

IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO PARA EL ENSAMBLE DE
VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA

JUAN FERNANDO ÁLVAREZ ZEA

JUAN ESTEBAN MUÑOZ MONTOYA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2008

IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO PARA EL ENSAMBLE
DE VÁLVULA DE COMPUERTA ELÁSTICA

JUAN FERNANDO ÁLVAREZ ZEA

JUAN ESTEBAN MUÑOZ MONTOYA

Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Asesor:

Gabriel Jaime Páramo
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2008

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres, familiares, directivos y docentes de EAFIT, que fueron el baluarte principal en nuestra profesionalización como ingenieros mecánicos. Su apoyo y entusiasmo fraternal, nos condujeron siempre, hacia la meta propuesta.

A la universidad EAFIT, por la formación académica y personal, brindada a lo largo de toda nuestra educación superior.

Muchas gracias a la empresa AVA S.A por su disponibilidad, diligencia y acato para la ejecución de este proyecto.

En general; nuestro reconocimiento a todos aquellos que de uno u otro modo tuvieron que ver con nuestro trasegar universitario, contribuyendo a la obtención de este logro.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
PRESENTACIÓN	12
ANTECEDENTES	14
ALCANCE	15
1. OBJETIVOS	16
1.1 GENERAL	16
1.2 ESPECÍFICOS	16
2. ESTADO DEL ARTE	17
2.1. VÁLVULA	17
2.2. FUNCIONES	17
2.3. CLASIFICACIÓN	19
3. DESCRIPCIÓN DE LA VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA.	24
3.1. COMPONENTES DE LA VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA.	24
3.2. FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA.	28
3.3. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS.	28
3.4. PRUEBAS SOBRE LAS VÁLVULAS	29
3.5. NORMAS INTERNACIONALES.	29
4. ENSAMBLE DE LA VÁLVULA COMPUERTA ELASTICA	30
4.1. PROCESO DE ENSAMBLE.	30
4.2. ENSAMBLE:	32

4.3.	ESTUDIO DE TIEMPOS:	35
4.4.	ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DE ENSAMBLE.	37
4.5.	ANÁLISIS ECONÓMICO ENSAMBLE DE LA VÁLVULA	39
4.6.	PROMEDIO DE VÁLVULAS REPROCESADAS AL MES.	40
4.7.	COSTOS DEBIDO AL MAL ENSAMBLE DE LAS VÁLVULAS.	41
5.	DISEÑO METÓDICO	43
5.1.	RUTA DE OPERACIONES DE ENSAMBLE.	43
5.2.	FUNCIONES ELEMENTALES Y PRINCIPIOS DE SOLUCIÓN.	44
6.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.	45
6.1.	ACTUADORES	45
6.2.	ACTUADORES HIDRÁULICOS.	45
6.3.	ACTUADORES NEUMÁTICOS.	46
6.4.	SISTEMAS MECÁNICOS	47
7.	PRINCIPIOS ELEMENTALES Y PRINCIPIOS SOLUCIÓN	49
8.	METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	52
9.	DISEÑO	54
9.1.	BANCO DE TRABAJO	55
9.2.	PLATINA DE SUJECIÓN.	55
9.3.	PIN PASADOR	56
9.4.	TRINQUETE (Dispositivo de sujeción)	56
9.5.	BRAZO ARTICULADO	57
9.6.	PLATINA DE SUJECIÓN ENTRE EL BRAZO Y EL ATORNILLADOR.	58
9.7.	ATORNILLADORES.	58

9.8. DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO.	59
9.9. COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO.	66
10. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO:	68
11. CONCLUSIONES.	70
BIBLIOGRAFÍA.	71
ANEXOS.	73

TABLA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Porcentaje de los tiempos de ensamble.	36
Ilustración 2. Ruta de operaciones de ensamble	43
Ilustración 3. Esquema de las válvulas a ensamblar.	54
Ilustración 4. Unidad de mantenimiento	62
Ilustración 5. Mangueras de aire	65

TABLA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Normas	29
Tabla 2. Tiempos de ensambles.	35
Tabla 3. Etapas de ensamble.	37
Tabla 4. Costos de ensamble por mano de obra mes	39
Tabla 5. Ensamblados por mes.	40
Tabla 6. Costos generados debido al mal ensamble.	42
Tabla 7. Funciones parciales	44
Tabla 8. Dimensiones de las válvulas a ensamblar.	54
Tabla 9. Cálculo del consumo de aire.	60
Tabla 10. Costos de componentes.	66

TABLA DE ANEXOS.

	Pág.
Anexo. A Brazo	74
Anexo. B Atornilladores	75
Anexo. C Banco de trabajo	76
Anexo. D Platina de sujecion	77
Anexo. E Pin pasador	78
Anexo. F Trinquete	79
Anexo. G Platina de sujeción.	80

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este proyecto fue solicitado por la empresa AVA S.A, como parte de su plan de mejoramiento de la planta, para el aumento de la producción y la calidad.

AVA S.A es una empresa dedicada al diseño, fabricación y ensamble de válvulas, hidrantes y accesorios para acueducto, contando con más de 70 años de experiencia en el sector, con los productos APOLO.

En la línea de válvulas, AVA fabrica la válvula de compuerta elástica con la más alta tecnología de fundición por espuma perdida (lost foam), garantizando la uniformidad absoluta en el espesor de la pieza. Su diseño ecológico hace que ninguna parte en contacto con el agua sea susceptible a la corrosión, utilizando un moderno sistema de pintura por termofusión FBE (Fusion Bonded Epoxy), garantizando la mayor resistencia a las sales de los terrenos.

En la actualidad AVA S.A, se encuentra certificada bajo la norma ISO 9001:2000

Con el gran auge de la calidad total y el manejo de ésta, alrededor de innumerables productos industriales, es necesario incorporar medidas y procesos que lleven a éstos a ubicarse en lugares privilegiados o por lo menos importantes, dentro de un mercado que cada vez se hace más exigente por la diversidad de normas internacionales a cumplir y por la intensa competencia que tampoco se queda atrás.

Para poder competir con éxito en los mercados nacionales e internacionales es necesario asegurar a los clientes, que los productos ofrecidos por las empresas son de la más alta calidad y confiabilidad. Estos dos factores en la actualidad

han representado una de las mayores preocupaciones, tanto en el sector productivo, como en el sector de bienes y servicios.

Para llevar a cabo este proyecto se utilizará como herramienta el diseño metódico, el cual nos proporciona unas secuencias y unos parámetros a demás una diversidad de alternativas para buscar las soluciones más adecuadas desde el punto de vista técnico y económico.

PRESENTACIÓN

AVA S.A nace el primero de julio de 1999, en la ciudad de Medellín, producto de una escisión de industrias metalúrgicas APOLO.

Actualmente se encuentra ubicada en el municipio de La Estrella, contando con una infraestructura de 6100 m² de los cuales 3200 m² son construidos.

Entre sus productos se encuentran:

- Tapas de andenes.
- Bolardos
- Columna de maniobras
- Cajas para válvulas

La línea de fluidos, comprende la fabricación de insumos marca APOLO, como lo son: válvulas de compuerta elástica, hidrantes y accesorios, entre 2" a 36" para los diferentes tipos de tubería existentes y cumpliendo las siguientes normas internacionales:

AWWA (American Water Works Association)

ISO (International Standardization Organization)

DIN (Bridas y dimensiones)

Las válvulas de compuerta elástica son las más usadas en las redes de acueductos, por su diseño y durabilidad garantizando, un mejor desempeño y sello en su operación, reemplazando así las válvulas de sello de bronce las cuales representaban grandes costos tanto en fabricación como en reparación, por sus numerosas partes y su difícil manipulación.

Además, el innovador diseño de la válvula de compuerta elástica, ofrece una disminución de sus partes permitiendo así el fácil manejo de las mismas en el ensamble, estando constituida por la parte superior o trin y su cuerpo inferior, ofreciendo un mejor sello de éstas.

ANTECEDENTES

En la actualidad el proceso de ensamble se viene desarrollando de modo manual, presentando dificultades en el momento del chequeo, debido al ajuste inapropiado de los tornillos de sujeción, los cuales desplazan los empaques, presentando fugas en los empalmes de la válvula y trayendo como consecuencias retrasos en las entregas además unos costos adicionales.

El ajuste de los tornillos ha pasado de ser manual a un ajuste con pistola neumática agilizando el proceso, pero sin garantizar la homogeneidad en el proceso de atornillado ni el torque final requerido, obligando así requintar manualmente los tornillos en el momento del chequeo aumentando los tiempos y la calidad del ensamble.

Todos estos retrasos obligan a aumentar el personal de ensamble, por la demanda mensual de válvulas que se presenta, aumentando los costos de personal y los de logística, debido a que las válvulas pasan por unos puntos de limpieza y de organización para poder llevar a cabo el chequeo.

ALCANCE

Con este proyecto se pretende llegar al diseño del sistema de ensamble del trin, incluyendo cálculos y costos para su manufactura, para lograr dejarlo a disposición de la empresa si este se realiza, con el fin de estandarizar el proceso y obtener un mejoramiento de calidad en su ejecución.

Se proyecta llegar a la identificación de los puntos más críticos para el ensamble y de los pasos requeridos para éste, con el fin de analizarlos y proponer una solución adecuada y competitiva para mejorar el proceso.

La materialización del proyecto que sería la segunda etapa, queda a consideración de la empresa para su ejecución.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Diseñar un dispositivo mecánico y neumático, para el ensamble de la parte superior de la válvula compuerta elástica (trin); con el fin de estandarizar el proceso y lograr un mejoramiento de calidad en su ejecución.

1.2 ESPECÍFICOS

- Conocer e identificar los diferentes pasos del ensamble del trin y su incidencia en el funcionamiento de la válvula compuerta elástica.
- Identificar los puntos más críticos para el ensamble, con el fin de tomar correctivos en favor del proceso.
- Analizar los mecanismos y dispositivos que permitan la realización del proceso.
- Determinar los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.
- Concluir los principales resultados obtenidos.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. VÁLVULA

La válvula es un elemento mecánico, con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de un flujo o un gas mediante una pieza móvil, como una compuerta.

Las válvulas sirven como instrumentos de control o de restricción de flujo, presentes en diferentes diámetros, dependiendo de las necesidades y usos, variando, según en caudal o presión.

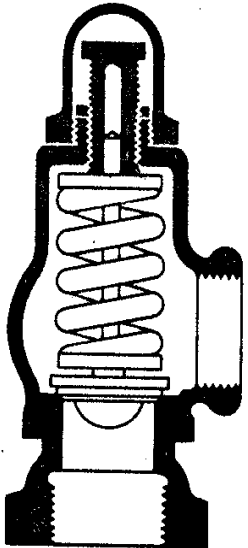
2.2. FUNCIONES

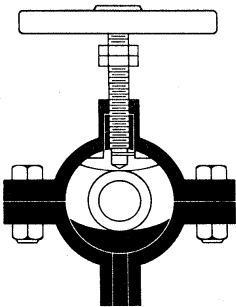
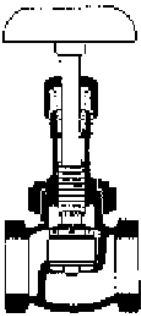
- Las válvulas son elementos que están instalados en una tubería y que pueden realizar alguna de las siguientes funciones tanto de forma automática como por accionamiento manual:
- Impedir completamente la circulación de un fluido por la tubería, o por el contrario, permitir su paso sin ningún obstáculo.
- Variar la pérdida de carga que sufre el fluido al atravesar la válvula. Se regula el caudal.
- Permitir la circulación del fluido a través de la válvula en un único sentido.
- Permitir que pase el fluido a través de la válvula, únicamente cuando la diferencia de presión a un lado y a otro de la misma, sobrepasa un cierto valor, previamente establecido.

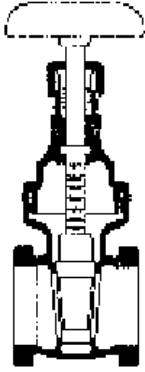
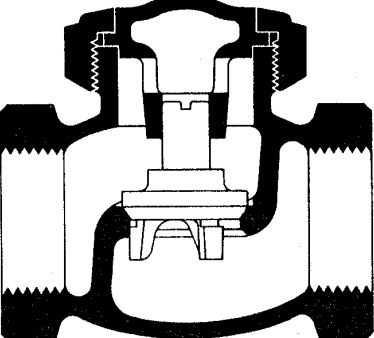
- Permitir el paso del fluido a través de la válvula, cuando dicho fluido se presenta en forma líquida, pero no si se presenta en forma de gas o vapor, o viceversa.
- Las válvulas pueden estar unidas a las tuberías que con ellas se conecta mediante bridas, soldadura a tope, soldadura a solape, rosca u otros procedimientos.

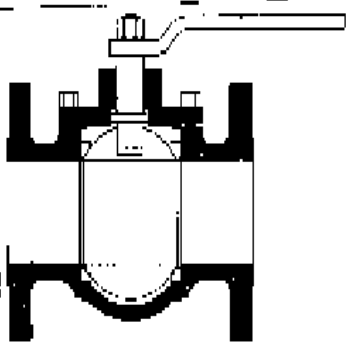

2.3. CLASIFICACIÓN

Existen diferentes tipos de válvulas, dependiendo de la necesidad o de la aplicación, entre ellas están, las válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de apriete, válvulas de diafragma, válvulas de macho, válvulas de retención y válvulas de desahogo (alivio).

VÁLVULAS DE DESAHOGO (ALIVIO)	
	<p>Una válvula de desahogo es de acción automática para tener regulación automática de la presión. El uso principal de esta válvula es para servicio no comprimible y se abre con lentitud conforme aumenta la presión, para regularla.</p> <p>La válvula de seguridad es similar a la válvula de desahogo y se abre con rapidez con un "salto" para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimibles..</p>
VENTAJAS	
Bajo costo.	
No se requiere potencia auxiliar para la operación.	

VÁLVULAS DE APRIETE	
	<p>La válvula de apriete es de vueltas múltiples, lleva a cabo el cierre por medio de uno o más elementos flexibles, como diafragmas o tubos de caucho que se pueden apretar u oprimir entre sí para restringir la circulación</p>
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo.	Aplicación limitada para vacío.
Poco mantenimiento.	
No hay obstrucciones o bolsas internas que la obstruyan	Difícil de determinar el tamaño.
Diseño sencillo.	
No corrosiva y resistente a la abrasión.	
VÁLVULA DE GLOBO	
	<p>Esta válvula es de giros múltiples, el cierre se logra por medio de un disco o un tapón, para el corte del flujo.</p>
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Control de la circulación	Gran caída de presión
Carrera corta para el cierre del flujo	Costo relativamente alto.

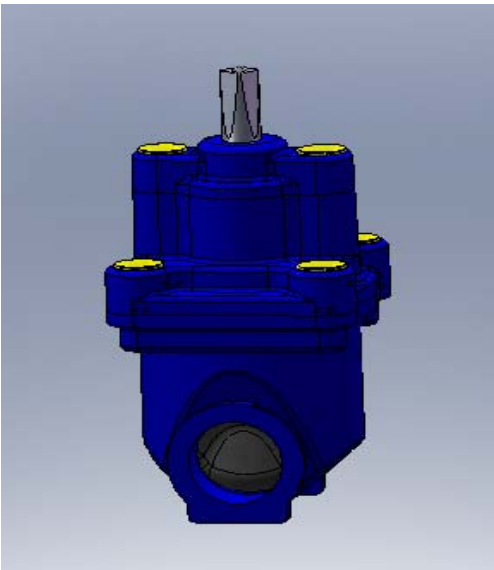
VÁLVULAS DE COMPUERTA	
	<p>Esta válvula es de giros múltiples, garantizando el sello con el desplazamiento vertical de la compuerta, este tipo de válvulas son únicamente para aplicación de abierto o cerrado.</p>
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alta capacidad	Control deficiente de la circulación.
Cierre hermético	La posición para la estrangulación producirá erosión
	Alta fuerza para el sellado
VÁLVULAS DE RETENCIÓN	
	<p>Una válvula de retención de elevación es similar a la válvula de globo, excepto que el disco se eleva con la presión normal e la tubería y se cierra por gravedad y la circulación inversa.</p>
VENTAJAS	
Recorrido mínimo del disco a la posición de apertura total.	
Acción rápida.	

VÁLVULA DE BOLA	
	<p>Estas válvulas son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, permitiendo que la bola perforada en el interior gire, cerrando o abriendo según la operación, estas válvulas no son de regulación, sino solo de abierto y cerrado.</p>
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo	Características deficientes para la estrangulación.
No requiere lubricación	Alta torsión para accionarla
Cierre hermético con baja presión.	Propensa a la cavitación.
VÁLVULA DE MARIPOSA	
	<p>Esta válvula es de manipulación $\frac{1}{4}$ de vuelta, controla la circulación con un disco circular.</p>
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Compacta y bajo precio	Alta torsión
Alta capacidad	Capacidad limitada para caída de presión
	Propensa a la cavitación.

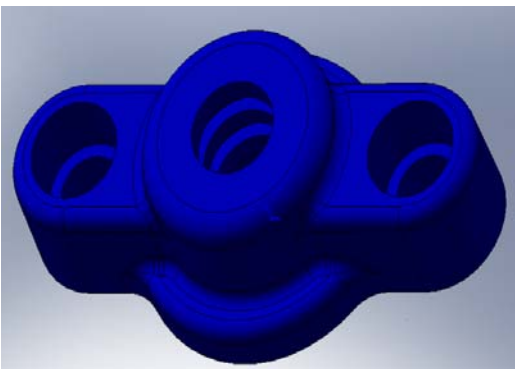
VÁLVULAS DE DIAFRAGMA	
	<p>Las válvulas de diafragma son de vueltas múltiples y efectúan el cierre por medio de un diafragma flexible sujeto a un compresor.</p>
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo.	Diafragma susceptible de desgaste.
No tienen empaquetaduras.	
No hay posibilidad de fugas por el vástago.	Elevada torsión al cerrar con la tubería llena
Inmune a los problemas de obstrucción, corrosión o formación de gomas en los productos que circulan.	

MONOGRAFÍAS@, 2005

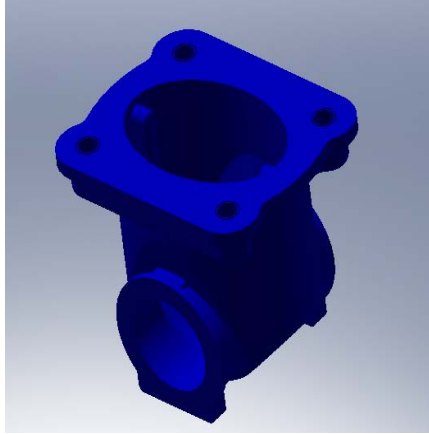
3. DESCRIPCIÓN DE LA VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA.

VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA	
	<p>Esta válvula es la mayor innovación y diseño de válvulas en las últimas tres décadas, diseñada bajo tecnología alemana y cumpliendo las principales normas internacionales, además la más utilizada en los países desarrollados.</p> <p>Tiene una buena participación en los porcentajes de venta de la compañía, siendo una de las referencias más vendidas.</p>

3.1. COMPONENTES DE LA VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA.

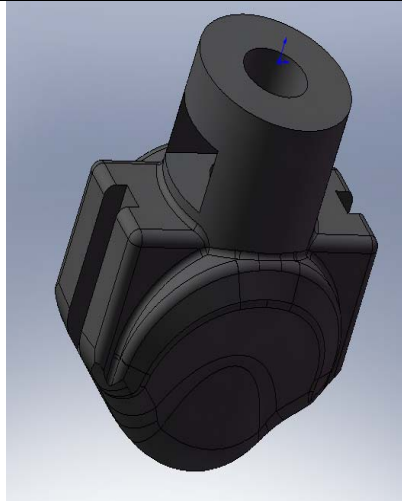
CAJA SELLO	
	<p>Caja sello en hierro nodular, su función es la de bloquear el movimiento longitudinal del vástago y solamente permitir el movimiento rotacional de este, cuenta con dos canales en los cuales van dos empaques o' ring para evitar fugas.</p>

CUERPO DE VÁLVULA



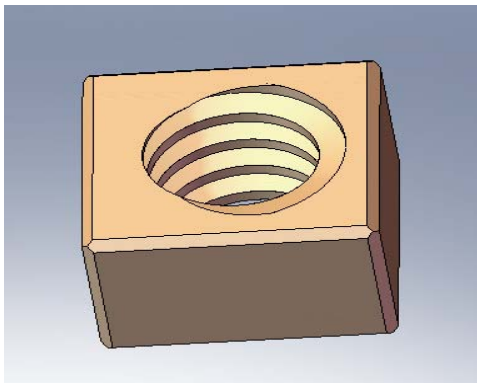
Es el chasis de la válvula, fabricada en hierro nodular, internamente tiene unas guías, por las cuales se desliza la compuerta, además en su diseño contiene una geométrica similar a la compuerta, permitiendo que esta asuma una posición la cual permita el sello hermético de la válvula.

COMPUERTA ELÁSTICA



La compuerta consta de un núcleo en hierro nodular, el cual es recubierto por caucho permitiendo que se deforme al momento de tener contacto con el cuerpo y tomar la forma de este para así garantizar el sello de la válvula. Su diseño encaja con el interior del cuerpo para así garantizar su normal funcionamiento.

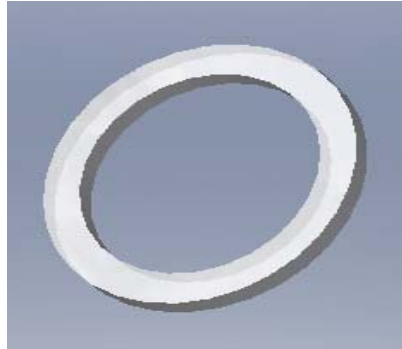
TUERCA DE TRANSMISIÓN



Esta tuerca es en bronce un material con menor dureza que la del vástago (Acero inoxidable 420) su función es conectar el vástago con la compuerta y transmitir por medio de sus filetes el torque aplicado, para abrir o cerrar la misma.

VÁSTAGO DE OPERACIÓN	
	<p>Este vástago es en acero inoxidable 420, sirve como accionador de la válvula, este se opera para transmitir el torque a la tuerca y así permitir el cierre o apertura de la válvula, este vástago cuenta con una rosca ACME STUB, 4 filetes /pulgada, este tipo de rosca es para garantizar mayor carga a menor torque.</p>
BONETE	
	<p>El bonete sirve como tapa de la válvula, fabricado en hierro nodular, trae una canal en la cual se asienta el empaque para el sello entre cuerpo y éste, su función es el de tapar la válvula en la parte superior.</p>
TORNILLOS DE SUJECIÓN (socket)	
	<p>Estos tornillos son en acero inoxidable, son de 1/2" x 1" UNC, se usan para ajustar las uniones planas que hay en las válvulas, entre cuerpo y bonete, bonete caja sello.</p>

DISCOS DE ANTIFRICCIÓN.



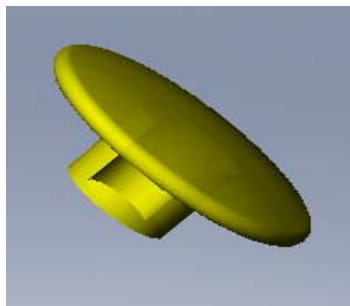
Estos discos antifricción son de nylon sirven para evitar el desgaste que se produce por el roce del vástago contra la caja sello y el bonete.

EMPAQUES



En todas las partes de contacto entre materias se usa un empaque de nitrilo tipo O' ring, para así evitar fugas entre sellos.

TAPONES.



Estos tapones son plásticos, y se utilizan para proteger la cabeza de los tornillos

3.2. *FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA.*

- Cuando la válvula se encuentra cerrada, las superficies de sello se asientan directamente contra el cuerpo de la válvula. En la parte superior de la compuerta, el sello es axial por acción de cuña.
- En la parte inferior de la compuerta el sello es radial por contacto contra la base del cuerpo.
- La elasticidad del sello se acomoda a cualquier flexión del cuerpo sometido a presiones o esfuerzos ejercidos por la tubería, sin originar escape alguno.

3.3. *CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS.*

Estas válvulas, se diseñaron para trabajar en acueductos, los cuales en su gran mayoría se encuentran enterrados a una profundidad de más o menos 1.20 mts, manejando como fluido agua potable a una presión de entre (80 psi y 150 psi).

El entorno donde trabajan estas válvulas es muy corrosivo, debido a la humedad y al pH del terreno, además se presenta abrasión debido al roce de esta con los materiales del entorno como (tierra arena, piedras entre otros).

- Cierre hermético a cualquier presión de trabajo (0 – 250 PSI)
- Temperatura máxima de trabajo 70 °C
- Bajo torque de operación.
- Flujo sin obstáculos para evitar sedimentos en la base.
- Bajo coeficiente de pérdida por fricción.
- Instalación en cualquier posición de trabajo.
- Reducido número de piezas.
- Facilidad de ensamble, operación y mantenimiento.
- La vida útil de las válvulas se estima para un tiempo aproximado 15 años.

3.4. PRUEBAS SOBRE LAS VÁLVULAS

Las pruebas de calidad que se efectúan sobre las válvulas, son principalmente dos, las cuales consisten en una prueba de estanqueidad, esta se lleva a cabo tomando la válvula con la compuerta completamente cerrada y se le aplica una presión de 250 psi por alrededor de 3 minutos, y se disminuye a 50 psi para garantizar estanquidad en cambios de presión, luego se verifica que no haya fugas hacia el vástago y hacia las juntas.

La segunda prueba que se lleva a cabo es la prueba de material, la cual se realiza al doble de la presión nominal, es decir 500 psi, con el fin de garantizar la integridad del material, esta prueba se realiza con la compuerta totalmente abierta y tiene una duración de alrededor de 3 minutos.

Por último se realiza un chequeo visual, donde se garantiza que la válvula no tiene ninguna imperfección en la pintura además que cumpla las especificaciones y se prueba que la pintura tenga una capa de 200 µm de espesor aproximadamente.

3.5. NORMAS INTERNACIONALES.

La empresa ha unificado las especificaciones de las válvulas compuerta elásticas con los países que están a la vanguardia de las tecnologías en fluidos, es así como estas .válvulas cumplen las siguientes normas.

Tabla 1. Normas

NORMAS INTERNACIONALES	
AWWA	C-550 / C-515
ISO	7259
DIN	3352

4. ENSAMBLE DE LA VÁLVULA COMPUERTA ELÁSTICA

4.1. PROCESO DE ENSAMBLE.

Para comenzar el proceso de ensamble, es necesario haber programado con anterioridad cual es el tipo de válvula y la cantidad, con el fin de preparar el espacio de trabajo, reuniendo todas las piezas necesarias para el ensamble.

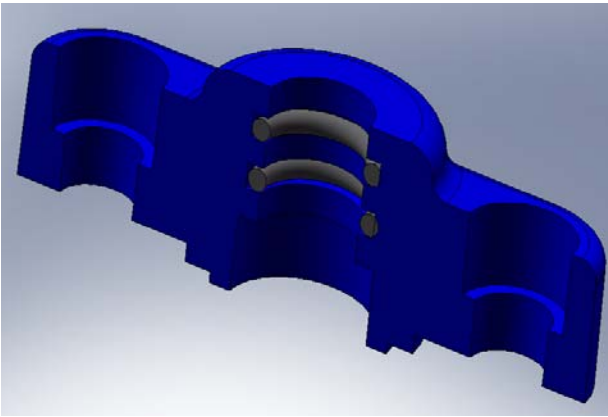
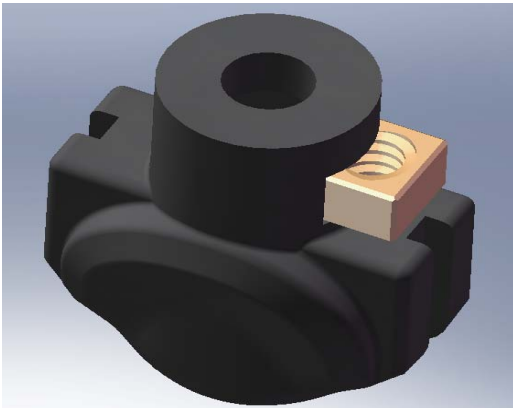
Con esto se garantiza que el operador no pierda tiempo desplazándose hacia otros puntos de la planta por piezas, y tampoco escogiendo las partes necesarias.

Cuando el operador tenga todas las piezas a la mano es decir en el puesto de trabajo comenzará el ensamble como tal, y las válvulas se armaran una a la vez.

Por lo tanto, esto hace más eficiente el ensamble; ya que el operario no se desplaza de un solo puesto, teniendo todo a su alcance, para no moverse a lo largo de una línea, colocando componentes en cada válvula.

ETAPAS DE ENSAMBLE DE LAS VÁLVULAS

Antes de comenzar propiamente el ensamble de la válvula, se deben llevar a cabo dos sub ensambles por separado.

SUB-ENSAMBLE 1	
	Montar los empaques tipo O' ring en los canales de la caja sello.
SUB-ENSAMBLE 2	
	Colocar la tuerca de transmisión en la compuerta elástica.

4.2. ENSAMBLE:

PRIMERA ETAPA	
	<p>Se sujeta por medio de dos pasadores el bonete a un banco de trabajo, con el fin de proporcionar estabilidad para el ensamble.</p> <p>Requisitos: Sujeción firme de la pieza al banco de trabajo con el fin de que esta no se mueva cuando se le aplique torque a las piezas del ensamble.</p>
SEGUNDA ETAPA	
	<p>Se coloca manualmente un disco antifricción y un O`ring en la parte superior del bonete.</p> <p>Requisitos: Asentar el disco antifricción y el O`ring en el bonete.</p>
TERCERA ETAPA	
	<p>Se introduce el vástago al bonete.</p> <p>Requisitos: Ajustar el vástago hasta el asiento.</p>

CUARTA ETAPA



Se coloca el disco de fricción superior sobre la manzana del vástago.

Requisito: Asentar en el vástago.

QUINTA ETAPA



Montar la caja sello al bonete (con el sub ensamble 1 previamente), introduciéndola por el vástago y llevándola hasta que ajuste con el bonete.

Requisitos: Deslizar la caja sello sobre el vástago, con la fuerza adecuada para que este pase por los ajustes con los O`ring.

SEXTA ETAPA



Colocar los tornillos de sujeción y atornillarlos.

Requisitos: En esta etapa se encuentra el requisito mas critico de todo el proceso de ensamble, debido a que los dos tornillos de sujeción, deben abocar y apretarse se homogéneamente y además garantizar un apriete con un torque de 75 lb*in.

SÉPTIMA ETAPA



Desmontar el trin del banco y ponerlo de forma horizontal, Montar la compuerta elástica sobre la parte roscada del vástago (con el subensamble 2 previamente), hacer girar este en sentido anti horario para que la compuerta entre en forma roscada en el vástago.

OCTAVA ETAPA



Colocar los tornillos que sujetan el cuerpo y el bonete para poder tener una guía y montar fácilmente el empaque que va ubicado entre el bonete y el cuerpo de la válvula.

Requisitos: Asentar bien el empaque al bonete.

NOVENA ETAPA



Luego en forma manual ubicar el bonete encima del cuerpo de la válvula y apretar los tornillos que se colocaron en la etapa anterior.

Requisito: Al igual que en la etapa sexta los tornillos deben de ser atornillados homogéneamente y garantizar un torque de 75 lb*in.

4.3. ESTUDIO DE TIEMPOS:

La medición del trabajo, provee una forma sistemática, para el establecimiento del lapso de tiempo que debe tomar un operario, para llevar a cabo una tarea bajo condiciones normales de trabajo.

Al llevar a cabo la medición de tiempo en las etapas tiene como objetivo definir el tiempo que debe asignársele a una persona conocedora de su trabajo para realizar esta tarea, empleando para la determinación de estos el sistema de cronometraje que es la técnica basada en la toma de tiempos a través del reloj y apreciación de la actividad.

La técnica que utilizamos para la toma de tiempo de las etapas durante el estudio, es la del método continuo. Como su nombre lo indica se deja correr el cronometro mientras dura el estudio, y se lee el cronómetro cada vez que terminan las etapas.

Tabla 2 Tiempos de ensambles.

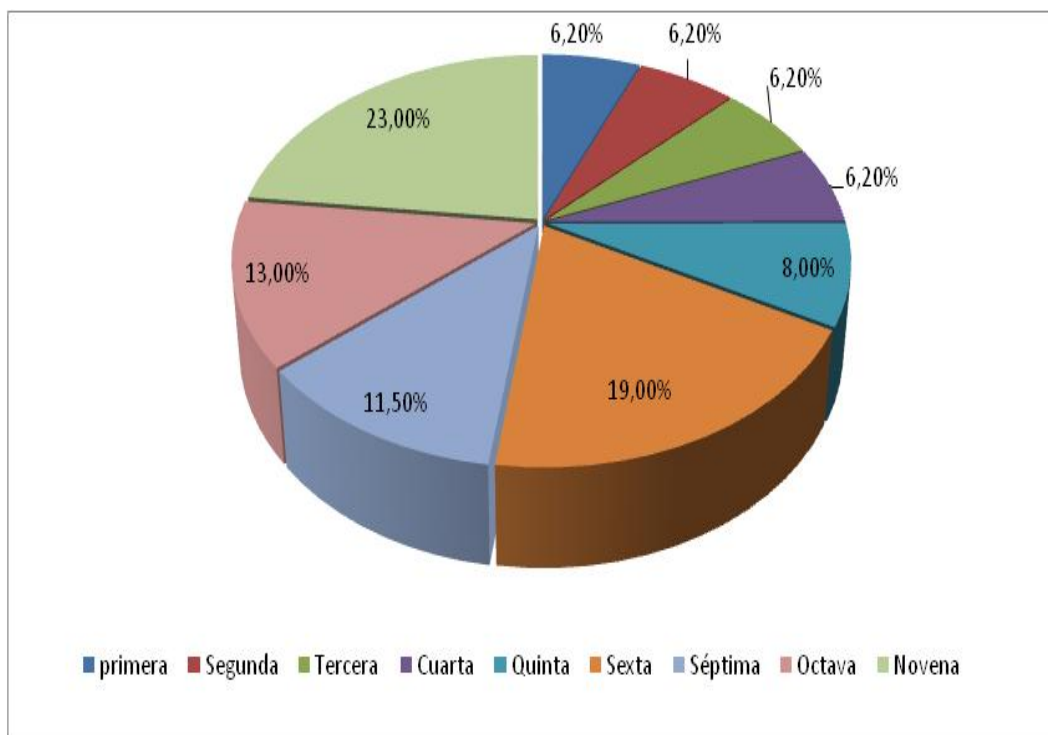
ETAPAS DE ENSAMBLE	TIEMPO INVERTIDO	PORCENTAJE
Primera	35"	6.2%
Segunda	35"	6.2%
Tercera	35"	6.2%
Cuarta	35"	6.2%
Quinta	45"	8.0%
Sexta	105"	19.0%
Séptima	65"	11.5%
Octava	75"	13.0%
Novena	135"	23.0%
Total:	565"	100%

Esta tabla da como resultado que para ensamblar una válvula, el tiempo promedio invertido es de 565 segundos es decir 9 minutos 25 segundos, para un total de 100%

Sin contar los tiempos que el operario debe utilizar para llevar a cabo otras operaciones que no hacen propiamente parte del ensamble.

El siguiente gráfico nos muestra la relación de las etapas de ensamble en porcentajes para tener una visión más clara.

Ilustración 1. Porcentaje de los tiempos de ensamble.



4.4. ANÁLISIS DE LAS ETAPAS DE ENSAMBLE.

Tabla 3. Etapas de ensamble.

ETAPAS DE ENSAMBLE	PORCENTAJE	AFECTA EL PROCESO	PUEDA MEJORAR	JUSTIFICA ANÁLISIS	ETAPA CRITICA
PRIMERA	6.2%	NO	SI	SI	NO
SEGUNDA	6.2%	NO	NO	NO	NO
TERCERA	6.2%	NO	NO	NO	NO
CUARTA	6.2%	NO	NO	NO	NO
QUINTA	8.0%	NO	SI	SI	NO
SEXTA	19.0%	SI	SI	SI	SI
SÉPTIMA	11.5%	SI	SI	SI	NO
OCTAVA	13.0%	NO	NO	SI	NO
NOVENA	23.0%	SI	SI	SI	SI

En la primera etapa de ensamble se pierde un tiempo significativo en el posicionamiento del bonete sobre el banco de trabajo, para que los agujeros de este queden alineados con los del banco, luego colocar los pasadores para bloquear.

En la segunda, tercera, cuarta y octava etapa el procedimiento que se realiza es sencillo y el tiempo invertido en estas es mínimo, por lo consiguiente, no necesitan ser analizadas.

La quinta etapa implica esfuerzo por parte del ensamblador, debido al ajuste que existe entre los O`rings de la caja sello y el vástago, obligando a ejercer una presión sobre la caja sello, para que deslice y ajuste sobre el bonete. El tiempo

invertido en esta acción es poco, se podría buscar un menor esfuerzo untando el vástago con aceite para que deslizara más suave. Pero no se necesita un análisis exhaustivo.

La etapa sexta es crítica debido a que la caja sello debe ser ajustada de manera homogénea, para garantizar un aplastamiento uniforme el O`ring y con esto garantizar la hermeticidad de la unión de las dos piezas. Esta operación es la que más tiempo emplea y retrasa todo el proceso, debido a que el ajuste de los tornillos se hace alternadamente y de forma manual, repitiendo este proceso varias veces, y en ocasiones trayendo como consecuencias un apriete desigual, traduciéndose en fugas al momento del chequeo, volviendo a tener que desarmar la válvula y ensamblarla nuevamente.

En la etapa séptima se invierte un tiempo alto en el desmonte y el nuevo posicionamiento del trin, como también en el montaje de la compuerta, debido a que para poder montar esta compuerta se debe hacer girar en forma manual, retrasando todo el ensamble, en esta etapa se podría ganar tiempo, analizando otros métodos de ensamble.

La novena etapa al igual que la séptima es crítica, debido a que el trin con el cuerpo de la válvula debe ser ajustada homogéneamente para garantizar el aplastamiento homogéneo del O` ring y por garantizar la hermeticidad del conjunto además garantizar un torque en el apriete de los tornillos de 75 lb*in. Esta etapa no será analizada en el proyecto, ya que el trabajo consiste en analizar solo el trin de la válvula.

NOTA: Esta última etapa no se encuentra dentro del desarrollo del proyecto.

4.5. ANÁLISIS ECONÓMICO ENSAMBLE DE LA VÁLVULA

Se tiene estimado de ensamble de 60 válvulas diarias en diferentes unidades que comprenden válvulas de 2" a 6", en un turno de 10 horas hombre.

Tomando los datos de ensamble obtenidos por producción mensualmente se tiene una cantidad de alrededor de 1300 válvulas.

Para llevar a cabo el ensamble de las válvulas, se emplea un operario de nivel medio, con esa única función.

Esta persona devenga al mes un salario de \$550000 mas los costos parafiscales que son de \$302500 siendo equivalente por hora de \$4440. Se calculo tomando los costos que requiere para la empresa dicha persona al mes y dividiéndolo por el número de horas laboradas en este periodo.

La relación de ensamble de válvulas por hora es de 6 unidades, tomando así que el costo de ensamble operario por unidad es de $4440/6 = \$740$

La mano de obra equivalente al ensamble de una válvula es de 740 pesos.

Costo del ensamble.

Tabla 4 Costos de ensamble por mano de obra mes

	CANTIDAD	Valor unidad (\$)	Valor total
Mano de obra	1300 Válvulas	740	962.000

TOTAL. \$ 962.000

Los costos de mano de obra que se tienen para el ensamble de las válvulas de 2 pulgadas hasta 6 pulgadas, fue el de \$962.000 al mes.

Los costos como los del tiempo perdido, lucro cesante y material deformado, los cuales son causados por el mal ensamble, son los de mayor importancia, para análisis del sistema, ya que maneja otro tipo de costos los cuales son intangibles debido al reproceso del ensamble por el análisis de falla que implica cada uno de estos y el tiempo perdido.

4.6. PROMEDIO DE VÁLVULAS REPROCESADAS AL MES.

Para elaborar la siguiente tabla, fue necesario tomar los registros que la empresa lleva mensualmente y que tienen como función, cuantificar el número de unidades ensambladas por mes de cada una de las referencias, además el número de válvulas rechazadas por mal ensamble (fugas en los empaque), y luego sacar el promedio de éstas para obtener unos valores muy ajustados.

Tabla 5 Ensamblados por mes.

VÁLVULA	CANTIDAD	TIEMPO TOTAL (h)	TIEMPO PROMEDIO	VÁLVULAS DEVUELTAS
2"	300	47	9'25"	15
3"	400	63	9'25"	20
4"	400	63	9'25"	20
6"	200	32	9'25"	10
TOTAL	1300	205		65

El estudio realizado deja como resultado que las 1300 válvulas ensambladas al mes unas 65 válvulas son rechazadas por mal ensamble.

4.7. COSTOS DEBIDO AL MAL ENSAMBLE DE LAS VÁLVULAS.

Los defectos que más se presentan en las válvulas cuando se hacen las pruebas de funcionamiento, son las fugas, y estas se dan en parte debido a un mal procedimiento de ensamble, y a problemas con la calidad del material, como los poros o fisuras, lo cual no se tendrá en cuenta para nuestro estudio.

Cuando las válvulas tienen problemas por el ensamble deben ser devueltas al inicio del proceso, trayendo como consecuencias unos costos adicionales de alrededor del 20% del costo de mano de obra, debido a que tienen que ser desensambladas, inspeccionadas y nuevamente ensambladas.

Al ensamblar las válvulas se ejerce una presión sobre el empaque O' ring, trayendo como consecuencia, que al desensamblar la válvula este empaque ya no pueda volver a ser utilizado y haya que cambiarse por uno nuevo incrementando el costo.

Las válvulas deben ser chequeadas en un 100%, al presentarse alguna con problemas de ensamble y después de reparada se debe realizar el chequeo nuevamente, atrasando la producción y generando un costo de mano de obra adicional.

Este costo de mano de obra se obtiene de la misma forma que el costo por mano de obra del ensamble, la diferencia radica en la cantidad de elementos a chequear es decir; el operario chequea en el mes varias referencias de válvulas además de hidrante y tuberías.

El costo de mano de obra por válvula chequeada es \$444

También se generan unos costos adicionales de manejo interno, como el de transporte, el de almacenamiento y logística además de materia prima, como (aire comprimido, energía, materias primas, etc.) que para este caso se tomarán como un 25% adicional a los costos totales.

Tabla 6 Costos generados debido al mal ensamble.

	CANTIDAD	Valor unidad (\$)	Valor total (\$)
Mano de obra desensamble	65	888	57.720
Empaque O' ring nuevo	65	500	32.500
Mano de obra ensamble	65	740	48.100
Mano de obra de chequeo	65	444	30.637
TOTAL			168.957
Costos adicionales	25%		41.500

.TOTAL COSTOS: \$ 210.500

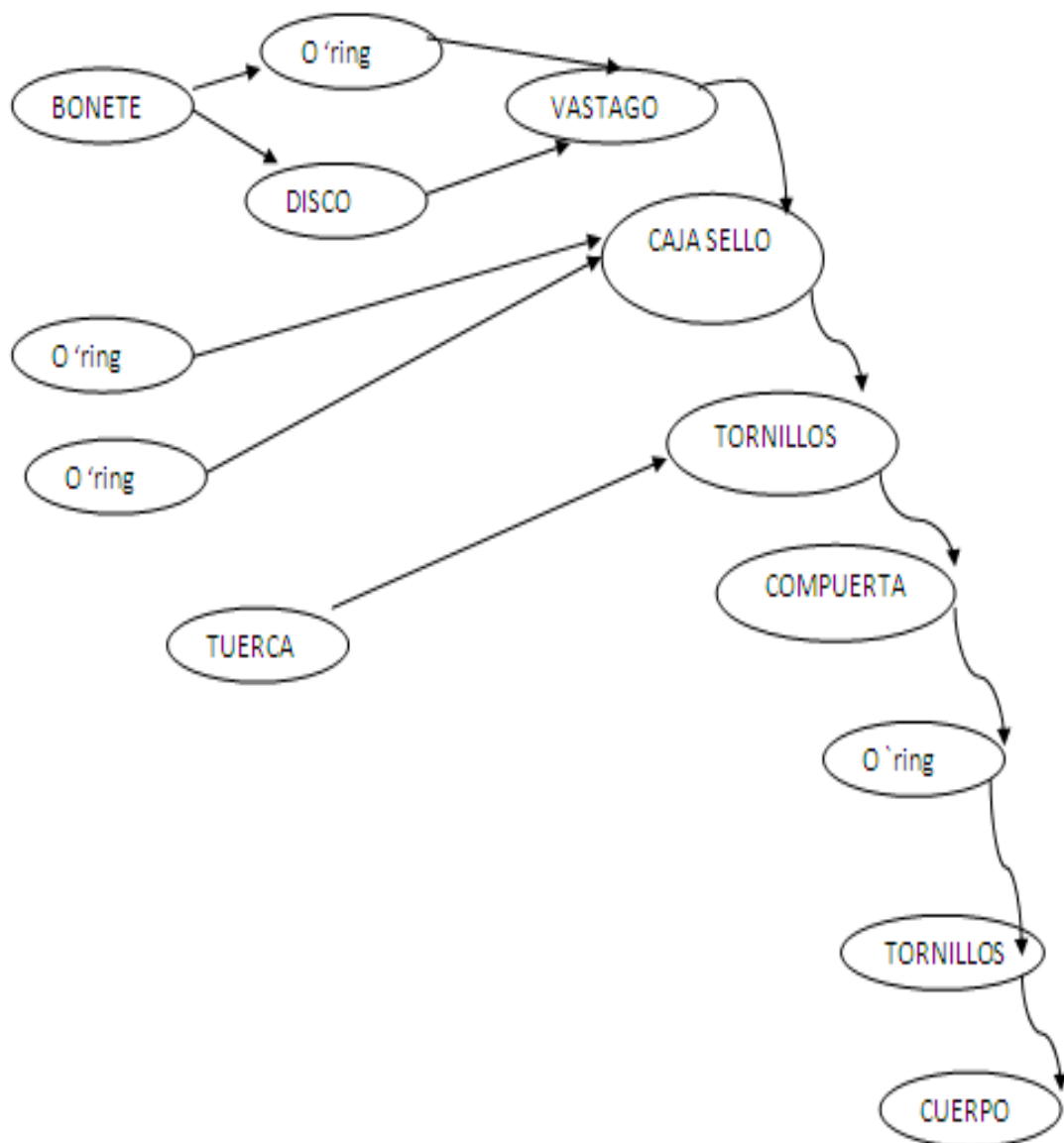
El valor de, \$ 210.500 es mensual, estos costos son los tangibles, además contamos con los intangibles, los cuales no se tiene soporte para sustentarlos, en esto se tiene el tiempo que se pierde y se puede utilizar en aumentar la producción.

Con este dato se tiene como soporte financiero sugerir a la gerencia de AVA S.A, el diseño del dispositivo debido a que el tiempo y el dinero ahorrado serian de gran beneficio.

5. DISEÑO METÓDICO

5.1. RUTA DE OPERACIONES DE ENSAMBLE.

Ilustración 2. Ruta de operaciones de ensamble



5.2. FUNCIONES ELEMENTALES Y PRINCIPIOS DE SOLUCIÓN.

Tabla 7 Funciones parciales

Funciones parciales	Funciones elementales	Principios de solución
1 Transportar	Mover, Ubicar	Mecánicos, Manuales
2 Posicionar	Mover, Sujetar	Neumático, Hidráulicos, Mecánicos
3 Armar	Ubicar, Poner	Manual, Mecánico
4 Apretar	Atornillar, Torquear	Manual, Neumático, Mecánico
5 Retirar	Recoger, Mover	Manual, Mecánico
6 Transportar	Ubicar	Manual, Mecánico

6. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

6.1. ACTUADORES

En el mercado se encuentran diferentes sistemas de transmisión de potencia, dependiendo de la necesidad y la aplicación, cada uno posee unas propiedades las cuales servirán como elementos de selección, en la escogencia de la mejor opción, entre ellos están los siguientes sistemas:

- Sistema mecánico
- Sistema neumático
- Sistema hidráulico

Para los actuadores necesarios en el dispositivo, en el caso de los ajustadores podemos utilizar cualquiera de los diferentes sistemas, tanto mecánico como neumático o hidráulico, en el caso del dispositivo se ha decidido un actuador impulsado neumáticamente, ya que con este tipo de energía podemos regular los cambios de presión existentes debido al abocamiento del tornillo.

6.2. ACTUADORES HIDRÁULICOS.

Los actuadores hidráulicos son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, su base de funcionamiento es el fluido a presión, ya sea agua o aceites.

Existen tres grandes grupos de actuadores:

- Cilindro Hidráulico
- Motor Hidráulico
- Motor Hidráulico De Oscilación

De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en 2 tipos: De Efecto simple y de acción doble. En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer. En el segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones.

Motor hidráulico.

En los motores hidráulicos el movimiento rotatorio es generado por la presión. Estos motores los podemos clasificar en dos grupos: El primero es uno de tipo rotatorio en el que los engranes son accionados directamente por aceite a presión, y el segundo, de tipo oscilante, el movimiento rotatorio es generado por la acción oscilatoria de un pistón o percutor; este tipo tiene mayor demanda debido a su mayor eficiencia

Actuadores Hidráulicos.

Ventajas	Desventajas
Alta razón de potencia a peso.	Los sistemas hidráulicos son caros.
Muy buen servo control puede ser alcanzado.	Problemas de mantenimiento con sellado puede causar pérdidas
Velocidades moderadas, respuesta rápida	Necesitan una fuente remota de energía la cual ocupa espacio de piso.

6.3. ACTUADORES NEUMÁTICOS.

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico, se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este

caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención.

Tipos de actuadores neumáticos:

- De efecto simple
- Cilindro neumático
- Actuador neumático de efecto doble
- Con engranaje
- Motor neumático con veleta
- Con pistón

Sistemas neumáticos

Ventajas	Desventajas
Relativamente económico	La compresibilidad del aire limita aspectos de control y precisión
Fácil mantenimiento	Ruido en los Escapes
Común en la industria	Secado y filtrado del aire necesario
No se utilizan fluidos	Son muy imprecisos.

6.4. SISTEMAS MECÁNICOS

Son dispositivos que se pueden considerar convertidores de movimiento, en tanto transforman el movimiento de una y otra forma.

Entre los elementos mecánicos están los mecanismos de barras articuladas, levas, engranes, cremalleras, cadenas, correas de transmisión entre otros.

Características.

- Amplificación de fuerzas
- Cambio de velocidad
- Transferencia de rotación de un eje a otro
- Determinantes tipos de movimiento

Sistemas mecánicos

Ventajas	Desventajas
Diversidad de aplicaciones	Fuente de energía mecánica
Fuente de energía	Relación peso potencia
Común en la industria	Requieren mantenimiento
No se utilizan fluidos	

TECNOLOGIAINDUSTRIAL@, 2008

7. PRINCIPIOS ELEMENTALES Y PRINCIPIOS SOLUCIÓN

	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN			
1. TRANSPORTE	Mecánico	Banda	Diferencial	Rieles
	Manual	Manual	Carros	Bandas

Selección: Manual

Como las distancias no son muy grandes desde el lugar de almacenamiento y el banco de ensamble, este proceso se realiza manual ya que no justifica la inversión de un dispositivo mecánico, puesto que todo el transporte se realiza por medio de carros y se considera eficiente.

	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN			
2. POSICIONAR	Neumático	Prensa	Centro punto	Sujeción periférica
	Hidráulico			
	Mecánico	Prensa	Trinquete	

Selección: Mecánico

El posicionamiento de la pieza será por medio de un dispositivo mecánico, ya que este ajustara al banco de ensamble por medio de pasadores y un sistema de trinquete que los mantendrá en su posición, permitiendo así el cambio de referencias.

	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN			
3. .COLOCAR	Mecánico	Brazo		
	Manual	Manual		

Selección: Manual

Este procedimiento por el tamaño de las partes y la variedad de estas es de forma manual además es sencillo y no implica retrasos en el proceso, como tampoco afecta la calidad.

	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN			
4. APRETAR	Neumático	Pistola de impacto	Atornilladores	Sujeción periférica
	Manual	Llave Hexágona		
	Mecánico	Taladro		

Selección: Neumático

Ya que se cuenta con una fuente de potencia como un compresor y todo el sistema de aire comprimido. No es necesario implementar otros sistemas que incrementarían los costos, además la eficiencia y eficacia de éste justifica la utilización.

	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN			
5. .RETIRAR	Mecánico	Banda	Diferencial	Rieles
	Manual	Manual	Carros	Bandas

Selección: Manual

El cambio de referencias implicaría diferentes dispositivos para el retirado del trin los cuales entorpecerían el proceso, por esto se prefirió manual teniendo en cuenta además que este no afecta el ensamble y es ágil.

	PRINCIPIO DE SOLUCIÓN			
6. .TRANSPORTE	Mecánico	Banda	Diferencial	Rieles
	Manual	Manual	Carros	Bandas

Selección: Manual

Como las distancias no son muy grandes desde el lugar de ensamble y el banco de cheque, este proceso se realiza manual debido a que no justifica la inversión de un dispositivo mecánico, ya que todo el transporte se realiza por medio de carros y es eficiente.

8. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El diseño metódico será una herramienta indispensable que guiara mediante unas secuencias de procedimientos en un orden lógico para el desarrollo del proyecto.

Específicamente la metodología escogida dentro del diseño metódico es la norma VID-2222, se desarrollara dicha secuencia del proyecto de grado. Esta matriz como la gran mayoría de las normas de diseño se divide en cuatro etapas principales y estas a su vez se subdividen en otras.

PLANEACIÓN

- Elección del problema
- Determinación de la orden de desarrollo

CONCEPCIÓN

- Aclaración del problema
- Elaboración de los listados y los requerimientos
- División de la función total en funciones parciales
- Búsqueda de principios de solución y elementos funcionales para el cumplimiento de las funciones parciales
- Combinación de principios solución para el cumplimiento de la función total
- Planteamiento de las diversas alternativas de solución
(Selección del concepto de solución)

DISEÑO

- Elaboración de un proyecto solución
- Ventajas económicas del proyecto

ELABORACIÓN

No aplica

NOTA: Aunque ya fue mencionado en el alcance del proyecto, la etapa de elaboración esta por fuera del alcance, por lo cual el proyecto solo llega hasta la etapa del diseño. Por lo tanto la cuarta etapa de esta metodología no será utilizada.

9. DISEÑO

El diseño que se llevará a cabo será multimodal por lo tanto servirá, para el ensamble de las válvulas de 2 pulgadas hasta las de 6 pulgadas que son las que más comúnmente se ensamblan.

Ilustración 3. Esquema de las válvulas a ensamblar.

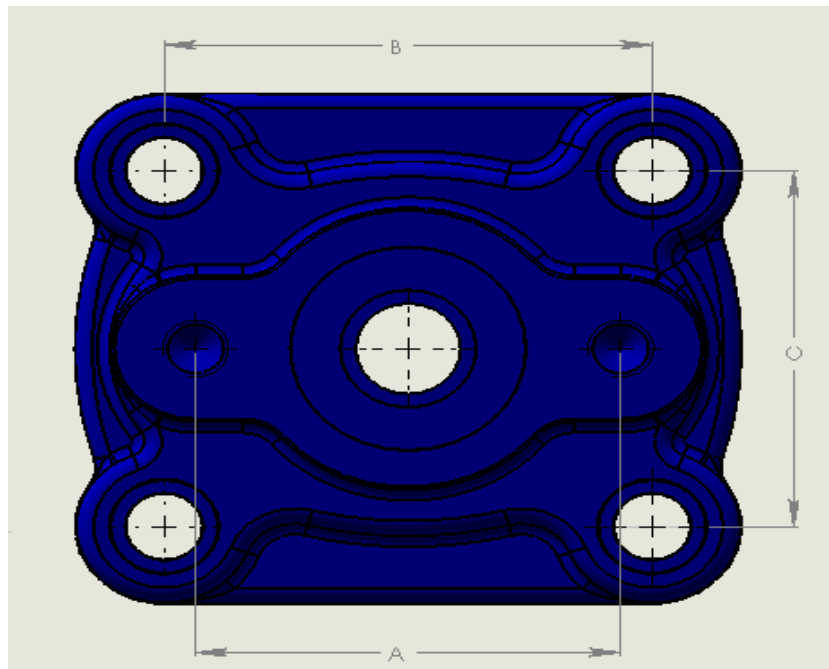


Tabla 8 Dimensiones de las válvulas a ensamblar.

VÁLVULA	LONGITUD DE BASE (B)mm	ANCHO DE BASE (C)mm	LONGITUD DE TAPA (A)mm
2"	91.33	78.61	80.6
3"	95	87.27	80.6
4"	118	97.39	102.2
6"	181.66	95	102.2

Esta tabla nos muestra las diferentes dimensiones que hay entre una válvula y otra, partiendo de estas para nuestro diseño, de manera que garantice que cumpla para todas las referencias.

9.1. BANCO DE TRABAJO

El banco de trabajo se fabricara en perfilería cuadrada de 2" de acero 1020, teniendo como altura 80 cm; ya que ergonómicamente es la altura más recomendable para la manipulación de los atornilladores, sirviendo este como chasis del sistema que va a ser parte del ensamble.

Este banco estará complementado con el resto de sistemas destinados por la empresa para ubicación de los componentes de las válvulas a ensamblar, permitiendo así tener todo a la mano, siguiendo la metodología SMED a la cual se quiere llegar.

Todos los accesorios que se incorporarán a este banco serán atornillados, permitiendo que más adelante puedan ser retirados y cambiados por otros componentes, logrando que este banco sea multimodal (ver anexo C).

9.2. PLATINA DE SUJECIÓN.

Para la fijación del bonete al banco de trabajo se utilizará una platina perforada, la cual tendrá los orificios en la misma posición de los bonetes, garantizando que esta cumpla para la sujeción de las diferentes referencias a ensamblar.

El material que se utilizará para la fabricación de esta platina será un hierro nodular fundido de 2" de espesor y su mecanizado se realizará en la empresa AVA S.A.

La platina consta de 8 perforaciones donde se ubicaran los pines pasadores, además en la parte inferior tendrá un sistema de fijación tipo trinquete para mantener el pin en posición. También tendrá un canal, el cual permitirá que el vástago se deslice hacia el lado con la compuerta elástica. Esta platina se sujetara al banco de trabajo por medio de tornillos (ver anexo D).

9.3. *PIN PASADOR*

Los pines serán los encargados de evitar la rotación a la que se encuentra sometido el bonete debido a la torsión ejercida por los atornilladores neumáticos. Se realizara en acero 1020 cementado (varilla 1", su geométrica cuenta con una manzana la cual permitirá que este registre en la plantilla además cuenta con un cuello cónico, que permite el contacto con el trinquete y así evitar su desplazamiento longitudinal.

El maquinado se llevará a cabo en la empresa, (ver anexo E).

9.4. *TRINQUETE (Dispositivo de sujeción)*

Este trinquete será el encargado de evitar el desplazamiento longitudinal del pin pasador, interfiriendo en el cuello de este con el extremo en forma cónica

Por efectos de ensamble lo anterior se realizará en tres partes independientes las cuales se verán en el anexo F.

Este se realizara en acero 1020 ya que su costo y propiedades satisfacen las necesidades requeridas,

El resorte se conseguirá en el mercado en acero 1070.

9.5. BRAZO ARTICULADO

El Brazo articulado está conformado por un brazo pendular que se mantiene ingravido por medio de un cilindro de gas y acoplado mediante una unión intermedia, a un brazo radial de 360° de giro.

El conjunto va fijado al banco de trabajo por medio de un soporte de mesa de sujeción rápida con tres tornillos. Se puede sujetar en cualquier esquina del banco de trabajo, dejando despejada toda el área de la mesa para el trabajo a realizar.

En el extremo del brazo pendular se hallan los actuadores neumáticos en este caso atornilladores, que mantienen siempre un desplazamiento perpendicular a su banco de trabajo, obteniendo con esto que la manipulación de los actuadores sea fácil y que el movimiento de acercamiento a las piezas sea ligero.

El conjunto consta de un brazo radial que soporta un brazo pendular los cuales son regulables mediante articulaciones. El cabezal multiposición es un mecanismo de doble rótula, el cual permite bloquear y desbloquear sus dos ejes de giro, posicionar y mantener el cabezal completamente bloqueado y poder operar en esta condición en cualquier posición en el espacio de trabajo. Se utilizan para neutralizar el par de reacción y equilibrar el peso de los atornilladores, roscadoras.

El anillo de fijación permite regular la altura de montaje en el soporte de mesa.

La fuerza para equilibrar el brazo se puede regular mediante el volante situado encima de la articulación de los dos segmentos del brazo (ver anexo A).

9.6. PLATINA DE SUJECIÓN ENTRE EL BRAZO Y EL ATORNILLADOR.

El mecanismo de sujeción entre el brazo y los actuadores, consta de una platina de 1" la cual ira atornillada al brazo y tendrá cuatro perforaciones que permitirán la colocación en diferentes posiciones de los roscadores, permitiendo el cambio de medidas entre los centros de estos para poder cumplir con las medidas de las diferentes cajas sellos.

Consta de dos mitades las cuales tienen dos medialunas que aprietan el mango de los atornilladores y que al momento de cambiarlas es solo soltar los tornillos y cambiar las platinas.(ver anexo G)

9.7. ATORNILLADORES.

Los atornilladores neumáticos son herramientas diseñadas, para aumentar la productividad en las líneas de ensamble, donde se debe tener como características, alto rendimiento y calidad.

Su accionamiento será por contacto, cuando las puntas donde se encuentra el cuadrante sientan presión, comenzaran a girar y la velocidad de rotación será conforme a la presión ejercida por el operario...

Estos tienen inversión de sentido de rotación, para así permitir utilizar en procesos de desapreté. Su torque será graduable, y debe garantizar un torque mínimo de 75lb*in (ver anexo B)

DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO.

La Planta cuenta con un sistema de aire comprimido que consta de los siguientes elementos:

COMPRESOR:

Marca:	INGERSOLL-RAND
Tipo:	TORNILLO
Potencia:	75 HP
Modelo:	SSR-XF 75
Caudal entregado:	369 CFM
Presión de trabajo.	7 BAR
Año:	2005

TANQUE:

Tipo:	Vertical
Dimensiones:	3 metros de alto y 1 metro de diámetro
Capacidad:	2.5 m ³
Accesorios:	Manómetro de 2", Purga manual, Válvula de seguridad 1.1/2"

TUBERÍA PRINCIPAL:

La tubería principal es de aluminio de 1.1/4" de diámetro, el diseño de la red es de tipo cerrado, es decir crea un loop o anillos que garantizan una presión uniforme a lo largo de esta.

CALIDAD DE AIRE:

No es buena, debido a que el sistema no tiene secador ni filtros en la línea, dependiendo de la calidad de aire que se precisa para cada punto en específico se utilizarán los elementos apropiados para cumplir el requerimiento

DISEÑO:

Lo primero que debe hacerse para trabajar con el aire comprimido de la planta, es diseñar una línea de servicio o también llamada línea final, que se encargue de llevar el aire comprimido de la línea principal, a nuestra estación de servicio.

La línea de servicio debe ser lo más corta posible entre la línea principal y nuestro punto de trabajo, no excediendo los 10 metros de longitud con el fin de no generar caídas de presión considerables.

Esta línea se debe conectar de la cara superior de la línea principal y en forma de bastón, evitando así que el condensado y las impurezas sigan hasta las herramientas de trabajo.

Condensado: Es la mezcla emulsionada resultante del vapor de agua condensado y el aceite líquido provenientes del aire atmosférico y del compresor, respectivamente-

Tabla 9 cálculo del consumo de aire.

HERRAMIENTAS	CONSUMO AIRE L/S	CANTIDAD DE PIEZAS	GRADO DE UTILIZACIÓN	NECESIDAD DE AIRE L/S
Atornillador	6	2	0.4	4.8
Pistola de limpieza	6	1	0.2	1.2

TOTAL: 6 L/S

A este consumo se agrega un factor de corrección debido al desgaste de las herramientas del 10% adicional.

Total consumo de aire: 6.6 L/S

	L/S	CFM
Total consumo de aire	6.6	14

NOTA:

Las herramientas funcionan a una presión de diseño de 6 bar o 87 psi, esta presión se encuentra por debajo de la línea principal, entre 92 y 102 psi.

La necesidad de aire comprimido es de tan solo 14 cfm; por lo tanto la línea de servicio tendrá una dimensión de media pulgada, (aunque con menor diámetro cumpliría) se utilizará debido a que es comercial y su costo no implica mucha diferencia.

Se eligió el cobre como tubería por la calidad del material y debido a que su unión se lleva a cabo por soldadura, con un procedimiento sencillo, además tiene menos riesgos de fugas que las tuberías convencionales debido a que estas no tienen empalmes roscados.

La tubería será en cobre tipo L de media pulgada de diámetro.

Accesorios a utilizar.

Los accesorios son la parte del sistema que sucede a la línea de servicio y su escogencia depende del lugar y la aplicación del aire comprimido.

El aire comprimido a utilizar, debe ser un aire seco, sin impurezas y debe lubricar las herramientas

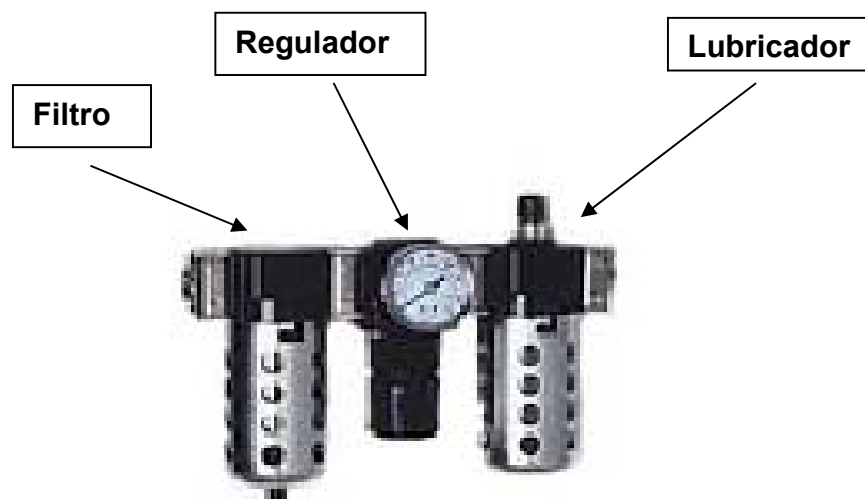
Válvula de Globo:

Se debe utilizar una válvula de media pulgada tipo globo con paso total, Esta se instalara en la parte donde termina la línea de servicio, es decir que un extremo de la válvula irá unido a la tubería de cobre y el otro extremo a la unidad de mantenimiento, y tendrá como función bloquear el paso del aire cuando no se necesite o por algún daño en el sistema, de modo que si alguna manguera o accesorio se revienta o genera fugas, este no vaya a perjudicar todo el sistema de la planta.

UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Se conoce por unidad de mantenimiento a los accesorios instalados antes de las herramientas neumáticas y están compuestos por los siguientes elementos.

Ilustración 4. Unidad de mantenimiento



FILTRO:

Debido a que las herramientas neumáticas a utilizar funcionan siguiendo un movimiento rotativo, debemos tener un aire comprimido sin la presencia de impurezas tales como polvillo, humedad, oxido; entre otras, ya que éstas pueden generar las siguientes consecuencias.

- Reducción de potencia y rendimiento de los componentes.
- Aumento de los costos de mantenimiento.
- Obstrucción de los conductos, generando caídas de presión y disminución en la eficiencia de la herramienta.
- Disminución en la vida útil de los componentes.

Se debe utilizar un filtro con purga semiautomática.

El aire limpio impide el desgaste y los daños por corrosión de las herramientas neumáticas.

REGULADOR DE PRESIÓN:

En el suministro de aire comprimido es bastante común que se produzcan variaciones en la presión. Estas se deben principalmente, a los cambios en el consumo de aire. Una presión demasiado elevada, origina un gasto mayor de energía aumentando su costo innecesariamente.

Por otra parte también incrementa el desgaste de las partes de las herramientas y conexiones. Tales problemas pueden resolverse instalando reguladores de presión, después del filtro de aire. Un regulador reduce una presión de aire primaria, a una presión secundaria adecuada para el trabajo.

Emplea manómetro para mostrar la presión a la que se regulara el sistema. Se usara para las herramientas de apriete, garantizando una presión estable y evitar el sobre esfuerzo de la herramienta. Se utiliza solo para reducir presión.

LUBRICADOR:

Es un error creer que el aceite procedente del compresor sirve para lubricar las herramientas neumáticas, debido a que es un aceite emulsionado, además esta revuelto con agua, de modo que su capacidad de lubricar es prácticamente nula. La mayor parte de los equipos neumáticos requieren lubricación.

El lubricante se suministra generalmente con el aire comprimido, y esto no sólo reduce la fricción entre las partes móviles, sino que además, el aceite protege a los equipos contra la corrosión interna y produce sellados interiores mucho más efectivos. El aceite llega a la herramienta en forma de nubla y se usa para las herramientas con tiempos de trabajos frecuentes y cortos.

UNIONES RÁPIDAS:

Serán las encargadas de acoplar el ultimo accesorio de la red de servicio con la herramienta Los acoplamientos rápidos son la respuesta más sencilla para hacer conexiones de mangueras a una salida de aire o cuando las herramientas han de cambiarse con frecuencia. Se manejan con una mano, para cambios inmediatos de herramientas.

MANGUERA:

Debe ser una Manguera resistente, con doble refuerzo es una de goma desarrollada especialmente para herramientas neumáticas manuales. Que Cumpla todos los requisitos para trabajos pesados. Recomendada para

aplicaciones interiores y exteriores, por ejemplo, en fundiciones, astilleros, talleres mecánicos y lugares de construcción. Tiene un espesor de pared reducido, lo cual hace que sea ligera y flexible.

Ilustración 5. Mangueras de aire

Manguera de goma RUBAIR

Modelo	Diám. int. mm	Diám. ext. mm	Máx. presión de trabajo ^a bar	Máx. caudal aire rec. ^b l/s	Peso rollo de 20 m kg	Designación
RUBAIR 06	6,3	11,3	16	4	2,0	8202 0401 06*
RUBAIR 10	10	16,0	16	13	3,6	8202 0402 10*
RUBAIR 13	12,5	19,1	16	21	4,7	8202 0403 13*
RUBAIR 16	16	23,0	16	43	6,1	8202 0404 16*
RUBAIR 20	20	26,6	16	75	7,8	8202 0405 20*
RUBAIR 25	25	34,0	16	125	11,8	8202 0406 25*

La Referencia a utilizar es la RUBAIR 10.

9.8. COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO.

Los siguientes son los costos aproximados del sistema. Los elementos necesarios para el proyecto fueron consultados en septiembre del presente año y se tomo el promedio de tres cotizaciones pedidas.

Tabla 10 Costos de componentes.

ítem	Descripción	cantidad	Valor unitario	Valor tota
1	Platina de Sujeción	1	180.000	180.000
2	Pin Pasador	2	40.000	80.000
3	Trinquetes de sujeción	8	35.000	280.000
4	Brazo articulado	1	1`800.000	1`800.000
5	Platina de sujeción (atornilladores)	1	90.000	90.000
6	Atornilladores	2	1`350.000	2`700.000
7	Unidad de mantenimiento	1	500.000	500.000
8	Línea de aire	1	300.000	800.000

COSTO TOTAL:

8`770.000

El costo aproximado del proyecto es de 8`770.000 con el IVA incluido.

TIEMPO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

El tiempo para desarrollar el proyecto puede calcular de cuatro a seis semanas, debido a que el brazo articulado y los atornilladores se encuentran para importación.

Los elementos a fabricar pueden desarrollarse en la empresa, ya que esta cuenta con una gran infraestructura para el maquinado de piezas. El tiempo para la fabricación se estima alrededor de una semana.

10. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO:

Para el análisis de los costos y los beneficios se establece como base el tiempo de meses, debido a que las estadísticas de la empresa se llevan a cabo en estos periodos.

	CANTIDAD (meses)	Valor unidad (\$)	Valor total (\$)
COSTO	12	\$ 210.500	2`526.000
TOTAL DE DINERO AHORRADO			2`526.000

Con el desarrollo de este proyecto la empresa puede tener un ahorro mensual de \$ 2`526.000 en los costos tangibles, como también unos beneficios adicionales, como lo son el aumento en la productividad, disminuyendo el lucro cesante; es decir, la de retornar una válvula completamente ensamblada y tenerla que llevar nuevamente al proceso de ensamble.

Además puede aumentar la calidad de las entregas y el cumplimiento de los cronogramas permanecerá a la orden del día.

Otras características benéficas del proyecto

- Con la implementación del dispositivo, se obtendrán grandes ventajas.
- Mejoramiento del tiempo de ensamble.
- Disminución de los rechazos de las válvulas por mal ensamble.
- Aumento en la calidad del ensamble
- Aumento en la competitividad de la empresa debido a la mejora en su calidad y al cumplimiento de la entrega al cliente.

- Mejor distribución de las partes en la empresa.
- Aumento en la disponibilidad de ensamble, con la disminución de los reprocesos de las válvulas defectuosas.

Por los anteriores aspectos se justifica realizar la inversión para la implementación del sistema en la empresa.

11. CONCLUSIONES.

Se diseñó un dispositivo mecánico y neumático, para el ensamble de la parte superior de la válvula compuerta elástica (trin); logrando estandarizar el proceso con un posible mejoramiento de calidad en su ejecución, conociendo los diferentes pasos además como su incidencia en el funcionamiento de la válvula. También se identificaron los puntos más críticos y se tomaron los correctivos en favor del proceso.

Se analizaron los mecanismos y dispositivos que permiten la realización del proceso, se determinaron los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema y estos fueron los principales resultados obtenidos:

En el ensamble se encuentran dos etapas muy críticas para el proceso, la sexta y novena obteniendo en estas la mayor cantidad de problemas presentados por el ensamble, radicando en el mal apriete de los tornillos de la caja sello y del trin con el cuerpo, siendo devueltas luego de las pruebas de calidad. Aumentan los costos y bajan la productividad de la empresa.

Al analizar los tiempos perdidos, tanto en el momento del ensamble, chequeo y reproceso de las válvulas, se significa una pérdida en la utilización óptima de los recursos de la empresa, tanto el personal como el recurso material, y así el permitir el aumento en la productividad.

El dispositivo satisface todos los requisitos de ensamble de la empresa, además contiene las características necesarias de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA.

CLÁSICA

RODRÍGUEZ. Alberto. Artefactos, diseño conceptual. Ed Fondo editorial Universidad EAFIT. Colombia. Medellín Año 2003. 198 p. ISBN: 958-8173-31-0

BEER. Ferdinand, JOHNSTON, Russell Mecánica de materiales. Segunda Edición Ed. McGraw Hill. México Ciudad de México. Año 1993. 740 p. ISBN: 968-451-414-X

GUILLEN. Antonio; Introducción a la neumática. España Barcelona. Marcombo. 1988 ISBN: 8426706924.

SHIGLEY, Joseph Edgard, MISCHKE, Charles R. Diseño en Ingeniería Mecánica: 5 ed. Jalisco, México: McGraw Hill. 1999. 883 p. ISBN: 968-422-778-7

DEUTSCHMAN, Aaron D, Michels, Walter J. y WILSON, Charles E. Diseño de maquinas: teoría y práctica. 9 ed. México: Continental, 1999. 973 p. ISBN 968-26-0600-4

INTERNET.

TECNOLOGIAINDUSTRIAL@, 2008

Recursos educativos y descripción de sistemas. (En línea)-Visitada en septiembre de 2008.

Disponible en internet en:

http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main_page=site_map&cPath=353_363

MONOGRAFÍAS@, 2005

Descripción y clasificación de válvulas. (En línea)- Visitada en Agosto de 2008

Disponible en internet en:

<http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>

ANEXOS.

Anexo. A Brazo

Anexo. B Atornilladores

Anexo. C Banco de trabajo

Anexo. D Platina de sujecion

Anexo. E Pin pasador

Anexo. F Trinquete

Anexo. G Platina de sujeción.