

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE
VÁLVULAS INDUSTRIALES**

ÀLVARO VEGA URIBE

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÌA Y ADMINISTRACIÒN
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2009**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE
VÁLVULAS INDUSTRIALES**

ÀLVARO VEGA URIBE

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
MIGUEL ANGEL REYES OROZCO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2009**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

En primer lugar a mi familia que han sido el apoyo principal, y me han dado el bienestar suficiente para continuar con mi superación día a día.

A mis abuelos que han sido mis vigías en mi proyecto de vida.

A mi novia por ser uno de los principales motivos que siempre ha estado apoyándome en los momentos difíciles; y a todos mis amigos que estuvieron en este proceso.

Álvaro Vega Uribe

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a María Inés Moreno Rincón y en general a la familia moreno por permitirme desarrollar en su empresa familiar REYMOM LTDA de la ciudad de Barrancabermeja éste proyecto, el cual me brindaron todos los medios necesarios para ejecución de éste.

Al Ing. Miguel Ángel Reyes Orozco por guiarme con sus conocimientos y habilidades, permitiéndome superar los obstáculos presentados en el transcurso de la elaboración de este proyecto, y por estar siempre dispuesto a orientarme.

A la empresa Trailer's de Santander por prestar el servicio manufactura del chasis. Finalmente a todos los profesionales, los cuales me orientaron y despejaron dudas en el transcurso de la elaboración del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	17
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 VÁLVULAS INDUSTRIALES	19
2.1.1 Tipos de válvulas	19
2.1.1.1 Válvula de compuerta	19
2.1.1.2 Válvula de bola	21
2.1.1.3 Válvula de obturador o tapón	22
2.2 BANCO DE PRUEBAS A VÁLVULAS INDUSTRIALES	24
2.3 GENERALIDADES PARA LAS PRUEBAS EN CAMPO	25
2.4 DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESIÓN	26
2.4.1 Tipos de recipientes	27
2.4.2 Tipos de tapas de recipientes bajo presión interna	27
2.4.3 Limitaciones de la división 1	28
2.4.4 Cálculo para cara cilíndrica bajo presión interna	28
2.4.5 Cálculo para tapa elipsoidal bajo presión interna	29
2.5 DISEÑO DE VIGAS	29
2.5.1 Secciones de acero	30

2.5.2 Procedimiento de análisis	30
2.6 GRÚAS GIRATORIAS DE COLUMNA	31
2.6.1 Grúa giratoria de columna giratoria	31
3. METODOLOGÍA Y PROCESO DE DISEÑO	33
3.1 CONDICIONES DEL CLIENTE	33
3.2 DISEÑO CONCEPTUAL	33
4. DISEÑO DEL EQUIPO	36
4.1 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS	36
4.2 CÁLCULO DE LOS APOYOS	38
4.3 CÁLCULO DEL RECIPIENTE A PRESIÓN	40
4.4 ANÁLISIS VIRTUAL DEL CHASIS DEL BANCO DE PRUEBAS	41
4.4.1 Análisis estructura del chasis	41
4.4.2 Factor de seguridad	43
5. DESCRIPCCION DEL EQUIPO	44
6. PRUEBAS REALIZADAS	48
6.1 CAPACIDAD DE CARGA Y PRUEBA A LA SUSPENCIÓN	48
6.2 VERIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	49
6.3 DRENAJE DEL BANCO DE PRUEBAS AL MOMENTO DE REALIZAR LA PRUEBA	49
6.4 PRUEBA TÍPICA A UNA VÁLVULA INDUSTRIAL	50
7. CONCLUSIONES	54
8. RECOMENDACIONES	55

BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	58
ANEXO A. VÁLVULAS INDUSTRIALES	59
ANEXO B. PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES DE INGENIERÍA	64
ANEXO C. RESOLUCIÓN 004100 DE 2004 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE	65
ANEXO D. PROPIEDADES DE SECCIONES EN CANAL (PERFIL C)	68
ANEXO E. PROPIEDADES DE LAS ÁREAS	69
ANEXO F. PLANO ESTRUCTURA BANCO DE PRUEBAS	70
ANEXO G. FORMATO RECEPCIÓN DE VÁLVULAS	71
ANEXO H. CERTIFICADO DE LA PRUEBA	72
ANEXO I. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	73
ANEXO J. MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA BANCO DE PRUEBAS	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la válvula	20
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la válvula	22
Tabla 3. Ventajas y desventajas de la válvula	23
Tabla 4. Prueba de cuerpo y silla a válvulas industriales	26
Tabla 5. Tiempo requerido para la prueba hidrostática	26
Tabla 6. Pesos estimados de bridas y accesorios	33
Tabla 7. Perfil canal C seleccionado	37
Tabla 8. Espesor mínimo pared del cilindro	40
Tabla 9. Espesor mínimo tapas del cilindro	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Válvula de compuerta	20
Figura 2. Válvula de bola	21
Figura 3. Válvula de obturador o tapón	23
Figura 4. Esquema de un banco de pruebas	24
Figura 5. Grúa giratoria de columna giratoria	32
Figura 6. Distribución de planta banco de pruebas	34
Figura 7. Diagrama de fuerza cortante y momento flector	36
Figura 8. Columna empotrada-empotrada	38
Figura 9. Enmallado del chasis	41
Figura 10. Cargas aplicadas a la estructura	42
Figura 11. Distribución de esfuerzos en el chasis	43
Figura 12. Factor de seguridad chasis	43
Figura 13 banco de pruebas para válvulas industriales	44
Figura 14. Suspensión y ejes	45
Figura 15. Bomba manual	46
Figura 16 ^a . Circuito hidráulico	46
Figura 16b. Diagrama del circuito hidráulico	46
Figura 17. Piso lámina alfajor	47
Figura 18. Prueba a la suspensión y estructura	48
Figura 19. Verificación de la distribución de planta del equipo	49
Figura 20. Prueba de drenaje del banco de pruebas	50

Figura 21. Armado de una válvula industrial	51
Figura 22. Prueba de hermeticidad a una de las caras de la válvula	52
Figura 23. Prueba de hermeticidad al cuerpo de la válvula	53

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. VÁLVULAS INDUSTRIALES	59
ANEXO B. PROPIEDADES MECÁNICA DE MATERIALES DE INGENIERÍA	64
ANEXO C. RESOLUCIÓN 004100 DE 2004	65
ANEXO D. PROPIEDADES DE SECCIONES EN CANAL (PERFIL C)	68
ANEXO E. PROPIEDADES DE LAS ÁREAS	69
ANEXO F. PLANO ESTRUCTURA BANCO DE PRUEBAS	70
ANEXO G. FORMATO RECEPCIÓN DE VÁLVULAS	71
ANEXO H. CERTIFICADO DE LA PRUEBA	72
ANEXO I. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	73
ANEXO J. MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA BANCO DE PRUEBAS	80

GLOSARIO

ANSI – Instituto Nacional Americano de Normas: La Organización principal de normas escritas en los Estados Unidos que establece normas para una gran variedad de productos, incluyendo el diseño, fabricación y prueba de tuberías a presión y sistemas y componentes de varios servicios de tuberías de línea.

API – Instituto Americano del Petróleo: La Asociación principal del ramo del petróleo en los Estados Unidos. Mantiene normas y especificaciones escritas actualizadas, tales como componentes de cabezas de pozo y válvulas de línea.

API Spec 6D (Especificación 6D del Instituto Americano del Petróleo): Es una especificación API relacionada con las válvulas de línea. La mayoría de las válvulas de línea se fabrican de acuerdo a esta especificación, y de ser así, las válvulas pueden ser identificadas con el monograma API 6D, de haber sido autorizados sus fabricantes por el instituto.

ASTM – Sociedad Americana Para Pruebas y Materiales: Una sociedad profesional que gobierna detalladamente los análisis físico y químicos de todos los metales básicos y aleaciones usadas en construcción. Las válvulas de la mayoría de los fabricantes tienen componentes cuyos materiales corresponden a normas ASTM.

ASIENTO (SEAT): La parte de una válvula contra la cual efectúa el elemento obturador un cierre hermético. En muchas válvulas de bola y de compuerta es una pieza flotante que aloja a un elemento suave para efectuar el sello (generalmente un anillo “O”).

BONETE (BONNET): La parte superior de una válvula fijada al cuerpo, la cual guía al vástago y se adapta para recibir al operador y las extensiones.

BOMBA (PUMP): Un dispositivo rotatorio o reciprocante que usa energía mecánica para impulsar líquidos a través de tuberías o para absorberlas desde tanques o fosas por succión.

BRIDA (FLANGE): Una conexión de tubería, fundida o prensada, que consiste en un cuello proyectado y un hombro con barrenos para birlos que permiten ensamblar a los componentes de la tubería que tienen una conexión similar. Pieza del extremo de una válvula bridada (extremo de brida).

CEBADO (PRIMING): Consiste en llenar de líquido (agua) la válvula, evitando que queden bolsas de aire en el interior.

CUERPO (BODY): La parte principal sujeta a presión de una válvula y dentro de la cual se localizan los elementos de obturación o cierre y los asientos.

CONEXIÓN (FITTING): Cualquier dispositivo usado para conectar elementos en líneas de flujo, ejemplos: codos, tes, nipples, uniones, bridas, etc.

DISCO (DISC): Elemento de cierre de una válvula de globo, de ángulo o de regulación. El disco (en ocasiones designado como "válvula", "válvula de movimiento vertical" o "tapón") se desplaza del y hacia el asiento en una dirección perpendicular a la carga del mismo. Depende de la fuerza del vástago para un cierre hermético.

EMPAQUE (PACKING): Es el material deformable, de sello, que se inserta dentro del prensa estopas del vástago, lo cual cuando se comprime con el collarín forma un sello a presión alrededor del vástago.

ESTRANGULAMIENTO (THROTTLING): Es la restricción intencional del flujo, que se logra abriendo o cerrando parcialmente una válvula. En reguladores y válvulas de control se logra un gran rango de estrangulación automáticamente.

FUERZA (FORCE): La intensidad de una influencia tendiente a producir movimiento, distorsión o cambio de forma. El producto de la presión unitario. (PSI) y el área sobre la cual actúa. Usualmente se expresa en libas.

FLUJO (FLOW): Cualquier sustancia no sólida que puede hacerse fluir. Los líquidos y gases son fluidos.

LÍNEA (LINE): Una tubería, tubo o manguera para conducción de fluidos.

MACHO (MALE THREAD): Es la cuerda externa que se hace en tubos, conexiones o válvulas, que se utiliza para hacer una conexión con otra pieza, la cual tiene rosca hembra interna.

PRESIÓN DE DISEÑO (DESIGN PRESSURE): Es la presión que se usa para determinar el espesor mínimo permitido o las características físicas de las diferentes partes del recipiente a presión.

ESFUERZO MÁXIMO PERMITIDO (MAXIMUM STRESS): Es el esfuerzo unitario máximo permitido para cualquier material especificado que puede usarse en las fórmulas de diseño.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES

AUTOR: ÁLVARO VEGA URIBE

FACULTAD: Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: MIGUEL ÁNGEL REYES OROZCO

RESUMEN

Este proyecto fue elaborado con el propósito de construir y dotar a la empresa REYMOM LTDA de la ciudad de Barrancabermeja de un equipo para realizar pruebas en campo a válvulas industriales.

Se plantea la idea de diseñar y construir un banco de pruebas hidrostático para válvulas industriales en campo, a un costo aceptable, y con una muy buena maniobrabilidad y flexibilidad para satisfacer las necesidades de los usuarios. El marco teórico en el que se encuentra inmerso este proyecto contempla el conocimiento y el manejo en los conceptos asociados con válvulas industriales, bancos de prueba a válvulas de bloque, generalidades para pruebas en campo, diseño de recipientes a presión, diseño de vigas y grúas giratorias de columna.

El montaje y pruebas se llevaron a cabo en las empresas TRAILER´S DE SANTANDER de la ciudad de Bucaramanga y REYMOM LTDA de la ciudad de Barrancabermeja. El resultado es el *BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES*.

PALABRAS CLAVES: VÁLVULAS INDUSTRIALES, BANCO DE PRUEBAS, PRUEBAS EN CAMPO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES

AUTHOR: ÁLVARO VEGA URIBE

FACULTY: Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: MIGUEL ÁNGEL REYES OROZCO

ABSTRACT

The purpose of this project is to build and provide equipment in Barrancabermeja City in order to conduct field tests on industrial valves for REYMON LTDA Company.

This is a proposal for the idea of designing and building a bank of hydrostatics tests for industrial valves in the field which will be low cost and easy to maneuver, providing flexibility to satisfy the needs of customers. The theoretical framework of this project includes the knowledge and management of the concepts associated with industrial valves, test banks for blocking valves, general concepts for in-field tests, design of containers under pressure, design of beams and a column jib crane.

The setup and tests took place at the TRAILER'S DE SANTANDER companies in Bucaramanga City and at RAYMOND LTDA in Barrancabermeja City. The result of this project is the BANK FOR IN-FIELD TESTS FOR INDUSTRIAL VALVES.

KEY WORDS: INDUSTRIAL VALVES, TEST BENCH, TEST IN FIELD

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el desarrollo de equipos de diagnóstico a válvulas industriales han sido fundamentales para el desarrollo industrial, principalmente el de la industria petroquímica. Los bancos de prueba son equipos industriales que permiten realizar evaluaciones previas de las condiciones de calidad de un componente básico en los procesos industriales.

El desarrollo de este proyecto, pretende satisfacer una sentida necesidad de una empresa de la región, que implica el diseño, la construcción y puesta en marcha de un banco de pruebas para válvulas industriales.

En el presente trabajo se hará mención a los diferentes tipos de válvulas utilizadas en la industria, específicamente la petroquímica, válvulas tipo compuerta, de bola, de tapón, con tamaños definidos entre las 2 y 12 pulgadas. También se hará una introducción al diseño de bancos de pruebas hidrostáticas para este tipo de válvulas tomando como referencia el estándar internacional de la norma API 598, que hace referencia a los requerimientos para la inspección y prueba a válvulas de compuerta, globo, bola, de cheque y mariposa.

Otro aspecto importante en el progreso de este proyecto, hace memoria a los conceptos de válvulas industriales, banco de pruebas a válvulas industriales, generalidades para las pruebas en campo, diseño de recipientes a presión, diseño de vigas y grúas de columna, los cuales serán utilizados para el desarrollo del banco de pruebas.

Finalmente se presenta un modelo de los ensayos realizados tanto al banco de pruebas como a las válvulas industriales.

Este trabajo pretende ser parte del conjunto de soluciones que desde la universidad se deben plantear hacia la industria, cuando ésta apoya el desarrollo de las mismas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un Banco de Pruebas que permita prestar servicio de diagnostico en campo a diferentes tipos de Válvulas Industriales (de globo, compuerta y tapón) entre 2 y 12 pulgadas de diámetro, para la empresa REYMOM LTDA ubicada en Barrancabermeja.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Diseñar un Banco de Pruebas Para Válvulas Industriales de tipo compuerta, bola, de tapón, entre 2 y 12 pulgadas de diámetro, para elaboración de pruebas hidrostáticas en campo bajo norma API 598.
- 2) Construir el banco según el diseño propuesto, basado en las necesidades de costo y prestación de servicios de la empresa REYMOM LTDA, ubicada en la ciudad de Barrancabermeja, utilizando tecnología hidráulica bajo los estándares de la norma API 598.
- 3) Implementar un dispositivo que permita visualizar los resultados de la prueba, para el historial de la válvula.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se contó con el apoyo económico de la empresa REYMOM LTDA ubicada en la ciudad de Barrancabermeja.

En la construcción y adecuación de los diferentes elementos se contó con el apoyo de la empresa TRAILER`S DE SANTANDER donde se realizó la fabricación de la estructura, y finalmente a REYMOM LTDA quienes se encargaron del montaje de los sistemas neumáticos e hidráulicos y los ajustes finales para la puesta en operación.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico en el que se encuentra inmerso este proyecto contempla el conocimiento y el manejo en los conceptos asociados con:

- Válvulas Industriales y características.
- Banco de Pruebas a válvulas industriales
- Generalidades para pruebas en campo
- Diseño de recipientes a presión
- Diseño de vigas
- Grúas giratorias de columna

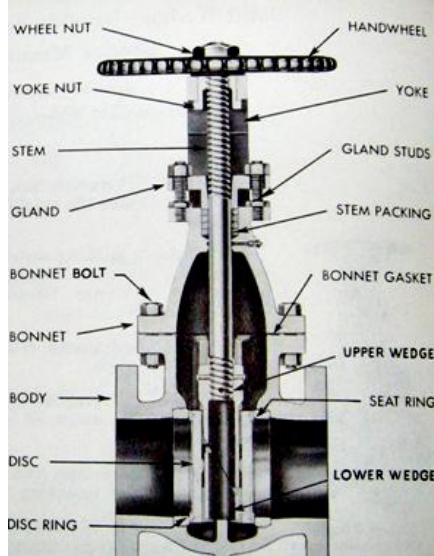
2.1 VÁLVULAS INDUSTRIALES

La válvula es un accesorio que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Este proceso puede ser desde flujo cero (válvula totalmente cerrada), hasta flujo máximo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias entre estos dos extremos. Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador.

2.1.1 Tipos de Válvulas

2.1.1.1 Válvula de Compuerta (Figura 1): La válvula de compuerta es una válvula de vueltas múltiples, en la que la lumbrera se cierra por medio de un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento

Figura.1 Válvula de compuerta



Fuente: Wallorth Aloyco Company, condensed catalog 68. p 20

Características Generales:

- Apertura o cierre total, sin estrangulamiento
- Operación poco frecuente
- Resistencia mínima al flujo
- Cantidades mínimas de fluido atrapados en las líneas de tubería.

Aplicaciones:

Aceite, gas, aire, pastas semi líquidas, líquidos pesados, vapor, y líquidos no corrosivos.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la válvula

Ventajas	Desventajas
Alta capacidad	Control deficiente del flujo
Cierre hermético	Fuerza de operación elevada
Bajo costo	Debe estar completamente abierta o cerrada
Poca resistencia al flujo	La posición de estrangulamiento erosionará el asiento y el disco.

Fuente. Autor

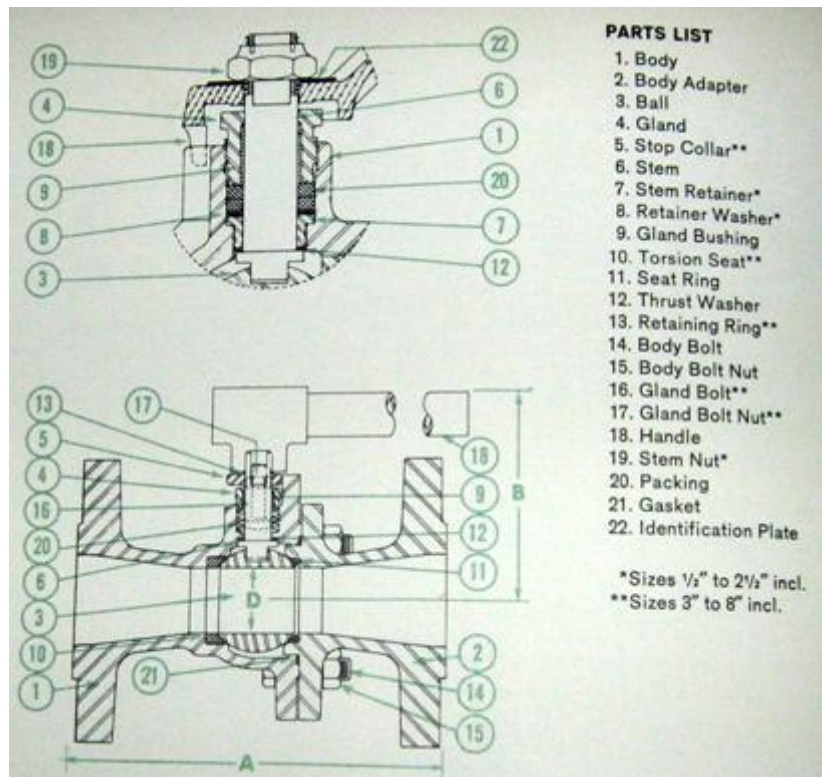
Materiales:

Cuerpo: Bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable, plástico de PVC.

NOTA: En la industria existen válvulas a partir de 2 pulgadas hasta 30 pulgadas de diámetro; en este caso solo se trabajarán diámetros de 2 pulgadas hasta 12 pulgadas.

2.1.1.2 Válvula de Bola (Figura 2): La válvula de bola es de un cuarto de vuelta y consiste en una bola taladrada que gira entre asientos elásticos. Cuando la válvula se encuentra abierta permite el flujo directo, pero cuando la bola gira 90°, lo corta y cierra el conducto.

Figura.2 Válvula de bola



Tomado de: Valves for processing, catalog CP-81

Características Generales:

- Apertura y cierre sin estrangulamiento
- Necesidades de temperatura moderada
- Resistencia mínima de flujo

Aplicaciones:

Servicio general, soporta altas temperaturas.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la válvula

Ventajas	Desventajas
Alta capacidad	Propensa a cavitación
Pocas fugas	Alto par torsor al accionarla
Bajo costo	Susceptible al desgaste del sello
Poco mantenimiento	La posición de estrangulamiento erosionará el asiento y el disco.
Compacta	Poco adecuada para el estrangulamiento

Fuente. Autor

Materiales:

Cuerpo: Hierro fundido, hierro dúctil, bronce, latón, aluminio, aceros al carbono, acero inoxidable, titanio, circonio, plásticos de polipropileno y de PVC.

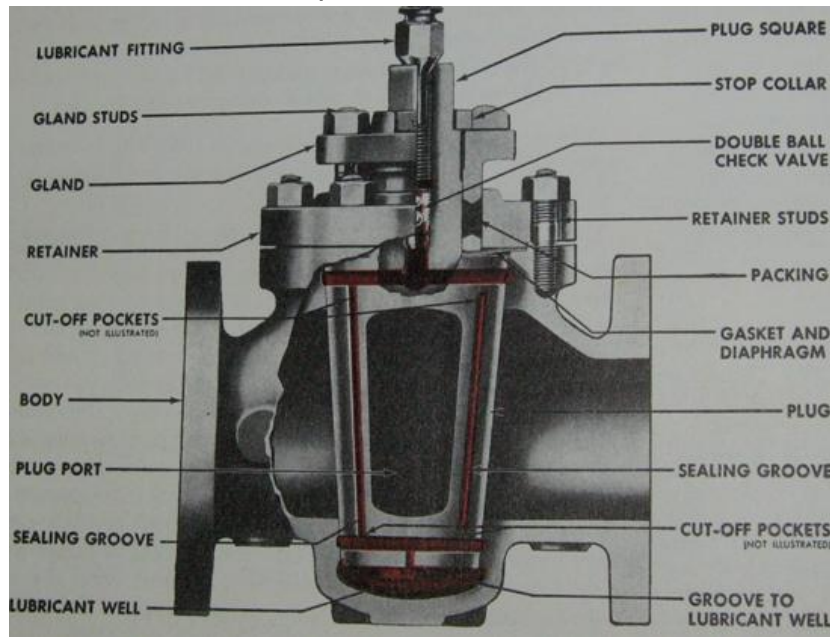
Asiento: TFE, TFE con relleno, nylon, Buna – N, neopreno.

NOTA: En la industria existen válvulas a partir de 2 pulgadas hasta 30 pulgadas de diámetro; pero para esta aplicación solo se trabajarán diámetros de 2 pulgadas hasta 12 pulgadas.

2.1.1.3 Válvula de Obturador ó tapón (Figura 3):

La válvula de macho es de un cuarto de giro, y regula el flujo por medio de un macho cilíndrico o cónico con un orificio en el centro, puede abrirse o cerrarse con un giro de 90°.

Figura3. Válvula de obturador o tapón



Tomado de: WKM ACF plug valves sealants

Características Generales:

- Apertura o cierre total
- Operación frecuente
- Baja caída de presión a través de la válvula
- Resistencia mínima al flujo

Aplicaciones:

Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la válvula

Ventajas	Desventajas
Alta capacidad	Desgaste del asiento
Cierre hermético	
Bajo costo	Susceptible al desgaste del sello
Operación rápida	Cavitación a baja caída de presión

Fuente. Autor

Materiales:

Hierro, hierro dúctil, acero al carbono, acero inoxidable, monel, níquel, Hastelloy.

NOTA: En la industria existen válvulas a partir de 2 pulgadas hasta 24 pulgadas de diámetro; pero para esta aplicación solo se trabajarán diámetros de 2 pulgadas hasta 12 pulgadas.

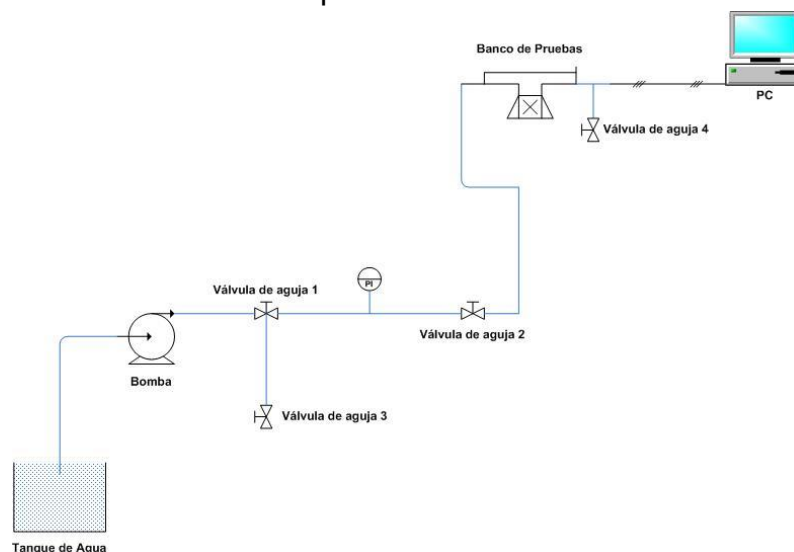
Existen una gran variedad de válvulas industriales, algunos tipos son: válvulas de obturador, válvulas mariposa, válvulas de retención, etc. Para esta aplicación solo se documentaron los tres tipos de válvulas más comunes en la industria. (ANEXO A)

2.2 BANCO DE PRUEBAS A VÁLVULAS INDUSTRIALES

El banco de prueba realiza ensayos de presión de cuerpo y a cada una de las caras de las válvulas, es usado frecuentemente; el banco de pruebas consiste en un juego de bridas, una móvil y una fija, una bomba con circuito intensificador de presión, reguladores de presión y un juego de manómetros patrón.

A continuación se puede ver el esquema hidráulico del banco de pruebas (figura 4). Posteriormente se mencionarán los tipos de pruebas que se les puede efectuar a las válvulas de bloque.

Figura.4 Esquema de un banco de pruebas



Fuente. Autor

A las válvulas industriales generalmente se le hacen dos tipos de ensayos, la primera es una prueba hidrostática al cuerpo de la válvula, que consiste en soportar la presión aplicada a la válvula durante un tiempo determinado con el fin de determinar fugas a la válvula, la segunda prueba es un test de estanqueidad se ejecuta cerrando totalmente la válvula aplicando presión a la cara de la válvula durante un tiempo determinado como lo indica la norma API 598, determinando la caída de presión admitida por el fabricante de la válvula; una caída de presión superior a esta, indica un desgaste anormal en el asiento.

“La prueba es usualmente desarrollada en un banco de pruebas con facilidades para elevar la presión a una válvula, que cuente con un indicador de la presión aplicada. Los bancos de prueba deben permitir la realización de pruebas simulando bien sea con aire o agua, para lo cual deben tener la debida instrumentación y elementos mecánicos apropiados.

2.3 GENERALIDADES PARA LAS PRUEBAS EN CAMPO

Una prueba hidrostática es una prueba no destructiva mediante la cual se verifica la integridad de una válvula, el agua es bombeada a una presión más alta que la presión de operación y se mantiene a esa presión por un tiempo establecido previamente el cual varía según el diámetro de la válvula. Según lo establecido en la norma API 598.

Antes de ejecutar las pruebas, se debe realizar un examen general de la válvula para determinar la existencia de defectos, daños o fallas externas. De esta inspección se pasa a la verificación detallada del estado de cada componente de la válvula, se limpia, se observa y se procede al cambio de componentes defectuosos y al armado de la válvula. Luego que la válvula es sometida a prueba, se le aplica presión dependiendo del ANSI de la válvula.

Las presiones de prueba deben cumplir con los siguientes criterios:

La válvula debe ser llenada lentamente; no es recomendado abrir la válvula a presiones superiores a la presión de trabajo. Es recomendable que el sistema se estabilice a la presión de prueba antes de llevar a cabo la prueba de fugas (Prueba de Hermeticidad).

Antes de aplicar la presión de prueba, se debe hacer el procedimiento de cebado¹ de la válvula a probar. Se cierra la válvula y se aplica la presión a la cual se va a hacer la prueba.

La norma API 598 cubre los requerimientos para la inspección y prueba a válvulas de compuerta, globo, bola de cheque y de mariposa.

¹ Cebado: consiste en llenar de líquido (agua) la válvula, evitando que queden bolsas de aire en el interior.

La prueba de presión y tiempos de prueba se mencionará a continuación en la tabla 4 y 5.

Tabla4. Prueba de cuerpo y silla a válvulas industriales.

Descripción de la prueba	Tipo de Válvula				
	Compuerta / Globo	Tapón	Cheque	Bola	Mariposa
Cuerpo	Requiere	Requiere	Requiere	Requiere	Requiere
Silla	Requiere	NA	NA	NA	NA

Fuente. Valve Inspection and Testing, API STANDARD 598, SEVENTH EDITION, OCTOBER 1996. p. 3

Tabla5. Tiempo requerido para la prueba hidrostática

Tamaño de la Válvula NPS (DN)	Prueba de cuerpo / Duración (minutos)	Prueba de silla / Duración (minutos)
2 - 4 pulg (50 - 100)	2	2
6 - 10 pulg (150 - 205)	5	5
12 - 15 pulg (300 - 450)	15	5
20 pulg en adelante	30	5

Fuente. Valve Inspection and Testing, API STANDARD 598, SEVENTH EDITION, OCTOBER 1996. p. 3

2.4 DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESIÓN

Con frecuencia se utilizan cilindros como recipientes a presión o tubos que pueden ser sometidos a presiones internas ó externas. Algunas aplicaciones comunes son cilindros de aire o hidráulicos, depósitos de almacenamiento de fluidos y tuberías.

Para este proyecto se utilizarán conceptos relacionados con los tipos de recipientes a presión, tipos de tapas de recipientes a presión, limitaciones del código ASME división VIII sección 1y cálculos de recipientes a presión.

2.4.1 Tipos de recipientes

Existen numerosos tipos de recipientes que se utilizan en las plantas industriales o de procesos. Algunos de estos tienen la finalidad de almacenar sustancias que se dirigen o convergen de algún proceso, este tipo de recipientes son llamados en

general tanques. Los diferentes tipos de recipientes que existen, se clasifican de la siguiente manera:

POR SU USO:

Los podemos dividir en recipientes de almacenamiento y en recipientes de procesos.

Los primeros sirven para almacenar fluidos a presión y de acuerdo con sus servicios son conocidos como tanques de almacenamiento, tanques de día, tanques acumuladores, etc.

POR SU FORMA:

Los recipientes pueden ser cilíndricos o esféricos. Los primeros son horizontales o verticales y pueden tener en algunos casos, chaquetas para aumentar o disminuir la temperatura de los fluidos según sea el caso.

Las vasijas esféricas se utilizan generalmente como tanques de almacenamiento, y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes esféricos a altas presiones. Puesto que la forma esférica es la forma natural que toman los cuerpos al ser sometidos a presión interna esta sería la forma más económica para almacenar fluidos a presión sin embargo en la fabricación de estos es mucho más costosa a comparación de los recipientes cilíndricos.

2.4.2 Tipos de tapas de recipientes bajo presión interna

Los recipientes sometidos a presión pueden estar contruidos por diferentes tipos de tapas o cabezas. Cada una de estas es más recomendable a ciertas condiciones de operación y costo monetario.

- Tapas planas
- Tapas toriesféricas
- Tapas semielípticas
- Tapas semiesféricas
- Tapas cónicas

- Tapas toricónicas
- Tapas planas con ceja
- Tapas hemisféricas

2.4.3 Limitaciones del código ASME sección VIII división 1

Para poder cumplir con procedimientos de diseño de vasijas a presión el código ASME sección VIII división 1 tiene unas limitaciones de diseño, las cual se mencionarán a continuación:

- Aplica para presiones menores a 3000 psi.
- Recipientes para menos de 454.3 litros (120 galones) de capacidad de agua, que utilizan aire como elemento originador de presión.
- Tanques que suministran agua caliente con capacidad de 454 lt (120 galones)
- Recipientes sujetos a presión interna o externa menor de 1.0055 Kg./cm² (15psi)
- Recipientes que no excedan de 15.2 cm (6 pulg) de diámetro.

En general los recipientes a presión se diseñan de acuerdo con el código ASME Secc. VIII Div. 1. Se recomienda utilizar la siguiente ecuación (1), (2) para el diseño de vasijas a presión².

2.4.4 Cálculo para cara cilíndrica bajo presión interna

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6P} \quad (1)$$

Donde:

t = espesor mínimo requerido, in

P = Presión de diseño, psi

² Código ASME sección VIII, División 1, vasijas a presión, Mc Graw Hill

S = Valor de esfuerzo del material, **psi**

E = Eficiencia de la unión, **porcentaje (donde 1 equivale a una soldadura buena y 0 una soldadura defectuosa)**

R = Radio interno, **in**

2.4.5 Cálculo para tapa elipsoidal bajo presión interna

$$t = \frac{PD}{2SE - 0,2P} \quad (2)$$

Donde:

t = espesor mínimo requerido, **in**

P = Presión de diseño, **psi**

S = Valor de esfuerzo del material, **psi**

E = Eficiencia de la unión, **porcentaje (donde 1 equivale a una soldadura buena y 0 una soldadura defectuosa)**

D = Diámetro interno, **in**

2.5 DISEÑO DE VIGAS

Las vigas son miembros estructurales diseñados para soportar cargas aplicadas. Debido a estas cargas, las vigas desarrollan una fuerza cortante y un momento flexionante internos que, en general, varían de un punto al otro a lo largo de la viga. Una viga que se selecciona para resistir los esfuerzos cortante y de flexión a la vez se dice que está diseñada con base en la resistencia.

Aunque las vigas se diseñan principalmente por resistencia, deben también estar reforzadas apropiadamente a lo largo de sus lados de modo que no se pandeen o se vuelvan repentinamente inestables. Para diseñar una viga con base en la resistencia, se requiere que el esfuerzo de flexión y el esfuerzo cortante reales de

la viga no excedan los valores permisibles correspondientes para el material, definidos por los códigos estructurales o mecánicos. Un diseño por flexión requiere la determinación de módulo de sección de la viga, que es la razón de I a c , esto es, $S = I/c$. con la fórmula de la flexión, $\delta = Mc/I$, tenemos:

$$S_{req} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{perm}} \quad (3)$$

Donde M se determina con el diagrama de momentos de la viga y el esfuerzo de flexión permisible. En muchos casos, el peso desconocido de la viga será pequeño y podrá despreciarse en comparación con las cargas que la viga debe soportar³.

2.5.1 Secciones de acero

La mayoría de las vigas de acero se producen laminando un lingote caliente de acero hasta que se obtiene el perfil deseado. Las propiedades de estos perfiles laminados se tabulan en el manual del American Institute of Steel Construction (Instituto Estadounidense de la Construcción de Acero). Para cualquier sección dada, se obtienen el peso por longitud, las dimensiones, el área de la sección transversal, el momento de inercia y el módulo de sección⁴.

2.5.2 Procedimiento de análisis

El siguiente procedimiento proporciona un método racional para el diseño de una viga con base en la resistencia.

- **Diagrama de fuerza cortante y momento:** Se halla la fuerza cortante y el momento máximo en la viga. Esto se elabora a menudo construyendo los diagramas de fuerza cortante y momento para viga.
- **Esfuerzos de flexión:** Si la viga es relativamente larga, se diseña con base en la determinación de su módulo de sección usando la fórmula $S_{req} = M_{m\acute{a}x} / \sigma_{perm}$, donde $M_{m\acute{a}x}$ es el momento máximo en la viga y

³ R.C. Hibbeler. Mecánica de materiales. Prentice Hall, Tercera edición. p 549

⁴ R.C. Hibbeler. Mecánica de materiales. Prentice Hall, Tercera edición. p 549

σ_{perm} es el esfuerzo de flexión permisible para el material. Se debe escoger el que tenga menor área transversal, puesto que esta viga tiene menor peso y por lo tanto es más económica.

- **Esfuerzo cortante:** Usando la fórmula del cortante, verificar que no exceda el esfuerzo cortante permisible; es decir, use $\tau_{perm} \geq V_{m\acute{a}x} \frac{Q}{It}$ Aquí $V_{m\acute{a}x}$ es la fuerza cortante interna máxima que se determina con el diagrama de la fuerza cortante.⁵

2.6 GRÚAS GIRATORIAS DE COLUMNA

Las grúas giratorias y de columna permiten reducir considerablemente los tiempos secundarios y de preparación del equipamiento, evitando tiempos de espera. La amplia gama de tamaños y modelos permite la adaptación óptima de estos pescantes a las más diversas necesidades en cuanto a capacidad de elevación, ángulo de giro, alcance y equipamiento.⁶

Existen tres tipos de grúas giratorias:

- Grúas giratorias de columna giratoria
- Grúas giratorias de columna fija
- Grúas velocípidas

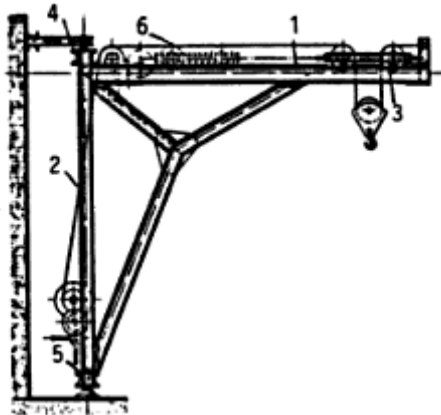
2.6.1 Grúa giratoria de columna giratoria

Este tipo de aparatos de elevación consiste básicamente en una grúa giratoria solidaria a una columna articulada verticalmente en sus extremos inferior y superior (figura5). Sus principales partes son:

Figura5. Grúa giratoria de columna giratoria

⁵ R.C. Hibbeler. Mecánica de materiales. Prentice Hall, Tercera edición. p 550,551

⁶ <http://www.demagruas-hormiga.com.mx/giratoria/texto.htm>



Fuente. ANTONIO MIRAVETE, PhD. Los transportes en la ingeniería industrial. p. 276.

- 1- Pluma
- 2- Columna
- 3- Mecanismo de elevación
- 4- Soporte superior
- 5- Soporte inferior
- 6- Sistema de poleas

Algunas de sus características son:

- El movimiento de giro se realiza a través de dos cojinetes dispuestos en los soportes que articulan la columna.
- El movimiento de traslación del carro se lleva a cabo a lo largo de la parte superior de la pluma.
- El movimiento de elevación se realiza a través del carro o polipasto.
- Su capacidad máxima es alrededor de 6 Toneladas.
- Tiene un alcance máximo de 8 metros.

3. METODOLOGÍA Y PROCESO DE DISEÑO

3.1 CONDICIONES DEL CLIENTE

Se plantea el diseño y construcción de un banco de prueba móvil versátil, de bajo costo, sencillo de manejar y buena maniobrabilidad, que pueda ser operado por dos técnicos especializados en el área, con capacidad para soportar cargas hasta de 3 Ton.

Debe estar equipado con una caja de herramientas, caja porta bridas, un tanque de agua con capacidad para 5 galones, y un circuito hidráulico para realizar las pruebas de hermeticidad a válvulas industriales.

Se deja espacio suficiente para en un futuro modificar el banco y poder adaptarlo a su vez para pruebas a válvulas de seguridad.

3.2 DISEÑO CONCEPTUAL

Se procede a la toma de datos que para este caso es la toma de los pesos de las herramientas y accesorios para así poder determinar la carga máxima soportada por el banco de pruebas. (Tabla 3)

Tabla6. Pesos estimados de bridas y accesorios

ACCESORIO	PESO	PESO TOTAL
Caja de herramientas	250Kg x 1	250 Kg
Brida de 6" x 1500	74 Kg x 2	148 Kg
Brida de 12" x 300	84 Kg x 2	168 Kg
Brida de 12" x 600	114 Kg x 2	228 Kg
Compresor	125 Kg x 1	125 Kg
Válvula de 8" x 1500	1445 Kg x 1	1445 Kg
		2364 Kg

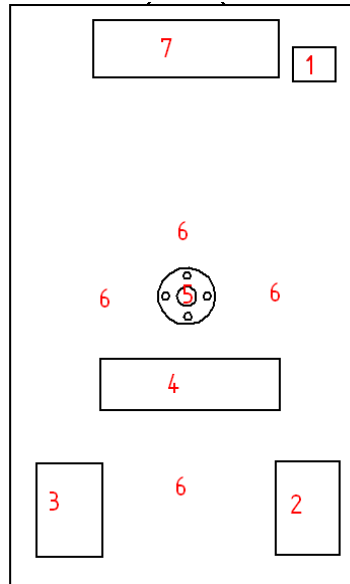
Fuente. Autor

Nota: los pesos de cada uno de los accesorios fueron debidamente pesados y certificados.

Peso total = 2364 Kg + 10% = 2600,4 Kg

Teniendo ya los pesos de cada uno de los accesorios y herramientas, se procede a la elaboración del plano de la distribución de planta del banco de pruebas (figura 6), se plantean diferentes propuestas de distribución de planta y la más adecuada.

Figura.6 Distribución de planta banco de pruebas



Fuente. Autor

1. Bomba manual
2. Caja de herramientas
3. Caja porta bridas
4. Compresor
5. Banco de pruebas
6. Área de trabajo
7. Tanque pulmón

Se decide este tipo de distribución ya que en consenso con los trabajadores es la más adecuada y practica para poder trabajar.

Teniendo ya una ubicación adecuada de las herramientas y accesorios, se inicia la selección del material y geometría de la perfilería del banco de pruebas. Para esta aplicación el material seleccionado es acero A36 (ANEXO B), ya que es el metal estructural más usado para la construcción de estructuras. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98%), con un contenido de carbono menor del 1%. Entre sus ventajas está la gran resistencia a la tensión, compresión y un costo razonable. Existen distintos tipos de perfiles estructurales; se elige un canal en C

por su bajo costo, por ser liviano y buen comportamiento cuando es sometida a cargas por flexión. En comparación con los perfiles tipo W que son mucho más costosos y pesados. Las soldaduras serán de arco eléctrico con electrodo metálico; el electrodo utilizado para este proyecto es el 7018, contiene bajo contenido de hidrógeno, apto para soldar con cualquier corriente y en todas las posiciones, es ideal para soldar tuberías de alta presión, tanques de almacenamiento, estructuras, etc.

Se define que el banco de pruebas debe contar con dos ejes, ya que proporcionan mayor estabilidad, reduce el fenómeno de cabeceo y aumenta su capacidad de carga; el tipo de suspensión seleccionado es de tipo ballesta, con capacidad de 1 (una) tonelada, ubicadas en la parte superior de los ejes para ganar altura, para cuando se cargue el banco no rocen las llantas con la plataforma.

Para definir las dimensiones del banco de pruebas se debe tener conocimiento de los aspectos legales anunciados en la resolución 004100 de 2004. (VER ANEXO C)

Teniendo conocimiento de los aspectos legales, las dimensiones del banco de pruebas son de 1.8 metros de ancho por 3.0 metros de largo

El sistema hidráulico consta de una bomba manual ligera con capacidad para elevar la presión a 3000 Psi. Los accesorios que tiene el circuito hidráulico son:

- 2 válvulas de aguja de ½" x 6000 psi
- 3 codos de ½" x 3000 psi de acero al carbón
- 2 Te de ½" x 3000 psi
- 4 nipples de ½" x 2" x 3000 psi
- 3 reducciones de ½" a ¼" macho / hembra
- 3 nipples de ¼" x 150 psi
- 1 nipple ½" x 6,5" x 3000 psi
- 1 manguera de 3/8" con reducción a ¼" de longitud de 2,3 metros
- 3 acoples rápidos de ¼" x 3000 psi

El banco de pruebas va a ser remolcado por una camioneta 4X4; según especificaciones técnicas tiene una capacidad de arrastre hasta de 3000Kg. Se tiene en cuenta que con el peso a remolcar se incrementará el consumo de combustible.

4. DISEÑO DEL EQUIPO

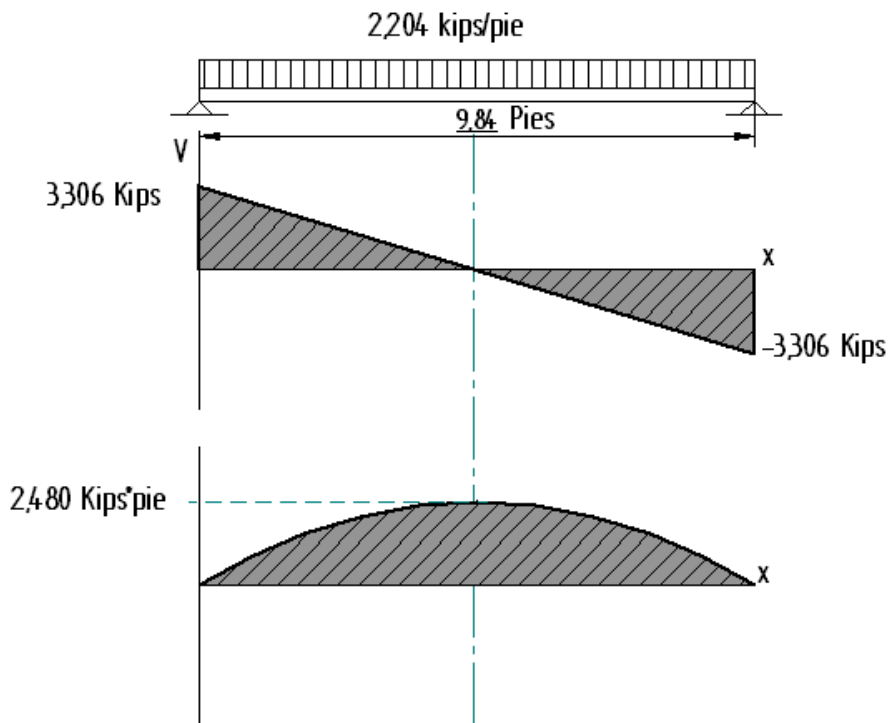
Este capítulo mostrará los aspectos que se tuvieron en cuenta para el diseño del banco de pruebas para válvulas industriales. Para el diseño del banco de prueba se tienen varios aspectos importantes como lo son la selección de las vigas, cálculo de los apoyos y del recipiente a presión.

4.1 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS

Para la selección de la viga principal se deben seguir los pasos mencionados en el numeral 2.5.2. Los cuales arrojaron los siguientes resultados.

- Diagramas de fuerza cortante y momento flector (Figura 7)

Figura 7. Diagramas de fuerza cortante y momento flector



Fuente. Autor

- **Módulo de sección**

Para $M_{m\acute{a}x} = 2,480 \text{ kip} \cdot \text{pie}$ y $\sigma_{perm} = 24 \text{ ksi}$ el módulo mínimo de sección aceptable es:

$$S_{min} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{perm}} = \frac{2,480 \text{ kip} \cdot \text{pie} * \left(\frac{12 \text{ pulg}}{\text{pie}} \right)}{24 \text{ kip} / \text{pulg}^2}$$

$$S_{min} = 1,24 \text{ pulg}^3$$

- **Selección del perfil adecuado**

Del ANEXO D, propiedades de perfiles laminados de acero, se elabora una lista de los perfiles con módulos de sección mayor que S_{min} y que también sean los más livianos.

Tabla 7. Perfil canal C seleccionado

Perfil	S (pul ³)
C3 x 5	1,24
C3 x 6	1.38
C4 x 5,4	1,93

Fuente. Autor

Ahora se elije el perfil más liviano disponible, es decir **C4 x 5,4**

- **Esfuerzos cortantes**

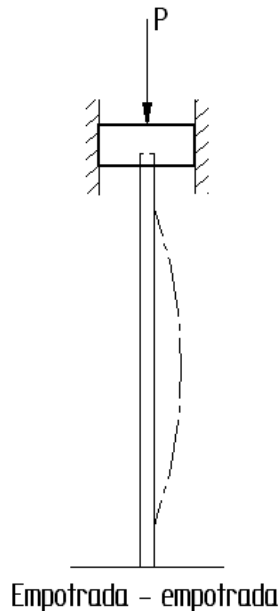
Se asume que la fuerza máxima cortante está distribuida uniforme sobre el área del alma de la viga C4 x 5,4.

$$\tau_{perm} = \frac{V_{M\acute{A}X}}{A_{alma}} = 2,07 \text{ ksi} \leq 14 \text{ ksi}$$

4.2 CÁLCULO DE LOS APOYOS

Para el diseño de los apoyos de la estructura del chasis, se plantea el modelo matemático analizándolo como una columna empotrada-empotrada como lo muestra la figura 8.

Figura 8. Columna empotrada - empotrada



Fuente. Autor

Si $\frac{KL}{r}$ es mayor que C_c la columna es larga

Si $\frac{KL}{r}$ es menor que C_c la columna es corta

Para la columna con extremos empotrados, el factor de fijación de los extremos es $K=0,65$. La longitud efectiva se halla por la siguiente ecuación⁷:

$$L_e = KL$$

Donde $L=39,2$ pulg.

$$L_e = 25,48 \text{ pulg}$$

⁷ ROBERT L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, Prentice Hall. p. 232 – 234.

Datos de la viga:

D = 3 pulg

d = 2,7 pulg

El radio de giro para una sección transversal redonda es:(ANEXO E)

$$r = \sqrt{D^2 + d^2} / 4$$

$$r = 2,018$$

Relación de esbeltez⁸

$$\frac{KL}{r} = \frac{L_e}{r} = 12,626$$

Se procede al cálculo de la columna. Para el acero A36 la resistencia a la fluencia es de 36000 psi, y el módulo de elasticidad es de 30E6 psi.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} = 128,25$$

Como $\frac{KL}{r}$ es menor que C_c la columna es corta y se debe emplear la fórmula de JB JHONSON.

$$P_{cr} = AS_y \left[1 - \frac{S_y \left(\frac{KL}{r} \right)^2}{4\pi^2 E} \right]$$

$$P_{cr} = 47611,99lb$$

Con esta carga la columna comenzará apenas a pandearse. Una carga segura tendrá un valor menor, que se calcula al aplicar el factor de diseño a la carga crítica. Para aplicaciones típicas de diseño, se emplea un factor $N=3$ ⁹

$$P_a = \frac{P_{cr}}{N}$$

$$P_a = 12849,9lb$$

⁸ ROBERT L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, Prentice Hall. p. 232 – 234.

⁹ ROBERT L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, Prentice Hall

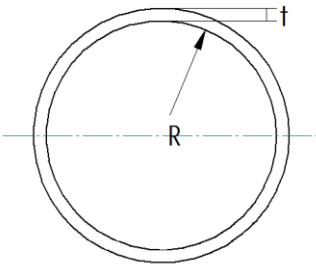
4.3 CÁLCULO DEL RECIPIENTE A PRESIÓN

Para el diseño del recipiente a presión, se tuvieron los siguientes parámetros:

Se diseña bajo una presión interna de 3000 psi, ya que es la máxima presión a las que se someterán las válvulas industriales, el diámetro seleccionado fue de 12 pulgadas ya que de acuerdo a la distribución de planta es el más apropiado, el material más usado para la elaboración de vasijas a presión es de acero A 106, se asume que la calidad de la soldadura es muy buena y por consiguiente la eficiencia de la junta es igual a 1.

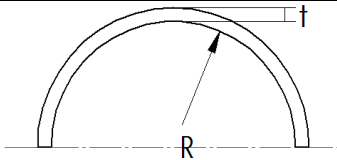
Basándose en las ecuaciones del código ASME sección VIII, división 1 para diseño de vasijas a presión se obtienen los siguientes resultados

Tabla 8. Espesor mínimo pared del cilindro

Cálculo del espesor mínimo para el cilindro	
	$t = \frac{PR}{SE - 0,6P}$
$P = 3000\text{psi}$ $R = 6\text{pulg adas}$ $S = 16000\text{psi}$	$t = 1,267\text{pulg adas}$

Fuente. Autor

Tabla 9. Espesor mínimo tapas del cilindro

Cálculo del espesor mínimo para tapa esférica y hemisférica	
	$t = \frac{PR}{2SE - 0,2P}$
$P = 3000\text{psi}$ $R = 6\text{pulg adas}$ $S = 16000\text{psi}$	$t = 0,573\text{pulg adas}$

Fuente. Autor

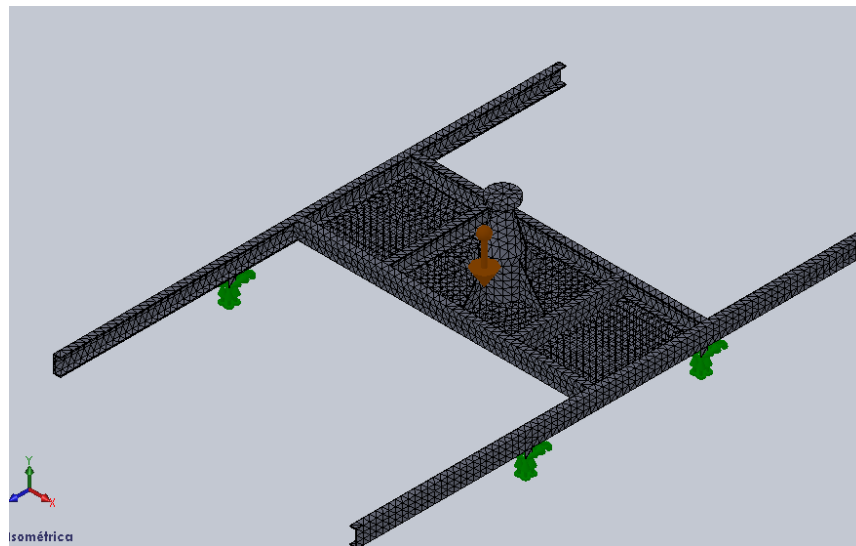
4.4 ANÁLISIS VIRTUAL DEL CHASIS DEL BANCO DE PRUEBAS

Para analizar el comportamiento de la estructura del chasis, se utilizó el método de simulación de elementos finitos. Con los resultados obtenidos se podrá comprobar la resistencia de las piezas analizadas inicialmente con los diferentes modelos matemáticos desarrollados.

4.4.1 Análisis estructura del chasis

Para la pieza mencionada se inició por realizar el enmallado adecuado, el cual permite analizar los diferentes puntos de un elemento; estos puntos se conocen como nodos y es ahí en donde el software efectúa los cálculos necesarios para conocer el comportamiento de la pieza. Se selecciona un enmallado con una calidad alta para hacer más exacto el análisis planteado, e identificado los nodos, el software procede a hacer el modelo matemático.

Figura 9. Enmallado del chasis

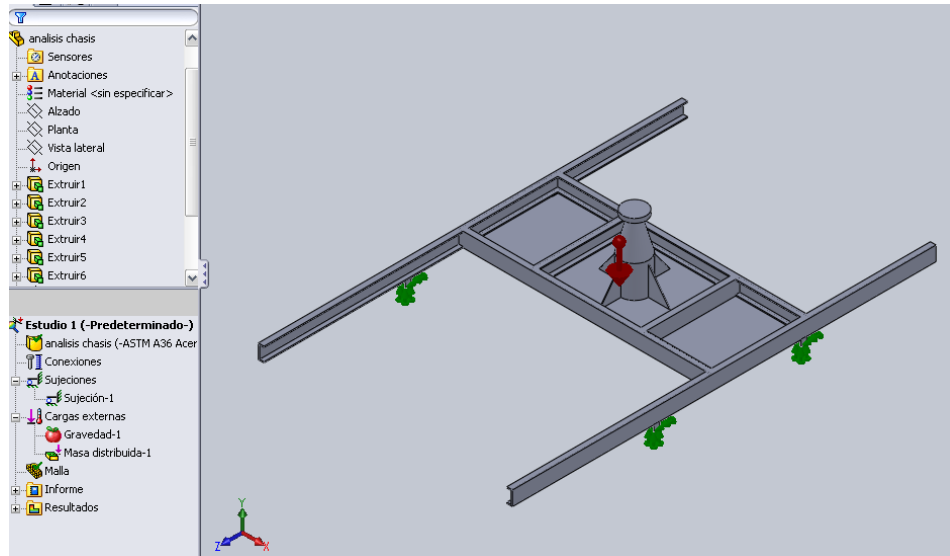


Mallador utilizado:	Malla estándar
Calidad:	Alta
Número de elementos:	14958
Número de nodos:	30815

Fuente. Autor

Luego de realizar el enmallado se procede a iniciar el ambiente de las cargas a las cuales estará sometida la estructura. (figura. 10)

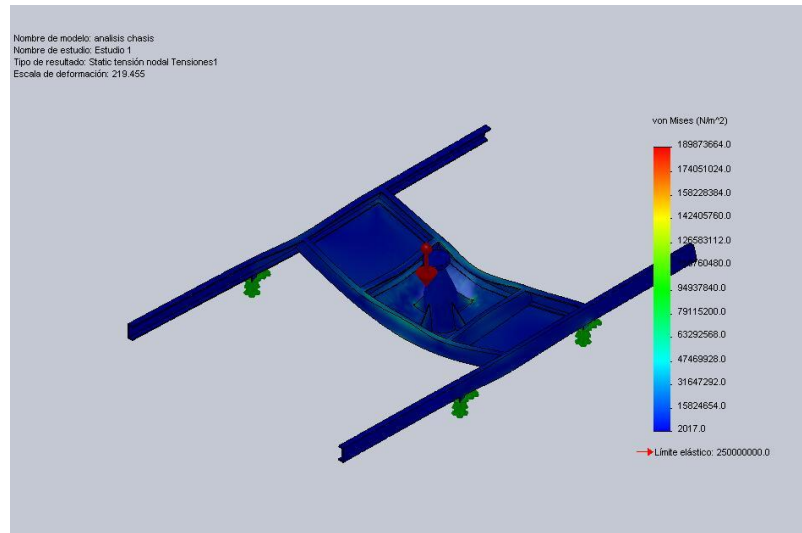
Figura 10. Cargas aplicadas a la estructura



Fuente. Autor

Luego de haber ejecutado el enmallado, se procede a seleccionar el ambiente de cargas más adecuado para esta aplicación. Se selecciona el material utilizado, que para esta aplicación es un acero A36; se aplica una carga distribuida en la cara de la brida soportando un peso aproximado de 1500 Kg, se definen los soportes de la estructura como fijos, para el análisis de resistencia de materiales se elige análisis según el criterio de Von-Mises, teniendo en cuenta que es el criterio más conservador y aproximado a situaciones reales. Para la estructura del chasis es ineludible saber el factor de seguridad cuando actúa bajo carga. (figura 11)

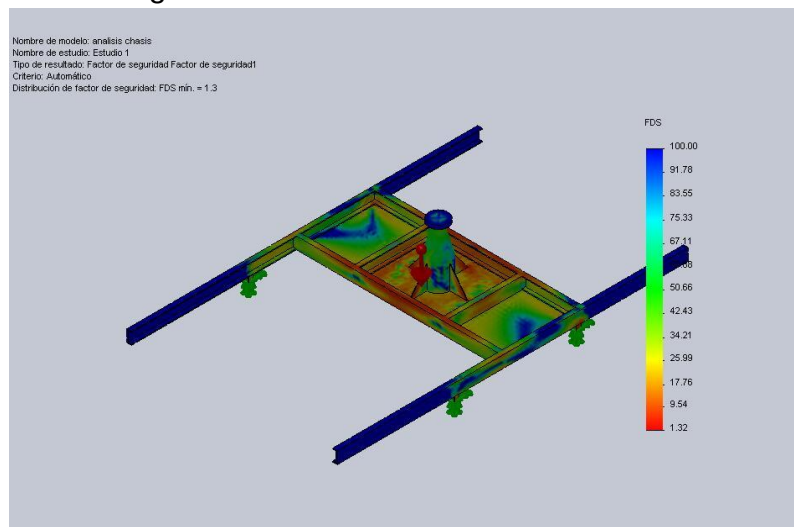
Figura 11. Distribución de esfuerzos en el chasis



Fuente. Autor

4.4.2 Factor de seguridad

Figura 12. Factor de seguridad chasis



Fuente. Autor

En la figura 12 se observa que el factor de seguridad para la pieza es mayor que 1. Con este análisis se corroboran los cálculos realizados basados en ecuaciones de diseño y se comprueba nuevamente que la pieza resiste.

5. DESCRIPCION DEL EQUIPO

Se diseñó un banco de pruebas para válvulas industriales de tipo compuerta, bola, de tapón, entre 2 y 12 pulgadas de diámetro, para elaboración de pruebas hidrostáticas en campo, con una plataforma de trabajo de 3 mts de largo por 1,8 mts de ancho y un área total de 5,4 mts², con una estructura canal C de C4 X 5,4 brindándole estabilidad al equipo.

El banco de pruebas está equipado (figura 13) con una caja para depositar las herramientas y un porta bridas con capacidad para almacenar 4 bridas, cuenta con dos apoyos de 3 pulgadas de diámetro para soportar el equipo cuando no esté enganchado a la camioneta. Tiene además un tanque almacenador de agua con capacidad para 4 galones para poder realizar las pruebas a las válvulas industriales, cuenta con una estructura cónica donde se realizarán las pruebas.

Figura 13. Banco de pruebas para válvulas industriales



Fuente. Autor

Se diseña con dos ejes, para proporcionar mayor estabilidad, reducir el fenómeno de cabeceo y aumenta su capacidad de carga; el tipo de suspensión seleccionado es de tipo ballesta, con capacidad de 1 (una) tonelada, ubicadas en la parte

superior de los ejes para ganar altura, para cuando se cargue el banco no rocen las llantas con la plataforma.(figura 14).

Figura 14. Suspensión y ejes



Fuente. Autor

Cuenta con una bomba manual (figura 15) para poder elevar la presión a las válvulas a probar, la tubería y accesorios con los que cuenta el circuito hidráulico son las siguientes (figura 16a y 16b):

- 2 válvulas de aguja de $\frac{1}{2}$ " x 6000 psi
- 3 codos de $\frac{1}{2}$ " x 3000 psi de acero al carbón
- 2 Te de $\frac{1}{2}$ " x 3000 psi
- 4 nipples de $\frac{1}{2}$ " x 2" x 3000 psi
- 3 reducciones de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{1}{4}$ " macho / hembra
- 3 nipples de $\frac{1}{4}$ " x 150 psi
- 1 nipple $\frac{1}{2}$ " x 6,5" x 3000 psi
- 1 manguera de $\frac{3}{8}$ " con reducción a $\frac{1}{4}$ " de longitud de 2,3 metros
- 3 acoples rápidos de $\frac{1}{4}$ " x 3000 psi

Figura 15. Bomba manual



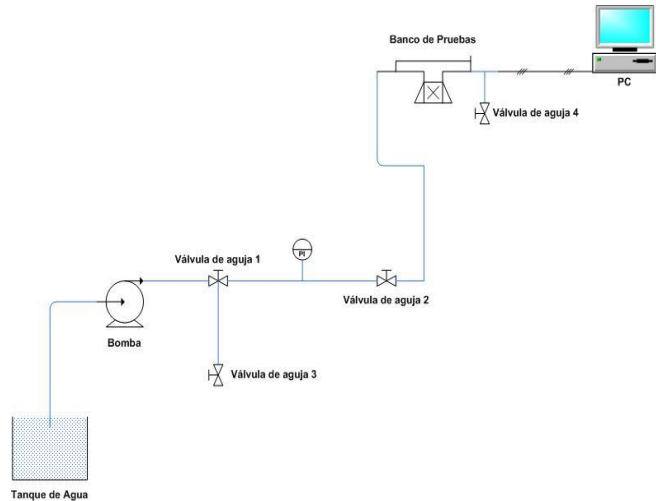
Fuente. Autor

Figura 16a. Circuito hidráulico



Fuente. Autor

Figura 16b. Diagrama del circuito hidráulico



Fuente. Autor

El piso es de lámina alfajor de 3mm de espesor que proporciona un mejor agarre a los operarios reduciendo así el riesgo de caídas. Se elaboraron unas perforaciones con el fin de evacuar mejor el agua en el momento de hacer las pruebas, disminuyendo la formación de pozos de agua.(figura 17)

Figura 17. Piso lámina alfajor



Fuente. Autor

6. PRUEBAS REALIZADAS

Las pruebas al banco de pruebas se realizaron en la empresa REYMOM LTDA de la ciudad de Barrancabermeja. Se realizaron ensayos para corroborar como se comportaba haciendo una prueba real en el taller.

Los parámetros a probar son:

- Capacidad de carga y prueba a la suspensión (estático)
- Verificación de la distribución de planta del equipo
- Drenaje del banco de pruebas al momento de realizar la prueba
- Prueba típica a una válvula industrial

6.1 CAPACIDAD DE CARGA Y PRUEBA A LA SUSPENSIÓN

Esta prueba consistió en simular una situación en la cual el banco de pruebas está sometido a un peso aproximado de 850 Kilogramos (figura 18) que equivalen al peso de una válvula de 12" X 300 ya que investigando los archivos de la empresa, las pruebas más realizadas o de mayor demanda equivalen a la prueba realizada; luego se somete a una prueba más exhaustiva aplicándole una carga aproximada de 2000 Kg teniendo en cuenta que este caso no es muy frecuente; en los soportes y la suspensión no se observaron deformaciones a simple vista; al observar cuanto se bajaba la suspensión, se estima que fue cercano a 5 mm.

Figura 18. Prueba a la suspensión y estructura



Fuente. Autor

6.2 VERIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL EQUIPO

Consiste en hacer una prueba previa ya con todos los accesorios y herramientas como si fuera una prueba real de las que realizara el banco de pruebas (figura 19). Se equipa de bridas, la caja de herramientas se llena, y se instala una válvula de 6"x300 y se deja por un lapso de 10 min, los operarios laboran en el área, se les consultó y no hubo objeciones ni comentarios de inconformidad con la distribución de planta.

Figura 19. Verificación de la distribución de planta del equipo



Fuente. Autor

6.3 DRENAJE DEL BANCO DE PRUEBAS AL MOMENTO DE REALIZAR LA PRUEBA

Para evitar caídas e incidentes de trabajo, el banco de prueba debe tener la capacidad de drenar el agua que se pierde a la hora de realizar la prueba a las válvulas (figura 20). La prueba que se realizó consiste en llenar de agua la válvula hasta que se rebose para poder medir la cantidad de agua que puede drenar el banco, y de esta manera determinar si cumple con las condiciones del cliente.

El banco cuenta con un colector de agua drenada que permite evacuar el fluido y que este no caiga encima de los ejes y soportes ni tampoco se empoce en el piso cercano a las llantas, la cual dificultará la tracción en las mismas (en zonas no pavimentadas)

Figura 20. Prueba de drenaje del banco de pruebas



Fuente. Autor

6.4 PRUEBA TÍPICA A UNA VÁLVULA INDUSTRIAL

Una prueba hidrostática es una prueba no destructiva mediante el cual se verifica la integridad de una válvula, el agua es bombeada a una presión más alta que la presión de operación y se mantiene a esa presión por un tiempo establecido previamente el cual varía según el diámetro de la válvula.

El proceso de inspección, reparación y prueba a válvulas industriales inicia desde el momento de la recepción de la válvula, diligenciando el cliente un formato (ANEXO G) con las características de la válvula, tipo de prueba a realizar, nombre de la empresa, presión de trabajo, marca de la válvula, etc.

Luego la válvula es marcada con un código interno que tiene la empresa para cada una de las válvulas, posteriormente la válvula es desarmada completamente

y cada una de las piezas de la válvula son lavadas para así poder hacer un diagnóstico de sus partes

Enseguida según el diagnóstico dado, las partes son mandadas a rectificar o maquinar según sea el caso.

Después de haber reparado cada una de las piezas defectuosas de la válvula, se procede al armado de la misma (figura 21), inmediatamente la válvula es llevada al banco de pruebas para hacer el montaje previo para la elaboración de la prueba hidrostática.

Figura 21. Armado de una válvula industrial



Fuente. Autor

Una vez estando la válvula en el banco de pruebas, se procede a llenar de agua la válvula con una manguera hasta que se llene por completo, posteriormente se seba la válvula para eliminar completamente el aire que puede estar atrapado dentro de ella. Ya habiendo hecho estos pasos, se está listo para empezar la prueba de hermeticidad a la válvula. A las válvulas de compuerta, de bola y de tapón se les hace dos pruebas de hermeticidad a cada una de sus caras, para de esta forma determinar si no existen fugas y todas sus partes están en buenas condiciones (figura 22).

Figura 22. Prueba de hermeticidad a una de las caras de la válvula



Fuente. Autor

Después de haber finalizado las dos pruebas de hermeticidad a cada una de las caras de la válvula se diligencia el certificado de la prueba (ANEXO H) para cuando el cliente lo exija entregarlo y a su vez llevar un control interno en la empresa; el test consiste en una prueba de hermeticidad al cuerpo de la válvula, este tipo de prueba consiste en dejar abierta la válvula $\frac{3}{4}$ y llena lentamente de agua, luego se inicia el cebado de la válvula para sacar completamente el aire que se encuentra atrapado dentro de ella.

Posteriormente en la parte superior de la válvula se le pone un ciego para que la otra cara este tapada (figura 23), inmediatamente se procede a elevar la presión dependiendo del modelo de la válvula, y se deja por un tiempo determinado y se observa si existen o no fugas, si no se observan fugas la válvula pasa la prueba, si no se diagnostica de nuevo y se repara las posibles fallas de la válvula, y se inicia de nuevo el proceso de prueba.

Figura 23. Prueba de hermeticidad al cuerpo de la válvula



Fuente. Autor

Finalmente cuando la válvula pasa las pruebas, se procede al embalaje y posteriormente al montaje en campo.

7. CONCLUSIONES

- En el proceso de diseño y selección de equipos, opto por componentes de costo bajo y de fácil consecución, pero que no desmejoraran la funcionabilidad y la calidad final del banco de pruebas, en cumplimiento de las necesidades de costo y prestación de servicios de la empresa.
- Como resultado de la elaboración de este proyecto de grado se obtuvo un nuevo equipo para la empresa REYMOM LTDA de la ciudad de Barrancabermeja, permitiéndole ampliar sus servicios a distintas partes del país como lo son puerto berrio, Cartagena, Medellín, y la guajira entre otros, y satisfacer las necesidades de sus clientes.
- Es importante reconocer que algunas empresas no disponen de departamento de diseño y por tanto cualquier desarrollo técnico se ve influenciado por los deseos o requerimientos de los aportantes o financiadores del proyecto, algunas de estas decisiones pueden ir en contravía con la metodología de diseño adoptada. En este caso particular se presentó con el diseño y prueba del cilindro a presión, en donde se trató de imponer en últimas los criterios empíricos sobre los teóricos teniendo que llegar a un consenso.
- Como consecuencia de la reducción en el presupuesto inicial del proyecto, se decide cambiar el dispositivo de visualización de la prueba por un formato donde se registre la información manualmente, dejando evidencia de los resultados de las pruebas. Quedando pendiente la implementación de un dispositivo electrónico conforme el presupuesto de la empresa este en capacidad de adquirirlo.

8. RECOMENDACIONES

- La manipulación de las válvulas de aguja de ½ “ X 6000 psi debe hacerse en la manera más cuidadosa posible, ya que estos son accesorios bastante delicados y si son sometidos a algún tipo de golpe o se excede en apretar mucho el volante en el momento de cerrar la válvula puede ocasionar daños a la misma. Se recomienda no sobre pasar o exceder la fuerza a la hora de cerrarla.
- Implementar dentro del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa un plan de mantenimiento, en donde se realicen pruebas para determinar si cada una de sus partes se encuentra trabajando adecuadamente y no presenten deterioro y afecte el desempeño del equipo.
- En el proceso de pruebas se determinó que es aconsejable implementar unas barandas laterales para minimizar los riesgos de caídas y de esta forma cuidando la integridad física del trabajador.

BIBLIOGRAFÍA

R.C. Hibbeler. Mecánica de materiales. Prentice Hall, Tercera edición.

ROBERT L. Mott. Diseño de elementos de máquinas. Prentice Hall, Cuarta edición.

BEER. P. Fernando. Mecánica de materiales, Segunda edición.

ANTONIO Miravete, PhD. Los transportes en la ingeniería industrial.

Valve Inspection and Testing, API STANDARD 598, SEVENTH EDITION, OCTOBER 1996.

Código ASME sección VIII, División 1, vasijas a presión. Downloaded from digital engineering library Mc Graw Hill (www.digitalengineeringlibrary.com).

ICONTEC. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas.

ECOPETROLS.A. Inspección, prueba y calibración de instrumentos de relevo de presión.

WALLORT Aloyco Company. New York 10017, Condensed catalog 68.

W-K-M Valves for processing. Catalog CP-68.

W-K-M ACF Plug valve sealants.



REY MOM

REPARACIÓN, MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN
A VALVULAS INDUSTRIALES

*Con Experiencia y Tecnología
aseguramos la Calidad*



Barrancabermeja, 5 de Septiembre de 2009

La empresa REY MOM LTDA de la ciudad de Barrancabermeja, identificada con el Nit No. 800.060.572-1 y representada por MARIA INES MORENO RINCON certifica que el estudiante de Ingeniería Mecánica Álvaro Vega Uribe identificado con cedula de ciudadanía N° 91.539.103 expedida en Bucaramanga y con ID: 000073884 consultó la biblioteca de la empresa para el desarrollando el proyecto de grado *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES*

Los libros consultados son:

- API STANDARD 598, Valve inspection and testing , Seventh edition, October 1996.
- Inspección, prueba y calibración de instrumentos de relevo de presión, ECOPETRO S.A
- WALLORT Aloyco Company, New York 10017, condensed catalog 68
- W-K-M Valves for processing Catalog CP-68
- W-K-M ACF Plug valves sealants

Cordialmente:

MARIA INES MORENO RINCON
Gerente
REY MOM LTDA

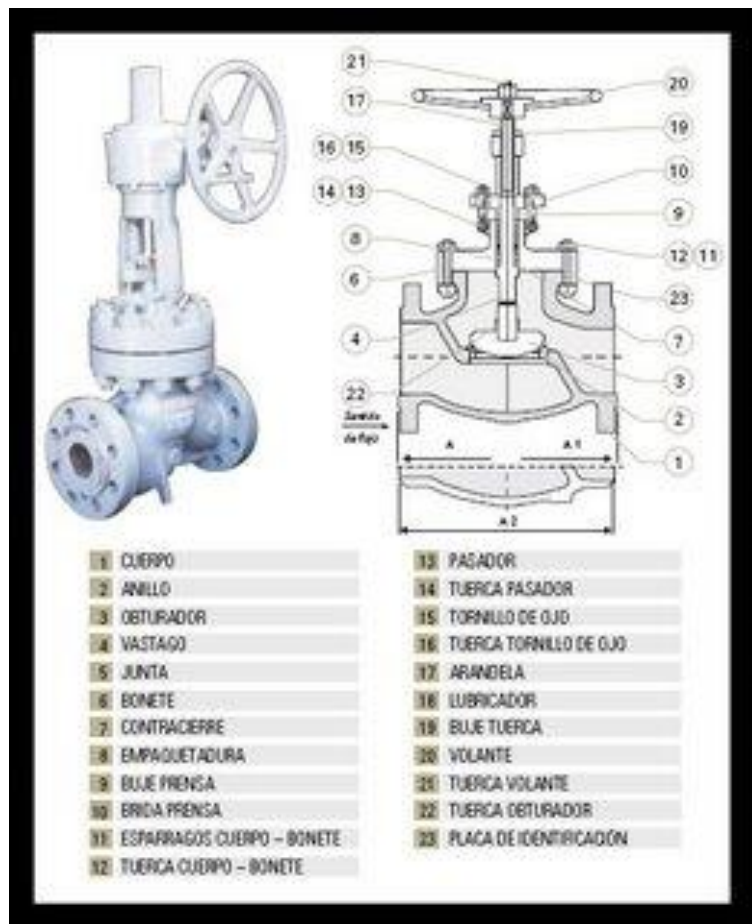
Calle 71 No 24 - 01 La Libertad - Tels. 622 51 25 - 602 46 44
Cels. 315 832 09 09 - 315 857 80 92 reymomltcda@hotmail.com
reymomltcda19@yahoo.com BARRANCABERMEJA - SANTANDER

ANEXOS

ANEXO A. VÁLVULAS INDUSTRIALES

Válvula de Globo:

La válvula de globo es una válvula de múltiples vueltas, la cual el cierre se logra por medio de un disco que sella o evita el paso del fluido sobre un asiento que suele ser paralelo al flujo en la tubería.



Características Generales

- Se opera con frecuencia
- Sirve para estrangulamiento o regulación del flujo
- Es aceptable en los casos en que exista alguna resistencia al flujo.

Aplicaciones:

Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos.

Ventajas	Desventajas
Control preciso del flujo	Alta caída de presión
Estrangulamiento eficiente	Costo elevado

Materiales:

Cuerpo: Bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, monel, acero fundido, acero inoxidable.

NOTA: En la industria existen válvulas a partir de 2 pulgadas hasta 16 pulgadas de diámetro.

Válvula de Mariposa

Estas válvulas son de baja presión y diseño sencillo, solíéndose usar para controlar el flujo y regularlo.

Se caracterizan por ser de operación rápida, ya que solo necesita un cuarto de vuelta para pasar de la posición de cerrado a la posición de abierto, teniendo además una pequeña caída de presión dado a que no alteran la dirección del fluido.



Características:

- Poca caída de presión
- Apertura o cierre total

Aplicaciones:

Se emplean para servicios de regulación e interrupción.

Se aplican especialmente para regulación de flujos de agua y aire a poca presión, en tuberías de gran diámetro

Ventajas	Desventajas
Mantenimiento mínimo	Propensa a cavitación
Pocas fugas	Alto par torsor al accionarla
No tiene cavidades	Poca caída de presión
Pocas piezas móviles	
Compacta, peso ligero, bajo costo	

Materiales:

Cuerpo: Hierro, hierro dúctil, aceros al carbono, acero forjado, aceros inoxidable, bronce, monel.

Disco: Todos los materiales, revestimiento de elastómero, como TFE, Kynar, Buna – N, neopreno, Hypalon.

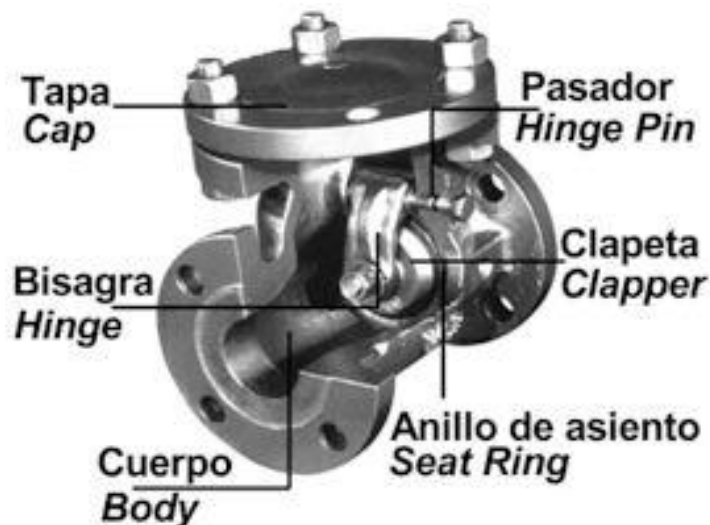
Asiento: Buna – N, neopreno, caucho, butilo, poliuretano, Hypalon, Hycar, TFE.

NOTA: En la industria existen válvulas a partir de 2 pulgadas hasta 24 pulgadas de diámetro.

Válvulas de retención

Este tipo de válvulas tienen un uso específico, en lugar de ser servicio general. Este tipo de válvulas se acciona de manera automática.

La válvula de retención está diseñada para impedir que el flujo se invierta. Cuando el flujo se mueve en la misma dirección de operación de la válvula, la válvula se abre, mientras que al invertirse se cierra.



Características:

- Poca resistencia al fluido
- Se emplea en líneas de tubería que manejan válvulas de compuerta
- Tuberías verticales que tienen flujo ascendente

Aplicaciones:

Para servicio con líquido a baja velocidad.

Ventajas	Desventajas
La turbulencia y las presiones dentro de la válvula son bajas	

Materiales:

Cuerpo: bronce, hierro fundido, acero forjado, monel, acero fundido, acero inoxidable, acero al carbono.

NOTA: En la industria existen válvulas a partir de 2 pulgadas hasta 24 pulgadas de diámetro.

ANEXO B. PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES DE INGENIERÍA (UNIDADES INGLESAS)

Material	Peso específico lb/in. ³	Resistencia última			Fluencia ³		Módulo de elasticidad, 10 ⁶ psi	Módulo de rigidez, 10 ⁶ psi	Coeficiente de expansión, 10 ⁻⁶ /°F	Ductilidad, porcentaje de elongación en 2 in.
		Tensión, ksi	Compresión, ² ksi	Cor-tante, ksi	Tensión, ksi	Cor-tante, ksi				
Acero										
Estructural (ASTM-A36)	0.284	58			36	21	29	11.2	6.5	21
Alta resistencia-baja aleación										
ASTM-A709 Grado 50	0.284	65			50		29	11.2	6.5	21
ASTM-A913 Grado 65	0.284	80			65		29	11.2	6.5	17
ASTM-A992 Grado 50	0.284	65			50		29	11.2	6.5	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 100	0.284	110			100		29	11.2	6.5	18
Inoxidable AISI 302										
Laminado en frío	0.286	125			75		28	10.8	9.6	12
Recocido	0.286	95			38	22	28	10.8	9.6	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	0.283	70			40		29	11	6.5	
Alta resistencia	0.283	90			60		29	11	6.5	
Fundición:										
Fundición gris										
4.5% C, ASTM A-48	0.260	25	95	35			10	4.1	6.7	0.5
Hierro fundido										
2% C, 1% Si, ASTM A-47	0.264	50	90	48	33		24	9.3	6.7	10
Aluminio										
Aleación 1100-H14										
(99% Al)	0.098	16		10	14	8	10.1	3.7	13.1	9
Aleación 2014-T6	0.101	66		40	58	33	10.9	3.9	12.8	13
Aleación 2024-T4	0.101	68		41	47		10.6		12.9	19
Aleación 5456-H116	0.095	46		27	33	19	10.4		13.3	16
Aleación 6061-T6	0.098	38		24	35	20	10.1	3.7	13.1	17
Aleación 7075-T6	0.101	83		48	73		10.4	4	13.1	11
Cobre										
Libre de oxígeno (99.9% Cu)										
Recocido	0.322	32		22	10		17	6.4	9.4	45
Endurecido	0.322	57		29	53		17	6.4	9.4	4
Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)										
Laminado en frío	0.306	74		43	60	36	15	5.6	11.6	8
Recocido	0.306	46		32	15	9	15	5.6	11.6	65
Latón rojo (85% Cu, 15% Zn)										
Laminado en frío	0.316	85		46	63		17	6.4	10.4	3
Recocido	0.316	39		31	10		17	6.4	10.4	48
Estaño bronce (88 Cu, 8 Sn, 4 Zn)	0.318	45			21		14		10	30
Manganeso bronce (63 Cu, 25 Zn, 6 Al, 3 Mn, 3 Fe)	0.302	95			48		15		12	20
Aluminio bronce (81 Cu, 4 Ni, 4 Fe, 11 Al)	0.301	90	130		40		16	6.1	9	6

ANEXO C. RESOLUCIÓN 004100 DE 2004 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE

Según la resolución 004100 de 2004 por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial nacional.

Los vehículos de carga se dimensionan de acuerdo a la configuración de sus ejes, de la siguiente manera:

- A. Con el primer dígito se designa el número de ejes del camión o tracto camión (cabezote).
- B. La letra **S** significa semirremolque, y el número inmediato el número de ejes.
- C. La letra **R** significa remolque y el número inmediato el número de ejes.
- D. La letra **B** significa remolque balanceado y el dígito inmediato el número de ejes.

Según el artículo 5º de la resolución 004100 de 2004 los vehículos de carga se clasifican de acuerdo al sistema de propulsión:

- 1. Vehículos automotores
 - a. Vehículo rígido: camioneta, camión
 - b. Tracto camión
- 2. Vehículos no automotores
 - a. Semirremolque
 - b. Remolque
 - c. Remolque balanceado

Carrocerías. Las carrocerías de los vehículos rígidos y de los vehículos no automotores pueden ser de diferentes tipos tales como: Furgón, tanque, volquete, platón, hormigonero, portacontenedor, estibas, tolva, camabaja, plataforma escualizable, niñera, plataforma o planchón, dentro de este tipo de carrocerías están estacas metálicas, estacas de madera, estibas, modular, planchan con grúa autocargable, estructura para transporte de vidrio, cañero, reparto, con equipo especial, entre otros.

Los vehículos de transporte de carga que circulen por el territorio nacional, deben cumplir con las dimensiones establecidas en la siguiente tabla:

DESIGNACION	DIMENSIONES		
	ANCHO MAXIMO, M	ALTURA MAXIMA, M	LONGITUD MÁXIMA, M
2	2.60	4.40	10.80
3	2.60	4.40	12.20
4	2.60	4.40	12.20
2S1	2.60	4.40	18.50
2S2	2.60	4.40	18.50
2S3	2.60	4.40	18.50
3S1	2.60	4.40	18.50
3S2	2.60	4.40	18.50
3S3	2.60	4.40	18.50
2R2	2.60	4.40	18.50
3R2	2.60	4.40	18.50
4R2	2.60	4.40	18.50
2R3	2.60	4.40	18.50
3R3	2.60	4.40	18.50
4R3	2.60	4.40	18.50
4R4	2.60	4.40	18.50
2B1	2.60	4.40	18.50
2B3	2.60	4.40	18.50
3B1	2.60	4.40	18.50
3B2	2.60	4.40	18.50
3B3	2.60	4.40	18.50
4B1	2.60	4.40	18.50
4B2	2.60	4.40	18.50
4B3	2.60	4.40	18.50
Remolque (R) y remolque balanceado (B)	2.60	4.40	10.00
Semirremolque (S)	2.60	4.40	13.00

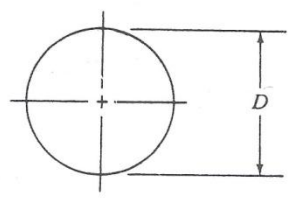
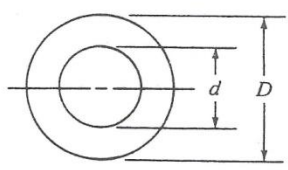
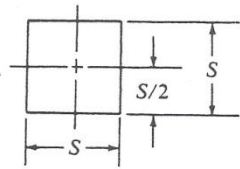
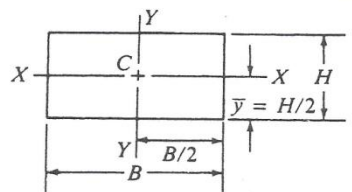
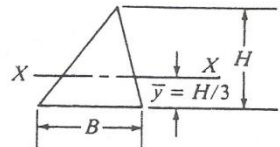
El máximo peso por eje para los vehículos de transporte de carga a nivel nacional debe ser el establecido en la siguiente tabla:

TIPO DE EJE	PESO MAXIMO POR EJE, kg
<i>Eje sencillo</i>	
Dos llantas	6.000
Cuatro llantas	11.000
<i>Eje tandem</i>	
Cuatro llantas 1	1.000
Seis llantas	17.000
Ocho llantas	22.000
<i>Eje tridem</i>	
Seis llantas	16.500
Ocho llantas	19.000
Diez llantas	21.500
Doce llantas	24.000

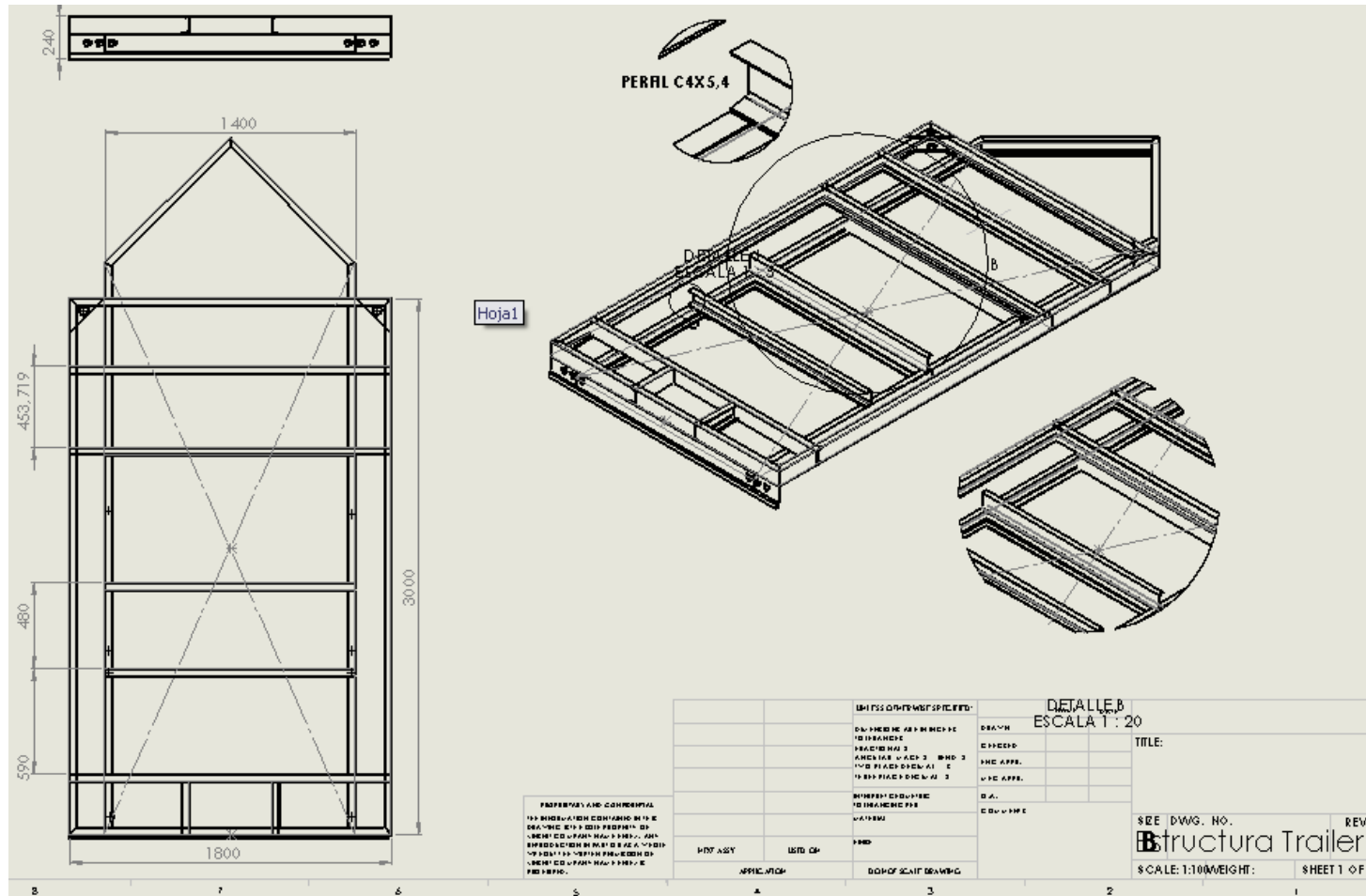
ANEXO D. PROPIEDADES DE SECCIONES EN CANAL (PERFIL C)

Designación†	Área A, in. ²	Altura d, in.	Aleta		Espe- sor del alma t _w , in.	Eje X-X			Eje Y-Y			
			Ancho b _f , in.	Espe- sor t _f , in.		I _x , in. ⁴	S _x , in. ³	r _x , in.	I _y , in. ⁴	S _y , in. ³	r _y , in.	x, in.
C15 × 50	14.7	15.00	3.716	0.650	0.716	404	53.8	5.24	11.0	3.78	0.867	0.798
40	11.8	15.00	3.520	0.650	0.520	349	46.5	5.44	9.23	3.37	0.886	0.777
33.9	9.96	15.00	3.400	0.650	0.400	315	42.0	5.62	8.13	3.11	0.904	0.787
C12 × 30	8.82	12.00	3.170	0.501	0.510	162	27.0	4.29	5.14	2.06	0.763	0.674
25	7.35	12.00	3.047	0.501	0.387	144	24.1	4.43	4.47	1.88	0.780	0.674
20.7	6.09	12.00	2.942	0.501	0.282	129	21.5	4.61	3.88	1.73	0.799	0.698
C10 × 30	8.82	10.00	3.033	0.436	0.673	103	20.7	3.42	3.94	1.65	0.669	0.649
25	7.35	10.00	2.886	0.436	0.526	91.2	18.2	3.52	3.36	1.48	0.676	0.617
20	5.88	10.00	2.739	0.436	0.379	78.9	15.8	3.66	2.81	1.32	0.692	0.606
15.3	4.49	10.00	2.600	0.436	0.240	67.4	13.5	3.87	2.28	1.16	0.713	0.634
C9 × 20	5.88	9.00	2.648	0.413	0.448	60.9	13.5	3.22	2.42	1.17	0.642	0.583
15	4.41	9.00	2.485	0.413	0.285	51.0	11.3	3.40	1.93	1.01	0.661	0.586
13.4	3.94	9.00	2.433	0.413	0.233	47.9	10.6	3.48	1.76	0.962	0.669	0.601
C8 × 18.75	5.51	8.00	2.527	0.390	0.487	44.0	11.0	2.82	1.98	1.01	0.599	0.565
13.75	4.04	8.00	2.343	0.390	0.303	36.1	9.03	2.99	1.53	0.854	0.615	0.553
11.5	3.38	8.00	2.260	0.390	0.220	32.6	8.14	3.11	1.32	0.781	0.625	0.571
C7 × 12.25	3.60	7.00	2.194	0.366	0.314	24.2	6.93	2.60	1.17	0.703	0.571	0.525
9.8	2.87	7.00	2.090	0.366	0.210	21.3	6.08	2.72	0.968	0.625	0.581	0.540
C6 × 13	3.83	6.00	2.157	0.343	0.437	17.4	5.80	2.13	1.05	0.642	0.525	0.514
10.5	3.09	6.00	2.034	0.343	0.314	15.2	5.06	2.22	0.866	0.564	0.529	0.499
8.2	2.40	6.00	1.920	0.343	0.200	13.1	4.38	2.34	0.693	0.492	0.537	0.511
C5 × 9	2.64	5.00	1.885	0.320	0.325	8.90	3.56	1.83	0.632	0.450	0.489	0.478
6.7	1.97	5.00	1.750	0.320	0.190	7.49	3.00	1.95	0.479	0.378	0.493	0.484
C4 × 7.25	2.13	4.00	1.721	0.296	0.321	4.59	2.29	1.47	0.433	0.343	0.450	0.459
5.4	1.59	4.00	1.584	0.296	0.184	3.85	1.93	1.56	0.319	0.283	0.449	0.457
C3 × 6	1.76	3.00	1.596	0.273	0.356	2.07	1.38	1.08	0.305	0.268	0.416	0.455
5	1.47	3.00	1.498	0.273	0.258	1.85	1.24	1.12	0.247	0.233	0.410	0.438
4.1	1.21	3.00	1.410	0.273	0.170	1.66	1.10	1.17	0.197	0.202	0.404	0.436

ANEXO E. PROPIEDADES DE LAS ÁREAS

a) Círculo		$A = \pi D^2/4 \quad r = D/4$ $I = \pi D^4/64 \quad J = \pi D^4/32$ $S = \pi D^3/32 \quad Z_p = \pi D^3/16$
b) Círculo hueco (tubo)		$A = \pi(D^2 - d^2)/4 \quad r = \sqrt{D^2 + d^2}/4$ $I = \pi(D^4 - d^4)/64 \quad J = \pi(D^4 - d^4)/32$ $S = \pi(D^4 - d^4)/32D \quad Z_p = \pi(D^4 - d^4)/16D$
c) Cuadrado		$A = S^2 \quad r = S/\sqrt{12}$ $I = S^4/12$ $S = S^3/6$
d) Rectángulo		$A = BH \quad r_x = H/\sqrt{12}$ $I_x = BH^3/12 \quad r_y = B/\sqrt{12}$ $S_x = BH^2/6$
e) Triángulo		$A = BH/2 \quad r = H/\sqrt{18}$ $I = BH^3/36$ $S = BH^2/24$

ANEXO F. PLANO ESTURCTURA BANCO DE PRUEBAS



ANEXO G. FORMATO DE RECEPCION DE VÁLVULAS

	REPARACIÓN Y MONTAJES MORENO REGISTRO RECEPCION DE VÁLVULAS		Aprobó:
			Fecha:
			Código:
			Página 1 de 1
Nombre del proveedor: _____ Teléfono: _____ Dirección: _____ celular/avantel: _____ Contrato #: _____ Fecha: _____			
Prueba hidrostática: _____ Reparación: _____ Prueba de hermeticidad: _____ Pintura: _____ Inspección: _____ calibración: _____			
Observaciones: 			

	REPARACION Y MONTAJES "MORENO" REGISTRO CERTIFICADO DE PRUEBA	APROBO: Comité de calidad
		FECHA: 03 Junio de 2009
		CODIGO: ET-R-04
		ACTUALIZACION: 4
		PAGINA: 1 de 1

1. DATOS GENERALES	
Nombre de Proveedor:	Fecha:
2. DATOS DE LA VALVULA	
SERIE:	Marca:
DESCRIPCION (Tipo de Válvula):	
CANTIDAD:	CODIGO DE LA VALVULA (ASIGNADO EN REY MOM):
3. DATOS DE LA PRUEBA DE HERMETICIDAD	
TIPO DE PRUEBA: NEUMATICA FICHA PRESIONES PARA PRUEBA DE HERMETICIDAD	
PRUEBA DEL CUERPO	PRUEBA DE LOS SELLOS
Presión de Prueba:	Presión de Prueba:
Tiempo de Prueba:	Tiempo de Prueba:
Resultado de la Prueba:	Resultado de la Prueba:
4. OBSERVACIONES	

ACEPTADO

REYMOM LTDA. CLIENTE
ANEXO I. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

	REPARACIÓN Y MONTAJES MORENO	APROBÓ:
	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FECHA:
		PÁGINA:

BANCO PARA PRUEBAS EN CAMPO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES



**CALLE 71 No 24 – 01, BARRANCABERMEJA (SANTANDER)
COLOMBIA
TELS: 622 51 25 – 602 46 44**

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	75
2. MANTENIMIENTO PERIÓDICO	76
2.1MANTENIMIENTO DIARIO	76
2.2MENSUAL	77
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA BANCO DE PRUEBAS	79

1. INTRODUCCIÓN

Este manual de mantenimiento preventivo proporciona las instrucciones básicas de mantenimiento del banco para pruebas en campo de válvulas industriales fabricado por la empresa TRAILER'S DE SANTANDER.

La información de este manual de mantenimiento será de guía práctica para la conservación óptima del equipo.

El mantenimiento preventivo es un programa planeado de mantenimiento del tráiler que ofrece una serie ordenada de procedimientos de servicio de inspección. Un programa de mantenimiento bien aplicado hace realidad la inversión hecha en el tráiler.

El buen mantenimiento es necesario para garantizar la expectativa de vida diseñada para el tráiler y sus componentes individuales.

2. MANRENIMIENTO PERIÓDICO

2.1 MANTENIMIENTO DIARIO

1. Inspeccionar el sistema de luces en el tráiler. Reparar o reemplazar cualquier luz que no esté trabajando antes de poner el servicio el tráiler.



2. Examinar las mangueras hidráulicas, conectores, válvulas de aguja y tuberías, para posibles desgastes, cuarteaduras y daños. Reemplazar cualquier manguera o tubería dañada.



3. Revisar la presión de aire de las 4 (cuatro llantas) por la mañana cuando estén frías. La presión de las llantas debe ser la especificada por el fabricante. En la mayoría de los tráiler de este tipo, varía entre 28 y 35 psi. Menos presión en las llantas causará mayor consumo de combustible y mayor desgaste de las llantas.

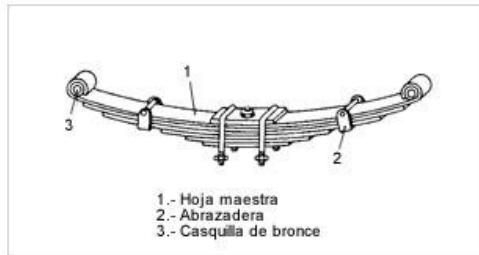


2.2MENSUAL

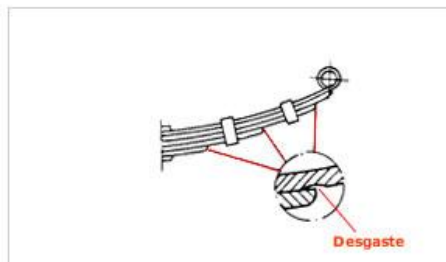
1. Hacer inspección visual de la soportería, verificando que no se presentes desajustes en las mismas; se recomienda ajustarla cada mes para evitar desalineación de los ejes.



2. Hacer una inspección visual cerciorándose de que las grapas aseguren todas las hojas



3. Verificar de que las hojas de ballesta no presenten fisuras, para evitar estas posibles fisuras se recomienda una limpieza y engrase periódico. No se recomienda pasar a altas velocidades por huecos y baches altos.



Se recomienda lavar periódicamente el chasis, ya que el sucio que recoge de la calle y se pega en los cauchos y produce ruido.

4. Revisar que las conexiones estén bien aseguradas, que los empaque internos de la bomba no se encuentren desgastado ni presente fugas la bomba; asegurarse de que el tanque del agua no se encuentre vacío cuando se vaya a bombear agua, de esta forma evitando posibles daños a la bomba.



Programa de Mantenimiento Preventivo para Banco de Pruebas

No	ACTIVIDAD	DIARIO	MENSUAL
1	Inspeccionar sistema de luces	X	
2	Examinar las mangueras hidráulicas, conectores, válvulas de aguja y tuberías	X	
3	Revisar la presión de aire de las 4 (cuatro llantas)	X	
4	Inspección visual de la soportería		X
5	Verificar de que las hojas de ballesta no presenten fisuras		X
6	Verificar que la bomba no presente fugas		X
7	Verificar que el tanque de agua no se encuentre vacío		x

ANEXO J. MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA BANCO DE PRUEBAS

	REPARACIÓN Y MONTAJES MORENO MANUAL DE PROCEDIMIENTO	APROBÓ:
		FECHA:
		PÁGINA:

**BANCO DE PRUEBAS PARA VÁLVULAS
INDUSTRIALES**

2" – 12"



Tabla de Contenido

1. INSTALACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

1.1 Conexión del sistema hidráulico / Fuente de agua

1.2 Condiciones de la zona del banco de pruebas

1.2.1 zona de pruebas

2. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

2.1 Antes de la prueba

2.2 Acople de bridas

2.3 Prueba a una válvula industrial

1. INSTALACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

1.1 Conexión del sistema hidráulico / Fuente de agua

El banco de pruebas está provisto de un conector roscado para la conexión del circuito hidráulico a alta presión.

1.2 Condiciones de la zona del banco de pruebas

El área del banco de pruebas debe estar limpia, libre de polvo y seca. Temperatura ambiente entre 5 – y 40°C.

1.2.1 Zona de pruebas

La zona de pruebas debe ser una zona de pruebas exclusiva. Durante las pruebas a alta presión, no se permite entrar a la zona a ningún personal no autorizado. Durante la prueba a alta presión, el operario debe usar siempre;



2. Procedimiento de pruebas

2.1 Antes de la prueba

El banco de pruebas se puede emplearse en cualquier lugar. Antes de realizar las pruebas debe conectarse a una fuente de alta presión. (para este caso a una bomba manual para 3000 psi)

2.2 Acople de bridas

El acople de las bridas a las válvulas permite sujetar las válvulas industriales contenidas en el rango de 2" a 12".



2.3 Prueba a una válvula industrial

Nota: Revisar la presión máxima requerida en el ensayo. Esta presión se puede saber conociendo el diámetro y la presión nominal de la válvula industrial. No realizar ningún ensayo si se observan que faltan componentes en la válvula o no están bien conexionados o se detecta algún defecto de forma visual.

1. Verificar que no haya presión en el circuito. Cerrar la válvula de descarga y abrir la válvula de entrada de agua de pruebas.
2. Instalar la válvula para realizar la prueba al asiento de la válvula.
3. Cerrar por completo la válvula.
4. Empezar a presurizar lentamente y verificar en todo momento la lectura del manómetro.
5. Cerrar la válvula de entrada para mantener la presión del sistema.
6. Verificar por medio de una inspección visual si la válvula no presenta fugas de agua.
7. Abrir la válvula de descarga para despresurizar el sistema.
8. Abrir lentamente la válvula a probar, voltearla y repetir el mismo procedimiento para la prueba del otro asiento de la válvula.