Min.	121885			55974	87474	148455					
	End	181837			61293	114638	221330					

Torque Ratings – T-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators T-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min/End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)										
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200	
		Pressure Torque Output Start/Min/End (lb-in)										
T512-SR4	Start	62780						53034	74032	105528	131775	158022
	Min	30637						24593	36488	54247	69023	83782
	End	47000						35597	56595	88091	114338	140586
T516-SR4	Start	62780	13278	19125	65971	92918	116511	150204	200743			
	Min	30637	12622	17306	31932	41447	60429	79385	107803			
	End	47000	14641	21688	48534	65381	99074	132767	183306			
T520-SR4	Start	62780	54799	61487	106176	134864	161552	214929				
	Min	30637	25596	40697	111737	137599	161566	115776				
	End	47000	37362	64050	90739	117427	144115	197492				
T510-SR3	Start	72296							47443	65762	84080	
	Min	36013							21406	31813	42159	
	End	56516							30006	48325	66643	
T512-SR3	Start	72296						42520	63518	85014	121262	147509
	Min	36013						18586	30543	48326	63104	77870
	End	56516						25083	46081	77578	103825	130072
T516-SR3	Start	72296		39611	55457	72314	105997	139690	190229			
	Min	36013		16330	25971	35511	54510	73473	101891			
	End	56516		17114	38021	54867	88560	122253	172793			
T520-SR3	Start	72296	44285	70973	116622	124350	181538	234415				
	Min	36013	19546	34759	14818	64843	73654	109967				
	End	56516	26646	53637	82225	106913	133670	196578				
T512-SR2	Start	114057								76676	102923	
	Min	56338								33211	48205	
	End	87594								44333	70580	
T516-SR2	Start	114057						61411	95104	145644	187760	
	Min	56338						24326	43758	72382	96126	
	End	87594						29065	62761	113300	155417	
T520-SR2	Start	114057				79764	106453	159829	213206			
	Min	56338				34989	50210	80383	110453			
	End	87594				47421	74109	127486	180863			
T524-SR2	Start	114057	8615	115748	152882	190016						
	Min	56338	34328	58479	76465	97396						
	End	87594	46271	83425	120539	157672						
T516-SR1	Start	160977								98964	141080	183197
	Min	80167								42437	66497	90335
	End	125774								55956	98072	140188
T520-SR1	Start	160977						113150	166526			
	Min	80167						50597	80912			
	End	125774						70141	125118			
T524-SR1	Start	160977			106203	143336	217604					
	Min	80167			46604	67776	109749					
	End	125774			63195	92675	144699					
T510-SR5	Start	101018						138740	151097	186744	226450	
	Min	46979						51121	48941	74276	95584	16855
	End	68032						59793	64348	114596	152302	190006
T516-SR5	Start	101018			10392	14511	176871	214218	287820	348326	408829	
	Min	46979			1411	41904	157774	83199	112620	151444	185511	219579
	End	68032			17763	61800	130373	151176	261380	211884	372398	

Torque Ratings – T-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

T-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque (N)	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	90	100	125	150	175
Pressure Torque Output (Start/Min./End)											
T416-SR4	Start: 31893	30842	42664	54485	66306	78127	90169				
	Min: 12004	8553	17031	23930	30717	37496	42864				
	End: 13447	8553	20374	32195	44017	55838	73480				
T410-SR4	Start: 30239							37413	52877	65764	79651
	Min: 15806							13865	23999	30406	37791
	End: 19999							15118	30562	43468	56374
T412-SR4	Start: 30239					34564	49315	64067	86134	104633	
	Min: 15806					12069	20932	29434	42044	52504	
	End: 19999					12268	27020	41771	63899	82338	
T416-SR4	Start: 30239		34664	46485	58306	70127	93770				
	Min: 15806		12134	19280	26129	32898	46345				
	End: 19999		12368	24189	36011	47832	71474				
T410-SR3	Start: 48273								41132	52619	67506
	Min: 22410								18094	25494	32935
	End: 32192								23967	36854	49740
T412-SR3	Start: 48273						38171	52922	75049	93489	111328
	Min: 22410						16024	24525	37116	47565	57996
	End: 32192						20405	35157	57284	75723	94164
T416-SR3	Start: 48273		35340	47162	58983	82625	106267				
	Min: 22410		14364	21224	27985	41412	54795				
	End: 32192		17575	29396	41217	64860	88502				
T420-SR3	Start: 48273	39268	57982	76696	95410	114123					
	Min: 22410	16664	27315	38051	48653	59236					
	End: 32192	21503	40217	58931	77644	96356					
T410-SR2	Start: 69464										87119
	Min: 30975										759
	End: 42438										12119
T412-SR2	Start: 69464								56793	77202	95642
	Min: 30975								22572	34412	44771
	End: 42438								25735	43774	62613
T416-SR2	Start: 69464					42696	68339	89951			
	Min: 30975					9668	27080	40779			
	End: 42438					9668	33310	56953			
T420-SR2	Start: 69464		60409	79123	97837						
	Min: 30975		23563	34528	45280						
	End: 42438		27381	46095	64809						
T412-SR1	Start: 82942									60648	79087
	Min: 38719									23735	34534
	End: 55085									27700	46140
T416-SR1	Start: 82942						49784	73426	108890		
	Min: 38719						16837	31253	51616		
	End: 55085						16837	40479	75943		
T420-SR1	Start: 82942				62568	81282					
	Min: 38719				24881	35804					
	End: 55085				29621	48335					
T510-SR4	Start: 82780							35975	57957	76275	94584
	Min: 30637							14798	27390	37756	48089
	End: 47000							18538	40520	58839	77157

Torque Ratings – T-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators T-Series

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	100	120	150	175	200
T310-SR5	Start	13454			15004	18628	22252	29499	36746	47611	56677
	Min	5016			5226	7445	9567	13733	17862	24027	29155
	End	5510			5296	8920	12544	19791	27039	37910	46969
T312-SR5	Start	13454	14003	19188	24373	29558	34743	45113	55484		
	Min	5016	4295	7776	10793	13766	16722	22609	28480		
	End	5510	4295	9480	14665	19650	25035	35406	45776		
T310-SR4	Start	17481			13706	17330	24577	31824	42696	51759	
	Min	7406			3998	6669	10911	15067	21239	26370	
	End	9537			3998	7622	14869	22117	32986	42047	
T312-SR4	Start	17481		14266	19451	24636	29821	40192	50562		
	Min	7406		4558	7931	10945	13917	19817	25634		
	End	9537		4558	9743	14928	20113	30484	40854		
T316-SR4	Start	17481	21581	29892	38202	46512	54822				
	Min	7406	9177	13957	18688	23401	28107				
	End	9537	11873	20184	28494	36804	45115				
T310-SR3	Start	22456					19850	21247	37215	46975	56531
	Min	9922					7651	11898	18121	28261	35401
	End	13445					8789	16037	26908	38967	48026
T312-SR3	Start	22456			19859	25044	35414	45785			
	Min	9922			7687	10738	16693	22594			
	End	13445			8848	14033	24404	34774			
T316-SR3	Start	22456	16804	25114	33425	41735	50045				
	Min	9922	5786	10779	15557	20291	25027				
	End	13445	5793	14104	22414	31724	39035				
T310-SR2	Start	30036						19050	27900	36994	48255
	Min	14598						5035	14111	24421	35687
	End	22096						6297	21167	33020	49290
T312-SR2	Start	30036				17060	27431	37801	53314		
	Min	14598				6862	12851	18749	27556		
	End	22096				8287	18657	29027	44563		
T316-SR2	Start	30036		17131	25441	33751	42061	58682			
	Min	14598		6904	11714	16450	21163	30567			
	End	22096		8357	16667	24978	33288	49909			
T310-SR1	Start	42213								28093	37152
	Min	19837								10602	19652
	End	28900								11822	20882
T312-SR1	Start	42213						26903	42455	58418	
	Min	19837						9663	19014	26426	
	End	28900						10651	25181	39146	
T316-SR1	Start	42213				31160	47781				
	Min	19837				7442	20069				
	End	28900				8890	25111				
T410-SRE	Start	31893					35124	45413	60817	73703	86650
	Min	12004					13421	18654	27928	34474	42015
	End	13447					13814	23124	38285	47471	54367
T412-SRE	Start	31893		27512	35158	42564	51118	72067	94194	118631	
	Min	12004		5521	10479	16911	20611	34077	46597	67131	
	End	13447		5523	12999	20174	25126	49777	71214	93344	

Torque Ratings – T-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators T-Series

Actuator Model	Sno. Bore Dimensions	Operating Pressure - PSIG									
		40	50	60	70	80	90	100	110	120	200
		Pressure Torque Output Start Min. End In lb-in									
T311	Start/End	1100	1477	1854	2231	2608	2985	3362	3739	4116	4493
	Minimum	400	533	666	800	933	1067	1200	1333	1467	1600
T312	Start/End	1300	1766	2233	2699	3166	3633	4100	4567	5033	5500
	Minimum	467	633	800	967	1133	1300	1467	1633	1800	1967
T316	Start/End	1400	1867	2333	2800	3267	3733	4200	4667	5133	5600
	Minimum	533	700	867	1033	1200	1367	1533	1700	1867	2033
T411	Start/End	2100	2867	3633	4400	5167	5933	6700	7467	8233	9000
	Minimum	767	1033	1300	1567	1833	2100	2367	2633	2900	3167
T412	Start/End	2300	3067	3833	4600	5367	6133	6900	7667	8433	9200
	Minimum	833	1100	1367	1633	1900	2167	2433	2700	2967	3233
T416	Start/End	2400	3167	3933	4700	5467	6233	7000	7767	8533	9300
	Minimum	867	1133	1400	1667	1933	2200	2467	2733	3000	3267
T420	Start/End	2600	3367	4133	4900	5667	6433	7200	7967	8733	9500
	Minimum	933	1200	1467	1733	2000	2267	2533	2800	3067	3333
T511	Start/End	2800	3667	4433	5200	5967	6733	7500	8267	9033	9800
	Minimum	1000	1333	1667	2000	2333	2667	3000	3333	3667	4000
T512	Start/End	3000	3867	4633	5400	6167	6933	7700	8467	9233	10000
	Minimum	1100	1467	1833	2200	2567	2933	3300	3667	4033	4400
T516	Start/End	3100	3967	4733	5500	6267	7033	7800	8567	9333	10100
	Minimum	1133	1500	1867	2233	2600	2967	3333	3700	4067	4433
T520	Start/End	3300	4167	4933	5700	6467	7233	8000	8767	9533	10300
	Minimum	1200	1567	1933	2300	2667	3033	3400	3767	4133	4500
T524	Start/End	3500	4367	5133	5900	6667	7433	8200	8967	9733	10500
	Minimum	1267	1633	2000	2367	2733	3100	3467	3833	4200	4567
T612	Start/End	3700	4567	5333	6100	6867	7633	8400	9167	9933	10700
	Minimum	1333	1700	2067	2433	2800	3167	3533	3900	4267	4633
T616	Start/End	3900	4767	5533	6300	7067	7833	8600	9367	10133	10900
	Minimum	1400	1767	2133	2500	2867	3233	3600	3967	4333	4700
T620	Start/End	4100	4967	5733	6500	7267	8033	8800	9567	10333	11100
	Minimum	1467	1833	2200	2567	2933	3300	3667	4033	4400	4767
T624	Start/End	4300	5167	5933	6700	7467	8233	9000	9767	10533	11300
	Minimum	1533	1900	2267	2633	3000	3367	3733	4100	4467	4833
T629	Start/End	4500	5367	6133	6900	7667	8433	9200	9967	10733	11500
	Minimum	1600	1967	2333	2700	3067	3433	3800	4167	4533	4900

Torques

Torque Ratings – HD-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators

HD-Series

Actuator Model	See Berts' Definitions	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	90	100	120	150	200
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
HD 521	Start/End	2727	3409	4091	4773	5455	6137	6819	8182	10228	13637
	Minimum	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4800	6000	8001
HD 721	Start/End	5771	7214	8658	10099	11542	12985	14427	17313		
	Minimum	3255	4069	4883	5697	6511	7325	8138	9766		
HD 722	Start/End	11817	14772	17726	20681						
	Minimum	6666	8333	9999	11666						
HD 731	Start/End	8176	10221	12265	14309	16353	18397	20441	24529	30662	40882
	Minimum	4373	5467	6560	7654	8747	9840	10934	13120	16400	21867
HD 732	Start/End	16777	20971	25166	29360	33554	37748	41943	50331		
	Minimum	9187	11484	13781	16078	18375	20672	22969	27562		

Torques

Spring-Return Actuators

HD-Series

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)										
		40	50	60	70	80	90	100	120	150	200	
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)										
HD 521-SR40	Start	1556	1677	2359	3041	3723	4405	5087	5769	7132	9178	12587
	Min.	721	770	1176	1579	1981	2382	2783	3183	3984	5185	7186
	End	953	1006	1688	2370	3052	3734	4416	5097	6461	8507	11916
HD 521-SR60	Start	2340		1827	2509	3191	3872	4554	5236	6600	8645	12055
	Min.	1085		735	1152	1558	1962	2365	2767	3569	4771	6773
	End	1433		822	1504	2186	2867	3549	4231	5595	7640	11050
HD 521-SR80	Start	3030				2722	3404	4086	4767	6131	8177	11586
	Min.	1406				1174	1585	1992	2396	3201	4406	6409
	End	1856				1421	2102	2784	3466	4830	6875	10285
HD 521-SR100	Start	3788						3587	4269	5632	7678	11087
	Min.	1753						1575	1986	2798	4006	6012
	End	2310						1952	2634	3997	6043	9452
HD 521-SR125	Start	4800								4965	7010	10420
	Min.	2215								2245	3465	5479
	End	2910								2880	4925	8335
HD 521-SR150	Start	5748									6354	9764
	Min.	2690									2939	4965
	End	3506									3872	7281
HD 521-SR200	Start	7703										8432
	Min.	3568										3895
	End	4710										5125
HD 721-SR40	Start	2928	3751	5231	6710	8190	9670	11149	12629	15589	20028	
	Min.	1298	1685	2527	3364	4200	5034	5868	6701	8367	10865	
	End	1776	2343	3623	5302	6782	8262	9741	11221	14181	18620	

Torque Ratings – CB-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators CB-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)								
		40	50	60	70	80	90	100	120	150
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)								
CB420 SR60	Start	1270			1406	780	2151	2523	2894	3637
	Min.	532			63	780	994	1206	1418	1840
	End	676			675	1546	1418	1789	2161	2904
CB420 SR80	Start	1682			1528	1900	2271	2643	3386	
	Min.	700			534	762	980	1194	1620	
	End	879			543	915	1286	1658	2401	
CB420 SR100	Start	2062					1932	2289	3004	4075
	Min.	851					681	902	1323	1941
	End	1049					691	1049	1763	2834
CB520 SR40	Start	1302	1492	2055	2618	3180	3743	4306		
	Min.	522	578	711	835	958	1079	1200		
	End	620	659	722	785	847	910	973		
CB520 SR60	Start	1950		1572	1950	2328	3306	3884	4463	
	Min.	634		510	563	620	652	682	7212	
	End	1080		510	588	666	7244	2822	3401	
CB520 SR80	Start	2677				1003	3597	4190		
	Min.	1122				651	214	560	1902	
	End	1425				861	1474	2068	2661	
CB520 SR100	Start	3650					2952	3463		
	Min.	1577					350	1347		
	End	2086					950	1551		
CB525 SR40	Start	1611	1754	2402	3051	3699	4346	4997	6245	7742
	Min.	728	766	1018	1205	1444	1747	2091	2513	3159
	End	1014	1025	1333	1530	1770	2019	2367	2816	3513
CB525 SR60	Start	2465		1974	2524	3073	4222	4970	5719	7216
	Min.	1079		734	951	1164	1512	1837	2262	2729
	End	1447		734	1041	1329	1977	2326	2874	3572
CB525 SR80	Start	3253			1644	1674	4303	5032	6491	
	Min.	1408			1149	1486	1911	2331	3165	
	End	1851			1131	1860	2589	3319	4777	
CB525 SR100	Start	4142					3820	4568	6265	8311
	Min.	1799					1468	1911	2775	4055
	End	2387					675	2423	3920	6166
CB725 SR40	Start	3318	3488	4971	6454	7937	9420	10903		
	Min.	1470	1568	2321	3165	4006	4846	5684		
	End	2000	1874	3357	4540	6323	7806	9289		
CB725 SR60	Start	5056		3809	5292	6776	8259	9742	11225	
	Min.	2208		1236	1783	2342	2891	3435	5577	
	End	2951		1236	1719	2303	2886	3469	8652	
CB725 SR80	Start	6686			3645	4728	5811	6894		
	Min.	2912			2114	2757	3401	4044	4686	
	End	3879			2114	2757	3401	4044	4686	
CB725 SR100	Start	8701					5573	6256		
	Min.	3621					1637	1610		
	End	4561					1713	1706		

Torque Ratings – CB-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators CB-Series

Actuator Model	See Betts Definitions	Operating Pressure (PSIG)							
		40	50	60	70	80	90	100	120
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)							
CB 315	Start/End	697	877	1045	1214	1394	1568	1742	1920
	Minimum	393	497	590	688	700	800	963	1179
CB 420	Start/End	1409	1761	2134	2468	2818	3170	3530	3927
	Minimum	801	1001	1202	1402	1602	1802	2003	2303
CB 520	Start/End	2221	2777	3332	3887	4443			
	Minimum	1263	1579	1894	2210	2526			
CB 525	Start/End	2917	3647	4376	5105	5835	6564	7293	8022
	Minimum	1651	2063	2476	2889	3301	3714	4126	4952
CB 1125	Start/End	5780	7225	8670	10115	11560			
	Minimum	3270	4068	4906	5723	6541			

Spring-Return Actuators CB-Series

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End (lb-in)	Operating Pressure (PSIG)									
		40	50	60	70	80	90	100	120	150	
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
CB315 SR40	Start	358	397	562	727	892	1056	1221	1386	1551	
	Min	160	171	266	361	454	549	643	737	831	
	End	216	227	386	552	717	882	1047	1213	1378	
CB315 SR60	Start	524		416	576	737	898	1059	1220	1381	
	Min	235		153	250	343	436	529	622	715	
	End	318		163	324	484	645	806	967	1128	
CB315 SR80	Start	748				648	820	992	1164	1336	
	Min	334				252	353	454	555	656	
	End	455				290	462	634	806	978	
CB315 SR100	Start	958						877	1053	1229	1405
	Min	426						346	451	554	655
	End	583						415	591	764	937
CB415 SR40	Start	719	759	1077	1395	1712	2030	2347			
	Min	313	314	497	677	857	1037	1216			
	End	419	392	710	1028	1345	1663	1980			
CB415 SR60	Start	1034		792	1106	1419	1733	2047	2360		
	Min	462		266	472	653	832	1010	1188		
	End	634		300	614	928	1241	1555	1868		
CB415 SR80	Start	1396				1211	1533	1855	2176		
	Min	620				470	656	843	1026		
	End	848				543	865	1186	1508		
CB415 SR100	Start	1916						834	2164		
	Min	765						624	830		
	End	925						624	954		
CB420 SR40	Start	777	881	1224	1567	1909	2252	2594	2937	3622	
	Min	324	355	557	755	952	1148	1344	1540	1932	
	End	400	420	763	1106	1448	1791	2133	2476	3161	

Torque Ratings – RPC-Series (Pneumatic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Double-Acting Actuators

RPC-Series

Actuator Model	Stroke	Operating Pressure, PSIG					
		Pressure Torque Output (Start/Min./End) lb-in.					
		4	6	8	10	12	15
RPC 250	1 1/2"	18*	18*	150	312	472	632
RPC 350	2"	26*	33*	450	562	722	882
RPC 1500	3"	50	75	1500	1250	1500	1750
RPC 2250	3"	112*	168*	2750	2812	3372	3932
RPC 5000	3"	2500	3750	5000	6250	7500	8750
RPC 11000	3"	5500	8250	11000	13750	16500	19250

* The torque output for double acting rack & pinion actuators remains constant from start to end of stroke

Spring-Return Actuators

RPC-Series

RPC Model	Spring Set	Spring Torque Output (lb-in)		Operating Pressure, PSIG											
				Pressure Torque Output (lb-in)											
				40		60		80		100		120			
		Start	End	Start	End	Start	End	Start	End	Start	End	Start	End		
250	3	69	45	76	47	138	109	201	172	263	234	326	297		
	4	104	67	—	—	113	70	176	133	229	95	301	258		
	4	140	90	—	—	98	31	151	93	213	156	276	218		
	5	175	112	—	—	—	—	126	54	189	116	251	179		
	6	209	135	—	—	—	—	—	—	164	77	227	139		
	450	2	126	81	135	83	248	190	361	309	473	421	586	533	
3		190	121	—	—	203	125	316	238	428	350	541	463		
4		254	162	—	—	156	54	271	167	383	279	496	330		
5		317	202	—	—	—	—	226	96	339	209	451	282		
6		381	243	—	—	—	—	—	—	293	137	406	251		
1000		2	279	179	300	184	549	433	798	682	1048	931	1297	1159	
	3	418	270	—	—	449	273	698	526	947	775	1136	1002		
	4	559	360	—	—	350	120	599	371	848	618	1194	1070		
	5	698	450	—	—	—	—	500	212	749	464	996	872		
	6	839	540	—	—	—	—	—	—	650	304	899	775		
	2250	2	659	394	690	395	1253	958	1816	1521	2379	2084	2939	2647	
3		990	590	—	—	134	591	1596	1154	2159	1717	2722	2396		
4		1320	787	—	—	816	226	1379	786	2029	1351	2505	2174		
5		1650	984	—	—	—	—	1161	424	1724	984	2287	1944		
6		1980	1181	—	—	—	—	—	—	1506	621	2069	1715		
5000		2	1560	785	1590	803	2780	1990	3970	3180	5160	4380	6350	5510	
	3	2340	1180	—	—	2380	1200	3570	2400	4760	3590	5960	4760		
	4	3130	1570	—	—	1980	414	3180	1600	4370	2800	5560	3990		
	5	3910	1980	—	—	—	—	2780	815	3970	2010	5160	3200		
	6	4690	2380	—	—	—	—	—	—	3570	1220	4760	2910		
	11000	2	3400	1720	3460	1760	6060	4360	8660	6960	11300	9560	13900	12200	
3		5100	2570	—	—	5200	2650	7790	5240	10400	7840	13000	10400		
4		6790	3430	—	—	4330	932	6930	3530	9520	6130	12100	8730		
5		8490	4290	—	—	—	—	6060	1810	8660	4410	11300	7010		
6		10200	5150	—	—	—	—	—	—	7790	2700	10400	5300		

* Spring Set # x 20 = Nominal Operating Pressure

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators G-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min/End	Operating Pressure (PSIG)								
		500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
		Pressure Torque Output Start/Min/End (lbf/in)								
G4004 0-SR2	Start	98380					86502	129809		
	Min.	43917					37786	59739		
	End	69419					56492	97799		
G4004 5-SR2	Start	98380			65499					
	Min.	43917			36187					
	End	69419			53486					
G4005 0-SR2	Start	98380		59962	128307					
	Min.	43917		22306	58941					
	End	69419		27953	96297					
G4006 0-SR2	Start	98380	75359	126054						
	Min.	43917	30684	57744						
	End	69419	43349	95044						
G4003 0-SR1	Start	112377							71529	112085
	Min.	50963							28126	49886
	End	82057							38017	78713
G4003 5-SR1	Start	112377					49512	89554		
	Min.	50963					21526	37909		
	End	82057					26007	56042		
G4004 0-SR1	Start	112377				49533	115641			
	Min.	50963				29756	51881			
	End	82057				41022	92329			
G4004 5-SR1	Start	112377			71529					
	Min.	50963			28126					
	End	82057			38017					
G4005 0-SR1	Start	112377			114338					
	Min.	50963			51063					
	End	82057			93827					
G4006 0-SR1	Start	112377	61390	112085						
	Min.	50963	22576	49886						
	End	82057	31876	78513						
G5003 5-SR4	Start	153744							48970	251718
	Min.	65419							60966	355460
	End	97370							86663	558140
G5004 0-SR4	Start	153744					125644	172296	265602	358907
	Min.	65419					48308	73565	123154	172743
	End	97370					63336	109989	203294	296334
G5004 5-SR4	Start	153744				145082	208258	271433		
	Min.	65419				58856	92677	126253		
	End	97370				82775	145952	209126		
G5005 0-SR4	Start	153744			137307	218949	300591			
	Min.	65419			54635	98359	141750			
	End	97370			74999	156641	238264			
G5006 0-SR4	Start	153744		141195	265602					
	Min.	65419		56746	125154					
	End	97370		78887	203294					
G5007 0-SR4	Start	153744	154902	242275						
	Min.	65419	64131	110757						
	End	97370	92494	179968						
G5006 0-SR4	Start	153744	125644	242275	358907					
	Min.	65419	48308	110757	172743					
	End	97370	63336	179968	296334					
G5003 5-SR3	Start	183943							129759	112085
	Min.	77756							45713	49886
	End	114769							60214	78713

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

G-Series

Actuator Model	Series	Stroke (in)	Operating Pressure (PSI)				Operating Temperature (°F)	
			150	200	250	300	50	100
G4003-5F4	Start	68780						
	Min	30993						
	End	49535						
G4003-1F4	Start	68780				2664	6698	11744
	Min	30993				1899	3419	5091
	End	49535				2600	4545	8004
G4003-3F4	Start	68780		35310	75416	35456	125499	
	Min	30993		12310	28610	44528	60553	
	End	49535		14105	34136	54196	104229	
G4004-5F4	Start	68780		69172	110479	151786		
	Min	30993		30616	52570	74496		
	End	49535		47902	89209	130516		
G4004-3F4	Start	68780		53400	97473			
	Min	30993		22194	50973			
	End	49535		32136	86204			
G4005-5F4	Start	68780		41767	51939	150284		
	Min	30993		19136	37402	73703		
	End	49535		26497	60669	129314		
G4006-5F4	Start	68780	-6649	37335	148030			
	Min	30993	18525	45584	72514			
	End	49535	25370	78065	126760			
G4003-5F3	Start	83046					56725	9708
	Min	37118					72219	43465
	End	58758					29881	75437
G4003-1F3	Start	83046				46223	35265	115305
	Min	37118				17434	57556	53524
	End	58758				28379	58470	88462
G4004-5F3	Start	83046				58975	130255	141507
	Min	37118				23442	45541	67436
	End	58758				32134	75021	112734
G4004-3F3	Start	83046		43207	97261			
	Min	37118		14727	43945			
	End	58758		16362	70457			
G4005-5F3	Start	83046		37574	71746	140090		
	Min	37118		10729	30372	66696		
	End	58758		10729	44901	113246		
G4006-5F3	Start	83046	36447	87142	137837			
	Min	37118	9603	38556	65499			
	End	58758	9603	60298	110993			
G4003-5F2	Start	98380					35496	26004
	Min	43917					36187	57724
	End	68419					53488	94044
G4003-5F2	Start	98380				73481	103522	
	Min	43917				29665	45769	
	End	68419				41471	71513	

Torques

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

G-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End	Operating Pressure (PSIG)									
		500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)									
G8005 0-SR2	Start	506708								318622	515835
	Min.	267642								111896	219451
	End	425448								129335	326546
G8006 0-SR2	Start	506708				333819	494630	816250			
	Min.	267642				120242	208044	379113			
	End	425448				144532	305342	626963			
G8007 0-SR2	Start	506709				467062	701386	935709			
	Min.	267642				193081	318066	442602			
	End	425448				277775	512098	746422			
G8008 0-SR2	Start	506708			487208	806354					
	Min.	267642			204015	373853					
	End	425448			297920	617067					
G8009 0-SR2	Start	506708			360327	775606					
	Min.	267642			135148	357512					
	End	425448			171039	586319					
G8010 0-SR2	Start	506708									
	Min.	267642		313851	575211						
	End	425448		109012	251008						
G8012 0-SR2	Start	506708	301304	687072							
	Min.	267642	101861	310458							
	End	425448	112017	497785							
G8006 0-SR1	Start	740334							411092	732712	
	Min.	324312							136461	312981	
	End	501030							146597	468218	
G8007 0-SR1	Start	740334						617848	852171		
	Min.	324312						250914	376470		
	End	501030						353354	587677		
G8008 0-SR1	Start	740334			403670	722816					
	Min.	324312			132071	307722					
	End	501030			139175	458322					
G8009 0-SR1	Start	740334				692068					
	Min.	324312				291199					
	End	501030				427574					
G8010 0-SR1	Start	740334			491673						
	Min.	324312			182200						
	End	501030			227179						
G8012 0-SR1	Start	740334		603534							
	Min.	324312		243145							
	End	501030		339040							
G10006 0-SR4	Start	1008200								851654	1229279
	Min.	415623								316509	521654
	End	505982								396043	773638
G10007 0-SR4	Start	1008200						767723	1053006	1623574	219441
	Min.	415623						299292	426085	731210	1034451
	End	505982						312082	597365	1167932	1738500
G10008 0-SR4	Start	1008200				927760	1324374	1720988			
	Min.	415623				358104	572194	82983			
	End	505982				472119	568733	1265346			
G10009 0-SR4	Start	1008200			909669	432457	955245				
	Min.	415623			348285	629537	907484				
	End	505982			454028	976616	1496604				
G10010 0-SR4	Start	1008200		668917	1332724	1296530					
	Min.	415623		211667	576632	304428					
	End	505982		213275	877082	1543889					

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators G-Series (cont.)

Part No. Model	Actuator Size	Stroke End	Operating Pressure (PSI)								
			500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
			Pressure Torque		Output Stroke		Min.		End		
G5004 0-SR3	Start	183943							53066	24637	139676
	Min.	77756							58072	76843	158434
	End	114789							76610	109076	243327
G5004 5-SR3	Start	183943				125852	189027	252203			
	Min.	77756				43676	61931	111944			
	End	114789				49396	112572	175747			
G5005 0-SR3	Start	183943				118076	199718	281361			
	Min.	77756				38999	83994	127441			
	End	114789				41621	123263	204905			
G5006 0-SR3	Start	183943		121964	246371						
	Min.	77756		41299	108845						
	End	114789		45509	169916						
G5007 0-SR3	Start	183943		135571	223045						
	Min.	77756		49982	96448						
	End	114789		59116	146589						
G5008 0-SR3	Start	183943	106473	223045	339676						
	Min.	77756	29958	96448	158434						
	End	114789	29958	146589	263227						
G5004 0-SR2	Start	228222								222993	316296
	Min.	94407								88467	138622
	End	135921								120976	214281
G5004 5-SR2	Start	228222						165649	228824		
	Min.	94407						56783	91632		
	End	135921						63632	126808		
G5005 0-SR2	Start	228222					176340	257967			
	Min.	94407					62796	107456			
	End	135921					74323	155966			
G5006 0-SR2	Start	228222				222993					
	Min.	94407				88467					
	End	135921				120976					
G5007 0-SR2	Start	228222			199666						
	Min.	94407			75806						
	End	135921			97650						
G5008 0-SR2	Start	228222		199666	316298						
	Min.	94407		75806	138622						
	End	135921		97650	214281						
G5004 0-SR1	Start	254302								195903	289209
	Min.	108027								73178	123723
	End	180430								92151	185456
G5004 5-SR1	Start	254302							201735		
	Min.	108027							76374		
	End	180430							97982		
G5005 0-SR1	Start	254302					149251	230893			
	Min.	108027					45498	92200			
	End	180430					45498	127140			
G5006 0-SR1	Start	254302				195903					
	Min.	108027				73178					
	End	180430				92151					
G5007 0-SR1	Start	254302			172577						
	Min.	108027			60061						
	End	180430			68824						
G5008 0-SR1	Start	254302		172577	289209						
	Min.	108027		60061	123723						
	End	180430		68824	185456						

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators

G-Series (cont.)

Actuator Model	Spring Torque Start/Min./End	Operating Pressure (PSI)												
		500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000				
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)												
G7007 0-SR2	Start	442747				339027	548666							
	Min.	182899				119543	233959							
	End	262280				139564	349203							
G7008 0-SR2	Start	442747				553736								
	Min.	182899				236653								
	End	262280				354272								
G7009 0-SR2	Start	442747			434752									
	Min.	182899			172295									
	End	262280			235288									
G7010 0-SR2	Start	442747	389573	616061										
	Min.	182899	147773	269777										
	End	262280	190110	416597										
G7004 5-SR1	Start	524480												382101
	Min.	216178												130330
	End	309916												144952
G7005 0-SR1	Start	524480											418482	
	Min.	216178											150790	
	End	309916											181333	
G7006 0-SR1	Start	524480						39552	543132					
	Min.	216178						131377	219090					
	End	309916						158377	305983					
G7007 0-SR1	Start	524480						496016						
	Min.	216178						193517						
	End	309916						258867						
G7008 0-SR1	Start	524480				501086								
	Min.	216178				196268								
	End	309916				263936								
G7009 0-SR1	Start	524480			352101									
	Min.	216178			130330									
	End	309916			144952									
G7010 0-SR1	Start	524480	336923	563411										
	Min.	216178	99774	230097										
	End	309916	99774	326261										
G8005 0-SR3	Start	506707											388824	588036
	Min.	227463											159960	265221
	End	361932											228809	426023
G8006 0-SR3	Start	506707						404022	564832	886452				
	Min.	227463						168209	253950	424883				
	End	361932						244007	404817	726437				
G8007 0-SR3	Start	506707				302941	537264	771588	1005911					
	Min.	227463				113313	239299	363835	488372					
	End	361932				142926	377249	611573	845896					
G8008 0-SR3	Start	506707				557410	876556							
	Min.	227463				250006	419623							
	End	361932				397395	716541							
G8009 0-SR3	Start	506707			430529	845808								
	Min.	227463			182572	403281								
	End	361932			270514	685793								
G8010 0-SR3	Start	506707		384053	645414									
	Min.	227463		157370	296777									
	End	361932		224038	485399									
G8012 0-SR3	Start	506707	371506	757274										
	Min.	227463	150560	356228										
	End	361932	211491	597259										

Torque Ratings – G-Series (Hydraulic)

All Published Torques are Guaranteed Minimum Values.

Spring-Return Actuators G-Series (cont.)

Actuator Model	Spring T. Range Start/Min./End	Operating Pressure (PSIG)											
		500	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000			
		Pressure Torque Output Start/Min./End (lb-in)											
G10012 0-SR4	Start	1006209		826267	1322954	2312429							
	Min	415623		302552	570961	1097318							
	End	595902		411228	666413	1056798							
G10014 0-SR4	Start	1008209	717624	1405784	2093944								
	Min	415623	240664	615361	981199								
	End	595902	261983	950143	1638302								
G10007 0-SR3	Start	1255083						929511	150079	2076645			
	Min	508812						305472	620448	925461			
	End	707806						323842	894409	1464976			
G10008 0-SR3	Start	1255083					1200878	1597492					
	Min	508812					458451	673722					
	End	707806					595209	991823					
G10009 0-SR3	Start	1255683				1308961	1831749						
	Min	508812				517115	798494						
	End	707806				703292	1226080						
G10010 0-SR3	Start	1255683			1209228	1873034							
	Min	508812			462983	820436							
	End	707806			603559	1267365							
G10012 0-SR3	Start	1255683		1198559	2188934								
	Min	508812		457192	988328								
	End	707806		592890	1583264								
G10014 0-SR3	Start	1255683	1282289	1970448									
	Min	508812	502636	872209									
	End	707806	676619	1364779									
G10007 0-SR2	Start	1378071							1351241	1921808			
	Min	578512							545100	550911			
	End	842359							761348	1331915			
G10008 0-SR2	Start	1378071						1052041	1448655				
	Min	578512						381318	597973				
	End	842359						462148	858762				
G10009 0-SR2	Start	1378071				1160124	1682912						
	Min	578512				441367	723950						
	End	842359				570231	1093019						
G10010 0-SR2	Start	1378071			1060391	1724197							
	Min	578512			386013	745892							
	End	842359			470496	1134304							
G10012 0-SR2	Start	1378071		1049721	2040096								
	Min	578512		380013	913784								
	End	842359		458829	1450204								
G10014 0-SR2	Start	1378071	1133451	1821611									
	Min	578512	426889	797665									
	End	842359	543558	1231718									
G10007 0-SR1	Start	1705474								1174799	1745366		
	Min	701107								381231	699120		
	End	1001997								397272	967839		
G10008 0-SR1	Start	1705474								1272213			
	Min	701107								438238			
	End	1001997								494686			
G10009 0-SR1	Start	1705474								1506470			
	Min	701107								569454			
	End	1001997								728943			
G10010 0-SR1	Start	1705474				1547755							
	Min	701107				591862							
	End	1001997				770226							
G10012 0-SR1	Start	1705474				1863654							
	Min	701107				763324							
	End	1001997				1066127							
G10014 0-SR1	Start	1705474			1845189								
	Min	701107			644736								
	End	1001997			867842								

Performance Data – RPC-Series (Pneumatic)

Double-Acting Actuators

RPC-Series – Imperial

Actuator Model	Volume (Cu. In.)▲		Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (lbs)
	Outboard	Inboard		
RPC 250	8.5	10.4	120	3.7
RPC 450	15.4	19.8	120	4.9
RPC 1000	30.2	43.2	120	9.1
RPC 2250	71.0	96.0	120	16.9
RPC 5000	174.7	184.2	120	43.5
RPC 11000	341.2	389.4	120	87.5

Spring-Return Actuators

RPC-Series – Imperial

Actuator Model	Volume (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (lbs)
RPC 250-SR	10.4	120	4.4
RPC 450-SR	19.8	120	6.6
RPC 1000-SR	43.2	120	12.2
RPC 2250-SR	96.0	120	23.1
RPC 5000-SR	184.2	120	43.5
RPC 11000-SR	389.4	120	87.5

Notes

Operating Temperature:

Standard: -40°F to +180°F [-40°C to +82°C]

High Temperature: 0°F to +350°F [-18°C to +177°C]

Operating Pressure Range: 40 to 120 PSIG [3 to 8 BAR]

Operating Media: Dry non-corrosive gas

▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke

* Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.

RPC Maximum Operating Pressure is 120 PSIG [8 BAR]

If required, recommended relief valve set pressure is supply or regulator setting plus 15%. Do not exceed 140 PSIG (9.3 Bar)

Performance Data — CB-Series (Pneumatic)

Double-Acting Actuators CB-Series

Actuator Model	Volume (Cu. In.) ▲		Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
	Outboard	Inboard (Hous. Eng.)			
CB 315	24	54	120	200	10
CB 420	53	115	120	200	16
CBL 520	82	148	80	160	26
CB 525	105	207	120	200	43
CBL 725	206	327	80	160	65

Spring-Return Actuators CB-Series

Actuator Model	Volume (Cu. In.) ▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
CB315-SR40	54	145	200	15
SR60	54	160	200	19
SR80	54	170	200	20
SR100	54	180	200	19
• CB415-SR40	75	90	160	22
SR60	75	100	160	25
SR80	75	115	160	26
SR100	75	130	160	25
• CB420-SR40	115	140	200	31
SR60	115	155	200	34
SR80	115	165	200	35
SR100	115	180	200	36
• CB525-SR40	148	100	160	39
SR60	148	110	160	42
SR80	148	125	160	43
SR100	148	135	160	41
• CB525-SR60	207	160	200	56
SR60	207	175	200	61
SR80	207	190	200	62
SR100	207	200	200	61
• CB725-SR40	327	95	160	66
SR60	327	105	160	91
SR80	327	120	160	96
SR100	327	135	160	96

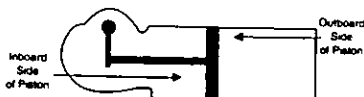
Performance Data

Notes:

- ◆ CB-SRXXM mechanical handwheel overrides are available on these models. The override adds approximately 12 lbs. to the weight of the standard CB model.
- ▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke.
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Standard installation produces clockwise rotation when the outboard side of piston is pressurized.

Standard installation produces counterclockwise rotation when the inboard side of piston is pressurized.



Performance Data – HD-Series (Pneumatic)

Double-Acting Actuators

HD-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP) (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)	With M3 Add (Lbs.)†	With M3+HW Add (Lbs.)†	With M7 Add (Lbs.)†
HD 521	134	200	200	79	10	24	71
HD 721	261	150	200	150	15	24	76
HD 722	487	75	125	190	15	24	—
HD 731	622	200	200	164	15	24	100
HD 732	622	150	200	267	15	24	—

Spring-Return Actuators

HD-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP) (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)	With M3 Add (Lbs.)†	With M3+HW Add (Lbs.)†	With M7 Add (Lbs.)†
HD 521-SR40	134	200	200	105	5	12	65
HD 521-SR60	134	200	200	108	5	12	65
HD 521-SR80	134	200	200	110	5	12	65
HD 521-SR100	134	200	200	121	5	12	65
HD 521-SR125	134	200	200	123	5	12	65
HD 521-SR150	134	200	200	125	5	12	65
HD 521-SR200	134	200	200	136	5	12	65
HD 721-SR40	261	180	200	150	5	12	85
HD 721-SR60	261	195	200	154	5	12	85
HD 721-SR80	261	200	200	162	5	12	85
HD 721-SR100	261	200	200	163	5	12	85
HD 721-SR125	261	200	200	166	5	12	85
HD 721-SR150	261	200	200	188	5	12	85
HD 721-SR200	261	200	200	253	5	12	85
HD 722-SR40	487	90	75	177	5	12	—
HD 722-SR60	487	115	125	229	5	12	—
HD 722-SR80	487	130	150	251	5	12	—
HD 722-SR100	487	145	175	244	5	12	—
HD 732-SR40	622	160	200	275	5	12	—
HD 732-SR60	622	175	200	297	5	12	—
HD 732-SR80	622	200	200	310	5	12	—
HD 732-SR100	622	200	200	316	5	12	—
HD 732-SR125	622	200	200	326	5	12	—
HD 732-SR150	622	200	200	352	5	12	—
HD 732-SR200	622	200	200	366	5	12	—

NOTES:

† Manual Overrides

M3	Jackscrew
M3+HW	Jackscrew and handwheel
M11	Piston pump assembly including hydraulic cylinder
M7	Piston pump assembly including hydraulic cylinder

Notice: All M4 hydraulic overrides are anticipated to be phased out by the end of 1996. A new M11 piston pump override will replace the M4. Consult factory for M11 technical data.

▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke

* Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.

** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Performance Data – HD-Series (Hydraulic)

Double-Acting Actuators

HD-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
H251 5	9	3000	3000	68
H352 1	24	3000	4000	137

Spring-Return Actuators

HD-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
H251 5-SR540	9	3000	3000	110
H251 5-SR560	9	3000	3000	114
H251 5-SR580	9	3000	3000	116
H251 5-SR5100	9	3000	3000	128
H251 5-SR5125	9	3000	3000	130
H251 5-SR5150	9	3000	3000	132
H251 5-SR780	9	3000	3000	166
H251 5-SR7100	9	3000	3000	168
H251 5-SR7125	9	3000	3000	191
H251 5-SR7150	9	3000	3000	193
H352 1-SR740	24	3000	4000	247
H352 1-SR760	24	3000	4000	253
H352 1-SR780	24	3000	4000	292
H352 1-SR7100	24	3000	4000	302
H352 1-SR7125	24	3000	4000	325

NOTE:

- ▲ Maximum displacement required for calculating consumption per stroke. All HD-Series hydraulic actuators have opposing hydraulic rams for both directions of travel.
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Performance Data - ST-Series (Pneumatic)

Spring-Return Actuators

ST-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
ST310-SR5	847	180	200	336
SR4	847	190	200	332
SR3	847	200	200	325
SR2	847	200	200	429
SR1	847	200	200	535
ST312-SR5	1213	125	170	372
SR4	1213	135	180	368
SR3	1213	140	185	361
SR2	1213	160	200	464
SR1	1213	175	200	570
ST316-SR4	1945	85	110	412
SR3	1945	90	115	405
SR2	1945	100	125	509
SR1	1945	110	140	615
ST410-SR5	825	200	200	396
SR4	825	200	200	385
SR3	825	200	200	488
SR2	825	200	200	594
ST412-SR5	1182	165	200	432
SR4	1182	175	200	421
SR3	1182	190	200	524
SR2	1182	200	200	630
SR1	1182	200	200	621
ST416-SR5	1895	105	150	476
SR4	1895	110	150	465
SR3	1895	120	150	569
SR2	1895	125	150	675
SR1	1895	140	150	666
ST420-SR3	2999	75	90	634
SR2	2999	80	90	740
SR1	2999	85	90	732
ST510-SR4	1069	200	200	997
SR3	1069	200	200	937

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
ST512-SR4	1532	200	200	1052
SR3	1532	200	200	991
SR2	1532	200	200	1241
ST516-SR4	2458	160	200	1163
SR3	2458	165	200	1102
SR2	2458	190	200	1353
SR1	2458	200	200	1408
ST520-SR4	3894	100	145	1456
SR3	3894	105	150	1396
SR2	3894	120	150	1646
SR1	3894	135	150	1701
ST524-SR2	5417	85	100	1976
SR1	5417	95	100	2031
ST812-SR5	2170	200	200	1125
SR4	2170	200	200	1334
SR3	2170	200	200	1315
ST816-SR5	3483	200	200	1183
SR4	3483	200	200	1391
SR3	3483	200	200	1372
SR2	3483	200	200	1427
ΔSR1	3422	200	200	2270
ST820-SR5	5518	130	150	1299
SR4	5518	140	150	1508
SR3	5518	150	150	1488
SR2	5518	150	150	1544
ΔSR1	5446	150	150	2387
ST824-SR5	7676	95	110	1627
SR4	7676	100	110	1836
SR3	7676	110	110	1817
SR2	7676	110	110	1872
ΔSR1	7595	110	110	2715
ST828-SR5	11776	60	70	1958
SR4	11776	65	70	2167
SR3	11776	70	70	2148
SR2	11776	70	70	2203
ΔSR1	11674	70	70	3046
ΔST8220-SR1	11092	87	87	2759

Notes:

- Δ STBXX-SR1 is a compression spring operated by a tension rod.
- ▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke.
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Performance Data – ST-Series (Hydraulic)

Spring-Return Actuators ST-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
ST302 5-SR5	27.6	3035	4090	322
SR4	27.6	3245	4275	318
SR3	27.6	3445	4505	311
SR2	27.6	3630	4800	415
ST303 0-SR5	39.8	2110	2840	329
SR4	39.8	2250	2970	325
SR3	39.8	2390	3130	318
SR2	39.8	2680	3375	422
SR1	39.8	2945	3765	528
ST303 5-SR5	54.1	1550	2085	338
SR4	54.1	1655	2190	334
SR3	54.1	1760	2300	327
SR2	54.1	1955	2480	431
SR1	54.1	2165	2765	537
ST304 0-SR4	70.7	1265	1670	345
SR3	70.7	1345	1760	338
SR2	70.7	1495	1900	442
SR1	70.7	1655	2120	548
ST403 0-SR5	56.6	2915	4115	395
SR4	56.6	3090	4265	384
SR3	56.6	3345	4490	487
SR2	56.6	3505	4620	593
ST403 5-SR5	77.0	2140	3020	405
SR4	77.0	2260	3130	394
SR3	77.0	2455	3300	497
SR2	77.0	2575	3560	603
SR1	77.0	2825	3785	594
ST404 0-SR5	100.5	1640	2315	416
SR4	100.5	1730	2400	405
SR3	100.5	1890	2525	508
SR2	100.5	1970	2725	614
SR1	100.5	2160	2895	605
ST405 0-SR4	157.1	1110	1353	447
SR3	157.1	1205	1615	550
SR2	157.1	1260	1745	656
SR1	157.1	1385	1855	647

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approx. Weight of Actuator (lbs)
ST503 5-SR4	105.8	3140	4035	940
SR3	105.8	3255	4035	890
SR2	105.8	3695	4035	1130
ST504 0-SR4	138.2	2405	3505	958
SR3	138.2	2490	3560	838
SR2	138.2	2830	3580	1148
SR1	138.2	3210	3580	1203
ST505 0-SR4	216.0	1540	2245	1002
SR3	216.0	1595	2300	942
SR2	216.0	1810	2535	1192
SR1	216.0	2055	2605	1247
ST506 0-SR4	311.0	1070	1560	1047
SR3	311.0	1110	1595	987
SR2	311.0	1260	1760	1237
SR1	311.0	1425	1950	1292
ST804 0-SR5	201.1	3080	3580	1032
SR4	201.1	3295	3580	1241
SR3	201.1	3510	3580	1222
SR2	201.1	3580	3580	1277
ST805 0-SR5	314.2	1970	2745	1077
SR4	314.2	2110	2925	1286
SR3	314.2	2245	2925	1267
SR2	314.2	2490	2925	1322
SR1	275.7	2410	2410	2165
ST806 0-SR5	452.4	1370	1905	1126
SR4	452.4	1465	2045	1335
SR3	452.4	1560	2190	1316
SR2	452.4	1730	2335	1371
SR1	413.9	1780	2040	2214
ST807 0-SR5	615.8	1005	1400	1189
SR4	615.8	1075	1500	1398
SR3	615.8	1145	1565	1379
SR2	615.8	1270	1715	1434
SR1	577.2	1310	1770	2277

Notes:

- ▲ ST8XX-SR1 is a compression spring operated by a tension rod.
- ▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke.
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Performance Data — T-Series (Pneumatic)

Double-Acting Actuators T-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)** (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
T310	847	160	200	186
T312	1213	110	150	220
T316	1345	70	85	265
T412	525	200	200	236
T416	1152	150	200	271
T416	1825	95	125	316
T420	2999	60	80	382
T510	1069	200	200	469
T512	1532	200	200	504
T516	2458	130	200	558
T520	3894	85	125	669
T524	5417	60	90	963
T812	2170	200	200	628
T816	3483	180	200	685
T820	5518	115	150	801
T824	7676	80	105	1130
T828	11776	50	70	1461

Spring-Return Actuators T-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)** (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)	Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP)** (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
T310-SR5	847	160	200	332	T510-SR4	1069	200	200	961
SR4	847	195	200	329	SR3	1069	200	200	944
SR3	847	200	200	322	T512-SR4	1532	200	200	996
SR2	847	200	200	420	SR3	1532	200	200	979
SR1	847	200	200	489	SR2	1532	200	200	1163
T312-SR5	1213	130	200	366	T516-SR4	2458	165	200	1050
SR4	1213	130	200	363	SR3	2458	170	200	1033
SR3	1213	145	200	356	SR2	2458	190	200	1211
SR2	1213	160	200	454	SR1	2458	200	200	1448
SR1	1213	160	200	523	T520-SR4	3894	105	150	1161
T316-SR4	1945	65	130	408	SR3	3894	105	150	1144
SR3	1945	90	130	401	SR2	3894	120	150	1328
SR2	1945	100	130	499	SR1	3894	135	150	1556
SR1	1945	110	130	568	T524-SR2	5417	85	115	1622
T410-SR5	825	200	200	375	SR1	5417	100	115	1850
SR4	825	200	200	372	T812-SR5	2170	200	200	1128
SR3	825	200	200	470	SR4	2170	200	200	1312
SR2	825	200	200	539	SR3	2170	200	200	1288
T412-SR5	1182	175	200	410	T816-SR5	3483	200	200	1185
SR4	1182	185	200	407	SR4	3483	200	200	1369
SR3	1182	200	200	505	SR3	3483	200	200	1345
SR2	1182	200	200	574	SR2	3483	200	200	1579
SR1	1182	200	200	559	T820-SR5	5518	135	150	1301
T416-SR5	1895	110	150	455	SR4	5518	145	150	1485
SR4	1895	115	150	452	SR3	5518	150	150	1461
SR3	1895	125	150	550	SR2	5518	150	150	1695
SR2	1895	130	150	619	T824-SR5	7676	100	110	1630
SR1	1895	145	150	604	SR4	7676	105	110	1814
T420-SR3	2999	80	90	616	SR3	7676	110	110	1790
SR2	2999	85	90	685	SR2	7676	110	110	2024
SR1	2999	90	90	670	T828-SR5	11776	60	70	1961
					SR4	11776	65	70	2145
					SR3	11776	70	70	2121
					SR2	11776	70	70	2355

Notes:

- ▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke.
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Performance Data – ST-Series (Pneumatic)

Double-Acting Actuators ST-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.) [▲]	Maximum Operating Pressure (MOP) [*] (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) ^{**} (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
ST310	847	160	200	194
ST312	1213	110	145	225
ST316	1945	70	90	273
ST410	825	200	200	250
ST412	1162	145	200	265
ST416	1895	90	125	330
ST420	2999	55	80	396
ST510	1069	200	200	492
ST512	1532	200	200	527
ST516	2458	130	195	561
ST520	3894	85	125	692
ST524	5417	60	90	966
ST812	2170	200	200	651
ST816	3483	175	200	705
ST820	5518	110	150	824
ST824	7676	80	110	1153
ST828	11776	50	70	1464

Performance Data

Notes:

- ▲ Maximum volume including cavity required for calculating consumption per stroke
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops.

Performance Data – G-Series (Pneumatic)

Spring-Return Actuators

G-Series

Actuator Model	Volume Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP) (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
G4016-SR4	2067	147	939
SR3	2067	147	999
SR2	2067	147	1014
SR1	2067	147	1029
G4020-SR4	3277	92	969
SR3	3277	92	1029
SR2	3277	92	1044
SR1	3277	92	1059
G4024-SR4	4741	63	1084
SR3	4741	63	1144
SR2	4741	63	1159
SR1	4741	63	1174
G5020-SR4	4157	164	1710
SR3	4157	164	1775
SR2	4157	164	1830
SR1	4157	164	1825
G5024-SR4	6127	112	1815
SR3	6127	112	1880
SR2	6127	112	1935
SR1	6127	112	1930
G5028-SR4	8659	79	1982
SR3	8659	79	2047
SR2	8659	79	2102
SR1	8659	79	2097
G5032-SR4	10470	61	2381
SR3	10470	61	2446
SR2	10470	61	2501
SR1	10470	61	2496
G5036-SR4	13107	48	2650
SR3	13107	48	2715
SR2	13107	48	2770
SR1	13107	48	2765
G7020-SR4	4707	200	3145
SR3	4707	200	3195
G7024-SR4	6826	178	3160
SR3	6826	178	3210
SR2	6826	178	3315
SR1	6826	178	3370
G7028-SR4	10800	126	3370
SR3	10800	126	3420
SR2	10800	126	3525
SR1	10800	126	3580
G7032-SR4	13441	96	3660
SR3	13441	96	3710
SR2	13441	96	3815
SR1	13441	96	3870
G7036-SR4	14851	76	3960
SR3	14851	76	4010
SR2	14851	76	4115
SR1	14851	76	4170
G70226-SR4	21600	63	4957
SR3	21600	63	5057
SR2	21600	63	5277
SR1	21600	63	5387

Actuator Model	Volume Per Stroke (Cu. In.)▲	Maximum Operating Pressure (MOP) (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
G8024-SR3	8103	200	4965
SR2	8103	200	5125
SR1	8103	200	5416
G8028-SR3	11921	172	5205
SR2	11921	172	5365
SR1	11921	172	5656
G8032-SR3	15791	131	5320
SR2	15791	131	5480
SR1	15791	131	5771
G8036-SR3	20100	103	5785
SR2	20100	103	5945
SR1	20100	103	6236
G8040-SR3	24993	84	6035
SR2	24993	84	6195
SR1	24993	84	6486
G80232-SR3	31582	65	6410
SR2	31582	65	6570
SR1	31582	65	6861
G80236-SR3	40200	52	7210
SR2	40200	52	7370
SR1	40200	52	7661
G10028-SR3	16975	200	7820
SR2	16975	200	8210
SR1	16975	200	8670
G10032-SR4	19550	200	7510
SR3	19550	200	7870
SR2	19550	200	8260
SR1	19550	200	8720
G10036-SR4	25491	158	8010
SR3	25491	158	8370
SR2	25491	158	8760
SR1	25491	158	9220
G10040-SR4	31679	128	8280
SR3	31679	128	8640
SR2	31679	128	9030
SR1	31679	128	9490
G100232-SR4	39100	100	8740
SR3	39100	100	9100
SR2	39100	100	9490
SR1	39100	100	9950
G100236-SR4	50982	79	9620
SR3	50982	79	9980
SR2	50982	79	10370
SR1	50982	79	10830
G100240-SR4	63358	64	10080
SR3	63358	64	10440
SR2	63358	64	10830
SR1	63358	64	11290

Performance Data – ST-Series (Hydraulic)

Double-Acting Actuators ST-Series

Actuator Model	Displacement Per Stroke (Cu. In.)▲		Maximum Operating Pressure (MOP)* (PSIG)	Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)** (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
	Clockwise	Counterclockwise			
ST302 5	19.3	21.6	2715	3465	180
ST303 0	31.4	39.8	1865	2435	187
ST303 5	45.8	54	1365	1705	196
ST304 0	62.3	70.7	1060	1355	207
ST403 0	44.7	56.6	2540	3395	249
ST403 5	65.1	77.0	1870	2435	259
ST404 0	88.6	100.5	1430	1910	270
ST405 0	145.2	157.1	915	1220	312
ST503 5	79.4	105.8	2530	3315	435
ST504 0	111.8	138.2	1940	2945	453
ST505 0	189.5	216.0	1240	1885	497
ST506 0	284.6	311.0	860	1310	542
ST804 0	162.6	201.1	2600	3105	558
ST805 0	275.7	314.2	1665	2345	603
ST806 0	413.9	452.4	1155	1625	652
ST807 0	577.3	615.8	850	1195	715

Notes:

- ▲ Maximum displacement required for calculating consumption per stroke
- * Maximum Operating Pressure (MOP) is the pressure required to produce the maximum rated torque of the actuator.
- ** Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) is the maximum static pressure that may be applied to a fully stroked actuator against the travel stops

- Standard assembly produces counterclockwise rotation when the outboard side of the piston is pressurized. Outboard side of piston equals > torque.
- Standard assembly produces clockwise rotation when the inboard side of the piston is pressurized. Inboard side of piston equals < torque.



Performance Data

Performance Data – G-Series (Hydraulic)

Spring-Return Actuators G-Series

Actuator Model	Inboard Displacement Per Stroke (Cu In.)	Maximum Operating Pressure (MOP) (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
G4003 5-SR4	66.8	3495	830
SR3	66.8	3495	890
SR2	66.8	3495	905
SR1	66.8	3495	920
G4004 0-SR4	91.8	2542	829
SR3	91.8	2542	889
SR2	91.8	2542	904
SR1	91.8	2542	919
G4004 5-SR4	120	1942	830
SR3	120	1942	890
SR2	120	1942	905
SR1	120	1942	920
G4005 0-SR4	152	1536	836
SR3	152	1536	896
SR2	152	1536	911
SR1	152	1536	926
G5004 0-SR4	104	5000	1600
SR3	104	5000	1665
SR2	104	5000	1720
SR1	104	5000	1715
G5004 5-SR4	140	3799	1582
SR3	140	3799	1647
SR2	140	3799	1702
SR1	140	3799	1697
G5005 0-SR4	181	2940	1592
SR3	181	2940	1657
SR2	181	2940	1712
SR1	181	2940	1707
G5006 0-SR4	276	1929	1589
SR3	276	1929	1654
SR2	276	1929	1709
SR1	276	1929	1704
G5007 0-SR4	389	1372	1599
SR3	389	1372	1664
SR2	389	1372	1719
SR1	389	1372	1714
G7004 0-SR4	116	5000	3037
SR3	116	5000	3140
G7004 5-SR4	161	5000	3047
SR3	161	5000	3147
SR2	161	5000	3357
SR1	161	5000	3467
G7005 0-SR4	211	4888	3063
SR3	211	4888	3163
SR2	211	4888	3373
SR1	211	4888	3483
G7006 0-SR4	328	3150	2844
SR3	328	3150	2894
SR2	328	3150	2999
SR1	328	3150	3054
G7007 0-SR4	466	2218	2672
SR3	466	2218	2822
SR2	466	2218	3027
SR1	466	2218	3082
G7008 0-SR4	625	1654	2876
SR3	625	1654	2926
SR2	625	1654	3133
SR1	625	1654	3188

Actuator Model	Inboard Displacement Per Stroke (Cu In.)	Maximum Operating Pressure (MOP) (PSIG)	Approximate Weight of Actuator (Lbs.)
G7009 0-SR4	805	1283	2953
SR3	805	1283	3003
SR2	805	1283	3108
SR1	805	1283	3163
G7010 0-SR4	1007	1027	3253
SR3	1007	1027	3353
SR2	1007	1027	3563
SR1	1007	1027	3673
G8005 0-SR3	219	5000	4531
SR2	219	5000	4691
G8006 0-SR3	357	4664	4555
SR2	357	4664	4715
SR1	357	4664	5006
G8007 0-SR3	521	3201	4541
SR2	521	3201	4701
SR1	521	3201	4992
G8008 0-SR3	709	2350	4520
SR2	709	2350	4680
SR1	709	2350	4971
G8009 0-SR3	923	1806	4552
SR2	923	1806	4712
SR1	923	1806	5003
G8010 0-SR3	1162	1435	4557
SR2	1162	1435	4717
SR1	1162	1435	5006
G8012 0-SR3	1715	972	4719
SR2	1715	972	4879
SR1	1715	972	5170
G10006 0-SR1	420	5000	8076
G10007 0-SR4	634	5000	6853
SR3	634	5000	7213
SR2	634	5000	7603
SR1	634	5000	8063
G10008 0-SR4	881	3782	6895
SR3	881	3782	7255
SR2	881	3782	7645
SR1	881	3782	8105
G10009 0-SR4	1162	2840	6952
SR3	1162	2840	7312
SR2	1162	2840	7702
SR1	1162	2840	8162
G10010 0-SR4	1475	2260	7008
SR3	1475	2260	7368
SR2	1475	2260	7758
SR1	1475	2260	8218
G10012 0-SR4	2201	1515	7097
SR3	2201	1515	7457
SR2	2201	1515	7847
SR1	2201	1515	8307
G10014 0-SR4	3058	1090	7610
SR3	3058	1090	7970
SR2	3058	1090	8360
SR1	3058	1090	8820

Actuator Specifications

SPEED OF OPERATION IN SECONDS PER 90° ROTATION*

ACTUATOR SIZE	OPERATING PRESSURE (PSIG)													
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
5 1/2 x 3 1/2	10	8	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2
6 1/2 x 3 1/2	9	6	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1
6 1/2 x 6	10	7	6	6	5	4	4	4	3 1/2	3 1/2	3	3	2	1 1/2
9 x 7	14	11	9	8	8	7	5	5	5	5	3	3	2	2
9 1/2 x 12	16	13	11	10	9	9	6	6	6	6	4	4	3	3
11 x 10	15	14	12	11	11	10	9	9	8	8	7	6	6	6
12 1/2 x 12	20	18	18	16	15	13	10	10	10	10	9	9	9	9
14 1/2 x 14	32	25	20	18	16	14	14	12	12	12	12	11	11	11
16 1/2 x 16	40	30	28	23	20	19	17	16	15	15	15	15	15	14
20 x 16	40	35	30	25	24	22	20	20	20	19	19	19	19	18
25 x 16	76	63	43	37	33	30	25	25	24	24	24	24	22	22
26 x 22	80	60	50	40	35	30	25	25	25	25	25	25	25	25
26 x 36	90	80	70	50	45	40	38	35	35	35	35	35	35	35
33 x 32	254	178	146	125	111	102	95	88	83	79				

* Stroking speeds above are approximate as speed may be affected by fluid viscosity or the flow capacities of the individual control components. The listed speeds are based on actuators with gas hydraulic tanks, hand pump and the standard poppet type control block in the power supply circuit.

Adjustable speed control valves may be specified so that the stroking speed may be fine tuned to the field operating conditions. If faster speeds are required, please consult a factory representative.

Actuator Specifications

APPROXIMATE WEIGHTS FOR SHAFER ROTARY OPERATORS, HYDRAULIC TANKS AND POWER STORAGE TANKS

SIZE	OPERATOR POUNDS	HYDRAULIC TANKS POUNDS PER PAIR	POWER STORAGE TANK (STANDARD) POUNDS
5x9	50	35	20
6½ x 3½	100	35	20
6½ x 4	150	75	40
9 x 7	275	111	52
9 x 12	400	170	85
11 x 10	500	265	125
12½ x 12	660	406	175
14½ x 14	960	636	275
16½ x 16	1325	875	450
20 x 16	1880	1275	693
25 x 16	2920	2708	1181
26 x 22	4500	3348	1450
26 x 36	7687	5362	2315
33 x 32	8900	7448	3160

APPROXIMATE WEIGHTS FOR SHAFER HAND PUMPS, 2-WAY ELECTRIC CONTROLS, AND LIMIT SWITCHES

PUMPS	CONTROL (TWO-WAY ELECTRIC)	LIMIT SWITCH
4 in. = 20 lbs.	¾ in. = 60 lbs.	LARGE = 25 lbs.
12 in. = 44 lbs.	1/2 in. = 75 lbs.	-----

4" Pump, 1/4 Poppet Block = 52 lbs. + Cover 28 lbs. = Total 80 lbs.

12" Pump, 1/4 Poppet Block = 102 lbs. + Cover 42 lbs. = Total 144 lbs.

Linebreak Small Plate with Lockout = 42 lbs. + Cover 22 lbs. = 64 lbs.

4" Pump / D.H.V. = 50 lbs.

12" Pump / D.H.V. = 110 lbs.

Limit Valve (ESD) with Plate 10 lbs.

1-08672 Terminal Box = 10 lbs.

1-09027 Terminal Box = 12 lbs.

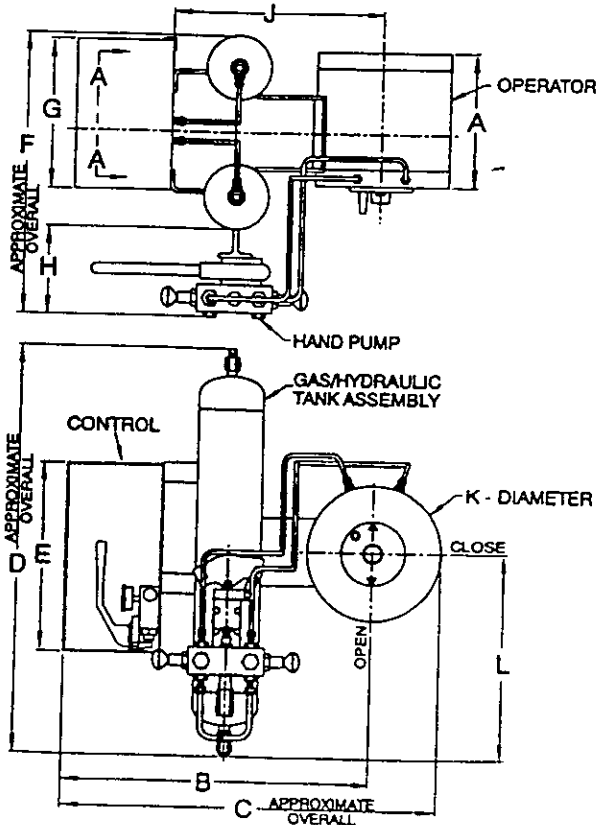
1/4 Poppet Block, 4 cu. in. Pump & Linebreak with cover = 95 lbs.

Dimensional Data

NOTE: All dimensional data is for reference only and subject to change. Depending on the application, specific actuator controls may or may not be located inside of the control box. Where specified, there may be additional pressure vessels or power storage tanks which are not shown.

GAS / HYDRAULIC ROTARY VANE - HORIZONTAL STEM, VERTICAL LINE

SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
6 1/4 x 3 1/4	6 7/8	22 1/4	28 1/2	21 1/2	19 1/4	23	15 5/8	8 1/8	13 3/8	8 1/4	10 1/4
9 x 7	10 3/4	26 1/4	32 1/2	30 1/4	19 3/8	25 1/4	15 1/2	8 1/8	17 1/4	11 1/4	15 1/4
11 x 10	13 3/4	31 1/4	38 1/2	45 1/4	19 3/8	26 1/2	15 1/2	8 1/8	22 1/4	13 1/4	23 1/4
14 1/2 x 14	19 1/4	39 1/4	48 1/2	48 1/2	19 3/8	33 1/4	15 1/2	10 1/4	28 1/4	18 1/4	18 1/4
20 x 18	23 3/4	43 1/4	55 1/2	80	19 3/8	48 1/4	15 1/2	10 1/4	32 1/4	24 1/4	24 1/4
26 x 22	32 1/4	—	—	85 1/2	20	—	17	10 1/4	—	31	42 1/4
33 x 32	41 1/4	—	—	98 1/2	20	—	17	10 1/4	—	39	49 1/4

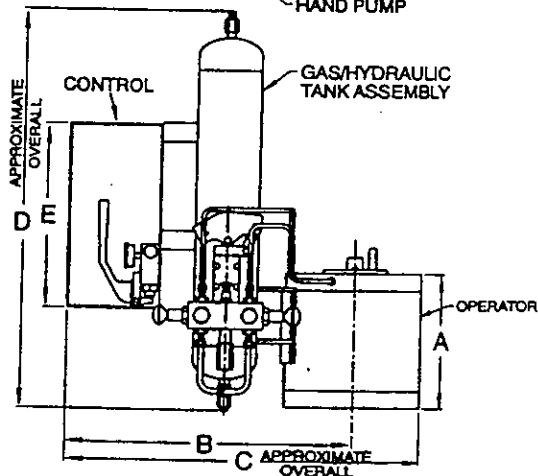
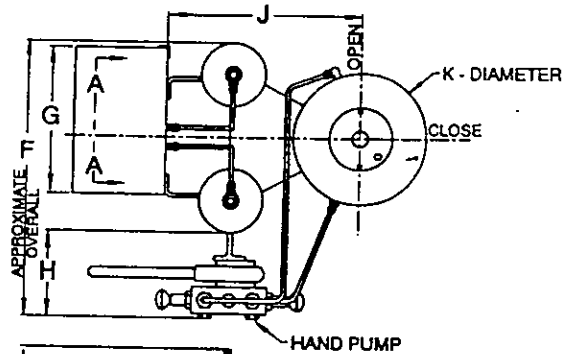


Dimensional Data

NOTE: All dimensional data is for reference only and subject to change. Depending on the application, specific actuator controls may or may not be located inside of the control box. Where specified, there may be additional pressure vessels or power storage tanks which are not shown.

GAS / HYDRAULIC ROTARY VANE - VERTICAL STEM, HORIZONTAL LINE

SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
5 x 3	6	21½	24½	21½	19½	23½	15½	8½	12	6½
6½ x 3½	6½	22½	26½	21½	19½	23½	15½	8½	13	8½
6½ x 8	11½	32½	28½	24½	19½	24½	15½	8½	15	8½
9 x 7	10½	27½	33	30½	19½	24½	15½	8½	17½	11½
9 x 12	16½	29½	35½	37½	19½	26½	15½	8½	19½	11½
11 x 10	13½	28½	35½	45½	19½	28½	15½	8½	19½	13½
12½ x 12	17	30½	38½	42½	19½	30½	15½	10½	21½	15½
14½ x 14	19½	36½	46	48½	19½	36½	15½	10½	27½	18½
16½ x 16	22½	39½	49½	61	19½	36½	15½	10½	29½	19½
20 x 18	23½	42½	54½	60	19½	44½	15½	10½	32½	24½
25 x 18	24½	45½	60½	68½	20	50½	17	10½	36	30
26 x 22	32½	49½	64½	85½	20	52½	17	10½	39½	31
28 x 28	45½	53½	68½	80½	20	64½	17	10½	43½	31
33 x 32	41½	56½	75½	96½	20	64½	17	10½	46½	39

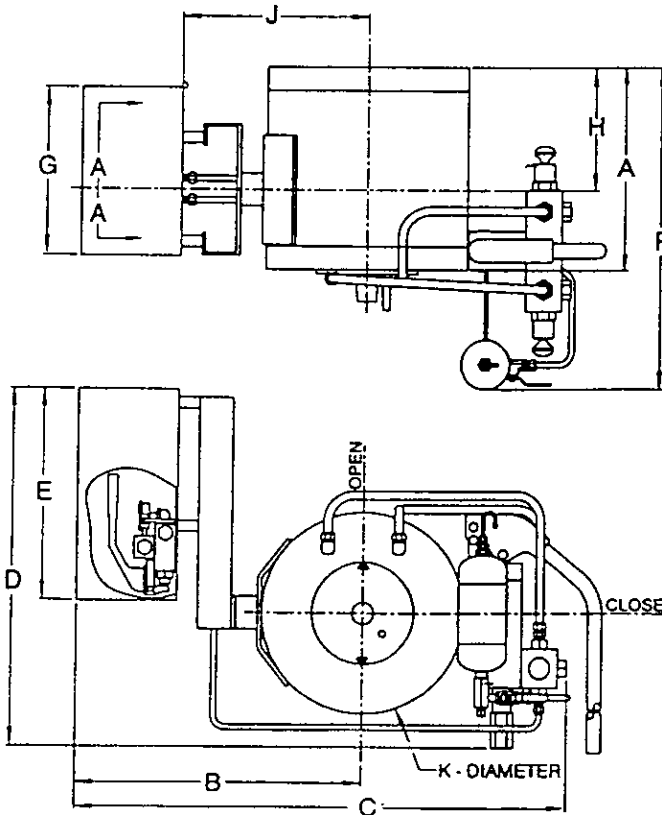


Dimensional Data

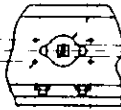
NOTE: All dimensional data is for reference only and subject to change. Depending on the application, specific actuator controls may or may not be located inside of the control box. Where specified, there may be additional pressure vessels or power storage tanks which are not shown.

CENTRAL HYDRAULIC SYSTEM - HORIZONTAL STEM, VERTICAL LINE

SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
5 x 3	6	21 1/4	31 1/4	23	19 1/4	16 1/4	15 1/4	3	12 1/4	6 1/4
6 1/4 x 3 1/4	6 1/4	22 1/4	33 1/4	23	19 1/4	17 1/4	15 1/4	3	13 1/4	8 1/4
6 1/4 x 6	11 1/4	22 1/4	33 1/4	23	19 1/4	21 1/4	15 1/4	5 1/4	13 1/4	8 1/4
9 x 7	10 1/4	24 1/4	36 1/4	23	19 1/4	21 1/4	15 1/4	5 1/4	15 1/4	11 1/4
9 x 12	16 1/4	24 1/4	36 1/4	23	19 1/4	26 1/4	15 1/4	10 1/4	15 1/4	11 1/4
11 x 10	13 1/4	25 1/4	38 1/4	23	19 1/4	24 1/4	15 1/4	8 1/4	16 1/4	13 1/4
12 1/4 x 12	17	26 1/4	40 1/4	23	19 1/4	27 1/4	15 1/4	11 1/4	16 1/4	15 1/4
14 1/4 x 14	19 1/4	26 1/4	44 1/4	27	19 1/4	30 1/4	15 1/4	11 1/4	16 1/4	18 1/4
16 1/4 x 16	22 1/4	28 1/4	46 1/4	27	19 1/4	33 1/4	15 1/4	11 1/4	18 1/4	18 1/4
20 x 16	23 1/4	30 1/4	51 1/4	29	19 1/4	34 1/4	15 1/4	12 1/4	21 1/4	24 1/4
25 x 16	24 1/4	33 1/4	57 1/4	32	20	35 1/4	17	14	24	30
26 x 22	32 1/4	34	58	33	20	43	17	20 1/4	24 1/4	31
28 x 36	45 1/4	34	58	33	20	56 1/4	17	30 1/4	24 1/4	31
33 x 32	41 1/4	38	66	42	20	52 1/4	17	29 1/4	28 1/4	39



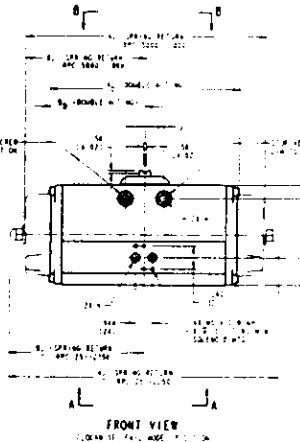
Dimensions – RPC-Series



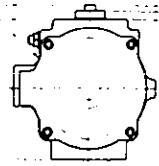
VIEW B-B



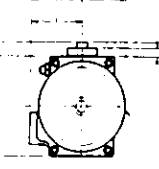
VIEW A-A



FRONT VIEW



RIGHT VIEW



RIGHT VIEW

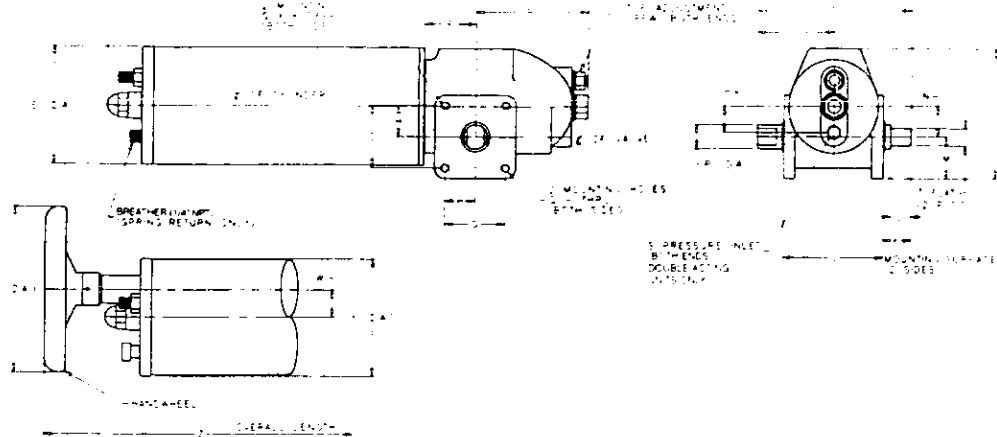
General Dimensions

Model	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C	D	E	F	G	HTHD	J
250	in. 6.33	8.15	3.165	4.075	3.03	2.30	3.19	1.87	1.280	M5 x 0.8-6H	516
450	in. 6.33	8.54	3.165	4.270	3.76	2.68	3.80	2.12	1.280	M6 x 1-6H	516
1000	in. 7.59	10.85	3.795	5.425	4.72	3.15	4.80	2.69	1.820	M8 x 1.25-6H	654
2250	in. 10.63	14.55	5.315	7.275	5.51	3.54	5.51	3.0	2.124	M10 x 1.5-6H	747
5000	in. 14.20	19.12	7.10	9.56	7.72	4.58	8.20	4.39	3.124	M12 x 1.75-6H	1122
11000	in. 19.11	25.30	9.56	12.65	9.61	5.47	9.50	5.06	3.750	M16 x 2-6H	1419

Mounting Dimensions

Model	K THD	L	M min.	N min.	P	Q THD ISO/DIN	R	S ISO/DIN	T	U	V THD	W
250	in. 1/4 NPT	1.05	562	433	1.08	250-20 UNC	31	1.392	3.250	1.172	250-20UNC	31
450	in. 1/4 NPT	1.08	721	551	1.08	250-20 UNC	31	1.392	3.250	1.172	250-20UNC	31
1000	in. 1/4 NPT	1.26	1.014	748	1.09	312-18 UNC	47	1.950	4.312	1.750	312-18 UNC	39
2250	in. 1/4 NPT	1.51	1.156	866	1.89	375-16 UNC	59	2.840	4.312	1.750	312-18 UNC	39
5000	in. 1/4 NPT	4.18	1.318	1.063	1.38	500-13 UNC	75	3.490	10.000	3.490	500-13 UNC	75
11000	in. 1/4 NPT	5.22	1.788	1.418	1.77	625-11 UNC	94	3.896	10.000	3.896	625-11 UNC	94

Dimensions – CB-Series In. [mm]

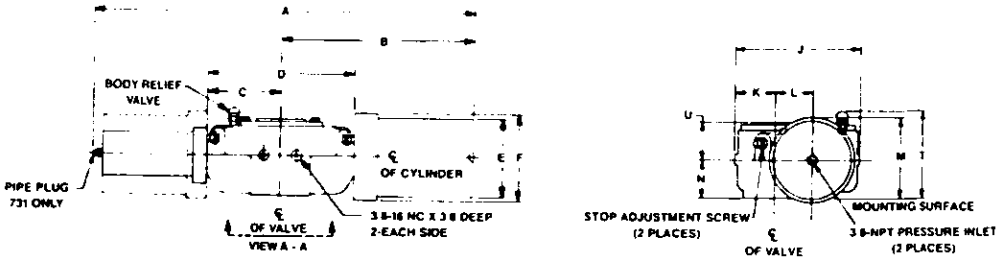


Actuator Model	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
CB 315 DA	13.86 (352.6)	4.56 (115.8)			3.25 (82.6)										0.875 (22.22)				1.520 (38.6)		N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 315 SR	20.47 (519.9)	4.09 (103.9)	2.91 (73.9)	5.81 (147.6)		1.88 (47.8)	2.25 (57.2)	1.13 (28.7)	3.75 (95.3)	1.03 (26.2)	0.75 (19.1)	1.50 (38.1)	1.09 (27.7)		5.16-18 (129.7)	0.38 (9.7)	1.4 (35.7)	1.4 (35.7)	4.69 (119.1)	2.94 (73.9)	N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 415 SR	29.63 (754.0)	4.09 (103.9)	1.73 (43.9)	14.76 (374.8)		4.25 (108.0)									22.12 (562.0)	UNC	19.7 (500.0)	NPT	5.62 (142.7)	119.1 (3020.0)	23.9 (607.0)	N/A	N/A	N/A	N/A
CB 415 SR-M-XX	See "Z"	4.09 (103.9)																			1.00 (25.4)	6.00 (152.0)	4.25 (108.0)	22.60 (574.0)	
CB 420 DA	16.62 (422.1)	5.69 (144.5)																			N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 420 SR	24.78 (629.4)	5.29 (134.4)			4.25 (108.0)																N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 420 SR-M-XX	See "Z"	5.29 (134.4)	3.34 (84.8)	6.69 (169.9)		2.13 (54.1)	3.00 (76.2)	1.50 (38.1)	4.63 (117.6)	1.03 (26.2)	0.75 (19.1)	2.00 (50.8)	1.38 (35.1)	1.125 (28.5)	3.8-16 (96.5)	0.50 (12.7)	3.8 (96.5)	3.8 (96.5)	2.865 (72.8)	5.88 (149.4)	1.06 (26.9)	1.00 (25.4)	6.00 (152.0)	4.25 (108.0)	26.55 (672.4)
CB 520 DA	18.65 (472.9)	5.69 (144.5)			3.38 (86.1)																N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 520 SR	24.81 (630.2)	5.29 (134.4)																			N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 520 SR-M-XX	See "Z"	5.29 (134.4)																				1.31 (33.3)	8.00 (203.2)	5.34 (136.7)	27.18 (690.4)
CB 525 DA	18.86 (479.6)	6.31 (160.2)																			N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 525 SR	27.78 (705.6)	5.88 (149.4)			5.38 (136.7)																N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 525 SR-M-XX	See "Z"	5.88 (149.4)	4.38 (111.3)	8.75 (222.3)		2.56 (65.0)	3.50 (88.9)	1.75 (44.5)	5.75 (146.1)	1.50 (38.1)	1.13 (28.7)	2.31 (58.7)	1.69 (42.9)	1.497 (38.0)	1/2-13 (31.8)	0.75 (19.1)	3/8 (9.5)	3/8 (9.5)	1.15 (29.3)	7.09 (180.1)	1.13 (28.7)	1.31 (33.3)	8.00 (203.2)	5.38 (136.7)	30.00 (762.0)
CB 725 DA	19.15 (486.4)	6.31 (160.2)																			N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 725 SR	27.81 (706.4)	5.88 (149.4)			7.50 (190.3)																N/A	N/A	N/A	N/A	
CB 725 SR-M-XX	See "Z"	5.88 (149.4)																				1.64 (41.7)	10.06 (254.0)	7.50 (190.5)	30.34 (770.5)

Dimensions in brackets () are in millimeters

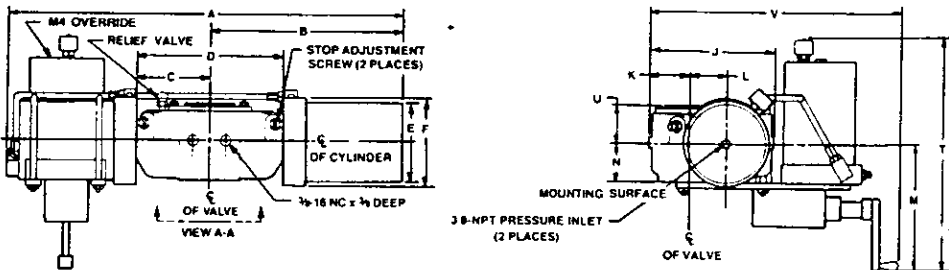
Dimensions – HD-Series (Pneumatic) In.

Double-Acting



Actuator Model	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P (±.002)	Q	R	S	T	U
521	33 ^{3/8}	16 ^{1/2}	5 ^{3/4}	11 ^{1/2}	5 ^{3/4}	5 ^{3/4}	3 ^{1/2}	1 ^{3/8}	8 ^{3/8}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	5 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2.504	1/2-13	1/2	5 ^{1/8}	7 ^{1/2}	2 ^{1/2}
721	33 ^{3/8}	18 ^{1/2}			7 ^{1/2}	8 ^{1/2}													
722	36 ^{3/8}	18 ^{1/2}	6 ^{3/4}	13 ^{1/2}	7 ^{1/2}	8 ^{1/2}	4 ^{1/2}	2 ^{1/2}	11 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3 ^{1/2}	7 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3.250	1/2-10	1	7 ^{1/2}	8 ^{1/2}	3 ^{1/2}
731	39 ^{1/2}	22 ^{1/2}			6 ^{3/4}	7 ^{1/2}													
732	44 ^{1/2}	22 ^{1/2}	6 ^{3/4}	13 ^{1/2}	7 ^{1/2}	8 ^{1/2}	4 ^{1/2}	2 ^{1/2}	11 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3 ^{1/2}	7 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3.250	1/2-10	1	7 ^{1/2}	8 ^{1/2}	3 ^{1/2}

Double-Acting with M4 Hydraulic Override*



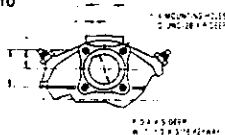
Actuator Model	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P (±.002)	Q	R	S	T	U	V
521-M4	36 ^{3/8}	18 ^{1/2}	5 ^{3/4}	11 ^{1/2}	5 ^{3/4}	5 ^{3/4}	3 ^{1/2}	1 ^{3/8}	8 ^{3/8}	2 ^{1/2}	2 ^{1/2}	13 ^{1/2}	2 ^{1/2}	2.504	1/2-13	1/2	5 ^{1/8}	20 ^{3/8}	2 ^{3/8}	19 ^{1/2}
721-M4	36 ^{3/8}	18 ^{1/2}			7 ^{1/2}	8 ^{1/2}														
731-M4	44 ^{1/2}	22 ^{1/2}	6 ^{3/4}	13 ^{1/2}	7 ^{1/2}	8 ^{1/2}	4 ^{1/2}	2 ^{1/2}	11 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3 ^{1/2}	7 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3.250	1/2-10	1	7 ^{1/2}	8 ^{1/2}	3 ^{1/2}	23 ^{1/2}

*Notice: All M4 hydraulic overrides are anticipated to be phased out by the end of 1996. A new M11 piston pump override will replace the M4. Consult factory for M11 technical data.

Mounting Dimensions (View A-A) For All HD-Series Actuators

(Dimensions G, H, P, Q, R and S)

NOTE: ACTUATOR SHOWN ROTATED TO THE FULL CLOCKWISE POSITION.

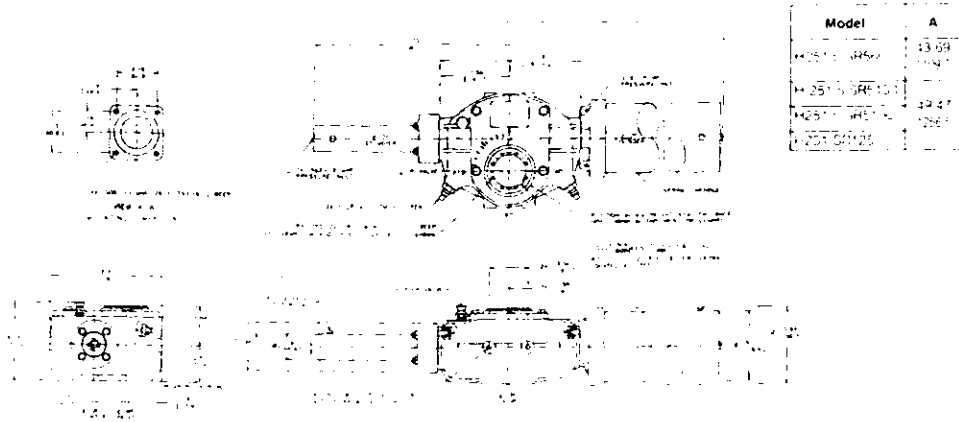


Certified dimensional drawings available on request. Contact factory with correct model designation and serial number.

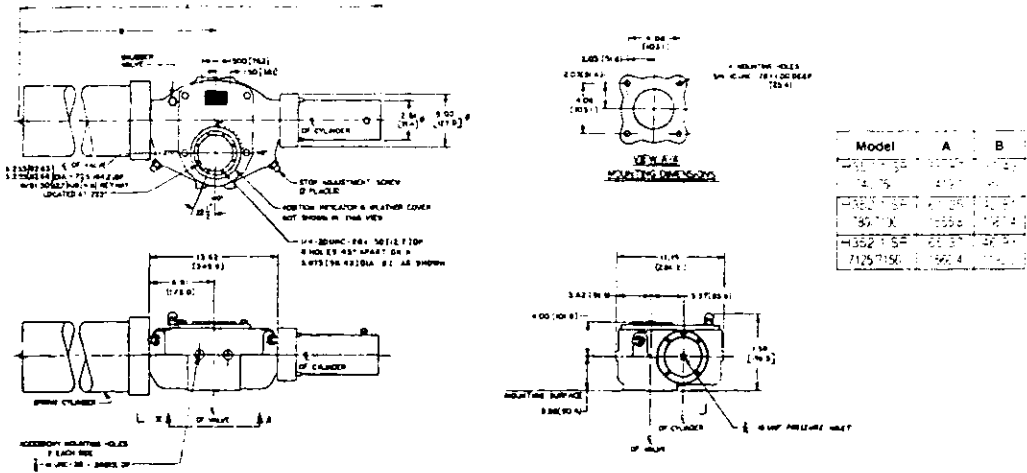
Dimensions

Dimensions – HD-Series (Hydraulic) In. [mm]

Spring-Return

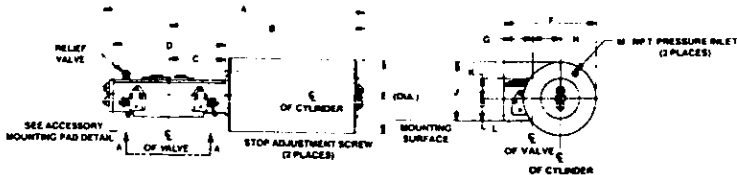


Spring-Return



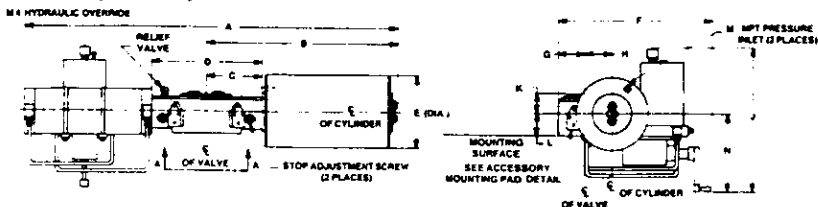
Dimensions – T-Series In.

T-3, T-4, T-5, T-8 Double-Acting



Actuator Model	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M (NPT)
T-310					11	11 7/8			9 1/2			
T-312	30 1/2	27 1/2	6 1/2	12 1/2	13	12 3/4	3 1/2	2 1/2	10 1/4	3 1/2	3 1/2	
T-316					16	14 1/2			12 1/4			
T-410					11	14			9 1/4			
T-412	35 1/4	25 1/4	8 1/2	17	13	15 1/2	4 1/2	4	10 1/4	4 1/2	4 1/2	
T-416					16	16 1/2			12 1/4			
T-510					11	19			10 1/4			
T-512	47 1/2	34 1/2	12	24	13	19 1/2	7 1/2	5 1/2	11 1/4	3 1/2	4 1/2	
T-516					16	21 1/2			12 1/4			
T-810					20	23 1/2			14 1/4			
T-812	60	42 1/2	15	30	11	29 1/2			9 1/4			
T-816					13	27 1/2		8	10 1/4	4 1/2	4 1/2	
T-820					16	23 1/2			12 1/4			
T-828					20	25 1/2			14 1/4			

T-3, T-4, T-5, T-8 Double-Acting with M4 Hydraulic Override*

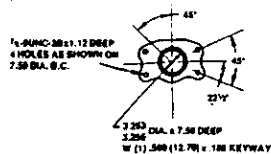


Actuator Model	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M (NPT)	N
T-310-M4					11								
T-312-M4	46 1/2	27 1/2	6 1/2	12 1/2	13	23 1/2	3 1/2	2 1/2	20 1/4	3 1/2	3 1/2		12 1/2
T-316-M4					16								
T-410-M4					11								
T-412-M4	51 1/4	25 1/4	8 1/2	17	13	25 1/2	4 1/2	4	20 1/4	4 1/2	4 1/2		12 1/2
T-416-M4					16								
T-510-M4					11								
T-512-M4	69 1/2	34 1/2	12	24	13	30 1/2	7 1/2	5 1/2	20 1/4	3 1/2	4 1/2		13 1/2
T-516-M4					16								
T-810-M4					20								
T-812-M4	85 1/4	42 1/2	15	30	11	33 1/2	7 1/2	8	20 1/4	4 1/2	4 1/2		13 1/2
T-816-M4					16								
T-820-M4					20								

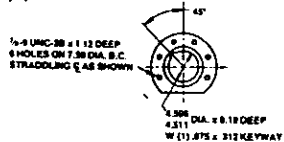
*Notice: All M4 hydraulic overrides are anticipated to be phased out by the end of 1996. A new M11 piston pump override will replace the M4. Consult factory for M11 technical data.

Mounting Dimensions (View A-A)

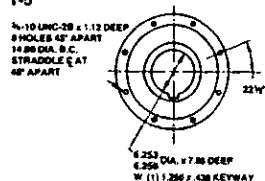
T-3



T-4



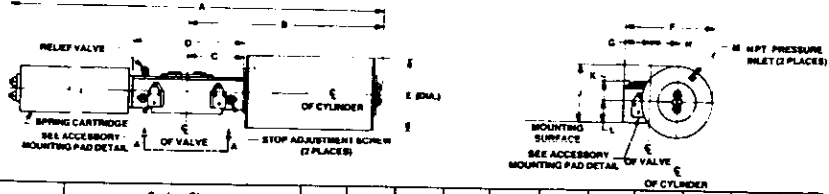
T-5



NOTE: ACTUATOR SHOWN ROTATED TO THE FULL CLOCKWISE POSITION.

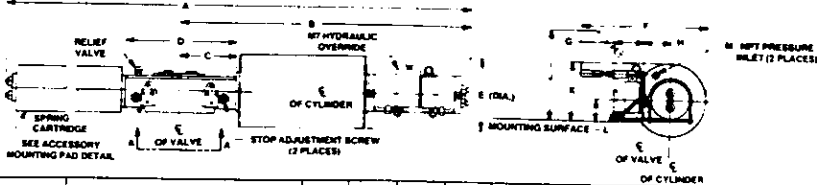
Dimensions - T-Series In.

T-3, T-4, T-5, T-8 Spring-Return



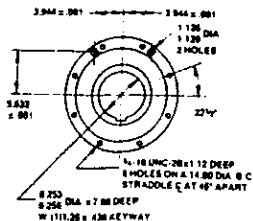
Actuator Model	Spring Size					B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M (NPT)
	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5											
	Dimension A															
T-310-SR	69%	62%	61%	61%	65%	23%	6%	12%	11	11%	3%	2 1/4"	9%	3 1/4"	3 1/4"	1/2"
T-312-SR									13	12%			10%			
T-316-SR									16%	14%			12%			
T-410-SR	69%	73%	64%	67	69%	25%	8%	17	11	14%	4%	4	9%	4%	4%	1/2"
T-412-SR									13	15%			10%			
T-416-SR									16%	16%			12%			
T-420-SR									20%	17%			14%			
T-510-SR	122%	112%	98%	104%	—	34%	12	24	11	19%	7%	5%	10%	4	4 1/4"	1/2"
T-512-SR									13	19%			11%			
T-516-SR									16%	21%			12%			
T-520-SR									20%	23%			14%			
T-810-SR									11	23%			9%			
T-812-SR	13	23%	10%													
T-816-SR	16%	24%	12%													
T-820-SR	20%	25%	14%													

T-3, T-4, T-5, T-8 Spring-Return with M7 Hydraulic Override



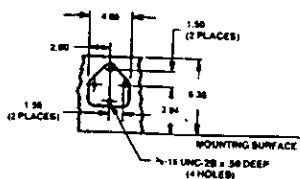
Actuator Model	Spring Size					B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M (NPT)
	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5											
	Dimension A															
T-310-SR-M7	84%	75%	77%	77%	80%	38%	6%	12%	11	36%	3%	2 1/4"	9%	3 1/4"	3 1/4"	1/2"
T-312-SR-M7									13	37%			10%			
T-316-SR-M7									16%	39%			12%			
T-410-SR-M7	85%	91%	80%	82%	85%	4 1/4"	8%	17	11	36%	4%	4	9%	4%	4%	1/2"
T-412-SR-M7									13	37%			10%			
T-416-SR-M7									16%	39%			12%			
T-420-SR-M7									20%	41%			14%			
T-510-SR-M7	142%	132%	118%	124%	—	55%	12	24	11	37%	7%	5%	10%	4%	4 1/4"	1/2"
T-512-SR-M7									13	37%			11%			
T-516-SR-M7									16%	39%			12%			
T-520-SR-M7									20%	41%			14%			
T-810-SR-M7									11	37%			9%			
T-812-SR-M7	13	37%	10%													
T-816-SR-M7	16%	39%	12%													
T-820-SR-M7	20%	41%	14%													

T-8

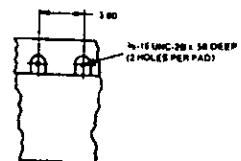


Accessory Mounting Pad Detail

T-3, T-4, T-8



T-5

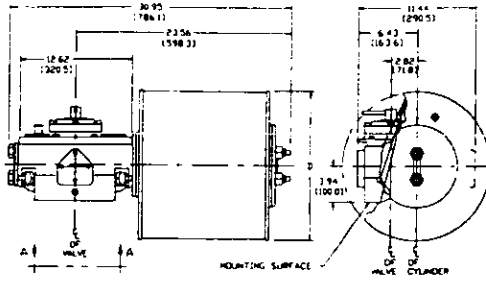


Certified dimensional drawings available on request. Contact factory with correct model designation and serial number.

Dimensions — ST Series In. [mm]

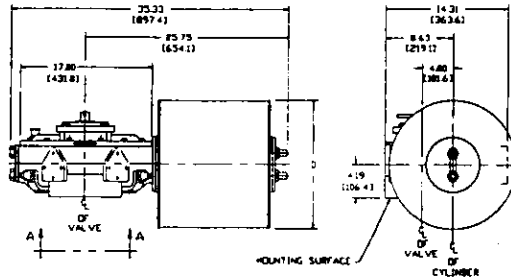
Double Acting Actuators

ST 3XX



Actuator Model	Dimensions Inches [mm]	
	D	
ST310	11.00	[279.4]
ST312	13.00	[330.2]
ST316	16.25	[412.8]

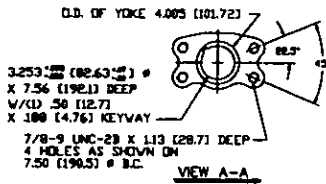
ST 4XX



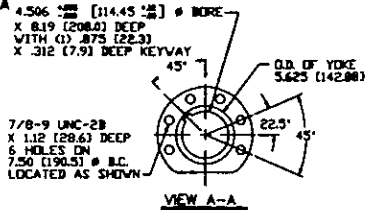
Actuator Model	Dimensions Inches [mm]	
	D	
ST410	11.00	[279.4]
ST412	13.00	[330.2]
ST416	16.25	[412.8]
ST420	20.25	[514.4]

Dimensions

ST 3XX View A-A



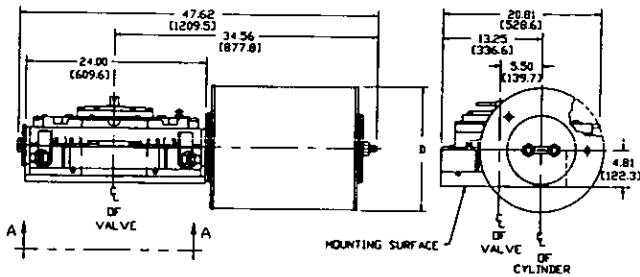
ST 4XX View A-A



Dimensions — ST Series In. [mm]

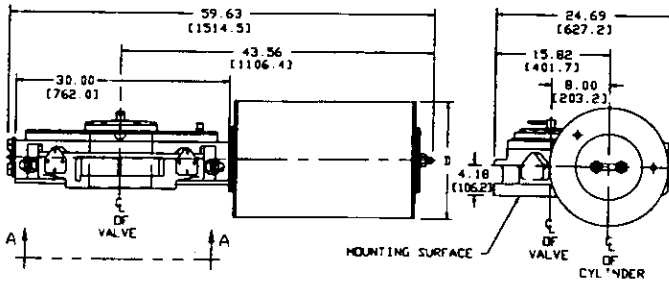
Double Acting Actuators

ST 5XX



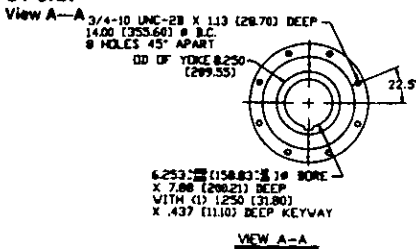
Actuator Model	Dimensions	
	Inches	[mm]
	D	
ST510	11.00	[279.4]
ST512	13.00	[330.2]
ST516	15.25	[412.8]
ST520	20.25	[514.4]
ST524	24.12	[612.6]

ST 8XX

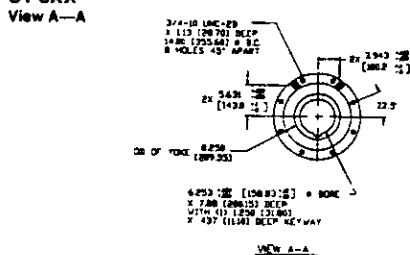


Actuator Model	Dimensions	
	Inches	[mm]
	D	
ST810	11.00	[279.4]
ST812	13.00	[330.2]
ST816	15.25	[412.8]
ST820	20.25	[514.4]
ST824	24.12	[612.6]

ST 5XX



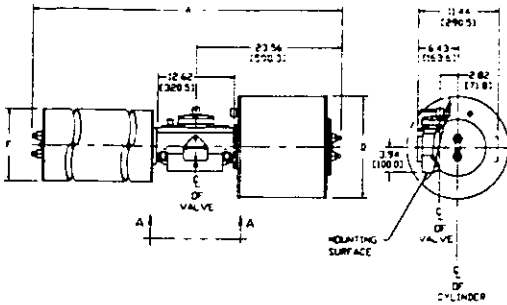
ST 8XX



Dimensions — ST Series In. [mm]

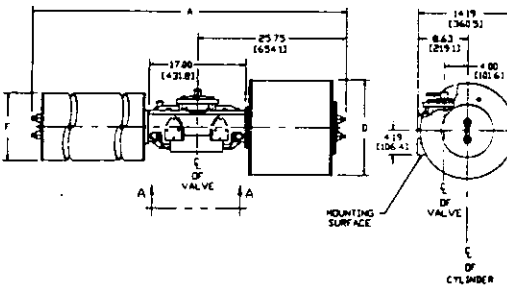
Spring Return Actuators

ST 3XX-SRX (CW Model Shown)



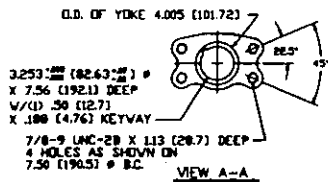
Actuator Model	Dimensions Inches (mm)		
	A	D	F
ST310-SR1		11.00 (279.4)	
ST312-SR1		13.00 (330.2)	
ST316-SR1		16.25 (412.8)	11.50 (292.10)
ST310-SR2		11.00 (279.4)	
ST312-SR2		13.00 (330.2)	
ST316-SR2		16.25 (412.8)	
ST318-SR3		11.00 (279.4)	
ST312-SR3	63.23 (1601.0)	13.00 (330.2)	10.88 (276.35)
ST316-SR3		16.25 (412.8)	
ST310-SR4		11.00 (279.4)	
ST312-SR4	63.23 (1601.0)	13.00 (330.2)	
ST316-SR4		16.25 (412.8)	7.38 (187.45)
ST318-SR5	65.95 (1673.9)	11.00 (279.4)	
ST312-SR5		13.00 (330.2)	

ST 4XX-SRX (CW Model Shown)

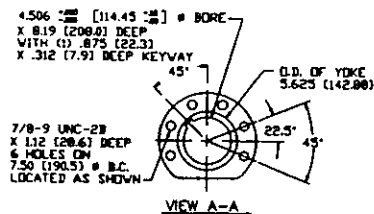


Actuator Model	Dimensions Inches (mm)		
	A	D	F
ST410-SR1		11.00 (279.4)	
ST412-SR1		13.00 (330.2)	
ST416-SR1	70.44 (1789.18)	16.25 (412.8)	11.50 (292.10)
ST428-SR1		20.25 (514.4)	
ST418-SR2		11.00 (279.4)	
ST412-SR2	74.44 (1890.78)	13.00 (330.2)	
ST416-SR2		16.25 (412.8)	
ST420-SR2		20.25 (514.4)	
ST418-SR3		11.00 (279.4)	
ST412-SR3	65.31 (1658.87)	13.00 (330.2)	10.88 (276.35)
ST416-SR3		16.25 (412.8)	
ST420-SR3		20.25 (514.4)	
ST418-SR4		11.00 (279.4)	
ST412-SR4	67.56 (1716.02)	13.00 (330.2)	
ST416-SR4		16.25 (412.8)	7.38 (187.45)
ST428-SR4		20.25 (514.4)	
ST418-SR5		11.00 (279.4)	
ST412-SR5	70.44 (1789.18)	13.00 (330.2)	
ST416-SR5		16.25 (412.8)	
ST420-SR5		20.25 (514.4)	

ST 3XX-SRX



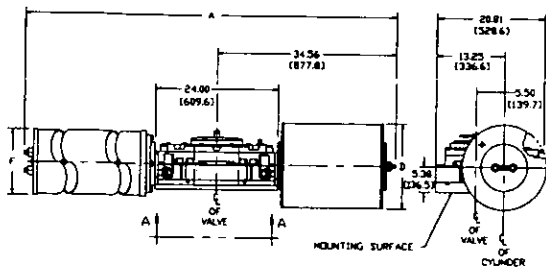
ST 4XX-SRX



Dimensions — ST Series In. [mm]

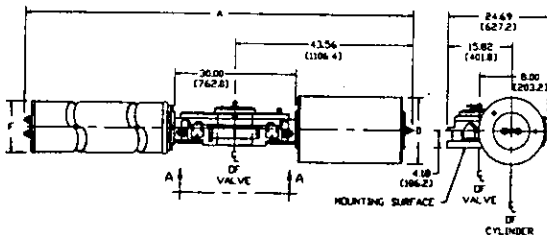
Spring Return Actuators

ST 5XX-SRX (CW Model Shown)



Actuator Model	Dimensions inches [mm]		
	A	D	F
ST516-SR1	123.56 [3138.42]	16.25 [412.8]	12.44 [315.98]
ST520-SR1		20.25 [514.4]	
ST512-SR2		13.00 [330.2]	
ST516-SR2	113.31 [2878.07]	16.25 [412.8]	11.63 [295.40]
ST520-SR2		20.25 [514.4]	
ST510-SR3		11.00 [279.4]	
ST512-SR3		13.00 [330.2]	
ST516-SR3	98.81 [2509.77]	16.25 [412.8]	
ST520-SR3		20.25 [514.4]	10.88 [276.35]
ST510-SR4		11.00 [279.4]	
ST512-SR4		13.00 [330.2]	
ST516-SR4	105.43 [2677.92]	16.25 [412.8]	
ST520-SR4		20.25 [514.4]	

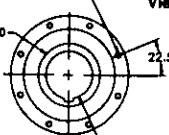
ST 8XX-SRX (CW Model Shown-Except SR1 Consult Factory)



Actuator Model	Dimensions inches [mm]		
	A	D	F
ST816-SR2		16.25 [412.8]	
ST820-SR2	135.35 [3437.89]	20.25 [514.4]	12.44 [315.98]
ST824-SR2		24.12 [612.6]	
ST812-SR3		13.00 [330.2]	
ST816-SR3	124.83 [3173.68]	16.25 [412.8]	11.63 [295.40]
ST820-SR3		20.25 [514.4]	
ST824-SR3		24.12 [612.6]	
ST812-SR4		13.00 [330.2]	
ST816-SR4		16.25 [412.8]	12.44 [315.98]
ST820-SR4	133.63 [3399.28]	20.25 [514.4]	
ST824-SR4		24.12 [612.6]	
ST812-SR5		13.00 [330.2]	
ST816-SR5	117.08 [2973.83]	16.25 [412.8]	10.88 [276.35]
ST820-SR5		20.25 [514.4]	

ST 5XX-SRX View A-A

3/4"-10 UNC-2B X 1.13 (28.70) DEEP
14.00 (355.60) Ø B.C.
8 HOLES 45° APART
OD OF YOKE 8.250 (209.55)

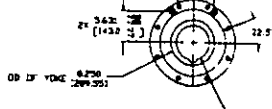


6.253 (158.83) Ø BORE
X 7.86 (200.21) DEEP
WITH (1) 1.250 (31.80)
X .437 (11.10) DEEP KEYWAY

VIEW A-A

ST 8XX-SRX View A-A

3/4"-10 UNC-2B
X 1.13 (28.70) DEEP
14.00 (355.60) Ø B.C.
8 HOLES 45° APART
Ø B 3.943 (100.21)

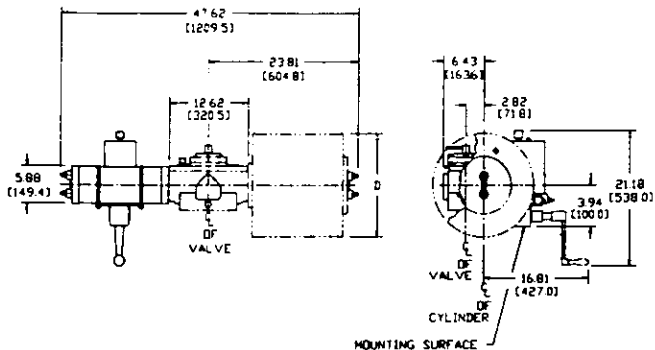


6.253 (158.83) Ø BORE
X 7.86 (200.21) DEEP
WITH (1) 1.250 (31.80)
X .437 (11.10) DEEP KEYWAY

VIEW A-A

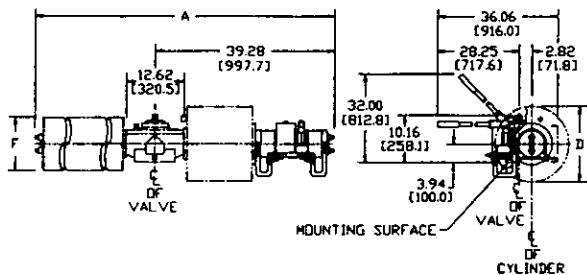
Dimensions — Manual Overrides In. [mm]

ST 3XX-M4



Actuator Model	Dimensions inches (mm)	
	A	D
ST310-M4	11.00 [279.4]	
ST312-M4	13.00 [330.2]	
ST316-M4	16.25 [412.8]	

ST 3XX-SRX-M7

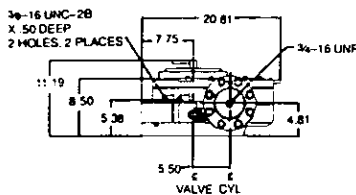
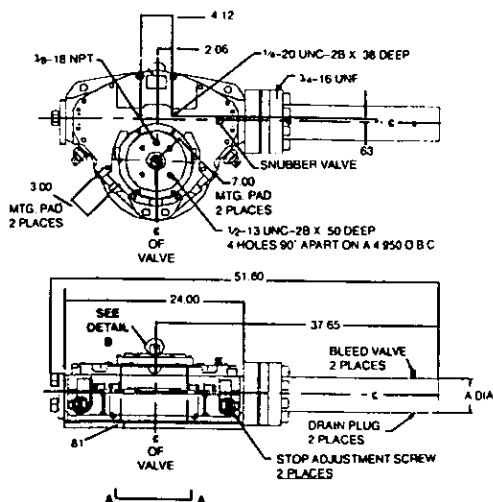


Actuator Model	Dimensions inches (mm)		
	A	D	F
ST310-SR1-M7	85.63 [2175.0]	11.00 [279.4]	
ST312-SR1-M7		13.00 [330.2]	11.50 [292.10]
ST316-SR1-M7		16.25 [412.8]	
ST310-SR2-M7	76.50 [1943.1]	11.00 [279.4]	
ST312-SR2-M7		13.00 [330.2]	
ST316-SR2-M7		16.25 [412.8]	
ST310-SR3-M7		11.00 [279.4]	10.88 [276.35]
ST312-SR3-M7		13.00 [330.2]	
ST316-SR3-M7	78.75 [2000.3]	16.25 [412.8]	
ST310-SR4-M7		11.00 [279.4]	
ST312-SR4-M7		13.00 [330.2]	7.38 [187.45]
ST316-SR4-M7		16.25 [412.8]	
ST310-SR5-M7	81.62 [2073.1]	11.00 [279.4]	
ST312-SR5-M7		13.00 [330.2]	

Dimensions — ST Series

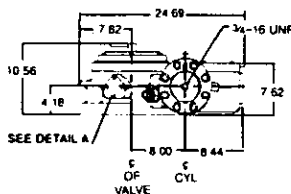
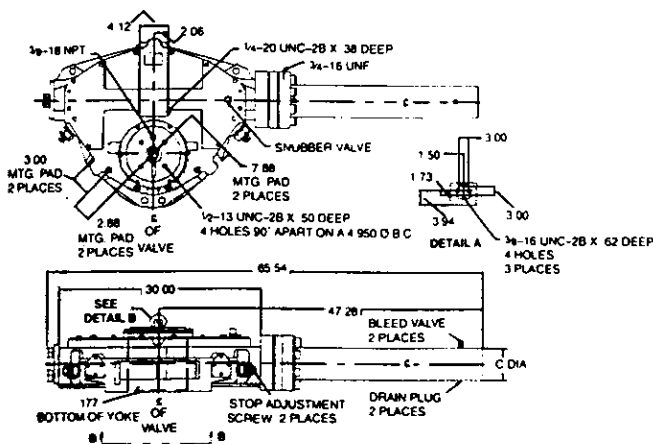
Double Acting Actuators

ST 50X



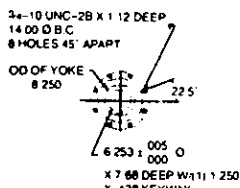
Actuator Model	A Dia.
ST5035	4.25
ST504	4.75
ST505	5.75
ST506	6.75

ST 80X

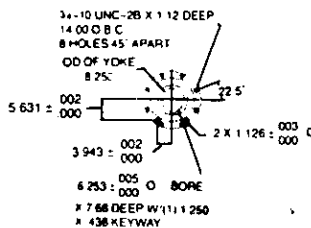
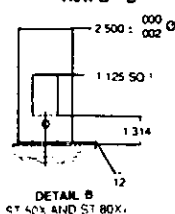


Actuator Model	C Dia.
ST804	4.75
ST805	5.75
ST806	6.75
ST807	7.75

ST 50X View A—A



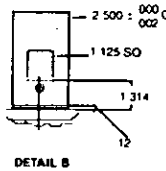
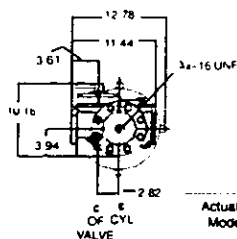
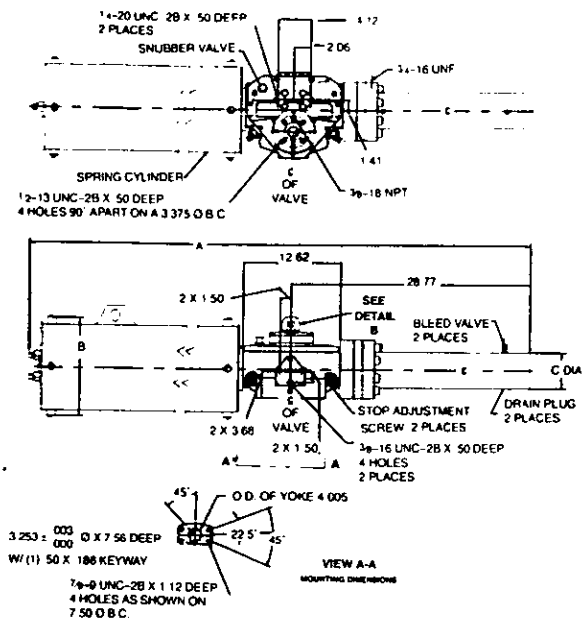
ST 80X View B—B



Dimensions — ST Series

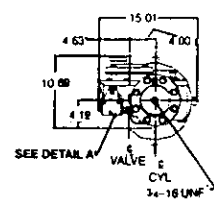
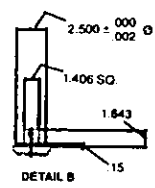
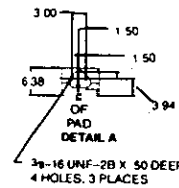
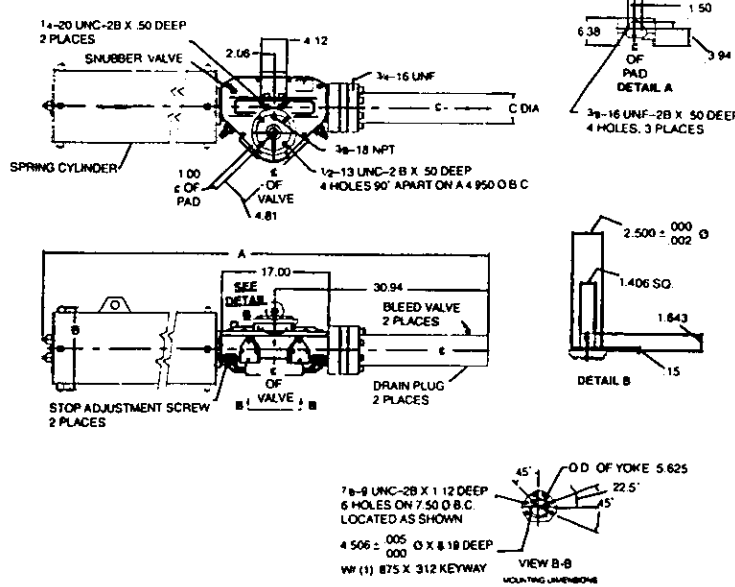
Spring Return Actuators

ST 30X-SRX (CW Model Shown)



Actuator Model	Actuator Dimensions		
	A	B	C DIA
ST303-SR1			3.75
ST303-S-SR1	71.28	12.88	4.25
ST304-SR1			4.75
ST302-S-SR2			3.75
ST303-S-SR2	66.15	12.13	4.25
ST303-S-SR2			4.25
ST304-SR2			4.75
ST302-S-SR3			3.75
ST303-SR3			4.25
ST303-S-SR3			4.25
ST304-SR3	68.41		4.75
ST302-S-SR4		8.63	3.75
ST303-SR4			4.25
ST303-S-SR4			4.25
ST304-SR4			4.75
ST302-S-SR5			3.75
ST303-SR5	71.28		4.25
ST304-SR5			4.75

ST 40X-SRX (CW Model Shown)



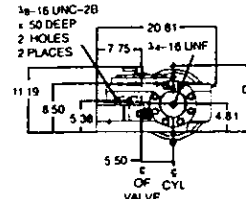
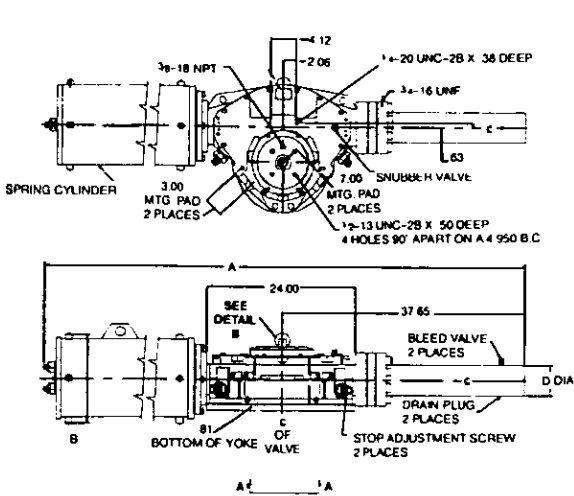
Actuator Model	Actuator Dimensions		
	A	B	C DIA
ST403-S-SR1			4.25
ST404-SR1	75.63	12.88	4.75
ST405-SR1			5.75
ST403-S-SR2			3.75
ST403-S-SR2	79.63	12.88	4.25
ST404-SR2			4.75
ST405-SR2			5.75
ST403-S-SR3			3.75
ST403-S-SR3	70.5	12.13	4.25
ST404-SR3			4.75
ST405-SR3			5.75
ST403-S-SR4			3.75
ST403-S-SR4	72.75	8.63	4.25
ST404-SR4			4.75
ST405-SR4			5.75
ST403-S-SR5			3.75
ST403-S-SR5	75.63	8.63	4.25
ST404-SR5			4.75
ST405-SR5			5.75

Dimensions

Dimensions — ST Series

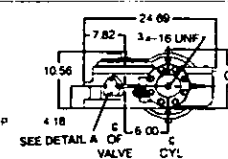
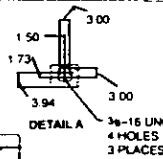
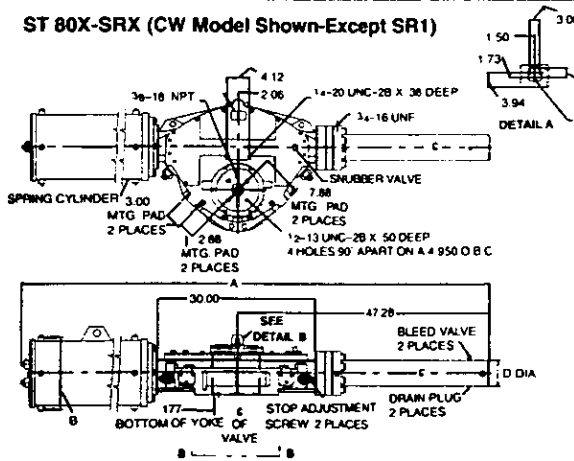
Spring Return Actuators

ST 50X-SRX (CW Model Shown)



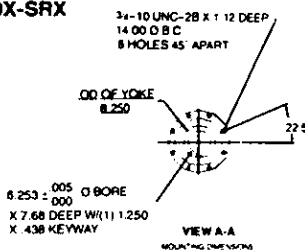
Actuator Model	Actuator Dimensions			D DIA
	A	B	C	
ST504-SR1	126.44	13.63	11.56	4.75
ST505-SR1				5.75
ST506-SR1				6.75
ST503-S-SR				4.25
ST504-SR2	115.94	12.87	11.19	4.75
ST505-SR2				5.75
ST506-SR2				6.75
ST503-S-SR2				4.25
ST504-SR3	101.56	12.13	10.87	4.75
ST505-SR3				5.75
ST506-SR3				6.75
ST503-S-SR4				4.25
ST504-SR4	108.19	12.13	10.87	4.75
ST505-SR4				5.75
ST506-SR4				6.75

ST 80X-SRX (CW Model Shown-Except SR1)

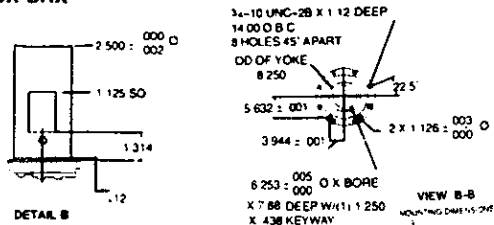


Actuator Model	Actuator Dimensions			D DIA
	A	B	C	
ST804-SR1	137.16	19.63	14.00	4.75
ST805-SR1				5.75
ST806-SR1				6.75
ST804-SR2				4.75
ST805-SR2	139.07	13.63	11.00	5.75
ST806-SR2				6.75
ST807-SR2				7.75
ST804-SR3				4.75
ST805-SR3	128.55	12.87	10.63	5.75
ST806-SR3				6.75
ST807-SR3				7.75
ST804-SR4				4.75
ST805-SR4	137.55	12.87	10.63	5.75
ST806-SR4				6.75
ST807-SR4				7.75
ST804-SR5				4.75
ST805-SR5	120.80	12.13	10.25	5.75
ST806-SR5				6.75
ST807-SR5				7.75

ST 50X-SRX



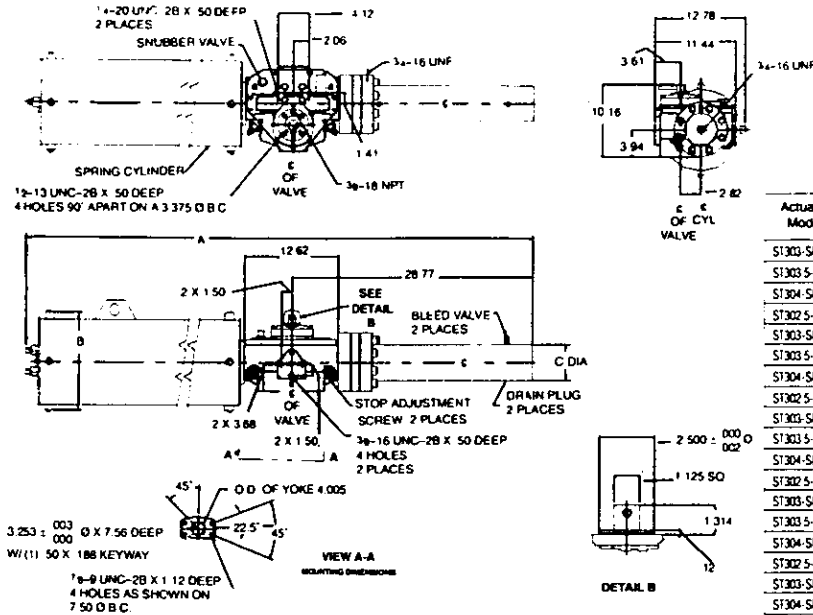
ST 80X-SRX



Dimensions — ST Series

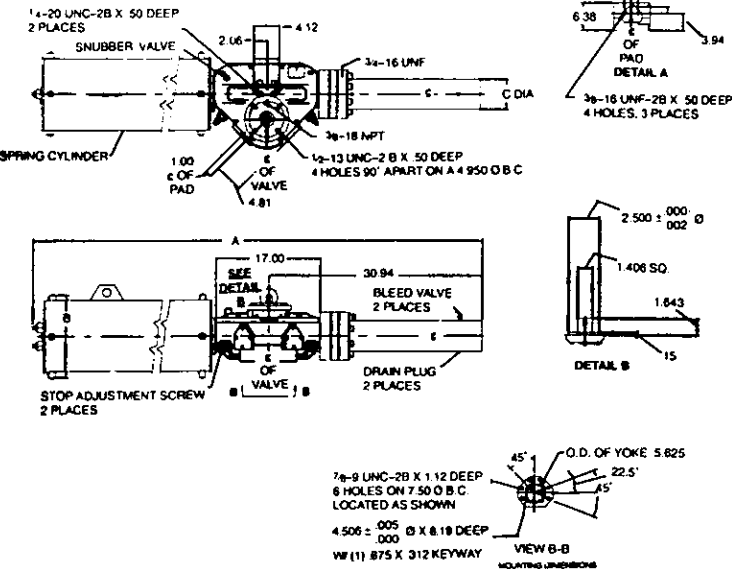
Spring Return Actuators

ST 30X-SRX (CW Model Shown)



Actuator Model	Actuator Dimensions		
	A	B	C DIA
ST303-SR1			3.75
ST303-5-SR1	71.28	12.88	4.25
ST304-SR1			4.75
ST302-5-SR2			3.75
ST303-SR2	66.15	12.13	4.25
ST303-5-SR2			4.25
ST304-SR2			4.75
ST302-5-SR3			3.75
ST303-SR3			4.25
ST303-5-SR3			4.25
ST304-SR3	68.41		4.75
ST302-5-SR4		8.63	3.75
ST303-SR4			4.25
ST303-5-SR4			4.25
ST304-SR4			4.75
ST302-5-SR5			3.75
ST303-SR5	71.28		4.25
ST304-SR5			4.75

ST 40X-SRX (CW Model Shown)



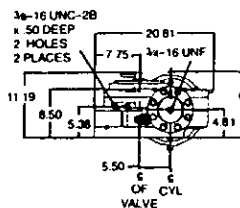
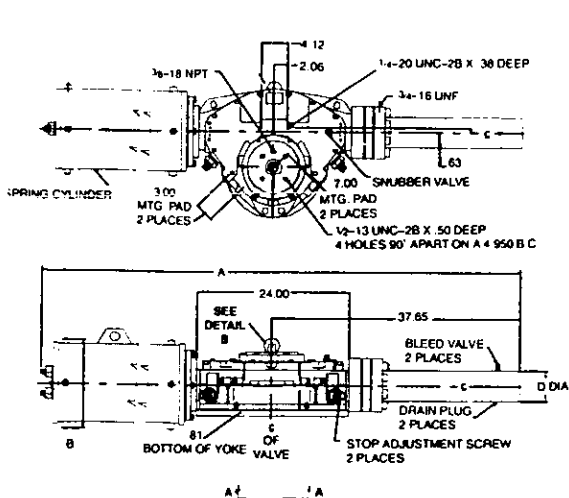
Actuator Model	Actuator Dimensions		
	A	B	C DIA
ST403-5-SR1			4.25
ST404-SR1	75.63	12.88	4.75
ST405-SR1			5.75
ST403-SR2			3.75
ST403-5-SR2	79.63	12.88	4.25
ST404-SR2			4.75
ST405-SR2			5.75
ST403-SR3			3.75
ST403-5-SR3	70.5	12.13	4.25
ST404-SR3			4.75
ST405-SR3			5.75
ST403-SR4			3.75
ST403-5-SR4	72.75	8.63	4.25
ST404-SR4			4.75
ST405-SR4			5.75
ST403-SR5			3.75
ST403-5-SR5	75.63	8.63	4.25
ST404-SR5			4.75
ST405-SR5			5.75

Dimensions

Dimensions — ST Series

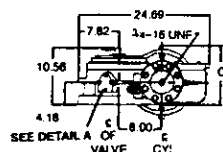
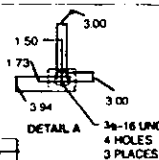
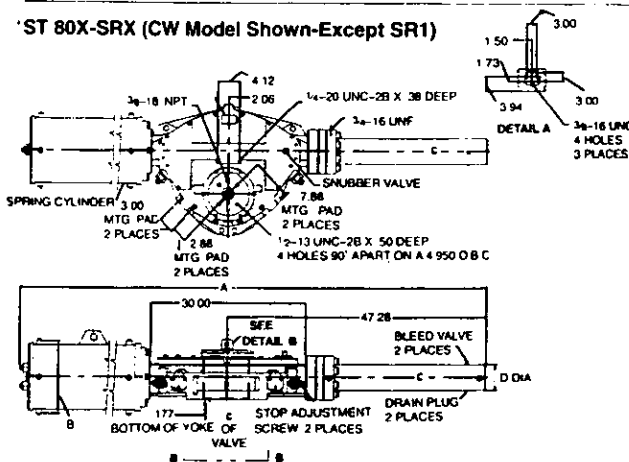
Spring Return Actuators

ST 50X-SRX (CW Model Shown)



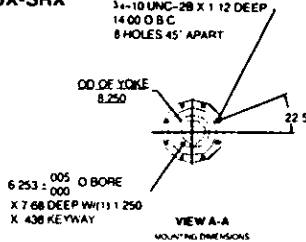
Actuator Model	Actuator Dimensions			
	A	B	C	D DIA
ST504-SR1	126.44	13.63	11.56	4.75
ST505-SR1				5.75
ST506-SR1				6.75
ST503.5-SR2				4.25
ST504-SR2	115.94	12.87	11.19	4.75
ST505-SR2				5.75
ST506-SR2				6.75
ST503.5-SR3				4.25
ST504-SR3	101.56	12.13	10.87	4.75
ST505-SR3				5.75
ST506-SR3				6.75
ST503.5-SR4				4.25
ST504-SR4	108.19	12.13	10.87	4.75
ST505-SR4				5.75
ST506-SR4				6.75

ST 80X-SRX (CW Model Shown-Except SR1)

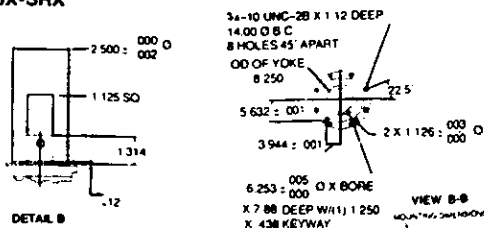


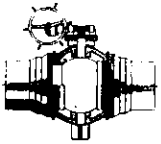
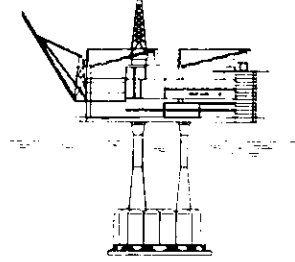
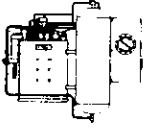
Actuator Model	Actuator Dimensions			
	A	B	C	D DIA
ST804-SR1	137.16	19.63	14.00	4.75
ST805-SR1				5.75
ST806-SR1				6.75
ST807-SR1				7.75
ST804-SR2				4.75
ST805-SR2	139.07	13.63	11.00	5.75
ST806-SR2				6.75
ST807-SR2				7.75
ST804-SR3				4.75
ST805-SR3	128.55	12.87	10.63	5.75
ST806-SR3				6.75
ST807-SR3				7.75
ST804-SR4				4.75
ST805-SR4	137.55	12.87	10.63	5.75
ST806-SR4				6.75
ST807-SR4				7.75
ST804-SR5				4.75
ST805-SR5	120.80	12.13	10.25	5.75
ST806-SR5				6.75
ST807-SR5				7.75

ST 50X-SRX



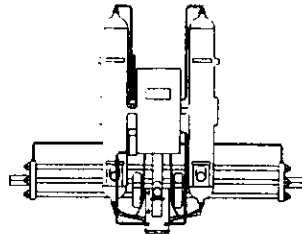
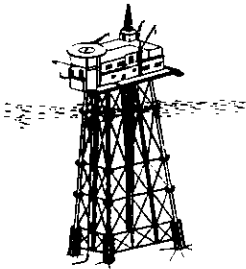
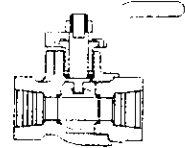
ST 80X-SRX





APENDICE

A



PROPIEDADES FISICAS DEL CRUDO.

- **Poder Calorífico.** El calor desprendido por la combustión de la cantidad unitaria del combustible. (Peso para combustibles sólidos; peso o volumen para combustibles líquidos; volumen para combustibles gaseosos).
- **Poder Calorífico superior.** El calor desprendido cuando todos los productos de la combustión se enfrían a la temperatura ambiente. Este incluye el calor sensible y el latente de vaporización del agua contenida en los productos de la combustión.
- **Poder Calorífico inferior.** Es el poder calorífico superior, menos los calores sensible y latente del agua de los productos de la combustión cuando estos se enfrían a 15.5°C (6°F).
- **Viscosidad.** La propiedad empleada en relación con los combustibles líquidos, es la resistencia a fluir. Esta propiedad determina el comportamiento de un aceite en aplicaciones prácticas, tales como atomización, circulación y bombeo.
- **Viscosidad Absoluta.** Esta es la fuerza requerida para desplazar una superficie plana de 1cm² de superficie sobre otra superficie plana paralela situada a 1cm de distancia a una velocidad de 1 cm/seg, cuando ambas superficies están sumergidas en el fluido. Esta fuerza (la viscosidad absoluta) se denomina poise, su símbolo es η (eta). Con frecuencia se emplea una unidad más pequeña, el centipoise.

$$1 \text{ poise} = 100 \text{ centipoise}$$

- **Viscosidad cinemática.** Esta es la relación entre la viscosidad absoluta y la densidad, medidas ambas a la misma temperatura. La unidad de viscosidad cinemática es el stoice, cuyo símbolo es ν (nu). Este es el término usual empleado en la industria del petróleo, aunque se emplea también el centi-stoice.

$$1 \text{ stoice} = 100 \text{ centi-stoice}$$

$$\text{Viscosidad cinemática } \nu = \frac{\text{viscosidad absoluta}}{\text{densidad}}$$

- **Densidad relativa.** Es la relación entre la densidad de una sustancia y la del agua a la misma temperatura generalmente especificada de 15.6°C (60 °F).
- **Densidad API.** En los Estados Unidos, la densidad relativa de un aceite se presenta frecuentemente en grados API (Instituto Americano del Petróleo).

$$\text{Densidad API} = \frac{141.5}{\text{Densidad relativa a 15.6 } ^\circ\text{C}} - 131.5$$

La densidad relativa es una indicación del tipo de hidrocarburo presente, siendo máximo para los Aromáticos y mínima para las parafinas. La densidad API invierte esta relación.

- **COMPOSICION DEL CRUDO.**

Para determinar la calidad del crudo internacionalmente se utiliza la densidad en grados API y se clasifica en crudos pesados y ligeros.

Crudo extra pesado	°API menor que 20
Crudo pesado	20 °API-30 °API
Crudo ligero	30 °API-40 °API
Crudo super ligero	mayores de 40 °API

Los crudos pesados son de baja calidad en comparación con los ligeros por los que estos últimos son más fáciles de procesar, menos problemas de mantenimiento y se cotizan a un precio más alto.

Por el contrario los crudos pesados son más difíciles de manejar al disminuir los °API debido a su alta densidad, viscosidad, impurezas, contaminantes e hidrocarburos de alto peso molecular.

Las implicaciones para el manejo de crudo pesado son:

- Requerimientos de equipos de mayor tamaño para la separación y deshidratación.
- Alto requerimiento de energía para el transporte.
- Alta carga de presión ocasionado por elevadas viscosidades.
- Ensuciamiento de oleoductos.
- Elevado contenido de sólidos.
- Mayores etapas de separación.

PROPIEDADES FISICAS DEL GAS NATURAL.

El poder calorífico de un gas combustible que contiene los gases combustibles individuales antes indicados, puede calcularse de acuerdo a la tabla A. Es decir, multiplicando el porcentaje de cada componente presente por su poder calorífico, sumando los productos y dividiendo entre 100, por ejemplo, el poder calorífico de un gas de agua azul cuyo análisis es:

$\text{CO}_2 = 4.0\%$

$\text{CO} = 41.0\%$

$\text{H}_2 = 49.0\%$

$\text{CH}_4 = 1.5\%$

$\text{N}_2 = 4.5\%$

Gases monoatómicos 1.67

Gases diatómicos 1.40

Gases triatómicos 1.33

Como el calor específico varía con la temperatura se emplea un valor medio para cualquier campo de temperatura dado.

Viscosidad. La viscosidad aumenta con la temperatura para los gases y disminuye para los líquidos. La viscosidad cinemática es la viscosidad absoluta dividida por la densidad; por ejemplo:

$$\text{Viscosidad cinemática a } t^{\circ} = \frac{\text{viscosidad absoluta a } t^{\circ}}{\text{Densidad a } t^{\circ}}$$

La temperatura, viscosidad y densidad deben expresarse en unidades de un mismo sistema, por ejemplo, temperatura en °C, viscosidad en g/cm/seg, densidad en gr/cm³.

A) **Viscosidad absoluta:** 1 lb/ft/seg = 14.88 gr/cm/seg

$$\text{ó } 1 \text{ unidad cgs} = 0.0672 \text{ unidades fps}$$

b) **Viscosidad cinemática:** 1 ft²/seg = 929 cm² / seg

$$\text{ó } 1 \text{ unidad cgs} = 0.001076 \text{ unidades fps.}$$

$$\text{Poder calorífico del gas} = \frac{(41 \times 2830) + (49 \times 2850) + (1.5 \times 8850)}{100}$$

100

Poder calorífico del gas = 2690 Kcal /m³, superior a 762 mm, 15.6 °C, saturado.

El aire requerido para la combustión y los productos de la misma pueden calcularse de un modo similar.

Poder calorífico superior de un gas: Es la cantidad de calor liberado por la combustión de la unidad de volumen del gas.

Poder calorífico inferior de un gas: Es el poder calorífico superior menos el calor latente del agua producida por combustión del hidrógeno contenido en el gas (libre o combinado) a temperatura superior al ambiente (15.6°C ó 60°F), es decir, menos 445 Kcal/m³ de hidrógeno a pts, saturado ó 890 Kcal/ ft³ a pts saturado= 8.879 Kcal /m³ a pts, saturado.

Calor específico: Puede expresarse referido a peso o a volumen, a saber;

A) Base peso: 1 cal/g/°C = 1 BTU / lb / °F

B) Base volumen: 1 BTU/ft³/°F= 16.02 cal / lt /°C

Con los gases es necesario distinguir entre el calor específico a presión constante C_p , y el calor específico a volumen constante C_v . El primero es el mayor debido al trabajo realizado contra la atmósfera durante la expansión del gas por el calor. La relación C_p / C_v es una característica del número de átomos en la molécula, siendo los valores de esta relación aproximados.

TABLA A. ANALISIS DEL GAS NATURAL.

Gas	Peso Molecular	Densidad Relativa	Relaciones Peso + Volumen		Poder Calorífico Kcal/m ³ a 760 mm y 15.6 °C sat, superior	Requisitos de Combustión		Productos de Combustión con el Aire Teórico		
			m ³ /Kg a 760 mm y 15.6 °C secos	Kg/m ³ a 760 mm y 15.6 °C seco		Vol./Vol.		Vol./Vol.		
						O ₂	Aire	Totales (secos)	Totales (húmedos)	% CO ₂ en los gases de combustión secos
Monóxido de Carbono CO	28	0.966	0.8435	1.180	2 830	0.5	2.38	2.88	2.88	34.7
Hidrógeno, H ₂	2	0.069	11.700	0.085	2 850	0.5	2.38	1.88	2.88	Nada
Metano, CH ₄	16	0.553	1.473	0.678	8 850	2.0	9.52	8.52	10.52	11.74
Etano, C ₂ H ₆	30	1.037	0.7850	1.273	15 400	3.5	16.66	15.16	18.16	13.2
Etileno, C ₂ H ₄	28	0.967	0.8425	1.187	13 880	3.0	14.28	13.28	15.28	15.05
Benceno, C ₆ H ₆	78	2.694	0.3027	3.302	33 280	7.5	35.70	34.20	37.20	17.55

SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS).

El sistema esta compuesto de sensores, resolución lógica y elementos de control final para el propósito de tomar el proceso un estado de seguridad cuando las condiciones predeterminadas han sido violadas (ver fig. 1).

Otros términos comúnmente usados incluyen sistemas de paro de emergencia (ESD, ESS), sistemas de paro de seguridad (SSD) y sistemas interlock de seguridad.

IDENTIFICACION DE SISTEMAS DE PARO DE EMERGENCIA Y CONTROLES QUE SON CRITICO PARA MANTENER LA SEGURIDAD EN PROCESOS INDUSTRIALES.

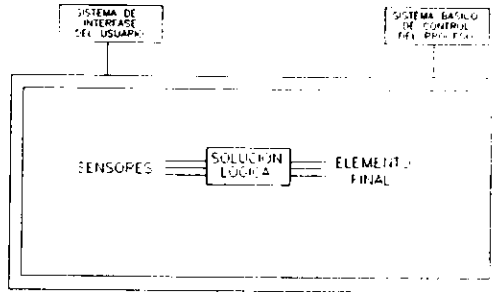
A) **SISTEMA BASICO DE CONTROL DE PROCESOS:** Es el equipo de control instalado para controlar las funciones reguladoras para el proceso por ejemplo control PID y control secuencial.

B) **SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA:** Instrumentación y control instalados para el propósito de manejo de proceso o manejo de equipo específico, para asegurar un estado de seguridad estos no incluyen instrumentación y control instalados para paro de no emergencia u operaciones de rutina. Los sistemas de paro de emergencia puede incluir sistemas eléctricos, neumáticos, mecánicos e hidráulicos (incluyendo aquellos sistemas que son programables).

Otros términos comunes usados para sistemas de paro de emergencia incluyen sistemas de seguridad instrumentados, sistemas de paro de seguridad, sistemas de protección a instrumentos y sistemas de seguridad interlock.

C) **CONTROL DE SEGURIDAD CRITICO:** Un control cuya falla en su operación propiciaría directamente como resultado una catástrofe referida como tóxica, reactiva, flamable o químicamente explosiva.

FIG. 1 DEFINICION DEL SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS)



PROCEDIMIENTO.

1.- **IDENTIFICACION:** Los sistemas de paro de emergencia y control de seguridad crítica deberán estar identificados en un proceso asiendo análisis exhaustivos para aquellos eventos juzgados para que ocurran con una frecuencia inaceptable.

2.- **LOS SISTEMAS DE PARO DE EMERGENCIA Y CONTROL DE SEGURIDAD CRITICA:** Deberán estar identificados y documentados en un manual donde claramente se distinga de otros sistemas de control, tales como los sistemas de control básico.

MANTENIMIENTO Y PRUEBAS.

1.- Todos lo sistemas de paro de emergencia y controles de seguridad crítica deben ser probados periódicamente y darles un mantenimiento de acuerdo con los sistemas de pruebas y procedimientos de usuarios tomando en consideración las recomendaciones y sistemas del fabricante.

2.- Las pruebas periódicas de los sistemas de paro de emergencia y controles de seguridad crítica deberán contener la siguiente documentación como mínimo:

- A) Fecha de inspección.
- B) Nombre de la persona quien realizo la prueba.
- C) No. De serie u otro identificador característico del equipo.
- D) Resultados de la prueba comparados con un criterio definido de aceptación.
- E) Una descripción de cómo realizo la prueba.

***APLICACION DE LOS SISTEMAS INSTRUMENTADOS DE SEGURIDAD
PARA PROCESOS INDUSTRIALES.***

Este estándar esta dirigido a sistemas eléctrico/electrónicos/programables (E/E/PES), sensores asociados elementos finales e interfaces usados en sistemas instrumentados de seguridad automatizado (SIS) para procesos industriales, ejemplos de estos so:

- A) Relevos electromecánicos.
- B) Estados lógicos sólidos.
- C) PES.
- D) Motores de tiempo.
- E) Reguladores de tiempo.
- F) Conexiones lógicas.
- G) Combinaciones de las anteriores.

LINEAMIENTOS DEL SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS).

1.- La fig. 2 define los lineamientos del SIS e identifica los detalles que pueden ser incluidos en el sistema, el SIS descrito en este estándar es la proporción del diagrama localizado dentro del rectángulo de doble línea.

2.- El SIS incluye todos los elementos de control, desde el sensor hasta el elemento final incluyendo entradas, salidas, fuentes de poder y soluciones lógicas.

3.- Otras interfaces del SIS están consideradas como una parte del SIS si tiene un impacto potencial en su función de seguridad.

NIVEL DE SEGURIDAD INTEGRAL (SIL).

Uno de los tres posibles niveles discretos de seguridad (SIL 1, SIL 2 y SIL 3), de sistemas instrumentados de seguridad. Los SIL están definidos en términos de probabilidad de falla en demanda (PFD) ver tabla B.

TABLA B NIVEL DE SEGURIDAD INTEGRAL (SIL).

Nivel de Seguridad Integral	Probabilidad de Falla en Rango Promedio de Demanda
1	10^{-1} a 10^{-2}
2	10^{-2} a 10^{-3}
3	10^{-3} a 10^{-4}

NIVEL DE SEGURIDAD INTEGRAL SIL, CONSIDERACIONES.

El nivel de seguridad SIL es un concepto básico en este estándar, el SIL define el nivel de seguridad mejorado para un SIS. Los SIL están definidos como 1, 2 y 3. El mas alto SIL es el que tiene un mejor desempeño de seguridad para el SIS. El mejor funcionamiento del SIS es obtenido por una disponibilidad muy alta de funciones de seguridad. El funcionamiento del SIS es implementado por la adición de redundancia, pruebas mas frecuentes, uso de detección y diagnostico de fallas.

Para entender como los tres niveles del SIL serán implementados es importante para el sistema de seguridad que el equipo haga determinaciones para el SIL. Como este equipo conoce el proceso y como podrían ocurrir eventos peligrosos, ellos deberán entender como el SIL se comportara en su función de seguridad con un entendimiento correcto de los aspectos importantes de seguridad del SIS, incluyendo lo que es necesario para

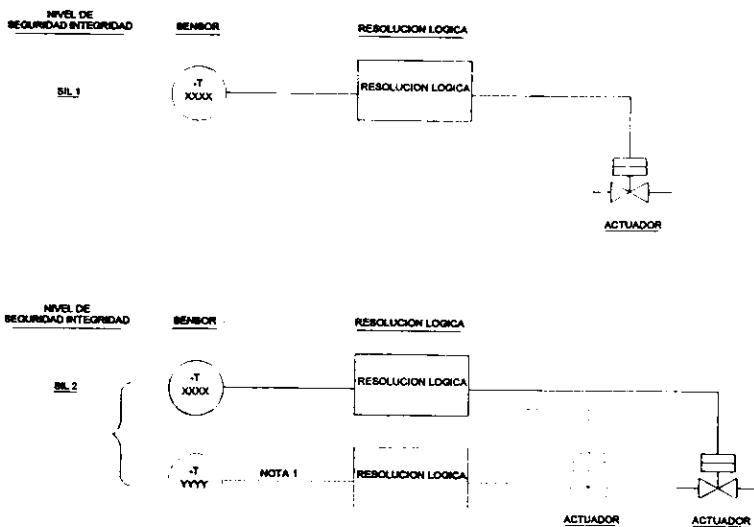
obtener los diferentes SIL, el equipo ayuda a asegurar que el diseño de proceso y operación no comprometa el funcionamiento del SIS.

En la figura conceptualmente muestra como los 3 niveles del SIL serán implementados en la aplicación del ejemplo. Hay muchos caminos para implementar el SIS para obtener un SIL específico.

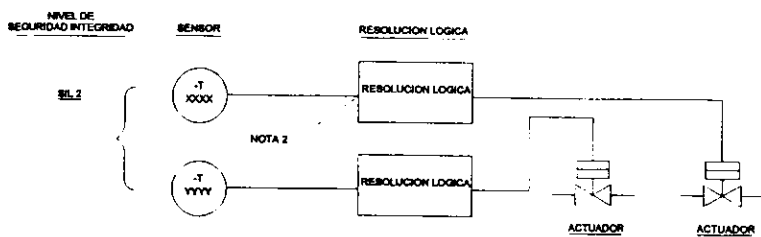
La figura muestra un diagrama simplificado de tubería e instrumentación para el proceso de ejemplo. Una alta presión de vapor es usada para controlar la presión en un sistema de baja presión. El sistema esta protegido de sobrepresión por:

- a) Por una válvula de seguridad.
- b) Un sistema de control de presión.
- c) Un operador responsable de una alarma de alta presión.

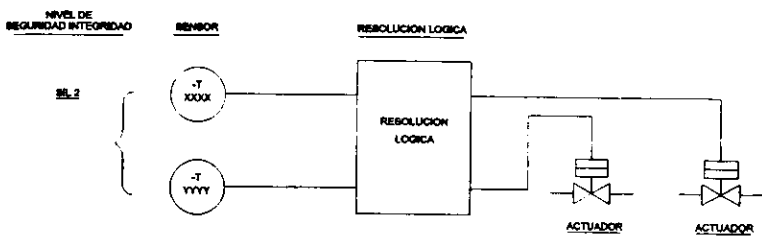
FIG. 1.2 TECNICAS DE IMPLEMENTACION ESPECIFICA SIL

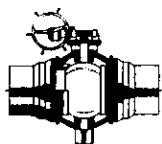
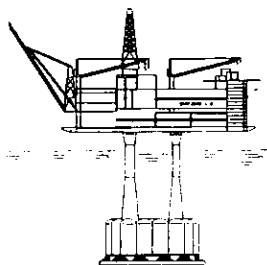
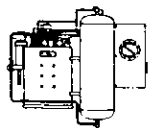


1) SENSOR, RESOLUCION LOGICA, Y/O ELEMENTOS FINALES PUEDEN SER REDUNDANTES COMO DICTAN LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DISPONIBILIDAD.



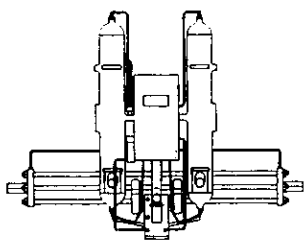
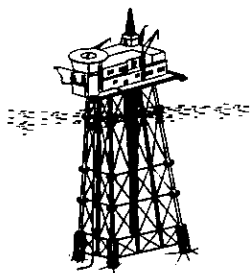
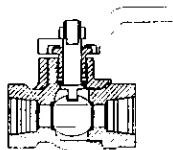
2) EL ARREGLO DE LOS SIL 1 SIS IDENTICOS PUEDEN NO EQUIVALER AL DE UN SIL 3 SIS.





APENDICE

B



SUPLEMENTO DE REQUERIMIENTO DE PRUEBAS.

- ◆ C.1. En general los requerimientos en esta sección son opcionales y son propuestas por el fabricante cuando especialmente se solicitan por el comprador.

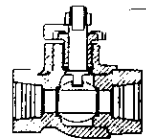
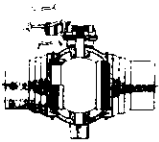
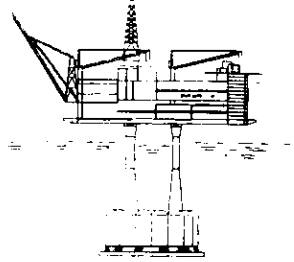
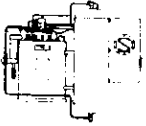
- ◆ C.2. PRUEBAS HIDROSTATICAS. A una presión alta que se especifica en las pruebas anteriores para grandes tiempos, que especifica la tabla 2.5. Será desarrollada en concordancia con los procedimientos del fabricante. Ninguna filtración o peligro de deformación inelástica será permitida.

- ◆ C.3. PRUEBAS DE FONDO DE AIRE. Las válvulas sujetas a una prueba no mostrara filtración. Las pruebas de presión y duración serán especificadas en la tabla 2.6. y 2.7 respectivamente.

- ◆ C.4. PRUEBAS DE TORQUE OPERACIONAL. El torque deberá abrir o cerrar la válvula de bola siendo medida por el fabricante, este deberá ser medido a una presión diferencial y a la presión del ambiente, o a otra presión y/o condiciones de presión y temperatura especificadas por el usuario.

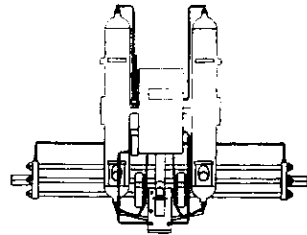
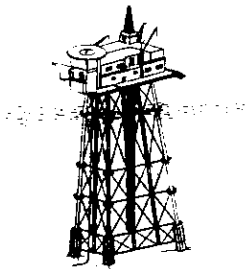
El torque de las válvulas será obtenido con la bola y los asentamientos libres de algún sello, excepto donde el sello es el significado principal y necesario para el ensamble.

Para pruebas de torque serán desarrolladas secuentemente pruebas hidrostáticas y prioritarias a alguna prueba de asentamiento hidrostática o de aire.



APENDICE

C



REFERENCIA DE ESPECIFICACIONES Y ESTANDARES

ANSI B1.20.1	Tubería roscada, propósito general.
ANSI B16.5	Tubería bridada y bridas adecuadas.
ANSI B16.34	Válvulas-bridas, terminales soldadas.
ANSI B31.4	Sistemas de transportación para tuberías de petróleo líquido.
ANSI B31.8	Sistemas tobulares de distribución y transmisión de gas.
ASTM A36	Especificación para acero estructural.
ASTM A105	Especificación para tubería bridada de acero rolado y forjado.
ASTM A106	Especificación para tuberías de acero sin costura para servicios de alta temperatura.
ASTM A181	Especificación para tubería bridada de acero rolado y forjado, brida adecuada para servicios generales.
ASTM A194	Carbón y aleación de acero de tuberías para cerramiento de alta temperatura.
ASTM A203	Especificación para placas de aleación níquel y acero para recipientes a presión.
ASTM A216	Especificación para modelos carbón-acero adecuados para fusión de soldadura para servicios de temperaturas altas.
API SPEC S2	Especificación para líneas de tuberías.
MSS-25	Sistema de marcado estándar para válvulas, herrajes, bridas y uniones.
MSS-44	Líneas de tuberías bridada de acero.
B51501-224-40D	Acero para fuego y recipientes a presión sin fuego: parte 1. Especificaciones para aceros al carbón y carbón-manganeso.
B59360-50B-50D	Acero estructural soldable.
B5970709M40T	Acero forjado para mecánicos y aleaciones propuestas para ingenieros, parte 1. Inspección general y procesos de pruebas y especificaciones requeridas para aleaciones de carbón y carbón-manganeso y acero inoxidable