

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: “Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo y su influencia para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.”

Trabajo de Investigación

Previa la Obtención del Grado Académico de Ingeniero Mecánico

Autor: Carlos Patricio Vargas Álava

Tutor: Ing. Mg. Jorge Guamanquispe

AMBATO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema “Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo y su influencia para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.” presentado por el Señor Carlos Patricio Vargas Álava, estudiante de la facultad de ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo.

EL TUTOR

.....
Ing. Mg. Jorge Guamanquispe

C.I.: 1802039485

AUTORÍA

El contenido de la presente investigación desarrollada bajo el tema “Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo y su influencia para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.”, así como las opiniones e ideas, vertidas, comentarios de resultados y análisis son de exclusiva responsabilidad del autor.

.....
Carlos Patricio Vargas Álava

CI: 180262760-2

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mi esposa y mi bella hija por su apoyo y comprensión, por esos momentos de compañía que me brindaron.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, que no necesito nombrar porque tanto ellas como yo sabemos que les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo cariño y amistad.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
Capítulo I.....	1
1. Problema de investigación	1
1.1 Tema:.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivos de la investigación	10
Capítulo II	11
2. Marco teórico	11
2.1 Antecedentes invesgativos	11
2.2 Fundamentación filosófica	50
2.3 Fundamentación legal.....	50

2.4	Categorías fundamentales.....	52
2.5	Hipótesis.....	52
2.6	Señalamiento de variables.....	52
Capítulo III.....		53
3.	Metodología.....	53
3.1	Enfoque.....	53
3.2	Modalidad básica de la investigación.....	53
3.3	Nivel o tipo de investigación.....	54
3.4.	Población y muestra.....	56
3.5	Operacionalización de variables.....	57
3.6	Recopilación de información.....	59
3.7	Procesamiento de la información.....	60
Capítulo IV.....		61
4.	Análisis e interpretación de resultados.....	61
4.1	Análisis e interpretación.....	61
4.2	Pruebas de presión API 6 A (ISO 10423).....	67
4.3	Comparación de sellos usados y nuevos en válvulas de compuerta.....	73
4.4	Análisis del comportamiento de varios tipos de teflón y nylon en la fabricación de sellos para válvulas de compuerta 2-1/16” 5000 PSI.....	82
4.5	Verificación de la hipótesis.....	90
Capítulo V.....		107
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	107

5.1 Conclusiones	107
5.2 Recomendaciones	108
Capítulo VI.....	109
6. Propuesta.....	109
6.1 Datos informativos	109
6.2 Antecedentes de la propuesta	111
6.3 Justificación.....	111
6.4 Objetivos	112
6.5 Análisis de factibilidad	112
6.6 Fundamentación	113
6.7 Metodología.....	153
6.8 Administración	156
6.9 Prevención de la evaluación	159
Bibliografía	161
Linkcografías.....	162
Anexos	163

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 1: Ubicación de la Empresa Mission Petroleum S.A.....	7
Figura 2 - 1: Válvula de Compuerta Marca NOÉ 2-1/16" 5000 PSI.....	12
Figura 2 - 2: Circuito Oleohidráulico Convencional simplificado.....	16
Figura 2 - 3: Actuación de la presión de manera uniforme en todas las direcciones sobre un volumen de fluido.....	19
Figura 2 - 4: Teorema de Bernoulli.....	21
Figura 2 - 5: Régimen Laminar y Turbulento.....	24
Figura 2 - 6: Principios Físicos.....	29
Figura 2 - 7: Principio de Pascal.....	29
Figura 2 - 8: Ecuación de Continuidad.....	31
Figura 4 - 1: Accesorios Banco de pruebas hidrostáticas MP 003.....	68
Figura 4 - 2: Partes de una válvula ARRAY.....	71
Figura 4 - 3: Válvula 2-1/16" 5000 PSI.....	71
Figura 4 - 4: Pruebas de presión cuerpo.....	72
Figura 4 - 5: Inspección visual válvula de compuerta.....	72
Figura 4 - 6: Prueba de presión sello.....	73
Figura 4 - 7: Banco de pruebas hidrostático MP 003.....	73
Figura 4 - 8: Sello válvula de compuerta 2-1/16" 5000 PSI.....	73
Figura 4 - 9: Asiento de válvula de compuerta 2-1/16" 5000 PSI.....	74
Figura 4 - 10: Verificación de hipótesis a una cola.....	94

Figura 4 - 11: Verificación de hipótesis a una cola.....	98
Figura 4 - 12: Verificación de hipótesis a una cola.....	101
Figura 4 - 13: Verificación de hipótesis a una cola.....	104
Figura 6 - 1: Banco de pruebas hidrostático.....	110
Figura 6 - 2: Consola de control y banco de pruebas hidrostático	110
Figura 6 - 3: Ring Gaskets (Junta Anular)	116
Figura 6 - 4: Circuito característico bomba hidráulica accionada por aire	116
Figura 6 - 5: Esquema Bomba hidráulica.....	117
Figura 6 - 6: Unidad de fuerza y banco de pruebas hidrostáticas	117
Figura 6 - 7: Unidad de fuerza accionada por aire	118
Figura 6 - 8: Estructura banco de pruebas hidrostático.....	118
Figura 6 - 9: Mangueras de alta presión.....	127
Figura 6 - 10: Brida acanalada	128
Figura 6 - 11: Brida para 5000 PSI	128
Figura 6 - 12: Soporte cilindro de prueba	129
Figura 6 - 13: Medidas para trabajo en posición de pie	130
Figura 6 - 14: Área de trabajo	130
Figura 6 - 15: Diagrama cuerpo libre 1 soporte lateral	131
Figura 6 - 16: Diagrama cuerpo libre 2 soporte lateral	131
Figura 6 - 17: Análisis en el puto C	132
Figura 6 - 18: Análisis en el puto D	133

Figura 6 - 19: Análisis en el punto E.....	134
Figura 6 - 20: Eje de soporte	135
Figura 6 - 21: Esquema de la fuerza.....	136
Figura 6 - 22: Diagrama de cuerpo libre	136
Figura 6 - 23: Diagrama de fuerza cortante	137
Figura 6 - 24: Diagrama de momentos.....	138
Figura 6 - 25: Cilindro de prueba.....	139
Figura 6 - 26: Diagrama de cuerpo libre cilindro de prueba	140
Figura 6 - 27: Soporte cuñas de sujeción	143
Figura 6 - 28: Diagrama de cuerpo libre 1 soporte cuña de sujeción.....	144
Figura 6 - 29: Diagrama de cuerpo libre 2 soporte de cuña de sujeción	144
Figura 6 - 30: Análisis punto D.....	145
Figura 6 - 31: Diagrama punto E.....	146
Figura 6 - 32: Cuña de sujeción	147
Figura 6 - 33: Diagrama cuña de sujeción	148
Figura 6 - 34: Proximidad a un eje.....	148
Figura 6 - 35: Diagrama de cuerpo libre	149
Figura 6 - 36: Diagrama fuerza cortante	149
Figura 6 - 37: Diagrama de momentos.....	150
Figura 6 - 38: Dimensionamiento cuña de sujeción.....	151
Figura 6 - 39: Punto D.....	151

Figura 6 - 40: Punto E.....	152
Figura 6 - 41: Elemento de prueba.....	153
Figura 6 - 42: Brida acanalada.....	154
Figura 6 - 43: Base cilindro de prueba.....	154
Figura 6 - 44: Soporte cuña.....	154
Figura 6 - 45: Cuña.....	155
Figura 6 - 46: Cilindro de pruebas.....	155
Figura 6 - 47: Soporte cilindro de pruebas.....	155
Figura 6 - 48: Equipo para pruebas de presión.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 1: Fallos en sellos de válvulas identificados por Fichas de Recepción de Trabajo	9
Tabla 2 - 1: Velocidades recomendadas del fluido en tuberías.....	18
Tabla 2 - 2: Consecuencias del aumento o disminución de la temperatura	25
Tabla 2 - 3: Rangos de presiones de trabajo en aplicaciones comunes en la industria.....	28
Tabla 2 - 4: Partes de una válvula	44
Tabla 3 - 1: Datos de las válvulas de compuerta sólidas y expandibles	56
Tabla 4 - 1: Problemas para las fugas en válvulas	64
Tabla 4 - 2: Daños en las válvulas 2-1/16" 5000 PSI.....	65
Tabla 4 - 3: Daños en las válvulas 3-1/8" 3000 PSI.....	65
Tabla 4 - 4: Daños en las válvulas 3-1/8" 5000 PSI.....	66
Tabla 4 - 5: Daños en las válvulas 4-1/16" 5000 PSI.....	66
Tabla 4 - 6: Daños en las válvulas 4-1/16" 3000 PSI.....	67
Tabla 4 - 7: Materiales cuerpo válvula de compuerta de 2000 a 5000 PSI.....	69
Tabla 4 - 8: Material interno válvula de compuerta de 2000 a 5000 PSI.....	70
Tabla 4 - 9: Pruebas hidrostáticas válvulas 2-1/16" 5000 PSI a presión de trabajo.	74
Tabla 4 - 10: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 3-1/8" 5000 PSI a presión de trabajo.....	75

Tabla 4 - 11: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 3-1/8” 3000 PSI a presión de trabajo.....	77
Tabla 4 - 12: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 4-1/16” 5000 PSI a presión de trabajo.....	78
Tabla 4 - 13: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 4-1/16” 3000 PSI a presión de trabajo.....	80
Tabla 4 - 14: Pruebas de presión Sello PTFE 100 % (Teflón blanco).....	83
Tabla 4 - 15: Pruebas de presión Sello PTFE R-2 (Teflón color blanco hueso)...	84
Tabla 4 - 16: Pruebas de presión Sello PTFE R-4 (Teflón color negro).....	86
Tabla 4 - 17: Pruebas de presión Sello Nylon Poliamida (Duralón).....	87
Tabla 4 - 18: Número de Ciclos válvula 2-1/16” 5000 PSI	92
Tabla 4 - 19: Número de ciclos, pruebas de presión sello de teflón PTFE R-2 (color blanco hueso).....	93
Tabla 4 - 20: Número de Ciclos válvula 2-1/16” 5000 PSI	96
Tabla 4 - 21: Número de ciclos, pruebas de presión sello nylon poliamida (Duralón).....	97
Tabla 4 - 22: Número de Ciclos válvula 2-1/16” 5000 PSI	100
Tabla 4 - 23: Número de ciclos, pruebas de presión sello teflón PTFE 100 % ..	100
Tabla 4 - 24: Número de Ciclos válvula 2-1/16” 5000 PSI	103
Tabla 4 - 25: Número de ciclos, pruebas de presión sello teflón PTFE R-4.....	103
Tabla 4 - 26: Número de ciclos	105
Tabla 4 - 27: Tendencia del número de ciclos en porcentaje	106

Tabla 6 - 1: Especificaciones del equipo.....	114
Tabla 6 - 2: Tubo capilar para alta presión	121
Tabla 6 - 3: Tabla tubo capilar alta presión.....	122
Tabla 6 - 4: Dimensiones estándar manómetro Wika	122
Tabla 6 - 5: Válvula de dos vías rectas	123
Tabla 6 - 6: Válvula de dos vías en ángulo	124
Tabla 6 - 7: Selección bomba.....	124
Tabla 6 - 8: Mangueras de alta presión	127
Tabla 6 - 9: Dimensionamiento bridas según la medida nominal	129
Tabla 6 - 10: Tabla de pesos	136
Tabla 6 - 11: Costos directos.....	157
Tabla 6 - 12: Costos mano de obra.....	157
Tabla 6 - 13: Costos construcción.....	158
Tabla 6 - 14: Costos administración de tesis.....	158
Tabla 6 - 15: Presupuesto final.....	159

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 2 -1: Mecánica de Fluidos.....	14
Flujograma 2 -2: Estado de la Materia.....	15
Flujograma 4 -1: Pruebas de presión hidrostática.....	63
Flujograma 6 -1: Diseño y selección de Mecánica de elementos	120

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A - 1: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%	165
ANEXO A - 2: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%	166
ANEXO A - 3: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%	167
ANEXO A - 4: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%	168
ANEXO A - 5: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2	169
ANEXO A - 6: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2	170
ANEXO A - 7: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2	171
ANEXO A - 8: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2	172
ANEXO A - 9: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-4	173
ANEXO A - 10: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-4	174
ANEXO A - 11: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-4	175
ANEXO A - 12: Registro de pruebas de presión, válvuals 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-4	176

ANEXO A - 13: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello Nylon Poliamida	177
ANEXO A - 14: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello Nylon Poliamida	178
ANEXO A - 15: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello Nylon Poliamida	179
ANEXO A - 16: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello Nylon Poliamida	180
ANEXO A - 17: Reporte técnico para la reparación válvulas 4-1/16" 5000 PSI	181
ANEXO B - 1: Especificaciones Perfiles UPN.DIPAC	183
ANEXO B - 2: Especificaciones Barras de Nylon Duralon distribuidor SOLPAC S.A.....	184
ANEXO B - 3: Especificaciones Barras Teflon distribuidor SOLPAC S:A.	185
ANEXO B - 4: Acero AISI 4140	186
ANEXO B - 5: Regla de especificaciones de bridas según norma API 6 A.....	187
ANEXO B - 6: Tabla de medidas nominales según norma API 6 A.	188
ANEXO B - 7: Valores críticos de t	189
ANEXO B - 8: Tabla Validación de especificaciones API 6 A.....	190
ANEXO B - 9: Válvulas 2-1/16" 5000 PSI partes de ensamble y materiales.....	191
ANEXO B - 10: Válvulas 2-1/16" 5000 PSI dimensiones.	192
ANEXO C - 1: Banco de pruebas hidrostática modelo 1400 & 1400 API.	194
ANEXO C - 2: Bomba Hidraulica accionada por aire	196

ANEXO C - 3: Funcionamiento bomba Hidraulica accionada por aire.....	197
ANEXO C - 4: Circuito de instalación de la bomba Hidraulica accionada por aire	198
ANEXO C - 5: Especificaciones bomba Hidraulica accionada por aire.....	199
ANEXO D - 1: Flujo de procedimiento, Pruebas de Presión.....	202
ANEXO D - 2: Procedimiento, Pruebas de Presión.....	203
ANEXO D - 3: Instructivo para Ensamble de Válvulas de Compuerta.	204
ANEXO D - 4: Instructivo Prueba de Presión. Asientos de Válvulas.	205
ANEXO E - 1: Norma API, Anexo F (Informativo), Validación de Procedimientos.....	207

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

“Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo y su influencia para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S,A”

Autor: Carlos Patricio Vargas Álava

Tutor: Ing. Mg. Jorge Guamanquispe

Fecha: 9 de octubre de 2013

RESUMEN

El presente trabajo de investigación determinó los factores que afectan al adecuado funcionamiento de las válvula de 2-1/16” 5000 PSI reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A., cuando se someten a pruebas de presión hidrostática a presión de prueba de trabajo 5000 PSI, verificando la utilización del material adecuado para la fabricación del sello de asientos de válvulas mediante un análisis de varios materiales: Teflón PTFE 100% (Teflón color Blanco), Teflón PTFE R-2 (Teflón color blanco hueso), Teflón PTFE R-4 (Teflón color negro) y Nylon (Duralón) mediante lineamientos de la Norma API 6 A (ISO 10423) variando el número de ciclos aplicado, datos que sirvieron para realizar un análisis estadístico inferencial para determinar la influencia del material del sello de asiento de válvula en el correcto funcionamiento de la válvula de 2-1/16” 5000 PSI.

De igual manera se determinó el número de ciclos correspondientes en cada prueba de presión hidrostática realizada en válvulas de 2-1/16” 5000 PSI, fundamentos que determinó la realización de pruebas de presión hidrostáticas utilizando un banco de pruebas hidrostáticas facilitando un control de permeabilización de las válvulas reparadas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO

FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING

MECHANICAL ENGINEERING

"Mechanical testing of gate valves, solid and expandable, heads components oil and its influence to ensure the operation under the standard API 6A (ISO 10423) in Mission Petroleum Company S, A"

Author: Carlos Patricio Vargas Âlava

Tutor: Mr. Mg. Jorge Guamanquispe

Date: October 09, 2013

ABSTRACT

The present research identified the factors affecting the proper functioning of the valve 2-1/16" 5000 PSI repaired at Mission Petroleum Company SA, when subjected to hydrostatic pressure test work test pressure 5000 PSI verifying the use of appropriate materials for manufacturing the valve seat seal by an analysis of various materials: 100% Teflon PTFE (Teflon white), R-2 Teflon PTFE (Teflon-white color), PTFE Teflon R-4 (Teflon black) and nylon (Duralon) by guidelines of API 6A standard (ISO 10423), varying the number of cycles applied, data used for inferential statistical analysis to determine the influence of the material of the valve seat seal the proper functioning of the valve 2-1/16 "5000 PSI.

Similarly, we determined the number of cycles for each hydrostatic pressure test valves made of 2-1/16 "5000 PSI fundamentals that determined performing hydrostatic pressure tests using a hydrostatic test facilitating permeation control valve repair.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA:

“PRUEBAS MECÁNICAS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA, SÓLIDAS Y EXPANDIBLES, COMPONENTES DE CABEZALES DE PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y SU INFLUENCIA PARA GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO BAJO LA NORMA API 6 A (ISO 10423) EN LA EMPRESA MISSION PETROLEUM S.A.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

El sector petrolero en el mundo sufre cambios vertiginosos en la tecnología y procedimientos que utiliza, podemos apreciar en la actualidad estos cambios, los mismos han ocasionado que las intervenciones de cualquier actividad petrolera en el mundo, equipos y procedimientos asuman mayor control en el cumplimiento de normas establecidas para la actividad, estos controles son más estrictos, los cuales son realizados por entes relacionados a la actividad sean estos del estado o entidades privadas extranjeras dedicadas a la actividad petrolera.

El problema se da a nivel mundial, sólo los países con grandes reservas petrolíferas pueden cumplir en un 100% (tecnología de punta) con las actividades de control ya que pueden solventar el alto costo de implementar tecnología de punta en su actividad petrolera, estos países generan tecnologías propias.

En el Ecuador las políticas de control en el sector petrolero en un 97% son adoptadas de normas internacionales, el 3% restante son normas ecuatorianas

dirigidas a esta actividad¹, por consiguiente adoptar tecnología y servicios petroleros tiene un costo elevado para el Ecuador; tomando en cuenta los procesos que conlleva la industria petrolera en sus actividades de exploración, perforación, extracción, y almacenamiento, se deben cumplir con los controles, existiendo diversos sistemas y métodos para los mismos.

Es así que la industria ecuatoriana del petróleo requiere del desarrollo tecnológico del más alto nivel con la finalidad de proveer y dar soporte continuo a sus demandas de control en las actividades, para lo cual es necesario disponer de equipos que estén a un nivel óptimo y acorde a las regularizaciones internacionales.

La empresa Mission Petroleum S.A. establecida en el Oriente ecuatoriano, en sus 12 años de experiencia ha demostrado que su trabajo de reparación de válvulas para cabezales de producción es indiscutiblemente bueno.

Sin embargo, siendo ésta una empresa calificada que cuenta con una certificación otorgada por la API² que norma todo lo referente al petróleo y al gas natural, está en la obligación de contar en sus instalaciones con todos los elementos necesarios para dar cumplimiento a los parámetros dictados en la norma API 6 A, al no ser así API en sus procesos de recertificación levantaría no conformidades las cuales conllevaría a la no recertificación perdiendo la empresa las posibilidades de seguir prestando servicios en el sector petrolero.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La empresa Mission Petroleum S.A. establecida en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha y su campamento base establecido en Jivino Verde Provincia de Sucumbios se encarga de realizar, coordinar y planificar trabajos en el sector

¹ Fuente: Coordinador de Investigación, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), sede Ecuador, Guillaume Fontaine, Las Políticas Petroleras de cara al Desarrollo Sostenible en el Perú y el Ecuador.

²American Petroleum Institute

petrolero de diferentes empresas relacionadas con la producción y extracción del petróleo ecuatoriano, su iniciativa de ser certificada por API principalmente y por otras normas relacionadas con el sector petrolero ha sido una de las mejores decisiones tomadas por la empresa, obteniendo resultados de conformidad en sus servicios prestados.

Tenemos que destacar como primera fase, se invirtió en la adquisición de un equipo para pruebas de presión hidrostáticas para el departamento de Válvulas y Cabezales, garantizando el correcto funcionamiento de válvulas reparadas por la empresa, posteriormente se adquirió un segundo y tercer equipo de pruebas hidrostáticas para la zona de ensamblaje de equipos nuevos. En total la empresa cuenta con tres bancos de pruebas hidrostáticas ya obsoletos con los cuales se realizan los ensayos de pruebas de presión a elementos nuevos y reparados.

Las empresas clientes de Mission Petroleum S.A., beneficiarios directos indicaron que la certificación de cada válvula reparada en los talleres de la empresa ayudó a mejorar la confianza del uso de equipos reparados para el sector petrolero reconociendo a la empresa como líder en prestaciones de servicios petroleros.

En una segunda etapa se adquieren el segundo y tercer equipo, ubicándolos en otras zonas que no contaban con este sistema de pruebas de presión, obteniendo los mismos resultados que con el primer equipo ubicado en Válvulas y Cabezales.

Según los departamentos de Zona 2 y Válvulas y Cabezales en sus registros de trabajo denominado Ficha de Recepción de Trabajo (FRT), diariamente se reparan y se certifican entre 20 a 30 válvulas, mediante el sistema de pruebas de presión hidrostática. Además es necesario anotar que cada equipo de prueba tiene una capacidad de presión hasta 10000 PSI, dividiéndose en un equipo móvil y dos estacionarios.

Su vida útil es de 3 años y se los identifica en la empresa con un código asignado, MP001, MP002 y MP003. Los bancos de prueba de presión hidrostática tienen una bomba hidráulica que es la encargada de elevar la presión hasta llegar a presiones de trabajo requeridas. Cada banco de pruebas de presión hidrostática

tiene una capacidad máxima de presión de trabajo de 10000 PSI, teniendo en un inicio que abastecerse con un banco de pruebas para realizar pruebas de presión de los trabajos de reparación y certificación de válvulas nuevas.

La empresa Mission Petroleum S.A. está comprometida con la certificación de equipos nuevos y reparados en sus talleres por lo que ve la necesidad de cambiar y adquirir bancos de pruebas de presión nuevos, esta necesidad de cambio se da por el alto porcentaje de requerimientos que tiene al mes. Según reportes de trabajo de Mission Petroleum S.A. la empresa repara y certifica alrededor de 70 válvulas por mes³.

Esta cantidad no solo incluye los trabajos de reparación en el departamento de válvulas y cabezales sino además la certificación de válvulas nuevas y la certificación de válvulas en la locación del pozo de petróleo.

La distancia entre locaciones de los pozos de petróleo alcanza hasta 700 Km del campamento base. La adquisición de equipos de pruebas de presión móviles y estacionarios está a cargo de la empresa Mission Petroleum S.A., siendo todos los equipos certificados e importados hasta el campamento base cumpliendo con los lineamientos de la norma API 6 A (ISO 10423), logrando ser la primera empresa que presta este tipo de servicios certificado en el Oriente ecuatoriano en la actualidad.

1.2.3 PROGNOSIS

El diseño de un equipo de pruebas de presión hidrostática para ensayar válvulas de compuerta componentes de cabezales de producción de petróleo servirá para satisfacer la necesidad de cambio de los equipos obsoletos de la empresa Mission Petroleum S.A. verificando el correcto funcionamiento de las válvulas reparadas en el departamento de Válvulas y Cabezales como para certificar válvulas nuevas utilizadas en zona 2, considero está la parte fundamental en la certificación de

³ Fuente: Reportes de trabajo de Zona 2 y Departamento de Válvulas y Cabezales de la empresa Mission Petroleum S.A. mes de febrero de 2013.

válvulas por parte de la empresa, alcanzando resultados que permiten comprobar si las partes cambiadas en la reparación de válvulas y la certificación de válvulas nuevas utilizadas en cabezales de producción de petróleo validan su correcto funcionamiento a través de datos proporcionados por el banco de pruebas con sus respectivos registros de presión, número de ciclos y tiempo de presurización; logrando de esta manera aplicar correctamente los lineamientos de la norma API 6 A (ISO 10423)⁴.

Creciendo como empresa y cumpliendo firmemente con los procedimientos certificados que posee la empresa para contribuir con el desarrollo de servicios de calidad en el sector petrolero del país, sin dejar a un lado el cuidado del medio ambiente y precautelando la salud integral del trabajador; la transformación de la manera de realizar pruebas de presión hidrostática en los talleres de la empresa Mission Petroleum S.A. hacia una manera mucho más cómoda de operar los equipos, reducción de costos en el proceso de pruebas de presión hidrostática, reducción de tiempo, rebaja de los índices de contaminación por aguas contaminadas.

Adjudicación de los trabajadores a una cultura más limpia de trabajo y protección al medio ambiente y ahorro en la contratación de nuevo personal para operar estos equipos. Afectando al sector petrolero ecuatoriano, a las familias de los trabajadores que en ella trabajan de una manera positiva generando ganancias.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo inciden las pruebas de presión en válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.?

⁴ Anexo E, norma API

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Se realizan pruebas de presión para certificar válvulas de compuerta reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A.?

¿Qué daños presentan las válvulas de compuerta para causar el funcionamiento incorrecto de las mismas en el sector petrolero?

¿Qué datos se puede registrar mediante un banco de pruebas de presión de válvulas de compuerta en la empresa Mission Petroleum S.A.?

¿Existen bancos de pruebas de presión que permitan garantizar el funcionamiento de válvulas de compuerta reparadas bajo la norma API 6A (ISO 10423)?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 Delimitación temporal

La realización de la investigación sobre pruebas mecánicas en válvulas de compuerta se va a realizar entre los meses de enero a octubre 2013.

1.2.6.2 Delimitación espacial

El proyecto se llevó a cabo con la autorización de la Empresa Mission Petroleum S.A. campamento base ubicado en el Cantón Shushufindi, Provincia de Sucumbíos, Jivino Verde (El Proyecto) Km 1 Vía Shushufindi, como se indica en la figura 1-1, mientras que la investigación se complementará con la información teórica realizada en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, otra parte teórica se obtendrá en los departamentos de Ingeniería y Reparación de la empresa Mission Petroleum S.A. ubicado en el campamento base de la empresa. Pruebas de presión se realizarán en el campamento base de la empresa.

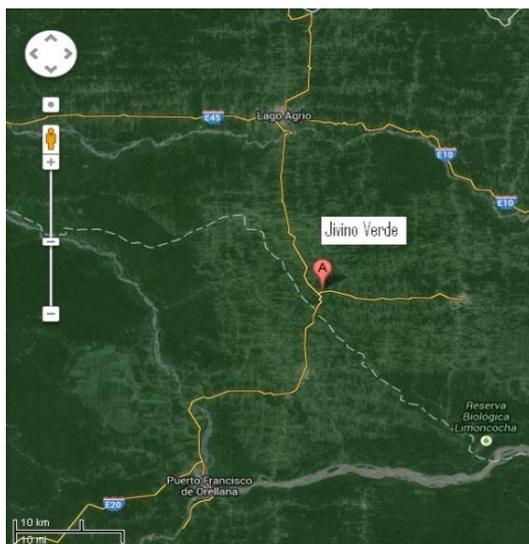


Figura 1 - 1: Ubicación de la Empresa Mission Petroleum S.A.

Fuente: Google maps <https://maps.google.com.ec/maps?hl=es-419>

1.2.6.3 Delimitación de Contenido

El estudio de pruebas de presión hidrostáticas en válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, se concentrarán en:

CAMPO: Ingeniería Mecánica.

ÁREA: Mecánica de Fluidos, Diseño de elementos, Medio Ambiente.

ASPECTO: Válvulas de compuerta sólidas y expandibles-Norma API 6 A (ISO 10423) especificación PR1.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Mission Petroleum S.A. es una empresa certificada dedicada al desarrollo y construcción de cabezales de boca de pozo para producción de pozos de petróleo, en el Ecuador y Perú, Mission Petroleum S.A. diseña, fabrica y comercializa equipos para producción de petróleo ya sea para perforación o reacondicionamiento de pozos petroleros, así como reparación y validación de equipos petroleros como válvulas de compuerta.

Los clientes externos manifiestan que es una empresa certificada que presta servicios de reparación de equipos petroleros ubicada estratégicamente en la zona

oriental, utilizando para el desarrollo de sus actividades, equipos certificados, permitiendo una mayor eficiencia en cada una de sus operaciones las cuales se complementan avalando el trabajo realizado en talleres de la empresa garantizando su crecimiento y permanencia en el sector petrolero.

Por otro lado, el tema es de gran interés ya que en la actualidad el sector petrolero del Ecuador trabaja estrictamente bajo normas nacionales e internacionales reflejando conocimientos para un futuro profesional, aplicando conocimientos adquiridos durante la carrera estudiantil, recordando conceptos fundamentos técnicos que se aplicarán para el desarrollo del presente proyecto, justificándose la necesidad de analizar los frecuentes daños que generan las fallas de válvulas de compuerta para cabezales de boca de pozo para producción de petróleo, entre esos el diseño de un banco de pruebas de presión hidrostático para validar el correcto funcionamiento de válvulas de compuerta reparadas bajo los lineamientos de la norma API 6 A (ISO 10423).

Consiguiendo establecer de mejor manera los lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423), permitiendo certificar válvulas reparadas.

Enfocándose en alargar la vida útil del equipo, con el propósito de implementar prácticas normalizadas llevando un adecuado registro para la validación de pruebas de presión, proporcionando mejor calidad de trabajo a los operadores, contribuyendo significativamente en la disminución en tiempos de entrega.

El equipo es necesario debido a que mediante él se podrá garantizar el sello correcto y probado a condiciones reales de operación de la válvula.

Si nos vamos a las cifras concretas, los principales problemas para reparación relacionados en éste ámbito son los siguientes:

Tabla 1 - 1: Fallos en sellos de válvulas identificados por Fichas de Recepción de Trabajo

FRT	CLIENTE	FECHA	PROBLEMA
13256	PETROAMAZONAS EP	22-5-2013	Sello metal – metal desgastado, graseros en mal estado, ring grove desgastado, ring gaskets desgastados.
13257	PETROAMAZONAS EP	24-5-2013	Sello metal-teflón desgastado, graseros en mal estado, compuerta desgastada, reten packing desgastados, elementos X+Tree.
13259	EP PETROECUADOR	28-5-2013	Sello metal – metal desgastado, graseros en mal estado, ring grove desgastado, ring gaskets desgastados, ring Bonnet desgastado, compuertas dañadas.
13260	SCHLUMBERGUER	2-6-2013	Sello metal – teflón desgastado, graseros en mal estado, ring grove desgastado, ring gaskets desgastados, ring Bonnet desgastado.

Fuente: Departamento de Válvulas y Cabezales Mission Petroleum S.A.

La tabla 1-1 detalla algunos de los trabajos en los que se pudieron certificar los cambios de los sellos y partes constitutivas de las válvulas sometidas a prueba.

Todo esto hace prever que la puesta en marcha de un proyecto de esta magnitud beneficiaría directamente los intereses de la empresa Mission Petroleum S.A.

Finalmente, un punto importante considerado es que el banco de pruebas de presión podría ser ampliado en capacidad y funcionalidad de acuerdo a las necesidades de la empresa a futuro.

Inclusive, el diseño permitirá una adaptación para proyectos como un banco de pruebas hidrostáticas para distintos tipos de válvulas bridadas y roscadas, elementos de equipos de perforación, se podría probar tuercas de golpe, Casing Head Housing, Tubing Head Spool, etc.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar pruebas de presión en válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo y su influencia para garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comprobar si se realizan pruebas de presión para certificar válvulas de compuerta reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A.

Determinar qué daños presentan las válvulas de compuerta para causar el funcionamiento incorrecto de las mismas en el sector petrolero.

Analizar qué datos se puede registrar mediante un banco de pruebas de presión en válvulas de compuerta bridadas en la empresa Mission Petroleum S.A.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1 ANTECEDENTES

Existen trabajos similares como “Diseño y construcción de un banco de pruebas para sellos de cilindros hidráulicos de pistón de doble efecto de hasta una longitud de 1,5 metros de carrera y 0,25 metros de diámetro de pistón con capacidad de hasta 20 mega pascales para la empresa GERCASA S.C.” en el cual citamos algunas conclusiones.

José Roberto Coloma Caza y Eduardo Xavier Rivadeneira Burbano exponen en su trabajo de investigación:

Se diseñó, construyó y automatizó un banco de pruebas sellos de cilindros hidráulicos de doble efecto de hasta 1,5 m de carrera y 0.25 m de diámetro de pistón con capacidad de 20 MPa para la Empresa Gercasa S.C.

En lo referente a las variables reales de funcionamiento, podemos indicar que se logró obtener la señal de manera precisa magnitudes como presión y temperatura.

En las pruebas efectuadas encontramos que la máquina presentaba flexibilidad para adaptarse a cada uno de los elementos a probar; así como también, su maniobrabilidad y estabilidad.

Estas conclusiones nos permiten ver que por medio de un banco de pruebas podemos determinar y medir variables de prueba.

Cuando se inició la exploración del petróleo, hace más de 30 años en el oriente ecuatoriano, la importancia para el País de ahí en adelante hasta nuestros días ha sido trascendental, ya que la economía se basa en la producción de petróleo.

El actual trabajo se basa en que el Ecuador actualmente depende de un 99% de tecnología extranjera, importada especialmente de Estados Unidos, Brasil, Venezuela, China, cuyo costo representa un egreso alto para el Ecuador.



Figura 2 - 1: Válvula de Compuerta Marca NOÉ 2-1/16" 5000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

El control de válvulas de compuerta bridadas para cabezales de producción en la industria se lo realiza durante los 365 días del año, las condiciones de estos equipos en el campo deben ser óptimas, ya que de ellos depende que no existan fugas ni pérdidas de presión en los cabezales de boca de pozo para producción ver figura 2-1. La generación de tecnología para el área petrolera por parte del Gobierno del Ecuador es mínima, todas las inversiones son realizadas por capital privado, nacional o extranjero.

La política petrolera y las condiciones económicas del Ecuador se han complementado para dar como resultado la no creación de tecnología y solo ser un país de consumo de servicios petroleros, por los altos costos que conlleva la industria petrolera no solo en el Ecuador sino a nivel mundial.

Cabe mencionar que en el Ecuador existen empresas con capital privado y tecnología desarrollada por ecuatorianos dedicada a la prestación de servicios petroleros, por ejemplo Sertecpet, Mission Petroleum S.A.

2.1.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.2.1 Mecánica de Fluidos

Es la parte de la física que se ocupa de la acción de los fluidos en reposo o en movimiento, así como de las aplicaciones y mecanismos de ingeniería que utilizan fluidos. La mecánica de fluidos es fundamental en campos tan diversos como la aeronáutica, la ingeniería química, la mecánica de motores.

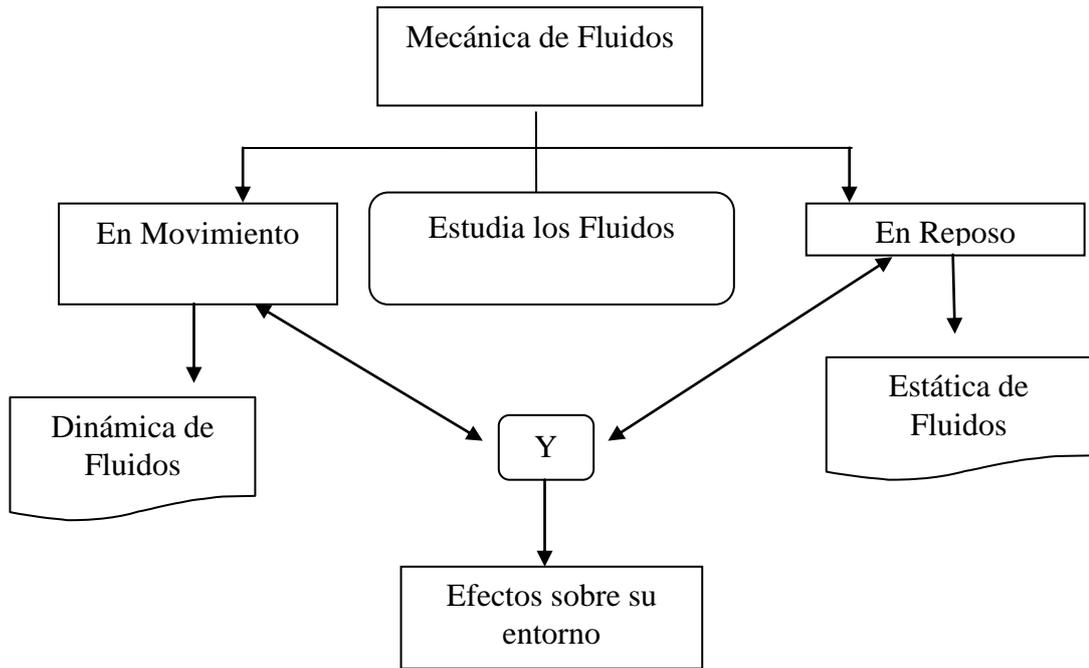
La mecánica de fluidos puede subdividirse en dos campos principales: la estática de fluidos, o hidrostática, que se ocupa de los fluidos en reposo, y la dinámica de fluidos, se encarga de los fluidos en movimiento.

El término de hidrodinámica se aplica al flujo de líquidos o al flujo de los gases a baja velocidad, en el que puede considerarse que el gas es esencialmente incompresible.

La aerodinámica, o dinámica de gases, se ocupa del comportamiento de los gases cuando los cambios de velocidad y presión son lo suficientemente grandes para que sea necesario incluir los efectos de la compresibilidad.

Entre las aplicaciones de la mecánica de fluidos están la propulsión a chorro, las turbinas, los compresores y las bombas.

La hidráulica estudia la utilización en ingeniería de la presión del agua o del aceite.



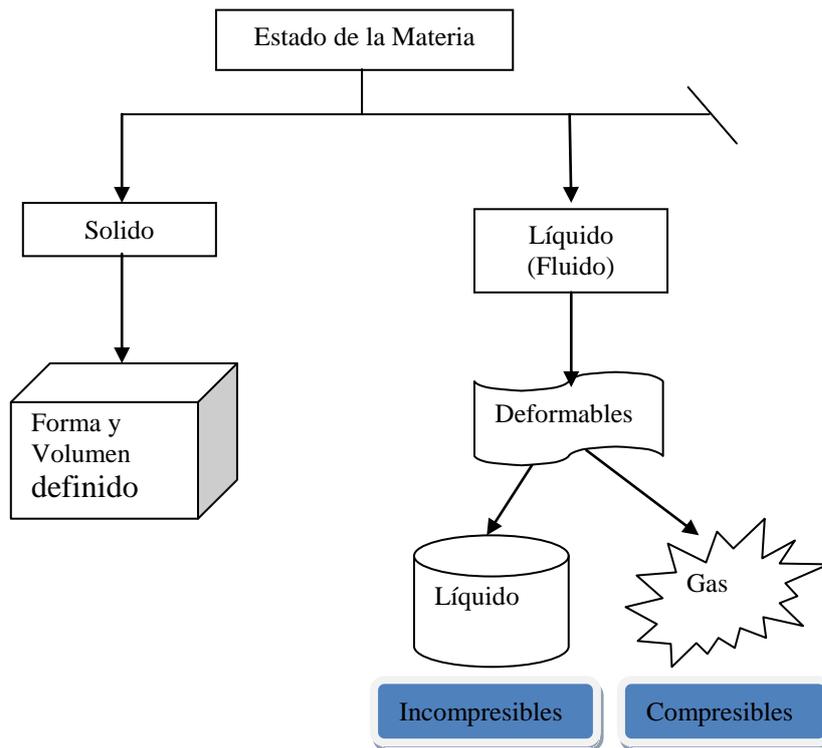
Flujograma 2 -1: Mecánica de Fluidos

Fuente: Carlos Vargas

a) **Fluido**

Es cualquier sustancia con capacidad para fluir, como es el caso de los líquidos y los gases. Éstos se caracterizan por carecer de una forma propia y por lo tanto, adoptan la forma del recipiente que los contiene.

Por otra parte, los líquidos (difícilmente compresibles) poseen volumen propio mientras que los gases (compresibles), ocupan la totalidad del volumen del recipiente que los contiene.



Flujograma 2 -2: Estado de la Materia

Fuente: Carlos Vargas

Fluidos hidráulicos.

Características esenciales del fluido hidráulico se detallan a continuación:

- Buena cualidad lubricante.
- No ataca al material.
- Buen comportamiento viscosidad – temperatura.
- Elevada resistencia térmica y a la oxidación.
- Compresibilidad reducida.
- Reducida tendencia a formar espuma.
- Elevada densidad.
- Buena capacidad de conducción térmica.
- Difícil inflamabilidad para aplicaciones especiales.
- Toxicidad nula.
- Costos reducidos.
- Bajo costo de mantenimiento.

Además, para un funcionamiento seguro de los sistema hidráulicos la correcta selección del fluido es tan importante como la selección de las partes componentes.

Por ello es imperativo que se sigan las instrucciones del fabricante, por ejemplo sobre resistencia al envejecimiento, predisposición a la formación de espuma, tolerancia al plomo y metales no ferrosos, limpieza en las condiciones de suministro y filtrabilidad.

Velocidades del fluido en circuitos.

De acuerdo a la figura 2-2 se puede apreciar los cuatro tipos de tuberías que conforman cualquier circuito: las de aspiración, las de presión, las de retorno y las que cumplen con la doble función de presión y retorno.

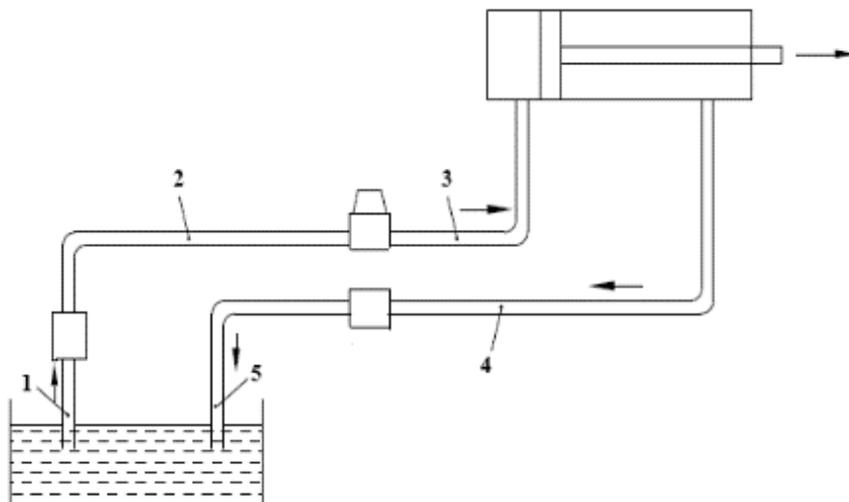


Figura 2 - 2: Circuito Oleohidráulico Convencional simplificado
Fuente:http://endrino.pntic.mec.es/~hotp0056/jl_amador/hidraulica.htm

Las tuberías de aspiración (1).

Son tuberías que van desde el interior del depósito del cualquier fluido que este contenga hasta la entrada de la bomba figura 2-2. El extremo libre de la tubería debe encontrarse sumergido en el fluido con el objeto de evitar la aspiración de aire. Debe procurarse que sean de la menor longitud posible con objeto de facilitar la aspiración del fluido.

El diámetro interior debe ser generoso para que la velocidad del fluido sea lenta y no forzar la aspiración de la bomba. Por estas tuberías circula el fluido a la velocidad más lenta de todo el circuito. El sentido del flujo es siempre el mismo ya que se dirige hacia la bomba. Son tuberías que en general no soportan presión.

Los conductos de presión (2).

Son tuberías que van desde la salida de impulsión de la bomba hasta el correspondiente distribuidor del actuador figura 2-2, en este caso un cilindro. En estas tuberías la velocidad puede ser la más rápida y dependerá también de la presión de trabajo del circuito.

El sentido del flujo es siempre el mismo y se dirige desde la bomba hasta el mencionado distribuidor. Estas tuberías se encuentran sometidas a la mayor presión que se produce en el circuito.

Tuberías de retorno (5).

Son tuberías por las que el fluido retorna desde el distribuidor mencionado hasta el depósito figura 2-2. El fluido circula con una presión más baja. La velocidad debe ser algo más lento que en los conductos de presión y el sentido del flujo también es constante y se dirige siempre desde el distribuidor hacia el depósito.

Las tuberías de distribución hacia los actuadores (3) y (4).

Son tuberías que cumplen la doble función de tuberías de presión y de retorno, dependiendo del sentido del movimiento del vástago cuando el accionador es un cilindro, y del sentido de giro del eje, cuando tal accionador es un motor hidráulico o un accionador rotatorio. Para nuestra figura 2-2, donde el vástago del cilindro avanza, la tubería (3) se comporta como de presión y la (4) como tubería de retorno.

Tabla 2 - 1: Velocidades recomendadas del fluido en tuberías

Tuberías	Velocidad de Fluido en m/s Presiones de trabajo en bar		
	0 - 25 bar	25 - 100 bar	100 - 300 bar
De Presión	0.3 – 3.5 m/s	3.5 – 4.5 m/s	4.5 – 6 m/s
De Alimentación		0.5 -1.0 m/s	
De Retorno		1.5 – 2.0 m/s	

Fuente: Carlos Vargas

Al aumentar la presión del circuito puede aumentarse también la velocidad de circulación del fluido hasta el valor de 6 m/s, e incluso más en determinadas aplicaciones.

Por otro lado, en los conductos de alimentación y retorno, al no existir presión la velocidad puede mantenerse constante entre los valores aproximados que se muestran en la tabla 2-1.

Es importante además analizar los tipos de tuberías: rígidos y flexibles, conociéndose, también este último como manguera, y que son las líneas conductoras para transportar el fluido de prueba por todo el sistema.

La elección de una tubería viene determinada por dos datos tales como:

Caudal que fluye por unidad de tiempo.

Presión soportada por las paredes⁵.

b) Presión

La presión se define como la cantidad de fuerza ejercida sobre un área. Definimos la medida en el sistema Inglés como libras por pulgada cuadrada, por sus siglas PSI (pound per square inch). Se establece en la ecuación 2-1.

⁵ Severino F. Pérez Remesal Mecánica de fluidos y MH, pag. 6 <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/mecanica-de-fluidos-y-maquinas-hidraulicas/materiales/T06.pdf>

$$P = \frac{F}{A}$$

Ec. 2-1

Dónde:

P = Presión

F = Fuerza

A = Área

Blaise Pascal, un científico del siglo XVII, describió dos importantes principios acerca de la presión⁶:

La presión actúa uniformemente en todas direcciones sobre un pequeño volumen de fluido. En un fluido confinado entre fronteras sólidas, la presión actúa perpendicularmente a la frontera. Estos principios, en ocasiones llamados leyes de Pascal, se ilustra en la figura 2-3.

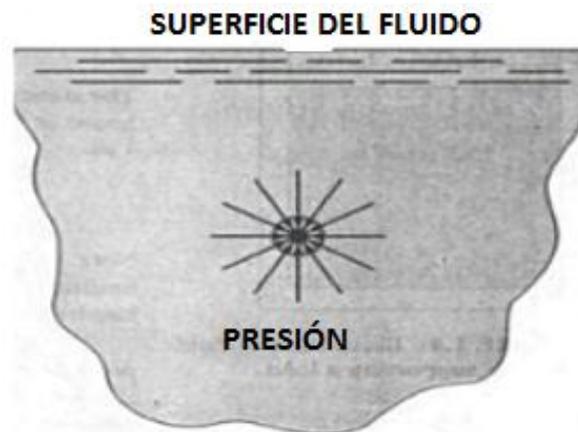


Figura 2 - 3: Actuación de la presión de manera uniforme en todas las direcciones sobre un volumen de fluido

Fuente: Robert Moth, Mecánica de Fluidos, 4^{ta} Edición, capítulo I pag18

⁶ PDF Notas para el curso de Física Universitaria, Mecánica de Fluidospag. 5 tomado de: <http://www.uia.mx/campus/publicaciones/fisica/pdf/12Mecanicadefluidos.pdf>

Caídas de presión o pérdida de carga.

Aunque se conoce que en todo sistema existen pérdidas, el responsable del diseño de la instalación debe procurar que las pérdidas de carga o de presión en las conducciones se reduzcan a unos mínimos razonables. La pérdida de carga o rendimiento en tuberías rectas o mangueras de alta presión depende de varios factores: rugosidad superficial del interior de tubo o manguera, longitud de los mismos, sección de paso, viscosidad del aceite y velocidad media de circulación del fluido.

En lo que respecta a las condiciones del tubo, manguera y al aceite, el responsable del diseño no puede hacer mucho debido a que los valores le vienen impuestos por el fabricante de estos productos.

En lo que se refiere a la longitud del tubo, lo imponen los requerimientos de la instalación, donde, por razones evidentes, debe ser lo más corta. Además, debe conseguir que el fluido circule por las tuberías o mangueras de alta presión a una velocidad adecuada, o en régimen laminar, con el objeto de no superar el número de Reynolds crítico. Para ello bastará con dimensionar de manera adecuada el diámetro interior de las tuberías y o mangueras de alta presión para cada caso.

Las pérdidas de carga en las conducciones se expresan por las caídas de presión que tiene lugar en los diferentes tramos.

Esta pérdida de carga en un determinado tramo se puede calcular pero para nuestro trabajo estas pérdidas son mínimas por lo tanto son despreciables y no se calculan ya que la presión en el circuito no es constante.

c) Caudal

Es la cantidad de fluido que pasa por un conducto en un tiempo determinado.

Tomando ahora en cuenta la figura 2-4, y a dos secciones transversales cualesquiera A1 y A2, situadas a las alturas h_1 y h_2 desde un plano de referencia, se cumplirá, según el mencionado teorema y teniendo en cuenta la conservación de energía:

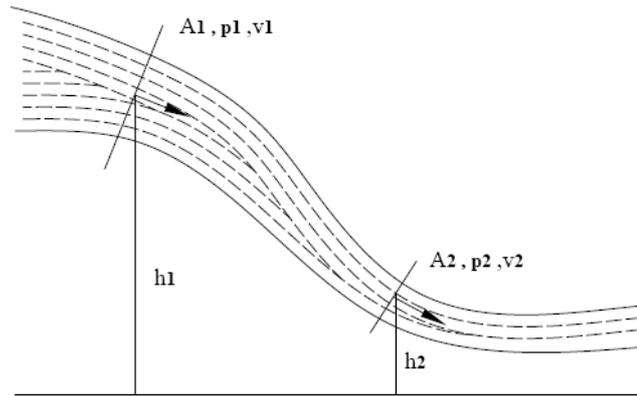


Figura 2 - 4: Teorema de Bernoulli

Fuente: Physics de R. A. Serway. Fourth Edition <http://share.pdfonline.com/23b7abbc4f1f4aa4bc061d5dac6ba6b6/DinamicaDeFluidos.htm>

[//share.pdfonline.com/23b7abbc4f1f4aa4bc061d5dac6ba6b6/DinamicaDeFluidos.htm](http://share.pdfonline.com/23b7abbc4f1f4aa4bc061d5dac6ba6b6/DinamicaDeFluidos.htm)

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho} + e_{T1} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho} + e_{T2} = \text{Constante} \quad \text{Ec. 2-2}$$

En Donde:

h_1 y h_2 = Alturas de referencia en [m].

v_1 y v_2 = Velocidades del fluido en las secciones A1 y A2.

p_1 y p_2 = Presiones estáticas en [N/m^2].

g = Aceleración de la gravedad en [m/s^2].

ρ = Densidad del líquido en [Kg/m^3].

e_{T1} y e_{T2} = Energía térmica por unidad de peso, expresada en m.

Considerando las altas presiones empleadas en oleohidráulica, tal expresión puede simplificarse. Es así, que pueden perfectamente omitirse las diferencias de nivel o alturas de las secciones y las diferencias de energía térmica.

La expresión anterior quedará de la siguiente manera.

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho} = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho} = \text{Constante} \quad \text{Ec. 2-3}$$

Teniendo en cuenta la ecuación 2-3, en la práctica se cumple pues que toda disminución de sección en una conducción por donde fluye un fluido, se traduce en un aumento de la velocidad y, por tanto, en una disminución de la presión, y viceversa.

Por otro lado, si por un tubo de secciones desiguales circula un líquido de manera continua, por cada tramo de tubería pasarán los mismos volúmenes de líquido por unidad de tiempo.

El caudal Q que fluye por el tubo es el volumen V del líquido que circula por él por unidad de tiempo t.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 2-4}$$

Ahora bien, el volumen V es también igual al área de cada sección por la longitud L. Sustituyendo v en la ecuación 2-4 por su valor, se tiene⁷:

$$Q = \frac{A * L}{t} \quad \text{Ec. 2-5}$$

Régimen laminar y turbulento, número de Reynolds.

Al circular un líquido por un conducto tiene lugar una pérdida de carga como consecuencia de cierta resistencia que opone la pared interior de la tubería y el rozamiento interno entre las propias partículas del fluido.

⁷ROCA RAVELL, Felip. Oleohidráulica básica – Diseño de Circuitos. Madrid: Edicions UPC, 1997.

Para una conducción recta, dichas pérdidas dependerán de la rugosidad interior de la pared del tubo, de la longitud de éste, y de la velocidad del fluido.

De acuerdo a la velocidad de circulación del fluido, y de acuerdo a cómo se comporten las partículas en su desplazamiento, pueden considerarse dos tipos de régimen: el régimen laminar y el turbulento.

En el caso del régimen laminar, el fluido circula a velocidad reducida, según se representa en la figura 2-5 (a), caracterizando su partículas por moverse en línea recta según trayectorias paralelas al eje del tubo. Este tipo de flujo es el ideal en las transmisiones oleohidráulicas pero no siempre es posible.

Tal y como se aprecia en la figura 2-5 (c), en este tipo de régimen las partículas de aceite adheridas a la superficie interior del tubo permanecen estacionarias, o lo que es lo mismo, tienen la velocidad nula. La velocidad de dichas partículas va aumentando desde dicha pared hasta el eje del tubo donde se hace máxima, según la variación aproximada mostrada en la figura 2-5 (c). Se considera velocidad media del fluido (V_m), aquella velocidad supuestamente constante que haría circular un caudal determinado o volumen de líquido por unidad de tiempo.

Cuando los valores de la velocidad media alcanzan y sobrepasan un determinado valor, se dice que se ha llegado a lo que se denomina velocidad crítica.

A partir de ahí las partículas, según se muestra en la figura 2-5 (b), están dotadas de un movimiento desordenado cambiando continuamente de dirección al entrecruzarse entre sí formando torbellinos. A este tipo de régimen se lo denomina turbulento.

La distribución aproximada de las velocidades de las partículas se muestra en la figura 2-5 (d), donde también las velocidades en la pared del conducto son nulas, haciéndose máximas en el centro o eje geométrico longitudinal, pero con una variación en toda la sección algo distinta de la que se produce en el régimen laminar.

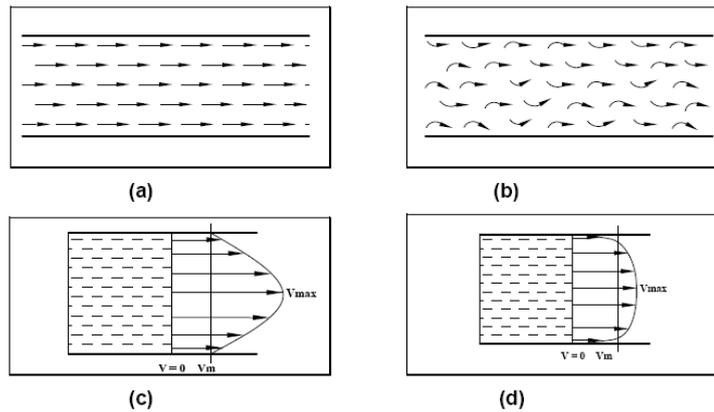


Figura 2 - 5: Régimen Laminar y Turbulento

Fuente: Número de Reynolds, Hidráulica Tema 4 Conceptos básicos y ecuaciones principales del flujo de fluidos

El tipo de régimen existente en una tubería puede determinarse mediante el número característico de Reynolds ecuación 2-6, que es adimensional y está referido a conducciones de sección circular. Tal número se obtiene a través de la expresión:

$$Re = \frac{\rho * V * d}{\mu * g} \quad \text{Ec. 2-6}$$

Dónde:

ρ = Densidad del líquido en $[Kg/m^3]$.

V = Velocidad media en el conducto en $[m/s]$.

d = Diámetro interior de la tubería en m .

μ = Viscosidad absoluta o dinámica en $[kg/m \cdot s]$.

g = Aceleración de la gravedad en $[m/s^2]$.

La experiencia muestra que la velocidad crítica o de transición de un régimen laminar a uno turbulento se alcanza para un valor característico de Reynolds⁸:

$$Re = 2300$$

En las conducciones empleadas en oleohidráulica no conviene superar este significativo número, en el conjunto de la instalación ello no es posible debido al elevado número de estrangulaciones y cambios bruscos en la dirección del fluido que se producen en los propios componentes del circuito como en los distribuidores, los reguladores de caudal, las válvulas antiretorno y en los diversos tubos (capilares) y racores de unión que se emplean.

d) Viscosidad

La viscosidad de un fluido cualquiera este sea no es una propiedad fija, sino que varía, y a veces mucho, con la temperatura. Es una propiedad de las sustancias fluidas definiéndola como la resistencia que ofrecen las moléculas que configuran el fluido al deslizarse unas sobre otras. La viscosidad es a los líquidos como el rozamiento es a los sólidos. Las consecuencias del aumento o disminución de la temperatura se detallan en la tabla 2-2:

Tabla 2 - 2: Consecuencias del aumento o disminución de la temperatura

	Viscosidad	Densidad	Fricción	Compresión	Fugas Internas	Eficiencia Bomba	Velocidad Actuador
Aumento de la temperatura	-	-	-	-	+	-	-
Disminución de la Temperatura	+	+	+	+	-	+	+

Fuente: Oleohidráulia Fluidos Hidráulicos pdf, Universidad de Oviedo, Área de Mecánica de Fluidos

⁸ Número de Reynolds, Hidráulica Tema 4 Conceptos básicos y ecuaciones principales del flujo de fluidos

Tenemos que recordar que:

Una viscosidad muy elevada conduce a grandes pérdidas por rozamiento y flujo, medible como caída de presión y sobre calentamiento del fluido. Una viscosidad demasiado baja origina fugas, un mayor desgaste y con ello un sobrecalentamiento del fluido. Cuanto mayor es el índice de viscosidad menor es la dependencia de esta con la temperatura.

e) Oleohidráulica

La oleohidráulica o técnica del aceite comprimido⁹ en la industria moderna ha crecido debido a que este medio posee ventajas como la versatilidad, implantación simple, silenciosa y de control sencillo tanto de la fuerza, como de la velocidad de los mecanismos que componen las máquinas.

Una ventaja adicional son las elevadas presiones de trabajo que permiten transmitir grandes esfuerzos a través de actuadores lineales o líneas de presión concebidos para este fin como bombas o cilindros hidráulicos.

Dentro de las ventajas que ofrecen los medios de transmisión oleohidráulicos frente a soluciones mecánicas convencionales, pueden destacarse lo siguiente:

- Movimientos suaves, silenciosos y libres de vibraciones.
- Posibilidad de invertir fácilmente el sentido de la marcha o flujo.
- Regulación sencilla de las velocidades de trabajo.
- Posibilidad de conseguir arranques y paradas progresivas en los movimientos del flujo.
- Auto engrase de todos los componentes.

Algunos de los inconvenientes comparados con las transmisiones mecánicas son:

⁹ROCA RAVELL, Felip. Oleohidráulica básica – Diseño de Circuitos. Madrid: Edición UPC, 1997. p. 7.

- Para generar presión y caudal es necesario disponer de un motor y una bomba, además de otros componentes auxiliares.
- Es precisa una purga previa de las burbujas de aire que contienen tuberías, mangueras y aparatos diversos.
- Se originan a veces ciertas pérdidas del fluido por los aparatos y por los racores de unión de las tuberías y mangueras de alta presión.

Mediante esta forma de transmisión de energía, pueden conseguirse movimientos lineales o rotatorios.

El más utilizado es sin lugar a duda la bomba hidráulica accionada por aire, que consta de camisa, pistón, eje y o vástago que se desplaza linealmente para producir el trabajo.

Aplicaciones Generales de la Oleohidráulica.

Debemos considerar que las presiones que se presentan en la oleohidráulica están consideradas dentro de cuatro grandes grupos:

- Baja Presión: hasta 1015.3 PSI.
- Media Presión: del orden de 3045.8 PSI.
- Alta presión: 5801.5 a 8702.3 PSI.

Altísima presión: por encima de 14504 PSI.

Tabla 2 - 3: Rangos de presiones de trabajo en aplicaciones comunes en la industria

Rangos de presiones de trabajo en aplicaciones comunes en la industria			
Aplicaciones Oleohidráulica			
Campos de aplicación	Subdivisión de los campos de aplicación	Sistemas hidráulicos	Rango de presión en bar
		Caballetes de ajuste para laminadores.	315 – 420
		Hidráulicos de fijación	50 – 300
	Prensas	Prensas en general	215 – 315
		Prensas de alta presión	hasta 1000
	Máquinas para plásticos	Máquinas de inyección y de soplado	150 – 210
		Máquina de moldeo a presión	250 hasta 315
	Técnica de bancos de ensayo	Ensayo de materiales	250 – 290
		Equipos de simulación	
		Excavadoras, máquinas para túneles	350 – 420
	Hidráulica en técnicas especiales	Técnicas especiales	Mecanismo de traslación, accionamientos de timón de aviones	150 – 400
Bombas de pistón/ reductores hidrostáticos		Máquinas especiales	hasta 315
		Accionamientos rotativos en:	
		Área industrial	hasta 315
		Sector móvil	hasta 420
		Área de bancos de ensayo	hasta 300
		Cabrestantes	hasta 200

Fuente: Carlos Vargas

Conceptos y leyes fundamentales de la oleohidráulica.

La oleohidráulica se basa en los principios de la hidrostática o de la hidrodinámica que constituyen la mecánica de fluidos. Los líquidos no son compresibles (en términos prácticos), al contrario de lo que ocurre con los gases. Carecen de forma propia y adoptan la que tiene el recipiente donde se introducen.

Además, si sobre una masa líquida se ejerce una fuerza, ésta se transmite a todos sus puntos. Así, la fuerza F, figura 2-6, aplicada al émbolo A, origina una presión

que se transmite en todas las direcciones y cuyo valor es idéntico en cualquier punto.

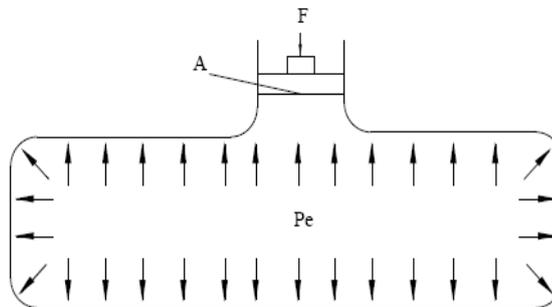


Figura 2 - 6: Principios Físicos

Fuente: Introducción a la mecánica de fluidos R. Roca Viilapag. 79

Pascal menciona lo siguiente: “La presión ejercida sobre la superficie libre de un líquido, se trasmite íntegramente igual y en todas direcciones”. Este principio se aplicó en la construcción de la famosa prensa hidráulica.

Ésta consiste en dos cilindros asimétricos de material resistente llenos con líquido y con émbolos en sus extremos libres. Al ejercer una fuerza en el cilindro menor y originar una presión, ésta se transmite a través del líquido y llega hasta el otro extremo y mueve el émbolo mayor.

La fuerza en este émbolo debe ser mayor para que al dividirse entre el área, también mayor, origine la misma presión inicial.

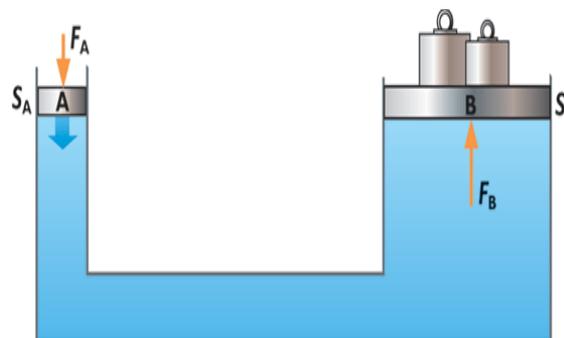


Figura 2 - 7: Principio de Pascal

Fuente: Química y algo más, tema La Hidrostática pag. 2

<http://www.quimicayalgomas.com/fisica/teorema-de-pascal-prensa-hidraulica>

Como las presiones son iguales: $p_1 = p_2$, se tiene:

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

$$F_B = \frac{A}{B} * F_A$$

Ec. 2-7

La ecuación 2-7 nos indica que la fuerza F_B en el cilindro mayor, será tantas veces mayor como el área B sea mayor que el área A .

En otras palabras, la prensa hidráulica resulta ser un multiplicador de fuerzas. La prensa hidráulica se aplica en: frenos hidráulicos, gatas hidráulicas, sillones hidráulicos, trituradores, compactadores, etc.

Si estudiamos el movimiento del aceite en los sistemas oleohidráulicos se considerará éste como fluido ideal al cual se le aplicarán en su momento los coeficientes de corrección correspondientes. De esta forma las leyes fundamentales de la hidrodinámica clásica pueden ser también aplicadas a este tipo de transmisión energética.

Considerando ahora un fluido perfecto, el principio de conservación de la energía permite relacionar las energías a través del conocido Teorema de Bernoulli. A continuación se presenta un conducto cualquiera de sección variable y de forma irregular en su conjunto. Entre cualquiera de las secciones consideradas en dicho conducto se cumple:

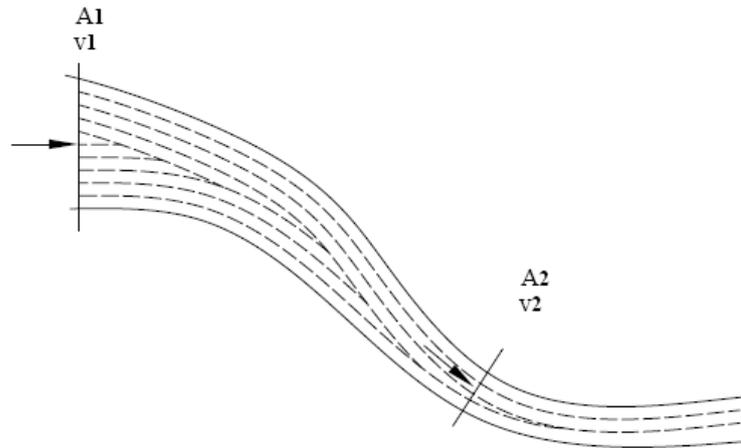


Figura 2 - 8: Ecuación de Continuidad

Fuente: Physics de R. A. Serway. Fourth

Edition <http://share.pdfonline.com/23b7abbc4f1f4aa4bc061d5dac6ba6b6/DinamicaDeFluidos.htm>

$$A1 * v1 = A2 * v2 = Q = \text{Constante}$$

Ec. 2-8

En donde:

$A1$ y $A2$ = Secciones transversales del conducto en $[m^2]$.

$v1$ y $v2$ = Velocidades medias respectivas de dichas secciones en $[m/min]$.

Q = Caudal del fluido en $[m^3/min]$.

2.1.2.2 Banco tipo de pruebas de presión hidrostática

El banco equipo efectúa una prueba, prueba hidrostática de presión, el cual se describe a continuación:

Se genera la prueba en condiciones reales de trabajo de la válvula de compuerta bridada, se efectúa el análisis y se registra los datos obtenidos.

El equipo que se utiliza para realizar pruebas mecánicas de válvulas de compuerta bridada, sólida y expandibles es de carácter hidrostático, que utiliza un fluido de prueba compuesto por agua y aceite soluble ver figura 2-9, siendo lo más óptimo para realizar las pruebas de presión en válvulas de compuerta bridada.

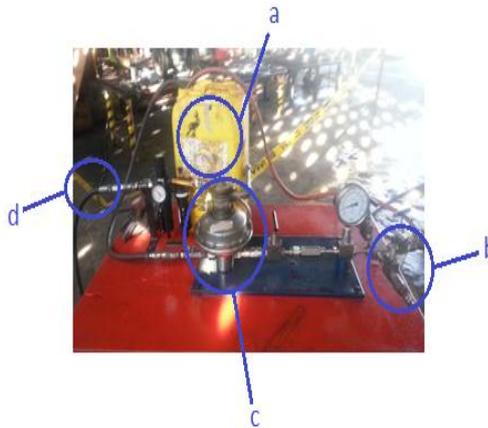


Figura 2 -9: Banco de pruebas hidrostáticas móvil MP003

Fuente: Carlos Vargas

- a. Tanque reservorio de fluido de prueba.
- b. Circuito de distribución de fluido de prueba a alta presión por tubería.
- c. Bomba.
- d. Circuito de alimentación de aire.

Estos bancos de prueba de presión son diseñados para satisfacer los requerimientos normados, las pruebas de presión realizadas en válvulas de compuerta reparadas, asegurando su correcto funcionamiento en su período de uso.

Son de funcionamiento sencillo y permite la manipulación del equipo por parte de un solo operario para realizar varias pruebas a un número ilimitado de válvulas según el requerimiento de la empresa Mission Petroleum S.A.

Los bancos de prueba se adaptan a cualquier tamaño nominal de válvulas al igual que la presión máxima de trabajo.

El funcionamiento de un banco de pruebas de presión está basado en un circuito hidrostático.

El cual consta de un compresor que genera el flujo de aire necesario en el circuito, un generador de presión que utiliza un pistón y el flujo de aire para elevar la presión en el fluido e inyectar en el elemento a prueba hasta llegar a la presión

deseada de trabajo por medio de mangueras de alta presión, el fluido en mención es una mezcla de agua y aceite soluble el cual es bombeado a la válvula de compuerta a través del circuito¹⁰.



Figura 2 -10: Banco de pruebas Hidrostáticas modelo 1400 API

Fuente: [http Catalogo//www.caldertesters.com/1400.php.htm](http://Catalogo/www.caldertesters.com/1400.php.htm)

2.1.2.3 Instrumentación

a) Barton

Son los registradores físicos estándar de la industria petrolera para la medición precisa, fiable y de grabación de la presión, la presión diferencial, y la temperatura.



Figura 2 - 11: Barton, medidor de presión

Fuente: Catálogo digital Directindustry.http://www.directindustry.es/prod/cameron/grabadoras-de-papel-circulares-25235_62411.html

¹⁰Especificaciones Caldertesters tomado de: <http://www.caldertesters.com/1400.php.htm>

b) Manómetro

El manómetro es un instrumento de medición utilizado para medir la presión en los fluidos contenidos en recipientes cerrados, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local¹¹.



Figura 2 - 12: Manómetro

Fuente: http://www.wika.es/upload/DS_PM0210_es_es_35681.pdf

2.1.2.4 Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta

Se define como prueba de presión a la presurización de una válvula fuera de operación, con el fin de verificar la hermeticidad de los componentes y conexiones bridadas, utilizando como elemento principal un fluido no corrosivo (mezcla de agua y aceite soluble).

Todo equipo nuevo o reparado debe ser sometido a una prueba de presión (hidrostática), en los talleres de la empresa Mission Petroleum S.A. o en la locación si así lo dispusieren.

La Norma API 6 A (ISO 10423), establece claramente las prácticas recomendadas de cómo realizar la prueba hidrostática, con el fin de garantizar la integridad de la práctica.

¹¹ http://www.wika.es/upload/DS_PM0210_es_es_35681.pdf



Figura 2 -13: Válvula de compuerta

Fuente: Carlos Vargas

Por lo general, un elemento reparado y probado con anterioridad en los talleres del fabricante figura 2-13 no debería ser probado nuevamente después de su instalación, a menos que sea requerido por la persona indicada representante del cliente o si existe alguna sospecha de que el equipo sufra algún daño durante el transporte, por lo que la prueba se llevará en efecto de acuerdo al procedimiento o a las especificaciones del caso.

Características.

La prueba hidrostática se aplica cuando se reemplazan los internos en una válvula reparada, figura 2-13, para verificar cualquier válvula y/o se certifica válvulas nuevas.

La prueba de presión hidrostática nos permite:

- Determinar la calidad de la ejecución del trabajo de reparación de la válvula de compuerta bridada.
- Comprobar las condiciones de operación para garantizar la seguridad tanto de las personas como de las instalaciones.
- Detectar fugas.
- Verificar la resistencia mecánica de los sellos de asientos de válvulas.
- Probar la hermeticidad de los accesorios.

Normalización para realizar pruebas hidrostáticas.

La realización de pruebas de presión hidrostática a válvulas reparadas en los talleres de Mission Petroleum S.A. y validar el correcto funcionamiento de válvulas nuevas, está normalizado, estas normas generan la base del diseño y los lineamientos de pruebas de equipos para petróleo.

2.1.2.5 Pruebas Hidrostáticas

Procedimiento para la preparación de la prueba Hidrostática.

Preparar una prueba hidrostática significa que se deben tomar todas las precauciones inherentes a todo el proceso; es como preparar el escenario de un gran acontecimiento. Esto es por el riesgo que presenta la operación.

De acuerdo con lo expuesto se debe considerar lo siguiente:

- Adecuar el sitio de trabajo para permitir el fácil acceso para realizar la inspección.
- Hacer un análisis razonable de todos los pasos del procedimiento normado para hacer la prueba, a fin de asegurarse que el elemento que esté bajo prueba no sufra daños inesperados.
- No está permitido por ningún motivo golpear el equipo, ni tratar de corregir fugas entre bridas con llaves, mientras el sistema está presurizado.
- Asegurarse que todos los dispositivos de alivio de presión, tales como, válvulas de retención y similares, accesorios de instrumentación, entre otros, están en perfectas condiciones.
- Montar adecuadas conexiones de alimentación y descarga del fluido de prueba, de tal manera que el sistema pueda ser llenado y drenado en un tiempo razonable; así mismo, prever adecuado y efectivo aislamiento para tales conexiones.
- Disponer de una adecuada bomba hidrostática para realizar la prueba, un manómetro por lo menos, calibrado y ubicado donde pueda ser visto fácilmente por el personal responsable de monitorear la prueba.

- Asegurarse que la presión no se exceda del valor de la presión de trabajo del equipo durante la prueba.

Instalación de la bomba para la prueba Hidrostática.

Para la instalación de una bomba de prueba hidrostática, se debe tomar en cuenta algunas recomendaciones, tales como:

- Revisar todo el sistema de conexiones de la bomba, verificando su completo y correcto ajuste.
- Conectar la manguera de suministro de aire comprimido a la bomba y hacerla funcionar para verificar su estado de operatividad.
- Instalar el dispositivo de registro de la prueba de presión entre el elemento y la bomba, figura 2-14.
- Usar material sellador (teflón) en todas las juntas roscables usadas en la prueba. Verificar la conexión de la manguera de alta presión desde el equipo de pruebas al equipo sometido a prueba.



Figura 2 - 14: Instalación de la bomba

Fuente: Carlos Vargas

Prueba de Hermeticidad.

Esta prueba generalmente es realizada por requerimientos de operaciones del elemento, teniendo un resultado exitoso en la pruebas bajo las normativas se la da por aceptada. Como su nombre lo indica, el objetivo es el de probar la hermeticidad del elemento.

Se realizan dos pruebas de hermeticidad de las válvulas especialmente en las juntas bridadas, cuerpo de la válvula (prueba de cuerpo) y en los sellos de asientos de válvulas elemento que permite el sellado de la compuerta de la válvula (prueba de sellos).

Consideraciones Técnicas para realizar la prueba Hidrostática.

Tomar en consideración que la presión de prueba en la línea de prueba no debería exceder de la máxima presión permitida en cualquier componente instalado en la línea e incluido en la sección en prueba.

Una vez que la prueba haya sido establecida o determinada, es importante asegurarse que tal presión no sea excedida durante la prueba.

En caso de fugas por tapones, no tratar de ajustarlos durante la prueba hidrostática. Un falso movimiento y la energía acumulada en el sistema pueden expulsar el tapón a alta velocidad y causar daños irreparables a personas o instalaciones. La permanencia de la prueba deberá seguir lo establecido en la normativa API 6 A (ISO10423), de manera que la inspección y certificación cumpla lo requerido.

El rango de presión de los manómetros que van a ser utilizados para la prueba hidrostática, debe ser tal que la presión de la prueba quede comprendida entre el 30% y el 70% de la amplitud del rango del manómetro.

Antes de la prueba hidrostática, toda la línea o equipo debe ser revisado asegurándose de que el sistema pueda ser completamente drenado una vez concluida la prueba.

Inmediatamente después de la prueba, el equipo o sistema debe ser drenado y despresurizado.

De ser posible se debe instalar un filtro de llenado, para minimizar la posibilidad de que se introduzcan partículas u objetos extraños en el sistema durante el llenado o prueba hidrostática.

Por razones de integridad, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos importantes de consideración antes, al realizar y después de una prueba hidrostática:

Los nuevos sistemas de tuberías o equipos que se instalen o aquellos instalados, que han sufrido reparaciones y/o alteraciones, deberán ser probados hidrostáticamente, de acuerdo con las normas y los códigos aplicables.

La prueba se realizará preferiblemente con el fluido indicado (agua y aceite soluble). Si existe el riesgo que el fluido de la operación puede ser contaminado o el material de los elementos pueden ser afectado por el fluido, por razones de practicidad u operacionales, puede utilizarse cualquier otro líquido diferente que no sea corrosivo.

La calidad del fluido usado para la prueba hidrostática debe ser óptimo libre de sustancias que puedan obstruir el libre camino del mismo.

A los manómetros que se usan para pruebas hidrostática, se les debe fijar una etiqueta con la última fecha de la calibración.

Normas y procedimientos de seguridad para la aplicación de la prueba hidrostática.

Para llevar a cabo la aplicación de pruebas de presión hidrostática, han de considerarse las siguientes medidas pertinentes para la prevención y ejecución segura de esa actividad.

Antes de la realización de cualquier labor relacionada con la prueba de presión hidrostática, se ha de disponer de todos los recursos auxiliares necesarios, a fin de evitar pérdidas de tiempo y que el personal incurra en actos inapropiados que atenten contra la seguridad.

La ejecución de una prueba de presión hidrostática debe estar amparada por sus respectivos permisos de trabajo, los cuales deben ser emitidos por el personal operador (Supervisor encargado).

No obstante el trabajador y los encargados deben asumir una actitud de alerta ante todo.

Mission Petroleum S.A. establece una reglamentación interna, a fin de controlar y asegurar que ningún trabajador sea expuesto a los peligros que representa la energía estática, durante las labores de mantenimiento u operación.

2.1.2.6 Registro y Certificación

a) Registro

Es un documento emitido por el departamento de Calidad de la empresa Mission Petroleum S.A. el cual está identificado por su respectivo FRT (Ficha de Recepción de Trabajo) en el cual se especifica los datos del cliente y los datos del elemento sometido a prueba, se evidencia el procedimiento de la normativa API 6 A (ISO 10423), se registra presión de trabajo, tiempo en minutos del ciclo de prueba, ciclos de prueba, diagrama del elemento y se valida el documento con la firma del Departamento de Calidad, Anexo A-1.

b) Certificación

La certificación de la prueba hidrostática realizada al elemento, sus componentes y bridas se basa en un registro físico emitido por la empresa Mission Petroleum S.A., bajo la normativa de la API 6 A (ISO 10423)¹², en el presente trabajo ver Anexo A-1.

2.1.2.7 Equipos

a) Sistema de producción del aire comprimido

Un compresor, figura 2-15, es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores.

¹² Anexo E

Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir¹³.



Figura 2 -15: Compresor de aire

Fuente: AllRightMachinery, <http://allrightmachinery.com/spanish/air-compressor.html>

b) Unidad de mantenimiento para aire

Este aditamento, figura 2-16, está compuesto por un filtro de partículas de baja eficiencia, un regulador con manómetro y un lubricador, su función principal es la de acondicionar una corriente determinada para su uso en una máquina.

El filtro de partículas sirve para eliminar algunos contaminantes de tipo sólido, el regulador se encarga de disminuir la presión y el lubricador dosifica una cantidad requerida en algunas ocasiones por el equipo.



Figura 2 -16: Unidad de mantenimiento para aire

Fuente: CatálogoDP Industry&Trade Co., http://www.herramientas-neumaticas-aire.com/compresores_filtros_reguladores.html

¹³Solución 1 Sistema compresor de aire: <http://allrightmachinery.com/spanish/air-compressor.html>

c) **Bomba hidráulica accionada por aire**

Es una bomba de desplazamiento positivo, figura 2-17, convierte la presión de entrada de aire a presión hidráulica de salida.

La bomba utiliza aire a baja presión para actuar sobre un pistón de gran superficie para producir una presión hidráulica de alta con un pistón de área pequeña.

En la operación, la bomba intercambia rápidamente hasta que la presión del líquido del sistema se aproxima al nivel deseado, y luego se desacelera hasta detenerse cuando la presión del líquido sea igual o equilibra a la presión del aire.

Este equilibrio de la presión de aire líquido se mantiene indefinidamente en condiciones de explotación con un mínimo consumo energético y sin aumento de la temperatura del fluido o el movimiento de piezas.



Figura 2 -17: Bomba hidráulica accionada por aire

Fuente: Catalogo sprague, www.sprague.cwfc.com

d) **Válvulas**

Una válvula, figura 2-18, se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más conductos. Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria petrolera.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de fluidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una

fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C).



Figura 2 -18: Válvula de Compuerta
Fuente: Catálogo Watts Water Technologies

Partes de una Válvula.

Las válvulas constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

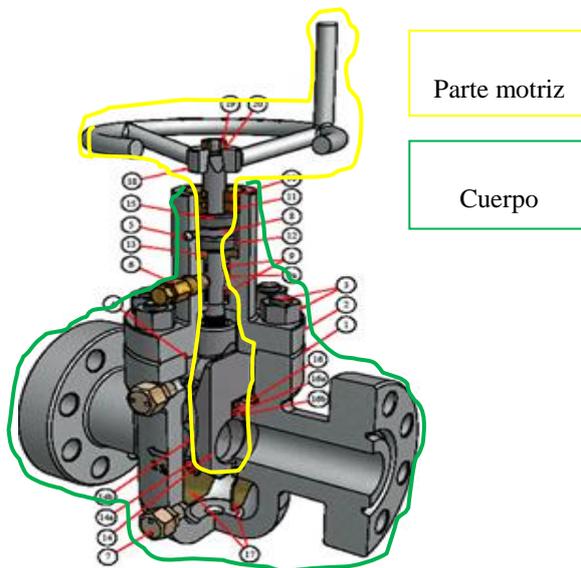


Figura 2 -19: Partes de una válvula
Fuente: Catalogo Valveworks USA

Tabla 2 - 4: Partes de una válvula

Artículo	Descripción	Cantidad.
1	Cuerpo	1
2	Bonete	1
3	Espárrago y tuerca	8
4	Junta del bonete	1
5	Grasa de montaje	1
6	Feeting	1
7	Cuerpo de engrase	2
8	Cuerpo para graseo	1
9	Set de empaque	1
9a	Empaquetadura	1
10	Tuerca de retención de bloqueo	1
11	Tuerca de retención	1
12	Soporte	1
13	Embalaje buje de retención	1
14	Compuerta sólida o expandible	1
14 ba	Pin, Puerta	6
14b	Seguro compuerta expandible	2
15	Cojinete de empuje	2
16	Guías de la compuerta	2
16 bb	Inserto de teflón	2
16b	O-Ring,	2
17	Puerta de Guía	2
18	Volante	1
19	Tuerca volante	1
20	Lubricación volante	1
21	Nombre del Plato	1
22	Grasa	-

Fuente: Catalogo Valveworks USA

Clasificación de las válvulas.

Debido a las diferentes variables, no puede haber una válvula universal; por tanto, para satisfacer los cambiantes requisitos de la industria se han creado innumerables diseños y variantes con el paso de los años, conforme se han desarrollado nuevos materiales.

Todos los tipos de válvulas recaen en las siguientes categorías:

- Válvulas de compuerta.
- Válvulas de globo.
- Válvulas de bola.
- Válvulas de mariposa.
- Válvulas de apriete.
- Válvulas de diafragma.
- Válvulas de macho.
- Válvulas de retención.
- Válvulas de alivio.

Válvulas de compuerta (Gate Valve).

La válvula de compuerta es una válvula que abre mediante el levantamiento de una compuerta (la cuál puede ser redonda o rectangular) permitiendo así el paso del fluido.

Lo que distingue a las válvulas de este tipo es el sello, el cual se hace mediante el asiento del disco en dos áreas distribuidas en los contornos de ambas caras del disco.

Las caras del disco pueden ser paralelas o en forma de cuña.

Las válvulas de compuerta no son empleadas para regulación.

a) Ventajas

- Alta capacidad.

- Cierre hermético.
- Bajo costo relativamente.
- Diseño y funcionamiento sencillos.
- Poca resistencia a la circulación.

b) Desventajas

- Se requiere mucha fuerza para accionarla.
- Produce cavitación con baja caída de presión.
- Debe estar cubierta o cerrada por completo.
- La posición para estrangulación producirá erosión del asiento y de la compuerta.

Válvulas de compuerta sólida.

El elemento básico es su compuerta, que es un elemento sólido en todo su cuerpo y este se encarga de cerrar el paso al fluido.

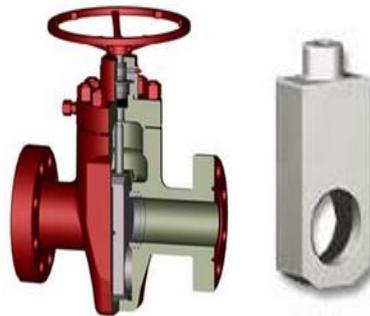


Figura 2 -20: Válvula de compuerta sólida

Fuente: Departamento de Ingeniería Mission Petroleum S.A.

Tipo de sellado de una válvula de compuerta.

El sellado en una válvula de compuerta se lo realiza por medio de dos tipos de mecanismos:

- El primero, sello metal/metal.
- El segundo, sello metal/teflón.

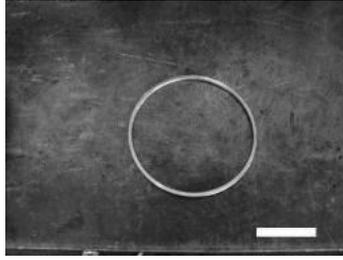


Figura 2 -21: Sello de Teflón

Fuente: Carlos Vargas

Válvula de compuerta expandible.

El elemento básico al igual que la anterior es su compuerta, que es un elemento formado por dos partes que al ser accionados se expanden para hacer sello.

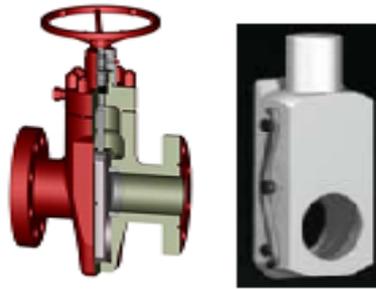


Figura 2 -22: Válvula de compuerta expandible

Fuente: Catálogo Valveworks

e) Cabezales de pozo (Wellhead equipment)

El cabezal de boca de pozo es la base en la superficie sobre la cual se construye el pozo durante las operaciones de perforación o reacondicionamiento.

Usos del cabezal de pozo.

- Soporta carga de tensión en tuberías suspendidas.
- Sellar a presión.
- Aislar el pozo del ambiente exterior.
- Aislar entre revestidores y formaciones de fondo de pozo.

Mantener presión durante las operaciones de control de pozo, pruebas de pozo o periodos de cierre.

Partes del cabezal de pozo.

En la figura 2-23 detallamos las partes que componen un cabezal de producción de petróleo utilizado en el oriente ecuatoriano, el mismo que está conformado por un gran número de válvulas siendo este el elemento de prueba.

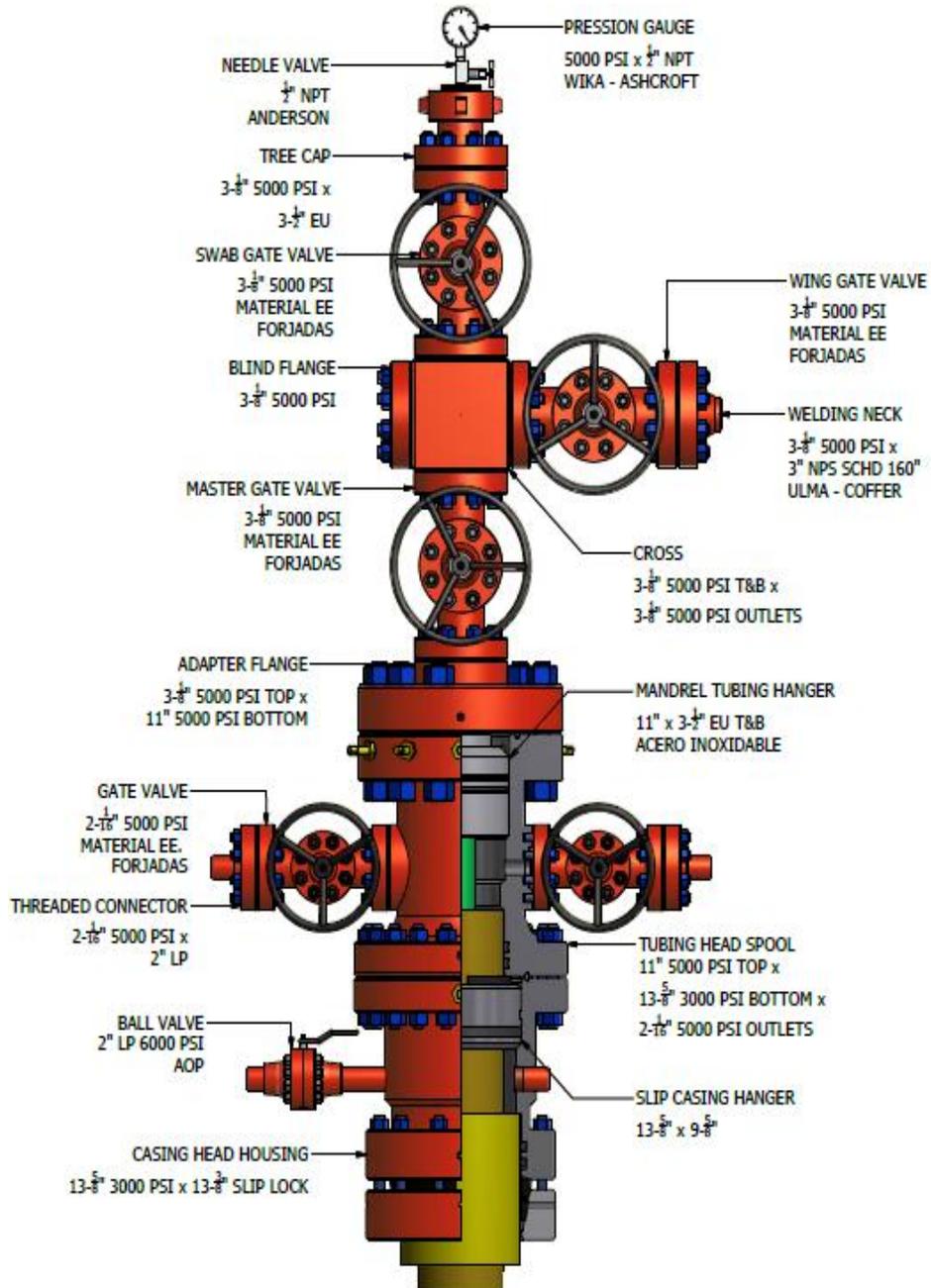


Figura 2 -23: Cabezal de pozo

Fuente: Departamento de Ingeniería Mission Petroleum S.A.

2.1.2.8 Norma API 6 A (ISO 10423)

International Standard ISO 10423 twentieth edition, October 2010¹⁴.

Norma Internacional ISO 10423 vigésima edición, octubre de 2010.

a) Propósito¹⁵

Esta norma internacional especifica los requisitos y da recomendaciones para el rendimiento, dimensiones intercambiabilidad funcional, diseño, materiales, pruebas, inspección, soldadura, marcado, manejo, almacenamiento, envío, compra, reparación de equipos de boca de pozo y el equipo del árbol de navidad para su uso en la industria petrolera y las industrias de gas natural.

Esta norma no se aplica al uso en el campo, pruebas de campo o de reparación en campo de boca de pozo y árbol de navidad.

b) Aplicabilidad¹⁶

Para nuestro trabajo nos enfocaremos en:

Alcance - Sección 1.2 Aplicabilidad Parte (d) de la norma API 6 A (ISO10423).

Esta Norma Internacional es aplicable para los siguientes elementos:

- Válvulas bridadas y roscadas.
- Válvulas con actuador.
- Válvulas preparadas para actuador.
- Válvulas check.
- Válvulas de choque.
- Válvulas superficiales y de seguridad bajo el agua y actuadores.
- Válvulas de contrapresión

¹⁴Norma API 6^a

¹⁵API Specification 6A / ISO 10423, 1 Scope 1.1 Purpose

¹⁶API Specification 6A / ISO 10423, 1.2 Applicability

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Mediante la problemática planteada en el tema se podrá trazar soluciones, siempre enfocándose en un desarrollo comprensible y de fácil comprobación o verificación, afianzando criterios técnicos los cuales nos ayudaran en el estudio, desarrollo y culminación de este trabajo, siendo imperioso realizar pruebas de presión hidrostática en los talleres de válvulas de compuerta reparadas y nuevas de la empresa para certificar su correcto funcionamiento bajo especificaciones de la norma API 6 A (ISO 10423), ya que en el campo válvulas nuevas presentan fallos de hermeticidad siendo necesario su reparación.

Hoy en día existen procedimientos para realizar pruebas de presión hidrostática normalizadas, estudios de fallos de válvulas, equipos adecuados para realizar pruebas de presión hidrostática con los más altos estándares de seguridad y cuidado del medio ambiente, que permiten certificar válvulas reparadas y válvulas nuevas, teniendo en cuenta todos estos parámetros técnicos nos ayudará al desarrollo del tema.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se desarrollará mediante la aplicación de normas:

Alcance - Sección 1.2 Aplicabilidad Parte (d) de la norma API 6 A (ISO10423).

Capítulo 7, Control de Calidad, Parte 7.4.9.3.5. Pruebas hidrostáticas de asientos de Válvulas de la norma API 6 A (ISO10423).

Anexo F (Informativo) Procedimientos de Validación.

2.3.1 NORMAS API 6 A (ISO 10423)¹⁷

La especificación API 6 A (ISO 10423) es el estándar reconocido en la industria petrolera que aplica a los cabezales de producción de pozos y árboles de navidad

¹⁷Norma API 6 A

la cual fue creada para proveer un medio seguro, dimensional y funcionalmente intercambiable.

Contempla requerimientos detallados para la fabricación de equipos para la suspensión de tuberías, válvulas y conectores utilizados en las locaciones de pozos de petróleo y gas los cuales contienen y controlan la presión y el flujo de fluido.

API 6 A rige el diseño de conexiones bridadas y salidas de los equipos en rango de presiones desde 2.000 PSI hasta 20.000 PSI máximo rango de presión de trabajo.

La edición actual de API 6 A incluye los requerimientos para Válvulas de seguridad para superficie (SSV) y válvulas de seguridad submarinas (USV).

ANEXO F API specification 6 A /ISO10423 Design validation procedures.

2.3.2 ISO 10423

Especifica los requisitos y da recomendaciones para el desempeño, intercambiabilidad dimensional y funcional, el diseño, materiales, pruebas, inspección, soldadura, marcado, manejo, almacenamiento, transporte, compra, reparación y remanufactura de equipos de cabeza de pozo para su uso en industrias del petróleo y de gas natural.

No se aplica a las pruebas de campo, o de reparación en el campo. Es aplicable a tipos específicos de equipos en la superficie del pozo, conectores y accesorios, carcasa y tubos colgadores, válvulas y bobinas, conectores sueltos (con bridas, conexiones roscadas y soldadas), y otros equipos, tales como actuadores, la aplicación de presión hasta la presión límite, las juntas de anillo, ejecutar y prueba de las herramientas.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

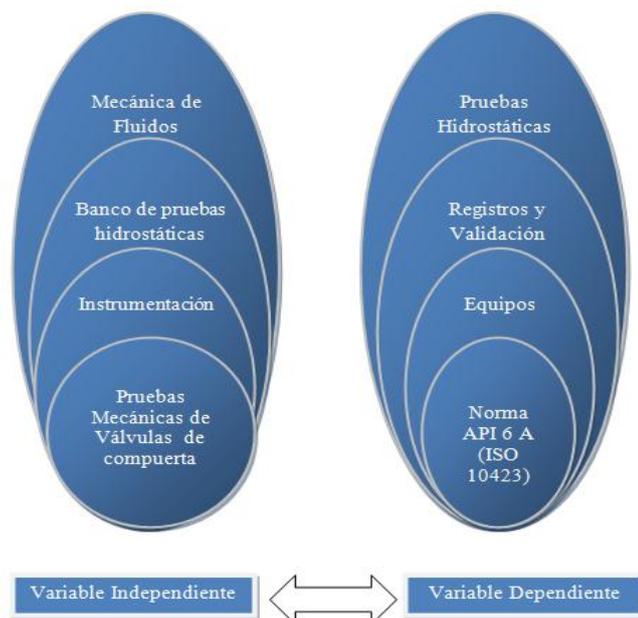


Figura 2 -24: Categorías fundamentales

Fuente: Carlos Vargas

2.5 HIPÓTESIS

Las pruebas mecánicas en válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo, permitirá garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6 A (ISO10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo.

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE:

Garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

En el presente proyecto se trabajará con variables cuantitativa de tipo discreta, entendiendo por discreta a la que solo admite números enteros, en la empresa Mission Petroleum S.A. en la actualidad existen muchos retrasos en el tiempo de entrega que afecta directamente a la operación de campo de los clientes por la falta de un equipo para realizar pruebas mecánicas hidrostáticas.

Aprovechando que el enfoque cuantitativo de tipo discreto utiliza el análisis y la recolección de datos para poder solventar preguntas y verificar la hipótesis planteada con anterioridad en este trabajo de investigación se basa en mediciones numéricas, estadística para monitorear exactamente patrones de comportamiento de una población.

Al obtener información exacta de los datos, documentos, registros de pruebas de presión hidrostática como presión de trabajo de la válvula, números de ciclos de impermeabilidad de la válvula, temperatura, datos importantes y necesarios principalmente de fuentes primarias, recolectados en los talleres de la empresa Mission Petroleum S.A.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En el proceso del estudio del tema planteado se utilizará las siguientes modalidades básicas de la investigación:

3.2.1 DE CAMPO

“Se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad”¹⁸. Relaciona datos de equipos o bancos tipo de pruebas para certificar válvulas de compuerta en los sectores que prestan servicios petroleros en la zona del oriente ecuatoriano.

Estos datos se obtienen directamente de los talleres de la empresa Mission Petroleum S.A. lo que permitirá tomar decisiones correctas y asociadas directamente con la realidad de acuerdo al planteamiento de los objetivos de esta investigación.

3.2.2 BIBLIOGRÁFICO – DOCUMENTAL

Investigación Bibliográfica, se basa en el propósito de recopilar información y criterios de diversos autores sobre el tema, basados en documentos escritos, como libros, revistas, pdf, etc. Esta información nos ayudará a entender y ampliar nuestros conocimientos, haciendo uso apropiado de esta información respetando y comparando los criterios de varios autores para llegar al más adecuado para el tema de investigación.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 EXPLORATORIA

El proyecto a desarrollar pretende solucionar un problema que se presenta en la actualidad con las válvulas de compuerta reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A., los problemas que conlleva a obtener un conjunto de datos los cuales nos permiten garantizar su utilización en cabezales de producción de petróleo.

¹⁸ Carlos Sabino (S/F), texto “El proceso de Investigación”

3.3.2 DESCRIPTIVA

El proyecto cumple con la necesidad de la empresa Mission Petroleum S.A. contribuyendo con el área de control de calidad y a su vez previniendo que existan daños y pérdidas que puedan ocasionar problemas en los cabezales de producción de petróleo.

Para el desarrollo del proyecto se requiere de conocimientos muy amplios, ya que se requiere de asignaturas implicadas entre las más principales ingeniería de materiales, diseño de elementos, hidráulica y neumática

3.3.3 EXPLICATIVA

“Es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. Existen diseños experimentales y no experimentales.

Desde un punto de vista estructural reconocemos cuatro elementos presentes en toda investigación: sujeto, objeto, medio y fin.

Se entiende por sujeto el que desarrolla la actividad, el investigador; Por objeto, lo que se indaga, esto es, la materia o el tema; Por medio, lo que se requiere para llevar a cabo la actividad, es decir, el conjunto de métodos y técnicas adecuados; Por fin, lo que se persigue, los propósitos de la actividad de búsqueda, que radica en la solución de una problemática detectada”¹⁹.

Este método nos ayuda a comprobar la hipótesis, encontrar las causas del problema por medio de lo antes mencionado.

¹⁹Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2003). Metodología de la Investigación. Caracas: McGrawHill.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.4.1 POBLACIÓN

En la investigación del proyecto se toma en cuenta como población el número de válvulas a ser evaluadas y reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A. en una jornada de trabajo tabla 3-1, ya que forman parte principal en la producción de petróleo, particularmente las válvulas de compuerta sólidas.

Tabla 3 - 1: Datos de las válvulas de compuerta sólidas y expandibles

Medida Nominal	Máxima presión de trabajo	Cantidad
2-1/16"	5000 PSI	15
3-1/8"	5000 PSI	15
3-1/8"	3000 PSI	15
4-1/16"	3000 PSI	15
4-1/16"	5000 PSI	15
TOTAL		75

Fuente: Carlos Vargas

3.4.2 MUESTRA

Para el desarrollo de este proyecto se toma como muestra de investigación válvulas de 2-1/16" 5000 PSI en la que se va realizar el estudio de materiales para la fabricación de sellos de asientos de válvulas como se detalla en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Muestra de investigación

# de muestras	Especificación API de la válvula	Nominación válvula	Presión de Trabajo	Conexión
56	PR 1	2 – 1/16"	5000 PSI	Bridada

Fuente: Carlos Vargas

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Pruebas mecánicas de válvulas de compuerta, sólidas y expandibles, componentes de cabezales de producción de petróleo

Tabla 3 -3: Operacionalización de variable independiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Acción que realiza en un banco de pruebas mecánico que no necesita de mayor ensayo, está constituido por la estructura del banco de pruebas mecánicas y este se basa en una prueba de presión la cual esta normada para certificar válvulas que han sido reparada.	Verificar dimensiones de la compuerta	Adecuado Inadecuado	Espesor de la compuerta $\geq 2.120'' \leq 2.220''$ $< 2.120''$	Control dimensional registro de la empresa departamento de calidad
	Verificar dimensiones del sello	Adecuado Inadecuado	Altura del sello $0.0012''$ $> 0.0012''$	Control dimensional registro de la empresa departamento de calidad
	Tiempo de presurización	Óptimo No óptimo	En minutos ≥ 3 < 3	Registro pruebas Hidroestáticas

Fuente: Carlos Vargas

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Garantizar el funcionamiento bajo la norma API 6A (ISO 10423) en la empresa Mission Petroleum S.A.

Tabla 3 -4: Operacionalización de variable dependiente

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La certificación para reparación de válvulas de compuerta, está normalizada, en la American Petroleum Institute (API), esta se extiende una vez realizada las pruebas mecánicas en un banco de pruebas.	Norma API 6 A (ISO10423)	¿Qué tipo de válvula está cubierta por la norma API 6A (ISO 10423)?	Válvulas de compuerta Especificación PR 1	Alcance de la norma API 6 A (ISO 10423).
	Hermeticidad	Adecuada Inadecuada	≥ Presión de trabajo < Presión de trabajo	Registro pruebas de presión.
	Ciclos de trabajo	Aprueba Reprueba	≥ 3 ciclos < 3 ciclos	Registro pruebas de presión.

Fuente: Carlos Vargas

3.6 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Partiendo de la base de la operacionalización de variables la recopilación de información se procederá de la siguiente manera:

Tomando como punto de partida todos los datos bibliográficos con relación a pruebas de presión, normas, se analizará con criterio la información.

Se alineará el diseño netamente a las especificaciones de la norma API 6 A (ISO 10423).

Se procederá de acuerdo a los procedimientos de la empresa Mission Petroleum S.A. reglados por la norma API 6 A (ISO10423).

Se receptará información de una manera verbal por parte de los supervisores de los talleres de Mission Petroleum S.A., campamento base, para aclarar temas respecto a pruebas de presión a válvulas de compuerta reparadas y nuevas.

Se realizará pruebas de presión hidrostáticas en los bancos de pruebas existentes en la empresa para recopilar información real y poder concluir con los fallos en las válvulas.

Establecer varias opciones de materiales de reposición de sello para realizar pruebas y tomar datos, considerando el tipo de material adecuado para que no existan fallos.

Se procede a establecer la opción de diseño de un banco de pruebas de presión hidrostática con los criterios adecuados basados en toda la información y resultados anteriormente descritos.

Realizamos tablas y cuadros comparativos para analizar resultados con los diferentes materiales empleados en la reparación de válvulas y así establecer el adecuado para futuras reparaciones en los talleres de la empresa.

Los datos serán analizados y comparados, si es posible realizaremos tabulaciones de cuadros según las variables para:

Representar mediante gráficos estadísticos los datos obtenidos durante la investigación.

Interpretar los datos obtenidos relacionando directamente con la hipótesis y objetivos planteados.

3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la información se tomará en cuenta:

- De manera crítica tabular datos.
- Clasificar y definir la información obtenida.
- Comprobar o rechazar la hipótesis.
- Establecer conclusiones y recomendaciones.

3.7.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez que se recolectaron los datos se revisó la información para detectar errores y organizarla de manera que pueda facilitar el desarrollo de la comprobación de la hipótesis planteada se realizará de manera clara y concisa el análisis e interpretación de resultados.

- Describir junto a cada gráfica un análisis e interpretación de la misma basándonos en la hipótesis.
- Analizar los resultados estadísticos, para relacionar a la propuesta.
- Establecer conclusiones y recomendaciones.

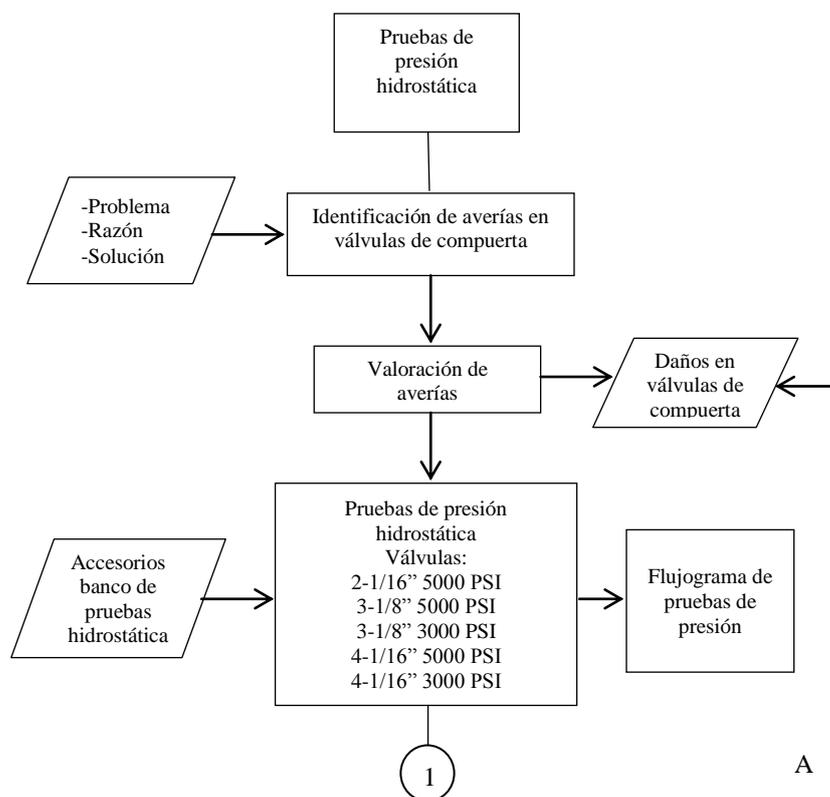
CAPÍTULO IV

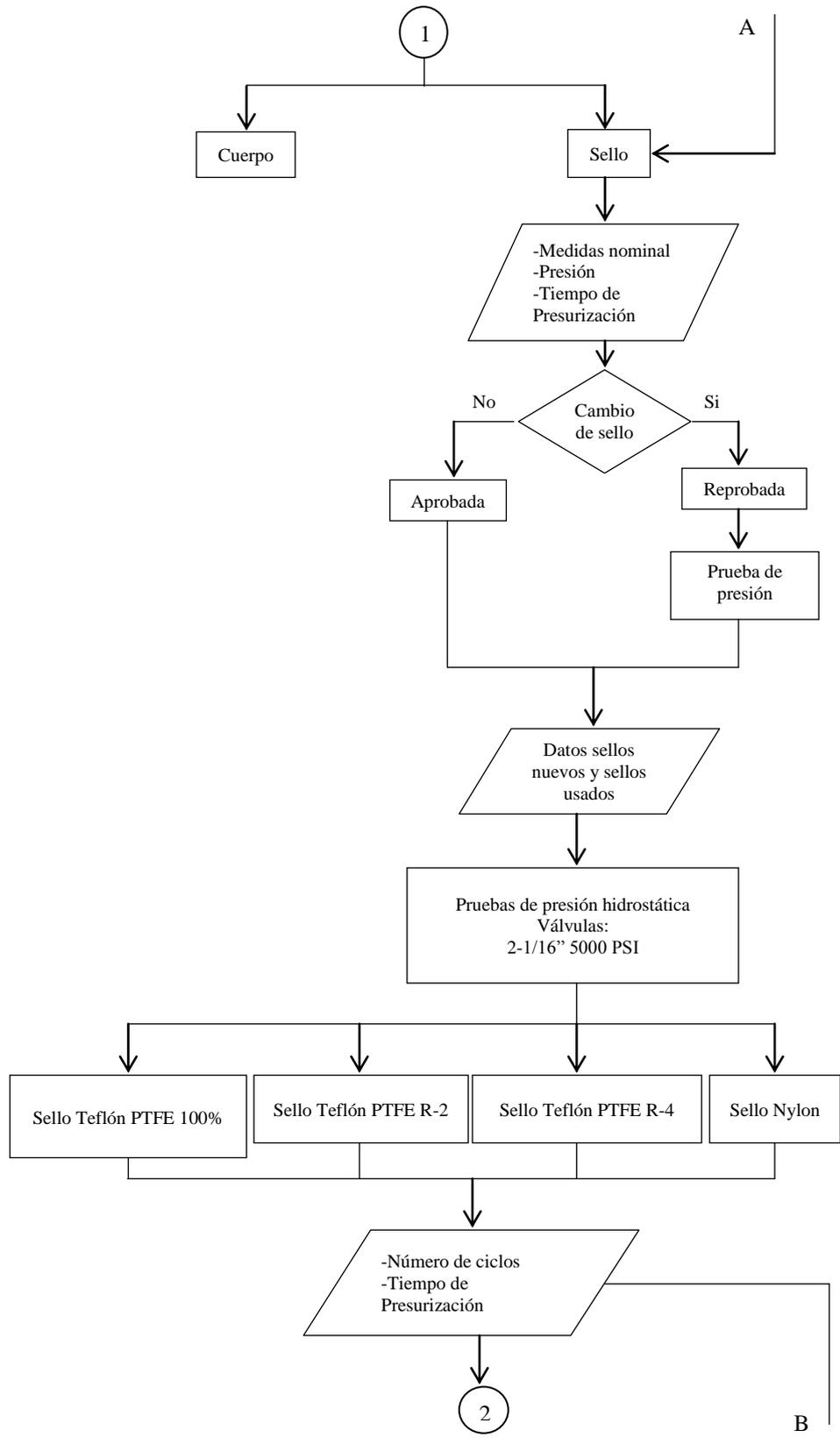
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

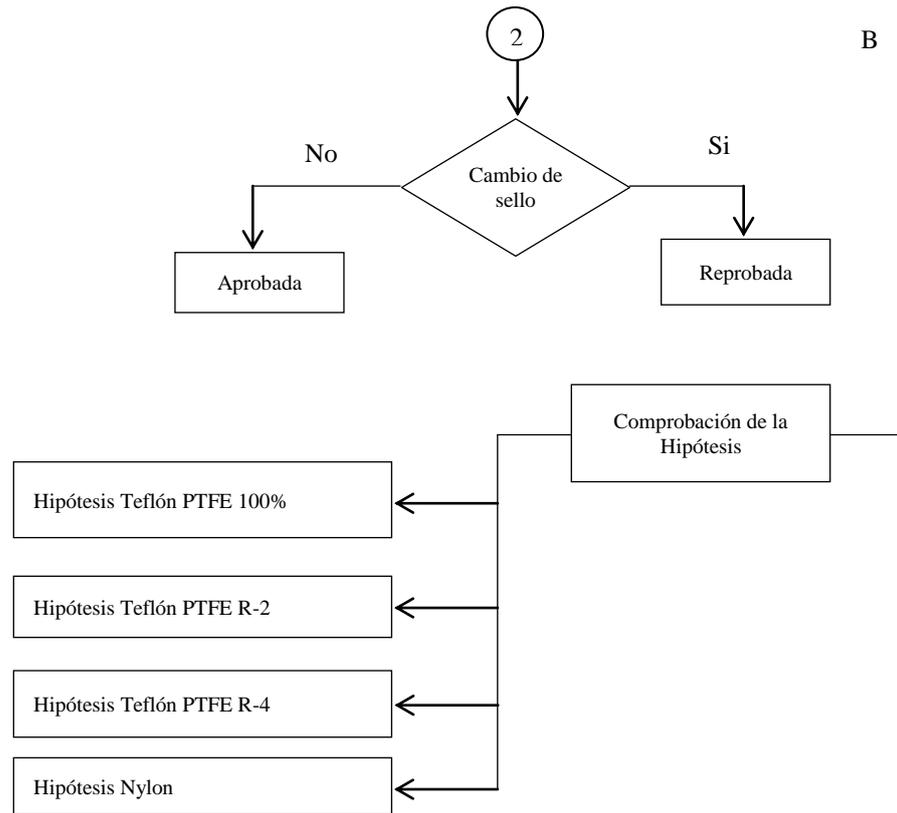
4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El análisis de las variables que intervienen en el registro y validación de las pruebas mecánicas utilizados para garantizar el funcionamiento de las válvulas bajo la norma API 6 A (ISO 10423) se basan en métodos cuantitativos, estadísticos los cuales fueron desarrollados por expertos.

A continuación detallaremos los resultados de la validación de las pruebas de presión hidrostáticas obtenidas en la práctica para cada válvula utilizando el método adecuado normalizado en la norma API 6 A (ISO 10423).







Flujograma 4 -1: Pruebas de presión hidrostática
Fuente: Carlos Vargas

4.1.1 IDENTIFICACIÓN DE AVERÍAS DE LAS VÁLVULAS CAUSADAS POR EL TIEMPO DE USO Y MANIPULACIÓN.

El método utilizado se fundamenta en la norma API 6 A (ISO 10423) que establece la forma de ensayar Válvulas y Cabezales en la empresa Mission Petroleum S.A.

El Departamento de Válvulas y Cabezales (reparaciones) de la empresa Mission Petroleum S.A. adopta los métodos detallados en la norma API 6 A (ISO 10423) para identificar daños y realizar las reparaciones.

Se puede ver en la tabla 4-1 los problemas presentados en válvulas de compuerta de cualquier denominación, causas principales que afectan al correcto funcionamiento y desempeño de la válvula en el campo.

Tabla 4 - 1: Problemas para las fugas en válvulas

PROBLEMA	RAZÓN	SOLUCIÓN
Fugas en posición cerrada	Hay suciedad en el asiento de la compuerta o en el cuerpo	Limpia el asiento del cuerpo o compuerta
	Compuerta o asiento dañado	Reemplazar la pieza dañada
Fugas por el eje	Fuga la junta del eje	Apretar la empaquetadura
	Empaquetadura deteriorada	Cambiar la empaquetadura
Fuga por la unión cuerpo o tapa	Los tornillos de la unión están poco apretados	Apretar los tornillos de la unión
	Junta cuerpo- tapa dañada	Cambiar la junta

Fuente: Carlos Vargas

4.1.2 VALORACIÓN DEL DETERIORO EN LOS COMPONENTES DE LA VÁLVULA²⁰

Se procede a la identificación de posibles daños en cada una de las válvulas detallada en la muestra, estos datos son tabulados para su posterior interpretación, las válvulas son entregadas por las empresas operadoras a Mission Petroleum S.A. para su evaluación y posterior reparación, se observa que el posible daño, desgaste teflón de los asientos, es el más recurrente en cada una de las pruebas de presión efectuadas en el banco de pruebas BP- MP003 de la empresa Mission Petroleum S.A.

Se procede a evaluar cada válvula según la norma API 6 A (ISO 10423).

²⁰ Anexo 17

Tabla 4 - 2: Daños en las válvulas 2-1/16" 5000 PSI

# de Válvulas	Daños en válvulas de compuerta	Vástago	Desgaste compuerta	Degaste teflón de los asientos	Dstrucción de los orings	Desgaste de los asientos	Desgaste ring grovee	Picaduras en la compuerta	Desgaste internos de bonnet	
1	2-1/16" 5000 PSI	x	x	x	x	x	x	x	x	
2		x	x	x	x	x	x	x	x	
3		x	x	x	x	x	x	x	x	
4		x	x	x	x	x	x	x	x	
5		x	x	x	x	x	x	x	x	
6			x	x	x	x	x	x	x	
7			x	x	x	x		x	x	x
8			x	x	x	x		x	x	x
9			x	x	x			x	x	x
10			x	x	x			x	x	x
11			x	x	x			x	x	x
12			x	x	x				x	x
13					x				x	x
14					x					x
15										x

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4 - 3: Daños en las válvulas 3-1/8" 3000 PSI

# de Válvulas	Daños en válvulas de compuerta	Vástago	Desgaste compuerta	Degaste teflón de los asientos	Dstrucción de los orings	Desgaste de los asientos	Desgaste ring grovee	Picaduras en la compuerta	Desgaste internos de bonnet	
1	3-1/8" 3000 PSI	x	x	x	x	x	x	x	x	
2		x	x	x	x	x	x	x	x	
3			x	x	x	x	x	x	x	
4			x	x	x	x	x	x	x	
5			x	x	x	x	x	x	x	
6			x	x	x	x	x	x	x	
7			x	x	x	x	x	x	x	
8			x	x	x	x	x	x	x	
9					x	x		x	x	x
10					x	x		x	x	x
11					x	x		x	x	x
12					x	x		x	x	x
13					x	x		x		x
14					x	x		x		x
15					x	x				x

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4 - 4: Daños en las válvulas 3-1/8" 5000 PSI

# de Válvulas	Daños en válvulas de compuerta	Vástago	Desgaste compuerta	Degaste teflón de los asientos	Destrucción de los orings	Desgaste de los asientos	Desgaste ring grovee	Picaduras en la compuerta	Desgaste internos de bonnet
1	3-1/8" 5000 PSI	x	x	x	x	x	x	x	x
2		x	x	x	x	x	x	x	x
3			x	x	x	x	x	x	x
4			x	x	x	x	x	x	x
5			x	x	x	x	x	x	x
6			x	x	x	x	x		x
7			x	x	x	x	x		x
8			x	x	x	x	x		x
9			x	x	x			x	x
10			x	x	x				x
11			x	x	x				x
12			x	x	x	x			x
13					x	x			
14					x				
15									

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4 - 5: Daños en las válvulas 4-1/16" 5000 PSI

# de Válvulas	Daños en válvulas de compuerta	Vástago	Desgaste compuerta	Degaste teflón de los asientos	Destrucción de los orings	Desgaste de los asientos	Desgaste ring grovee	Picaduras en la compuerta	Desgaste internos de bonnet
1	4-1/16" 5000 PSI	x	x	x	x	x	x	x	x
2		x	x	x	x	x	x	x	x
3		x	x	x	x	x	x		x
4		x	x	x	x	x	x		x
5		x	x	x	x	x	x		x
6			x	x	x	x	x		x
7			x	x	x	x	x		x
8			x	x	x	x	x		x
9					x	x	x		x
10					x	x		x	x
11					x	x		x	x
12					x	x		x	x
13					x	x		x	
14					x	x			
15					x	x			

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4 - 6: Daños en las válvulas 4-1/16" 3000 PSI

# de Válvulas	Daños en válvulas de compuerta	Vástago	Desgaste compuerta	Degaste teflón de los asientos	Dstrucción de los orings	Desgaste de los asientos	Desgaste ring grovee	Picaduras en la compuerta	Desgaste internos de bonnet
1	4-1/16" 3000 PSI	x	x	x	x	x	x	x	x
2		x	x	x	x	x	x	x	x
3		x	x	x	x	x	x	x	x
4			x	x	x		x	x	x
5			x	x	x		x		x
6			x	x	x		x		x
7					x	x		x	
8					x	x			x
9					x	x			x
10					x	x			
11					x	x			
12					x	x			
13					x				
14					x				
15									

Fuente: Carlos Vargas

4.2 PRUEBAS DE PRESIÓN API 6 A (ISO 10423)

Las pruebas de presión para sellos de asientos de válvulas de compuerta se encuentran registradas en el manual de procedimientos de pruebas de Válvulas y Cabezales VC ver anexo D-2, en donde se explica y se define las condiciones con las cuales se debe proceder para la prueba de presión.

4.2.1 ACCESORIOS DEL BANCO DE PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICAS DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S.A.

El banco de pruebas hidrostáticas mostrado en la figura 4-1 está compuesto por: una bomba de pistón hidrostática accionada por aire, manómetros, purificador de aire, capilares de alta presión, mangueras de alta presión, mesa soporte, válvulas de alta presión y tanque reservorio.

La nominación de las válvulas ensayadas se detalla a continuación.

- Válvula de compuerta 2-1/16" 5000 PSI

- Válvula de compuerta 3-1/8" 3000 PSI
- Válvula de compuerta 3-1/8" 5000 PSI
- Válvula de compuerta 4-1/16" 3000 PSI
- Válvula de compuerta 4-1/16" 5000 PSI



Figura 4 - 1: Accesorios Banco de pruebas hidrostáticas MP 003

Fuente: Carlos Vargas

4.2.2 FLUJO PARA EL PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS DE PRESIÓN

El diagrama de flujo describe la ruta a seguir para efectuar la prueba de presión de sellos de asientos de válvula de compuerta bridada se detalla claramente en el anexo D-1.

4.2.3 PRUEBA DE PRESIÓN CUERPO DE LA VÁLVULA

4.2.3.1 Cuerpo de la válvula

Las válvulas de compuerta son fabricadas en acero fundido y forjado, válvulas especiales esencialmente requeridas por clientes se fabrican en acero inoxidable, podemos observar en la tablas 4-3 y 4-4 tomada del catálogo ARRAY válvulas de compuerta bridadas especificación API 6 A al detalle el material de construcción de sus partes internas y su cuerpo.

Tabla 4 - 7: Materiales cuerpo válvula de compuerta de 2000 a 5000 PSI

		CUERPOS DE ACERO FORJADO		CUERPOS DE ACERO FUNDIDO		
CLASE DE MATERIAL ¹	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL SERVICIO	MATERIAL ²	TEMP ³	MATERIAL ²	TEMP ³	
AA	SIN SERVICIO CON ÁCIDOS	SERVICIO GENERAL COMPENSACIÓN ESTÁNDAR NO CORROSIVO	API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 60K ASTM A487 CLASE 4 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y
BB		SERVICIO GENERAL ACABADO DE ACERO LIGERAMENTE CORROSIVO	API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 60K ASTM A487 CLASE 4 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y
CC		SERVICIO GENERAL ACERO TOTALMENTE MODERADAMENTE CORROSIVO	API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 75K ASTM A217 CA-15 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API P-Y
DD-NL		SERVICIO CON ÁCIDOS COMPENSACIÓN ESTÁNDAR NO CORROSIVO	API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 60K ASTM A487 CLASE 4 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y
EE-0,5	SERVICIO CON ÁCIDOS	SERVICIO CON ÁCIDOS ACABADO DE ACERO MODERADAMENTE CORROSIVO	API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 60K ASTM A487 CLASE 4 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y
EE-1,5		SERVICIO CON ÁCIDOS ACABADO DE ACERO MODERADAMENTE CORROSIVO	API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 60K ASTM A487 CLASE 4 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y
EE-NL		SERVICIO CON ÁCIDOS ACABADO DE ACERO MODERADAMENTE CORROSIVO	API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 60K ASTM A487 CLASE 4 ACERO ALEADO	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y
FF-0,5		SERVICIO CON ÁCIDOS TOTALMENTE INOXIDABLE ALTAMENTE CORROSIVO	API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 75K ASTM A217 CA-15 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API P-Y
FF-1,5		SERVICIO CON ÁCIDOS TOTALMENTE INOXIDABLE ALTAMENTE CORROSIVO	API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 75K ASTM A217 CA-15 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API P-Y
FF-NL		SERVICIO CON ÁCIDOS TOTALMENTE INOXIDABLE ALTAMENTE CORROSIVO	API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API L-Y	API 75K ASTM A217 CA-15 ACERO INOXIDABLE	DISPONIBLE EN TEMP API P-Y

Fuente: Catálogo ARRAY, 2013 válvulas de compuerta especificación API 6 A Página 7

Tabla 4 - 8: Material interno válvula de compuerta de 2000 a 5000 PSI

CASQUETE ²	ANILLO DE SELLO DEL CASQUETE	COMPUERTA EXTENSIBLE O DE PLATINAS ⁴	VÁSTAGO ⁵	ASIENTO ⁴
API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	AISI 1018/1020 ACERO DE BAJO CONTENIDO DE CARBONO	ASTM A322 GR 4130 NITRIDADO	ASTM A322 GR 4130 NITRIDADO	ASTM A322 GR 4130 NITRIDADO
API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ASTM A564 GR 630 (17-4 PH) ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ASTM A564 GR 630 (17-4 PH) ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	AISI 1018/1020 ACERO A ACERO	ASTM A322 GR 4130 NITRIDADO	ASTM A322 GR 4130 NITRIDADO	ASTM A322 GR 4130 NITRIDADO
API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ASTM A564 GR 630 (17-4 PH) ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ALEACIÓN RESISTENTE A LA CORROSIÓN SEGÚN NACE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 60K O API 75K AISI 4130 ACERO ALEADO	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ALEACIÓN RESISTENTE A LA CORROSIÓN SEGÚN NACE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ASTM A564 GR 630 (17-4 PH) ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ALEACIÓN RESISTENTE A LA CORROSIÓN SEGÚN NACE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO
API 75K AISI 410 ACERO INOXIDABLE	AISI 316 ACERO INOXIDABLE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO	ALEACIÓN RESISTENTE A LA CORROSIÓN SEGÚN NACE	AISI 410 ACERO INOXIDABLE NITRIDADO

Fuente: Catálogo ARRAY, 2013 válvulas de compuerta especificación API 6 A Página 8

4.2.3.2 Partes de una válvula de compuerta



Figura 4 - 2: Partes de una válvula ARRAY

Fuente: Catálogo ARRAY válvulas de compuerta API 6 A Página 9

La prueba empieza con una inspección visual, figura 4-3, en la cual se verifica que no existan daños mayores que puedan provocar fuga del líquido de prueba en el cuerpo de la válvula. Posteriormente se sella el lado de salida del fluido de la válvula de compuerta con una brida ciega, se sella el lado de entrada de fluido de la válvula de compuerta con una brida que posea un puerto de prueba por el cual ingresará una presión mayor a la presión de operación figura 4-4 y se verifica que no existan fugas de fluido de prueba.



Figura 4 - 3: Válvula 2-1/16" 5000 PSI

Fuente: Carlos Vargas



Figura 4 - 4: Pruebas de presión cuerpo

Fuente: Carlos Vargas

4.2.4 PRUEBA DE PRESIÓN SELLO DE LA VÁLVULA

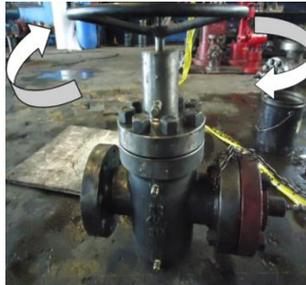


Figura 4 - 5: Inspección visual válvula de compuerta

Fuente: Carlos Vargas

Después de la inspección visual, en la cual se comprueba el correcto accionamiento del sistema de apertura y cierre de la compuerta de la válvula manipulando el volante como se muestra en la figura 4-5.

Se verifica que todos los componentes se accionen correctamente, posteriormente se retira la brida ciega del lado de salida de fluido de prueba de la válvula de compuerta y se ejecuta la prueba de presión por el lado de entrada de fluido a la presión de trabajo como se demuestra en la figura 4-6, se verifica que no existan fugas del líquido de prueba por el sello de la válvula.



Figura 4 - 6: Prueba de presión sello

Fuente: Carlos Vargas

4.3 COMPARACIÓN DE SELLOS USADOS Y NUEVOS EN VÁLVULAS DE COMPUERTA

Los datos recogidos a continuación demuestran la eficiencia de los sellos nuevos con respecto a sellos usados, se tomaron datos de las pruebas de presión utilizando el banco de pruebas hidrostáticas BP-MP-003 de la empresa Mission Petroleum S.A., como se muestra en la figura 4-7.



Figura 4 - 7: Banco de pruebas hidrostático MP 003

Fuente: Carlos Vargas

El diseño del sello figura 4-8 se sustenta en la posibilidad de que no exista fuga de fluido entre dos superficies haciendo que el fluido recorra por el cuerpo sellado por un empaque de teflón de sección circular de muy baja resistencia a la fricción, que al comprimirse por ajuste de los tornillos del bonete, sella cualquier posibilidad de fuga.



Figura 4 - 8: Sello válvula de compuerta 2-1/16" 5000 PSI

Fuente: Departamento de Ingeniería Mission Petroleum S.A.

El asiento para válvulas de compuerta es diseñado para que aloje el sello de tal manera que se fije y haga presión con la compuerta, se detalla en la figura 4-9.



Figura 4 - 9: Asiento de válvula de compuerta 2-1/16" 5000 PSI

Fuente: Departamento de Ingeniería Mission Petroleum S.A.

Tabla 4 - 9: Pruebas hidrostáticas válvulas 2-1/16" 5000 PSI a presión de trabajo.

PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICAS VÁLVULAS 2 - 1/16" 5000PSI			
Nº Válvula	Presurización en minutos	Sello en uso	Sello Reparado
1	3	2500	5000
2	3	3000	5000
3	3	3000	4900
4	3	1000	4900
5	3	1500	4900
6	3	2500	4900
7	3	3200	5000
8	3	1000	5100
9	3	1100	5000
10	3	1200	5100
11	3	2500	4900
12	3	100	5000
13	3	200	5100
14	3	100	4900
15	3	100	5000

Fuente: Carlos Vargas

En la tabla 4-9 reflejan datos de pruebas de presión realizadas a 15 válvulas de compuerta 2-1/16" 5000 PSI, estas son ensayadas a 3 minutos, tiempo mínimo que establece la norma API 6 A (ISO 10423) para realizar y aprobar pruebas de presión hidrostáticas, se efectúa la comparación entre los sellos de origen de la válvula de compuerta y los sellos de material reemplazado en los talleres de Mission Petroleum S.A.



Gráfico 4 - 1 Comparación entre sellos usados y nuevos válvulas 2- 1/16" 5000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

De los datos de la tabla 4-9 se procedió a comparar las presiones como muestra la gráfica 4-1 a las que se sometieron los sellos de material de origen y sellos nuevos en válvulas de compuerta 2-1/16" 5000 PSI, las barras de color marrón corresponden a sellos nuevos y las barras de color celeste corresponden a los sellos de origen usados.

Los sellos de origen en uso de las válvulas de compuerta no aprueban el ensayo de presión hidrostática a presión de trabajo la cual está por debajo de los 5000 PSI.

Tabla 4 - 10: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 3-1/8" 5000 PSI a presión de trabajo.

PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICAS VÁLVULAS 3 1/8" 5000 PSI			
N° Válvula	Tiempo minutos	Sello en uso	Sello Reparado (Nuevo)
1	3	2800	5100
2	3	1000	5200

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4-10: Continuación

3	3	1100	4900
4	3	1000	5000
5	3	2900	5100
6	3	100	5100
7	3	200	5100
8	3	500	5100
9	3	400	5000
10	3	600	4900
11	3	1000	5000
12	3	1200	5100
13	3	300	5000
14	3	100	4900
15	3	100	4900

Fuente: Carlos Vargas

En la tabla 4-10 reflejan datos de pruebas de presión de válvulas de compuerta 3-1/8" 5000 PSI, estas son ensayadas a 3 minutos, tiempo mínimo que establece la norma API 6 A (ISO 10423), se efectúa la comparación entre los sellos de origen de la válvula de compuerta y los sellos reemplazados en los talleres de Mission Petroleum S.A.



Gráfico 4 - 2: Comparación entre sellos usados y nuevos válvulas 3- 1/8" 5000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

De los datos de la tabla 4-10 se procedió a comparar las presiones como muestra la gráfica 4-2 a las que se sometieron los sellos de origen y sellos nuevos en válvulas de compuerta 3-1/8" 5000 PSI, las barras de color marrón corresponden a sellos de origen usados y las barras de color celeste corresponden a los sellos nuevos fabricados.

Los sellos en uso de las válvulas de compuerta no aprueban el ensayo de presión hidrostática a presión de trabajo la cual está por debajo de los 5000 PSI.

Tabla 4 - 11: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 3-1/8" 3000 PSI a presión de trabajo.

PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICAS EN VÁLVULAS DE 3 1/8" 3000 PSI			
Nº Válvula	Presurización en minutos	Sello en uso	Sello Reparado (Nuevo)
1	3	100	3100
2	3	200	3000
3	3	500	2900
4	3	800	3000
5	3	1200	2800
6	3	1100	2900
7	3	900	3000
8	3	700	3100
9	3	600	3000
10	3	500	2900
11	3	100	2900
12	3	300	3000
13	3	200	3100
14	3	100	3000
15	3	100	2900

Fuente: Carlos Vargas

En la tabla 4-11 reflejan datos de pruebas de presión de válvulas de compuerta 3-1/8" 3000 PSI, estas son ensayadas a 3 minutos, tiempo mínimo que establece la norma API 6 A (ISO 10423), se efectúa la comparación entre los sellos de origen

de la válvula de compuerta y los sellos nuevos reemplazados en los talleres de Mission Petroleum S.A.

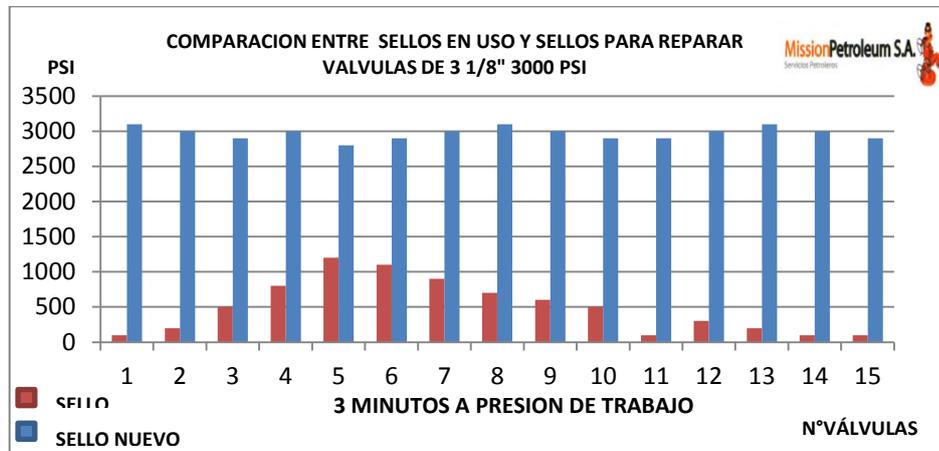


Gráfico 4 - 3: Comparación entre sellos usados y nuevos válvulas 3 1/8'' 3000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

De los datos de la tabla 4-11 se procedió a comparar las presiones como muestra la gráfica 4-3 a las que se sometieron los sellos de origen usados y sellos nuevos en válvulas de compuerta 3-1/8'' 3000 PSI, las barras de color marrón corresponden a sellos de origen usados y las barras de color celeste corresponden a los sellos nuevos.

Los sellos en uso de las válvulas de compuerta no aprueban el ensayo de presión hidrostática a presión de trabajo la cual está por debajo de los 3000 PSI.

Tabla 4 - 12: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 4-1/16'' 5000 PSI a presión de trabajo.

PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICAS VÁLVULAS 4 1/16" 5000 PSI			
N° Válvula	Presurización en minutos	Sello en uso	Sello Reparado
1	3	300	4900
2	3	400	4900
3	3	1000	4900
4	3	1200	5000
5	3	200	5200
6	3	1800	5200
7	3	1900	5200

8	3	2500	5200
9	3	500	5000
10	3	600	4900
11	3	700	5000
12	3	100	4900
13	3	100	4900
14	3	100	4900
15	3	1000	4900

Fuente: Carlos Vargas

En la tabla 4-12 reflejan datos de pruebas de presión de válvulas de compuerta 4-1/16" 5000 PSI, estas son ensayadas a 3 minutos, tiempo mínimo que establece la norma API 6 A (ISO 10423), se efectúa la comparación entre los sellos de origen de la válvula de compuerta y los sellos nuevos reemplazados en los talleres de Mission Petroleum S.A.

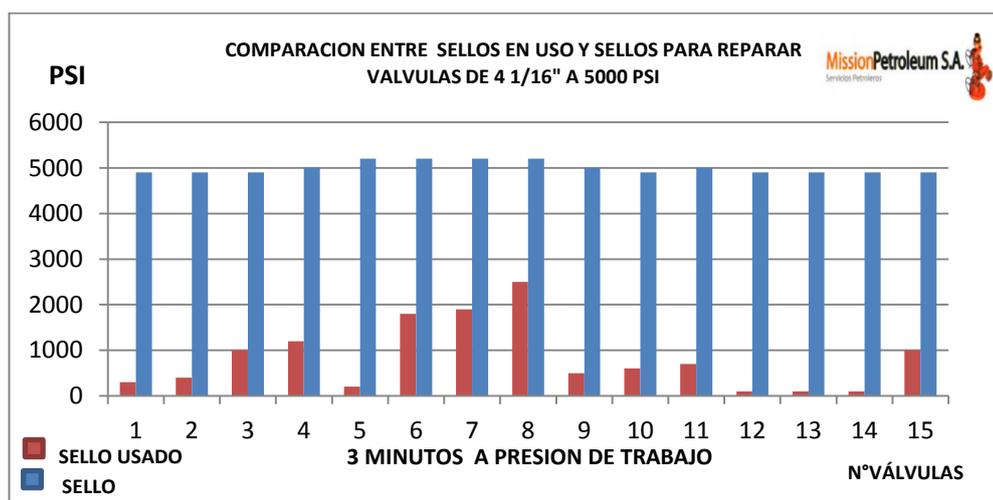


Gráfico 4 - 4: Comparación entre sellos usados y nuevos válvulas 4- 1/16" 5000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

De los datos de la tabla 4-12 se procedió a comparar las presiones como muestra la gráfica 4-4 a las que se sometieron los sellos de origen usados y sellos nuevos en válvulas de compuerta 4 1/16" 5000 PSI, las barras de color marrón corresponden a sellos de origen usados y las barras de color celeste corresponden a los sellos nuevos.

Los sellos en uso de las válvulas de compuerta no aprueban el ensayo de presión hidrostática a presión de trabajo la cual está por debajo de los 5000 PSI.

Tabla 4 - 13: Comparación entre sellos usados y sellos nuevos válvulas 4-1/16" 3000 PSI a presión de trabajo

PRUEBAS DE PRESIÓN HIDROSTÁTICAS VÁLVULAS 4 1/16" 3000 PSI			
N° Válvulas	Presurización en minutos	Sello en uso	Sello Reparado (Nuevo)
1	3	300	3000
2	3	400	2900
3	3	1000	3100
4	3	1200	2900
5	3	200	2900
6	3	1800	3000
7	3	1900	2900
8	3	2500	3100
9	3	500	3000
10	3	600	3000
11	3	700	2900
12	3	100	3100
13	3	100	3000
14	3	100	2900
15	3	1000	2900

Fuente: Carlos Vargas

En la tabla 4-13 reflejan datos de pruebas de presión de válvulas de compuerta 4-1/16" 3000 PSI, estas son ensayadas a 3 minutos, tiempo mínimo que establece la norma API 6 A (ISO 10423), se efectúa la comparación entre los sellos de origen de la válvula de compuerta y los sellos nuevos reemplazados en los talleres de Mission Petroleum S.A.



Gráfico 4 - 5: Comparación entre sellos usados y nuevos válvulas 4 -1/16” 3000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

De los datos de la tabla 4-13 se procedió a comparar las presiones como muestra la gráfica 4-5 a las que se sometieron los sellos de origen usados y sellos nuevos en válvulas de compuerta 4 1/16” 3000 PSI, las barras de color marrón corresponden a sellos de origen usados y las barras de color celeste corresponden a los sellos nuevos.

Los sellos en uso de las válvulas de compuerta no aprueban el ensayo de presión hidrostática a presión de trabajo la cual está por debajo de los 3000 PSI.

4.3.1 CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS GRÁFICAS: 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 Y 4-5

Realizadas las pruebas de presión hidrostáticas según el procedimiento de la empresa Mission Petroleum S.A. direccionado en la Norma API 6A (ISO 10423), en las diferentes válvulas de compuerta probadas se concluye y se confirma que:

Los sellos de origen no satisface el tiempo mínimo de 3 minutos normalizado por API 6A (ISO 10423), en todas las gráficas se expone al color azul como sello nuevo y al color marrón como sello de origen, exponiendo que la fabricación y reemplazo de sellos de asientos de válvulas en los talleres de Misión Petroleum S.A. sobrepasan la presión de trabajo los cuales dan por operativas a las válvulas de compuerta bridada.

4.4 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE VARIOS TIPOS DE TEFLÓN Y NYLON EN LA FABRICACIÓN DE SELLOS PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA 2-1/16” 5000 PSI

Se realizaron pruebas de presión hidrostática a válvulas de compuerta 2-1/16” 5000 PSI entregadas por operadoras petroleras a la empresa Mission Petroleum S.A. para su reparación, anteriormente se concluyó de acuerdo a las gráficas 4-1, 4-2, 4-3,4-4 y 4-5 que los sellos fabricados por Mission Petroleum S.A. responden a la presión de trabajo de 5000 PSI satisfactoriamente, siendo los principales elementos en presentar daños los cuales se tienen que sustituir por nuevos.

Para nuestro análisis se utilizaron 3 tipos de Teflón: 100% color blanco, PTFE R-2 color blanco hueso, PTFE R-4 color negro y Nylon Poliamida (Duralón), materiales distribuidos por la empresa SOLPAC S.A. de la ciudad de Quito–Ecuador, materiales que son utilizados en la fabricación de sellos para asientos de válvulas 2- 1/16” 5000 PSI por la empresa Mission Petroleum S.A.

4.4.1 CICLOS DE PRUEBA REALIZADOS EN LOS SELLOS PARA VÁLVULAS 2-1/16” 5000 PSI

Los ciclos de prueba de presión son el número de veces que se accionó la válvula, esto quiere decir cuántas veces se abrió y se cerró la compuerta de la válvula. Cuando se despresuriza la válvula al abrir la compuerta se está evaluando los sellos nuevos hasta determinar los números de ciclos que el material resiste bajo condiciones reales de trabajo, manipulación de la válvula, hay que tomar en cuenta que en condiciones reales de trabajo el 95 % del tiempo de uso la válvula se encuentra abierta libre al paso del fluido, él 5% la válvula se cierra ya sea para mantenimiento, reparación o trabajos de reacondicionamiento del pozo petrolífero²¹.

²¹ Fuente Folleto informativo Departamento de Ventas Mission Petroleum S.A.

Tabla 4 - 14: Pruebas de presión Sello PTFE 100 % (Teflón blanco)

Válvula 2-1/16" 5000 PSI									
Teflón PTFE 100%									
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)							
		Ciclo 1	Presurización En minutos	Ciclo 2	Presurización En minutos	Ciclo 3	Presurización En minutos	Ciclo 4	Presurización En minutos
1	3	5000	5	5000	6	5100	5	5000	5
2	3	5100	4	5100	4	5100	6		
3	4	5000	8	5100	6	5100	6	5100	8
4	3	5000	6	5100	6	5000	5		
5	2	4700	2	4300	1	Reprueba			
6	3	5100	6	5000	7	5000	6		
7	3	5000	8	5200	5	5100	6		
8	4	5100	8	5100	7	5000	8	5100	6
9	1	2700	1	Reprueba					
10	2	3600	2	3800	1	Reprueba			
11	4	5200	8	5200	8	5000	8	5000	8
12	3	5100	6	5000	7	5000	5		
13	2	4600	2	4500	2	Reprueba			
14	4	5400	5	5000	5	5000	6	5200	8
15	4	5100	4	5000	6	5100	8	5100	6
16	4	5000	6	5100	7	5000	6	5000	6

NOTA: según API 6A (ISO 10423) el tiempo mínimo de presurización de la válvula de compuerta es de 3 minutos para dar aprobada y validada la prueba de presión.

Fuente: Carlos Vargas

Se realizan pruebas de presión hidrostática a 16 válvulas, operando la válvula de 2-1/16" 5000 PSI, aplicando ciclos de presurización ver tabla 4-14 se prueba sellos nuevos fabricados en Teflón 100%, color blanco, la dureza medida en Shore es de 60 D, se expone que este material reprueba en 4 válvulas del total de 16, el sello cedió a la presión de trabajo de la válvula la cual ya no satisface los parámetros de aceptación y validación según la norma API 6A (ISO 10423).

Los procedimientos y resultados se encuentran debidamente registrados, ver anexos A-1, A-2, A-3 y A-4.

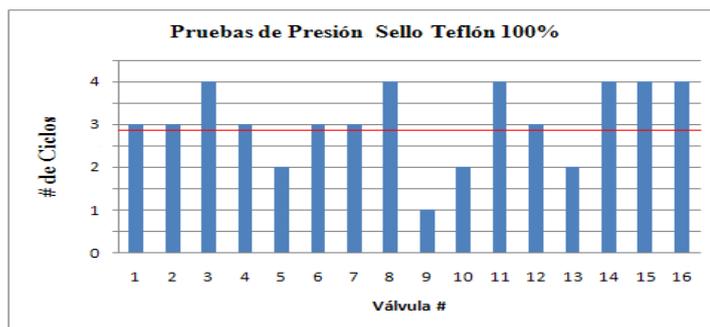


Gráfico 4 - 6: Pruebas de presión sello Teflón PTFE 100 %

Fuente: Carlos Vargas

Tomando los datos de la tabla 4-14 representados en la gráfica 4-6, podemos determinar que por debajo de la línea roja se encuentran las válvulas que no cumplen con el mínimo de ciclos y tiempo en minutos de presurización, por consiguiente también nos indica que el valor registrado de presión de cada una de las válvulas probadas está por debajo de la presión de trabajo, las mismas se rechazan y no se dan por aprobadas.

Tabla 4 - 15: Pruebas de presión Sello PTFE R-2 (Teflón color blanco hueso)

Válvula 2-1/16" 5000 PSI											
Teflón PTFE R-2											
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)									
		Ciclo 1	Presurización En minutos	Ciclo 2	Presurización En minutos	Ciclo 3	Presurización En minutos	Ciclo 4	Presurización En minutos		
1	4	4900	5	5000	6	5100	4	5000	5		
2	3	5000	4	5100	4	5100	6				
3	2	4700	2	4200	1	Reprueba					
4	4	5200	8	5100	6	5000	5	5100	8		
5	4	4900	5	5000	7	5000	7	5100	5		
6	4	5100	6	5100	6	5000	6	5100	5		
7	3	5200	8	5200	5	5000	5				
8	2	4500	1	4600	2	Reprueba					
9	3	5100	5	5200	5	5000	6				
10	1	3600	1	Reprueba							
11	4	5200	6	5200	6	5000	7	5000	6		
12	3	5300	6	5000	7	5000	5				
13	2	4700	2	4500	2	Reprueba					
14	3	5400	5	5000	5	5000	6				
15	4	5100	4	5000	6	5100	8	5100	6		
16	3	5000	6	5100	7	5000	6				

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4-15: Continuación

17	4	5100	5	5100	6	5000	5	5000	7
18	2	4500	2	4600	2	Reprueba			
19	3	5100	8	5000	8	5100	8		
20	4	5100	6	5000	8	5000	8	5100	6
21	3	5200	6	5100	4	5100	6		
22	3	5200	6	5200	6	5200	6		
<p>NOTA: según API 6A (ISO 10423) el tiempo mínimo de presurización de la válvula de compuerta es de 3 minutos para dar aprobada y validada la prueba de presión.</p>									

Fuente: Carlos Vargas

Se realizan pruebas de presión hidrostática a 22 válvulas, operando la válvula de 2-1/16” 5000 PSI, aplicando ciclos de presurización ver tabla 4-15 se prueba sellos nuevos fabricados en teflón PTFE R-2, color blanco hueso, la dureza medida en shore es de 65 D, se expone que este material reprueba en 5 válvulas del total de 22, el sello cedió a la presión de trabajo de la válvula la cual ya no satisface los parámetros de aceptación y validación según la norma API 6A (ISO 10423).

Los procedimientos y resultados se encuentran debidamente registrados, ver anexos A-5, A-6, A-7 y A-8.

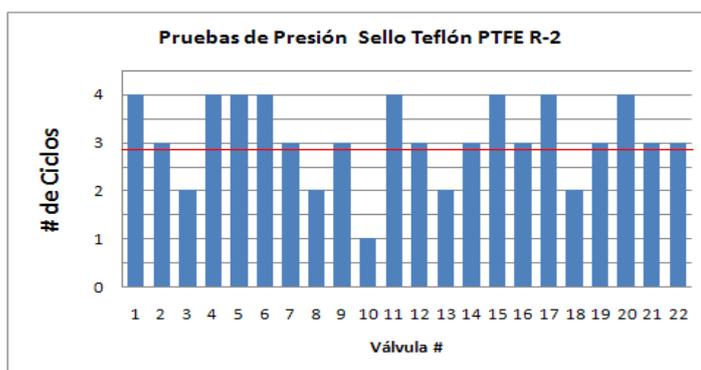


Gráfico 4 - 7: Pruebas de presión sello Teflón PTFE R-2

Fuente: Carlos Vargas

Tomando los datos de la tabla 4-15 representados en la gráfica 4-7, podemos determinar que por debajo de la línea roja se encuentran las válvulas que no cumplen con el mínimo de ciclos y tiempo en minutos de presurización, por

consiguiente también nos indica que el valor registrado de presión de cada una de las válvulas probadas está por debajo de la presión de trabajo, las mismas se rechazan y no se dan por aprobadas.

Tabla 4 - 16: Pruebas de presión Sello PTFE R-4 (Teflón color negro)

Válvula 2-1/16" 5000 PSI									
Teflón PTFE R-4									
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)							
		Ciclo 1	Presurización En minutos	Ciclo 2	Presurización En minutos	Ciclo 3	Presurización En minutos	Ciclo 4	Presurización En minutos
1	2	3800	2	3200	1	Reprueba			
2	3	5000	4	5100	4	5200	6		
3	2	3600	1	3600	1	Reprueba			
4	4	5000	6	5100	6	5000	5	5000	6
5	3	5100	5	5000	7	5000	7		
6	2	3700	2	3600	2	Reprueba			
7	3	5000	6	5200	5	5000	4		
8	2	4000	2	3800	1	Reprueba			

NOTA: según API 6A (ISO 10423) el tiempo mínimo de presurización de la válvula de compuerta es de 3 minutos para dar aprobada y validada la prueba de presión.

Fuente: Carlos Vargas

Se realizan pruebas de presión hidrostática a 8 válvulas, operando la válvula de 2-1/16" 5000 PSI, aplicando ciclos de presurización ver tabla 4-16 se prueba sellos nuevos fabricados en teflón PTFE R-4, color negro, la dureza medida en shore es de 70 D, se expone que este material reprueba en 4 válvulas del total de 8, el sello cedió a la presión de trabajo de la válvula la cual ya no satisface los parámetros de aceptación y validación según la norma API 6A (ISO 10423).

Los procedimientos y resultados se encuentran debidamente registrados, ver anexos A-9, A-10, A-11 y A12.

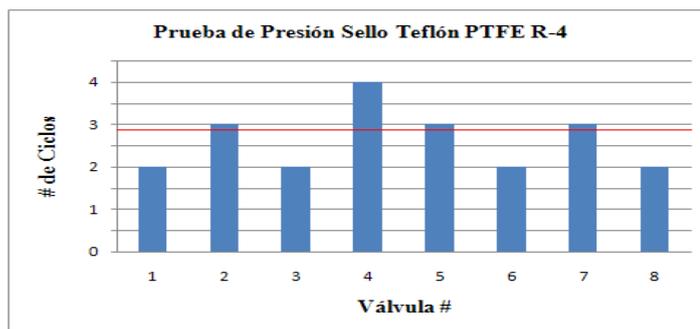


Gráfico 4 - 8: Pruebas de presión sello Teflón PTFE R-4

Fuente: Carlos Vargas

Tomando los datos de la tabla 4-16 representados en la gráfica 4-8, podemos determinar que por debajo de la línea roja se encuentran las válvulas que no cumplen con el mínimo de ciclos y tiempo en minutos de presurización, por consiguiente también nos indica que el valor registrado de presión de cada una de las válvulas probadas está por debajo de la presión de trabajo, las mismas se rechazan y no se dan por aprobadas.

Tabla 4 - 17: Pruebas de presión Sello Nylon Poliamida (Duralón)

Válvula 2-1/16" 5000 PSI										
Nylon Poliamida (Duralón)										
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)								
		Ciclo 1	Presurización	Ciclo 2	Presurización	Ciclo 3	Presurización	Ciclo 4	Presurización	
1	3	5000	6	5000	6	5100	6			
2	3	5000	4	5100	4	5100	6			
3	1	3800	2	Reprueba						
4	4	5200	8	5100	6	5000	6	5000	6	
5	3	5000	5	5000	6	5000	6			
6	2	3800	2	3400	1	Reprueba				
7	3	5200	6	5200	6	5000	6			
8	1	2800	1	Reprueba						
9	3	5100	6	5200	6	5100	6			
10	2	1600	1	Reprueba						
11	4	5200	8	5200	8	5000	7	5100	8	
12	3	5300	5	5100	7	5000	6			
13	3	5000	6	5100	8	5200	6			
14	3	5400	6	5100	5	5000	6			
15	4	5100	4	5000	6	5000	8	5100	8	

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4-17: Continuación

16	2	4200	2	4000	1	Reprueba			
17	4	5100	6	5100	6	5000	8	5000	8
18	1	3400	1	Reprueba					
19	3	5100	6	5000	6	5100	5		
20	3	5000	6	5100	8	5100	8		
<p>NOTA: según API 6A (ISO 10423) el tiempo mínimo de presurización de la válvula de compuerta es de 3 minutos para dar aprobada y validada la prueba de presión.</p>									

Fuente: Carlos Vargas

Se realizan pruebas de presión hidrostática a 20 válvulas, operando la válvula de 2-1/16" 5000 PSI, aplicando ciclos de presurización ver tabla 4-17 se prueba sellos nuevos fabricados en nylon, poliamida (Duralón), la dureza medida en rockwell es de R-110, R-120, se expone que este material reprueba en 6 válvulas del total de 20, el sello cedió a la presión de trabajo de la válvula la cual ya no satisface los parámetros de aceptación y validación según la norma API 6A (ISO 10423).

Los procedimientos y resultados se encuentran debidamente registrados, ver anexos A-13, A-14, A-15 y A-16.

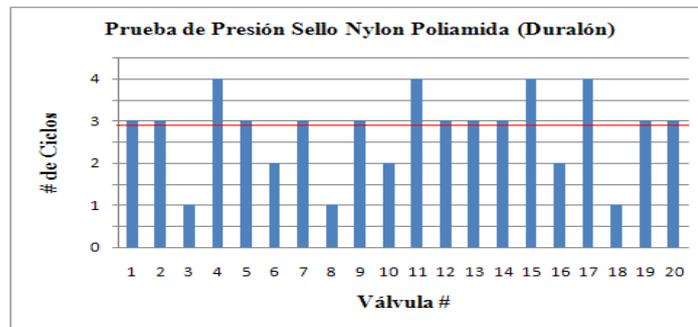


Gráfico 4 - 9: Pruebas de presión Nylon Poliamida

Fuente: Carlos Vargas

Tomando los datos de la tabla 4-17 representados en la gráfica 4-9, podemos determinar que por debajo de la línea roja se encuentran las válvulas que no cumplen con el mínimo de ciclos y tiempo en minutos de presurización, por consiguiente también nos indica que el valor registrado de presión de cada una de

las válvulas probadas está por debajo de la presión de trabajo, las mismas se rechazan y no se dan por aprobadas.

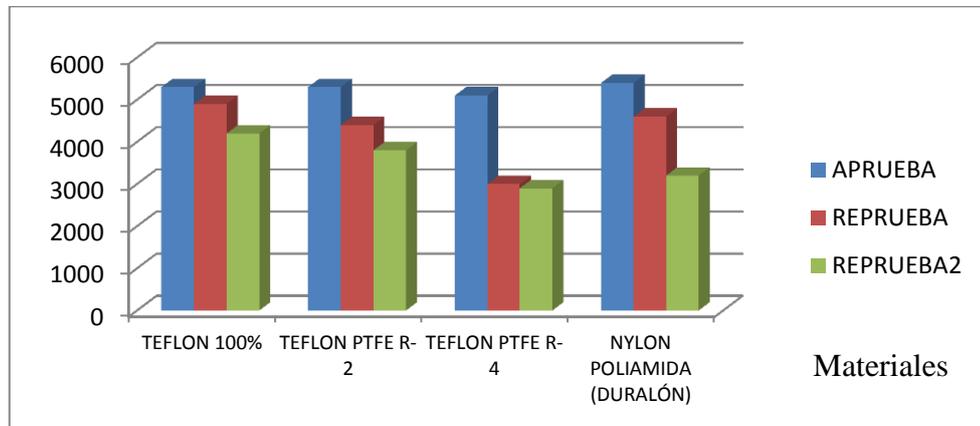


Gráfico 4 - 10: Comparación entre materiales para la fabricación de sellos de válvulas 2-1/16'' 5000 PSI

Fuente: Carlos Vargas

Los materiales usados en la fabricación de sellos de asientos de válvulas para válvulas 2-1/16'' 5000 PSI por la empresa Mission Petroleum S.A. ver gráfica 4-10 son aceptables de acuerdo a los parámetros establecidos en los procedimientos de validación de pruebas de presión hidrostática de la empresa, anteriormente mencionamos que se realizan estas pruebas de presión por medio de ciclos de presurización de la válvula de compuerta.

La gráfica 4-10 representa los datos de presión que muestra las tablas 4-14, 4-15, 4-16 y 4-17, obtenidos en cada una de las pruebas realizadas, podemos observar el comportamiento del material usado en cada sello fabricado por la empresa Mission Petroleum S.A.

Para interpretar la gráfica 4-10 todos los materiales tienen la capacidad de mantener la presión de trabajo, las barras de color azul así lo demuestran, la diferencia radica en el número de ciclos que se aplica a cada una de las válvulas reparadas, mínimo 3 ciclos con un tiempo mínimo de presurización de 3 minutos, valores normalizados.

Los materiales se comportan de una manera homogénea a excepción del teflón PTFE R-4 que disminuye considerablemente el número de ciclos respecto a los demás materiales comparados, se define la causa a la dureza del material el cual le hace más resistente a la fricción y presenta daños en su cara plana, apareciendo ralladuras mínimas pero suficientes para dejar el paso libre del fluido de prueba.

Al comparar los datos de la gráfica 4-10 se nos presenta una igualdad de números de ciclos en las diferentes pruebas de presión utilizado válvulas de la misma denominación 2-1/16" 5000 PSI con diferentes materiales en la fabricación del sello, estas pruebas cumplen con la misión de la empresa Mission Petroleum S.A. satisfacer las necesidades del cliente con los más altos estándares del medio y garantizar el correcto funcionamiento de las válvulas de compuerta reparadas en la empresa.

Se analizó los resultados y por durabilidad al accionamiento de la compuerta se recomienda usar teflón PTFE R-2 para la fabricación de sellos de asientos de válvulas de compuerta para distintas denominaciones, este garantiza la funcionalidad y los costos son menores respecto a los otros materiales comparados.

4.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Siendo la estadística inferencial el proceso de usar la información de una muestra para describir el estado de una población. Sin embargo es frecuente que usemos la información de una muestra para probar un reclamo o conjetura sobre la población.

El reclamo o conjetura se refiere a una hipótesis que permite tomar una decisión sobre parámetros poblacionales basados en métodos y procedimientos.

MODELO LÓGICO

Bajo los lineamientos de pruebas de presión establecidos en la norma API 6 A (ISO 10423) los parámetro de diseño de un banco de pruebas hidrostático

garantizará el correcto funcionamiento de las válvulas de compuerta de 2-1/16” 5000 PSI reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A.

4.5.1 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS PARA TEFLON PTFE R-2

HIPÓTESIS NULA PTFE R-2 (H_0)

Se podría usar sellos fabricados en teflón PTFE R-2 para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16” 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

HIPÓTESIS ALTERNAPTFE R-2 (H_a)

Se podría usar sellos fabricados en teflón PTFE R-2 para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16” 5000 PSI que no registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

$$H_0 : \geq 0$$

$$H_a : < 0$$

Siendo $0 = 3$

NIVEL DE SIGNIFICANCIA (α):

El nivel de riesgo seleccionado es de 0.025 para verificar la hipótesis.

SELECCIÓN DEL MODELO ESTADÍSTICO

La selección del modelo estadístico depende de las muestras que se vayan a tomar, en nuestro caso tenemos un número de muestras < 30 .

Basándonos en el número de muestras el modelo estadístico a utilizarse es la prueba t (t Student). Este método nos exige correspondencia entre las muestras, utilizamos este método para determinar si hay una diferencia significativa entre

las medias de las muestras de dos grupos, es decir que se utiliza cuando deseamos comparar dos medias y así comprobamos la hipótesis planteada.

Para el cálculo del valor de “T” se procede:

t = t Student.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Ec.4-1

Donde:

- \bar{X} = Media muestral aleatoria.
- α = nivel de significancia.
- σ = Desviación estándar.
- μ = Media poblacional.
- n = tamaño de la muestra.
- S = Varianza.

Se tomarán los datos de la tabla 4-15 para verificar la hipótesis, los valores reflejados son los obtenidos en el número de ciclos y presión de trabajo a que se probó cada válvula reparada.

Tabla 4 - 18: Número de Ciclos válvula 2-1/16” 5000 PSI

Válvula 2-1/16" 5000 PSI					
Teflón PTFE R-2					
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)			
		Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
1	4	4900	5000	5100	5000
2	3	5000	5100	5100	
3	2	4700	4200		
4	4	5200	5100	5000	5100
5	4	4900	5000	5000	5100
6	4	5100	5100	5000	5100
7	3	5200	5200	5000	
8	2	4500	4600		
9	3	5100	5200	5000	
10	1	3600			

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4-18: Continuación

11	4	5200	5200	5000	5000
12	3	5300	5000	5000	
13	2	4700	4500		
14	3	5400	5000	5000	
15	4	5100	5000	5100	5100
16	3	5000	5100	5000	
17	4	5100	5100	5000	5000
18	2	4500	4600		
19	3	5100	5000	5100	
20	4	5100	5000	5000	5100
21	3	5200	5100	5100	
22	3	5200	5200	5200	

Fuente: Carlos Vargas

REGIÓN DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Se calcula el valor de los grados de libertad (gl) para determinar la región de aceptación y rechazo, utilizando la ecuación 4-2.

$$gl = (n - 1)$$

Ec. 4-2

Tabla 4 - 19: Número de ciclos, pruebas de presión sello de teflón PTFE R-2 (color blanco hueso)

Válvula #	# de Ciclos
1	4
2	3
3	2
4	4
5	4
6	4
7	3
8	2
9	3
10	1
11	4
12	3
13	2
14	3
15	4
16	3
17	4
18	2
19	3

Fuente : Carlos Vargas

Tabla 4-19: Continuación

20	4
21	3
22	3

Fuente: Carlos Vargas

La tabla 4-19 representa la frecuencia de los ciclos obtenidos de los resultados de las pruebas de presión obtenidos en la tabla 4-18, sello de teflón PTFE R-2 (color blanco hueso), para calcular los grados de libertad (gl).

En donde:

gl = Grados de libertad.

n = Número de muestras.

Reemplazando valores en la ecuación 4-2 tenemos:

$$gl = 22 - 1$$

$$gl = 21$$

El tamaño de la muestra (n) dado, la estadística de la prueba t tiene una distribución n-1 grados de libertad (gl), con nivel de significancia (α) igual a 0.025, el valor crítico máximo y mínimo de la distribución t con 21 grados de libertad se puede tomar del anexo B-6. En la figura 4-10 se puede observar claramente estos valores críticos máximos y mínimos.

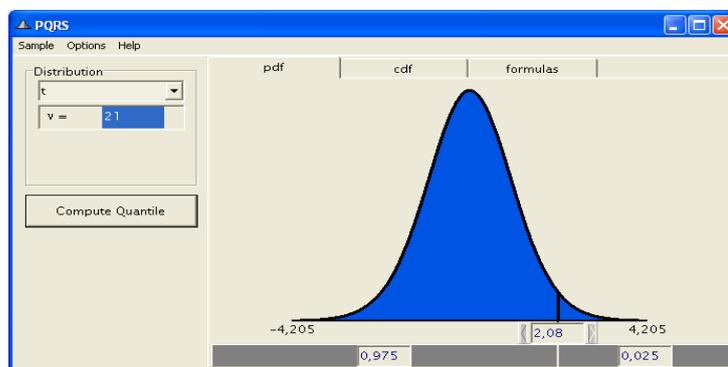


Figura 4 - 10: Verificación de hipótesis a una cola

Fuente: Carlos Vargas

De la tabla “Valores críticos de t” anexo B-6, se tiene que para 21 grados de libertad y un nivel de confianza $\alpha = 0.025$, los valores críticos son ± 2.0796 .

El criterio de decisión es:

$$H_0 \text{ si } t < -t = -2.0796$$

$$H_0 \text{ si } t > t = +2.0796$$

Remplazamos valores calculados en la ecuación 4-1 y tenemos:

$$t = 1.30$$

El valor de $t = 1.30$ se encuentra dentro de la región de aceptación se rechaza la hipótesis alterna (H_a).

Se acepta la hipótesis nula (H_0), es decirse podría usar sellos fabricados en teflón PTFE R-2 para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16” 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

4.5.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS PARA NYLON POLIAMIDA (DURALON)

Para determinar la verificación de la hipótesis para el nylon poliamida (Duralón) se procede con la misma metodología que para teflón PTFE R-2, se resume a continuación:

HIPÓTESIS NULA NYLON POLIAMIDA (DURALÓN) (H_0).

Se podría usar sellos fabricados en nylon poliamida (Duralón) para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16” 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

HIPÓTESIS ALTERNA NYLON POLIAMIDA (DURALÓN) (H_a).

Se podría usar sellos fabricados en nylon poliamida (Duralón) para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16" 5000 PSI que no registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

$$H_0: \geq 0$$

$$H_a: < 0$$

Siendo $0 = 3$

Se tomarán los datos de la tabla 4-17 para verificar la hipótesis, los valores reflejados son los obtenidos en el número de ciclos y presión de trabajo a que se probó cada válvula reparada.

Tabla 4 - 20: Número de Ciclos válvula 2-1/16" 5000 PSI

Válvula 2-1/16" 5000 PSI					
Nylon Poliamida (Duralón)					
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)			
		Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
1	3	5000	5000	5100	
2	3	5000	5100	5100	
3	1	3800			
4	4	5200	5100	5000	5000
5	3	5000	5000	5000	
6	2	3800	3400		
7	3	5200	5200	5000	
8	1	2800			
9	3	5100	5200	5100	
10	2	1600			
11	4	5200	5200	5000	5100
12	3	5300	5100	5000	
13	3	5000	5100	5200	
14	3	5400	5100	5000	
15	4	5100	5000	5000	5100
16	2	4200	4000		
17	4	5100	5100	5000	5000
18	1	3400			
19	3	5100	5000	5100	
20	3	5000	5100	5100	

Fuente: Carlos Vargas

Se calcula el valor de los grados de libertad (gl) para determinar la región de aceptación y rechazo, utilizando la ecuación 4-2.

La tabla 4-21 representa la frecuencia de los ciclos obtenidos de los resultados de las pruebas de presión obtenidos en la tabla 4-20, sello nylon poliamida (Duralón), para calcular los grados de libertad (gl).

Tabla 4 - 21: Número de ciclos, pruebas de presión sello nylon poliamida (Duralón)

Válvula #	# de Ciclos
1	3
2	3
3	1
4	4
5	3
6	2
7	3
8	1
9	3
10	2
11	4
12	3
13	3
14	3
15	4
16	2
17	4
18	1
19	3
20	3

Fuente: Carlos Vargas

Reemplazando valores en la ecuación 4-2 tenemos:

$$gl = 19$$

El tamaño de la muestra (n) dado, la estadística de la prueba t tiene una distribución n-1 grados de libertad (gl), con nivel de significancia (α) igual a 0.025, el valor crítico máximo y mínimo de la distribución t con 19 grados de libertad se puede obtener del anexo B-6.

En la figura 4-11 se puede observar claramente estos valores críticos máximos y mínimos.

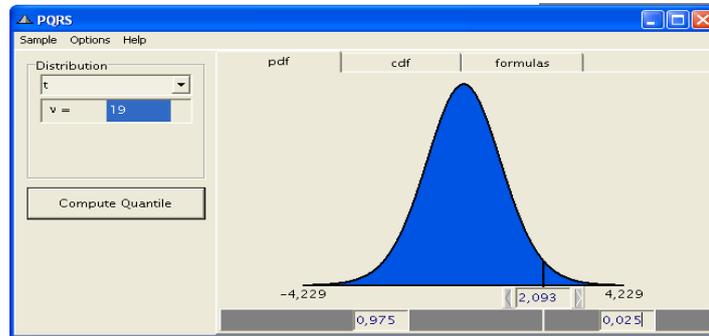


Figura 4 - 11: Verificación de hipótesis a una cola

Fuente: Carlos Vargas

De la tabla “Valores críticos de t” anexo B-6, se tiene que para 19 grados de libertad y un nivel de confianza $\alpha = 0.025$, los valores críticos son ± 2.0930 .

El criterio de decisión es:

$$H_0 \text{ si } t < -t = -2.0930$$

$$H_0 \text{ si } t > t = +2.0930$$

Remplazamos valores calculados en la ecuación 4-1 y tenemos:

$$t = -0.381$$

El valor de $t = -0.381$ se encuentra dentro de la región de aceptación se rechaza la hipótesis alterna (H_a).

Se acepta la hipótesis nula (H_0), es decirse podría usar sellos fabricados en nylon poliamida (Duralón) para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16” 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

4.5.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS PARA TEFLÓN PTFE 100%

Para determinar la verificación de la hipótesis para el teflón PTFE 100% se procede con la misma metodología que para teflón PTFE R-2, se resume a continuación:

HIPÓTESIS NULA TEFLÓN PTFE 100% (H_0).

Se podría usar sellos fabricados en teflón 100% para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16" 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

HIPÓTESIS ALTERNA TEFLÓN PTFE 100% (H_a).

Se podría usar sellos fabricados en teflón 100% para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16" 5000 PSI que no registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

$$H_0: \geq 0$$

$$H_a: < 0$$

Siendo $0 = 3$

Se tomarán los datos de la tabla 4-14 para verificar la hipótesis, los valores reflejados son los obtenidos en el número de ciclos y presión de trabajo a que se probó cada válvula reparada.

Tabla 4 - 22: Número de Ciclos válvula 2-1/16" 5000 PSI

Válvula 2-1/16" 5000 PSI					
PTFE 100%					
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)			
		Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
1	3	5000	5000	5100	5000
2	3	5100	5100	5100	
3	4	5000	5100	5100	5100
4	3	5000	5100	5000	
5	2	4700	4300		
6	3	5100	5000	5000	
7	3	5000	5200	5100	
8	4	5100	5100	5000	5100
9	1	2700			
10	2	3600	3800		
11	4	5200	5200	5000	5000
12	3	5100	5000	5000	
13	2	4600	4500		
14	4	5400	5000	5000	5200
15	4	5100	5000	5100	5100
16	4	5000	5100	5000	5000

Fuente: Carlos Vargas

Se calcula el valor de los grados de libertad (gl) para determinar la región de aceptación y rechazo, utilizando la ecuación 4-2.

La tabla 4-23 representa la frecuencia de los ciclos obtenidos de los resultados de las pruebas de presión obtenidos en la tabla 4-22, sello teflón PTFE 100%, para calcular los grados de libertad (gl).

Tabla 4 - 23: Número de ciclos, pruebas de presión sello teflón PTFE 100 %

Válvula #	# de Ciclos
1	3
2	3
3	4
4	3
5	2
6	3
7	3

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4-23: Continuación

8	4
9	1
10	2
11	4
12	3
13	2
14	4
15	4
16	4

Fuente: Carlos Vargas

Reemplazando valores en la ecuación 4-2 tenemos:

$$gl = 15$$

El tamaño de la muestra (n) dado, la estadística de la prueba t tiene una distribución n-1 grados de libertad (gl), con nivel de significancia (α) igual a 0.025, el valor crítico máximo y mínimo de la distribución t con 15 grados de libertad se puede obtener en el anexo B-6.

En la figura 4-12 se puede observar claramente estos valores críticos máximos y mínimos.

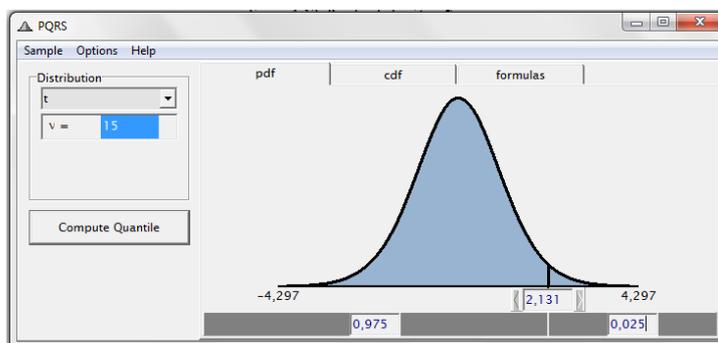


Figura 4 - 12: Verificación de hipótesis a una cola

Fuente: Carlos Vargas

De la tabla “Valores críticos de t” anexo B-6, se tiene que para 15 grados de libertad y un nivel de confianza $\alpha = 0.025$, los valores críticos son ± 2.1315 .

El criterio de decisión es:

$$H_0 \text{ si } t < -t = -2.1315$$

$$H_0 \text{ si } t > t = +2.1315$$

Remplazamos valores calculados en la ecuación 4-1 y tenemos:

$$t = 0.075$$

El valor de $t = 0.075$ se encuentra dentro de la región de aceptación se rechaza la hipótesis alterna (H_a).

Se acepta la hipótesis nula (H_0), es decirse podría usar sellos fabricados en teflón 100% para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16" 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

4.5.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS PARA TEFLÓN PTFE R-4

Para determinar la verificación de la hipótesis para el teflón PTFE R-4 se procede con la misma metodología que para teflón PTFE R-2, se resume a continuación:

HIPÓTESIS NULA TEFLÓN PTFE R-4 (H_0).

Se podría usar sellos fabricados en teflón R-4 para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16" 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

HIPÓTESIS ALTERNA TEFLÓN PTFE R-4 (H_a).

Se podría usar sellos fabricados en teflón R-4 para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16" 5000 PSI que no registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

$$H_0 : \geq 0$$

$$H_a : < 0$$

Siendo $0 = 3$

Se tomarán los datos de la tabla 4-16 para verificar la hipótesis, los valores reflejados son los obtenidos en el número de ciclos y presión de trabajo a que se probó cada válvula reparada.

Tabla 4 - 24: Número de Ciclos válvula 2-1/16" 5000 PSI

Válvula 2-1/16" 5000 PSI					
Teflón PTFE R-4					
Válvula #	# de Ciclos	Valores de Presión de la prueba de sellos de válvulas (PSI)			
		Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
1	2	3800	3200		
2	3	5000	5100	5200	
3	2	3600	3600		
4	4	5000	5100	5000	5000
5	3	5100	5000	5000	
6	2	3700	3600		
7	3	5000	5200	5000	
8	2	4000	3800		

Fuente: Carlos Vargas

Se calcula el valor de los grados de libertad (gl) para determinar la región de aceptación y rechazo, utilizando la ecuación 4-2.

La tabla 4-25 representa la frecuencia de los ciclos obtenidos de los resultados de las pruebas de presión obtenidos en la tabla 4-24, sello teflón PTFE R-4, para calcular los grados de libertad (gl).

Tabla 4 - 25: Número de ciclos, pruebas de presión sello teflón PTFE R-4

Válvula #	# de Ciclos
1	2
2	3
3	2
4	4
5	3
6	2
7	3
8	2

Fuente: Carlos Vargas

Reemplazando valores en la ecuación 4-2 tenemos:

$$gl = 7$$

El tamaño de la muestra (n) dado, la estadística de la prueba t tiene una distribución n-1 grados de libertad (gl), con nivel de significancia (α) igual a 0.025, el valor crítico máximo y mínimo de la distribución t con 7 grados de libertad se puede obtener del anexo B-6.

En la figura 4-13 se puede observar claramente estos valores críticos máximos y mínimos.

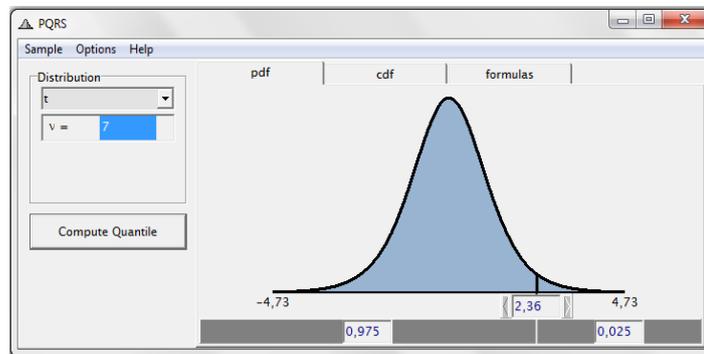


Figura 4 - 13: Verificación de hipótesis a una cola

Fuente: Carlos Vargas

De la tabla “Valores críticos de t” (anexo B-6) se tiene que para 7 grados de libertad y un nivel de confianza $\alpha = 0.025$, los valores críticos son ± 2.3646 .

El criterio de decisión es:

$$H_0 \text{ si } t < -t = -2.3646$$

$$H_0 \text{ si } t > t = +2.3646$$

Remplazamos valores calculados en la ecuación 4-1 y tenemos:

$$t = -0,3829$$

El valor de $t = -0,3829$ se encuentra dentro de la región de aceptación se rechaza la hipótesis admisible (H_a).

Se acepta la hipótesis nula (H_0), es decirse podría usar sellos fabricados en teflón R-4 para pruebas hidrostáticas en válvulas reparadas 2-1/16” 5000 PSI que si registren mínimo 3 ciclos de presurización y trabajen a presión de trabajo según lineamientos de la norma API 6A (ISO 10423).

Verificación de los resultados de la hipótesis de los 4 materiales ensayados.

Mediante los datos tabulados en la tabla 4-26 correspondientes a los materiales ensayados obtenemos la gráfica 4-11, podemos corroborar que la aceptación de la hipótesis nula (H_0) para el teflón PTFE R-2 es la más acertada, cumple con los parámetros normalizados en la norma API 6 A (ISO 10423).

Tabla 4 - 26: Número de ciclos

Material	PTFE R-2	NYLON	PTFE 100%	PTFE R-4
# De válvula	# de Ciclos en cada válvula			
1	4	3	3	2
2	3	3	3	3
3	2	1	4	2
4	4	4	3	4
5	4	3	2	3
6	4	2	3	2
7	3	3	3	3
8	2	1	4	2
9	3	3	1	
10	1	2	2	
11	4	4	4	
12	3	3	3	
13	2	3	2	
14	3	3	4	
15	4	4	4	
16	3	2	4	
17	4	4		
18	2	1		
19	3	3		
20	4	3		
21	3			
22	3			

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 4 - 27: Tendencia del número de ciclos en porcentaje

Tendencia del número de ciclos en porcentaje				
# De ciclos	PTFE R-2	NYLON	PTFE 100%	PTFE R-4
	%			
4	36.36	20	37.5	12.5
3	40.90	50	37.5	37.5
2	18.18	15	18.75	50
1	4.54	15	6.25	

Fuente: Carlos Vargas

Tomando los datos de la tabla 4-26 se procede a calcular el porcentaje de la frecuencia de repetición del número de ciclos para cada tipo de material ensayado, valores tabulados en la en la tabla 4-27.

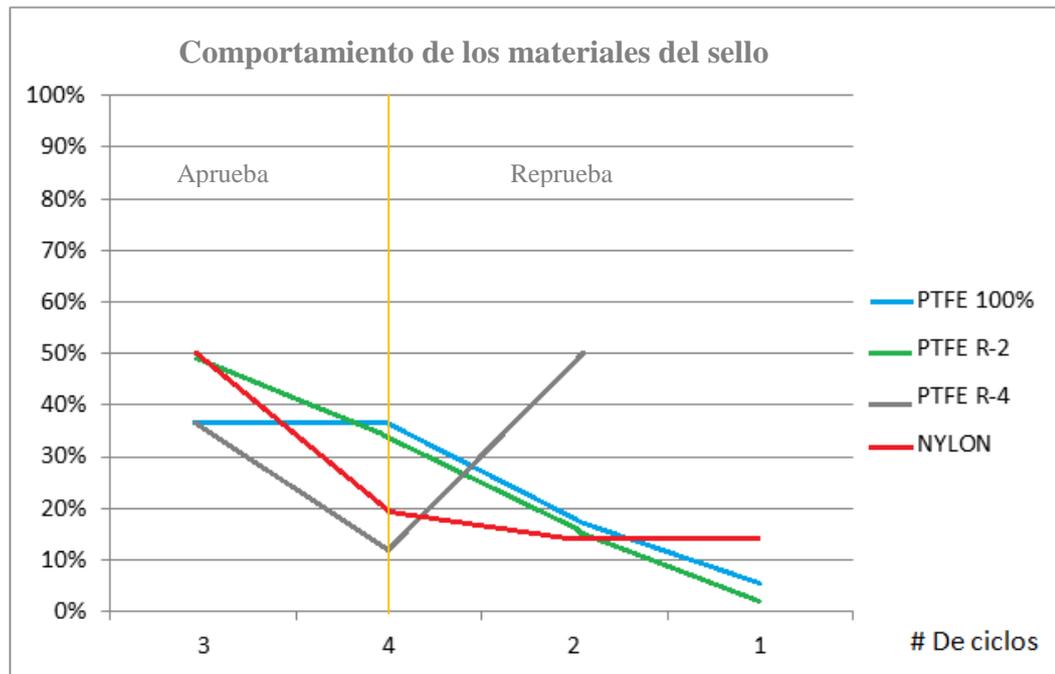


Gráfico 4 - 11: Comportamiento de los materiales del sello

Fuente: Carlos Vargas

La gráfica 4-11 representa el comportamiento de los materiales en porcentaje respecto al número de ciclos que son sometidos en cada prueba, sumando el porcentaje de la repetitividad de los ciclos 3 y 4 del material PTFE R-2 nos da un total de 77.26 % siendo este el porcentaje más alto obtenido entre los materiales para la fabricación de sellos de asientos de válvulas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 1.-** En la verificación de la hipótesis se consideró los valores tabulados del número de ciclo, para cada una de las válvulas 2-1/16" 5000 PSI ensayadas, utilizando diferentes materiales en la fabricación de sellos de asientos de válvulas, PTFE 100%, PTFE R-2, PTFRE R-4 y nylon poliamida, determinando que los cuatro materiales se puede utilizar como material de reposición en sellos de asientos de válvulas.
- 2.-** El número de ciclos influye directamente en la verificación de válvulas 2-1/16" 5000 PSI reparadas, esto se debe a las especificaciones de la norma API 6 A (ISO 10423) que establece un mínimo de 3 ciclos a 3 minutos mínimo de tiempo de presurización para certificar la reparación de la misma.
- 3.-** Al analizar los datos de la tabla 4-2 se determina como daño principal y recurrente en válvulas de diferentes medidas nominales el sello del asiento de válvula, causa por la cual la válvula presenta fuga de fluido de prueba por su sello y no cumple los parámetros de la norma API 6 A (ISO 10423).
- 4.-** Los valores de referencia de presión fueron establecidos según el valor de la presión de trabajo del elemento de prueba, otros valores de acuerdo a las normas pertinentes.
- 5.-** En el caso del teflón PTFE R-2 según la gráfica 4-4 se puede observar claramente que cumple con el mayor número de ciclos debido a su resistencia a los ensayos de prueba de presión hidrostática, razón por la cual se define como el

material que mejores características proporciona para la reposición de sellos de asientos de válvulas.

6.- Los resultados muestran que se debe dar mucha importancia a que el diseño de un equipo de pruebas alcance la presión de trabajo del elemento de prueba, y que sea fácil de operar.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1.-** Realizar el estudio de la resistencia a fricción del teflón PTFE R-2.
- 2.-** Realizar el estudio más detallado para la selección adecuada del fluido de prueba, tomando en cuenta las características del elemento a ser probado.
- 3.-** Determinar la influencia de la temperatura del fluido de prueba y la temperatura ambiente al momento de realizar las pruebas de presión en válvulas, parámetros que no se tomaron en cuenta en este trabajo.
- 4.-** Registrar adecuadamente los datos de la prueba, presión de trabajo, número de ciclos, tiempo de presurización.
- 5.-** Verificar la presión de trabajo de cada válvula a ensayar antes de realizar cualquier acción que afecte la integridad del operario como la del elemento.
- 6.-** Dimensionar correctamente el alojamiento de los sellos en los asientos de válvulas de 2-1/16" 5000 PSI para que el alto del sello sea correcto con respecto a la cara de la compuerta.
- 7.-** Verificar las zonas de sellado, compuerta y sello, en busca de agentes extraños que puedan causar daños al manipular el sistema de cierre y apertura de la válvula produciendo fugas del fluido de prueba.
- 8.-** Por la naturaleza y complejidad de las pruebas de presión hidrostática se recomienda diseñar un equipo de pruebas certificado por un ente externo a la empresa.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA BRIDADA PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS REPARADAS EN LA EMPRESA MISSION PETROLEUM S.A.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Todo elemento fabricado para el manejo y transporte de crudo, para aseverar su funcionamiento adecuado, por lo general debe ser sometido a diferentes pruebas según la normativa que la rija, API-598, API 6 D, API 6 A. Generalmente estas pruebas son hidrostáticas y se ejecutan en un equipo, el mismo que se encarga de realizar las pruebas, cuyos procesos principales son:

Apriete: Asegurar el elemento en la posición adecuada.

Llenado: Llenar la válvula con el fluido de prueba hasta el tope.

Presurización: Llevar el fluido de prueba hasta la presión de trabajo o de prueba.

Verificación: Comprobar visualmente, o por un instrumento de medición el comportamiento esperado de la válvula según la normativa.

Despresurización: Dejar escapar el fluido de prueba, vaciar la válvula.

Finalización: Desmontar el elemento.

La frecuencia de la prueba hidrostática a presión de trabajo debe ser, número de ciclos ≥ 3 con un tiempo mínimo en minutos = 3.

El procedimiento de pruebas de presión hidrostática para válvulas de compuerta bridada según la norma API 6 A (ISO 10423) consiste en realizar pruebas de presurización, llevando a la válvula a un accionamiento mecánico de cierre y apertura de su compuerta en un número de ciclos detallados anteriormente al tiempo mínimo ya definido.

El equipo se lo conoce en las empresas relacionadas con pruebas de presión como banco de pruebas hidrostáticas representado en la figura 6-1, la principal característica de este equipo es que cumple con los requisitos de sujeción como se especifica en el API-598.

Este sistema permite al operador realizar ensayos con fluido de prueba en el mismo dispositivo de sujeción y consola de control como muestra la figura 6-2.



Figura 6 - 1: Banco de pruebas hidrostático
Fuente: Tomado del catálogo digital Calder Testers



Figura 6 - 2: Consola de control y banco de pruebas hidrostático
Fuente: Tomado del catálogo digital Calder Testers

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El desarrollo de la empresa Mission Petroleum S.A. y la constante certificación de la misma con normas técnicas referentes al sector petrolero son indispensables para la validación de equipos, válvulas de compuerta, reparados en la empresa. Previa investigación al usar sellos de Teflón en pruebas de presión hidrostática a presión de trabajo en válvulas de compuerta de 2-1/16" 5000 PSI se encontró resultados como: mejores propiedades mecánicas, mayor durabilidad, bajos costos, y comercialmente más utilizados.

Al verificar información en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato en la ciudad de Ambato se determinó que no existen proyectos de investigación destinados al mejoramiento y desarrollo de pruebas de presión hidrostática en equipos reparados para el sector petrolero, por lo que es imperioso realizar el diseño de un equipo de pruebas para verificar el cambio de sellos en válvulas de compuerta.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Es de gran utilidad este tipo de aplicaciones en el sector petrolero ya que el equipo utilizado para la verificación de válvulas reparadas en los talleres de la empresa Mission Petroleum S.A. debe ser capaz de validar los procesos normados al utilizar sellos de teflón PTFE R-2.

De tal manera prioriza validar las válvulas reparados bajo la norma API 6 A (ISO 10423), evitando retrasos costosos en las operaciones de extracción del crudo buscando menor tiempo de entrega y mayor agilidad en los procesos de reparación, utilizando materiales con mejores propiedades mecánicas, alargando la durabilidad, mejorando la dureza.

Los resultados de las tomas de datos y sus tabulaciones nos permitirán conocer y evaluar la posibilidad de plantear el uso de teflón PTFE R-2 para futuras reparaciones de válvulas de compuerta 2-1/16" 5000 PSI en la empresa Mission Petroleum S.A., garantizando mediante pruebas de presión su correcto funcionamiento.

Adicionalmente al contar con un material que satisface los parámetros de prueba y un equipo de pruebas de presión ajustado a las normas garantizarán el desarrollo del sector de servicios petroleros en el Ecuador, minimizando costos y tiempos de entregas.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un banco de pruebas hidrostática para evaluar válvulas de compuerta bridada reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mencionamos los siguientes:

- Determinar los parámetros que influyen en el diseño de un banco de pruebas hidrostática para válvulas de compuerta bridada.
- Determinar la forma constitutiva y funcionamiento del banco para que cumpla con las funciones señaladas, de acuerdo a la norma API 6 A (ISO 10423).
- Diseñar los elementos que componen el banco de pruebas hidrostática para válvulas de compuerta bridada.
- Seleccionar el material adecuado para las partes constitutivas del banco de pruebas hidrostática para válvulas de compuerta bridadas.
- Elaborar planos del banco de pruebas.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El diseño de un banco de pruebas hidrostáticas para válvulas de compuerta bridada, es absolutamente factible, el proyecto se encuentra debidamente documentado y fundamentado, los elementos constitutivos tienen que ser importados, los materiales se consiguen fácilmente en el mercado nacional y el costo representa un rubro alto que es sustentado si se dispusiera la construcción por la empresa Mission Petroleum S.A.

Mission Petroleum S.A. Asume el compromiso de suministrar productos y servicios de calidad, con un estilo innovador y creativo de gestión enfocándose en sus clientes, la responsabilidad social y ejercer sus actividades de manera ética cumpliendo con estándares de producción nacional e internacional.

6.5.1 FACTIBILIDAD TECNOLÓGICA

Se ha determinado, que el diseño de un banco de pruebas de presión hidrostática para evaluar el correcto funcionamiento de válvulas de compuerta reparadas en la empresa Mission Petroleum S.A. es el principal equipo, normalizado, que se debe implementar para realizar procedimientos y tomar datos validando así las pruebas de presión hidrostática realizadas en la empresa.

6.5.2 FACTIBILIDAD AMBIENTAL

Practicando la política ambiental de la empresa, es muy importante que los fluidos de prueba sean reutilizables, el diseño permite este objetivo, reutilizar el fluido de prueba creando un circuito donde las pérdidas o fugas son mínimas.

Además el diseño es flexible para utilizar con diferentes tamaños nominales de válvulas optimizando el recurso agua como fluido de prueba.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

La propuesta se sustenta en la información del capítulo II que tiene una relación directa con el Marco Teórico, sin embargo las pruebas realizadas en el capítulo IV definen el medio por el cual se realizan pruebas de presión.

La propuesta se ha realizado según los siguientes parámetros de diseño:

6.6.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Se debe tener en cuenta los siguientes parámetros definidos en la norma API 6 A (ISO 10423) y se complementa con la norma API estándar 598:

Tabla 6 - 1: Especificaciones del equipo

Equipo para Pruebas Hidrostáticas de Válvulas de compuerta	
Empresa	Mission Petroleum S.A.
Diseñador	Carlos Vargas
ESPECIFICACIONES	
Concepto	Descripción
Función	Equipo para realizar pruebas hidrostáticas a válvulas de compuerta 2-1/16" 5000 PSI
	La presión de prueba debe poder seleccionada y mantenida el tiempo necesario de prueba según se necesite.
	Las pruebas deberán realizarse en tres diferentes posiciones: horizontal y vertical que son las posiciones de funcionamiento normal del elemento.
Dimensiones	El espacio del equipo a ocupar no debe ser mayor a 5 m
	Las válvulas de compuerta a probarse serán de 2-1/16" 5000 PSI
Movimientos	El mecanismo de fijación del equipo deberá, fijar al elemento de manera perpendicular a las caras de los agujeros del elemento a probar.
Fuerzas	La fuerza de cierre aplicada a los elementos a ser probados debe ser suficiente como no permitir que la presión de prueba al elemento haga ceder el mecanismo de cierre del equipo de pruebas de presión.
	La presión del fluido de prueba debe alcanzar al menos 8000 PSI de presión para realizar las prueba. (Norma API 6 A ISO 10423).
Operación	El equipo debe ser operado por el menor número de obreros posible.
Control	Panel de control del equipo con las funciones que se haya determinado (presión fluido de prueba, presión del aire y registro).
Energía	Aire comprimido.
Montaje	De preferencia ninguno o sencillo al instalarse y al variar de elemento de prueba.
Mantenimiento	Sencillo y sus partes desmontables.
	Repuestos de fácil obtención.
Costos	Costo de fabricación menor a 15000 USD

Fuente: Carlos Vargas

6.6.1.1 Especificaciones Técnicas del Equipo

La definición del equipo se establece según las especificaciones, que constituye la guía y referencia para el desarrollo y diseño, los cuales son tabulados en la tabla 6-1.

6.6.1.2 Números de ciclos mínimos para validar la prueba²²

Según la norma API 6 A (ISO 10423) establece como ≥ 3 el número de ciclos para certificar el procedimiento de prueba de presión a válvulas reparadas.

6.6.1.3 Fluido de prueba²³

Para la prueba del cuerpo, el cierre de alta presión, y la prueba de contracierre, el fluido de la prueba será el aire atmosférico, gas inerte, el querosén, agua, o un líquido no corrosivo con una viscosidad no mayor a la del agua. La temperatura de prueba en el fluido no excederá 125° F (52° C).

El agua usada para cualquier prueba puede contener aceite soluble en agua, o un inhibidor de óxido. Cuando el comprador lo especifique, el agua contendrá un agente líquido. Al probar válvulas de acero inoxidable AISI²⁴ Tipo 300, deberá evitarse el uso de agua con alto contenido de cloruros.

6.6.1.4 Junta anular

La junta anular nos permite sellar entre la cara de la brida de la válvula a prueba y la cara de la brida acanalada del banco de pruebas como podemos observar en la figura 6-3, son de estilo estándar se fabrican de acuerdo a las norma API 6A como ASME B16.20.

²² Norma API 6 A (ISO 10423), Anexo B-17

²³ Norma API Estándar 598, <http://es.scribd.com/doc/11547251/norma-598-traducida>

²⁴El Instituto Americano para el Hierro y el Acero. 1000 16 th. N.W., Washington. D.C.20036

Disponibles en configuraciones ovales y octagonales, ambas configuraciones podemos utilizar para nuestra brida acanalada de 2-1/16" 5000 PSI.

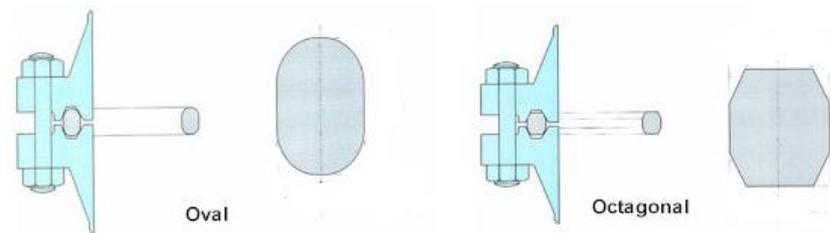


Figura 6 - 3: Ring Gaskets (Junta Anular)

Fuente: Catálogo DANLOC <http://www.danloc.com/products/style-r/>

6.6.1.5 Circuito característico para accionar la bomba hidráulica accionada por aire para pruebas hidrostáticas

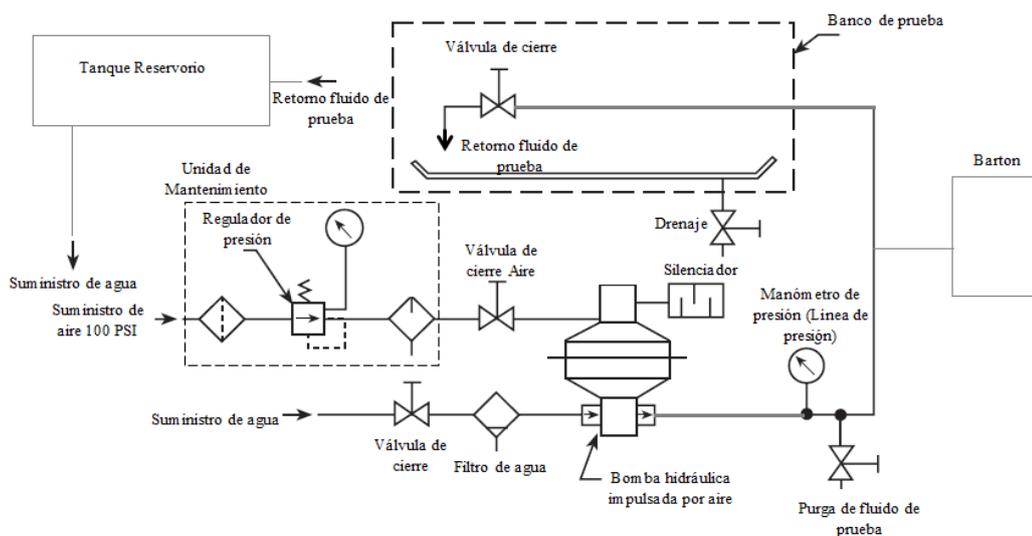


Figura 6 - 4: Circuito característico bomba hidráulica accionada por aire

Fuente: Carlos Vargas

En la figura 6-4 podemos establecer el accionamiento de la bomba hidráulica basados en el circuito descrito en el anexo C-4 figura (b), la misma que necesita el constante suministro de aire a 100 PSI obtenido de la red instalada en los talleres de la empresa Misión Petroleum S.A. y fluido de prueba, agua y aceite soluble.

La bomba hidráulica marca Sprague desarrolla altas presiones de salida por la aplicación del principio de áreas diferenciales.

La bomba tiene un gran pistón (Air Drive Pistón), accionado por aire a baja presión (Air Supply Port). Este conduce aire a un pistón pequeño (Liquid Pistón) que a su vez bombea fluido de prueba a altas presiones (Liquid Flow) figura 6-5.

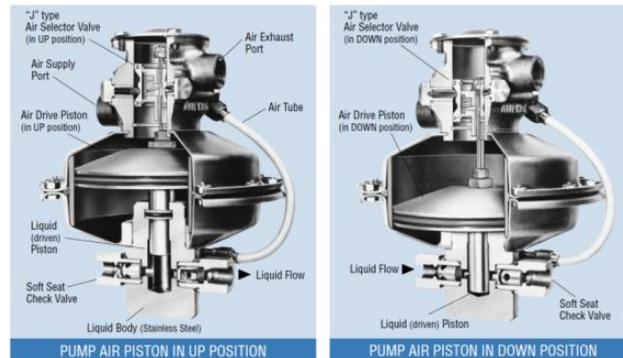


Figura 6 - 5: Esquema Bomba hidráulica

Fuente: Catalogo Sprague Products

6.6.2 FUNCIONAMIENTO DEL BANCO

La figura 6-6 nos muestra el esquemático del equipo para que cumpla con las funciones especificadas en la norma API 6 A.

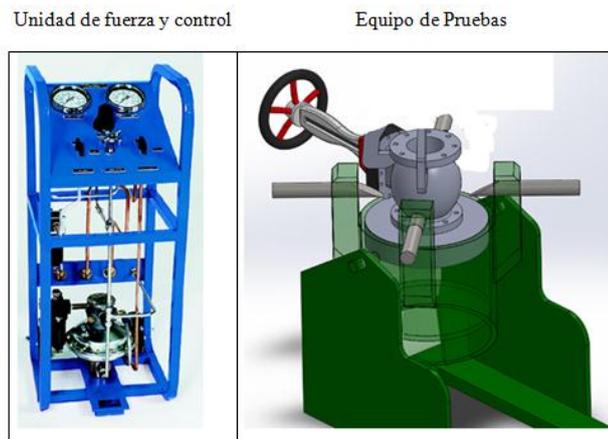


Figura 6 - 6: Unidad de fuerza y banco de pruebas hidrostáticas

Fuente: Carlos Vargas

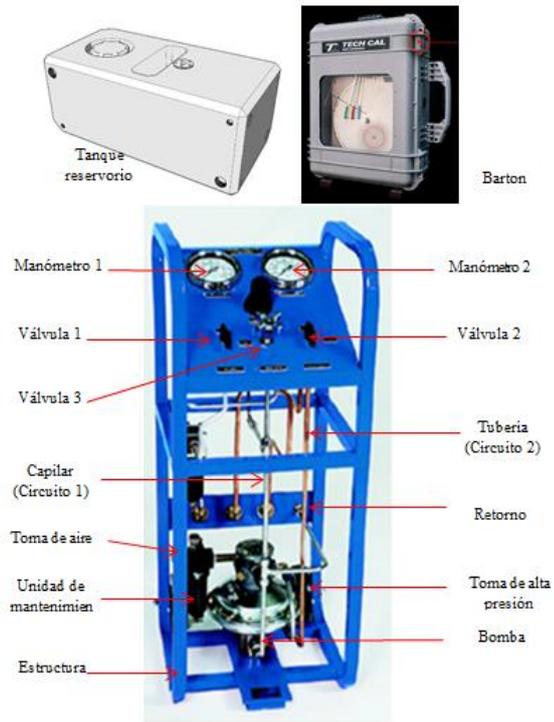


Figura 6 - 7: Unidad de fuerza accionada por aire

Fuente: Catalogo Sprague Products

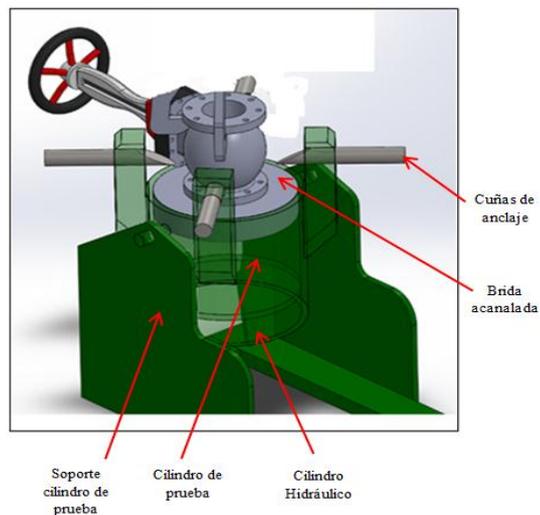


Figura 6 - 8: Estructura banco de pruebas hidrostático

Fuente: Carlos Vargas

La unidad de fuerza contiene el panel de control, bomba hidráulica, circuitos de fluido de prueba de alta y baja presión, toma de aire y acoples de alta presión,

además en su estructura se acoplan: elemento de registro carta Barton y tanque reservorio como muestra la figura 6-7.

La válvula se acopla sobre la brida acanala como muestra la figura 6-8 posteriormente se procede a ejercer una fuerza mediante el cilindro hidráulico; una vez cerrado no debe existir la posibilidad de que la fuerza interna libere a la válvula.

Una vez asegurado el elemento en el equipo, a una señal del operario el elemento empezará a llenarse de fluido de prueba hasta que se elimine el aire presente en el mismo.

Se verifica la conexión de la línea de suministro de aire a la unidad de mantenimiento, verificamos el nivel de fluido de prueba sea el óptimo en el tanque reservorio, verificamos las líneas de alta presión estén correctamente acopladas entre la unidad de fuerza y el banco de pruebas hidrostáticas.

Operamos la unidad de fuerza de la siguiente manera figura 6-7. Abrimos la válvula número 1 dejamos pasar aire al sistema, cerramos la válvula 2 que corta el paso de fluido de prueba a la línea de retorno, accionamos la válvula 3 con la cual se pone en marcha la bomba hidráulica de acuerdo al circuito detallado en la figura 6-4, presurizando la línea de alta presión (circuito 1). Una vez que el aire sea eliminado se procede a elevar la presión hasta que la norma lo determine según la prueba que se esté realizando.

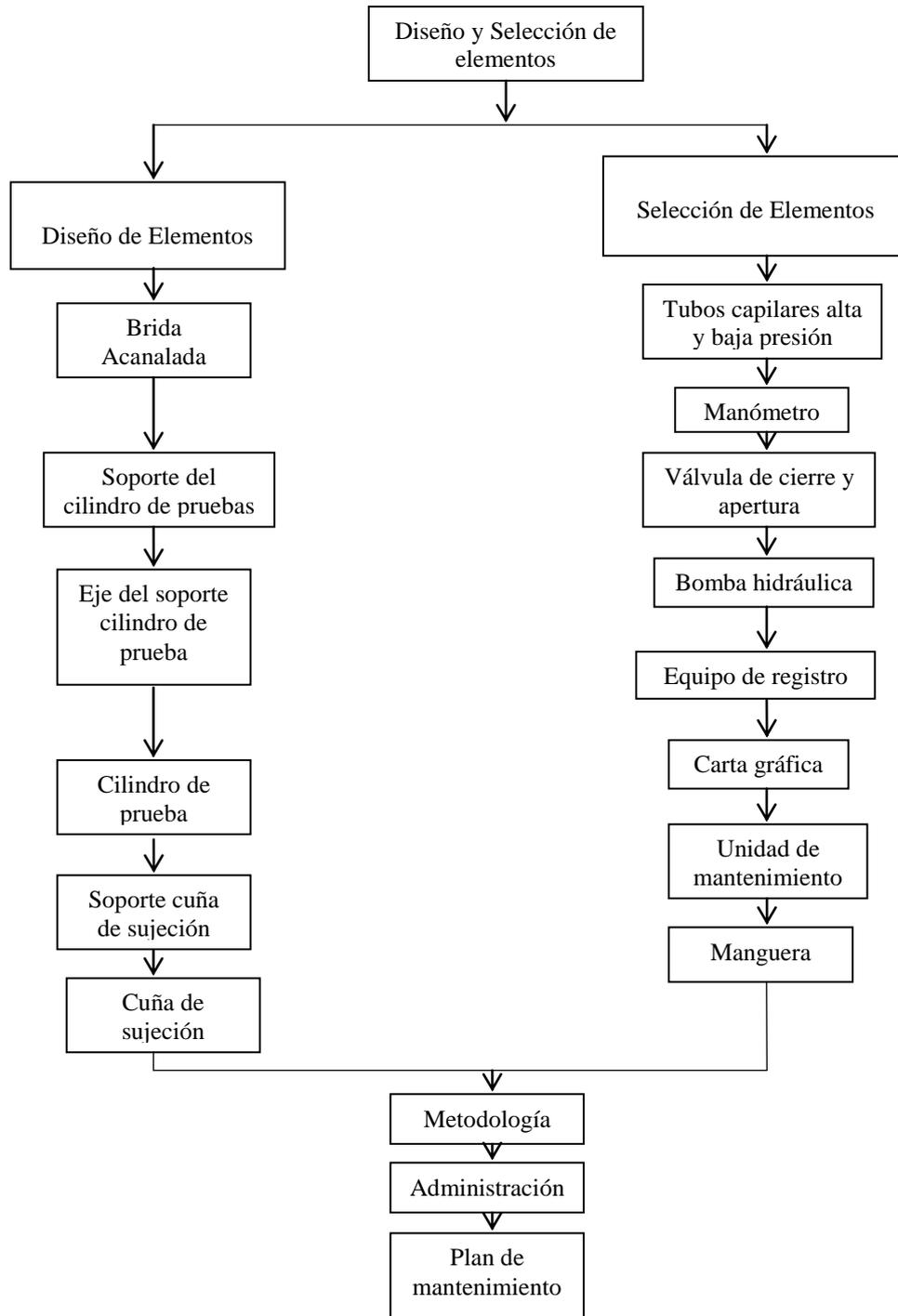
Una vez culminado el proceso de prueba abrimos la válvula 2 la misma que despresuriza el sistema y procedemos a retirar el elemento de prueba.

6.6.3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS

Bajo el mismo criterio de selección, basados en los requerimientos normalizados y características del equipo de prueba hidrostática, manifestado ampliamente en la sección 6.6.1, se seleccionan los siguientes elementos:

- Tubos capilares de alta y baja presión.
- Manómetro.

- Válvulas de cierre.
- Bomba hidráulica accionada por aire.



Flujograma 6 -1: Diseño y selección de Mecánica de elementos

Fuente: Carlos Vargas

6.6.3.1 Selección del tubo capilar (Hig Pressure Tubing)

El tubo capilar es uno de los dispositivos de expansión más utilizados en los circuitos hidráulicos que trabajan en conducción de altas presiones. Empleado en todas las aplicaciones de tipo comercial. Es de fácil montaje, económico y está exento de averías.

Tubo capilar Circuito 1.

La figura 6-7 detalla la utilización de tubos para alta presión, fluidos corrosivos y manejo de altas presiones determinan la selección del catálogo HIP²⁵.

De la tabla 6-2 seleccionamos tubo: 1/8" x 22 feet Presión de trabajo 15000 PSI material 316 SS, identificación en catalogo 15 – 9 A2.

Tabla 6 - 2: Tubo capilar para alta presión

	Tubing Size	Working Pressure psi	Type of Connection Used	Material	Catalog Order Number
1/16"	1/16" O.D. x 0.006" I.D.	15,000	1/16" TAPER SEAL (AF1)	316 SS	15-9A1-006
	1/16" O.D. x 0.030" I.D.				15-9A1-030
1/8"	1/8" O.D. x 0.060" I.D.	15,000	1/8" TAPER SEAL (AF2)	316 SS	15-9A2
1/4"	1/4" O.D. x 1/4" I.D.	10,000	1/4" TAPER SEAL (AF4)	316 SS	10-9A4-316
				304 SS	10-9A4-304
3/8"	3/8" O.D. x 1/4" I.D.	10,000	3/8" TAPER SEAL (AF6)	316 SS	10-9A6-316
				304 SS	10-9A6-304

Fuente: Catalogo HIP, <http://www.highpressure.com/>

Selección del tubo capilar circuito 2 drenaje fluido de prueba.

La figura 6-7 detalla la utilización de tubos para baja presión.

²⁵ Catálogo HIP, <http://www.highpressure.com/>

Fluidos corrosivos y manejo de bajas presiones determinan la selección del catálogo HIP.

De la tabla 6-3 seleccionamos tubo: 3/8" x 22 feet. Presión de trabajo 10000 PSI material 316 SS, identificación en catalogo 10-9 A6-316.

Tabla 6 - 3: Tabla tubo capilar alta presión

	Tubing Size	Working Pressure psi	Type of Connection Used	Material	Catalog Order Number
1/16"	1/16" O.D. x 0.006" I.D.	15,000	1/16" TAPER SEAL (AF1)	316 SS	15-9A1-006
	1/16" O.D. x 0.030" I.D.				15-9A1-030
1/8"	1/8" O.D. x 0.060" I.D.	15,000	1/8" TAPER SEAL (AF2)	316 SS	15-9A2
1/4"	1/4" O.D. x 1/4" I.D.	10,000	1/4" TAPER SEAL (AF4)	316 SS	10-9A4-316
				304 SS	10-9A4-304
3/8"	3/8" O.D. x 1/4" I.D.	10,000	3/8" TAPER SEAL (AF6)	316 SS	10-9A6-316
				304 SS	10-9A6-304

Fuente: Catalogo HIP, <http://www.highpressure.com/>

6.6.3.2 Selección manómetro

Se considera para la selección correcta de acuerdo a las necesidades del equipo el tamaño de la carátula, conexión, estabilizador líquido, rango de lectura, fluido y apreciación. Del catálogo de la marca WIKA²⁶.

De la tabla 6-4 se seleccionó: Bourdon tube pressure gauge modelo 232.34.

Tabla 6 - 4: Dimensiones estándar manómetro Wika

NS	Dimensions in mm													Weight in kg		
	a	b ₁	b ₂	D	d ₁	d ₂	d ₃	f	G	h ± 1	s ₁	b ₂	SW	Model 232.34	Model 233.34	
4 1/2"	40	84	120	128	136.5	148	6.3	28.5	1/2 NPT	103	12.5	25	22	0.91	1.36	

Standard process connection with tapered thread 1/2 NPT, others available on request.

Fuente: WIKA Data Sheet PM 02.10, Mechanical Pressure Measurement

²⁶ Catálogo WIKA, www.wika.de

6.6.3.3 Selección válvulas de cierre²⁷

Se establece la necesidad de seleccionar válvulas de cierre resistentes a fluidos corrosivos, de fácil apertura y cierre, condiciones de instalación.

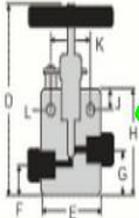
Válvula de dos vías rectas.

Se seleccionó del catálogo HIP tabla 6-5.

Válvula de dos vías rectas numero en catalogo 15-11AF2.

Tabla 6 - 5: Válvula de dos vías rectas

Two Way Straight Valves



Tubing	Catalog No.	psi	Connection	Orifice	D	E	F	G	H	J	K	L	Thickness
1/4" O.D.	15-11AF1	15,000	AF1	0.052"	2 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1/2"	3/4"	1 1/2"	1/2"
1/2" O.D.	15-11AF2	15,000	AF2	1/8"	3 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1/2"
1/2" O.D.	10-11AF4	10,000	AF4	1/8"	4 1/2"	2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1"
3/8" O.D.	10-11AF6	10,000	AF6	1/8"	4 1/2"	2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1"

Fuente: Catálogo HIP, <http://www.highpressure.com/>

Válvula de dos vías en ángulo.

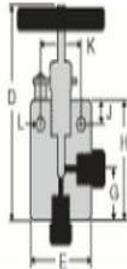
Se seleccionó del catálogo HIP tabla 6-6.

Válvula de dos vías en ángulo numero en catalogo 15-12AF2.

²⁷ Catálogo HIP, <http://www.highpressure.com/>

Tabla 6 - 6: Válvula de dos vías en ángulo

Two Way Angle Valves



Tubing	Catalog No.	psi	Connection	Orifice	D	E	F	G	H	J	K	L	Thickness
1/4" O.D.	15-12AF1	15,000	AF1	0.052	2 1/2"	1 1/2"	-	1 1/2"	1 1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/8"
1/2" O.D.	15-12AF2	15,000	AF2	1/8"	3 1/2"	1 1/2"	-	1 1/2"	1 1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/8"
1/2" O.D.	10-12AF4	10,000	AF4	1/8"	5 1/2"	2"	-	1 1/2"	2 1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1"
3/4" O.D.	10-12AF6	10,000	AF6	1/8"	5 1/2"	2"	-	1 1/2"	2 1/2"	1/2"	1 1/2"	1/2"	1"

Fuente: Catalogo HIP, <http://www.highpressure.com/>

6.6.3.4 Selección bomba hidráulica accionada por aire

La selección de la bomba se rige necesariamente bajo dos parámetros: Presión de trabajo requerida y fluido de prueba. Una vez definido las características se procede a seleccionar la bomba de la tabla 6-7, catálogo Sprague Products²⁸.

Bomba modelo S-216-JN-150 Pump.

Tabla 6 - 7: Selección bomba

Pump Model No.	Reference Number	Maximum Output - See Note bar		Driving Air	Port Threads Liquid		Actual Weight		Shipping Weight	
		psi	bar		Inlet	Outlet	lbs.-oz.	kg	lbs.-oz.	kg
S-216-JR-125 S-216-JNR-125	90612-01001 91613-01001	12500	862	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-L-150 S-216-JN-150	77985-31001 89842-71001	16,000	1103	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-150 S-216-JNR-150	91612-71001 91613-71001	16,000	1103	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-200 S-216-JN-200	77985-41001 89842-81001	23,750	1637	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-200 S-216-JNR-200	91612-81001 91613-81001	23,750	1637	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-300 S-216-JN-300	77985-51001 89842-91001	33,500	2310	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-300 S-216-JNR-300	91612-91001 91613-91001	33,500	2310	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	20-8	9.3	23-8	10.7

NOTE: -125 ratios also offered with 3/8 NPT liquid connections for working pressures under 10,000 psi.

NOTE: Pump maximum output pressure is based on 100 psi (6.9 bar) driving air pressure.

Fuente: Catálogo, Sprague Products

²⁸Catálogo Sprague Products: <http://sprague.cwfc.com/Products/spokes/S216.htm>

6.6.3.5 Selección equipo de registro

Esencialmente, el registrador de presión debe convertir señales mecánicas, provenientes de la unidad de presión, en un registro visual sobre una carta gráfica. Esta carta indica parámetros específicos de la operación del sistema.

Para la selección de nuestro equipo debe cumplir con las siguientes características:

- Caja metálica.
- Unidad de presión diferencial.
- Mecanismo de registro.
- Mecanismo de relojería.

El equipo que cumple con estas características en el mercado se seleccionó de la marca TECHCAL RECORDERS.²⁹

Número de modelo 1S500.

6.6.3.6 Selección del método de lectura o interpretación y carta gráfica

Debe cumplir con los siguientes parámetros:

- Forma circular, tienen impresos círculos concéntricos y radios.
- Círculos concéntricos marcados los valores de la presión.
- Los radios deben marcar el tiempo en horas o minutos.
- El intervalo de los círculos concéntricos deben marcar hasta una presión de 10000 PSI.
- El intervalo de los radios deben marcar un total de 60min en 360°.

Se selecciona la carta gráfica con Cédula Barton. Con los parámetros definidos la carta gráfica se seleccionó de los suministros de la empresa TECHCAL RECORDERS, control gráfico.

²⁹Catálogo TECHCAL, <http://www.techcal.com/>

6.6.3.7 Selección unidad de mantenimiento

Para la selección de la unidad de mantenimiento se considera el fluido a usar para nuestro caso es aire comprimido. Otras características a considerar son:

- Conexión 1/4" NPT.
- Presión de regulación 7 a 120 PSI.
- Presión de entrada 100 PSI.

Del catálogo MINDMAN³⁰ se seleccionó la unidad de mantenimiento para aire referencia MACT300-8 A.

6.6.3.8 Selección mangueras³¹

Definimos especificaciones técnicas de acuerdo a las necesidades del proyecto:

- Presión de trabajo: 10000 PSI.
- Conexiones 1/4".
- Uso: transporte de emulsiones de agua y aceite.
- Temperatura de trabajo: resiste temperaturas entre -40° y +100° C máximo y en lapsos cortos de hasta 125° C.
- Material tubo interior: De caucho sintético resistente a los aceites.
- Refuerzo: Dos mallas trenzadas de alambre de acero endurecida y templado.
- Cubierta: Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie.
- Elongación o estiramiento entre un 2% a 4% de su longitud inicial, por lo que se recomienda dejarlos de un largo apropiado.
- Radio de curvatura lo más amplio posible, con el fin de evitar el colapso o restricción del fluido.

Manguera hidráulica fabricada bajo Norma DIN 20022-2SN³².

³⁰ Catálogo en línea Vía Industrial, <http://www.viaindustrial.com.ec/producto.asp?codigo=271803>

³¹Secosa catálogo digital: <http://www.secosacr.com/>

Tabla 6 - 8: Mangueras de alta presión

DIN 20022 2SN / EN 853 2SN



Meets or exceeds requirement of DIN 20022 2SN / EN 853 2SN and exceeds SAE 100 R2AT.

Tube: Oil resistant synthetic rubber.

Reinforcement: Two high tensile steel wire braids.

Cover: Abrasion and weather synthetic rubber.

Temperature range: -40°C to +100°C (-40°F to +212°F).

Hose ID		Hose OD	Working Pressure		Burst Pressure		Minimum Bend Radius	Weight
inch	mm	mm	Bar	Psi	Bar	Psi	mm	Kg/m
3/16	4.8	13.4	415	6020	1660	24080	90	0.31
1/4	6.4	15.0	400	5800	1600	23200	100	0.33
5/16	7.9	16.6	360	5220	1440	20880	115	0.39
3/8	9.5	19.0	330	4800	1320	19140	130	0.50
1/2	12.7	22.2	275	4000	1100	15960	180	0.59
5/8	15.9	25.4	250	3625	1000	14500	200	0.71
3/4	19.0	29.3	215	3120	860	12480	240	0.86
1	25.4	38.0	165	2400	660	9600	300	1.28
1-1/4	31.8	48.3	125	1810	500	7240	420	2.02
1-1/2	38.1	54.6	90	1300	360	5200	500	2.23
2	50.8	67.3	80	1160	320	4640	630	2.85

Fuente: Tomado de hydraulic-hose

Del catálogo Chiriboga & Jara, línea hidráulica seleccionamos:

Manguera de alta presión TXA2D marca RYCO.



DIEHARD TXA2D

Cumple o excede los requerimientos de SAE 100R2AT, AS 3791 100R2AT, BC5 174, DIN 20022 - 2SN, EN 853 Tipo 2SN, ISO 1436 Tipo R2AT y 2SN.
Certificaciones: ABS, DNV, GL, LR, MED, USCG (chic.para.vrj)

Figura 6 - 9: Mangueras de alta presión

Fuente: Catálogo en línea Chiriboga y Jara

6.6.3.9 Diseño brida acanalada

El diseño del elemento brida acanalada para pruebas de presión figura 6-10 está basado en parámetros de diseño para bridas establecidos en la norma API 6 A

³²Rubber Corp, Hydraulic hose division:
http://www.hydraulicchase.com.cn/1/din_20022_2sn__en_853_2sn.htm

(ISO 10423), Sección 4 que define métodos de diseño, material, condiciones de servicios y Sección 5 que define material a usar.

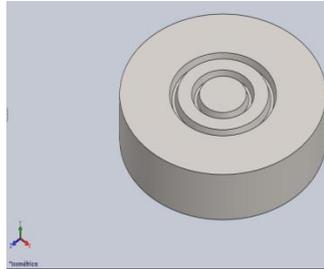


Figura 6 - 10: Brida acanalada

Fuente: Carlos Vargas

La medida nominal que usaremos para nuestro diseño es 4-1/16" 5000 PSI, basándonos en la figura 6-11 seleccionamos de la tabla 6-9:

Diámetro = 12.25" (12-1/4") (311.15mm)

Altura = 2.44" (2-7/16") (61.976mm)

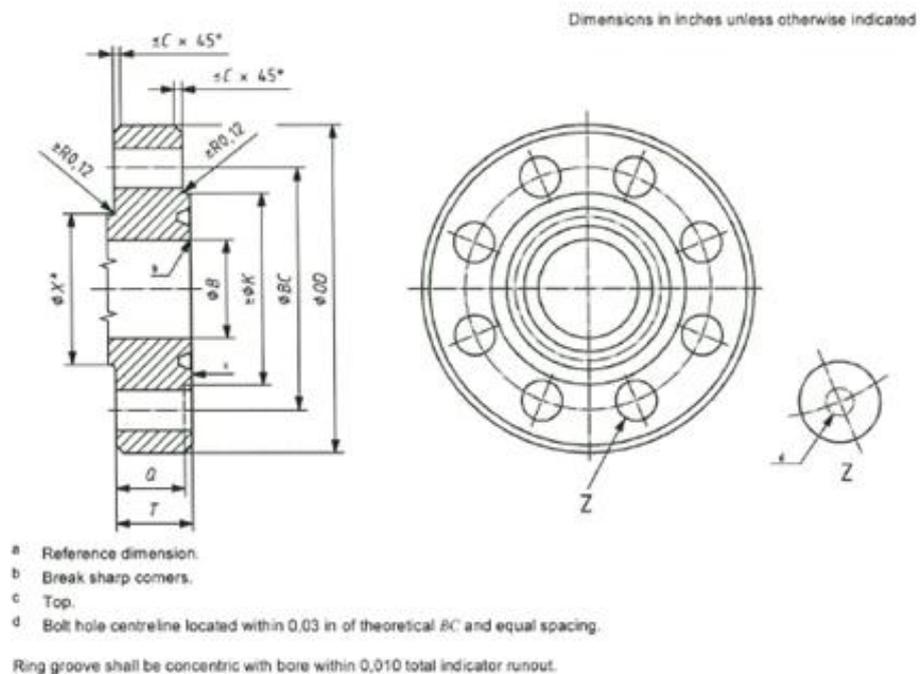


Figura 6 - 11: Brida para 5000 PSI

Fuente: API 6 A (ISO 10423)

Tabla 6 - 9: Dimensionamiento bridas según la medida nominal

Dimensions in inches

(1) Nominal size and bore of flange	(2)-(9) Basic flange dimensions							
	Maximum bore <i>B</i>	Outside diameter of flange		Maximum chamfer <i>C</i>	Diameter of raised face <i>K</i>	Total thickness of flange <i>T</i> <small>+0,12 0</small>	Basic thickness of flange <i>Q</i>	Diameter of hub <i>X</i>
		<i>OD</i>	tol.					
2 ¹ / ₁₆	2,09	8,50	± 0,06	0,12	4,88	1,81	1,50	4,12
2 ⁹ / ₁₆	2,59	9,62	± 0,06	0,12	5,38	1,94	1,62	4,88
3 ¹ / ₈	3,22	10,50	± 0,06	0,12	6,62	2,19	1,88	5,25
4 ¹ / ₁₆	4,28	12,25	± 0,06	0,12	7,62	2,44	2,12	6,38
5 ¹ / ₈	5,16	14,75	± 0,06	0,12	9,00	3,19	2,88	7,75
7 ¹ / ₁₆	7,16	15,50	± 0,12	0,25	9,75	3,62	3,25	9,00
9	9,03	19,00	± 0,12	0,25	12,50	4,06	3,62	11,50
11	11,03	23,00	± 0,12	0,25	14,63	4,69	4,25	14,50

Fuente: API 6 A (ISO10423)

6.6.3.10 Diseño soporte cilindro de prueba

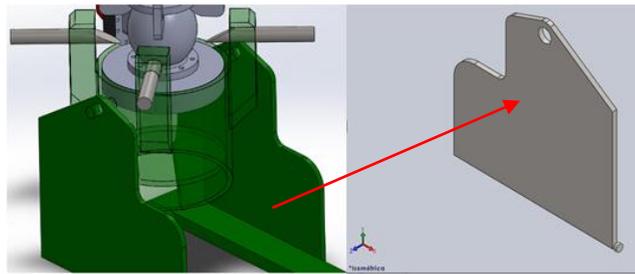


Figura 6 - 12: Soporte cilindro de prueba

Fuente: Carlos Vargas

Para el dimensionamiento del soporte del cilindro de prueba figura 6-12 se consideró solamente la altura de trabajo, para ello se tomó en cuenta los criterios expuestos en el trabajo “Ergonomía diseño de puestos de trabajo” de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Escuela de Colombia de Ingeniería.

La cual señala en la gráfica 6-13 la altura de la superficie de trabajo designado con el número 3 en la cual fijamos una altura de 21.65” con una zona de trabajo ubicada en zona optima como muestra la figura 6-14 facilitando la manipulación del elemento de prueba.

ALGUNAS MEDIDAS PARA UN PUESTO DE TRABAJO EN POSICIÓN DE PIE

1. PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
2. ANCHO DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
3. ALTURA DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
4. ESPACIO LIBRE PARA LAS RODILLAS
5. PROFUNDIDAD HORIZONTAL PARA LOS PIES
6. ALTURA MÁXIMA PARA CONTROLES DE USO FRECUENTE

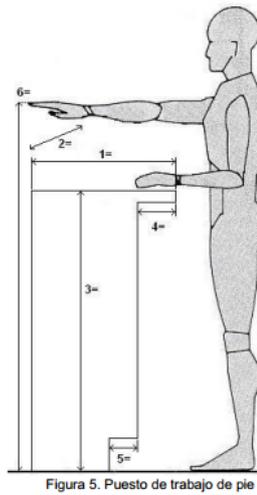


Figura 5. Puesto de trabajo de pie

Figura 6 - 13: Medidas para trabajo en posición de pie

Fuente: Tomado del trabajo Ergonomía, diseño de puestos de trabajo Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Colombia pag, 13

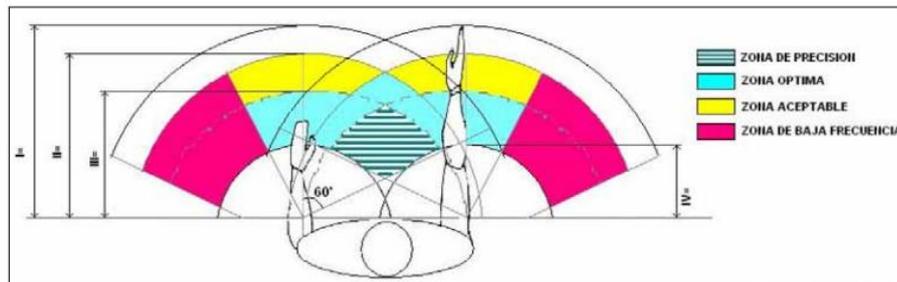


Figura 6. Área de trabajo

- ÁREA DE TRABAJO**
- I. ALCANCE MÁXIMO
 - II. ALCANCE MÁXIMO DE AGARRE
 - III ALCANCE MÍNIMO
 - IV ALCANCE NORMAL

Figura 6 - 14: Área de trabajo

Fuente: Tomado del trabajo Ergonomía, diseño de puestos de trabajo Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Colombia pag, 13

Una vez definida la altura correcta calculamos:

Datos:

Acero AISI 4140.

$S_y = 100000 \text{ PSI. (100 KSI)}$

$F = 5873,45 \text{ Lb.}$

$$T = 41114,15 \text{ Lb.pulg.}$$

$$M = 11746,89 \text{ Lb.pulg.}$$

Solución:

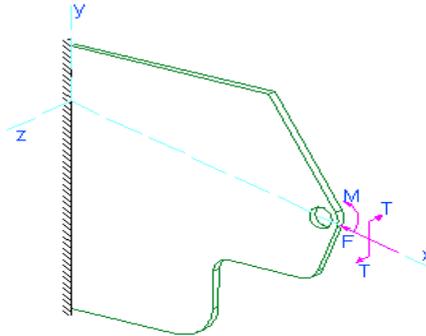


Figura 6 - 15: Diagrama cuerpo libre 1 soporte lateral

Fuente: Carlos Vargas

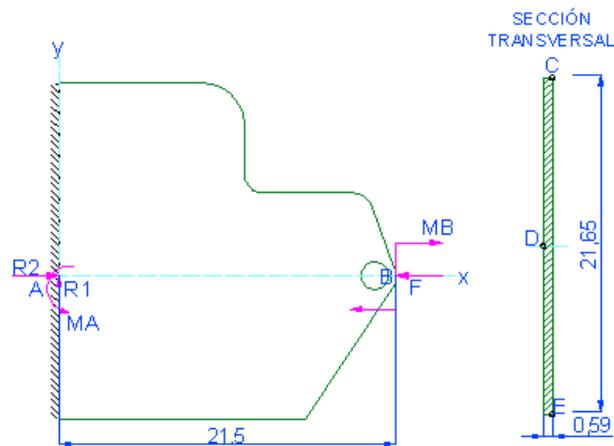


Figura 6 - 16: Diagrama cuerpo libre 2 soporte lateral

Fuente: Carlos Vargas

a) Cálculo de las reacciones en el punto A figura 6-16

$$+\rightarrow \sum F_x = 0$$

$$R_2 - 5873,45 = 0$$

$$R_2 = 5873,45 \text{ Lb.}$$

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$-M_A + 11746,89 = 0$$

$$M_A = 11746,89 \text{ Lb. pulg.}$$

b) Análisis en la fibra C figura 6-16

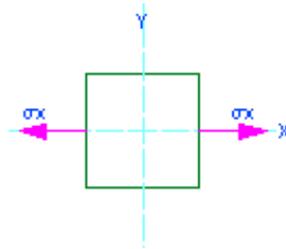


Figura 6 - 17: Análisis en el punto C

Fuente: Carlos Vargas

$$\sigma_x = \frac{M}{s} - \frac{F}{A}$$

$$s = \frac{b * h^2}{6}$$

$$\sigma_x = \frac{11746,89 * 6}{0,59 * 21,65^2} - \frac{5873,45}{0,59 * 21,65}$$

$$\sigma_x = -20491,7 \text{ PSI (1441.05 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{20491,7}$$

$$\eta = 4,9 \quad (\text{Cumple}).$$

$$\zeta_{xy} = \zeta_T + \zeta_F$$

$$\zeta_{xy} = \frac{T}{w * t^2} * \left(3 + 1,8 * \frac{t}{w} \right) + 0$$

$$\zeta_{xy} = \frac{41114,15}{21,65 * 0,59^2} * \left(3 + 1,8 * \frac{0,59}{21,65} \right) + 0$$

$$\zeta_{xy} = 16631,08 \text{ PSI (1169.56 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{16631,08}$$

$$\eta = 6,01 \quad (\text{Cumple}).$$

c) **Análisis en la fibra D**

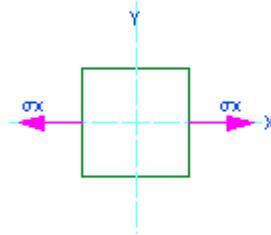


Figura 6 - 18: Análisis en el punto D

Fuente: Carlos Vargas

$$\sigma_x = \frac{M}{s} - \frac{F}{A}$$

$$\sigma_x = 0 - \frac{5873,45}{0,59 * 21,65}$$

$$\sigma_x = 4597,37 \text{ PSI (323.303 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{4597,37}$$

$$\eta = 21,8 \quad (\text{Cumple}).$$

$$\zeta_{xy} = \zeta_T + \zeta_F$$

$$\zeta_{xy} = \frac{T}{w * t^2} * \left(3 + 1,8 * \frac{t}{w} \right) + \frac{3 * V}{2 * A}$$

$$\zeta_{xy} = \frac{41114,15}{21,65 * 0,59^2} * \left(3 + 1,8 * \frac{0,59}{21,65} \right) + \frac{3 * 5873,45}{2 * 0,59 * 21,65}$$

$$\zeta_{xy} = 17320,69 \text{ PSI (1218.03 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{17320,69}$$

$$\eta = 5,8 \quad (\text{Cumple}).$$

d) Análisis en la fibra E

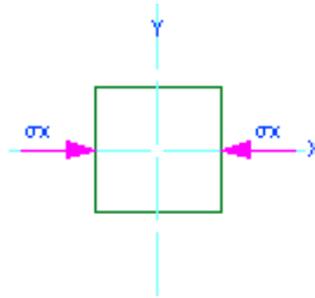


Figura 6 - 19: Análisis en el punto E

Fuente: Carlos Vargas

$$\sigma_x = -\frac{M}{s} - \frac{F}{A}$$

$$\sigma_x = -\frac{11746,89 * 6}{0,59 * 21,65^2} - \frac{5873,45}{0,59 * 21,65}$$

$$\sigma_x = -41145,65 \text{ PSI} \quad (2893.49 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\eta = \frac{100000}{41145,65}$$

$$\eta = 2,43 \quad (\text{Cumple}).$$

$$\zeta_{xy} = \zeta_T + \zeta_F$$

$$\zeta_{xy} = \frac{T}{w * t^2} * \left(3 + 1,8 * \frac{t}{w} \right) + 0$$

$$\zeta_{xy} = \frac{41114,15}{21,65 * 0,59^2} * \left(3 + 1,8 * \frac{0,59}{21,65} \right) + 0$$

$$\zeta_{xy} = 16631,08 \text{ PSI} \quad (1169.56 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\eta = \frac{100000}{16631,08}$$

$\eta = 6,01$ (Cumple).

Nota: Mediante este análisis en las fibras tanto exteriores como interiores del material se determinó que la placa soporto los esfuerzos de flexión, cortantes a la que está expuesto durante las pruebas de las válvulas.

6.6.3.11 Diseño de eje que soporta el peso del cilindro de prueba, válvula y fuerza de apriete

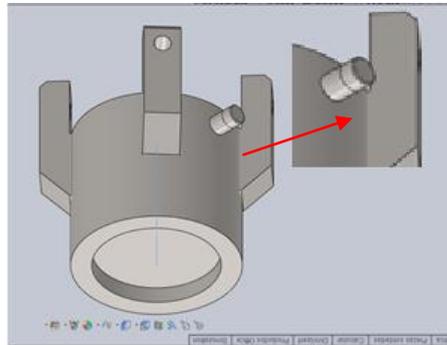


Figura 6 - 20: Eje de soporte

Fuente: Carlos Vargas

Datos:

Acero AISI 4140.

$S_y = 100000$ PSI. (100 KSI)

$D = 1,75$ pulg.

$F_{\text{apriete}} = 10787,53$ Lb.

Solución:

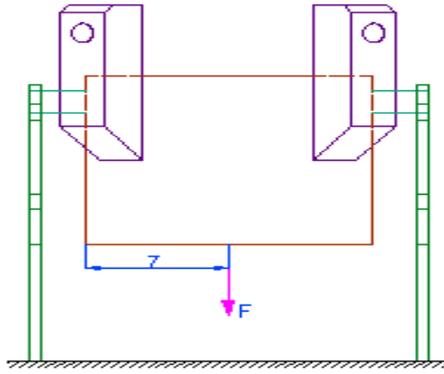


Figura 6 - 21: Esquema de la fuerza

Fuente: Carlos Vargas

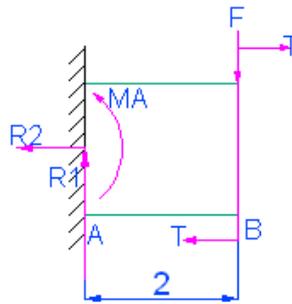


Figura 6 - 22: Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Carlos Vargas

$$F = F_{\text{apriete}} + W_{\text{elementos}}$$

Ec. 6 - 1

Tabla 6 - 10: Tabla de pesos

PARTE O ELEMENTOS	CANTIDAD	PESO TOTAL (Lb)
Cilindro neumático	1	269,7
Soporte de cuñas	4	42
Válvula de ensayo 4 1/16	1	299,91
Cuñas	4	18,6
Cilindro de pruebas	1	148,06
Total		959,37

Fuente: Carlos Vargas

$$F = 10787,53 + 959,37$$

$$F = 11746,89 \text{ Lb.}$$

Esta fuerza se divide para dos debido a que toda la fuerza está suspendida en dos puntos.

$$F = \frac{11746,89}{2}$$

$$F = 5873,45 \text{Lb} \left(\frac{\text{C}}{\text{U}} \right)$$

a) Cálculo de las reacciones en el punto A

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$R_1 - 5873,45 = 0$$

$$R_1 = 5873,45 \text{ Lb.}$$

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$M_A - 5873,45 * 2 =$$

$$M_A = 11746,89 \text{ Lb. pulg.}$$

b) Diagrama de fuerza cortante

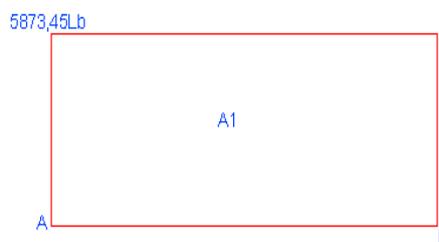


Figura 6 - 23: Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Carlos Vargas

$$V_A = R_1 = 5873,45$$

$$V_{Bi} = V_A + \text{area} = 5873,45 + 0$$

$$V_{Bi} = 5873,45$$

$$V_{Bd} = V_{Bi} - F = 5873,4 - +5873,45$$

$$V_{Bd} = 0$$

$$A_1 = 5873,45 * 2 = 11746,89$$

c) Diagrama de momentos

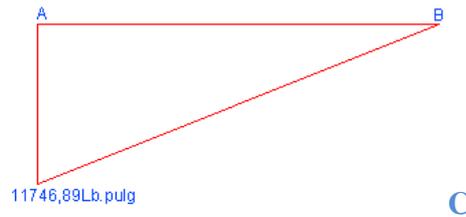


Figura 6 - 24: Diagrama de momentos

Fuente: Carlos Vargas

$$M_A = -M_A = -11746,89$$

$$M_B = M_A + A_1 = -11746,89 + 11746,89 = 0$$

d) Diseño por flexión

Utilizando las ecuaciones 6-12 y 6-13 calculamos el esfuerzo por flexión para su posterior cálculo del factores de seguridad.

$$\sigma = \frac{32 * 11746,89}{\pi * 1,75^3}$$

$$\sigma = 22322,11 \text{ PSI.}$$

$$\eta = \frac{100000}{22322,11}$$

$$\eta = 4,5 \quad (\text{Cumple}).$$

e) Diseño por esfuerzo cortante

$$T = F * d$$

Ec. 6 - 2

$$T = 5873,45 * 7$$

$$T = 41114,15 \text{ Lb.pulg.}$$

$$\zeta = \frac{16 * T}{\pi * d^3}$$

$$\zeta = \frac{16 * 41114,15}{\pi * 1,75^3}$$

$$\zeta = 39070.35 \text{ PSI (2747.56 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{39070.35}$$

$$\eta = 2,6 \quad (\text{Cumple}).$$

Nota: Mediante los análisis a flexión y corte se determinó que el eje soporta los esfuerzos producidos por la fuerza de apriete y los pesos de los mismos componentes.

6.6.3.12 Diseño cilindro de prueba

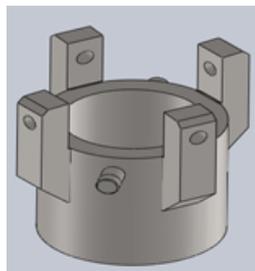


Figura 6 - 25: Cilindro de prueba

Fuente: Carlos Vargas

Datos:

Acero AISI 4140.

$S_y = 100000 \text{ PSI. (100 KSI)}$

$D_e = 13.5 \text{ pulg.} \dots \dots b = 6.75 \text{ pulg.}$

$d_i = 12.22$ pulg..... $a = 6.165$ pulg.

$L = 10$ pulg.

$t = 0.585$ pulg.

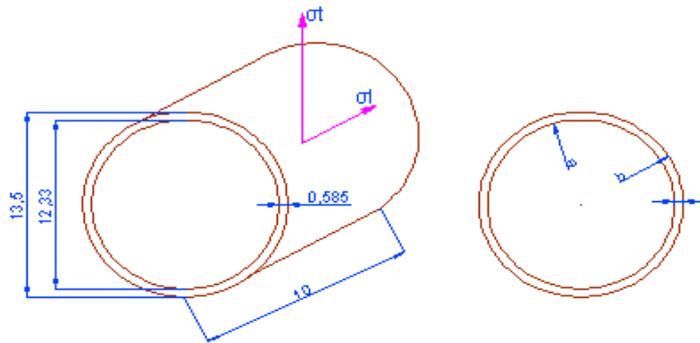


Figura 6 - 26: Diagrama de cuerpo libre cilindro de prueba

Fuente: Carlos Vargas

La presión para una válvula de compuerta de $2\frac{1}{16}$ pulgada es de $P = 5000$ PSI que es la presión a la que está sometida la válvula en funcionamiento.

$$P_i = 1.5 * P \text{ (Presion de prueba segun norma API 6A).} \quad \text{Ec. 6-3}$$

$$P_i = 1.5 * 5000$$

$$P_i = 7500 \text{ PSI. (527.426 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 * \pi * r * h \quad \text{Ec. 6-4}$$

$$t \leq \frac{1}{10} * r \quad \text{Ec. 6-5}$$

a) Comprobación del tipo de recipiente de precio mediante la ecuación 6-5

$$0,585 \leq \frac{6,615}{10}$$

$$0,585 \leq 0,6165 \text{ (Cumple).}$$

$$0,585 \leq \frac{6,75}{10}$$

0,585 ≤ 0,675 (Cumple).

Como las dos relaciones anteriores cumplen, significa que es un recipiente de presión de pared delgada, por lo cual se debe realizar el siguiente proceso de cálculo para determinar el factor de seguridad:

$$\sigma_t = \frac{P_i * D}{2 * t} \quad \text{Ec. 6 - 6}$$

$$\sigma_L = \frac{P_i * D}{4 * t} \quad \text{Ec. 6 - 7}$$

Utilizando la ecuación 6-6 tenemos:

$$\sigma_t = \frac{7500 * 12,33}{2 * 0,585}$$

$$\sigma_t = 79038,462 \text{ PSI. (5558.26 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{79038,462}$$

$$\eta = 1,27 \quad \text{(No cumple).}$$

Utilizando la ecuación 6-11 tenemos:

$$\sigma_L = \frac{7500 * 12,33}{4 * 0,585}$$

$$\sigma_L = 39519,23 \text{ PSI. (2779.13 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{39519,23}$$

$$\eta = 2,53 \quad \text{(Cumple).}$$

Nota: mediante este análisis se determina que se debe cambiar el espesor de pared debido a que el cilindro no soporta el esfuerzo tangencial aunque si el esfuerzo longitudinal por seguridad el espesor de pared se cambia a 1 pulgada.

b) Análisis con el espesor de pared de 1 pulgada

$$D_e = 14 \text{ pulg. (35.56 cm)} \dots\dots b = 7 \text{ pulg. (17.78 cm)}$$

$$D_i = 12 \text{ pulg. (30.48 cm)} \dots\dots a = 6 \text{ pulg. (15.24 cm)}$$

$$t = 1 \text{ pulg. (2.54 cm)}$$

c) Comprobación del tipo de recipiente de presión mediante la ecuación 6-5

$$1 \leq \frac{6}{10}$$

$$1 \leq 0,6 \text{ (No cumple).}$$

$$1 \leq \frac{7}{10}$$

$$1 \leq 0,7 \text{ (No cumple).}$$

Como las dos relaciones anteriores no cumplen significa que es un recipiente de presión de pared gruesa, por lo cual se debe realizar el siguiente proceso de cálculo para determinar el factor de seguridad:

Cuando $r=a$ existe esfuerzos máximos debido a que existe presión interna.

$$\sigma_t = P_i * \left(\frac{b^2 + a^2}{b^2 - a^2} \right) \qquad \text{Ec. 6 - 8}$$

$$\sigma_r = -P_i \qquad \text{Ec. 6 - 9}$$

Utilizando las dos ecuaciones 6-8 y 6-9 tenemos:

$$\sigma_t = 7500 * \left(\frac{7^2 + 6}{7^2 - 6^2} \right)$$

$$\sigma_t = 49038,46 \text{ PSI (3448.55 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_r = 7500 \text{ PSI (527.426 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_T = \sqrt{(\sigma_T^2 + \sigma_r^2)} \quad \text{Ec. 6 - 10}$$

$$\sigma_T = \sqrt{(49038,46^2 + 7500^2)}$$

$$\sigma_T = 49498,22 \text{ PSI. (3480.89 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{49498,22}$$

$$\eta = 2,2 \quad (\text{Cumple}).$$

$$\sigma_L = \frac{P_i * a^2}{a^2 - b^2} \quad \text{Ec. 6 - 11}$$

$$\sigma_L = \frac{7500 * 6^2}{6^2 - 7^2}$$

$$\sigma_L = 20769,231 \text{ PSI. (1460.57 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\eta = \frac{100000}{20769,231}$$

$$\eta = 4,82 \quad (\text{Cumple}).$$

Nota: Mediante este análisis se determina que el cilindro soporta los esfuerzos tangenciales, radiales y longitudinales y el espesor de pared de cilindro es el correcto.

6.6.3.13 Diseño soporte cuñas de sujeción

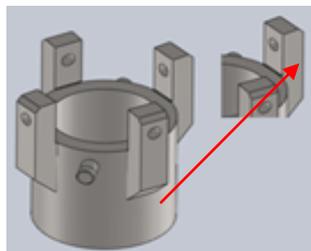


Figura 6 - 27: Soporte cuñas de sujeción

Fuente: Carlos Vargas

Datos:

Acero AISI 4140.

$S_y = 100000$ PSI.

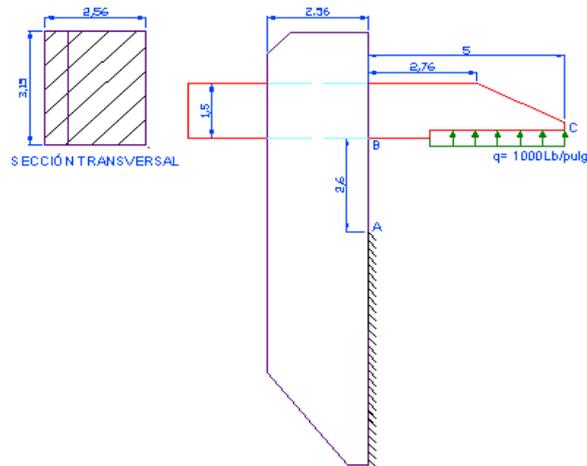


Figura 6 - 28: Diagrama de cuerpo libre 1 soporte cuña de sujeción

Fuente: Carlos Vargas

Solución:

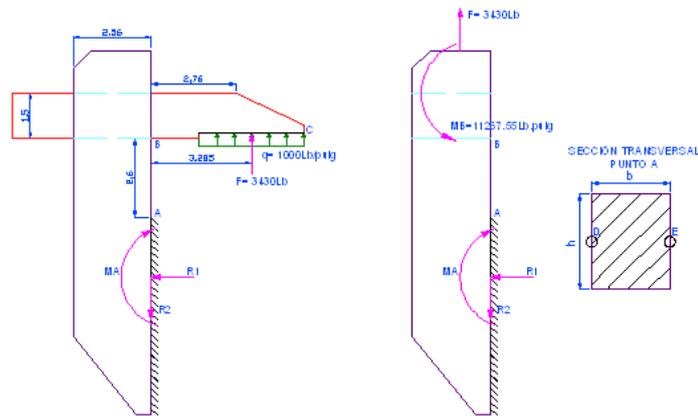


Figura 6 - 29: Diagrama de cuerpo libre 2 soporte de cuña de sujeción

Fuente: Carlos Vargas

Se realizó mediante el proceso de esfuerzos combinados de flexión más el esfuerzo axial, de la cual se determina el factor de seguridad asumiendo los valores de la sección transversal como se muestra en la figura 6-29.

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-R_2 + 3430 = 0$$

$$R_2 = 3430 \text{ Lb.}$$

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$-M_A + 11267.55 = 0$$

$$M_A = 11267.55 \text{ Lb. pulg.}$$

Análisis en el elemento A para determinar la sección transversal del soporte:

a) Punto D compresión puro

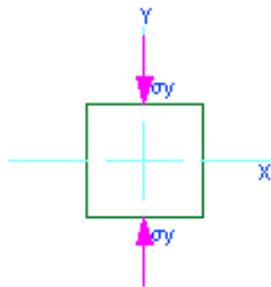


Figura 6 - 30: Análisis punto D

Fuente: Carlos Vargas

$$\sigma_y = -\frac{M}{s} + \frac{P}{A}$$

La ecuación de S es la siguiente por ser sección rectangular:

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

Tomando:

$$b = 2.56 \text{ pulg. (6.50 cm)}$$

$$h = 3.15 \text{ pulg. (8 cm)}$$

$$\sigma_y = -\frac{11267.55 * 6}{2.56 * 3.15^2} + \frac{3430}{2.56 * 3.15}$$

$$\sigma_y = -2236.11 \text{ PSI. (157.25 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\zeta_{xy} = 0$$

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$\eta = \frac{100000}{2236.11}$$

$\eta = 44.72$ (Este factor de seguridad cumple con lo requerido).

b) Punto E tracción puro

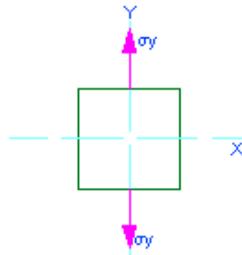


Figura 6 - 31: Diagrama punto E

Fuente: Carlos Vargas

$$\sigma_y = \frac{M}{S} + \frac{P}{A}$$

La ecuación de S es el siguiente por ser sección rectangular:

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

Tomando:

$$b = 2.56 \text{ pulg. (6.50 cm)}$$

$$h = 3.15 \text{ pulg. (8 cm)}$$

$$\sigma_y = \frac{11267.55 * 6}{2.56 * 3.15^2} + \frac{3430}{2.56 * 3.15}$$

$$\sigma_y = 3086.81 \text{ PSI. (217.075 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\zeta_{xy} = 0$$

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$\eta = \frac{100000}{3086.81}$$

$\eta = 32.39$ (Este factor de seguridad cumple con lo requerido).

Debido a que el factor de seguridad tanto en el punto D como en el E son muy altos quiere decir que el diseño y los valores asumidos de altura y base de la sección transversal son los indicados, y no se puede reducir debido a que la cuña traspasa dicha sección.

6.6.3.14 Diseño cuña de sujeción

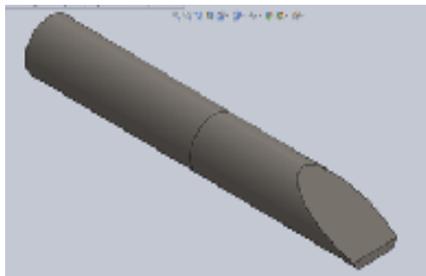


Figura 6 - 32: Cuña de sujeción

Fuente: Carlos Vargas

La cuña tiene la misión de soportar la presión que realiza el cilindro, provocando el cierre de la válvula que se requiere analizar. El diseño estático de la cuña se analizará como una viga empotrada que debe soportar un esfuerzo de flexión debido a la fuerza que se genera.

Datos:

Fuerza aplicada = 1000 Lb/pulg.

Numero de cuñas = 4.

Longitud máxima = 5 pulg. (12.7 cm)

Acero AISI 4140.

$S_y = 100000$ PSI.

Factor de seguridad ≥ 2 .

Solución:

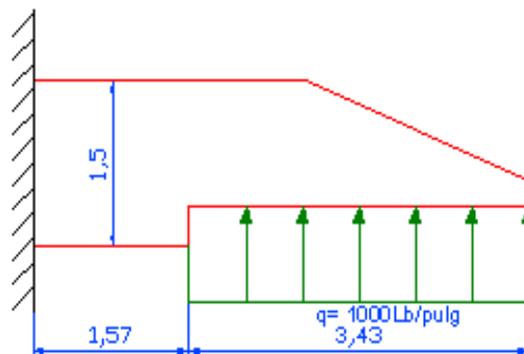


Figura 6 - 33: Diagrama cuña de sujeción

Fuente: Carlos Vargas

La sección de la figura se aproxima al de un eje

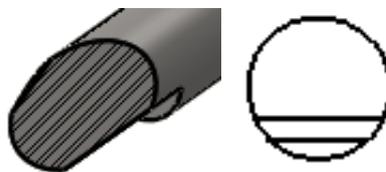


Figura 6 - 34: Proximidad a un eje

Fuente: Carlos Vargas

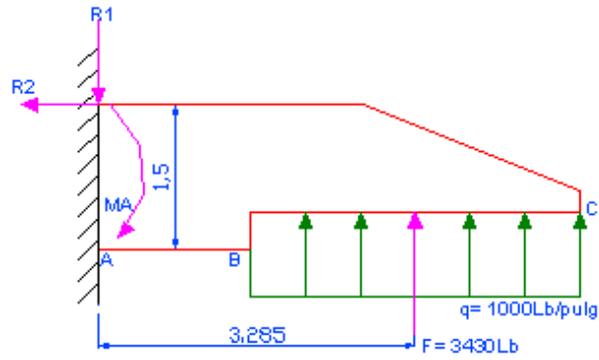


Figura 6 - 35: Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Carlos Vargas

a) Cálculo de las reacciones en el punto A

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-R_1 + 3430 = 0$$

Ec. 6-12

$$R_1 = 3430 \text{ Lb.}$$

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$-M_A + 3430 * 3,285 = 0$$

Ec. 6-13

$$M_A = 11267.55 \text{ Lb.pulg.}$$

b) Diagrama de fuerza cortante

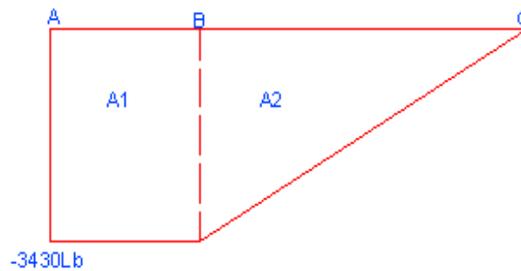


Figura 6 - 36: Diagrama fuerza cortante

Fuente: Carlos Vargas

$$V_A = R_1 = -3430$$

$$V_B = V_A + \text{area} = -3430 + 0$$

$$V_B = -3430$$

$$V_C = V_B + \text{area} = -3430 + 1000 * 3.43$$

$$V_C = 0$$

$$A_1 = -3430 * 1.57 = -5385.1$$

$$A_2 = -3430 * \left(\frac{3.43}{2}\right) = -5882.45$$

c) Diagrama de momentos

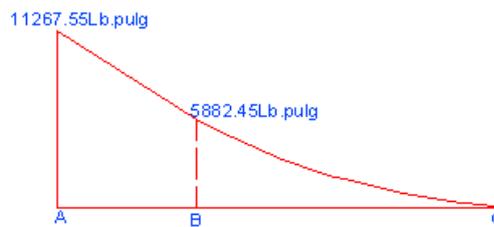


Figura 6 - 37: Diagrama de momentos

Fuente: Carlos Vargas

$$-M_A = M_A = 11267.55$$

$$M_B = M_A + A_1 = 11267.55 - 5385.1 = 5882.45$$

$$M_C = M_B + A_2 = 5882.45 - 5882.45 = 0$$

d) Calculo del factor de seguridad con el diámetro de 1.5 pulgadas

$$\sigma = \frac{M_{max}}{s} \tag{Ec. 6-14}$$

$$s = \frac{\pi * d^3}{32} \quad (\text{Sección circular maciza}). \tag{Ec. 6-15}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{\eta} \tag{Ec. 6-16}$$

Igualando las ecuaciones 6-14 y 6-16, reemplazando la ecuación 6-15 tenemos:

$$\eta = \frac{\pi * d^3 * S_y}{32 * M_{\max}} \quad \text{Ec. 6-17}$$

$$\eta = \frac{\pi * 1.5^3 * 100000}{32 * 11267.55}$$

$$\eta = 2.94$$

El factor de seguridad cumple con lo establecido para el diseño por lo tanto el diámetro que se tomo es el correcto.

e) Análisis en el cambio de secciones

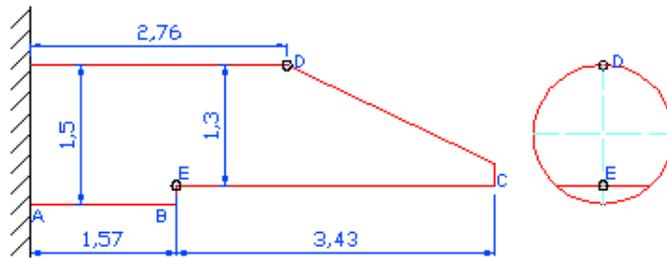


Figura 6 - 38: Dimensionamiento cuña de sujeción

Fuente: Carlos Vargas

f) Análisis en el punto D a tracción puro

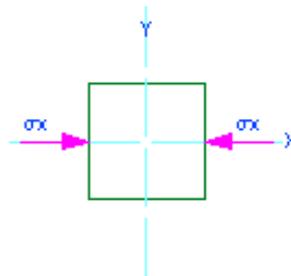


Figura 6 - 39: Punto D

Fuente: Carlos Vargas

Con la ecuación 6-14 calculamos el esfuerzo a tracción que genera la fuerza de 1000 lb/pulg.

$$\sigma_x = \frac{M}{s}$$

$$\sigma_x = \frac{2508.8 * 32}{\pi * 1.3^3}$$

$$\sigma_x = 11631.51 \text{ PSI. (817.971 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\zeta_{xy} = 0$$

Con la ecuación 6-16 se calcula el factor de seguridad para este punto, con la cual tenemos:

$$\eta = \frac{100000}{11631.51}$$

$\eta = 8.6$ (Este factor de seguridad cumple con lo requerido).

g) Análisis en el punto E a compresión puro

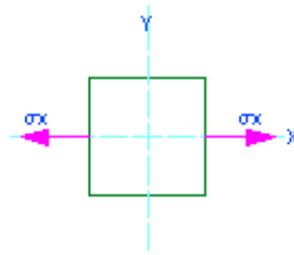


Figura 6 - 40: Punto E

Fuente: Carlos Vargas

Con la ecuación 6-14 calculamos el esfuerzo a tracción que genera la fuerza de 1000 lb/pulg.

$$\sigma_x = \frac{M_B}{s}$$

$$\sigma_x = \frac{5882.45 * 32}{\pi * 1.3^3}$$

$$\sigma_x = 27272.71 \text{ PSI. (1917.91 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\zeta_{xy} = 0$$

Con la ecuación 6-16 se calcula el factor de seguridad para este punto, con la cual tenemos:

$$\eta = \frac{100000}{27272.71}$$

$\eta = 3.67$ (Este factor de seguridad cumple con lo requerido).

6.7 METODOLOGÍA

En base a la selección de materiales se procedió a realizar el diseño de un banco de pruebas hidrostático para la empresa Mission Petroleum S.A. estableciendo parámetros de funcionamiento basados en la norma API 6 A (ISO10423).

6.7.1 PRESIÓN DE PRUEBA

Se determinó el valor de la presión según los requisitos de pruebas de presión hidrostática de la norma API 6 A (ISO 10423) que establece la presión de trabajo como presión de prueba, para poder dimensionar o seleccionar los elementos se toma un valor de presión de prueba de 5000 PSI.

6.7.2 ELEMENTO DE PRUEBA



Figura 6 - 41: Elemento de prueba

Fuente: Carlos Vargas

La selección del elemento de prueba determina el dimensionamiento total del equipo de pruebas, se escoge para nuestro equipo de pruebas el elemento válvula de compuerta bridad 2-1/16" 5000 PSI tipo PR 1

6.7.3 BRIDA ACANALADA

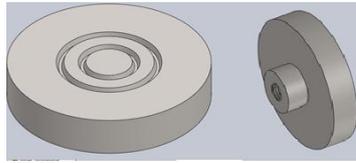


Figura 6 - 42: Brida acanalada

Fuente: Carlos Vargas

Se determinaron los parámetros de diseño según la norma API 6 A (ISO 10423), como el tipo de material a utilizarse para la construcción de la brida acanalada como una alternativa óptima de soporte para probar válvulas de 2-1/16" 5000 PSI.

6.7.4 CILINDRO DE PRUEBAS

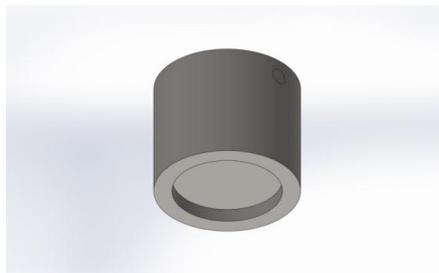


Figura 6 - 43: Base cilindro de prueba

Fuente: Carlos Vargas

Se diseña para que aloje la brida acanalada en acero AISI 4140 proporcionando soporte al cilindro hidráulico para accionar el mecanismo de cierre, también proporciona soporte a la base de la cuña y a la cuña.

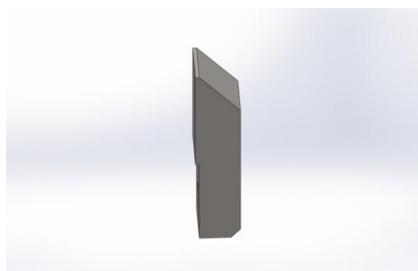


Figura 6 - 44: Soporte cuña

Fuente: Carlos Vargas

El diseño del soporte de la cuña está constituido para que soporte la carga ejercida por la brida acanalada para forzar el cierre con la cara de la brida del elemento a probar, se propone su construcción en acero AISI 4140.

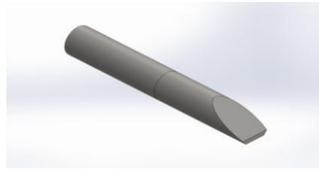


Figura 6 - 45: Cuña

Fuente: Carlos Vargas

Se diseña el elemento en acero AISI 4140 con una longitud = 5" (12.7 cm) y $\varnothing = 1.5$ " (3.81 cm), dimensiones requeridas para que la cuña resista la fuerza de 1000 lb que ejerce el cilindro hidráulico. El diseño propone aplicar suelda en las tres partes con electrodo E 9018 y se acopla la cuña de sujeción para quedar como se muestra la figura 6-43.

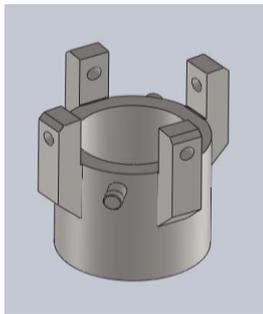


Figura 6 - 46: Cilindro de pruebas

Fuente: Carlos Vargas

6.7.5 SOPORTE DEL CILINDRO DE PRUEBAS

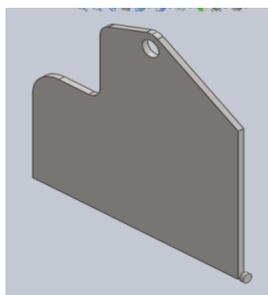


Figura 6 - 47: Soporte cilindro de pruebas

Fuente: Carlos Vargas

Está diseñado para que soporte todo el peso del cilindro de pruebas más el elemento de prueba, se propone su construcción en planchas de acero AISI 4140 con un espesor = 0.59 pulgadas (1.49 cm) determinado por interpolación hasta satisfacer el factor de seguridad, valor que se encuentra en el rango mínimo 2.5182, máximo 727.041 determinado en el rango de la Tensión de Von Mises.

Se selecciona el UPN para diseñar la base que sostendrá el soporte del cilindro de pruebas, el diseño propone el uso de suelda con electrodos E 9018.

La propuesta de diseño del equipo de pruebas hidrostáticas después de simulado el ensamble queda como se muestra en la figura 6-45.

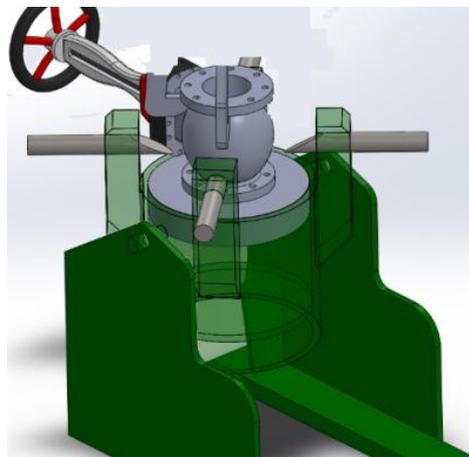


Figura 6 - 48: Equipo para pruebas de presión

Fuente: Carlos Vargas

6.8 ADMINISTRACIÓN

En la parte administrativa se tiene que realizar un análisis de costos, para llevar acabo la propuesta de diseño.

6.8.1 COSTOS DIRECTOS

Comprenden los rubros detallados en la tabla 6-11.

Tabla 6 - 11: Costos directos

COSTOS DIRECTOS				
Cantidad	Detalle	Referencia	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
1	Perfil UPN 120 (100x50x6.00) mm	6 m	154,35	154,35
2	Plancha acero 4140 0.40mm	4x8 pies	1280,65	2561,30
1	Eje acero 4140 6"	0.40m	1500,00	1500,00
1	Bomba hidráulica THE S -216-J 15000 PSI	-	800,00	800,00
4	Capilares 1/16" 15000 PSI	18 pies	250,00	1000,00
2	Capilares 1/8" 15000 PSI	18 pies	290,00	580,00
4	Válvulas dos vías de estrangulación	1/16"	94,19	376,78
4	Válvulas dos vías de estrangulación	1/8"	100,03	400,12
60	Electrodos E9018	1/8"	3,48	208,8
2/d	Alquiler soldadora	-	100	100
1/d	Alquiler compresor	-	200	200
1/d	Alquiler amoladora	-	100	100
2/d	Alquiler de taller y herramientas	-	400	800
4	Disco de corte Abracol	9x1/8"	2,98	11,92
2	Disco de pulir Abracol	9x1/8"	3,10	6,20
-	Productos de utilización en taller	-	200,00	200,00
Total				8999,47

Fuente: Carlos Vargas

Los costos por mano se detallan en la tabla 6-12.

Tabla 6 - 12: Costos mano de obra

COSTOMANO DE OBRA				
Cantidad.	Cargo	Horas de Trabajo	Costo Hora	Valor (USD)
1	Soldador	18	9,52	171,36
1	Pintor	8	8,09	64,72
1	Supervisor Válvulas y Cabezales	40	9,80	392
1	Supervisor Departamento de Calidad	40	16,40	656
Total				1284,08

Fuente: Carlos Vargas

Por lo que los costos para la construcción del diseño propuesto son los siguientes:

Tabla 6 - 13: Costos construcción

Ítem	Detalle	Costo (USD)
1	Costos mano de obra	1284,08
2	Costos directos	8999,47
Total		10283, 55

Fuente: Carlos Vargas

Tabla 6 - 14: Costos administración de tesis

Costos Administración de la Tesis			
Cantidad	Detalle	Precio unitario. (USD)	Costo (USD)
4	Resmas de hojas	4,75	19
800	Impresiones B/N	0,05	40,00
400	Impresiones Color	0,15	60,00
10	Impresión de planos formato A4	0,20	2,00
500	Copias	0,02	10,00
3	Anillados borrador de revisión	3,00	9,00
3	Anillados finales	4,00	12,00
3	Empastados	15,00	45,00
300	Horas de internet	1,00	300,00
-	Transporte	500,00	500,00
Total			997,00

Fuente: Carlos Vargas

Presupuesto final para la construcción del equipo de pruebas hidrostáticas en la empresa Mission Petroleum S.A.

Tabla 6 - 15: Presupuesto final

Presupuesto Final del Proyecto		
Ítem	Detalle	Costo (USD)
1	Presupuesto de construcción de un banco de pruebas de presión	10283, 55
2	Administración de la Tesis	997,00
Subtotal		11280,55
Imprevistos (10%)		1128,055
Total		12408,605

Fuente: Carlos Vargas

6.8.2 ELABORACIÓN DE LOS PLANOS DEL BANCO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICA

Los planos de la estructura del banco de pruebas hidrostáticas se ubican en el anexo N° 35.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

En este ítem se incorporó el plan de operación y mantenimiento de un banco de pruebas hidrostáticas en la empresa Mission Petroleum S.A.

6.9.1 Plan de Mantenimiento

El Mantenimiento que se realizará en el banco de pruebas hidrostáticas es de tipo preventivo.

- Se realizará la calibración periódica de los indicadores de presión.
- Se verificará el estado de la unidad de mantenimiento del aire.
- Se verificará el estado de las conexiones mediante acoples de alta presión.
- Se verificará el estado de mangueras de alta presión.
- Se revisará el estado de los capilares de alta presión.

Una vez terminado la propuesta de diseño de un banco de pruebas de presión en la empresa Mission Petroleum S.A., el mismo que fue realizado una parte en los

talleres de la empresa, otra parte del estudio se la realizó en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, se sugiere tomar en cuenta todas las recomendaciones y conclusiones que en este trabajo se detallan con el único fin de salvaguardar la integridad del personal que opera el equipo así como también el personal supervisor que avala las pruebas, ya que se trabaja con altos valores de presiones.

La propuesta debe ser monitoreada ya que la empresa tiene la decisión de ejecutar el diseño del banco de pruebas de presión.

BIBLIOGRAFIA

1. SHIGLEY. J. (2006) “Diseño en Ingeniería Mecánica”. México. México: D.F. Mc Graw Hill (840-860).
2. ZANDIM. K. (2001) “Manual del Ingeniero Mecánico”. México. México: D.F. Mc Graw Hill (17.216-17.219).
3. ROBERT L. MOTT “Mecánica de Fluidos Aplicada”. 4ta. ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
4. IRVING Shames H. “Mecánica de Fluidos”, 3ra. ed. Colombia, Mc Graw Hill, Interamericana, S.A., 1995.
5. CCORMAC Jack. (1999). “Diseño de Estructuras Metálicas: Método ASD”. 4ª Edición. Editorial Alfaomega. México.
6. MOTT Robert L. (2006). “Diseño de elementos de máquinas”. 4ª Edición. Editorial Pearson Education. México.
7. R. ROCA VILA (1980). Introducción a la mecánica de fluidos, Limusa México.
8. IHS with API (2009) ISO 10423:2003 API 6 A (ISO 10423) “Specification for wellhead and Christmas Tree Equipment”.
9. MUNSON BRUCE R. (2009) “Fundamentos de Mecánica de Fluidos” Primera Edición, Limusa México.
10. ROCA RAVELL (1997), Felip. Oleohidráulica básica – “Diseño de Circuitos”. Madrid: Edición UPC, p. 7.

LINKCOGRAFÍAS

http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.

<http://es.scribd.com/doc/17549477/Norma-API-6A-Introduccion>.

<http://www.valveworksusa.com>

<http://www.arqhys.com/tuberias-brididas.html>

<http://www.highpressure.com/>

<http://www.dipacmanta.com/>

<http://www.acerosboehler.com.ar/>

http://en-co.wika.de/111_26_en_co.WIKA

<http://www.caldertesters.com/1400.php.htm>

<http://allrightmachinery.com/spanish/air-compressor.html>

<http://sprague.cwfc.com/Products/spokes/S216.htm>

<https://maps.google.com.ec/maps?hl=es-419>

<http://www.uia.mx/campus/publicaciones/fisica/pdf/12Mecanicadefluidos.pdf>

http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/8312_ergonomia_de_pie.pdf

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%204140.pdf>

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A - 1: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y MN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : PETROAMAMZONAS-EP CAMPO : BLOQUE 12/EDYF-118 FECHA : Miércoles, 17 de julio de 2013	FRT #: 16228 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 245678 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Espárragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO	ESQUEMA / FOTOGRAFÍA			
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTÁTICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional <input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>	
Sello	1	5100	3 MIN.	No presenta liqueo alguno
	2	5000	4 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	3	5100	4 MIN.	No presenta liqueo alguno
	4	5200	4 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa <input type="checkbox"/>		
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 2: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : PETROAMAMZONAS-EP CAMPO : BLOQUE 12/EDYF-118 FECHA : Miércoles, 17 de julio de 2013	FRT #: 16228 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 245678 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Espárragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket: R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo: <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N°: TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	5	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
	6	5100	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	7	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
	8	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa <input type="checkbox"/>		
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 3: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : PETROAMAMZONAS-EP CAMPO : BLOQUE 12/EDYF-118 FECHA : Miércoles, 17 de julio de 2013	FRT #: 16228 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 245678 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Esparragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO	ESQUEMA / FOTOGRAFÍA			
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTÁTICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional <input checked="" type="checkbox"/> Bidireccional: <input type="checkbox"/> Choke: <input type="checkbox"/>				
Sello	9	5100	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
	10	5300	7 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	11	5000	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
	12	50000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa <input type="checkbox"/>		
_____ OPERARIO DE LA PRUEBA		_____ SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		_____ CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 4: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE 100%

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS IDD-R23-01				
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NM.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com				
CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com				
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : <u>PETROAMAMZONAS-EP</u> CAMPO : <u>BLOQUE 12/EDYF-118</u> FECHA : <u>Miércoles, 17 de julio de 2013</u>	FRT #: <u>16228</u> OT #: _____			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: <u>Valvula de Compuerta</u> Marca: <u>VALVEWORKS USA</u> Tipo: <u>BRIDADA</u> Especificación PRL: _____ PSL: _____ Material: _____ Temperatura: _____	Presión de Trabajo: <u>5000 PSI</u> Pasaje: <u>2 1/16"</u> Serie: <u>245678</u> Part. Number: _____ Diámetro de Espárragos: <u>7/8</u> Cant. de Espárragos: <u>8</u> Tipo de Asiento: <u>Metal/Teflón</u> N° de Ring Gasket <u>R-24</u> Tipo de Actuador: <u>Manual/Volante</u>			
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN: <u>IDD-IN20-01</u>				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO	ESQUEMA / FOTOGRAFÍA			
BANCO DE PRUEBAS Marca: <u>MP0003</u> Rango: <u>0-10000 PSI</u> Tipo: <u>HIDROSTATICO</u>				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: <u>W/KA</u> Rango: <u>10000 PSI</u> Serie N° <u>TP-MSPMAN-007</u> Apreciación: <u>100-100</u> N° de Etiqueta: <u>7562</u> Fecha Calibrac.: <u>30/07/2013</u> Próxim. Calibrac.: <u>30/01/2014</u>				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	13	4700	2 MIN.	Presenta liqueo
	14	4200	1 MIN.	Presenta liqueo
Sello	.....	.....	.....	.....

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input type="checkbox"/>		No Operativa <input checked="" type="checkbox"/>		
_____ OPERARIO DE LA PRUEBA		_____ SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		_____ CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 5: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE :	CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER	FRT #:		
CAMPO :	SHUSHUFINDI 244-D SAXON RIG 56	OT #:		
FECHA :	Jueves, 18 de julio de 2013			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción:	Valvula de Compuerta	Presión de Trabajo:		
Marca:	VALVEW/ORKS USA	Pasaje:		
Tipo:	BRIDADA	Serie:		
Especificación		Part. Number:		
PRL:		Diámetro de Espárragos:		
PSL:		Cant. de Espárragos:		
Material:		Tipo de Asiento:		
Temperatura:		N° de Ring Gasket		
		Tipo de Actuador:		
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN:	IDD-IN20-01			
TRABAJO REALIZADO				
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:		
		Producto Nuevo:		
		Modificación:		
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1
	2
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	1	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
	2	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	3	5100	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
	4	5000	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa:		<input checked="" type="checkbox"/>	No Operativa <input type="checkbox"/>	
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 6: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
PTFE R-2

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS IDD-R23-01				
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE :	CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER		FRT #:	16235
CAMPO :	SHUSHUFINDI 244-D SAXON RIG 56		OT #:	
FECHA :	Jueves, 18 de julio de 2013			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción:	Valvula de Compuerta		Presión de Trabajo:	5000 PSI
Marca:	VALVEWORKS USA		Pasaje:	2 1/16"
Tipo:	BRIDADA		Serie:	245748
Especificación			Part. Number:	
PRL:			Diámetro de Espárragos:	7/8
PSL:			Cant. de Espárragos:	8
Material:			Tipo de Asiento:	Metal/Teflón
Temperatura:			N° de Ring Gasket	R-24
			Tipo de Actuador:	Manual/Volante
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN:		IDD-IN20-01		
TRABAJO REALIZADO				
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:	<input type="checkbox"/>	
		Producto Nuevo	<input type="checkbox"/>	
		Modificación:	<input type="checkbox"/>	
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS				
Marca:	MP0003			
Rango:	0-10000 PSI			
Tipo:	HIDROSTÁTICO			
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO)				
Modelo:	WIKA			
Rango:	10000 PSI			
Serie N°	TP-MSPMAN-007			
Apreciación:	100-100			
N° de Etiqueta:	7562			
Fecha Calibrac.:	30/07/2013			
Próxim. Calibrac.:	30/01/2014			
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	5	5100	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
	6	5100	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	7	5200	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
	8	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa:		<input checked="" type="checkbox"/>	No Operativa <input type="checkbox"/>	
_____		_____		_____
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 7: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NM.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER CAMPO : SHUSHUFINDI 244-D SAXON RIG 56 FECHA : Jueves, 18 de julio de 2013	FRT #: 16235 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 245748 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Espárragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket: R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento: <input type="checkbox"/>	Producto Nuevo: <input type="checkbox"/>		
Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO	ESQUEMA / FOTOGRAFÍA			
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N°: TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional: <input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>	
Sello	9	5000	4 MIN.	No presenta liqueo alguno
	10	5100	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	11	5300	3 MIN.	No presenta liqueo alguno
	12	5300	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa: <input type="checkbox"/>		
_____ OPERARIO DE LA PRUEBA		_____ SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		_____ CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 8: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello PTFE R-2

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER CAMPO : SHUSHUFINDI 244-D SAXON RIG 56 FECHA : Jueves, 18 de julio de 2013	FRT #: 16235 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 245748 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Espárragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACION: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento: <input type="checkbox"/>	Producto Nuevo: <input type="checkbox"/>		
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional <input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>	
Sello	13	5200	4 MIN.	No presenta liqueo alguno
	14	5100	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	15	5000	3 MIN.	No presenta liqueo alguno

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa <input type="checkbox"/>		
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 9: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
PTFE R-4

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE :	CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER	FRT #: 16235		
CAMPO :	SHUSHUFINDI 244-D SAXON RIG 56	OT #:		
FECHA :	Jueves, 18 de julio de 2013			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción:	Valvula de Compuerta	Presión de Trabajo: 5000 PSI		
Marca:	VALVEWORKS USA	Pasaje: 2 1/16"		
Tipo:	BRIDADA	Serie: 245748		
Especificación		Part. Number:		
PRL:		Diámetro de Espárragos: 7/8		
PSL:		Cant. de Espárragos: 8		
Material:		Tipo de Asiento: Metal/Teflón		
Temperatura:		N° de Ring Gasket R-24		
		Tipo de Actuador: Manual/Volante		
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACION:	IDD-IN20-01			
TRABAJO REALIZADO				
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:		
		Producto Nuevo		
		Modificación:		
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS				
Marca:	MP0003			
Rango:	0-10000 PSI			
Tipo:	HIDROSTATICO			
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO)				
Modelo:	WIKA			
Rango:	10000 PSI			
Serie N°	TP-MSPMAN-007			
Apreciación:	100-100			
N° de Etiqueta:	7562			
Fecha Calibrac.:	30/07/2013			
Próxim. Calibrac.:	30/01/2014			
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1
	2
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	16	4400	3 MIN.	Presenta liqueo
	17	3800	2 MIN.	Presenta liqueo
Sello

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input type="checkbox"/>		No Operativa <input checked="" type="checkbox"/>		
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 10: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
PTFE R-4

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE :	CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER	FRT #: 16237		
CAMPO :	SHUSHUFINDI 98-D DYGOIL RIG 30	OT #:		
FECHA :	Jueves, 18 de julio de 2013			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción:	Valvula de Compuerta	Presión de Trabajo: 5000 PSI		
Marca:	VALVEWORKS USA	Pasaje: 2 1/16"		
Tipo:	BRIDADA	Serie: 125513		
Especificación		Part. Number:		
PRL:		Diámetro de Espárragos: 7/8		
PSL:		Cant. de Espárragos: 8		
Material:		Tipo de Asiento: Metal/Teflón		
Temperatura:		N° de Ring Gasket R-24		
		Tipo de Actuador: Manual/Volante		
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN:		IDD-IN20-01		
TRABAJO REALIZADO				
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:		
		Producto Nuevo		
		Modificación:		
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS				
Marca:	MP0003			
Rango:	0-10000 PSI			
Tipo:	HIDROSTATICO			
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO)				
Modelo:	WIKA			
Rango:	10000 PSI			
Serie N°	TP-MSPMAN-007			
Apreciación:	100-100			
N° de Etiqueta:	7562			
Fecha Calibrac.:	30/07/2013			
Próxim. Calibrac.:	30/01/2014			
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1
	2
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	1	5100	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
	2	5000	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	3	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa:		<input checked="" type="checkbox"/>	No Operativa <input type="checkbox"/>	
_____		_____		_____
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 11: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
PTFE R-4

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NM.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE :	CONSORCIO SSFD/SCHLUMBERGER	FRT #: 16237		
CAMPO :	SHUSHUFINDI 98-D DYGOIL RIG 30	OT #:		
FECHA :	Jueves, 18 de julio de 2013			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción:	Valvula de Compuerta	Presión de Trabajo: 5000 PSI		
Marca:	VALVEWORKS USA	Pasaje: 2 1/16"		
Tipo:	BRIDADA	Serie: 125513		
Especificación		Part. Number:		
PRL:		Diámetro de Espárragos: 7/8		
PSL:		Cant. de Espárragos: 8		
Material:		Tipo de Asiento: Metal/Teflón		
Temperatura:		Nº de Ring Gasket R-24		
		Tipo de Actuador: Manual/Volante		
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN:	IDD-IN20-01			
TRABAJO REALIZADO				
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:		
		<input type="checkbox"/>		
		Producto Nuevo		
		<input type="checkbox"/>		
		Modificación:		
		<input type="checkbox"/>		
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie Nº TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 Nº de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1
	2
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	4	4200	2 MIN.	Presenta liqueo
	5	3000	2 MIN.	Presenta liqueo
Sello

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input type="checkbox"/>		No Operativa <input checked="" type="checkbox"/>		
_____		_____		_____
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 12: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
PTFE R-4

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS IDD-R23-01				
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE :	PARDALISERVICES	FRT #:	16245	
CAMPO :	ATACAPI 27-D	OT #:		
FECHA :	Viernes, 19 de julio de 2013			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción:	Valvula de Compuerta	Presión de Trabajo:	5000 PSI	
Marca:	VALVEWORKS USA	Pasaje:	2 1/16"	
Tipo:	BRIDADA	Serie:	138954	
Especificación		Part. Number:		
PRL:		Diámetro de Espárragos:	7/8	
PSL:		Cant. de Espárragos:	8	
Material:		Tipo de Asiento:	Metal/Teflón	
Temperatura:		N° de Ring Gasket	R-24	
		Tipo de Actuador:	Manual/Volante	
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN:	IDD-IN20-01			
TRABAJO REALIZADO				
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:	<input type="checkbox"/>	
		Producto Nuevo	<input type="checkbox"/>	
		Modificación:	<input type="checkbox"/>	
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1
	2
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional:	<input type="checkbox"/>	Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	1	5100	7 MIN.	No presenta liqueo alguno
	2	5000	7 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	3	5100	7 MIN.	No presenta liqueo alguno
	4	5400	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:	Agua con aceite soluble (Taladrina)			
RESULTADOS				
Operativa:	<input checked="" type="checkbox"/>	No Operativa	<input type="checkbox"/>	
_____	_____	_____	_____	_____
OPERARIO DE LA PRUEBA	SUPERV. DECAB. Y VALVULAS	CONTROL DE CALIDAD		

ANEXO A - 13: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
Nylon Poliamida

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS IDD-R23-01					
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com			
DATOS DEL CLIENTE					
CLIENTE :	PARDALISERVICES		FRT #:	16245	
CAMPO :	ATACAPI 27-D		OT #:		
FECHA :	Viernes, 19 de julio de 2013				
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO					
Descripción:	Valvula de Compuerta		Presión de Trabajo:	5000 PSI	
Marca:	VALVEWORKS USA		Pasaje:	2 1/16"	
Tipo:	BRIDADA		Serie:	138954	
Especificación			Part. Number:		
PRL:			Diámetro de Espárragos:	7/8	
PSL:			Cant. de Espárragos:	8	
Material:			Tipo de Asiento:	Metal/Teflón	
Temperatura:			N° de Ring Gasket	R-24	
			Tipo de Actuador:	Manual/Volante	
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN:			IDD-IN20-01		
TRABAJO REALIZADO					
Reparación:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento:	<input type="checkbox"/>	Producto Nuevo	<input type="checkbox"/>
				Modificación:	<input type="checkbox"/>
BANCO PRUEBAS UTILIZADO			ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS					
Marca:	MP0003				
Rango:	0-10000 PSI				
Tipo:	HIDROSTATICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO)					
Modelo:	W/KA				
Rango:	10000 PSI				
Serie N°	TP-MSPMAN-007				
Apreciación:	100-100				
N° de Etiqueta:	7562				
Fecha Calibrac.:	30/07/2013				
Próxim. Calibrac.:	30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS					
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES	
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>		Bidireccional:	<input type="checkbox"/>	
				Choke: <input type="checkbox"/>	
Sello	5	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno	
	6	5100	5 MIN.	No presenta liqueo alguno	
Sello	7	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno	
	8	5000	5 MIN.	No presenta liqueo alguno	
TIPO DE PRUEBA:					
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)			
RESULTADOS					
Operativa:		<input checked="" type="checkbox"/>	No Operativa <input type="checkbox"/>		
OPERARIO DE LA PRUEBA		SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		CONTROL DE CALIDAD	

ANEXO A - 14: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
Nylon Poliamida

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS IDD-R23-01				
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU. Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com				
CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com				
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : <u>PARDALISERVICES</u> CAMPO : <u>ATACAPI 27-D</u> FECHA : <u>Sabado, 20 de julio de 2013</u>	FRT #: <u>16245</u> OT #: _____			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: <u>Valvula de Compuerta</u> Marca: <u>VALVEWORKS USA</u> Tipo: <u>BRIDADA</u> Especificación PRL: _____ PSL: _____ Material: _____ Temperatura: _____	Presión de Trabajo: <u>5000 PSI</u> Pasaje: <u>2 1/16"</u> Serie: <u>138954</u> Part. Number: _____ Diámetro de Espárragos: <u>7/8</u> Cant. de Espárragos: <u>8</u> Tipo de Asiento: <u>Metal/Teflón</u> N° de Ring Gasket <u>R-24</u> Tipo de Actuador: <u>Manual/Volante</u>			
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACION: <u>IDD-IN20-01</u>				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo: <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO	ESQUEMA / FOTOGRAFÍA			
BANCO DE PRUEBAS Marca: <u>MP0003</u> Rango: <u>0-10000 PSI</u> Tipo: <u>HIDROSTATICO</u>				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: <u>WIKA</u> Rango: <u>10000 PSI</u> Serie N° <u>TP-MSPMAN-007</u> Apreciación: <u>100-100</u> N° de Etiqueta: <u>7562</u> Fecha Calibrac.: <u>30/07/2013</u> Próxim. Calibrac.: <u>30/01/2014</u>				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	9	5200	5 MIN.	No presenta liqueo alguno
	10	5300	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	11	5200	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
	12	5000	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa <input type="checkbox"/>		
_____ OPERARIO DE LA PRUEBA		_____ SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		_____ CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 15: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
Nylon Poliamida

 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYAMA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : PARDALISERVICES CAMPO : ATACAPI 27-D FECHA : Sabado, 20 de julio de 2013	FRT #: 16245 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 138954 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Espárragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CODIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACION: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO		ESQUEMA / FOTOGRAFÍA		
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTÁTICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	13	5000	6 MIN.	No presenta liqueo alguno
	14	5200	4 MIN.	No presenta liqueo alguno
Sello	15	5000	4 MIN.	No presenta liqueo alguno

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input checked="" type="checkbox"/>		No Operativa <input type="checkbox"/>		
_____ OPERARIO DE LA PRUEBA		_____ SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS		_____ CONTROL DE CALIDAD

ANEXO A - 16: Registro de pruebas de presión, válvulas 2-1/16" 5000 PSI Sello
Nylon Poliamida

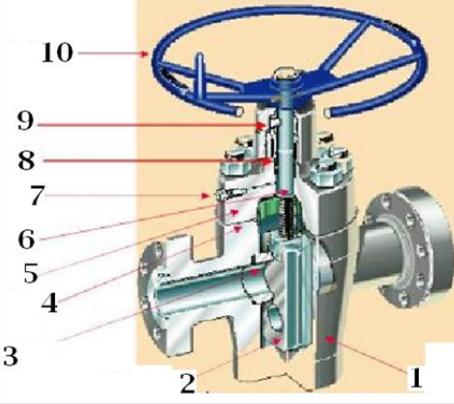
 REGISTRO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE VALVULAS		IDD-R23-01		
DIRECCIÓN: AV. REPUBLICA DEL SALVADOR 491 Y NN.UU, Edificio SUYANA, 3er. Piso TLF. 3333 663 - 664-665-407 QUITO - ECUADOR E-mail mision@mission-petroleum.com		CAMPAMENTO - ORIENTE EL PROYECTO KM 1 VIA SHUSHUFINDI TLF. 06-2346 103-104-108-123 SHUSHUFINDI - ECUADOR Email: ofioriente@mission-petroleum.com		
DATOS DEL CLIENTE				
CLIENTE : PARDALISERVICES CAMPO : ATACAPI 27-D FECHA : Sabado, 20 de julio de 2013	FRT #: 16245 OT #:			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Descripción: Valvula de Compuerta Marca: VALVEWORKS USA Tipo: BRIDADA Especificación PRL: PSL: Material: Temperatura:	Presión de Trabajo: 5000 PSI Pasaje: 2 1/16" Serie: 138954 Part. Number: Diámetro de Espárragos: 7/8 Cant. de Espárragos: 8 Tipo de Asiento: Metal/Teflón N° de Ring Gasket R-24 Tipo de Actuador: Manual/Volante			
CÓDIGO DE INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN: IDD-IN20-01				
TRABAJO REALIZADO				
Reparación: <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento: <input type="checkbox"/> Producto Nuevo: <input type="checkbox"/> Modificación: <input type="checkbox"/>				
BANCO PRUEBAS UTILIZADO	ESQUEMA / FOTOGRAFÍA			
BANCO DE PRUEBAS Marca: MP0003 Rango: 0-10000 PSI Tipo: HIDROSTÁTICO				
INDICADOR DE PRESION (MANÓMETRO) Modelo: WIKA Rango: 10000 PSI Serie N° TP-MSPMAN-007 Apreciación: 100-100 N° de Etiqueta: 7562 Fecha Calibrac.: 30/07/2013 Próxim. Calibrac.: 30/01/2014				
PRUEBAS HIDROSTÁTICAS				
PRUEBAS	CICLO	PRESIÓN DE PRUEBA	TIEMPO DE PRUEBA	OBSERVACIONES
Cuerpo	1	.....	.....	.....
	2	.....	.....	.....
Unidireccional	<input checked="" type="checkbox"/>	Bidireccional: <input type="checkbox"/>		Choke: <input type="checkbox"/>
Sello	16	4600	2 MIN.	Presenta liqueo
	17	3200	2 MIN.	Presenta liqueo
Sello	.....	.....	.....	.....

TIPO DE PRUEBA:				
FLUIDO:		Agua con aceite soluble (Taladrina)		
RESULTADOS				
Operativa: <input type="checkbox"/>		No Operativa <input checked="" type="checkbox"/>		
_____	_____	_____	_____	_____
OPERARIO DE LA PRUEBA	SUPERV. DE CAB. Y VALVULAS	CONTROL DE CALIDAD		

ANEXO A - 17: Reporte técnico para la reparación válvulas 4-1/16" 5000 PSI



VÁLVULAS Y CABEZALES
REPORTE TÉCNICO PARA LA REPARACIÓN

DE: TEC. FAUSTO REQUELME		FECHA: 15-02-2013			
PARA: ANTONIO CRUZ		FRT: 15068			
CLIENTE: PETROAMAZONAS EP		GUIA: 2537-A			
		CAMPO: YURALPA E-002			
DESARROLLO					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:	VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDA				
DIMENSIONES	4-1/16" 5M	SERIE : 2002740	MARCA: FEPCO		
ESQUEMA	DETALLE ELEMENTOS				
	Nº	ELEMENTO	ESTADO	CAMBIO	REPARACIÓN
	1	CUERPO	M2		X
	2	COMPUERTA	M2		X
	3	ASIENTO (SELLADO POR CONTACTO METAL-TEFLON)	M2		X
	4	ANILLO DE SELLADO ENTRE EL CUERPO Y BONET	M2		X
	5	CUBIERTA	M2		X
	6	VÁSTAGO	M2		X
	7	GRASERO 1/2"	M3	X	
	8	ENPAQUETADOR DEL VÁSTAGO	M3	X	
	9	GRASERO 3/8"	M2	X	
	10	VOLANTE MANUAL	M2		X
	11	RETENG PAKING	M3	X	
	12	RODAMIENTOS	M3	X	
	13	RING GROOVE	M2		X
14	BRIDAS LATERALES	M2		X	
OBSERVACIONES:					
1.- Desensamble, limpieza externa e interna de la válvula así como de los elementos que lo conforman tanto el bonnet como el cuerpo, con el fin de realizar una inspección minuciosa de cada uno de ellos para luego dar un diagnóstico de funcionamiento,					
2.- Rectificación de asientos					
3.- Rectificación de compuerta.					
4.- Cambio de rodamientos y graseros.					
5.- Presencia de óxido y corrosión en las bridas laterales.					
FAUSTO REQUELME Dpto. Valvulas y Cabezas MISSION-PETROLEUM S.A.		SIGLAS DE OBSERVACIÓN M-1 DESGASTE POR USO M-2 PRESENCIA DE OXIDO Y DESGASTE M-3 DESGASTE NOTORIO DEL ELEMENTO M-4 PRESENCIA DE CRACK " NO OPERATIVO"			

ANEXO B

ANEXO B - 1: Especificaciones Perfiles UPN.DIPAC



UPN

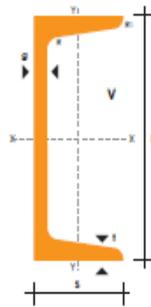
**PERFILES LAMINADOS
UPN**

Especificaciones Generales

- Calidad: ASTM A 36
- Otras calidades: Previa Consulta
- Largo normal: 6,00 mts. Y 12,00 mts
- Otros largos: Previa Consulta
- Acabado: Natural
- Otro acabado: Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESOS kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



ANEXO B - 2: Especificaciones Barras de Nylon Duralon distribuidor SOLPAC S.A.



DURALON NYLON®

PROPIEDADES

PROPIEDAD	TEST A.S.T.M.	UNIDAD	VALOR*
Peso Específico	D-792	G.M.S/C.C.	1.15
Volumen Específico	D-792	Lb/Pul ³	24.05
Dureza Rockwell	D-785		R-110 - R-120
Resistencia a la Tracción	D-638 23°C (2"/min.)	p.s.l.	11.000-14.000
Elongación	23°C (2"/min.)	%	10.40
Resistencia o Ruptura	23°C (2"/min.)	p.s.t.	13.000
Módulo de Tensión	D-638 23°C (0.25"/min.)	p.s.l.	540.000
Resistencia a la Flexión	D-790 23°C	p.s.l.	16.500
Módulo de Flexión	D-790 23°C	p.s.l.	505.000
Resistencia a la Compresión	D-695 23°C	p.s.l.	14.000
Módulo de Compresión	D-695 23°C	p.s.l.	400.000
Resistencia al desgarramiento	D-732 23°C	p.s.l.	10.000-11.500
Resistencia al Impacto (Prueba izod)	D-256 23°C	pie x lb/Muesc	a 1.2
Tensión del impacto	D-1622 23°C	Pie x lb/pulg ²	290
Combustibilidad	D-635	Auto extinguable.	
Coefficiente de expansión Térmica lineal	D-69 C	pul x pul/°C 5	x10 ⁻⁵
Temperatura de Distorsión	D-648 66 p.s.l.	°C	215
Punto de Fusión			
Resistividad Volumétrica	D-257	ohm/cm	2,6 x 10 ⁴
Constante dieléctrica	D-150		
	60 ciclos		3,7
	10 ³ ciclos		3,7
	10 ⁶ ciclos		3,7
Factor de Disipación	D-150		
	60 ciclos		0,015
	10 ³ ciclos		0,02
	10 ⁶ ciclos		0,05
Resistencia dieléctrica	D-149 poco tiempo 1/8"	volts/mil	380
Gradualmente 1/8" Espesor	D-149	volts/mil	340
Absorción de agua 24 horas a 23°C	D-570	%	0,6
Saturación de Absorción de agua	D-570	%	6
Coefficiente de Fricción Dinámica (Nylon contra Acero)			0,32 sin lubricación. 0,05 inicio de lubricación con Aceite 0,21 lubricación con Agua.

PRINCIPAL QUITO:

Cotocollao. Av. de la Prensa N71-22 y Pablo Picasso • Telefax: 249-1326 / 249-1515 / 249-0827 • Cel.: 09 983-0928
E-mail: ventas@solpac.com.ec Quito - Ecuador

ANEXO B - 3: Especificaciones Barras Teflon distribuidor SOLPAC S:A.

TEFLON

TABLA DE PROPIEDADES

PROPIEDADES		Métodos ASTM	PTFE 100%	PTFE R-2	PTFE R-4
GENERALES	Color		Blanco	Blanco Hueso	Negro
	Gravedad Específica Medida	D1457 - 62T	2.18	2.22	2.27
	Dureza Shore, 78°F, MD (1)		60D	65D	70D
	Resistencia a los Alcalis (2)		R	D	D
	Resistencia a los Acidos y Solventes		R	R	R
MECANICAS	Resistencia a la Tensión, psi CD (2)	D1457 - 56T D638	4000	3000	3200
	Alargamiento de Ruptura, %	D1457 - 56T	350	270	280
	Resistencia al Impacto, Izod, ft-lb/in	D256 - 56	2.9	2.2	3.0
	Resistencia a la Compresión, psi	D695	4900	5200	6300
	Módulo de Deformación, psi x 10 ³	D790 - 63	28	30	42
	Deformación por Compresión, % MD (78°F, 2000 psi, 100 hr) CD	D621 - 59	14.3	7.1	6.9
			16.7	7.5	7.1
	Deformación Permanente, % MD (78°F, 2000 psi, 100 hr) CD	D621 - 59	7.9	3.9	3.8
8.4			4.6	3.9	
DE DESGASTE Y FRICCION	Límite Presión x Velocidad (PxV) lb-ft/in ² -min PxV a 10 ft/ min PxV a 100 ft/ min PxV a 1000 ft/ min	Dupont	1 200	10 000	11 000
			1 800	12 500	14 000
			2 500	15 000	17 000
	PxV para 0.005" de desgaste en 1000 hr	Dupont	20	5 000	5 500
Factor de Desgaste "K" (10 ⁻¹⁶)	Dupont	2 500	13	15	
Coeficiente de Fricción, Estático a 500 psi Dinámico a PxV 500	Dupont	0.05	0.10	0.08	
		0.01	0.17	0.15	
TERMICAS	Temperatura de Servicio, °C (°F)		200°(392°)	200°(392°)	200°(392°)
	Punto de Ablandamiento, °C (°F)		335°(635°)	335°(635°)	335°(635°)
	Coeficiente Lineal de Expansión Térmica, 10 ⁻⁵ in/in/°F 78° - 300°F (25°-150°C) CD	D696 - 44	7.0	4.2	3.5
			9.1	5.5	4.5
78° - 500°F (25° - 260°C) CD					
ELECTRICAS	Resistencia Dieléctrica, volt/milésima (aire)	D 149a	1 500	330	700
	Constante Dieléctrica, 600 Hz 10 ² a 10 ⁶ Hz	D 150 - 54T	2.1	2.6	2.7
			2.2	2.4	2.8
	Factor de Disipación, 60 Hz 10 ² a 10 ⁶ Hz	D150 - 54T	<0.0003	0.9	0.05
			<0.0002	<0.08	<0.08
	Resistividad Volumen, ohm-cm	D257 - 575	> 10 ¹⁷	10 ¹³	10 ¹⁴
Resistividad Superficial, ohm	D257 - 57T	> 10 ¹⁸	10 ¹⁶	10 ¹⁴	

MD = Propiedades Paralelas a la dirección de moldeo CD = Propiedades perpendiculares a la dirección de moldeo R = Resistente D = Debe determinarse

ANEXO B - 4: Acero AISI 4140

ACERO AISI-SAE 4140 (UNS G41400)

1. Descripción: es un acero medio carbono aleado con cromo y molibdeno de alta templabilidad y buena resistencia a la fatiga, abrasión e impacto. Este acero puede ser nitrurado para darle mayor resistencia a la abrasión. Es susceptible al endurecimiento por tratamiento térmico

2. Normas involucradas: ASTM 322

3. Propiedades mecánicas: Dureza 275 - 320 HB (29 - 34 HRC)
Esfuerzo a la fluencia: 690 MPa (100 KSI)
Esfuerzo máximo: 900 - 1050 MPa (130 - 152 KSI)
Elongación mínima 12%
Reducción de área mínima 50%

4. Propiedades físicas: Densidad 7.85 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.38 - 0.43% C
0.75 - 1.00% Mn
0.80 - 1.10% Cr
0.15 - 0.25% Mo
0.15 - 0.35% Si
0.04% P máx
0.05% S máx

6. Usos: se usa para piñones pequeños, tijeras, tornillo de alta resistencia, espárragos, guías, seguidores de leva, ejes reductores, cinceles.

7. Tratamientos térmicos: se austeniza a temperatura entre 830 - 850 °C y se da temple en aceite. El revenido se da por dos horas a 200°C para obtener dureza de 57 HRC y si se da a 315°C la dureza será de 50 HRC. Para recocido se calienta entre 680 - 720°C con dos horas de mantenimiento, luego se enfría a 15°C por hora hasta 600°C y se termina enfriando al aire tranquilo. Para el alivio de tensiones se calienta entre 450 - 650°C y se mantiene entre ½ y 2 horas. Se enfría en el horno hasta 450°C y luego se deja enfriar al aire tranquilo.

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ANEXO B - 5: Regla de especificaciones de bridas según norma API 6 A.



Side 1

SERVICIOS

SERVICIO TÉCNICO DE INSTALACIÓN
REPARACIÓN Y RENTA DE INSTRUMENTOS DE PESCA
TALLER INDUSTRIAL EN GENERAL
REPARACIÓN DE CABEZALES DE PRODUCCIÓN
REPARACIÓN Y LUBRICACIÓN DE VALVULAS DE TODO TIPO Y CABEZALES DE POZO
REPARACIÓN DE ESTABILIZADORES DE PERFORACIÓN
SERVICIO DE CORTE DE CASADO

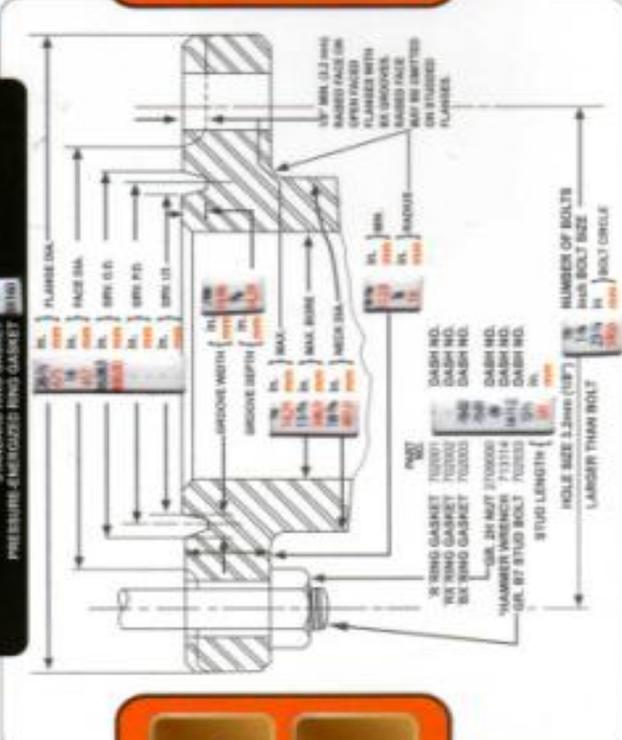
REGLA DE BRIDAS

NORMAL FLANGE SIZE: 1/2" - 1 1/2"

MAXIMUM SERVICE PRESSURE RATING: 1500 - 3000 PSI

STANDARD RING GASKET

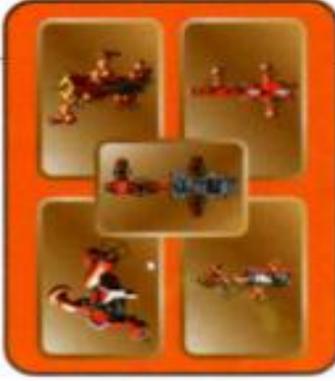
PRESSURE ENERGIZED RING GASKET





Mission Petroleum S.A.
Servicios Petroleros

Unidad A-1, Avenida del Torpedero 102 - 106 y Avenida Huancayo, Ciudad del Sol, Lima 1801
Teléfono: 2258 3486/37 / 2408181 / 2408171 / 2404114 / 2404115 / 2404120 / 2404121 / 2404122
E-mail: ventas@missionpetroleum.com
Compartir: <https://www.facebook.com/missionpetroleum> | <https://www.instagram.com/missionpetroleum> | <https://www.linkedin.com/company/missionpetroleum>
M. Bona 302306-015 | 104 - 108 - 110
E-mail: info@missionpetroleum.com



ENGLISH AND METRIC
Metric dimensions per API
6A conversion and
rounding rules.

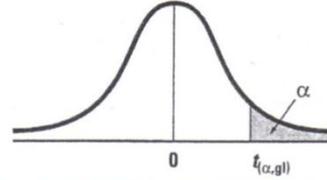
ANEXO B - 6: Tabla de medidas nominales según norma API 6 A.

NOMINAL SIZE	WORK PRESURE	NO PASANTES D. S. A. F.	PASANTE FLANGES	RING GASKET	OF STUDS	ESPESOR	DIAMETRO
1-13/16"	10.000	3/4" X 4-1/8"	3/4" X 5-1/4"	BX 151	8	1-5/8"	7-3/8"
1-13/16"	15.000	7/8" X 4-3/8"	7/8" X 5-3/4"	BX 151	8	1-3/4"	8-3/16"
1-13/16"	20.000	1" X 5-1/4"	1" X 7-3/4"	BX 151	8	2-1/2"	10-1/8"
2-1/16"	2.000	5/8" X 3-3/4"	5/8" X 4-3/4"	R 23	8	1-5/16"	6-1/2"
2-1/16"	5.000	7/8" X 4-1/2"	7/8" X 6-1/4"	R 24	8	1-13/16"	8-1/2"
2-1/16"	10.000	3/4" X 4-3/8"	3/4" X 5-1/2"	BX 152	8	1-3/4"	7-7/8"
2-1/16"	15.000	7/8" X 4-5/8"	7/8" X 6-1/4"	BX 152	8	2"	8-3/4"
2-1/16"	20.000	1-1/8" X 5-7/8"	1-1/8" X 8-1/2"	BX 152	8	2-13/16"	11-5/16"
2-9/16"	2.000	3/4" X 4"	3/4" X 5"	R 26	8	1-7/16"	7-1/2"
2-9/16"	5.000	1" X 4-3/4"	1" X 7"	R27	8	1-15/16"	9-5/8"
2-9/16"	10.000	7/8" X 4-3/4"	7/8" X 6-1/4"	BX 153	8	2-1/32"	9-1/8"
2-9/16"	15.000	1" X 5-1/8"	1" X 7"	BX 153	8	2-1/4"	10"
2-9/16"	20.000	1-1/4" X 6-3/8"	1-1/4" X 9-1/2"	BX 153	8	3-1/8"	12-13/16"
3-1/8"	2.000	3/4" X 4-1/8"	3/4" X 5-1/2"	R 31	8	1-9/16"	8-1/4"
3-1/8"	3.000	7/8" X 4-1/2"	7/8" X 6-1/4"	R 31	8	1-13/16"	9-1/2"
3-1/8"	5.000	1-1/8" X 5-3/8"	1-1/8" X 7-3/4"	R 35	8	2-3/16"	10-1/2"
3-1/16"	10.000	1" X 5-1/4"	1" X 7-1/4"	BX 154	8	2-5/16"	10-5/8"
3-1/16"	15.000	1-1/8" X 5-3/4"	1-1/8" X 8"	BX 154	8	2-9/16"	11-5/16"
3-1/16"	20.000	1-3/8" X 7"	1-3/8" X 10-1/4"	BX 154	8	3-3/8"	14-1/16"
4-1/16"	2.000	7/8" X 4-3/4"	7/8" X 6-1/4"	R 37	8	1-13/16"	10-3/4"
4-1/16"	3.000	1-1/8" X 5-1/4"	1-1/8" X 7-1/2"	R 37	8	2-1/16"	11-1/2"
4-1/16"	5.000	1-1/4" X 6"	1-1/4" X 8-1/2"	R 39	8	2-7/16"	12-1/4"
4-1/16"	10.000	1-1/8" X 6-1/4"	1-1/8" X 8-3/8"	BX 155	8	2-3/4"	12-7/16"
4-1/16"	15.000	1-3/8" X 6-3/4"	1-3/8" X 9-3/4"	BX 155	8	3-3/32"	14-3/16"
4-1/16"	20.000	1-3/4" X 8-1/2"	1-3/4" X 12-5/8"	BX 155	8	4-3/16"	17-9/16"
7-1/16"	2.000	1" X 6"	1" X 7-1/2"	R 45	12	2-3/16"	14"
7-1/16"	3.000	1-1/8" X 6-1/4"	1-1/8" X 8-1/2"	R 45	12	2-1/2"	15"
7-1/16"	5.000	1-3/8" X 7-1/2"	1-3/8" X 11-1/4"	R 46	12	3-5/8"	15-1/2"
7-1/16"	10.000	1-1/2" X 8"	1-1/2" X 11-3/4"	BX 156	12	4-1/16"	18-7/8"
7-1/16"	15.000	1-1/2" X 8-3/4"	1-1/2" X 13"	BX 156	16	4-11/16"	19-7/8"
9"	2.000	1-1/8" X 6-1/4"	1-1/8" X 8-1/2"	R 49	12	2-1/2"	16-1/2"
9"	3.000	1-3/8" X 7"	1-3/8" X 9-1/2"	R 49	12	2-13/16"	18-1/2"
9"	5.000	1-5/8" X 8-1/4"	1-5/8" X 12-1/2"	R 50	12	4-1/16"	19"
9"	10.000	1-1/2" X 9"	1-1/2" X 13-1/4"	BX 157	16	4-7/8"	21-3/4"
11"	2.000	1-1/4" X 6-3/4"	1-1/4" X 9-1/4"	R 53	16	2-13/16"	20"
11"	3.000	1-3/8" X 7"	1-3/8" X 10"	R 53	16	3-1/16"	21-1/2"
11"	5.000	1-7/8" X 9-1/4"	1-7/8" X 14-1/2"	R 54	12	4-11/16"	23"
11"	10.000	1-3/4" X 10"	1-3/4" X 15-3/8"	BX 155	16	5-9/16"	25-3/4"
13-5/8"	2.000	1-1/4" X 6-3/4"	1-1/4" X 9-1/2"	R 57	20	3"	22"
13-5/8"	3.000	1-3/8" X 7-1/2"	1-3/8" X 10-3/4"	R 57	20	3-7/16"	24"
13-5/8"	5.000	1-5/8" X 8-3/4"	1-5/8" X 12-1/4"	BX 160	16	4-7/16"	26-1/2"
13-5/8"	10.000	1-7/8" X 11"	1-7/8" X 17-3/4"	BX 159	20	6-5/8"	30-1/4"
16-3/4"	2.000	1-1/2" X 7-1/2"	1-1/2" X 10-3/4"	R 65	20	3-5/16"	27"
16-3/4"	3.000	1-5/8" X 8-3/4"	1-5/8" X 12-1/4"	R66	20	3-15/16"	27-3/4"
16-3/4"	5.000	1-7/8" X 9-1/2"	1-7/8" X 14-1/2"	BX 162	16	5-1/8"	30-3/8"
16-3/4"	10.000	1-7/8" X 11"	1-7/8" X 17-1/2"	BX 162	24	6-5/8"	34-5/16"

ANEXO B - 7: Valores críticos de t

Tabla E.3 Valores críticos de t

Para un número dado de grados de libertad, el elemento representa el valor crítico de t que corresponde a un área de la cola superior especificada (α)



Grados de libertad	Áreas de la cola superior					
	.25	.10	.05	.025	.01	.005
1	1.0000	3.0777	6.3138	12.7062	31.8207	63.6574
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0322
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5177	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3006	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800
50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778

continúa

ANEXO B - 8: Tabla Validación de especificaciones API 6 A

Table F.24 — Summary of product-specific design validation

Component	Pressure cycling test ^a (Cycles)		Temperature cycling test ^a (Cycles)		Endurance cycling test ^a (Cycles)	
	PR1	PR2	PR1	PR2	PR1	PR2
Wellhead equipment						
Casing-head housings	Not required	3	Not required	3	Not required	3
Casing-head spools	Not required	3	Not required	3	Not required	3
Tubing-head spools	Not required	3	Not required	3	Not required	3
Cross-over spools	Not required	3	Not required	3	Not required	3
Multi-stage head housing & spools	Not required	3	Not required	3	Not required	3
Connectors and fittings						
Cross-over connectors	1	3	Not required	3	Not required	3
Tubing-head adapters	1	1	Not required	Not required	Not required	Not required
Top connectors	Not required	PMR ^b	Not required	PMR ^b	Not required	PMR ^b
Tees and crosses	Not required	3	Not required	3	Not required	Not required
Fluid sampling devices	Not required	3	Not required	3	Not required	Not required
Adapter and spacer spools	Not required	3	Not required	3	Not required	Not required
Casing and tubing hangers						
Mandrel hangers	1	3	Not required	3	Not required	3
Slip hangers	1	3	Not required	3	Not required	3
Valves and chokes						
Single valves	3	200	Not required	40	Not required	200
Multiple valves	3	200	Not required	40	Not required	200
Actuated valves	3	200	Not required	40	Not required	200
Valves prepared for actuators	3	200	Not required	40	Not required	200
Check valves	3	200	Not required	40	Not required	200
Chokes	1	200	Not required	40	Not required	200
SSV and USV	3	200	Not required	40	Not required	200
Back-pressure valves	Not required	PMR ^b	Not required	PMR ^b	Not required	PMR ^b
Other loose connectors						
Weld neck connectors	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
Blind connectors	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
Threaded connectors	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
Adapter and spacer connectors	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
Bullplugs and valve-removal plugs	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
Other equipment						
Wear bushings	N/A	Not required	N/A	Not required	N/A	Not required
Actuators	3	200	Not required	40	Not required	200
Ring gaskets	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
Running and testing tools	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b	N/A	PMR ^b
NOTE 1 Design validation testing is not required for specified designs or features that are completely specified (dimensions and material strength) in this International Standard.						
NOTE 2 This table is for reference information only. All requirements are in the text and associated tables.						
^a Pressure cycles, temperature cycles, and endurance cycles are run as specified in the text and are not cumulative.						
^b As per manufacturer's rating (PMR).						

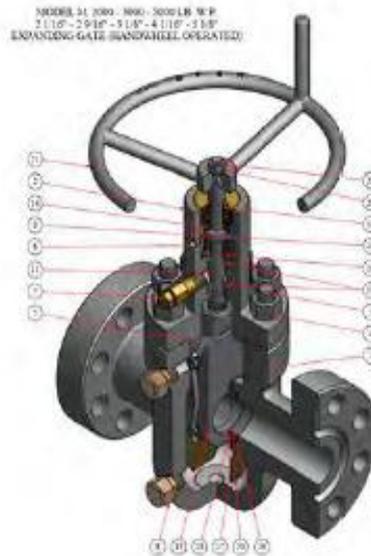
This document was reproduced from an authorized download of an API standard on 11-Jan-2011. The authorized user is permitted to print one single copy for personal reference use only. No further reproduction is permitted. For additional copies or licensing options, contact: Techstreet, Inc. at www.techstreet.com or (734) 780-9000.

ANEXO B - 9: Válvulas 2-1/16" 5000 PSI partes de ensamble y materiales.

VALVEWORKS USA

Model MMSG Operation Manual

ASSEMBLY DRAWING AND BILL OF MATERIALS



18

ASSEMBLY BILL OF MATERIALS		
ITEM	DESCRIPTION	QTY
1	BODY FLANGED	1
2	BONNET	1
3	STUD	8
4	HEX NUT	8
5	BONNET SEAL RING	1
6	GREASE ALUMITE FITTING	1
7	PACKING INJECTION FITTING	1
8	BODY GREASE FITTING	2
9	STEM	1
10	PACKING SET CHEVRON Y	1
11	PACKING INJECTION	1
12	BEARING RETAINER NUT LOCKNUT	2
13	BEARING SPACER SLEEVE	1
14	PACKING RETAINER BUSHING	1
15	GATE & SEPARATOR ASSEMBLY	1
16	THRUST BEARING	2
17	SEAT	2
18	TEFLON INSERT	2
19	O-RING BACKSEAL	2
20	GATE GUIDE	2
21	HANDWHEEL	1
22	HANDWHEEL NUT	1
23	HANDWHEEL WASHER	1
24	NAME PLATE	1
25	GREASE	FULL

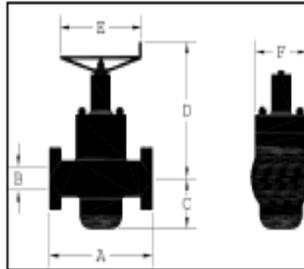
Proprietary Booklet of Valveworks USA. Do not reproduce without explicit permission.
Address: 1650 Swann Lake Road, Bossier City, LA-71111. Ph # 888-425-0266. Fax # 318-425-0934

ANEXO B - 10: Válvulas 2-1/16" 5000 PSI dimensiones.



Model M/MSG Operation Manual

PHYSICAL DIMENSIONS (CONTINUED)



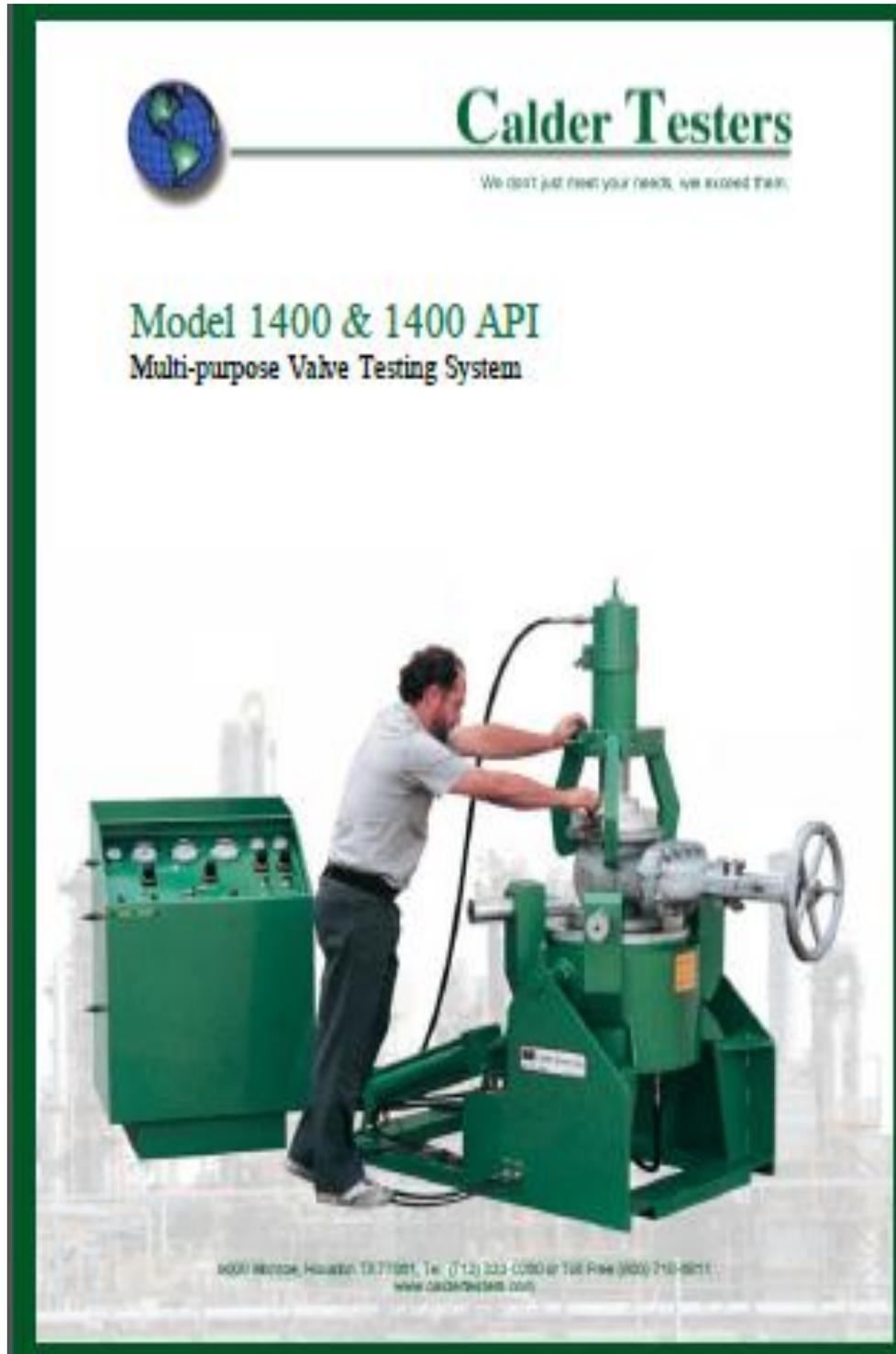
MODEL M FLANGED END

5000 FLANGED END DIMENSIONS (In Inches)

Nominal Size	2 1/16	2 9/16	3 1/8	4 1/16	5 1/8
A End to End	14 5/8	16 5/8	18 5/8	21 5/8	28 5/8
B Nominal Bore	2 1/16	2 9/16	3 1/8	4 1/16	5 1/8
C Center Line to Bottom	5 1/2	6 5/8	7 1/2	9 1/8	11 3/4
D Center Line to Top	19 5/8	20 5/8	23	26 5/8	28
E Handwheel Diameter	13	16	16	20	24
F Extreme Body Width	7 1/4	7 13/16	9 1/4	12	12 4/5
Weight - lbs	180	220	340	560	1065
Flange Ring Joint	R24	R27	R35	R39	R44
Bonnet Stud Size (# of Studs)	7/8 (8)	7/8 (8)	1 (8)	1 3/8 (8)	1 3/8 (8)
No. of Turns (Full Open to Full Close)					

ANEXO C

ANEXO C - 1: Banco de pruebas hidrostática modelo 1400 & 1400 API.



The advertisement features the Calder Testers logo at the top left, which consists of a stylized globe. To the right of the logo is the company name "Calder Testers" in a large, bold, serif font. Below the name is the tagline "We don't just meet your needs, we exceed them." in a smaller, italicized font. The main title of the product, "Model 1400 & 1400 API Multi-purpose Valve Testing System", is displayed in a bold, serif font. The central image shows a man in a light-colored shirt and dark trousers operating a large, green industrial valve testing machine. The machine has a control panel with several gauges and a large handwheel. The background is a blurred industrial setting. At the bottom of the advertisement, contact information is provided: "6000 Westock, Houston, TX 77051, Tel: (713) 323-0260 or Toll Free (800) 710-6911, www.calder-testers.com".

Calder Testers

We don't just meet your needs, we exceed them.

Model 1400 & 1400 API
Multi-purpose Valve Testing System

6000 Westock, Houston, TX 77051, Tel: (713) 323-0260 or Toll Free (800) 710-6911
www.calder-testers.com

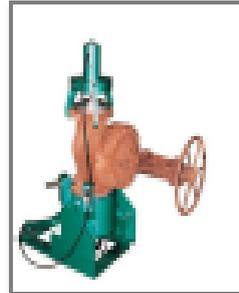
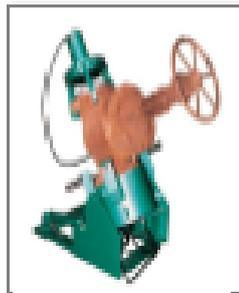


Calder Testers

We don't just meet your needs, we exceed them.

Model 1400 Series Specifications

Model 1400-12-100	100	300	600	900	1500	2500	Model 1400-12-150	100	300	600	900	1500	2500
1,000 psi	1"	x	x	x			18,000 psi	1"	x	x	x	x	x
	2"	x	x	x				2"	x	x	x	x	x
	3"	x	x	x				3"	x	x	x	x	x
	4"	x	x	x				4"	x	x	x	x	x
	6"	x	x	x				6"	x	x	x	x	x
	8"	x	x	x				8"	x	x	x	x	x
	10"	x	x					10"	x	x			
12"	x	x				12"	x	x					
Model 1400-14-100	100	300	600	900	1500	2500	Model 1400-14-150	100	300	600	900	1500	2500
1,000 psi	1"	x	x	x			18,000 psi	1"	x	x	x	x	x
	2"	x	x	x				2"	x	x	x	x	x
	3"	x	x	x				3"	x	x	x	x	x
	4"	x	x	x				4"	x	x	x	x	x
	6"	x	x	x				6"	x	x	x	x	x
	8"	x	x	x				8"	x	x	x	x	x
	10"	x	x	x				10"	x	x			
12"	x	x				12"	x	x					
Model 1400 API-100	2000	3000	5000	10000	15000	Model 1400 API-150	2000	3000	5000	10000	15000		
15,000 psi	2-1/8"	x	x	x			18,000 psi	2-1/8"	x	x	x		
	3-8/16"	x	x	x				3-8/16"	x	x	x		
	3-1/8"	x	x	x				3-1/8"	x	x	x		
	4-1/4"	x	x					4-1/4"	x	x			
Model 1400 API-150	2000	3000	5000	10000	15000								
15,000 psi	2-1/8"	x	x	x									
	3-8/16"	x	x	x									
	3-1/8"	x	x	x									
	4-1/4"	x	x										



8028 Maroon, Houston, TX 77061, Tel: (713) 333-8280 or Toll Free (800) 710-8871
www.calder-testers.com

SPRAGUE PRODUCTS AIR DRIVEN HYDRAULIC PUMPS

A variety of hydraulic pumps is offered for various liquid output pressure up to 33,500 psi (231.1 bar). Sprague Products pumps service water, oil and most corrosive chemicals, and are rugged, service-proven and virtually maintenance-free.

The Sprague Products positive-displacement type pump converts air inlet pressure to hydraulic output pressure. The pump uses low pressure air to act on a large area piston to produce high hydraulic pressure with a small area piston.

In operation, the pump reciprocates rapidly until the system liquid pressure nears the desired level, then slows to a stop when the liquid pressure equals or balances the air pressure. This liquid-air pressure balance is maintained indefinitely in a holding condition with minimal energy consumption and with no increase in fluid temperature or parts movement.

In contrast, a motor driven pump in a holding condition must continue to operate to maintain a pressure level. Excess liquid must be bypassed or recirculated back to the reservoir, resulting in energy loss, heat build-up, and the need for bypass components and a larger reservoir.

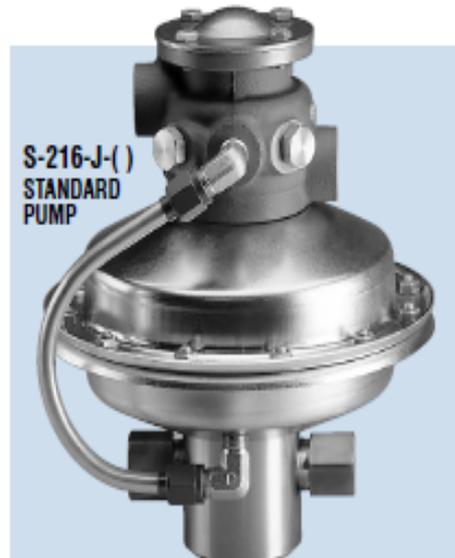
The Sprague Products pump is efficient in operation and simple in design. Compared to other types of hydraulic pumps, it provides cost effective and energy saving benefits for many industrial and research applications.

HYDROSTATIC TESTING APPLICATIONS

The Sprague Products air driven pump offers economical advantages for the pressure testing of hoses, pipes, valves, fittings and other hydraulic vessels and products. The time-saving and performance advantages offered by these pumps allow routine production testing to be converted from tedious hand-pump methods to automatic and precision testing methods.

PRODUCTION MACHINERY APPLICATIONS

The Sprague Products air driven pump delivers high pressure liquids required by production machinery for holding, clamping, forming, shearing, punching, etc. An application example: a hydraulic press where long holding cycles are necessary or where the work stroke is short and a high force is required. High and low volume pumps can be combined to produce a combination of high speed and high force at low cost.



NO NEED FOR CENTRAL POWER SOURCE

Because Sprague Products air driven pumps are relatively small, they can be installed directly on individual machines or test equipment in separate locations as direct power sources. Pumps so mounted eliminate need for a central power system, long plumbing runs and excess hydraulic power capacity.

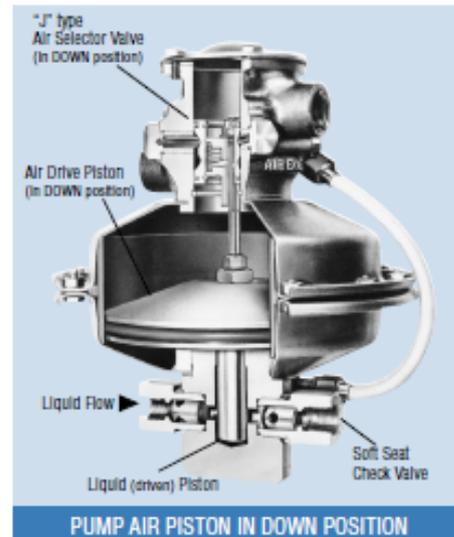
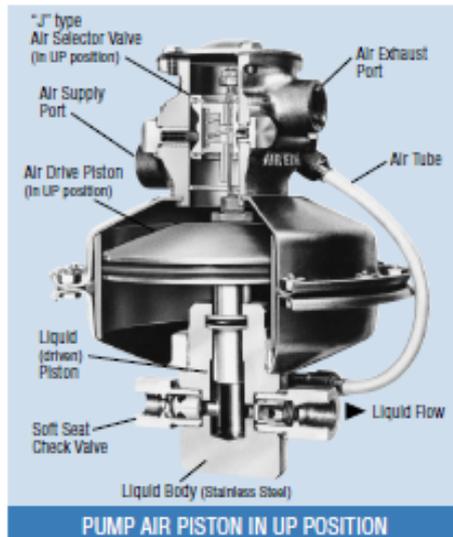
SAFE OPERATION

Unlike motor driven pumps, Sprague Products air driven pumps are non-arcing and non-sparking, and can be used safely in hazardous or confined areas.

SIMPLER MAINTENANCE

When compared to other air driven pumps, Sprague Products pumps do the same job, but with fewer parts and seals for simpler maintenance.

HOW THE S-216-J AIR DRIVEN PUMP WORKS



HOW THE PUMP WORKS

The Sprague Products pump develops high output pressures by applying the principle of differential areas. The pump has a large area air piston, air driven at low pressures. This air piston drives a small area liquid piston that in turn pumps liquids at high pressures.

The liquid output pressure is determined by the ratio between the area of the air drive piston, the area of the liquid driven piston and the applied operating air pressure.

The area relationship of the air piston to the liquid piston is referred to as the pump ratio. This pump ratio is indicated in the dash number which follows the pump model basic number.

Example: S-216-J-10 pump has an approximate ratio of 10 to 1 or 10 psi liquid pressure for each 1 psi of operating air pressure

In operation, an S-216-J-10 pump using 100 psi of input air pressure will produce a maximum liquid output pressure of

1000 psi; 80 psi air will produce an output pressure of 800 psi; 60 psi air . . . 600 psi output, and 40 psi air . . . 400 psi output.

By regulating the incoming air supply at the pressure regulator, the liquid output can be infinitely adjusted through the pump's pressure range.

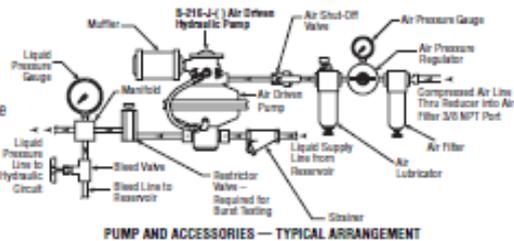
WETTED SECTION MATERIALS

The materials used in the wetted section of the Sprague Products basic pump are compatible to most liquids to be serviced. Pump components and materials include:

Liquid Body	303 Stainless steel
Liquid (driven) Piston	416 Stainless steel chrome plated
Piston O-ring	Nitrile
Piston Back-up Ring	Teflon® or equivalent compound
Check Valve Body	416 Stainless steel
Check Valve Poppet	17-4ph Stainless steel
Check Valve Spring	302 Stainless steel
Check Valve Seal	Nitrile

ACCESSORIES

For optimum efficiency, certain accessories are recommended for use with pump. Noise can be dampened by installing muffler at pump's air exhaust port. For "J" type lubricated pumps, install an air control unit (filter, pressure regulator with air gauge and lubricator) in the supply line. For "JN" type non-lubricated pumps and boosters, install an air control unit (without lubricator) in the air supply line. These and other related accessory items are available from Sprague Products.



Teflon is a registered trademark of the DuPont Company

TYPICAL CIRCUITS FOR SPRAGUE PRODUCTS AIR DRIVEN HYDRAULIC PUMPS

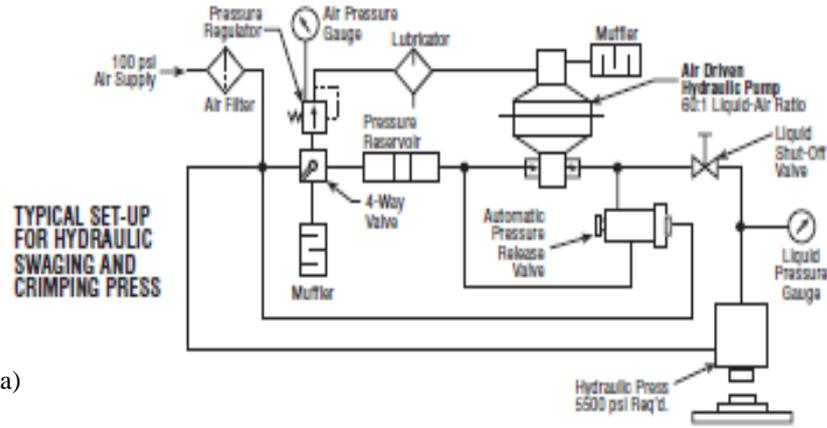


Figura (a)

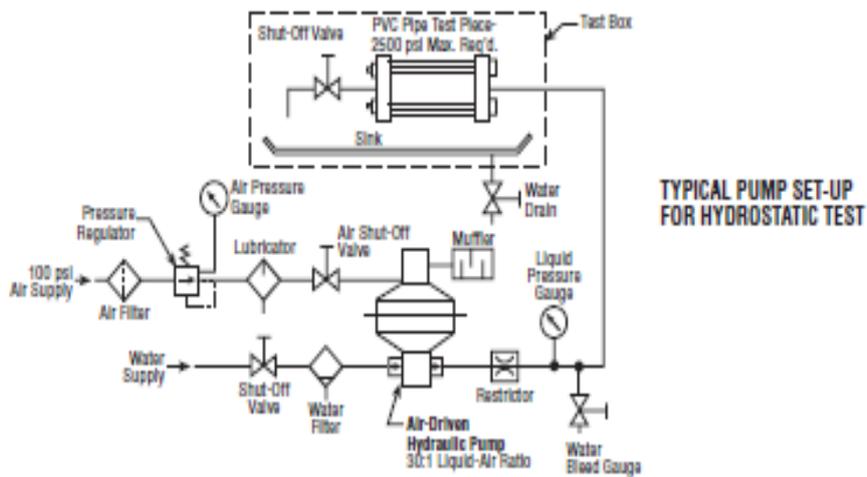


Figura (b)

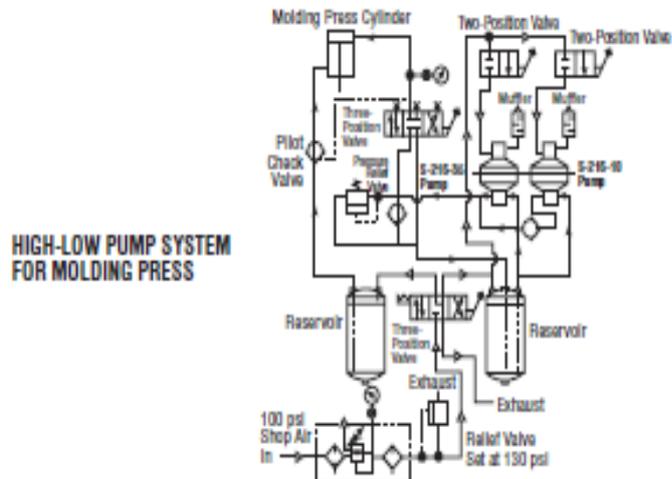


Figura (c)

ANEXO C - 5: Especificaciones bomba Hidraulica accionada por aire

Pump Model No.	Reference Number	Maximum Output - See Note		Driving Air	Port Threads Liquid		Actual Weight		Shipping Weight	
		psi	bar		Inlet	Outlet	lbs.-oz.	kg	lbs.-oz.	kg
S-216-J-10 S-216-JN-10	79293-11 89842-11	1000	69	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	16-4	7.4	19	8.6
S-216-JR-10 S-216-JNR-10	91612-11 91613-11	1000	69	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	24-4	11.0	27-4	12.
S-216-J-20 S-216-JN-20	77894-11 89842-21	1860	128	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	14-8	6.6	17	7.7
S-216-JR-20 S-216-JNR-20	91612-21 91613-21	1860	128	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	22-8	10.2	25-8	11.6
S-216-J-30 S-216-JN-30	77894-21 89842-31	3100	214	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	14-8	6.6	17	7.7
S-216-JR-30 S-216-JNR-30	91612-31 91613-31	3100	214	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	22-8	10.2	25-8	11.6
S-216-J-35 S-216-JN-35	77895-81 89842-41	4600	317	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-35 S-216-JNR-35	91612-41 91613-41	4600	317	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-60 S-216-JN-60	77895-11 89842-51	6100	420	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-60 S-216-JNR-60	91612-51 91613-51	6100	420	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-100 S-216-JN-100	77895-21 89842-61	8800	607	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-100 S-216-JNR-100	91612-61 91613-61	8800	607	1/2 NPT	3/8 NPT	3/8 NPT	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-125 S-216-JN-125	77896-61001 89842-01001	12500	862	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-125 S-216-JNR-125	90612-01001 91613-01001	12500	862	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-J-150 S-216-JN-150	77896-31001 89842-71001	16,000	1103	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-150 S-216-JNR-150	91612-71001 91613-71001	16,000	1103	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-200 S-216-JN-200	77986-41001 89842-81001	23,750	1637	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-200 S-216-JNR-200	91612-81001 91613-81001	23,750	1637	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	20-8	9.3	23-8	10.7
S-216-J-300 S-216-JN-300	77986-51001 89842-91001	33,500	2310	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	12-8	5.7	15	6.8
S-216-JR-300 S-216-JNR-300	91612-91001 91613-91001	33,500	2310	1/2 NPT	1/4 NPT	9/16-18 NBS	20-8	9.3	23-8	10.7

NOTE: -125 ratios also offered with 3/8 NPT liquid connections for working pressures under 10,000 psi.

NOTE: Pump maximum output pressure is based on 100 psi (6.9 bar) driving air pressure.

S-216-JN-() STANDARD PUMP, NON-LUBRICATED

Mechanically the same as the S-216-J standard pump, this S-216-JN-() pump is suitable for use in cleanrooms or laboratories. The pump uses normal shop compressed air without lubrication to actuate the pump. Its dynamic air seals are self-lubricating. The pump's exhaust air is identical to the driving air supply, so no additional contaminants are added to the exhaust air. Order in the same manner as the S-216-J and add an "N" to model number.

Example: S-216-JN-60
 Pump Model Number ——— Pump Nominal Ratio

S-216-J-()HO HIGH OUTPUT PUMP, LUBRICATED

S-216-JN-()HO HIGH OUTPUT PUMP, NON-LUBRICATED

Mechanically the same as the S-216-J-() or S-216-JN-() pumps, the S-216-()-()HO pumps utilize larger air passageways

to dramatically increase pump speeds. Flows of up to double the standard published flow rates are available with the high output pumps.

S-216-JR-() STANDARD PUMP/RESERVOIR, LUBRICATED

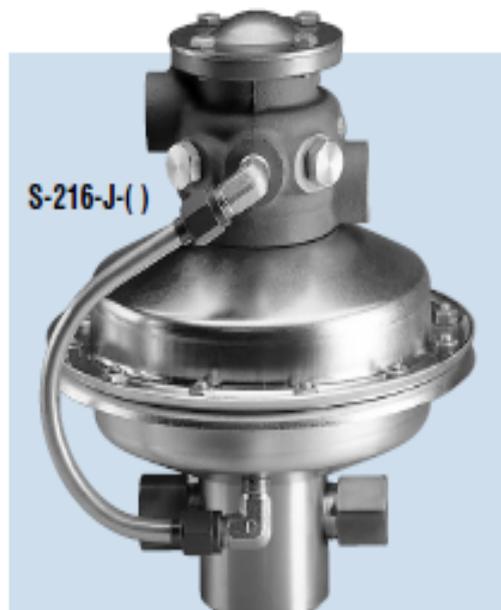
This pump assembly combines the S-216-J standard pump (lubricated air type) with a one-gallon (3.8 liters) steel reservoir. Readily adaptable to portable power pack use or suitable for stationary use to provide hydraulic power for production machinery or for hydrostatic testing. Available in ten pump ratios.

S-216-JNR-() PUMP/RESERVOIR, NON-LUBRICATED

Same as S-216-JR-() assembly except that the S-216-JN-() standard pump (non-lubricated air type) is used. No additional contaminants are exhausted from the pump. Available in ten pump ratios.

THE S-216-J STANDARD HYDRAULIC PUMP

and S-216-JN Non-Lubricated Pump



S-216-J(-)

S-216-J(-) STANDARD PUMP, LUBRICATED

This general use, air driven pump produces medium to high liquid pressures and services oil, water and compatible chemicals.

The Model S-216-J standard pump is offered in ten ratios (area of large air piston to area of small liquid piston) ranging from the 10:1 ratio pump which develops up to 1000 psi (69 bar) to the 300:1 ratio which develops up to 33,500 psi (2311 bar). By regulating the driving air pressure, the pump's liquid output can be adjusted through its pressure range.

The pump's wetted section components are stainless steel, compatible with most non-abrasive liquids.

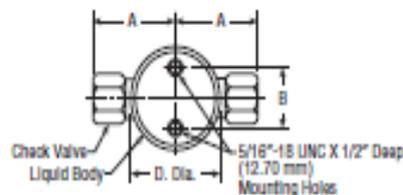
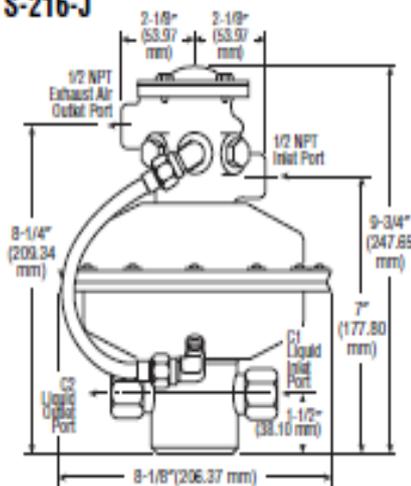
Being air driven, the pump is safe for use in hazardous areas.

The S-216-J standard pump requires lubricated driving air to lubricate the pump's dynamic air seals and other internal parts within the air portion of the pump.

When determining the appropriate pump nominal ratio to order, refer to page 6, How To Order Pumps and Pump Ratio Selection Chart.

Example: **S-216-J-60**
 Pump Model Number ——— Pump Nominal Ratio

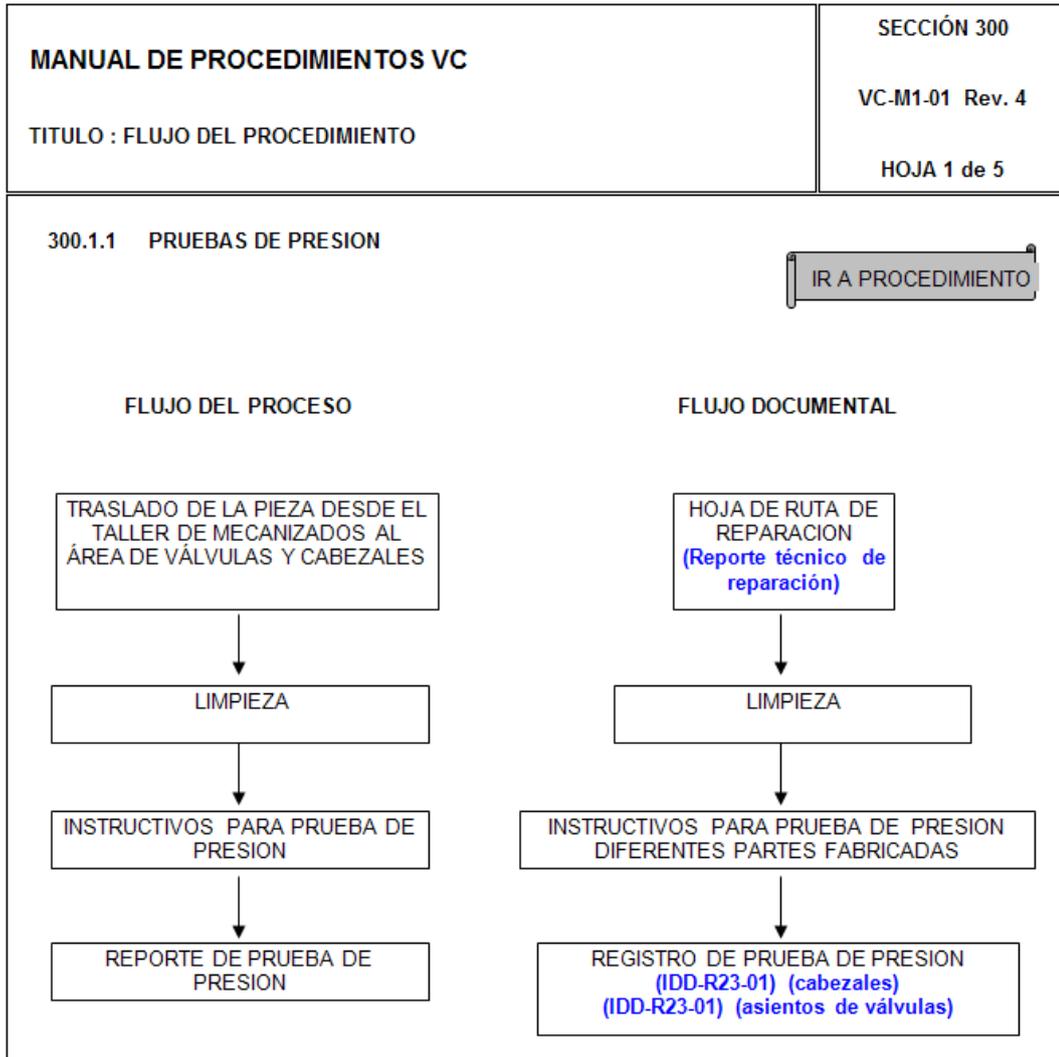
S-216-J



Nominal Ratio	A		B		C1	C2	D/Dia.	
	Inch	mm	Inch	mm	Inlet	Outlet	Inch	mm
10:1	2-29/32	73.82	2-7/16	61.90	3/8 NPT	3/8 NPT	3-1/2	88.86
20:1	2-29/32	73.82	2-7/16	61.90	3/8 NPT	3/8 NPT	3-1/4	82.51
30:1	2-29/32	73.82	2-7/16	61.90	3/8 NPT	3/8 NPT	3-1/4	82.51
35:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	3/8 NPT	3/8 NPT	2-1/2	63.47
60:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	3/8 NPT	3/8 NPT	2-1/2	63.47
100:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	3/8 NPT	3/8 NPT	2-1/2	63.47
125:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	1/4 NPT	9/16-18 NBS	2-1/2	63.47
150:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	1/4 NPT	9/16-18 NBS	2-1/2	63.47
200:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	1/4 NPT	9/16-18 NBS	2-1/2	63.47
300:1	2-1/4	57.15	1-1/2	38.10	1/4 NPT	9/16-18 NBS	2-1/2	63.47

ANEXO D

ANEXO D - 1: Flujo de procedimiento, Pruebas de Presión



ANEXO D - 2: Procedimiento, Pruebas de Presión.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS VC TITULO : PROCEDIMIENTO	SECCIÓN 800 VC-M1-01 Rev. 4 HOJA 1 de 5
--	--

800.1.1 PRUEBAS DE PRESIÓN

OBJETO
 Definir las diferentes actividades para la realización de las pruebas de presión para las partes de Cabezales y Armaduras de Surgencia (Christmas Tree - Árboles de Navidad) **fabricadas** en Missionpetroleum S.A.

ALCANCE
Este procedimiento aplica para realización de pruebas de presión realizadas en Cabezales para Pozos Petroleros en Missionpetroleum S.A.

RESPONSABILIDAD
Es responsabilidad del Supervisor del Área asegurar la aplicación de este procedimiento.

REFERENCIA
Norma ISO 9001:2008, punto 7.5
Norma ISO 29001:2007, puntos 7.5 / 7.5.1 / 7.5.1.1. / 7.5.1.2
Norma ISO 10423, Especificación API 6A, capítulo 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10. Anexos A,B,C,D,E,F,G,H,I,K,L,M,N,O

CONTENIDO

No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DOCUMENTO
1	TRASLADO DE LA PIEZA DESDE EL ZONA 1 AL ÁREA DE ZONA 2 Una vez concluida la Verificación Final de Especificaciones y elaborado el reporte (esta actividad y el registro respectivo, es responsabilidad del área de Calidad), se traslada la pieza desde ZONA 1 a la ZONA 2, utilizando los equipos de maniobrabilidad de izaje (montacargas, teclés, eslingas) necesarios, y elementos de seguridad (Equipo de Protección Personal). NOTA.- el operario será el responsable de que este equipo no sufra daño alguno durante la maniobra de traslado, en caso de sufrir alguna avería, debe reportar de inmediato a su supervisor.	Entrega el Supervisor de Mecanizados o su delegado Recibe el Inspector de calidad o su delegado	1.- HOJA DE RUTA (Anexo 1)
2	LIMPIEZA DE LA PIEZA RECIBIDA Eliminar desechos metálicos así como grasas pesadas o cualquier elemento que impida el correcto proceso de prueba.	Técnicos y Ayudantes de ZONA 2	N/A
3	INSTRUCTIVO PARA PRUEBAS DE PRESIÓN DE: CABEZALES, CUERPOS Y EQUIPO INDIVIDUAL / ASIENTOS DE VÁLVULAS / ÁRBOLES DE NAVIDAD Se aplica el instructivo específico para la pieza que pasara por la prueba hidrostática, antes de comenzar el primer paso del instructivo, fijarse en las notas de re-proceso de la hoja de ruta (de haberlas), para tomar las medidas preventivas del caso.	Inspector de Calidad y Técnicos de ZONA 2	INSTRUCTIVO PARA PRUEBAS DE PRESIÓN DE: CABEZALES, CUERPOS Y EQUIPO INDIVIDUAL / ASIENTOS DE VÁLVULAS / ÁRBOLES DE NAVIDAD
4	ELABORACIÓN DEL REPORTE Una vez completada la prueba de presión del elemento, terminar de registrar todas las variables de desempeño que se tomaron en cuenta en el instructivo respectivo.	CONTROL DE CALIDAD	1.- REGISTRO DE PRUEBA DE PRESIÓN (Anexo 3)

SEGURIDAD
Referirse a Matriz de Seguridad, Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y utilizar EPP en todo el proceso de fabricación.

ANEXOS
 1.- HOJA DE RUTA (Anexo 1)
 2.- INSTRUCTIVO DE PRUEBA DE PRESION (Anexo 2)
 3.- REGISTRO DE PRUEBA DE PRESION (Anexo 3)

FORMATO
Carpeta electrónica SISTEMA INTEGRADO ISO\SGC\4 Representante de la Dirección\Formatos\Emitidos\1 Validos

VC-P1-01

REG. ACTUALIZACION		
No.	CAMBIOS REALIZADOS	FECHA
0	Elaboración del procedimiento	26 de abril de 2009
1	Aprobación del procedimiento	12 de mayo de 2009
2	Modificación, actualización y aprobación del contenido del procedimiento	16 de junio de 2009
3	Actualización a ISO 9001:2008	3 de Julio de 2010

ANEXO D - 3: Instructivo para Ensamble de Válvulas de Compuerta.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS VC		SECCIÓN 800	
TÍTULO : INSTRUCTIVO		VC-M1-01 Rev. 3	
		HOJA 14 de 14	
800.1.5 INSTRUCTIVO PARA ENSAMBLE DE VALVULAS DE COMPUERTA			
OBJETIVO Definir las diferentes actividades para la realización de los ensambles de las válvulas de compuerta de Diferentes medias y presiones.			
ALCANCE Este procedimiento se aplica para la realización de los ensambles de las válvulas de compuerta de Diferentes medias y presiones.			
RESPONSABLE Es responsabilidad del Dpto. de Válvulas y Cabezales asegurar la aplicación de este procedimiento.			
REFERENCIA N/A			
CONTENIDO			
No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DOCUMENTO
1	DATOS DEL EQUIPO El supervisor de válvulas y cabezales o delegado suministrara la información necesaria como: identificación del equipo completo, tipo, clases, presiones y dimensiones.	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A
2	PLANIFICACION DEL DESARME El supervisor de válvulas y cabezales o delegado planificara el desarme y delegara esta responsabilidad a los técnicos y ayudantes el area para la ejecución de esta actividad.	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A
3	A) Instrucciones para remover e instalar esclusa y asientos Herramientas necesarias: Destornilladores, martillo de bronce, punzón de 36mm, llaves de golpe para tuercas, herramienta para instalar esclusa, grasa. Partes necesarias: Asientos (2), sello secundario de asiento (2), resorte de ondas (2), esclusa, sello sombrero. Vástago y tuerca vástago pueden o no ser necesarios. 1 Ubicar la válvula con el volante hacia arriba. 2 Retirar el O'ring protector de cuerpo y sombrero. 3 Remover las tuercas del sombrero. 4 Levante el conjunto sombrero, la esclusa empezará a salir del cuerpo junto con el sombrero. Si se requiere inspeccionar el conjunto sombrero (sellos, vástago rodamientos) ver procedimiento B. 5 Retirar las guías de cada uno de los asientos. 6 Utilizar un destornillador para retirar los asientos de su alojamiento en el cuerpo de a uno por vez. 7 Retirar los resortes de ondas y los sellos asiento si no hubieran salido junto con los asientos. 8 Limpiar e inspeccionar cuidadosamente los alojamientos de los asientos en el cuerpo. 9 Inspeccionar cuidadosamente los asientos, si se observa algún tipo de daño reemplazarlos. 10 Colocar el aro asiento y el sello asiento sobre los nuevos asientos. 11 Engrasar el asiento y su sello. 12 Colocar el resorte de ondas en su alojamiento en el asiento junto con el sello secundario, la grasa ayudará a mantenerlo en su posición. 13 Colocar el asiento en su alojamiento en el cuerpo cuidando de no dañar el sello. Empujar el asiento a mano tan profundo como sea posible. 14 Proceder de igual modo con el otro asiento. 15 Instalar una guía en cada asiento. 16 Inspeccionar cuidadosamente la esclusa si se observa algún tipo de daño reemplazarla. 17 Inspeccionar cuidadosamente el vástago y la tuerca vástago, en especial las rosas y las superficies de sellos, si se observa algún tipo de daño o excesivo desgaste reemplazarlos. 18 Engrasar el vástago y la tuerca vástago y las caras de la esclusa. 19 Colocar la tuerca vástago dentro de la esclusa. 20 Instalar la herramienta para colocación de esclusa entre las guías, es conveniente en colocar grasa en los planos inclinados de esta. Golpear la herramienta con un martillo de bronce hasta llevar los asientos hacia atrás permitiendo el libre pasaje de la esclusa. 23 Limpiar e inspeccionar cuidadosamente la zona de trabajo del sello sombrero. 24 Engrasar la zona de trabajo del sello sombrero. 25 Inspeccionar cuidadosamente el sello sombrero, si se observa algún tipo de daño reemplazarlo. 26 Colocar el sello sombrero en su alojamiento en el cuerpo. 27 Colocar el conjunto sombrero sobre el cuerpo de la válvula, bajarlo introduciendo el vástago dentro de la tuerca vástago. 28 Girar el volante (contra las agujas del reloj) para introducir el vástago en la esclusa. El sombrero se ira desplazando hacia abajo hasta introducir los espárragos y hacer tope con el cuerpo. 29 Colocar las tuercas y ajustarlas según el orden indicado en la Fig. 1.	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A
4	B) Instrucciones para reemplazar sellos del vástago y rodamientos (con el sombrero removido) Los torques recomendados se dan en la tabla 1. 30 Colocar el O'ring protector de cuerpo y sombrero. Herramientas necesarias: Destornilladores, llave de boca ajustable, llave para caños o llave de cadena, martillo de bronce, punzón de diam 6mm, llave Allen 3/8", grasa. Partes necesarias: Sellos del vástago, rodamientos (2), espina del vástago. 1 Ubicar la válvula con el volante hacia arriba. 2 Retirar el O'ring protector de cuerpo y sombrero. 3 Remover las tuercas del sombrero. 4 Levante el conjunto sombrero, la esclusa empezará a salir del cuerpo junto con el sombrero. Si no se requiere inspeccionar la esclusa, girar el volante en el sentido de las agujas del reloj de hasta desenganchar el vástago de la esclusa. Desarmando el sombrero. 5 Asegure el sombrero sobre una morsa. 6 Retirar el pasador y sacar el volante. 7 Remover la espina del vástago golpeando moderadamente con un punzón. 8 Retirar el adaptador volante. 9 Retirar el O'ring protector. 10 Aflojar el prisionero Allen de la tapa sombrero. 11 Retirar la tapa sombrero utilizando una llave para caños o una llave de cadena. 12 Retirar el collar vástago se deberá golpear el vástago en su parte inferior hasta que haga tope con el sombrero. Retirar el collar vástago. 13 Para poder retirar el collar vástago se deberá golpear el vástago en su parte inferior hasta que haga tope con el sombrero. Retirar el collar vástago. 14 Retirar el rodamiento inferior. 15 Retirar el retén empaquetadura utilizando una llave de boca ajustable. 16 Remover los anillos de empaquetadura de su alojamiento. 17 Limpiar e inspeccionar cuidadosamente el alojamiento de empaquetadura en el sombrero. Armando el sombrero. 19 Colocar los anillos de la empaquetadura de a uno a la vez y en el orden correcto. Se deberá tener especial cuidado en no dañar los sellos. 20 Engrasar la tuerca retén y enroscarla a mano en el sombrero. 21 Engrasar el vástago. Introducir cuidadosamente el vástago por su parte superior en el sombrero hasta que el cono del contrasiento haga tope en el sombrero. Observar en la parte superior de la tuerca retén, si existiera evidencia de daño en los sellos (pequeños fragmentos de sellos) desarmar y colocar sellos nuevos. 22 Ajustar la tuerca retén. Aplicar alrededor de 10 Kgm. 23 Engrasar los rodamientos. 24 Colocar el rodamiento inferior. 25 Colocar el collar rodamiento. 26 Colocar el rodamiento superior. 27 Inspeccionar el aro vipar de la tapa sombrero, si estuviera deteriorado reemplazarlo. 28 Engrasar la rosca ACME del sombrero y de la tapa sombrero. 29 Colocar la tapa sombrero. Aplicar alrededor de 15 Kgm. 30 Ajustar el prisionero Allen de la tapa sombrero. 31 Colocar el adaptador volante. 32 Colocar la espina golpeando moderadamente con un martillo de bronce. 33 Colocar el O'ring protector de la tapa sombrero. 34 Colocar el volante y el pasador. Colocando el Sombrero	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A
5	C) Instrucciones para ensamble de la válvula Herramientas necesarias: Destornilladores, martillo de bronce, punzón de 36mm, llaves de golpe para tuercas, herramienta para instalar, grasa. Partes necesarias: Asientos (2), sello secundario de asiento (2), resorte de ondas (2), esclusa, sello sombrero. Vástago y tuerca vástago pueden o no ser necesarios. 1 Ensamblar el bonete. 2 Colocar O'ring en los asientos. 3 Instalar los asientos en el alojamiento. 4 Engrasar la compuerta manualmente e instalar la misma en la válvula. 5 Colocar ring bonnet. 6 Instalar espárragos para acoplar bonete. 7 Colocar el bonete armado previamente. 8 Colocar y ajustar las tuercas respectivamente. 9 Manipule el vástago con la ayuda del volante para verificar su desplazamiento sin interrupciones o	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión
7	SEGURIDAD Referirse a Matriz de Seguridad, Reglamento interno de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y utilizar EPP en todo el proceso de prueba.		
ANEXOS Reporte de Prueba de Presión			
FORMATO Carpeta electrónica SISTEMA INTEGRADO ISO/SGCM Representante de la Dirección/Formatos Emitidos Validos			
VC-IN9-01			
No.		REG. ACTUALIZACIÓN	
0	Elaboración del instructivo.		30 de septiembre de 2009
1	Aprobación del instructivo.		26 de octubre de 2009
2	Actualización a ISO 9001:2008		3 de Julio de 2010

ANEXO D - 4: Instructivo Prueba de Presión. Asientos de Válvulas.

<p>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS IDD</p> <p>TÍTULO : INSTRUCTIVO</p>	<p>SECCIÓN 800</p> <p>IDD-M1.01 Rev. 3</p> <p>HOJA 21 de 22</p>																																																																																		
<p>800.1.5 INSTRUCTIVO PRUEBA DE PRESIÓN - ASIENTOS DE VÁLVULAS</p>																																																																																			
<p>OBJETIVO Definir las diferentes actividades para la realización de las pruebas de presión verificando el sello de los asientos de válvulas.</p> <p>ALCANCE Este procedimiento se aplica para la realización de pruebas de sello del asiento de las válvulas bidireccionales, unidireccionales, y chokes entendiéndose que los anteriores estarán con el mecanismo interno ensamblado.</p> <p>RESPONSABLE Es responsabilidad del Dpto. de Válvulas y Cabezales asegurar la aplicación de este procedimiento.</p> <p>REFERENCIA Norma ISO 10423, Especificación API 6A, punto 7.2.1 Apreciación de instrumentos y 7.4.9.3.5 Prueba Hidrostática del Sello de los Asientos de Válvulas</p> <p>CONTENIDO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No.</th> <th style="width: 40%;">ACTIVIDAD</th> <th style="width: 30%;">RESPONSABLE</th> <th style="width: 25%;">DOCUMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1</td> <td>DATOS DEL EQUIPO</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad</td> <td>Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas</td> </tr> <tr> <td colspan="3">El supervisor de válvulas y cabezales o delegado deberá solicitar al Dpto. de Control de Calidad el Reporte de Prueba de Presión Asientos de Válvulas, el mismo que deberá tener el área de identificación del equipo completo; además, el casillero de presión de trabajo deberá también estar completado.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">2</td> <td>VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales</td> <td>Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas</td> </tr> <tr> <td colspan="3">El supervisor de válvulas y cabezales o delegado establecido por el mismo deberá verificar que el equipo con el que se realizará la prueba hidrostática y anotará en el Reporte de Prueba de Presión la fecha en que el manómetro fue calibrado y cuando vence el mismo. Se deberá tomar en cuenta que los manómetros deberán tener una exactitud al menos del 0.5% del rango total de la escala (Estándar API 6A 7.2.1).</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">3</td> <td>REVISIÓN DE DISPOSITIVOS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE PRESIÓN</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="3">El supervisor de válvulas y cabezales o delegado para ejecutar este instructivo tiene que verificar que posee todas las herramientas para presurizar los extremos de la válvula. Entendiéndose en este punto que las conexiones roscadas deberán estar con tapones de rosca antagónica y recubiertas con materiales no metálicos que incrementen el sellado (ej: teflón); así también, las conexiones bridadas deberán ser tapadas mediante bridas ciegas (blind connectors) y poseer los ring gaskets respectivos cuya integridad para el sello no esté comprometida para la prueba.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">4</td> <td>ZONAS DE PRUEBA</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales</td> <td>Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Si la válvula es bidireccional se deberá realizar las pruebas en ambos lados de la válvula. Se debe tener en cuenta que el lado que no está siendo probado deberá estar libre y abierto a la presión atmosférica. Si la válvula es unidireccional la prueba se realizará la prueba de sello del asiento solo en el sentido que recibirá la presión de igual manera para los chokes deberán ser probados solo por el lado de la estrangulación. Se debe tener en cuenta que el lado que no está siendo probado deberá estar libre y abierto a la presión atmosférica.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">5</td> <td>AJUSTAR LOS EQUIPOS DE PRUEBA</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="3">El delegado del supervisor de válvulas y cabezales procederá a ensamblar los dispositivos para prueba de presión en las diferentes conexiones del equipo que será sometido a la prueba hidrostática. En las conexiones roscadas el ajuste de los tapones deberá hacerse hasta que el supervisor del área le recomiende ajustar. Así como también en los espárragos y birlos para sujetar las bridas deberán ser torquados hasta que el supervisor considere que la conexión será lo suficientemente fuerte para soportar la presión de prueba.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">5</td> <td>CONEXIONES AL EQUIPO DE PRESURIZACIÓN</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="3">El supervisor de válvulas y cabezales o delegado tendrá a cargo conectar en los puertos de prueba la línea de presurización y en el puerto de drenaje la línea de desfogue. En el caso de existir un solo puerto de prueba y de drenaje se conectará una sola línea en la misma, la cual corresponderá a la línea de presurización. El manómetro de prueba deberá estar en una zona intermedia entre la válvula que será sometido a prueba y después del dispositivo que inyectará presión; además, después de presurizar el equipo el manómetro deberá estar aislado del equipo de presurización, lo mismo puede lograrse con llaves de cierre de líneas.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">6</td> <td>MÉTODO DE PRUEBA</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales</td> <td>Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Se utilizará agua fría con aditivos inhibidores de corrosión. Las superficies externas del cuerpo deberán estar completamente secas. La prueba hidrostática del asiento de válvula se compondrá de los siguientes pasos: a) Presurizar un lado de la válvula hasta alcanzar el valor de la presión de trabajo de la misma. b) Después de ser alcanzada la presión de trabajo se deberá proceder a cronometrar el tiempo de presurización el mismo que deberá ser mayor a 3 min. Durante este periodo de tiempo el equipo no deberá mostrar fugas de presión, solo es aceptable una pequeña fuga por los tapones roscados siempre y cuando dichos tapones sean utilizados continuamente en pruebas de presión (En el caso de presentarse fugas de presión por un ajuste débil en la conexión se deberá proceder a reajustar la conexión y secar totalmente la misma). Finalmente, registrar el resultado de este periodo en el Reporte de Pruebas de Presión Asientos de Válvulas. c) Una vez pasado el primer periodo de prueba se deberá despresurizar el equipo totalmente hasta marcar una presión de cero en el manómetro de prueba. d) Nuevamente se deberá presurizar a la presión de trabajo de la válvula y después de alcanzar la misma se procederá a cronometrar. Este otro periodo deberá ser mayor a 3 min y en el mismo el criterio de aceptación es de no presentar fugas de presión, solo es aceptable una pequeña fuga por los tapones roscados siempre y cuando dichos tapones sean utilizados continuamente en pruebas de presión. Registrar el resultado de este periodo en el Reporte de Pruebas de Presión Asientos de Válvulas. e) Proceder a despresurizar el equipo y drenarlo. Si el paso (b) y (d) son satisfactorios pasar al punto 8 de</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">7</td> <td>ANÁLISIS DE FALLA EN LA PRUEBA</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="3">En el caso de que la prueba de presión no ha sido satisfactoria el personal encargado de realizar la misma deberá comunicarse con el Dpto. Control de Calidad, para que el mismo proceda a realizar un análisis la válvula y de un tratamiento adecuado al problema.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">8</td> <td>APROBACIÓN DEL REPORTE DE PRUEBA DE PRESIÓN</td> <td>Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad</td> <td>Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Una vez que el encargado del Departamento de Válvulas y Cabezales haya ejecutado el procedimiento anterior deberá comunicarse con el Departamento de Control de Calidad para que proceda a la aprobación del Reporte de Prueba de Presión Asientos de Válvulas.</td> </tr> </tbody> </table> <p>SEGURIDAD Referirse a Matriz de Seguridad, Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y utilizar EPP en todo el proceso de prueba</p> <p>ANEXOS Reporte de Prueba de Presión</p> <p>FORMATO Carpeta electrónica SISTEMA INTEGRADO ISO\SGC\4 Representante de la Dirección\Formatos\Emitidos\1 Validos</p> <p style="text-align: right;">IDD-IN21-01</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 60%;">REG. ACTUALIZACIÓN</th> <th style="width: 35%;">FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td>Elaboración del instructivo</td> <td style="text-align: center;">28 de agosto de 2009</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Aprobación del instructivo</td> <td style="text-align: center;">1 de septiembre de 2009</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Modificación y aprobación al procedimiento en el código de emisión y</td> <td style="text-align: center;">26 de octubre de 2009</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Actualización a ISO 9001:2008</td> <td style="text-align: center;">4 de Julio de 2010</td> </tr> </tbody> </table>		No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DOCUMENTO	1	DATOS DEL EQUIPO	Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado deberá solicitar al Dpto. de Control de Calidad el Reporte de Prueba de Presión Asientos de Válvulas, el mismo que deberá tener el área de identificación del equipo completo; además, el casillero de presión de trabajo deberá también estar completado.			2	VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado establecido por el mismo deberá verificar que el equipo con el que se realizará la prueba hidrostática y anotará en el Reporte de Prueba de Presión la fecha en que el manómetro fue calibrado y cuando vence el mismo. Se deberá tomar en cuenta que los manómetros deberán tener una exactitud al menos del 0.5% del rango total de la escala (Estándar API 6A 7.2.1).			3	REVISIÓN DE DISPOSITIVOS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE PRESIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado para ejecutar este instructivo tiene que verificar que posee todas las herramientas para presurizar los extremos de la válvula. Entendiéndose en este punto que las conexiones roscadas deberán estar con tapones de rosca antagónica y recubiertas con materiales no metálicos que incrementen el sellado (ej: teflón); así también, las conexiones bridadas deberán ser tapadas mediante bridas ciegas (blind connectors) y poseer los ring gaskets respectivos cuya integridad para el sello no esté comprometida para la prueba.			4	ZONAS DE PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas	Si la válvula es bidireccional se deberá realizar las pruebas en ambos lados de la válvula. Se debe tener en cuenta que el lado que no está siendo probado deberá estar libre y abierto a la presión atmosférica. Si la válvula es unidireccional la prueba se realizará la prueba de sello del asiento solo en el sentido que recibirá la presión de igual manera para los chokes deberán ser probados solo por el lado de la estrangulación. Se debe tener en cuenta que el lado que no está siendo probado deberá estar libre y abierto a la presión atmosférica.			5	AJUSTAR LOS EQUIPOS DE PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A	El delegado del supervisor de válvulas y cabezales procederá a ensamblar los dispositivos para prueba de presión en las diferentes conexiones del equipo que será sometido a la prueba hidrostática. En las conexiones roscadas el ajuste de los tapones deberá hacerse hasta que el supervisor del área le recomiende ajustar. Así como también en los espárragos y birlos para sujetar las bridas deberán ser torquados hasta que el supervisor considere que la conexión será lo suficientemente fuerte para soportar la presión de prueba.			5	CONEXIONES AL EQUIPO DE PRESURIZACIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado tendrá a cargo conectar en los puertos de prueba la línea de presurización y en el puerto de drenaje la línea de desfogue. En el caso de existir un solo puerto de prueba y de drenaje se conectará una sola línea en la misma, la cual corresponderá a la línea de presurización. El manómetro de prueba deberá estar en una zona intermedia entre la válvula que será sometido a prueba y después del dispositivo que inyectará presión; además, después de presurizar el equipo el manómetro deberá estar aislado del equipo de presurización, lo mismo puede lograrse con llaves de cierre de líneas.			6	MÉTODO DE PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas	Se utilizará agua fría con aditivos inhibidores de corrosión. Las superficies externas del cuerpo deberán estar completamente secas. La prueba hidrostática del asiento de válvula se compondrá de los siguientes pasos: a) Presurizar un lado de la válvula hasta alcanzar el valor de la presión de trabajo de la misma. b) Después de ser alcanzada la presión de trabajo se deberá proceder a cronometrar el tiempo de presurización el mismo que deberá ser mayor a 3 min. Durante este periodo de tiempo el equipo no deberá mostrar fugas de presión, solo es aceptable una pequeña fuga por los tapones roscados siempre y cuando dichos tapones sean utilizados continuamente en pruebas de presión (En el caso de presentarse fugas de presión por un ajuste débil en la conexión se deberá proceder a reajustar la conexión y secar totalmente la misma). Finalmente, registrar el resultado de este periodo en el Reporte de Pruebas de Presión Asientos de Válvulas. c) Una vez pasado el primer periodo de prueba se deberá despresurizar el equipo totalmente hasta marcar una presión de cero en el manómetro de prueba. d) Nuevamente se deberá presurizar a la presión de trabajo de la válvula y después de alcanzar la misma se procederá a cronometrar. Este otro periodo deberá ser mayor a 3 min y en el mismo el criterio de aceptación es de no presentar fugas de presión, solo es aceptable una pequeña fuga por los tapones roscados siempre y cuando dichos tapones sean utilizados continuamente en pruebas de presión. Registrar el resultado de este periodo en el Reporte de Pruebas de Presión Asientos de Válvulas. e) Proceder a despresurizar el equipo y drenarlo. Si el paso (b) y (d) son satisfactorios pasar al punto 8 de			7	ANÁLISIS DE FALLA EN LA PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad	N/A	En el caso de que la prueba de presión no ha sido satisfactoria el personal encargado de realizar la misma deberá comunicarse con el Dpto. Control de Calidad, para que el mismo proceda a realizar un análisis la válvula y de un tratamiento adecuado al problema.			8	APROBACIÓN DEL REPORTE DE PRUEBA DE PRESIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas	Una vez que el encargado del Departamento de Válvulas y Cabezales haya ejecutado el procedimiento anterior deberá comunicarse con el Departamento de Control de Calidad para que proceda a la aprobación del Reporte de Prueba de Presión Asientos de Válvulas.			No	REG. ACTUALIZACIÓN	FECHA	0	Elaboración del instructivo	28 de agosto de 2009	1	Aprobación del instructivo	1 de septiembre de 2009	2	Modificación y aprobación al procedimiento en el código de emisión y	26 de octubre de 2009	3	Actualización a ISO 9001:2008	4 de Julio de 2010
No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DOCUMENTO																																																																																
1	DATOS DEL EQUIPO	Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas																																																																																
	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado deberá solicitar al Dpto. de Control de Calidad el Reporte de Prueba de Presión Asientos de Válvulas, el mismo que deberá tener el área de identificación del equipo completo; además, el casillero de presión de trabajo deberá también estar completado.																																																																																		
2	VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas																																																																																
	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado establecido por el mismo deberá verificar que el equipo con el que se realizará la prueba hidrostática y anotará en el Reporte de Prueba de Presión la fecha en que el manómetro fue calibrado y cuando vence el mismo. Se deberá tomar en cuenta que los manómetros deberán tener una exactitud al menos del 0.5% del rango total de la escala (Estándar API 6A 7.2.1).																																																																																		
3	REVISIÓN DE DISPOSITIVOS PARA REALIZAR LA PRUEBA DE PRESIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A																																																																																
	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado para ejecutar este instructivo tiene que verificar que posee todas las herramientas para presurizar los extremos de la válvula. Entendiéndose en este punto que las conexiones roscadas deberán estar con tapones de rosca antagónica y recubiertas con materiales no metálicos que incrementen el sellado (ej: teflón); así también, las conexiones bridadas deberán ser tapadas mediante bridas ciegas (blind connectors) y poseer los ring gaskets respectivos cuya integridad para el sello no esté comprometida para la prueba.																																																																																		
4	ZONAS DE PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas																																																																																
	Si la válvula es bidireccional se deberá realizar las pruebas en ambos lados de la válvula. Se debe tener en cuenta que el lado que no está siendo probado deberá estar libre y abierto a la presión atmosférica. Si la válvula es unidireccional la prueba se realizará la prueba de sello del asiento solo en el sentido que recibirá la presión de igual manera para los chokes deberán ser probados solo por el lado de la estrangulación. Se debe tener en cuenta que el lado que no está siendo probado deberá estar libre y abierto a la presión atmosférica.																																																																																		
5	AJUSTAR LOS EQUIPOS DE PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A																																																																																
	El delegado del supervisor de válvulas y cabezales procederá a ensamblar los dispositivos para prueba de presión en las diferentes conexiones del equipo que será sometido a la prueba hidrostática. En las conexiones roscadas el ajuste de los tapones deberá hacerse hasta que el supervisor del área le recomiende ajustar. Así como también en los espárragos y birlos para sujetar las bridas deberán ser torquados hasta que el supervisor considere que la conexión será lo suficientemente fuerte para soportar la presión de prueba.																																																																																		
5	CONEXIONES AL EQUIPO DE PRESURIZACIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales	N/A																																																																																
	El supervisor de válvulas y cabezales o delegado tendrá a cargo conectar en los puertos de prueba la línea de presurización y en el puerto de drenaje la línea de desfogue. En el caso de existir un solo puerto de prueba y de drenaje se conectará una sola línea en la misma, la cual corresponderá a la línea de presurización. El manómetro de prueba deberá estar en una zona intermedia entre la válvula que será sometido a prueba y después del dispositivo que inyectará presión; además, después de presurizar el equipo el manómetro deberá estar aislado del equipo de presurización, lo mismo puede lograrse con llaves de cierre de líneas.																																																																																		
6	MÉTODO DE PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas																																																																																
	Se utilizará agua fría con aditivos inhibidores de corrosión. Las superficies externas del cuerpo deberán estar completamente secas. La prueba hidrostática del asiento de válvula se compondrá de los siguientes pasos: a) Presurizar un lado de la válvula hasta alcanzar el valor de la presión de trabajo de la misma. b) Después de ser alcanzada la presión de trabajo se deberá proceder a cronometrar el tiempo de presurización el mismo que deberá ser mayor a 3 min. Durante este periodo de tiempo el equipo no deberá mostrar fugas de presión, solo es aceptable una pequeña fuga por los tapones roscados siempre y cuando dichos tapones sean utilizados continuamente en pruebas de presión (En el caso de presentarse fugas de presión por un ajuste débil en la conexión se deberá proceder a reajustar la conexión y secar totalmente la misma). Finalmente, registrar el resultado de este periodo en el Reporte de Pruebas de Presión Asientos de Válvulas. c) Una vez pasado el primer periodo de prueba se deberá despresurizar el equipo totalmente hasta marcar una presión de cero en el manómetro de prueba. d) Nuevamente se deberá presurizar a la presión de trabajo de la válvula y después de alcanzar la misma se procederá a cronometrar. Este otro periodo deberá ser mayor a 3 min y en el mismo el criterio de aceptación es de no presentar fugas de presión, solo es aceptable una pequeña fuga por los tapones roscados siempre y cuando dichos tapones sean utilizados continuamente en pruebas de presión. Registrar el resultado de este periodo en el Reporte de Pruebas de Presión Asientos de Válvulas. e) Proceder a despresurizar el equipo y drenarlo. Si el paso (b) y (d) son satisfactorios pasar al punto 8 de																																																																																		
7	ANÁLISIS DE FALLA EN LA PRUEBA	Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad	N/A																																																																																
	En el caso de que la prueba de presión no ha sido satisfactoria el personal encargado de realizar la misma deberá comunicarse con el Dpto. Control de Calidad, para que el mismo proceda a realizar un análisis la válvula y de un tratamiento adecuado al problema.																																																																																		
8	APROBACIÓN DEL REPORTE DE PRUEBA DE PRESIÓN	Departamento de Válvulas y Cabezales Departamento de Control Calidad	Reporte Prueba de Presión Asientos de Válvulas																																																																																
	Una vez que el encargado del Departamento de Válvulas y Cabezales haya ejecutado el procedimiento anterior deberá comunicarse con el Departamento de Control de Calidad para que proceda a la aprobación del Reporte de Prueba de Presión Asientos de Válvulas.																																																																																		
No	REG. ACTUALIZACIÓN	FECHA																																																																																	
0	Elaboración del instructivo	28 de agosto de 2009																																																																																	
1	Aprobación del instructivo	1 de septiembre de 2009																																																																																	
2	Modificación y aprobación al procedimiento en el código de emisión y	26 de octubre de 2009																																																																																	
3	Actualización a ISO 9001:2008	4 de Julio de 2010																																																																																	

ANEXO E

ANEXO E - 1: Norma API, Anexo F (Informativo), Validación de
Procedimientos

Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment

ANSI/API SPECIFICATION 6A
TWENTIETH EDITION, OCTOBER 2010

EFFECTIVE DATE: APRIL 1, 2011

ERRATA 1, JANUARY 2011
ERRATA 2, NOVEMBER 2011
ADDENDUM 1, NOVEMBER 2011

CONTAINS API MONOGRAM ANNEX AS PART OF U.S. NATIONAL
ADOPTION

**ISO 10423:2009 (Modified), Petroleum and natural gas
industries—Drilling and production equipment—
Wellhead and christmas tree equipment**



AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE



This document was reproduced from an authorized download of an API standard on 11-Jan-2011. The authorized user is permitted to print one single copy for personal reference use only. No further reproduction is permitted. For additional copies or licensing options, contact Techstreet, Inc. at www.techstreet.com or (734) 780-4000.

F.1.6.3 Pressure integrity

The following apply:

a) hydrostatic test at room temperature:

The hydrostatic test at room temperature is passed if no visible leakage occurs during the specified pressure hold periods of the test. The pressure change observed on the pressure-measuring device during the hold period shall be less than 5 % of the test pressure or 3,45 MPa (500 psi), whichever is less.

b) gas test at room temperature:

Prior to design validation, all production testing requirements shall have been met. The gas test at room temperature shall be acceptable if no sustained bubbles are observed. If leakage is observed, the rate shall be less than the rates shown in Table F.1, measured at atmospheric pressure, during specified pressure-hold periods.

Table F.1 — Room temperature gas leakage acceptance criteria

Equipment	Seal type	Allowable leakage
Valves, gate and plug	Through-bore	30 cm ³ /min/25,4 mm of nominal bore size
	Stem seal	60 cm ³ /h
	Static (bonnet seal, end connections)	20 cm ³ /h
Valves, check	Through-bore	5 cm ³ /min/25,4 mm of nominal bore size
	Stem seal	60 cm ³ /h
	Static (bonnet seal, end connections)	20 cm ³ /h
Chokes	Dynamic (stem seal)	60 cm ³ /h
	Static (bonnet seal, end connections)	20 cm ³ /h
Actuators	All actuator fluid retaining seals	60 cm ³ /h
Hangers	Annular pack-off or bottom casing/tubing pack-off	10 cm ³ /min/25,4 mm of tubing/casing size
Tubing-head adapter, other end connections, fluid sampling devices, closures according this International Standard	External closure	20 cm ³ /h

c) minimum/maximum temperature tests:

The hydrostatic or gas test at high or low temperature shall be acceptable if the pressure change observed on the pressure-measuring device is less than 5 % of the test pressure or 3,45 MPa (500 psi), whichever is less.

F.1.6.4 Fluid compatibility of non-metallic seals

The acceptance criteria for the standard test fluid compatibility of non-metallic seals shall be as specified in F.1.13.6.

F.1.6.5 Post-test examination

The tested prototype shall be disassembled and inspected. All relevant items should be photographed. The examination shall include a written statement that neither the product nor component design contains defects to the extent that any performance requirement is not met.

F.1.3 Compliance

All products evaluated in design validation tests shall comply with the applicable design requirements of this International Standard. Test articles shall be hydrostatically tested to PSL1 prior to validation.

F.1.4 Products for design validation

F.1.4.1 General

Design validation, if applicable, shall be performed on prototypes or production models of equipment made in accordance with this International Standard to confirm that the performance requirements specified for pressure, temperature, load, mechanical cycles and standard test fluids are met in the design of the product.

F.1.4.2 Testing product

Design validation shall be conducted on full-size products or fixtures that represent the specified dimensions for the relevant components of the end product being validated, unless otherwise specified in this annex.

F.1.4.3 Product dimensions

The actual dimensions of equipment subjected to validation shall be within the allowable tolerance range for dimensions specified for normal production equipment. Worst-case conditions for dimensional tolerances should be addressed by the manufacturer, giving consideration to concerns such as sealing and mechanical functioning.

F.1.4.4 External paint or coatings

The product used in any pressure test shall be free of paint or other coatings that can impede leak detection and/or leak observation.

F.1.4.5 Maintenance procedures

The manufacturer's published recommended maintenance procedures may be used on equipment, including lubrication of valves.

F.1.5 Safety

Due consideration shall be given to the safety of personnel and equipment.

F.1.6 Acceptance criteria

F.1.6.1 General

Design validation of the product shall include all of the testing requirements of the applicable PR level in this annex.

F.1.6.2 Structural integrity

The product tested shall not permanently deform to the extent that any other performance requirement cannot be met. Products that support tubulars shall be capable of supporting the rated load without collapsing the tubulars below the drift diameter.

F.1.7 Hydrostatic testing

The following apply:

a) testing medium:

The testing medium shall be a fluid suitable for the testing temperatures. Water with or without additives, gas, hydraulic fluid, or other mixtures of fluids may be used as the testing medium. The testing medium shall be a fluid that remains in the liquid or gaseous state throughout the test.

b) substitution of gas:

The manufacturer may substitute gas for liquid if hydrostatic testing is specified, provided the testing method and acceptance criteria for gas testing are used.

F.1.8 Gas testing

The following apply:

a) testing medium:

Air, nitrogen, methane or other gases or mixtures of gases may be used.

b) equipment for 69,0 MPa (10 000 psi) and above:

Gas testing is required for equipment for rated working pressures of 69,0 MPa (10 000 psi) and higher.

c) leak detection:

Gas testing at room temperature shall be conducted with a method for leak detection. The product may be completely submerged in a liquid, or the product may be flooded in the seal areas being validated, such that all possible leak paths are covered. The product may be assembled with one end of a tube connected to a blind connector enclosing all possible leak paths being validated. The other end of the tube shall be immersed in a liquid or attached to a leakage measurement device. Other methods that can detect leakage accurately are acceptable.

F.1.9 Temperature testing

The following apply:

a) location of temperature measurement:

The temperature shall be measured in contact with the equipment being tested and within 13 mm (0,5 in) of the through-bore, where applicable, and within 13 mm (0,5 in) of the surface wetted by the retained fluid on other equipment.

As an alternative for maximum-temperature measurement, the temperature of the fluid used for heating may be employed, as long as the part is not artificially cooled. Ambient conditions shall be room temperature.

b) application of heating for maximum temperature testing:

The heating for maximum-temperature testing may be applied internally in the through-bore or externally. The heating shall be applied such that the entire through-bore or equivalent wetted surface is at or above the maximum temperature, or such that all fluid used for heating contained within the test articles is at or above the maximum temperature.

c) application of cooling for minimum temperature testing:

The cooling for minimum temperature testing shall be applied to the entire external surface of the equipment.

F.1.10 Hold periods

The following apply:

a) start of hold periods:

Hold periods shall start after pressure and temperature stabilization has occurred and the equipment with a pressure-monitoring device has been isolated from the pressure source. The time specified for hold times shall be a minimum.

b) pressure stabilization:

Pressure shall be considered stabilized when the rate of change is no more than 5 % of the test pressure per hour or 3,45 MPa/h (500 psi/h), whichever is less. Pressure shall remain within 5 % of the test pressure or within 3,45 MPa (500 psi), whichever is less, during the hold period.

c) temperature stabilization:

Temperature shall be considered stabilized when the rate of change is less than 0,5 °C/min (1 °F/min). The temperature shall remain at or beyond the extreme during the hold period, but shall not exceed the extreme by more than 11 °C (20 °F).

F.1.11 Pressure and temperature cycles**F.1.11.1 Pressure/temperature cycles**

Pressure/temperature cycles shall be performed as specified in F.1.11.3, unless otherwise specified in F.2 for the specific product being tested.

F.1.11.2 Test pressure and temperature

The test pressure and temperature extremes shall be as specified in 4.2.

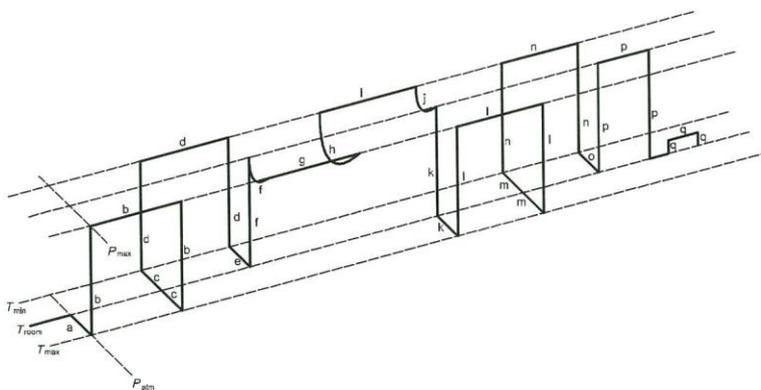
F.1.11.3 Test procedure

NOTE see Figure F.1.

Pressure shall be monitored and controlled during temperature change. The following procedure shall be followed. The item letters of the steps of the procedure correspond to the letters shown in Figure F.1.

- a) Start at room temperature with atmospheric pressure and raise temperature to the maximum.
- b) Apply test pressure, hold for a minimum period of 1 h, then release pressure.
- c) Lower temperature to the minimum.
- d) Apply test pressure, minimum hold period 1 h, then release pressure.
- e) Raise the temperature to room temperature.
- f) Apply the test pressure at room temperature and maintain at 50 % to 100 % of test pressure while raising temperature to the maximum.
- g) Hold for a period of 1 h minimum at test pressure.
- h) Reduce the temperature to the minimum while maintaining 50 % to 100 % of test pressure.
- i) Hold for a minimum period of 1 h at test pressure.

- j) Raise the temperature to room temperature while maintaining 50 % to 100 % of test pressure.
- k) Release the pressure, then raise the temperature to the maximum.
- l) Apply the test pressure, hold for a minimum period of 1 h, and then release the pressure.
- m) Reduce the temperature to the minimum.
- n) Apply the test pressure, hold for a minimum period of 1 h, and then release the pressure.
- o) Raise the temperature to room temperature.
- p) Apply the test pressure, hold for a minimum period of 1 h, and then release the pressure.
- q) Apply 5 % to 10 % of the test pressure, hold for a minimum period of 1 h, and then release the pressure.



NOTE Letters correspond to the steps in the preceding list.

Figure F.1 — Test procedure

F.1.12 Load and mechanical cycles

Load testing and mechanical cycles shall be performed as specified in F.2 for the specific product being tested.

F.1.13 Testing of non-metallic seals

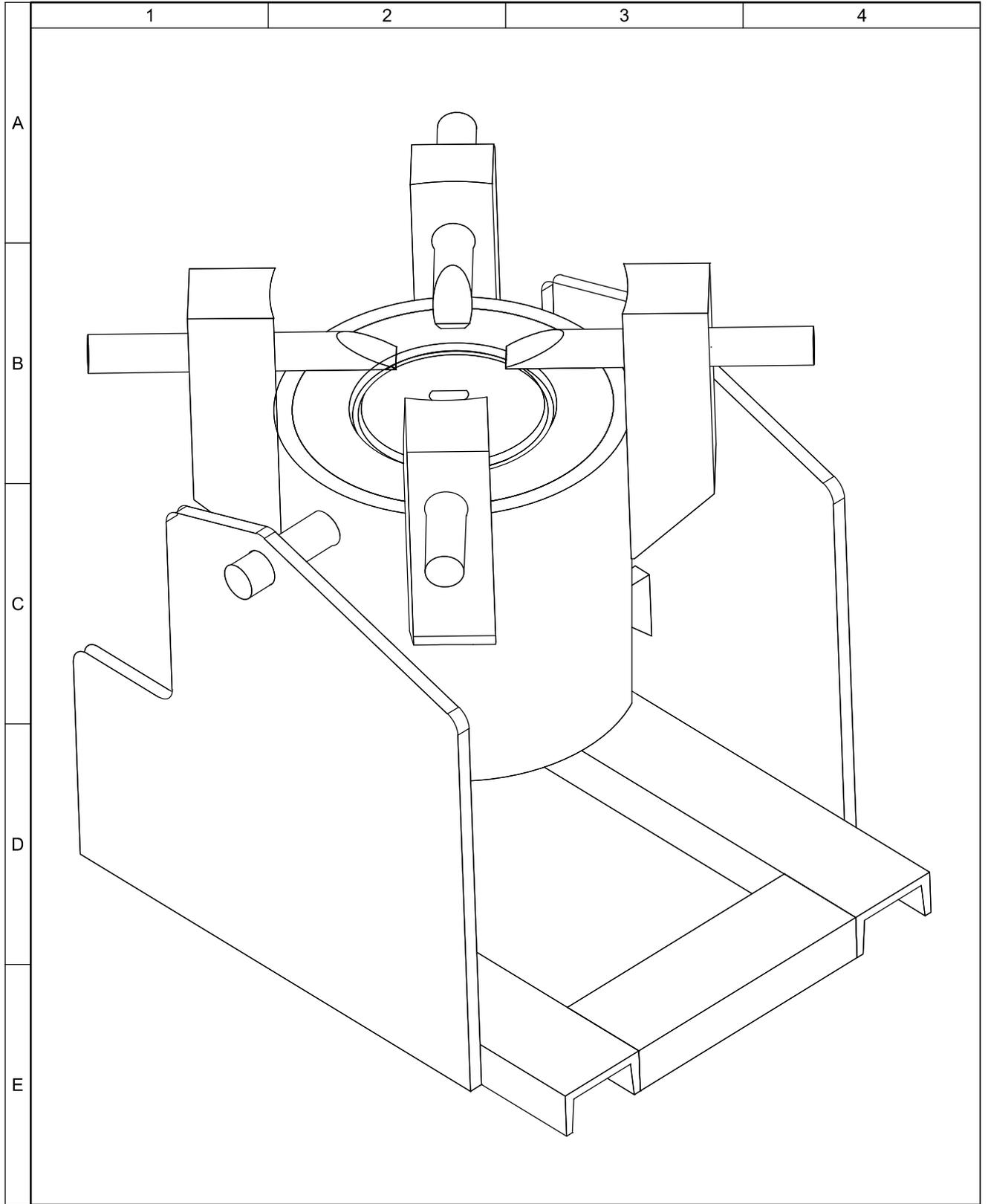
F.1.13.1 Non-metallic seals

Non-metallic seals that are exposed to fluids, either produced from or injected into a well, shall undergo the design validation procedure described in F.1.13.

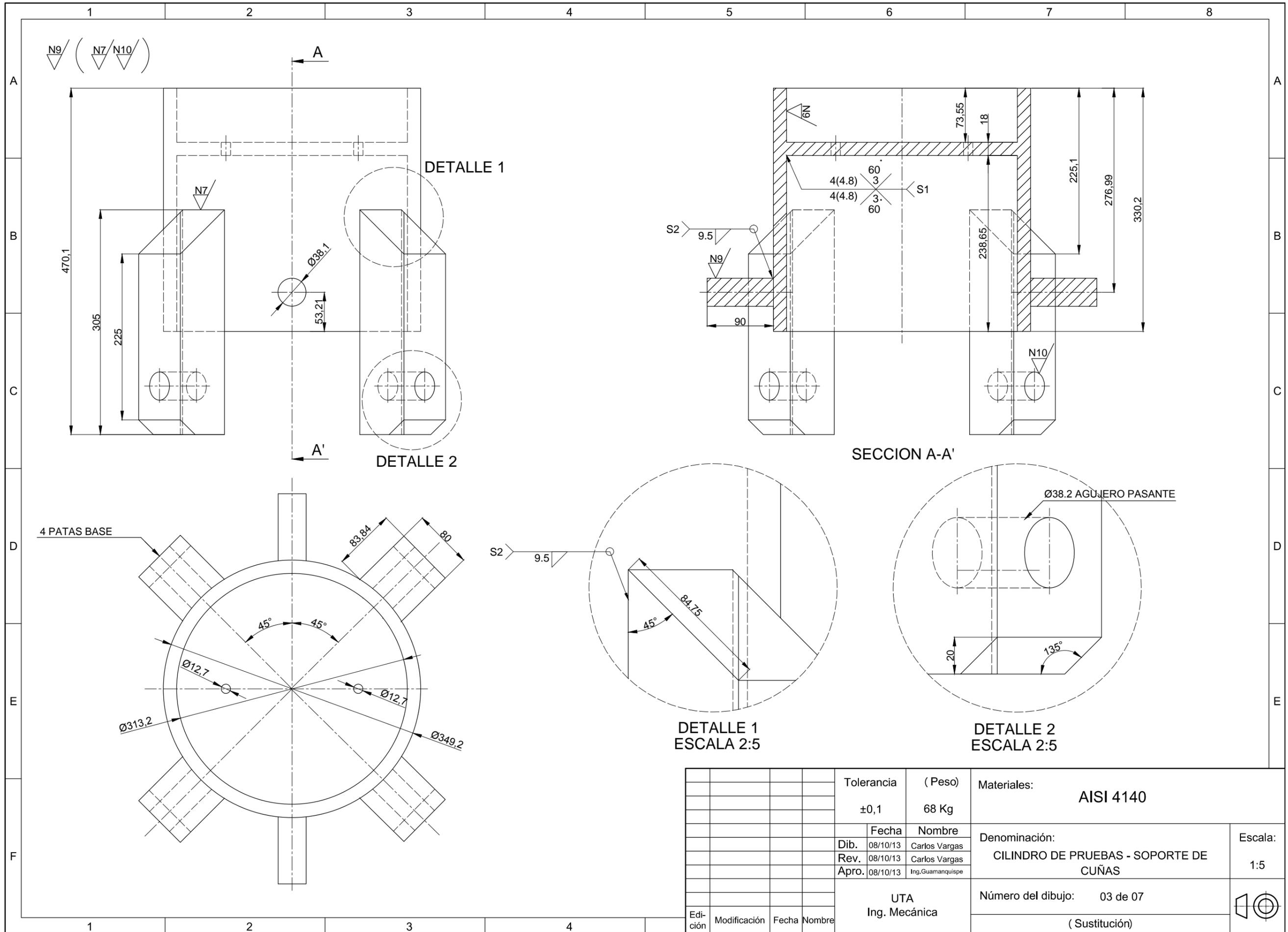
F.1.13.2 Intent of procedure

The intent of this procedure is to validate the performance of the seal for the standard test fluid rating as specified in F.1.13.4, not the performance of products containing the seal. The full-size seals shall be tested as specified in F.1 or F.2 to determine temperature and pressure performances.

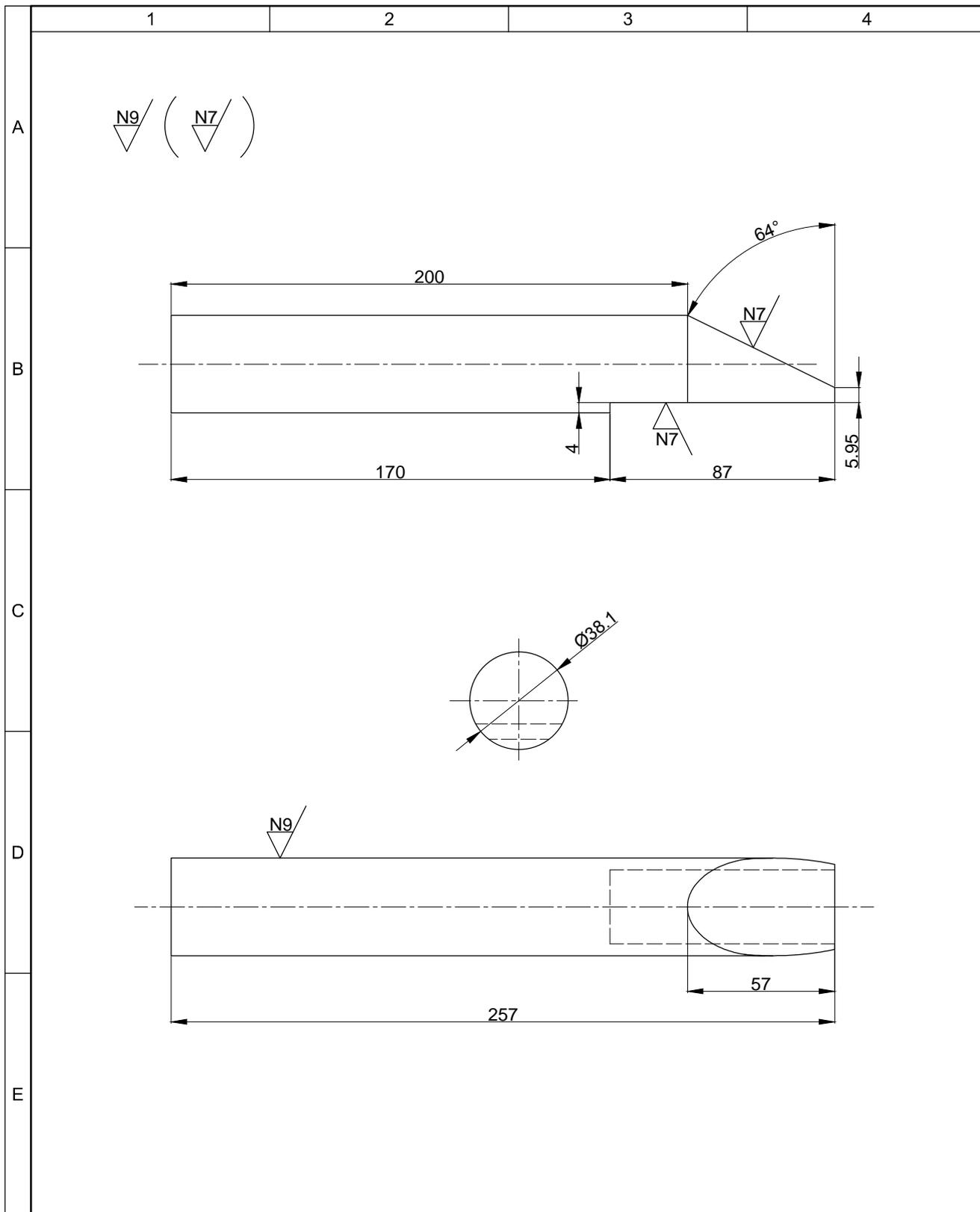
PLANOS



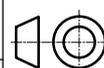
				Tolerancia ±0,1	(Peso) 225 Kg	Materiales: AISI 4140 - ASTM A-36	
						Denominación: BANCO DE PRUEBAS HIDROSTÁTICA	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 08/10/13	Carlos Vargas		
				Rev. 08/10/13	Carlos Vargas		
				Apro. 08/10/13	Ing. Guamanquispe		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 02 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

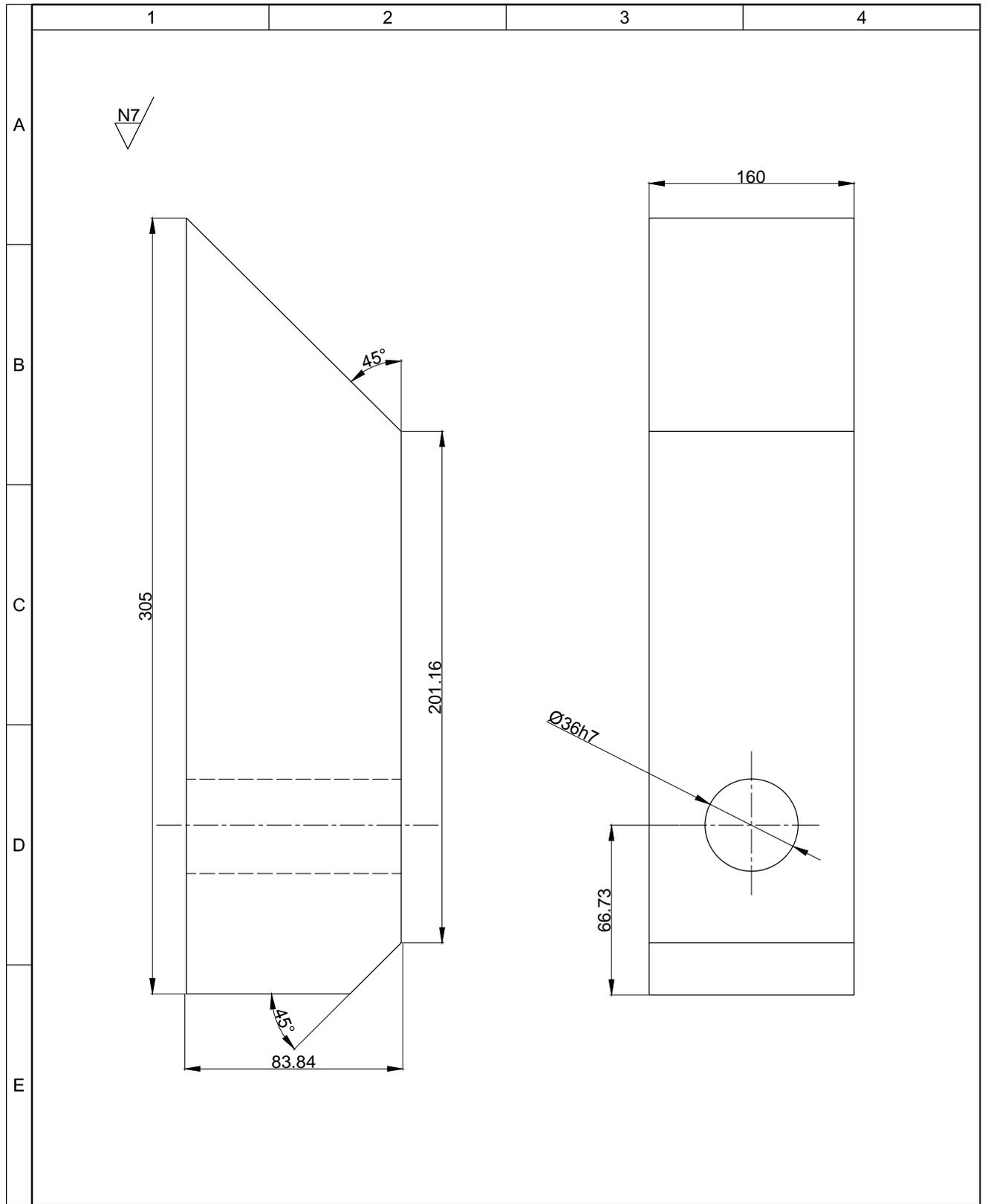


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	68 Kg	AISI 4140			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dib. 08/10/13	Carlos Vargas			CILINDRO DE PRUEBAS - SOPORTE DE CUÑAS	1:5
				Rev. 08/10/13	Carlos Vargas				
				Apro. 08/10/13	Ing. Guamanquispe	Número del dibujo: 03 de 07			
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

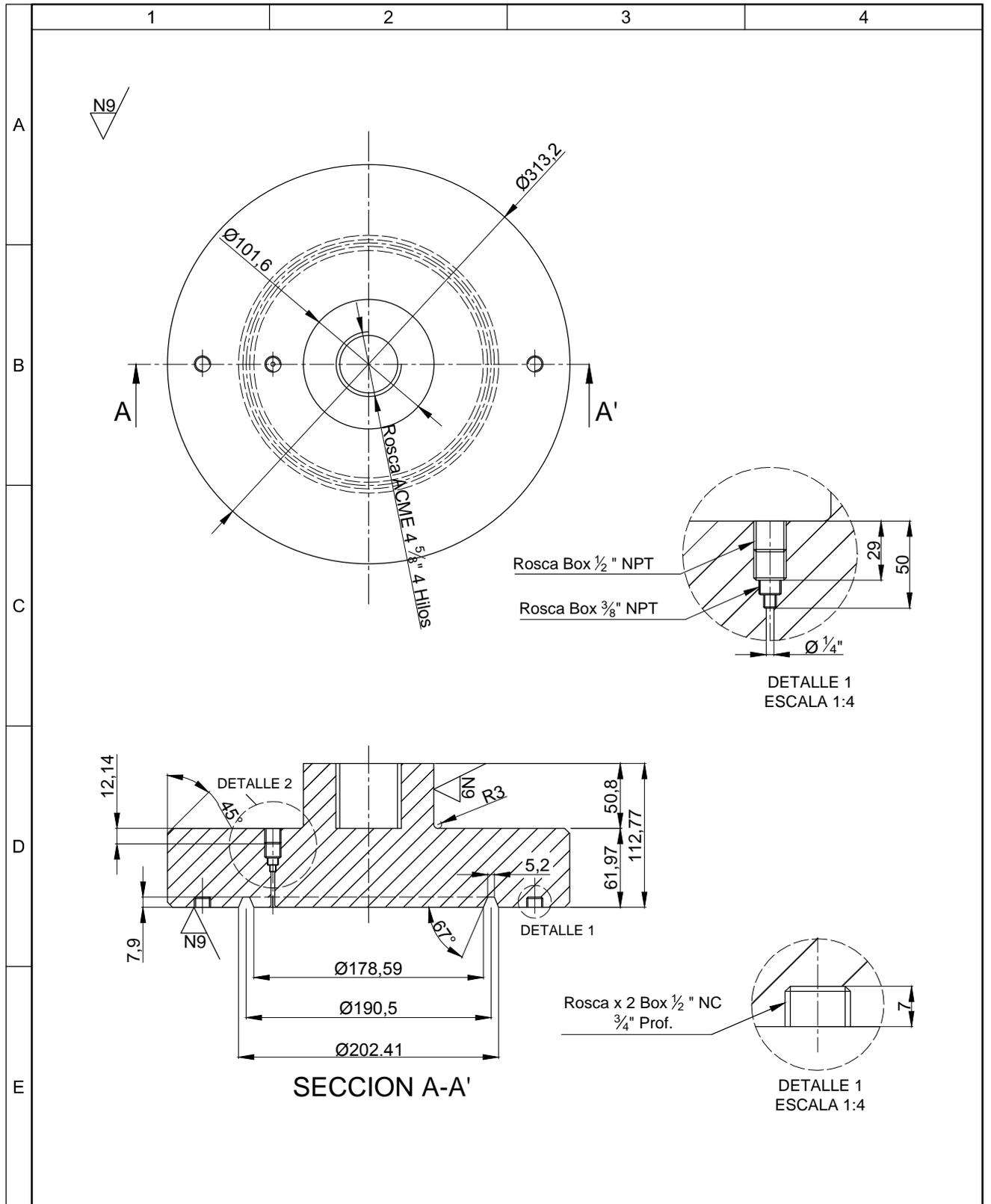


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2 Kg	ASTM 4140	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	08/10/13	Carlos Vargas	
				Rev.	08/10/13	Carlos Vargas	
				Apro.	08/10/13	Ing. Guamanquispe	CUÑA
				UTA		Número del dibujo:	Escala:
				Ing. Mecánica		04 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)

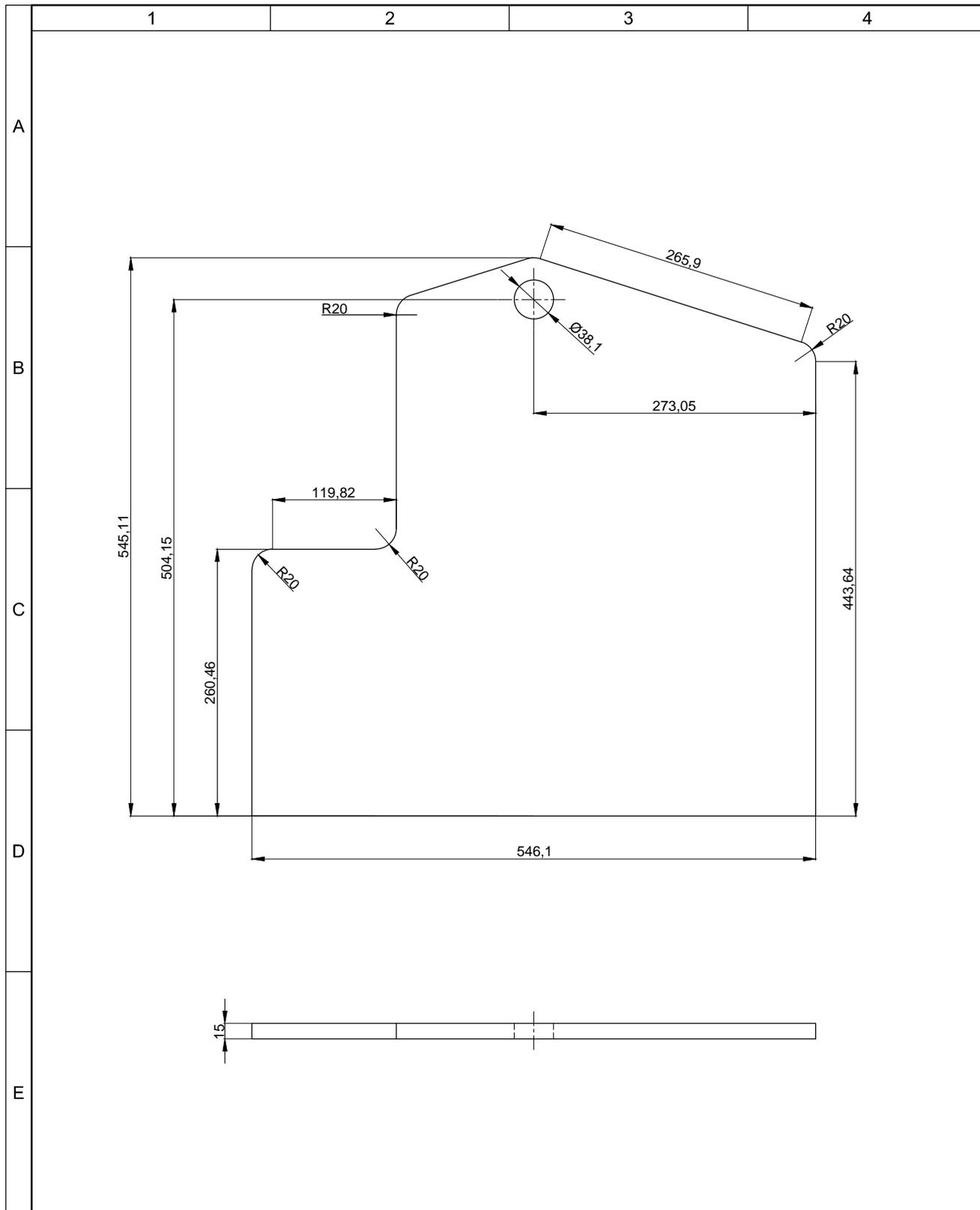




				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	15 Kg	ASTM 4140	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	08/10/13	Carlos Vargas	
				Rev.	08/10/13	Carlos Vargas	
				Apro.	08/10/13	Ing.Guamanquispe	Escala:
				UTA		Número del dibujo:	05 de 07
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	65 Kg	AISI 4140	
					Fecha	Nombre	Denominación: BRIDA ACANALADA
				Dib.	08/10/13	Carlos Vargas	
				Rev.	08/10/13	Carlos Vargas	
				Apro.	08/10/13	Ing. Guamanquispe	
				UTA		Número del dibujo:	06 de 07
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Escala: 1:5



				Tolerancia ±0,1	(Peso) 35 Kg	Materiales: ASTM 4140		
						Denominación: SOPORTE CILINDRO DE PRUEBA	Escala: 1:5	
				Dib.	Fecha 08/10/13			Nombre Carlos Vargas
				Rev.	08/10/13			Carlos Vargas
				Apro.	08/10/13	Ing. Guamanquispe		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07 de 07		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		