

MAQUINA LAVADORA DE TANQUES DE GASOLINA SIN DESMONTAR

ALEJANDRO MADRIGAL ESCUDERO
ALEX ABDUL BARRADA VARGAS
JUAN CARLOS HERNANDEZ

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGIA MECANICA AUTOMOTRIZ
MEDELLIN
2013

MAQUINA LAVADORA DE TANQUES DE GASOLINA SIN DESMONTAR

ALEJANDRO MADRIGAL ESCUDERO
ALEX ABDUL BARRADA VARGAS
JUAN CARLOS HERNANDEZ

Trabajo de grado presentado para optar al título de
Tecnólogo Mecánico Automotriz

Asesor
Jose Alberto Betancur Muñoz
Ingeniero mecánico

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGIA MECANICA AUTOMOTRIZ
MEDELLIN
2013

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primordialmente a Dios y a nuestros padres que nos acompañaron en todo el desarrollo del proyecto, los cuales nos impulsaron día a día a cumplir nuestras metas y objetivos para obtener nuestro título.

A la Institución Universitaria Pascual Bravo, por brindarme toda la enseñanza que adquirí en todo el proceso de formación y estudio.

CONTENIDO.

	pag.
INTRODUCCION	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. EFECTOS DIRECTOS	14
1.2. EFECTOS INDIRECTOS	14
2. JUSTIFICACION	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. GENERAL	16
3.2. ESPECÍFICOS	16
4. REFERENTES TEORICOS	17
4.1. SUCIEDAD EN EL COMBUSTIBLE	17
4.1.1. Que origina la suciedad en un tanque de combustible	18
4.1.2. Mangueras de bombeo sucias en estaciones de servicio	18
4.1.3. Combustible sucio o contaminado	18
4.1.4. Que sucede cuando entra agua en el tanque de combustible	18
4.1.5. En las estaciones de servicio	19
4.1.6. Como llega agua al tanque	19
4.1.7. Que sucede	19
4.1.8. Extracción de agua desde el tanque	19

4.2.	BOMBAS ELECTRICAS	20
4.2.1.	Tipos de Bombas	21
4.2.1.1.	Bombas Centrifugas	21
4.2.1.2.	Bomba de Difusor o Bomba turbina	24
4.2.1.3.	Bomba vertical y horizontal	24
4.2.1.3.1.	Bomba horizontal	25
4.2.1.3.2.	Bomba vertical	25
4.2.1.4.	Bombas verticales de funcionamiento en seco	25
4.2.1.5.	Bombas verticales sumergidas	26
4.2.1.6.	Bombas turbinas Verticales	27
4.2.1.7.	Bombas verticales de helice	28
4.2.1.8.	Bomba con difusor de flujo axial, radial y mixto	28
4.2.1.9.	Bombas de desplazamiento positivo	30
4.2.1.10.	Bombas reciprocantes	31
4.2.1.11.	Bomba de diafragma	31
4.2.1.12.	Bombas de pistón	32
4.2.1.13.	Bomba de embolo	32
4.2.1.14.	Bomba de embolo de descarga variable	34
4.2.1.15.	Bombas rotatorias	35
4.2.1.16.	Bombas lobulares	36
4.3.	FILTRO PRENSA	36
4.3.1.	Usos y aplicaciones	38

4.4.	FILTROS DE CELULOSA	39
4.5.	LOS INYECTORES	39
4.5.1.	Limpieza de inyectores por ultrasonido	40
4.5.2.	Limpieza de inyectores sin desmontar	41
4.6.	SISTEMA DE INYECCION	42
4.6.1.	Principios de funcionamiento	43
4.6.2.	Tipos de sistemas de inyección más comunes	43
4.6.2.1.	Inyección multipunto	43
4.6.2.2.	Inyección monopunto	45
4.6.3.	Componentes del sistema de alimentación de combustible	46
4.6.3.1.	Bomba eléctrica de combustible y módulo	46
4.6.3.2.	Prefiltro	46
4.6.3.3.	Filtro de combustible	47
4.6.3.4.	Válvula de inyección o inyectores	47
4.6.3.5.	Regulador de presión de combustible	48
4.6.3.6.	Depósito de combustible	49
4.7.	DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERÍAS Y CÁLCULO DE LAS BOMBAS	49
4.7.1.	Principios para el diseño de tuberías a considerar	49
4.7.2.	Determinación del diámetro óptimo de la conducción	49
4.7.3.	Calculo de las pérdidas de carga	50
4.7.4.	Principios básicos para el cálculo de las bombas	53
4.7.5.	Elección del modelo de bomba adecuado	57

5.	METODOLOGIA	59
5.1.	TIPO DE PROYECTO	59
5.2.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	59
5.2.1.	Fuentes primarias	59
5.2.2.	Fuentes secundarias	59
5.3.	TÉCNICAS DE MEDICIÓN	59
5.4.	PROCEDIMIENTO	60
6.	RESULTADOS	61
6.1.	SELECCIÓN DE LA BOMBA	61
6.2.	SELECCIÓN DE LA TUBERÍA	62
6.3.	DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	62
6.4.	CAJA DE ACCIONAMIENTO	62
6.5.	BASE DE LA MAQUINA	62
6.6.	MATERIALES COMPLEMENTARIOS	62
6.6.1.	Prensa 1	62
6.6.2.	Prensa 2	62
6.6.3.	Base prensa	62
6.6.4.	Pisadores de filtro	62
6.6.5.	Papel filtro	62
6.7.	MATERIALES	62
6.8.	FUNCIONAMIENTO	63
7.	CONCLUSIONES	64

7.1. VENTAJAS Y RESULTADOS	64
8. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67
CIBERGRAFIA	68
ANEXOS	69

INTRODUCCION.

Es conocido por todos el gravísimo efecto que ha tenido la mala calidad de los combustibles producidos en el país. Sus efectos nocivos en el medio ambiente y en la salud de las personas son predecibles cuando se sabe que la calidad del combustible está muy por debajo de los estándares internacionales. Y aunque los efectos más graves siempre serán relacionados con la salud del planeta y sus habitantes, la mala calidad también repercute sobre la economía, como sobrecostos por mayor consumo en los vehículos y elevados gastos en mantenimiento causado por el deterioro de los equipos.

Con el fin de evitar los problemas anteriores y en busca de complementar el servicio prestado en mantenimiento de sistemas de inyección, se plantea la necesidad de generar una propuesta de diseño y presupuesto viable para la elaboración de un equipo de lavado de tanques de combustible sin desmontar, para automotores que trabajen a gasolina.

Lo anterior se logra mediante una breve investigación acerca de los efectos del combustible sucio en el sistema de inyección, con el fin de identificar las necesidades y posteriormente generar posibles diseños con diferentes componentes y características, seleccionando el más adecuado, que cumpla con los requerimientos planeados y satisfaga las necesidades anteriormente identificadas, limitados por un presupuesto muy estricto.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tanque de combustible sirve para almacenar y alimentar el sistema de inyección; debido a la entrada de aire, agua y otros agentes contaminantes, el tanque presenta oxidación formando “natas” que obstruyen las tuberías del sistema de inyección.

Muy pocos usuarios reconocen el impacto económico que tiene la contaminación microbial sin control. Estos efectos pocas veces son identificados por los operadores como causa de inestabilidad y pobre desempeño del combustible. Estos problemas a los que se hacen referencia surgen de los efectos directos e indirectos de la contaminación microbial en los tanques de combustible.

1.1. EFECTOS DIRECTOS:

- Ataque metabólico de los hidrocarburos y las moléculas de aditivos.
- Producción metabólica tensoactiva.
- Producción de ácidos orgánicos.
- Reducción de sulfatos / producción de sulfuros.
- Producción de Biomasa.
- Formación de Biofilm.

1.2. EFECTOS INDIRECTOS:

- Corrosión de influencia microbial (MIC).
- Formación de lodos.
- Acumulación de ácidos orgánicos.
- Despolarización de las superficies metálicas causadas por la generación de hidrogeno.
- Obstrucción en las líneas de transferencia.
- Saturación de filtros.
- Desgaste del motor.
- Acumulación de depósitos corrosivos en los sistemas de inyección (tubería, bombas e inyectores).
- Pérdida de la eficiencia del combustible.
- Cambio de las propiedades del combustible: Color, punto de goteo, punto de evaporación, estabilidad térmica.
- Pérdida del desempeño de los aditivos.

2. JUSTIFICACION.

A nivel nacional e internacional el mercado ofrece alternativas para realizar este procedimiento de desmonte de tanques de combustible pero son muy complejos.

La importancia en el aspecto teórico-práctico del desarrollo de este proyecto radica en crear un procedimiento a través de dispositivos mecánicos más simple pero eficiente para mantener el tanque de combustible limpio de agentes contaminantes que obstruyen el sistema de inyección, mejorando su mantenibilidad y la vida útil de las partes que lo conforman.

A nivel social tendrá aplicación en los talleres para automóviles donde este sería un servicio adicional en el mantenimiento de inyectores, que comúnmente se realiza cuando el vehículo no cumple con los parámetros establecidos por el ministerio de transporte de emisiones de gases

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL.

El objetivo de este proyecto es generar una propuesta de diseño y presupuesto viable para la elaboración de un equipo de lavado de tanques de combustible para automotores, que permita complementar el servicio de mantenimiento de sistemas de inyección utilizando una nueva tecnología.

3.2. ESPECÍFICOS.

- Mejorar el mantenimiento del sistema de inyección.
- Más vida útil para los elementos que forman el sistema de inyección.
- Lograr un nuevo servicio para centros de servicio automotriz.

4. REFERENTES TEORICOS.

4.1. SUCIEDAD EN EL COMBUSTIBLE

La calidad del combustible en Colombia está muy por debajo de los estándares internacionales en cuanto a partes por millón de contenido de azufre, aunque se ha ido mejorando gracias a la Ley 1205 del 2008, que busca reducir estos niveles.

Los niveles han bajado de 1200ppm a 500ppm y seguirán bajando para lograr que en el 2013 estén a la par con los estándares internacionales que dicen que el nivel aceptable es de 50ppm.

Aunque hemos tenido avances significativos en la producción de combustible no es suficiente para lograr un buen desempeño en los automotores, y por eso se presentan muchos daños, ya que el sistema de inyección sufre por la mala calidad del combustible.

Figura 1. Depósitos de agua y residuos sólidos en el combustible



4.1.1. ¿Qué origina la suciedad en un tanque de combustible? La suciedad en el tanque de combustible de un automóvil es transferida, en algunas ocasiones, desde el tanque de almacenamiento en una estación de servicio a través del bombeo de combustible. Es común que esos tanques acumulen suciedad o escombros y sedimentos cada vez que son reabastecidos por el camión. La suciedad en los camiones de abastecimiento, en las mangueras o en un tanque de almacenamiento de la estación de servicio son factores responsables de inyectar esos residuos en el tanque de combustible de un vehículo durante el abastecimiento del mismo. Es muy común que la suciedad acumulada en el fondo del tanque de la estación de servicio se remueva hacia la parte superior cuando un camión está reabasteciendo. Esto hace que resulte más sencillo que la suciedad circulante se transfiera al tanque del vehículo.

4.1.2. Mangueras de bombeo sucias en las estaciones de servicio. Las mangueras de bombeo también pueden llegar a ensuciarse, ya sea porque la mugre se ha acumulado en el interior durante la operación o por causa de una manguera externa sucia. Cuando una de estas mangueras sucias se utiliza para reabastecer un automóvil, es común que algo de mugre sea transferida directamente al tanque de combustible del vehículo. Normalmente, las mangueras de bombeo se limpian y se les da mantenimiento con cierta regularidad. Sin embargo, un mantenimiento deficiente o procedimientos inadecuados pueden ocasionar que se acumule suciedad que será transferida muy fácilmente al tanque del vehículo.

4.1.3. Combustible sucio o contaminado .La gasolina sucia es un contribuyente obvio para un tanque de combustible sucio. Cuando el combustible se fabrica en refinerías, es común que pequeños cúmulos de suciedad o escombros lleguen a filtrarse a la gasolina. Los contaminantes aéreos, maquinaria de fabricación sucia e incluso un detergente y/o aditivo para combustible contaminado pueden ser fuentes de suciedad que terminan en el combustible y llegan hasta el tanque de tu automóvil. Pese a que la mayoría de los combustibles que fabrican de manera tal que se garantice su alta calidad y limpieza, es muy común que pequeñas cantidades de suciedad y otros tipos de contaminantes se mezclen.

4.1.4. ¿Qué sucede cuando entra agua en el tanque de combustible? El agua en el combustible en cualquier cantidad no es algo que ocurra normalmente. Se debe investigar en cuanto al origen, tal como un tanque de combustible oxidado o un mal cerramiento en la tapa superior de combustible. La única otra respuesta posible sería que lo obtuvimos en la última carga de combustible. Las estaciones de servicio tienen la obligación de llevar un registro de la cantidad de combustible en los tanques para comparar esta cifra con los registros de ventas. Esto logra tres objetivos: confirma los registros, controla la profundidad del agua en el tanque de

combustible e indica si el tanque tiene una fuga de combustible, que es un asunto serio y debe ser tratado inmediatamente.

4.1.5. En las estaciones de servicio. Las estaciones de servicio son vulnerables a la introducción de agua en sus tanques. Si está lloviendo cuando están recibiendo combustible, el agua corre dentro de los tanques. También ocurre lo mismo cuando los empleados sumergen los tanques al final de su turno para confirmar las ventas y el dinero del que son responsables. Si está lloviendo, con más razón se querrán ir a casa y sumergirán los tanques de todos modos. Cuando el depósito está sumergido, la persona que hace la inmersión o la medición de la cantidad de combustible en el tanque, debe aplicar una pasta específicamente diseñada para cambiar de color. Esto muestra si hay agua en el tanque o no. Si este paso se elimina o el tanque se vacía para bajarlo (hasta el agua antes de que se vuelva a llenar), se bombeará agua en el tanque de combustible.

4.1.6. ¿Cómo llega agua al tanque? El agua en el tanque también puede venir de la condensación del tiempo, que cambia rápidamente de un punto de temperatura y humedad. Sin embargo, esto suele ser insignificante. Hay más posibilidad de obtener agua en el tanque de combustible cuando el vehículo se almacena en una atmósfera sin aire acondicionado con cambios bruscos de temperatura.

4.1.7. ¿Qué sucede? El agua en el tanque de combustible no tiene aspectos positivos, sólo negativos. Se oxida el interior del depósito de combustible, se obstruyen líneas, se ensucia el filtro de combustible, se arruina la bomba eléctrica de combustible si se sumerge en el agua y es catastrófica para los inyectores de combustible si hay suficiente agua en el depósito y llega a ellos. El pivote del inyector es del tamaño de una aguja hipodérmica y se mueve a una velocidad increíble. El perno está lubricado por el combustible. Cuando el agua llega a los inyectores, se necesita poco tiempo para destruirlos.

4.1.8. Extracción de agua desde el tanque. Si se sospecha agua en el tanque debido al bajo rendimiento del motor y las características de inactividad, se debe abrir el sistema de combustible y drenar el combustible en un recipiente de vidrio. Si hay agua, pasará a la parte inferior del contenedor y se verá claramente. El combustible flotará en la parte superior del agua. Si se detecta agua en cualquier cantidad, como para llenar un vaso, entonces el tanque de combustible se debe drenar. Cuando se vuelva a llenar, añade un recipiente de gas seco en el depósito. El gas seco se mezcla con las moléculas de agua y permiten que el agua se quemé. Esto sólo es efectivo si hay una pequeña cantidad de agua en el tanque.

4.2. BOMBAS ELÉCTRICAS.

Un equipo de bombeo es un transformador de energía, mecánica que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc y la convierte en energía, que un fluido adquiere en forma de presión, de posición y de velocidad. Así se tendrán bombas que funcionen para cambiar la posición de un cierto fluido. Por ejemplo la bomba de pozo profundo, que adiciona energía para que el agua del sub-suelo se eleve a la superficie.

Existen bombas que trabajan con presiones y alturas iguales que únicamente adicionan energía de velocidad. Sin embargo a este respecto hay muchas confusiones en los términos presión y velocidad por la acepción que llevan implícita de las expresiones fuerza-tiempo. En la mayoría de las aplicaciones de energía conferida por la bomba es una mezcla de las tres. Las cuales se comportan de acuerdo con las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos.

Lo inverso a lo que sucede en una bomba se tiene en una máquina llamada comúnmente turbina, la cual transforma la energía de un fluido en sus diferentes componentes citadas en energía mecánica.

Para una mayor claridad, buscando una analogía con las máquinas eléctricas, y para el caso específico del agua, una bomba sería un generador hidráulico, en tanto que una turbina sería un motor hidráulico.

Normalmente un generador hidráulico (bomba) es accionado por un motor eléctrico, térmico, etc. mientras que un motor hidráulico (turbina) acciona un generador eléctrico. Tratándose de fluidos compresibles el generador suele llamarse compresor y el motor puede ser una turbina de aire, gas o simplemente un motor térmico. Esta clasificación toma en cuenta la forma cómo el fluido se desplaza dentro de los elementos de la bomba, así para aquellos en los que el fluido se desplaza a presión dentro de una carcasa cerrada, como resultados del movimiento suavizada de un pistón o embolo, se le denomina “bombas de desplazamiento positivo”, mientras que las bombas en las cuales el fluido es desplazado por el movimiento circular de uno o varios impulsores provistos de alabe, se les denomina “Bombas Centrifugas” y es en el presente trabajo a estas últimas a las que se hará referencia.

La clasificación anterior parece ser la más adecuada sin embargo, puede ser útil conocer dentro de esta clasificación algunas características o situaciones que

ayudara a seleccionar la bomba más adecuada. Para la primera clasificación es conocer el sistema donde la bomba tendrá su funcionamiento.

Consiste en saber si la bomba succionara del recipiente y con alturas variables o si la bomba se instalará en un sumidero o en una fosa. Así mismo en necesario el líquido que la bomba manejará: si con volátiles, viscosos, calientes o pastas aguadas, que así se manejará el concepto de densidad y partículas que la bomba pueda impulsar.

Respecto a la forma física de la bomba se debe tener en cuenta que existen bombas de eje horizontal o vertical, ambas de empujes centros o de desplazamiento positivo, baja o alta velocidad, también la especificación de los materiales deben ser compatibles con los líquidos que se bombearán.

Una práctica común es definir la capacidad de una bomba con el número adimensional llamado velocidad específica, que se describe posteriormente que es función del número de revoluciones a las que giren sus participantes rotatorias, de la siguiente forma se puede ser de alta o baja velocidad.

4.2.1. TIPOS DE BOMBAS

4.2.1.1. Bombas centrífugas. Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las bombas que más se aplican en la industria. Las razones de estas preferencias son las siguientes:

- Son aparatos giratorios.
- No tienen órganos articulados y los mecanismos de acoplamiento son muy sencillos.
- La impulsión eléctrica del motor que la mueve es bastante sencilla.
- Para una operación definida, el gasto es constante y no se requiere dispositivo regulador.
- Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.

Aparte de las ventajas ya enumeradas, se unen las siguientes ventajas económicas:

- El precio de una bomba centrífuga es aproximadamente $\frac{1}{4}$ del precio de la bomba de émbolo equivalente.
- El espacio requerido es aproximadamente $\frac{1}{8}$ del de la bomba de émbolo equivalente.

- El peso es muy pequeño y por lo tanto las cimentaciones también lo son.
- El mantenimiento de una bomba centrífuga sólo se reduce a renovar el aceite de las chumaceras, los empaques del presa-estopa y el número de elementos a cambiar es muy pequeño.

Figura 2. Bomba centrífuga



Funcionamiento.

Las bombas centrífugas mueven un cierto volumen de líquido entre dos niveles; son pues, máquinas hidráulicas que transforman un trabajo mecánico en otro de tipo hidráulico. Los elementos constructivos de que constan son:

a) Una tubería de aspiración, que concluye prácticamente en la brida de aspiración.

b) El impulsor o rodete, formado por una serie de álabes de diversas formas que giran dentro de una carcasa circular. El rodete va unido solidariamente al eje y es la parte móvil de la bomba. El líquido penetra axialmente por la tubería de aspiración hasta el centro del rodete, que es accionado por un motor, experimentando un cambio de dirección más o menos brusco, pasando a radial, (en las centrífugas), o permaneciendo axial, (en las axiales), adquiriendo una aceleración y absorbiendo un trabajo.

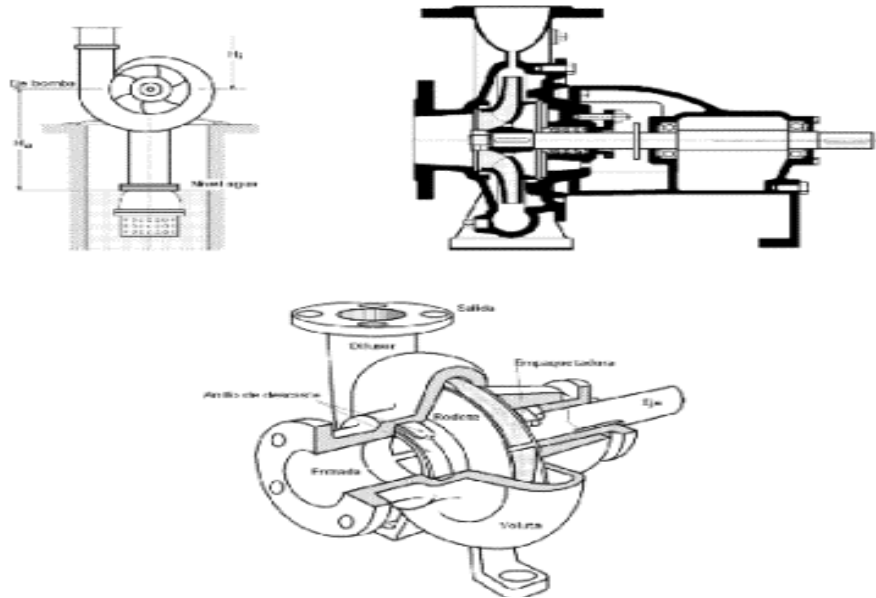
Los álabes del rodete someten a las partículas de líquido a un movimiento de rotación muy rápido, siendo proyectadas hacia el exterior por la fuerza centrífuga, de forma que abandonan el rodete hacia la voluta a gran velocidad, aumentando su presión en el impulsor según la distancia al eje. La elevación del líquido se produce por la reacción entre éste y el rodete sometido al movimiento de rotación; en la voluta se transforma parte de la energía dinámica adquirida en el rodete, en energía de presión, siendo lanzados los filetes líquidos contra las paredes del cuerpo de bomba y evacuados por la tubería de impulsión.

c) La carcasa, (voluta), está dispuesta en forma de caracol, de tal manera, que la separación entre ella y el rodete es mínima en la parte superior; la separación va aumentando hasta que las partículas líquidas se encuentran frente a la abertura

de impulsión; en algunas bombas existe, a la salida del rodete, una directriz de álabes que guía el líquido a la salida del impulsor antes de introducirlo en la voluta. La voluta es también un transformador de energía, ya que disminuye la velocidad (transforma parte de la energía dinámica creada en el rodete en energía de presión), aumentando la presión del líquido a medida que el espacio entre el rodete y la carcasa aumenta.

d) Una tubería de impulsión.- La finalidad de la voluta es la de recoger el líquido a gran velocidad, cambiar la dirección de su movimiento y encaminarle hacia la brida de impulsión de la bomba.

Figura 3. Bomba centrífuga, disposición, esquema y perspectiva



La estructura de las bombas centrífugas es análoga a la de las turbinas hidráulicas, salvo que el proceso energético es inverso; en las turbinas se aprovecha la altura de un salto hidráulico para generar una velocidad de rotación en la rueda, mientras que en las bombas centrífugas la velocidad comunicada por el rodete al líquido se transforma, en parte, en presión, lográndose así su desplazamiento y posterior elevación.

La voluta recibe el líquido que sale del impulsor y transforma la mayor parte de la energía cinética en energía de presión. El área de la sección transversal de la voluta aumenta progresivamente en el arco de 360° descrito en torno al impulsor. Debido a que la voluta no es simétrica existe un des-balance de presiones a lo largo de la misma, lo cual origina una fuerza radial muy considerable en caso de que la bomba trabajara fuera del punto de rendimiento óptimo la magnitud de este

empuje radial puede compensarse con un aumento del diámetro del eje con un sobre-dimensionamiento de los cojinetes, lo que encarece la bomba.

4.2.1.2. Bomba de difusor o bomba turbina. Este tipo de bomba se caracteriza por poseer, fijas a la carcasa, paletas direccionadoras del flujo de agua que sale del impulsor, el que recorre el camino establecido por las paletas fijas, a lo largo de las cuales ocurre la transformación de energía cinética en energía de presión.

Hay que hacer notar que las bombas con difusor presentan el serio inconveniente de proporcionar el choque entre las partículas de agua a la entrada de difusor, cuando la bomba trabaja en un punto deferente al de diseño. Si existe una alteración en el funcionamiento de la bomba, en relación a lo considerado en el diseño, cambia el ángulo de salida de los diferentes líquidos, pero no se altera el ángulo de los difusores, presentándose el choque entre partículas, con la consecuente pérdida de eficiencia de la máquina.

Figura 4. Bomba de difusor o turbina



Las bombas con difusores fueron muy utilizadas al inicio del desarrollo de las bombas centrifugas pero fueron perdiendo importancia al perfeccionarse las técnicas para construir carcazas.

4.2.1.3. Bomba vertical y horizontal. El eje de rotación de una bomba puede ser horizontal o vertical, (rara vez inclinado). De esta disposición se derivan diferencias estructurales en la construcción de la bomba que a veces son importantes, por lo que también las aplicaciones de los dos tipos de construcción suelen ser, a menudo, distintas y bien definidas.

4.2.1.3.1. **Bombas horizontales.** La disposición del eje de giro horizontal presupone que la bomba y el motor se hallan a la misma altura; éste tipo de bombas se utiliza para funcionamiento en seco, exterior al líquido bombeado que llega a la bomba por medio de una tubería de aspiración. Las bombas centrífugas, sin embargo, no deben rodar en seco, ya que necesitan del líquido bombeado como lubricante entre aros rozantes e impulsor, y entre empaquetadura y eje.

Como no son autoaspirantes requieren, antes de su puesta en marcha, el estar cebadas; esto no es fácil de conseguir si la bomba no trabaja en carga, estando por encima del nivel del líquido, que es el caso más corriente con bombas horizontales, siendo a menudo necesarias las válvulas de pie, (aspiración), y los distintos sistemas de cebado.

Como ventajas específicas se puede decir que las bombas horizontales, (excepto para grandes tamaños), son de construcción más barata que las verticales y, especialmente, su mantenimiento y conservación es mucho más sencillo y económico; el desmontaje de la bomba se suele hacer sin necesidad de mover el motor y al igual que en las de cámara partida, sin tocar siquiera las conexiones de aspiración e impulsión.

4.2.1.3.2. **Bombas verticales.** Las bombas con eje de giro en posición vertical tienen, casi siempre, el motor a un nivel superior al de la bomba, por lo que es posible, al contrario que en las horizontales, que la bomba trabaje rodeada por el líquido a bombear, estando, sin embargo, el motor por encima de éste.

4.2.1.4. **Bombas verticales de funcionamiento en seco.** En las bombas verticales no sumergidas, el motor puede estar inmediatamente sobre la bomba, o muy por encima de ésta. El elevarlo responde a la necesidad de protegerlo de una posible inundación o para hacerlo más accesible si, por ejemplo, la bomba trabaja en un pozo. El eje alargado puede ser rígido o flexible por medio de juntas universales, lo que simplifica el siempre difícil problema del alineamiento. Se emplean muy a menudo las mismas bombas horizontales modificadas únicamente en sus cojinetes. La aspiración es lateral, (horizontal); en las bombas grandes, frecuentemente, es por abajo, aunque a veces se transforma en lateral mediante un simple codo.

La ventaja de las bombas verticales, es que requieren muy poco espacio horizontal que las hace insustituibles en barcos, pozos, etc; sin embargo se

necesita un espacio vertical superior suficiente para permitir su cómodo montaje y desmontaje. Para bombas de gran caudal, la construcción vertical resulta en general más barata que la horizontal. Las bombas verticales se emplean normalmente en aplicaciones marinas, para aguas sucias, drenajes, irrigación, circulación de condensadores, etc.

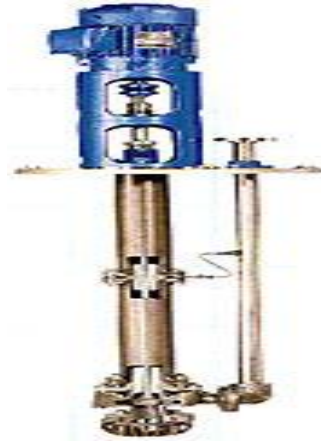
4.2.1.5. **Bombas verticales sumergidas.** El funcionamiento sumergido de las bombas centrífugas elimina el inconveniente del cebado, por lo que el impulsor se halla continuamente, aún parado, rodeado por el líquido a impulsar y, por lo tanto, la bomba está en disposición de funcionar en cualquier momento. El control de la unidad requiere únicamente la puesta en marcha del motor de accionamiento, sin necesidad de dispositivos adicionales de cebado previo. La aspiración, que es siempre por abajo, se hace a una cierta profundidad con respecto al nivel libre del líquido. Si esta profundidad es menor de lo debido, 2 ó 3 veces el diámetro del orificio de aspiración, se pueden crear en la superficie vórtices o remolinos por cuyo centro se introduce aire en la bomba, con la consiguiente pérdida de caudal y deficiente funcionamiento.

El eje del que van provistas estas bombas, va guiado normalmente por cojinetes de fricción separados a intervalos regulares (de 1,5 a 3 metros) y lubricados por aceite, grasa, o el mismo líquido bombeado; en este último caso, el eje se suele disponer en el interior de la tubería de impulsión vertical, cerca del motor, en que ésta se desvía horizontalmente mediante un codo adecuado. En los casos de lubricación por grasa o aceite, el eje va dentro de un tubo portador de los cojinetes, siendo este conjunto, a su vez, exterior o interior a la tubería de impulsión. La otra solución tiene la ventaja de requerir un menor espacio, siendo en ambos casos innecesaria la empaquetadura, lo que constituye también una circunstancia muy favorable, dados los inconvenientes que ésta lleva a veces consigo.

Las bombas sumergidas tienen la ventaja de ocupar un espacio horizontal mínimo, sólo el necesario para acomodar el motor vertical y la impulsión, siendo incluso ésta a veces subterránea. Las ventajas hidráulicas son evidentes al desaparecer todos los problemas de aspiración que constituyen el principal inconveniente en el funcionamiento de las bombas centrífugas. Desde un punto de vista mecánico, esta disposición presenta grandes inconvenientes con respecto a la horizontal. Las bombas son inicialmente más caras y su mantenimiento mucho más elevado, ya que cualquier reparación exige el desmontaje de la bomba para izarla a la superficie. El eje alargado, somete a los cojinetes a un trabajo duro que sobre todo, si están lubricados por agua o líquidos sin grandes propiedades lubricantes, hace que su vida sea corta e imprevisible.

Los tipos más importantes de bombas verticales sumergidas son, las bombas de turbina verticales o de pozo profundo, las bombas de hélice y las bombas de voluta sumergidas.

Figura 5. Bomba de eje vertical



4.2.1.6. **Bombas de turbina verticales.** Entre las bombas sumergidas, las más importantes son las llamadas de pozo profundo, de sondeo o de turbina vertical, que fueron desarrolladas para la explotación de pozos, perforaciones y sondeos de diámetro reducido. Esta circunstancia limita forzosamente la altura por etapa, lo que conduce al concepto de bombas multicelulares para reducir el espacio.

El impulsor de aspiración simple, puede ser radial o diagonal, según las condiciones de servicio y su construcción cerrada o semiabierta. Los impulsores semiabiertos, sin embargo, aparte de su mayor empuje axial, hasta el 50% mayor, requieren un ajuste vertical más cuidadoso durante el montaje. El conjunto de difusores del cuerpo de bomba y la tubería de impulsión, cuelgan del cabezal sobre el que va montado el motor, constituyendo el codo de desviación de la impulsión. A veces, los difusores se recubren interiormente de un esmalte especial que disminuye la rugosidad de la fundición y las pérdidas hidráulicas consiguientes, aumentando el rendimiento, dotando de una cierta uniformidad a las distintas unidades, lográndose una mejor resistencia a la corrosión y a la abrasión.

La construcción de estas bombas permite montar el número de etapas deseado, que puede llegar a 20 o más, añadiendo simplemente difusores e impulsores semejantes uno sobre otro, lo que dota de cierta elasticidad a las aplicaciones, con las consiguientes ventajas de estandarización, disponibilidad de repuestos, etc.;

no obstante, estas bombas participan de las desventajas mencionadas para las bombas verticales sumergidas, de ser caras y exigir unos costes de mantenimiento elevados. Las bombas verticales de turbina han llegado a un grado de perfección notable con rendimientos altos y determinadas ventajas hidráulicas; aunque empezaron siendo empleadas exclusivamente para riegos en pozos y perforaciones, sus aplicaciones industriales aumentan cada vez más, siendo en la actualidad más numerosas que las agrícolas, por lo que la denominación de bombas de pozo profundo va desapareciendo para adaptarse a la de bombas de turbina vertical. Dentro de este tipo se pueden distinguir las bombas provistas de eje alargado y accionadas por motor sumergible dispuesto inmediatamente por debajo de la bomba o bombas buzo.

4.2.1.7. **Bombas verticales de hélice.** Para manejar grandes caudales con pequeñas alturas se usan, a menudo, bombas hélice en posición vertical y funcionamiento sumergido. La simplicidad de estas bombas llega algunas veces a ser máxima, consistiendo sólo en el impulsor axial abierto provisto de un eje vertical, que gira dentro de la columna o tubería de impulsión. A veces pueden llevar un difusor o algunos álabes directores; a la entrada se pueden disponer también álabes directores, en alguna de estas bombas, con objeto de evitar o aminorar una pre-rotación excesiva de la vena líquida en la aspiración, que puede dar lugar a remolinos o vórtices en la superficie del líquido.

El eje puede estar lubricado por aceite, en cuyo caso va dispuesto dentro del correspondiente tubo protector con los cojinetes de apoyo. El impulsor puede ir en voladizo o bien tener cojinete inferior, que aunque constituye un pequeño estorbo para la aspiración, tiene un papel importante dado la estrecha tolerancia radial entre el impulsor y la tubería que le rodea. En ciertas bombas de este tipo es posible desmontar desde arriba el eje y el impulsor, sin necesidad de retirar la columna, facilitándose algo la accesibilidad y el mantenimiento, lo que es posiblemente el más grave inconveniente de las bombas sumergidas.

4.2.1.8. **Bomba con impulsor de flujo axial, radial y mixto.** Hemos considerado como bombas centrífugas al conjunto de las propiamente centrífugas o radiales, en las que la energía se cede al líquido esencialmente mediante la acción de la fuerza centrífuga, hasta las axiales, en las que la energía se cede al líquido por la impulsión ejercida por los álabes sobre el mismo.

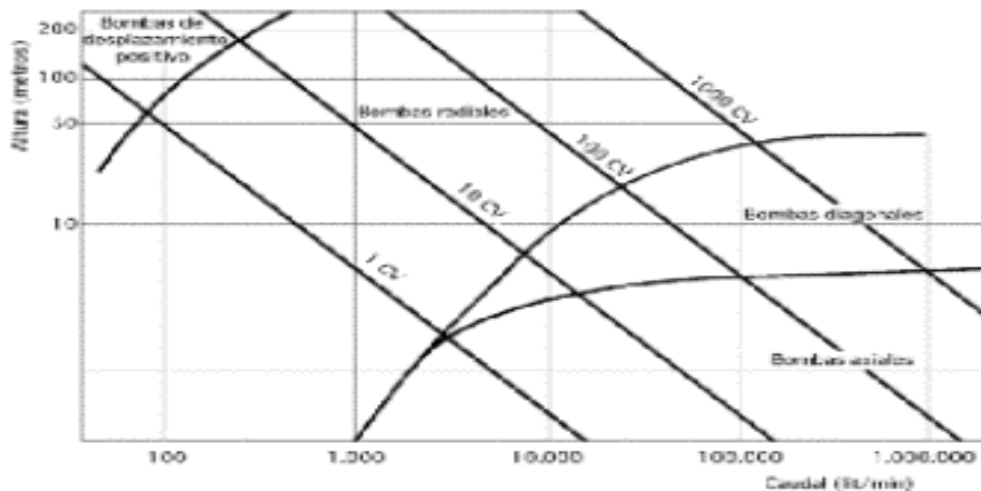
En las bombas centrífugas radiales la corriente líquida se verifica en planos radiales, en las axiales en superficies cilíndricas alrededor del eje de rotación y en las diagonales se verifica radial y axialmente, denominándose también de flujo mixto.

El tipo de una bomba, según esta primera clasificación, que atiende al diseño hidráulico del rodete impulsor, viene indicado por su velocidad específica en el punto de máximo rendimiento de la curva característica. El número específico de revoluciones nq no varía para un impulsor determinado, aunque lo haga su velocidad de giro n , ya que q y H_m se modifican también al mismo tiempo.

Cada impulsor tiene una velocidad específica determinada, si bien ésta depende también del sistema difusor. El valor de nq tampoco cambia al alterar las dimensiones absolutas de un impulsor; todos los impulsores de rendimiento aceptable que tienen una misma velocidad específica son geoméricamente semejantes, aunque pueden tener ligeras variaciones en el ángulo de salida, forma del álabe, etc. La velocidad específica del impulsor es un índice de su geometría y proporciona una idea de sus dimensiones principales. La relación entre los diámetros de entrada y salida d_1/d_2 , es (dentro de ciertos límites) directamente proporcional a nq y era uno de los índices utilizados antes de que se impusiera el concepto de velocidad específica.

La forma de los álabes en los impulsores de flujo radial es, en general, curvada hacia atrás con respecto al sentido de giro, $\beta_2 < 90^\circ$, y con superficies de simple curvatura, siendo la generatriz paralela al eje de rotación; en los impulsores helicoidales, los álabes son de doble curvatura y en los axiales tienen, además, un determinado perfil aerodinámico.

Tabla 1. Campos de aplicación de los tres tipos de bombas centrífugas



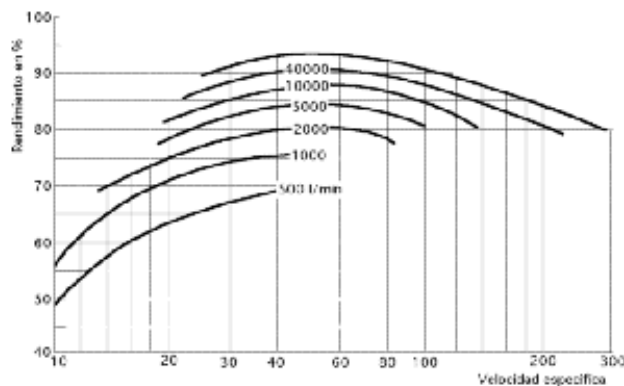
Rendimiento-velocidad específica.- En el extremo de las nq bajas, las pérdidas por rozamiento son grandes, de la forma:

- a) Pérdidas de carga debidas al más largo recorrido interno

b) Pérdidas por rozamiento de las paredes del rodete impulsor de gran diámetro al girar en el líquido, (rozamiento del disco). Las pérdidas por fugas son también grandes.

Al crecer la velocidad específica nq el rendimiento mejora hasta un cierto valor de la misma, por encima del cual, pérdidas superiores de difusión y deficiencia en el guiado del líquido le hacen disminuir de nuevo, aunque de manera más suave. Los rendimientos óptimos se calculan para una velocidad específica nq del orden de 50, en la que la combinación de las pérdidas descritas, unas decrecientes y otras crecientes con nq , tiene un efecto mínimo. El que bombas de igual velocidad específica puedan tener rendimientos diferentes, menores para caudales más bajos, se debe a que las leyes de semejanza hidráulica no se cumplen exactamente con tener sólo en cuenta la semejanza geométrica existente. En la actualidad, las curvas (rendimiento-velocidad específica) se van desplazando paulatinamente en sentido ascendente al ir consiguiendo la técnica bombas cada vez más perfeccionadas.

Tabla 2. Relación entre el rendimiento de diversas bombas centrífugas y su velocidad específica



4.2.1.9. **Bombas de desplazamiento positivo.** Estas bombas guían al fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que puede ser un embolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc., y la carcasa o el cilindro. “El movimiento del desplazamiento positivo” consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotatorio (rotor). Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo, tanto recíprocantes como rotatorias, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye volumen (impulsión), por esto a éstas

máquinas también se les denomina Volumétricas. Con el nombre general de Bombas Positivas se conoce a las Bombas Reciprocantes y a las Rotatorias, de las cuales a continuación expondremos sus características principales.

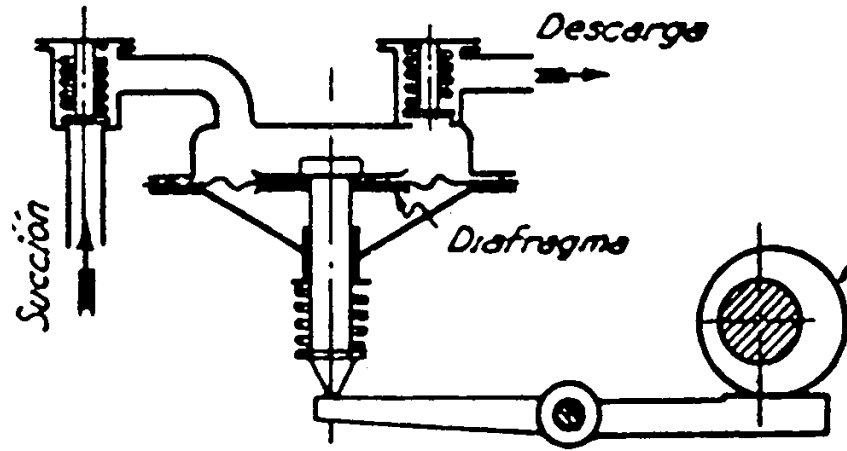
Las bombas positivas tienen la ventaja de que para poder trabajar no necesitan "cebarse", es decir, no es necesario llenar previamente el tubo de succión y el cuerpo de la bomba para que ésta pueda iniciar su funcionamiento, tal como acontece en las bombas centrífugas. En las bombas positivas, a medida que la bomba por sí misma va llenándose de líquido, éste va desalojando el aire contenida en la tubería de succión, iniciándose el escurrimiento a través del sistema cuando ha acabado de ser desalojado el aire. Para completar lo antes dicho relativo a las bombas positivas o de presión mecánica ya sea reciprocantes o rotatoria y por lo que respecta a la altura de succión más conveniente en ellas.

4.2.1.10. **Bombas Reciprocantes.** El funcionamiento de una Bomba Reciprocante depende del llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo, para lo cual cierta cantidad de agua es obligada a entrar al cuerpo de la bomba en donde queda encerrada momentáneamente, para después ser forzada a salir por la tubería de descarga. De lo anterior se deduce, en términos generales, que el gasto de una Bomba Reciprocante es directamente proporcional a su velocidad de rotación y casi independiente de la presión de bombeo.

Como el proceso de llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo requiere fricción por resbalamiento entre las paredes estacionarias del receptáculo y las partes móviles, estas bombas no son apropiadas para manejar líquidos que contengan arenas o materias en suspensión. Además, la variación cíclica del gasto de descarga puede obligar al empleo de Cámara de aire y de grandes tuberías. Estas bombas son relativamente de baja velocidad de rotación, de tal manera que cuando tienen que ser movidas por motores eléctricos deben ser intercaladas transmisiones de engranes o poleas para reducir la velocidad entre el motor y la bomba.

4.2.1.11. **Bomba de diafragma.** Ocasionalmente, las bombas reciprocantes están provistas de un diafragma flexible recíprocamente en vez de un émbolo o pistón reciprocante, con lo cual se elimina la fricción y las fugas en el punto donde el émbolo atraviesa la caja de empaque. Un ejemplo de esta bomba queda ilustrado en la figura en la cual el movimiento del diafragma es obtenido mediante una cama excéntrica y una palanca; las válvulas de succión y de descarga trabajan en forma ordinaria. Tales bombas son muy comunes en la actualidad para levantar combustible de los tanques posteriores de los automóviles a los carburadores de los mismos.

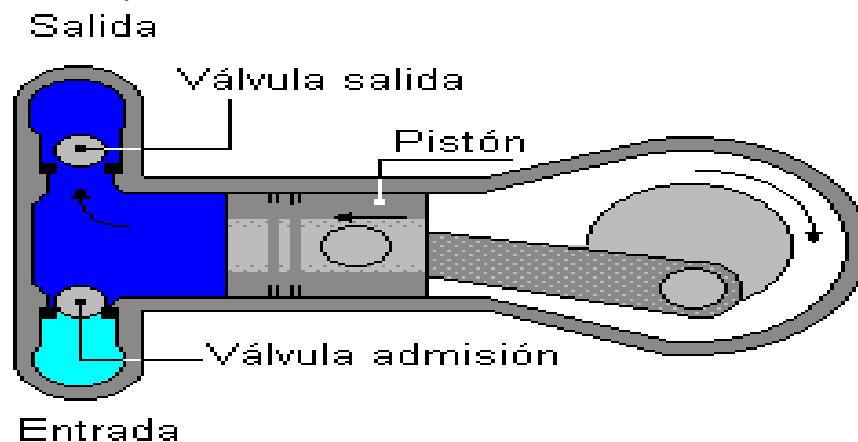
Figura 6. Bomba de diafragma



4.2.1.12. Bombas de pistón.

Una bomba de pistón es una bomba hidráulica que genera el movimiento en el mismo mediante el movimiento de un pistón. Las bombas de pistones son del tipo bombas volumétricas, y se emplean para el movimiento de fluidos a alta presión o fluidos de elevadas viscosidades o densidades. Cada movimiento del pistón desaloja, en cada movimiento un mismo volumen de fluido, que equivale al volumen ocupado por el pistón durante la carrera del mismo.

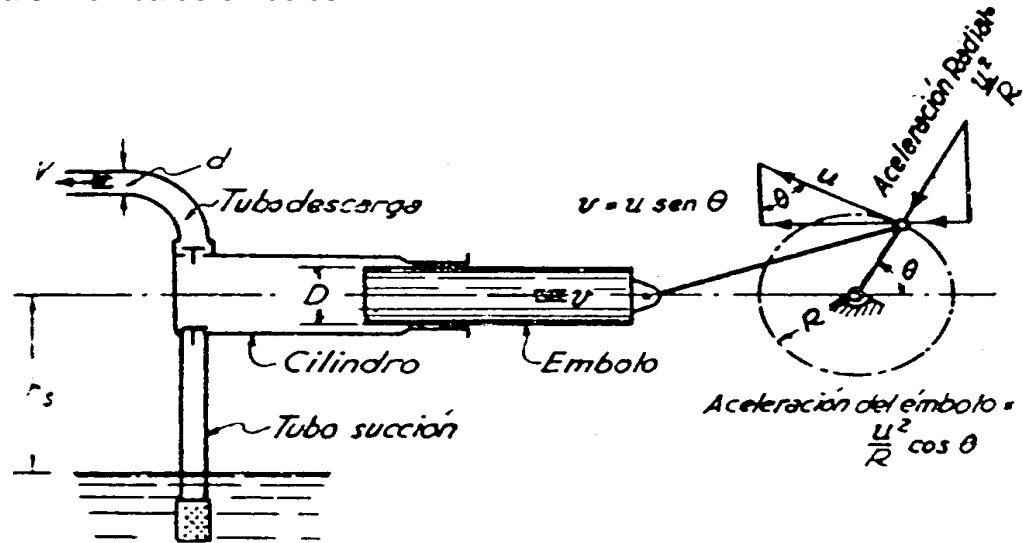
Figura 7. Bomba de pistón



4.2.1.13. **Bomba de Émbolo.** Los elementos de una Bomba Reciprocante, comúnmente llamada de émbolo o de presión, están mostrados esquemáticamente en la figura 8. En ella puede verse que, como la Manivela o Cigüeñal gira con una velocidad uniforme, accionada por el motor, el émbolo o

pistón se mueve hacia adelante y hacia atrás en el cuerpo del cilindro; en el golpe hacia afuera un vacío parcial detrás del émbolo permite a la presión atmosférica que obra sobre la superficie del agua en el pozo y hace subir el agua dentro del tubo de succión, el cual, pasando por la válvula de succión llena el cilindro; en el golpe hacia adentro, la válvula de succión se cierra y el agua es presionada a salir hacia el tubo de descarga.

Figura 8. Bomba de émbolos.



Eficiencia Volumétrica de una bomba de émbolo:

$$\eta_{vol} = \frac{Q - Q_E}{Q} \cdot 100$$

Gasto ideal o teórico:

$$Q_i = \frac{\pi}{4} D^2 v$$

Gasto efectivo:

$$Q_e = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{2RN}{60} \frac{100 - \text{fugas}}{100}$$

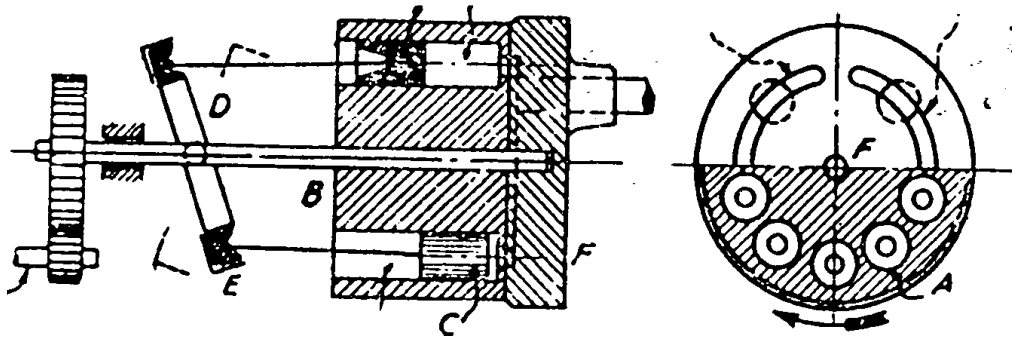
Presión dinámica o de inercia que tiene lugar en las tuberías de descarga y de succión de una bomba de émbolo:

$$P_i = \frac{\omega L}{g} \frac{2\pi N}{60} R \cos \theta \frac{D}{d}^2$$

$$P_i = KLRN^2 \cos \theta \frac{D}{d}^2$$

4.2.1.14. **Bomba de émbolo de descarga variable.** En sistemas de transmisión de circuito hidráulico cerrado, es algunas veces necesaria una forma de bomba cuyo gasto de descarga pueda ser variado sin cambiar la velocidad de rotación. Tal bomba está indicada en la figura, tiene un cierto número de cuerpos cilíndricos paralelos A, hechos formando un bloque B, que gira mediante engranes alrededor de un eje central.

Figura 9. Funcionamiento de bomba de embolo de descarga variable.



Los pistones o émbolos están articulados a un anillo D que es mantenido en contacto con un platillo E, el cual puede inclinarse fuera de la perpendicular; de este modo cuando el anillo D gira en conjunto con el bloque de cilindros, también se balancea e imparte el movimiento recíprocante necesario a los pistones o émbolos.

En estas bombas no son necesarias las válvulas que tienen las bombas de émbolo antes descritas; en su lugar tienen dos entradas o ranuras semicirculares que obturan las extremidades de los cilindros, una de las entradas está conectada a la tubería de succión y la otra a la de descarga. Así todos los cilindros del bloque en el lado en que suben los émbolos, que es cuando se mueven éstos hacia afuera, son puestos en comunicación directa con la tubería de succión, mientras que el líquido descargado de los cilindros en los cuales bajan los émbolos, tienen salida libre al tubo de descarga.

A fin de variar el gasto de descarga de la bomba, es necesario alterar la carrera de los émbolos, lo cual puede hacerse cambiando el ángulo de inclinación del plato E. Para este objeto el plato está montado sobre ejes, de tal modo que él puede mecerse alrededor de un eje horizontal, transversal al eje principal de la bomba. Mientras más normal se hace el plato E, menor será la descarga, hasta que ésta

cesa por completo cuando el plato E, es paralelo a F. Si se sigue variando la inclinación, el escurrimiento vuelve a tener lugar; pero ahora en sentido contrario, saliendo el líquido por el tubo en que antes se hacía la succión. Debido al hecho de que estas bombas son empleadas exclusivamente para manejar aceite y de que todas las partes móviles están ahogadas en aceite, a pesar del número de superficies de fricción que tienen, alcanzan una alta eficiencia, de un ochenta por ciento o más. La presión media usual de trabajo es de unos 35 kg/cm².

4.2.1.15. **Bombas rotatorias.** Estas bombas, como ya antes se dijo» no tienen válvulas ni partes reciprocantes; el movimiento del líquido es efectuado por la acción combinada de dos elementos giratorios semejantes a las ruedas dentadas. En la bomba Stone-Paramor, el elemento giratorio que es acoplado directamente a la flecha motora, es un piñón de cuatro dientes que engrana con una corona dentada de seis dientes. Esta corona gira dentro de la armadura de la bomba a $\frac{2}{3}$ de la velocidad con que gira la flecha motora. Una lengüeta fija de forma creciente y saliente de la armadura, impide el de descarga a la de succión. Cuando se bombea aceite lubricante contra una presión de unos 7 kg/cm² a esta máquina tiene una eficiencia mecánica de más de 70% y una eficiencia, volumétrica de 95%. No debe intentarse el emplearla para el bombeo de líquidos delgados. Debido a su gasto de descarga casi uniforme, las bombas positivas rotatorias pueden trabajar a grandes velocidades sin el peligro de que se presenten presiones de inercia ni aún en el caso de no ser empleadas cámaras de aire. Las bombas Stone-Paramor, por ejemplo, con una capacidad de 720 litros por minuto pueden trabajar a 300 r.p.m.

Figura 10. Funcionamiento de bombas rotatorias

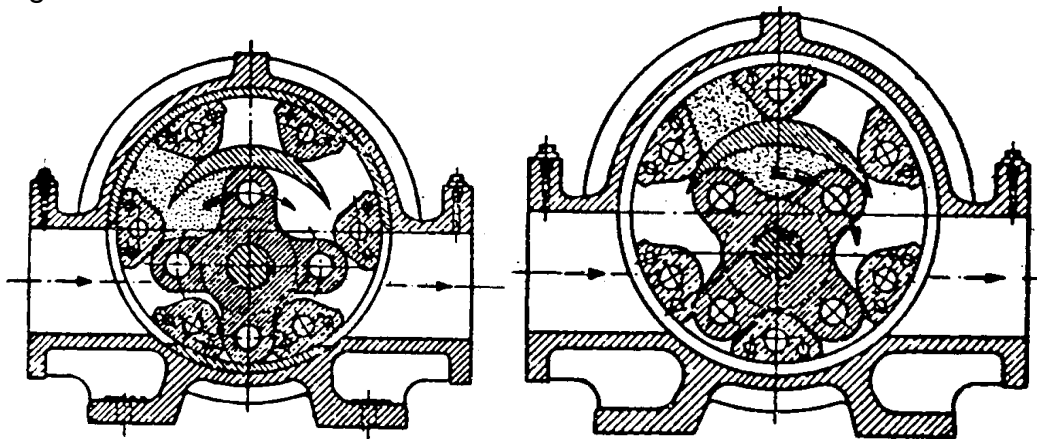
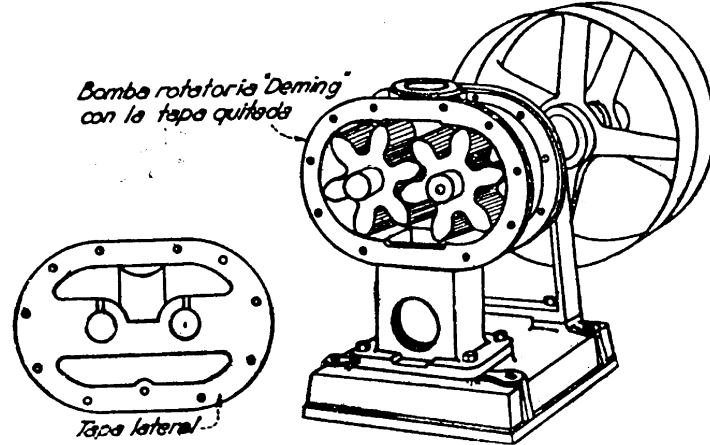


Figura11. Bomba rotatoria.



4.2.1.16. **Bombas Lobulares.** Éstas se asemejan a las bombas del tipo de engranes en su forma de acción, tienen dos o más rotores cortados con tres, cuatro, o más lóbulos en cada rotor. Los rotores se sincronizan para obtener una rotación positiva por medio de engranes externos. Debido a que el líquido se descarga en un número más reducido de cantidades mayores que en el caso de la bomba de engranes, el flujo del tipo lobular no es tan constante como en la bomba del tipo de engranes. Existen también combinaciones de bombas de engrane y lóbulo.

4.3. FILTRO PRENSA.

El filtro prensa es un sistema de filtración por presión. Consisten en una serie de placas y marcos alternados con una tela filtrante a cada lado de las placas. Las placas tienen incisiones con forma de canales para drenar el filtrado en cada placa. Con capacidad de 0.5 a 300 pies cúbicos. Podemos encontrarlas en acero al carbón resistencia química o bien de acero inoxidable.

Los filtros prensa de placas y marcos están concebidos para suspensiones cargadas que forman una torta, están formados por una serie de platos verticales yuxtapuestos alternativamente con armazones huecos en los cuales se acumula la torta. El soporte de filtración está formado por telas que sujetan los platos acanalados. El filtrado fluye tras cruzar el tejido filtrante por las conducciones adecuadas.

Figura 12. Filtros tipo prensa.



Las lonas que cubren las placas son el corazón del filtro prensa. En los inicios, se utilizaba algodón con diferentes tipos de hilado para retener los sólidos en suspensión a tratar, pero en la actualidad, existen multitud de materiales en tejidos técnicos. Destacan principalmente tres compuestos en tejidos técnicos para la retención de partículas: el polipropileno (PP), el poliéster (PE) y la poliamida (PA), cuyo uso se determina por diversos factores, tales como temperatura y presión de trabajo. Con estos materiales se fabrican diferentes tipos de hilos: monofilamentos, donde una única fibra compone el material y los multifilamentos, donde diversas fibras entrelazadas componen el filamento. Una vez tejido el material con el hilo y tipo de lazada necesario se termofija y se calandra.

Las fibras sintéticas al salir de la hilera se someten a un proceso de estirado en el que se produce la orientación de las moléculas en el sentido del eje de la fibra, produciéndose una cristalización que se fija al enfriarse. Con esto se crean unas tensiones internas. Mediante el termofijado, aportación de calor, se libera a las materias textiles de dichas tensiones llevándolas a un estado de equilibrio que las protegerá de toda deformación posterior. El termofijado es estable siempre y cuando no existan condiciones de temperatura superiores que lo modifiquen posteriormente. El calandrado es un proceso de conformado que consiste en hacer pasar el material a presión entre rodillos de metal generalmente calientes que giran en sentidos opuestos. Con esta presión y aplastamiento, cerramos los

poros del tejido y podemos controlar parte de su porosidad para que retengan las partículas deseadas. Los platos y los armazones reposan sobre tirantes de acero horizontales y robustos que se ajustan unos contra otros entre dos soportes, uno de los cuales es fijo y el otro móvil. El cierre del filtro es manual en los modelos pequeños: hidráulico y más o menos automatizado en los aparatos más importantes. Cuando los bastidores están completamente llenos de torta el caudal de filtración es prácticamente nulo y finaliza la filtración.

4.3.1. Usos y aplicaciones. Los filtro prensa tienen una amplia aplicación en la separación sólido-líquido. Se utilizan mucho para el filtrado y clarificación de numerosos líquidos, también tienen utilidad en las industrias químicas o en las de los textiles artificiales, industria azucarera, cervecera, vinificación, industrias aceiteras, industria cerámica o en ciertas industrias extractivas. Actualmente los filtros prensa tienen un uso preferencial en muchas industrias por los altos rendimientos obtenidos, factor determinante en la industria pesada y minera, donde se exigen respuestas muy efectivas con equipos de nivel técnico especial.

4.4. FILTROS DE CELULOSA

Se fabrican a partir de algodón de alta calidad tratado para alcanzar un contenido en celulosa alfa del 98%. Estos filtros de celulosa se usan en aplicaciones generales de filtración con retención de partículas tan bajas como 2.5 μm . Además se dispone de una amplia combinación de retención y velocidad de flujo que se adaptan a casi todas las aplicaciones de laboratorio. La gran variedad de tipos de filtros de papel disponibles favorece el continuo aumento del grado de pureza, dureza y resistencia química.

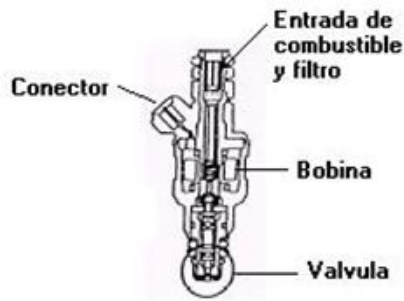
Figura 13. Filtros de celulosa tipo prensa.



4.5. LOS INYECTORES

Los inyectores son electroválvulas. En su interior hay una bobina, una armadura, un resorte y una válvula. Cuando una corriente eléctrica pasa a través de la bobina, se crea un campo magnético que hace que la válvula se abra. Es importante recordar que después de un tiempo prolongado del uso de un vehículo con sistema de inyección de gasolina se efectúe la limpieza de los inyectores, debido a la formación de sedimentos en su interior que impiden la pulverización adecuada del combustible dentro del cilindro, produciendo marcha lenta irregular, pérdida de potencia que poco a poco se va apreciando en la conducción.

Figura 14. Esquema del inyector.



Se puede adquirir en las tiendas de partes, líquidos limpiadores de inyectores que se pueden agregar al combustible, y que son relativamente efectivos. Estos limpiadores se le pueden agregar al combustible periódicamente, considerando este procedimiento como un programa de mantenimiento regular. Otra forma de limpiar los inyectores más rápidamente es inyectar en el sistema de inyección solventes desincrustadores directamente con el combustible en las tuberías mientras el motor se encuentra en marcha acelerada a un nivel de R.P.M. que permita el arrastre de las incrustaciones y el carbón que se puedan haber depositado en los inyectores. Esto se denomina limpieza de inyectores sin desmontar del motor. Otro procedimiento de mayor efectividad, es el de limpiar los inyectores desmontándolos de su alojamiento y también desmontando los rieles de combustible, sumergirlos en solventes para limpieza de los mismos y a los inyectores colocarlos en equipo de ultrasonido para que puedan desprenderse de su interior todos los residuos carbonosos y luego hacerlos funcionar a cada uno con un generador de pulsos. Esto se denomina limpieza de inyectores sin desmontar del motor.

Terminada la operación limpieza, se montan en un banco de caudales para reproducir el funcionamiento y medir el rendimiento de cada uno que no debe

superar un 10 por ciento entre todos los inyectores. En aquellos casos que los inyectores se encuentren por debajo del 10 por ciento del mejor se deben inspeccionar para ver si todavía no están suficientemente limpios o reemplazarlos por defectuosos. Cuando se reinstalan los inyectores se deben reemplazar los anillos O de cada inyector para asegurarse para que no se produzcan perdidas de combustible que son tan peligrosas. Cuando se trabaja en las tuberías de combustible en un sistema de inyección se debe tener muy en cuenta que el sistema puede estar bajo presión, por lo tanto lo primero que se debe hacer antes de desmontar algo, es sacarle la presión de combustible remanente, para lo cual se deben colocar alrededor de las tuberías trapos absorbentes o papeles que puedan retener todo el combustible para que no se derrame, porque puede ser fatal, considerando el grado de inflamabilidad de la gasolina.

4.5.1. Limpieza de inyectores por ultrasonido. Este procedimiento consiste en desmontar los inyectores del motor y luego ponerlos a funcionar dentro de un Equipo de Ultrasonido. Los inyectores deben estar funcionando bajo la acción de un Generador de pulsos y al mismo tiempo estar sometidos a la acción de un Equipo de Ultrasonido.

Figura 15. Lavador de ultrasonido y generador de pulsos.



Un equipo de ultrasonido es una herramienta muy interesante para tener en un taller de reparaciones. No solo le servirá para limpiar inyectores, sino que también le será de mucha utilidad para limpiar todo tipo de piezas, especialmente aquellas donde se desee limpiar partes internas y que no es posible llegar a estas partes, como por ejemplo: Carburadores, Válvulas, Electroválvulas, rodamientos, etc.

4.5.2. Limpieza de inyectores sin desmontar. Para este procedimiento se suele usar un equipo especialmente diseñado para tal fin. La técnica consiste en realizar un puente entre la llegada de combustible y el retorno hacia el tanque, de tal forma que el combustible retorne sin pasar por el riel. Luego se ingresa un combustible “Limpiador “ por la entrada de combustible hacia los inyectores, a la presión de trabajo, y se hace funcionar el motor con este combustible. Este producto combustible, tiene la particularidad que al pasar por los inyectores., limpia los mismos en su interior. Es un sistema efectivo, sobre todo en aquellos motores donde es complicado desmontar inyectores. Pero no es una limpieza tan profunda y además no se pueden probar los inyectores en un banco de comprobación. De todas formas es efectiva en muchos casos.

Figura 16. Acople para ingresar líquido limpiador al sistema.



Figura 17. Capsula de aluminio



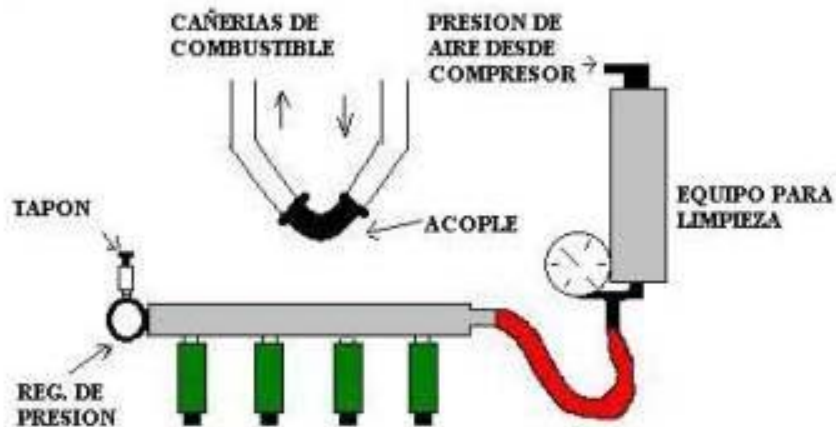


Figura 18. Esquema de lavado de inyectores.

- Las cañerías de llegada y retorno de combustible son acopladas entre si, de esta forma el combustible retorna al tanque sin desconectar eléctricamente la bomba de combustible.
- El Equipo Limpiador se conecta a la entrada de combustible.
- En la salida hacia el retorno se coloca un tapón sobre el regulador de presión.
- Se aplica presión de aire sobre el equipo conteniendo en su interior el agente limpiador.

4.6. SISTEMA DE INYECCION.

Con la rápida evolución de los motores en los automóviles, el viejo carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuesta rápida en aceleración, etc.

Los sistemas de inyección electrónica de combustible tienen por objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más ahorro, en todos los regímenes del funcionamiento. Para que el motor tenga un funcionamiento suave, económico y no contamine el medio ambiente, el necesita recibir una mezcla aire/combustible perfecta en todos los niveles de rotación. Un carburador, por mejor que sea y por mejor que este su regulación, no consigue alimentar al motor en la porción ideal de mezcla. Los sistemas de inyección electrónica tienen esa característica, o sea, que permite que el motor reciba solamente el volumen de combustible que se necesita. Los sistemas de inyección posibilitan:

1. Menor contaminación.
2. Mayor economía.

3. Mejor rendimiento del motor.
4. Arranques más rápidos.
5. Dispensa utilización del estárter.
6. Mejor aprovechamiento del combustible.

4.6.1. Principio de funcionamiento. Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de rotación señala a la unidad de comando la rotación del motor. En el movimiento de bajada, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que se aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor. El medidor informa a la unidad de comando el volumen de aire admitido. La unidad de comando, a su vez, permite que las válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando la perfecta relación aire/combustible, que es llamada la mezcla. Cuando más adecuada la mezcla, mejor el rendimiento y la economía, con una menor emisión de gases contaminantes.

Los sistemas de inyección son constituidos básicamente por sensores y actuadores. Los sensores son componentes que están instalados en varios puntos del motor y sirve para enviar información a la unidad de comando y los actuadores, son los componentes que reciben informaciones de la unidad de comando y actúan en el sistema de inyección, variando el volumen de combustible que el motor recibe, corrigiendo el punto de encendido, ralenti, etc.

4.6.2. Tipos de sistema de inyección más comunes.

4.6.2.1. Inyección multipunto. Utiliza una válvula de inyección para cada cilindro del motor. Su función es suministrar el volumen exacto para los distintos regímenes de revoluciones. La unidad de comando recibe muchas señales de entrada que llegan de los distintos sensores que envían informaciones de las condiciones instantáneas de funcionamiento del motor. La unidad de comando compara las informaciones recibidas y determina el volumen adecuado de combustible para cada situación. Esta cantidad sale por los inyectores que reciben una señal eléctrica conocida como tiempo de inyección. Los inyectores pulverizan la mezcla simultáneamente en cada cilindro.

Figura 19. Sistema de inyección multipunto.

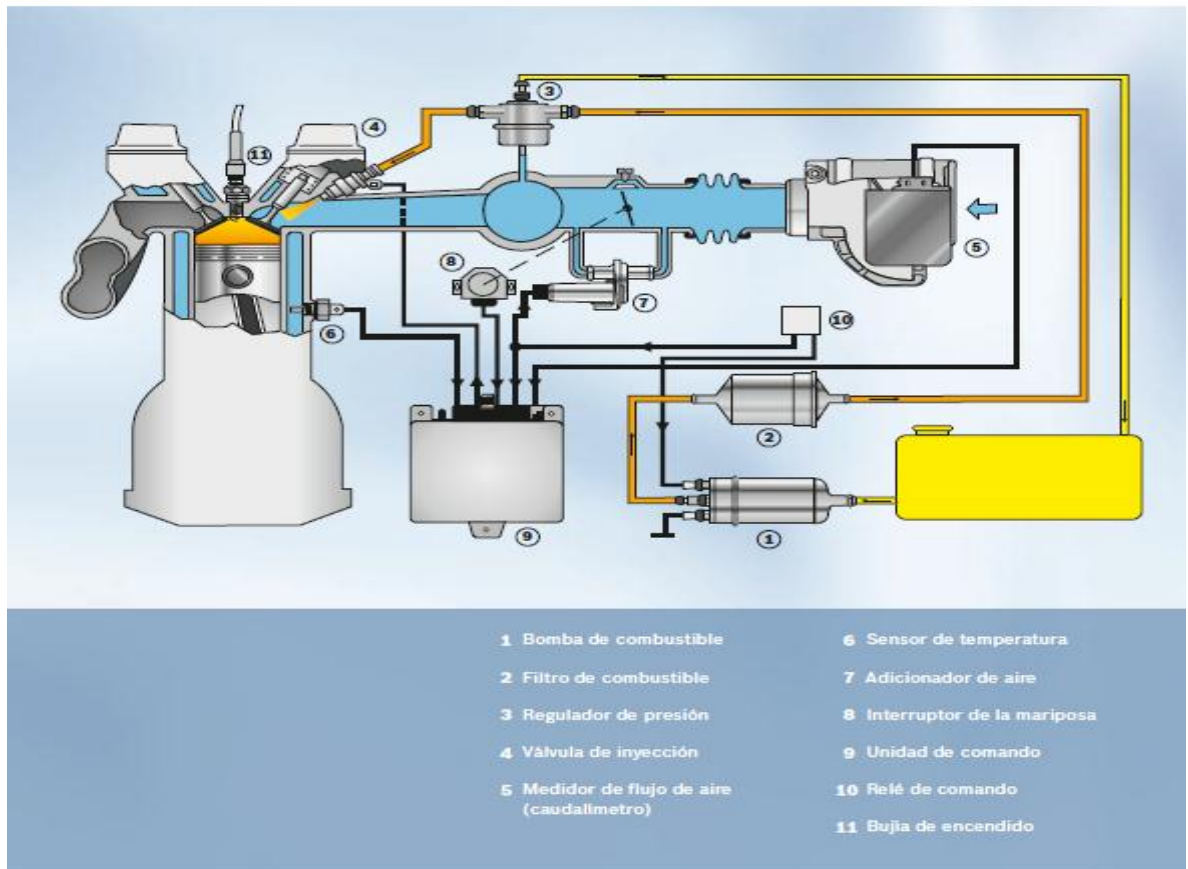
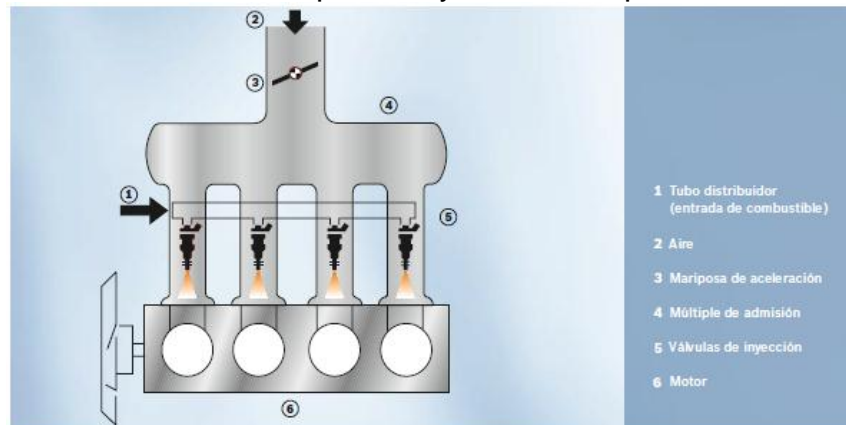


Figura 20. Distribución en el múltiple de Inyección multipunto.



4.6.2.2. Inyección monopunto. La principal diferencia del sistema monopunto es utilizar una sola válvula para todos los cilindros. La válvula está instalada en el cuerpo de la mariposa. El cuerpo de la mariposa otros componentes en diferentes puntos del vehículo ej: actuador de ralentí, potenciómetro de mariposa y otros más.

Figura 21. Sistema de inyección monopunto.

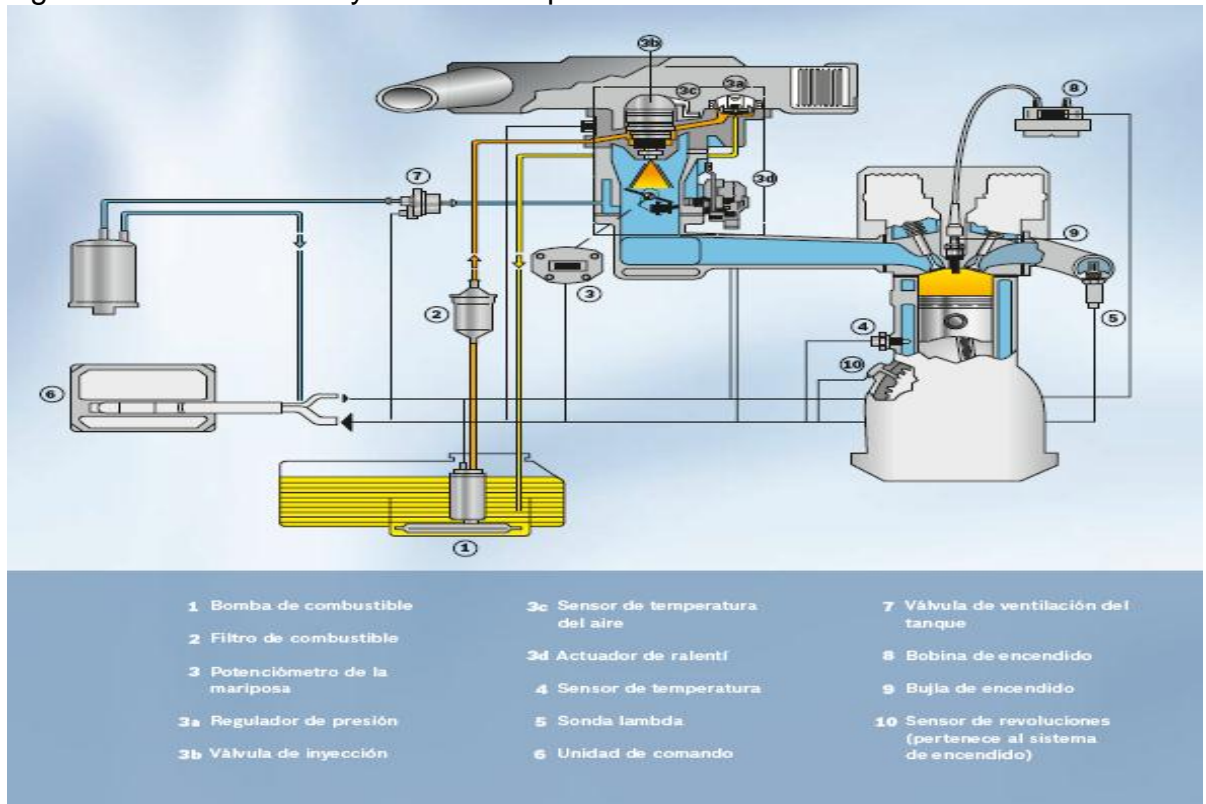
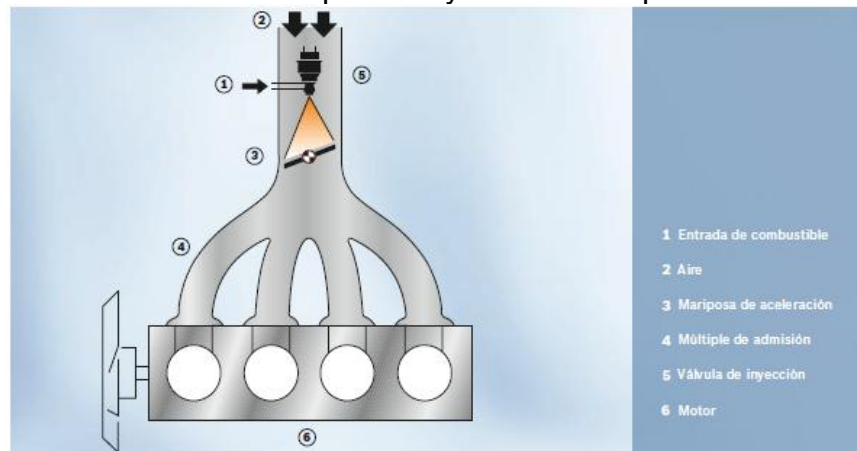


Figura 22. Distribución en el múltiple de Inyección monopunto.



4.6.3. Componentes del sistema de alimentación de combustible.

4.6.3.1. **Bomba eléctrica de combustible y modulo.** El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, que lo suministra bajo presión a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección.

Figura 23. Bombas eléctricas de combustible



La bomba provee más combustible que lo necesario, para mantener en el sistema una presión constante en todos los regímenes del funcionamiento. Lo que sea excedente retorna al tanque. La bomba no presenta ningún riesgo de explosión, porque en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. En la bomba no hay mantenimiento, es una pieza sellada. Debe ser probada y reemplazada si es necesario.

4.6.3.2. Prefiltro.

- No se debe olvidar que también hay el prefiltro antes de la bomba.
- No reemplazarlo puede quemar (dañar) la bomba.
- Bombas funcionando sin el prefiltro pueden aspirar impurezas contenidas en el combustible.
- En ese caso se daña la bomba, y no hay garantías.

Figura 24. Prefiltro de combustible.



4.6.3.3. **Filtro de combustible.** Es lo que más se desgasta en el sistema. El filtro está instalado después de la bomba, reteniendo posibles impurezas contenidas en el combustible. El filtro posee un elemento de papel, responsable por la limpieza del combustible, y después se encuentra una tela para retener posibles partículas del papel del elemento filtrante. Este es el motivo principal que el combustible tenga una dirección indicada en la carcasa del filtro, y debe ser mantenida, de acuerdo con la flecha.

Figura 25. Filtro de combustible.

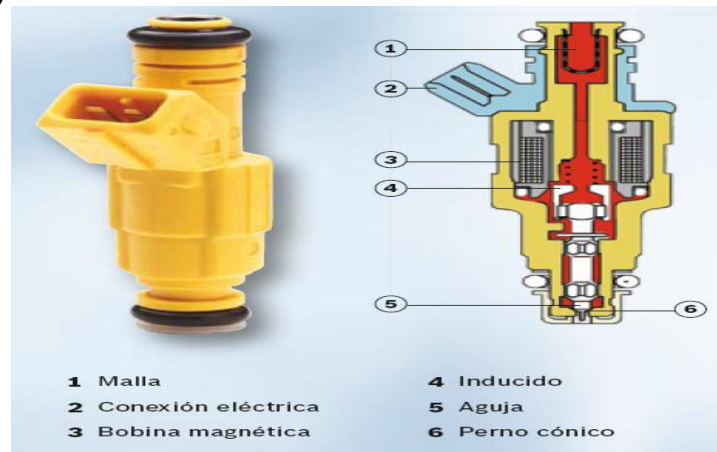


Es el componente mas importante para la vida útil del sistema de inyección, se recomienda cambiarlo cada 20.000km en promedio. En su mayoría, los filtros están instalados abajo del vehículo, cerca del tanque. Por no estar visible, su remplazo muchas veces se olvida, lo que produce una obstrucción en el circuito. El vehículo puede parar y dañar la bomba.

4.6.3.4. Válvula de inyección ó inyectores. En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible

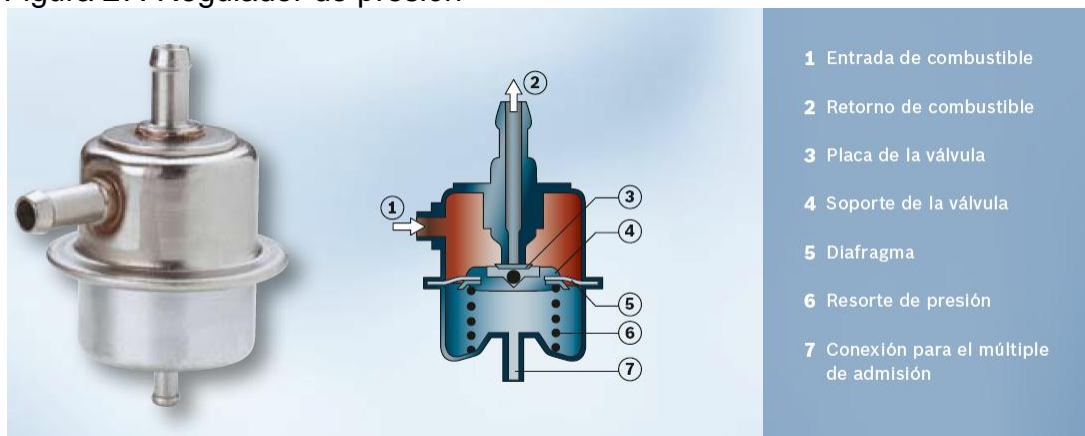
pulverizado se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que resultara en la combustión. Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por pulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando.

Figura 26. El inyector



4.6.3.5.Regulador de Presión de combustible. El regulador mantiene el combustible bajo presión en el circuito de alimentación, incluso en las válvulas de inyección. Se encuentra instalado en el tubo distribuidor o en el circuito junto con la bomba, es un regulador con flujo de retorno.

Figura 27. Regulador de presión



El regulador garantiza presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de revoluciones.

4.6.3.6. Depósito de combustible. Es el encargado de almacenar el combustible para la distribución por el sistema de inyección de l vehículo. A nivel nacional e internacional el mercado ofrece alternativas para realizar este procedimiento pero son de procedimientos muy complejos y dejan de ser rentables.

Figura 28. Tanque de combustible



4.7. DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y CÁLCULO DE LAS BOMBAS.

4.7.1. Principios para el diseño. Para llevar a cabo el diseño de las tuberías que componen las distintas líneas de proceso se dividirán éstas en tramos, cada uno de los cuales estará formado por la porción de línea comprendida entre dos equipos consecutivos. De esta forma los diferentes aspectos a calcular (diámetro óptimo de la conducción, pérdidas de carga, etc.) se evaluarán independientemente para cada uno de estos tramos. La definición y descripción de los diferentes tramos de tubería se realizará sobre el correspondiente diagrama de flujo, usándose para designar cada uno de ellos los nombres de los equipos que constituyen su principio y su final.

4.7.2. Determinación del diámetro óptimo de la conducción. Un aspecto muy importante a tener en cuenta para el diseño del sistema de tuberías sistema es el de la velocidad que alcanza el fluido por el interior de las conducciones. Dicha velocidad, en el caso de la circulación isoterma de fluidos incompresibles, viene determinada por el caudal y el diámetro de la sección interna de la conducción, y para cada fluido tiene un valor máximo que no debe ser sobrepasado, ya que de lo contrario puede producirse un deterioro del producto por tratamiento mecánico inadecuado. Los valores aproximados que se usan en la práctica dependen del tipo de fluido que se trate, pero los más corrientes se recogen en la Tabla 3. Los valores de la tabla son los más corrientes en la práctica ordinaria, sin embargo, en

condiciones especiales, pueden requerirse velocidades que están fuera de los intervalos indicados. Las velocidades pequeñas han de ser las más utilizadas, especialmente cuando el flujo es por gravedad desde tanques elevados

Tabla 3. Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías.

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

4.7.3. Cálculo de las pérdidas de carga. El rozamiento de un fluido con las paredes de la tubería por la que circula provoca en el mismo una caída de presión. Conocer el valor de esta caída de presión es necesario de cara al cálculo de las bombas, pero también para comprobar que el diámetro elegido para la conducción es suficiente, pues de ser éste muy pequeño la pérdida de carga que se produzca será muy elevada. En este sentido se consideran valores razonables de caída de presión en una conducción los siguientes (para caudales de 0 a 60 m³/h):

- Zona de aspiración de bombas: 0.40 kg/cm² (0.39 bar)
- Zona de impulsión de bombas: 0.6 a 0.8 kg/cm² (0.59 a 0.78 bar)

De esta forma, al realizar el cálculo de las pérdidas de carga, se procurará que, en la medida de lo posible, no superen los valores anteriores. Si esto sucediere habrá de aumentarse el diámetro de la conducción por encima del que recomienda la velocidad de circulación máxima del fluido, de modo que la pérdida de carga disminuya. Sin embargo, en algunos casos, no será posible incrementar dicho valor ya que éste se halla igualmente limitado por el diámetro de las conexiones de los equipos (sobre el que ha de informar el fabricante).

Para calcular las pérdidas de carga en una conducción se suele utilizar la ecuación de Fanning, que expresada en términos de altura es la siguiente:

$$H = \left(\frac{4 \cdot f \cdot L}{d} \right) \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H es la pérdida de carga en metros de columna de líquido (m.c.l.)

f es un coeficiente de fricción adimensional

L es la longitud de la tubería, m

d es el diámetro interior de la tubería, m

v es la velocidad del fluido, m/s

g es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

El coeficiente de fricción "f" es función del tipo de flujo y se calcula del modo siguiente:

- Si el flujo es laminar ($Re \leq 2000$):

$$f = \frac{16}{Re}$$

- Si el flujo es turbulento ($Re \geq 4000$) o pertenece a la llamada zona de transición ($2000 < Re < 4000$) se recurre a diagramas como el de Moody que expresa la relación entre "f", el número de Reynolds (Re) y un parámetro conocido como rugosidad relativa de la conducción, que se representa como ϵ/d (d sigue siendo el diámetro interno de la conducción) y que se encuentra tabulado para distintos materiales. En concreto y para tubos de acero inoxidable el valor de diseño de ϵ es de 0.006 cm. Por tanto para calcular las pérdidas de carga se hace necesario caracterizar el tipo de flujo que se da en la conducción, para lo que es preciso conocer el número de Reynolds, el cual se calcula de la expresión siguiente:

$$Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

Donde:

v y d representan las magnitudes ya indicadas

ρ es la densidad del fluido, kg/m³

μ es la viscosidad dinámica del fluido, Pa·s

Todo lo anterior es válido para fluidos newtonianos pero si el fluido no es de esta clase, será necesario, para calcular el factor de fricción de Fanning, recurrir a un gráfico de Moody modificado en el que se usa el número de Reynolds generalizado, que se calcula de la expresión siguiente:

$$Re' = \frac{d^n \cdot v^{(n-1)} \cdot \rho}{\mu}$$

Donde:

n es el exponente de la ley de la potencia para el fluido en cuestión.

A pesar de que la longitud que figura en la ecuación de Fanning se refiere a la de la conducción, los accesorios incluidos en la misma (válvulas, codos, té, reducciones, etc.) provocan también una pérdida de carga en el fluido, que ha de ser tenida en cuenta en la ecuación anterior. La forma más usual de considerar dicha pérdida de carga es a través del concepto de longitud equivalente. Por longitud equivalente de un accesorio determinado se entiende la longitud de un tramo recto de tubería capaz de producir la misma pérdida de carga que estos elementos. Así la longitud de tubo que se usa en la ecuación de Fanning es la suma de la longitud efectiva de la tubería recta y la longitud equivalente de los accesorios insertos en ella. Dichas longitudes equivalentes se encuentran tabuladas para distintos tipos de accesorio en función de las dimensiones de la tubería. A continuación se incluye una tabla (Branan, C.R. (editor), Rules of thumb for chemical engineers: a manual of quick, accurate solutions to everyday process engineering problems, Gulf Professional, Amsterdam, 2005) con valores adecuados para estas longitudes equivalentes:

Para establecer el número de válvulas a colocar se debe tener en cuenta la disposición de las bombas reflejada en los diagramas de flujo y la necesidad de derivar el flujo. La colocación de las bombas responde a los criterios que se establecerán seguidamente en el apartado correspondiente. Otros elementos que forman parte de las líneas de proceso y que pueden provocar elevadas caídas de presión por fricción, son los propios equipos. Entre éstos los que más pérdidas de carga provocan son los filtros y los cambiadores de calor, especialmente los de placas. A continuación se presentan, a modo de ejemplo, valores aproximados para las pérdidas de carga provocadas por dichos equipos. Para obtener información para otros equipos hay que remitirse en casi todos los casos al fabricante (catálogos, páginas web o consulta directa al proveedor).

- Filtros de tela o malla metálica: 1 bar/elemento filtrante.

- Cambiadores de calor de placas: 1 bar por cada sección del mismo que atraviese el producto.

Tabla 4. Longitudes equivalentes de diferentes accesorios (en pies).

Nominal Pipe size in.	Globe valve or ball check valve	Angle valve	Swing check valve	Plug cock	Gate or ball valve	45° ell		Short rad. ell	Long rad. ell	Hard T.	Soft T.	90° miter bends			Enlargement				Contraction					
						Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd			Weld thrd	2 miter	3 miter	4 miter	Sudden		Std. red.	Sudden		Std. red.			
																d/D = %	d/D = %	d/D = %	d/D = %	d/D = %	d/D = %			
																Equiv. L in terms of small d								
1½	55	26	13	7	1	12	35	23	8	9	23				5	3	1	4	1	3	2	1	1	—
2	70	33	17	14	2	23	45	34	10	11	34				7	4	1	5	1	3	3	1	1	—
2½	80	40	20	11	2	2..	5..	3..	12	3..					8	5	2	6	2	4	3	2	2	—
3	100	50	25	17	2	2	6	4	14	4					10	6	2	8	2	5	4	2	2	—
4	130	65	32	30	3	3	7	5	19	5					12	8	3	10	3	6	5	3	3	—
6	200	100	48	70	4	4	11	8	28	8					18	12	4	14	4	9	7	4	4	1
8	260	125	64	120	6	6	15	9	37	9					25	16	5	19	5	12	9	5	5	2
10	330	160	80	170	7	7	18	12	47	12					31	20	7	24	7	15	12	6	6	2
12	400	190	95	170	9	9	22	14	55	14	28	21	20		37	24	8	28	8	18	14	7	7	2
14	450	210	105	80	10	10	26	16	62	16	32	24	22		42	26	9	—	—	20	16	8	—	—
16	500	240	120	145	11	11	29	18	72	18	38	27	24		47	30	10	—	—	24	18	9	—	—
18	550	280	140	160	12	12	33	20	82	20	42	30	28		53	35	11	—	—	26	20	10	—	—
20	650	300	155	210	14	14	36	23	90	23	46	33	32		60	38	13	—	—	30	23	11	—	—
22	688	335	170	225	15	15	40	25	100	25	52	36	34		65	42	14	—	—	32	25	12	—	—
24	750	370	185	254	16	16	44	27	110	27	56	39	36		70	46	15	—	—	35	27	13	—	—
30	—	—	—	312	21	21	55	40	140	40	70	51	44											
36	—	—	—	—	25	25	66	47	170	47	84	60	52											
42	—	—	—	—	30	30	77	55	200	55	98	69	64											
48	—	—	—	—	35	35	88	65	220	65	112	81	72											
54	—	—	—	—	40	40	99	70	250	70	126	90	80											
60	—	—	—	—	45	45	110	80	260	80	190	99	92											

4.7.4. Principios básicos para el cálculo de las bombas. Son dos los tipos de bombas que se utilizan en instalaciones de proceso:

1. Bombas centrífugas, muy extendidas, cuentan con una gran variedad de aplicaciones. Están especialmente indicadas para el manejo de productos de baja viscosidad, no siendo aptas para líquidos fuertemente aireados. Este tipo de bomba es el que se debe utilizar siempre que la aplicación concreta lo permita, ya que es la más barata en cuanto a compra, operación y mantenimiento, y también la más adaptable a diferentes condiciones de operación. Se recurrirá a ella para el bombeo de todo tipo de líquidos de relativamente baja viscosidad y que no requieran un tratamiento particularmente suave.

2. Bombas de desplazamiento positivo. Existen diversas clases, como las alternativas (pistón) y las rotativas (lóbulo). Están especialmente indicadas para el bombeo de fluidos de viscosidad elevada.

Algunos conceptos importantes para el cálculo de bombas, son:

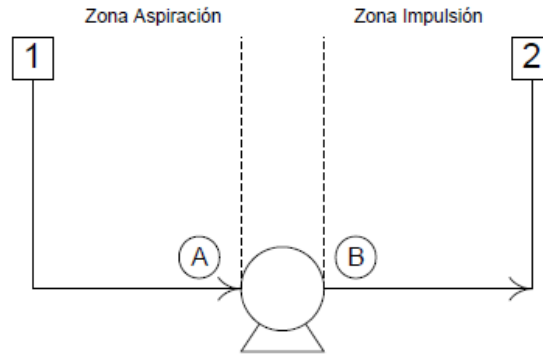
- Altura total de aspiración: Representa la presión a la entrada de la bomba. Es la suma algebraica de la altura estática de aspiración (distancia de la superficie libre del líquido al eje de la bomba), presión existente sobre el líquido y pérdidas de carga por rozamiento de la tubería de aspiración. Los dos primeros sumandos pueden ser positivos o negativos, pero el tercero es siempre negativo.

- Altura total de impulsión: Es la suma algebraica de la altura estática de impulsión, pérdida de carga en la impulsión y presión sobre el líquido en el punto de recepción. La diferencia entre las alturas totales de impulsión y de aspiración es la carga de la bomba, es decir, la energía que ha de ser conferida al fluido.

- Carga neta positiva de aspiración: Se representa por las siglas NPSH (de la expresión inglesa "Net Positive Suction Head") y es necesario diferenciar entre dos conceptos: la NPSH requerida (NPSHr) y la energía necesaria para llenar la parte de aspiración de la misma y vencer las pérdidas por rozamientos y aumento de velocidad desde la conexión de aspiración hasta el punto donde se incrementa la energía. Es, por tanto, un valor que depende del diseño constructivo de la bomba y que debe suministrar el fabricante de la misma. La NPSH disponible es la diferencia entre la presión a la entrada de la bomba y la tensión de vapor del fluido a la temperatura de funcionamiento, medidas ambas en metros de columna de líquido. Lógicamente siempre deberá cumplirse que la NPSHdis sea mayor o igual que la NPSHr. Por otro lado la NPSHdis siempre habrá de ser positiva y lo mayor posible, ya que de este modo se evitará que la presión a la entrada de la bomba descienda por debajo de la presión de vapor del fluido en las condiciones de temperatura existentes en dicho punto, lo que provocaría la aparición de burbujas de vapor, con el consiguiente peligro de que la bomba entre en cavitación lo que reduce su carga y eficacia al tiempo que daña el material de la misma, reduciendo seriamente la vida útil de la bomba. La zona de aspiración es la comprendida entre el tanque o reserva desde donde se conoce como línea o zona de impulsión. La energía que la bomba confiere al fluido se mide en términos de presión y es lo que se conoce como carga de la bomba. La unidad más utilizada para expresar la carga de la bomba es el metro de columna de líquido (m.c.l.). Hay que tener en cuenta que para pasar esta unidad a bar es necesario conocer antes el líquido de que se trata.

Para cuantificar los conceptos mencionados se aplicará la ecuación de Bernouilli a las diferentes secciones que aparecen en el siguiente esquema:

Figura 28. Esquema de funcionamiento de bomba.



La ecuación de Bernouilli (balance de energía mecánica) para la circulación isotérmica de un fluido incompresible de un punto "1" a otro "2", expresada en términos de altura (m.c.l.), es la siguiente:

$$Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \alpha_2 g} - \frac{v_1^2}{2 \alpha_1 g} + h_{fs} = \Delta h$$

Donde:

-Z_i es la elevación del punto i, m.

-P_i es la presión en el punto i, Pa.

-v_i es la velocidad media del fluido en el punto i, m/s.

-α_i es un término que depende del tipo de flujo que se produzca. Es igual a 1/2 si el flujo es laminar (Re ≤ 2000) y vale 1 para flujo turbulento (Re ≥ 4000)

-h_{fs} son las pérdidas de presión por rozamiento en la conducción, m.c.l.

-Δh es la carga de la bomba en m.c.l.

-ρ es la densidad del fluido (kg/m³), que permanecerá constante, y "g" representa la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Si aplicamos la ecuación de Bernouilli entre los puntos 1 y A (zona de aspiración), considerando la elevación del eje de la bomba igual a 0 (Z_A = 0) y que al tratarse de un fluido incompresible y considerando una tubería de sección constante, la ecuación de continuidad determina que v₁ = v_A, resulta que:

$$\frac{P_A - P_1}{\rho \cdot g} + h_{fs} - Z_1 = 0$$

De esta forma la presión a la entrada de la bomba (altura total de aspiración), en m.c.l., resulta ser de:

$$\frac{P_A}{\rho \cdot g} = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + Z_1 - h_{fs}$$

Si a la expresión anterior le restamos la presión de vapor tendremos la Carga Neta Positiva de Aspiración Disponible (NPSH_{dis}):

$$NPSH_{dis} = \frac{P_A - P_V}{\rho \cdot g} = \frac{P_1 - P_V}{\rho \cdot g} + Z_1 - h_{fs}$$

Para evitar la cavitación NPSH_{dis} ha de ser positiva y con un valor lo más alto posible. Así cuando la bomba esté en carga ($Z_1 > 0$) la cavitación es más difícil que si se encuentra en succión ($Z_1 < 0$). Aplicando la ecuación de Bernouilli entre los puntos B y 2 (zona de impulsión), con las mismas consideraciones anteriores, tenemos que:

$$\frac{P_2 - P_B}{\rho \cdot g} + h_{fs} + Z_2 = 0$$

De modo que la presión a la salida de la bomba (altura total de impulsión), en m.c.l., es la siguiente:

$$\frac{P_B}{\rho \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + h_{fs} + Z_2$$

Por último, si aplicamos la ecuación de Bernouilli a la bomba (entre A y B) resulta que:

$$\frac{P_B - P_A}{\rho \cdot g} + h_{fs} = \Delta h$$

Teniendo en cuenta que el rozamiento interno de la bomba suele estar incluido dentro del rendimiento de la misma, se puede observar como la energía que ha de

ser suministrada al fluido es la diferencia entre las alturas totales de impulsión y de aspiración.

Otro aspecto importante y previo al cálculo de las bombas es seleccionar adecuadamente el lugar donde se colocará cada bomba, lo que determina el número de ellas que se utilizarán. Los criterios que se pueden seguir para ello se enumeran a continuación:

- A la salida de los tanques de almacenamiento intermedio se colocará siempre una bomba.

- A la entrada de los equipos que produzcan una elevada pérdida de carga, como cambiadores de calor de placas, filtros, etc., será conveniente colocar una bomba. Una vez establecido lo anterior, para determinar la carga de cada bomba es necesario establecer para cada una de ellas:

- La altura o desnivel existente desde la superficie libre al eje de la bomba o viceversa (según se trate de una línea de aspiración o impulsión respectivamente).

- La presión en el punto inicial o de descarga, según se trate de una línea de aspiración o impulsión respectivamente.

- Las pérdidas de carga por fricción en la tubería.

- Las pérdidas de carga provocadas por los equipos que se hallan en la línea. Dichos valores han de ser conocidos por la experiencia existente al respecto, o deben ser suministrados por el fabricante del equipo en cuestión.

Conocidos los datos anteriores, y mediante las ecuaciones (7) y (10), se pueden determinar las alturas totales de aspiración e impulsión respectivamente, y con ello calcular la carga de la bomba por diferencia de ambas.

En resumen, para proceder al cálculo de las bombas, se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Calcular para cada bomba la carga de la misma, como diferencia de las alturas totales de aspiración e impulsión.

- 2) Mediante las curvas características de la bomba o los programas informáticos existentes, elegir el modelo adecuado de la bomba, estableciendo sus especificaciones técnicas (potencia del motor, NPSHr, etc.).

- 3) Comprobar que el NPSHdis es mayor que el NPSHr, para lo cual se necesitará conocer la presión de vapor del fluido en las condiciones de operación. Esto puede ser más crítico cuando la bomba está en aspiración o si se bombean fluidos volátiles (al menos más que el agua). En general bastará comprobar que esta tercera condición se cumple para el caso más desfavorable, que corresponderá a las situaciones mencionadas, y siendo así en éste, lo será obviamente en el resto.

4.7.5. Elección del modelo de bomba adecuado. Para la selección del modelo adecuado de bomba (una vez establecido el tipo de ésta) se recurrirá a las llamadas curvas características de la bomba, aportadas por el fabricante de las mismas. Se necesitan tres curvas diferentes:

- Las de caudal y carga de la bomba, llamadas curvas QH

- Las de potencia del motor necesario, kW
- Las de Carga Positiva Neta de Aspiración Requerida (NPSHr)

Las curvas características se construyen normalmente mediante pruebas realizadas con agua, por lo que sus datos se deben recalcular si se van a bombear líquidos con otras propiedades físicas. El modo de proceder, en el caso de las bombas centrífugas, para el empleo de estas curvas es el siguiente:

- 1) Conocer el fluido a bombear, la temperatura de bombeo y las propiedades físicas del fluido (densidad y viscosidad) a dicha temperatura.
- 2) Establecer el caudal volumétrico a desarrollar (m³/h).
- 3) Conocer la carga de la bomba, para lo que hay que determinar previamente las alturas de impulsión y aspiración.
- 4) Con la carga y el caudal que se precisan se ha de acudir a la curva QH y, fijando estas dos magnitudes, determinar el diámetro del rodete, que en caso de no resultar un valor exacto nos llevaría a escoger el valor mayor más cercano.
- 5) Con el diámetro de rodete determinado y el caudal, en la curva de potencia se determina el consumo de la bomba. El valor leído en la curva ha de incrementarse en un 15% como margen de seguridad.
- 6) Finalmente y en la curva de NPSHr se determina dicho valor, para el caudal desarrollado.

En la actualidad hay disponibles programas informáticos, suministrados por los fabricantes, que realizan la función de las curvas características. Para el caso de las bombas rotativas (de desplazamiento positivo) la elección del modelo adecuado requerirá conocer la viscosidad del fluido a bombear así como el caudal a desarrollar. Con estos dos valores, y sobre la curva característica de la bomba, se elige el modelo recomendado por el fabricante, que también deberá de suministrar datos como la potencia del motor y la NPSHr.

5. METODOLOGIA.

Durante el tiempo que se hizo la práctica se visualizo el problema de la mala calidad del combustible los efectos y consecuencias que pueden traer por los contaminantes de la gasolina, luego se hizo un estudio, se investigo en documentos, internet y vio en la necesidad de mejorar como una forma de mantenimiento adicional al sistema de inyección por los problemas antes mencionados.

5.1. TIPO DE PROYECTO.

Este proyecto es de tipo implementación ya que hace parte del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de inyección de un vehículo a gasolina.

5.2. TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION.

5.2.1. Fuentes primarias. Durante la práctica de seis meses en “Multiservicio El Poblado” se tuvo la experiencia de ver los problemas provocados por no hacer limpieza del tanque de combustible de los vehículos y sus consecuencias, también se realizó una encuesta sobre el lavado de tanques de combustible.

5.2.2. Fuentes secundarias:

Esta información fue obtenida por medio del internet, revistas también en documentales sobre la mala calidad del combustible en Colombia.

5.3. TECNICAS DE MEDICION.

Análisis de información: Ya que se detecta que el combustible de mala calidad es el problema, entonces procederemos a realizar una encuesta de una sola pregunta para saber cuántas personas estarían dispuestas a tomar el servicio de lavado de tanques. La encuesta es la siguiente:

¿Estaría dispuesto a tomar el servicio de lavado del tanque de combustible?

La ficha técnica es la siguiente:

Numero de encuestas realizadas: 40

Método: Presencial.

La encuesta se realizó a personas de la zona, mayores de 20 años propietarios de vehículos.

Los resultados de la encuesta nos dice que el 70% de las personas encuestadas aceptarían tomar el servicio de lavado del tanque de combustible, el 30% restante tendría que esperar al momento de realizarles algún trabajo, para decidir si lo hace o no. Aparte de la encuesta procedimos a verificar la razón inicial por la cual llegan las personas buscando una reparación y pudimos ver que el 95% de 32, las causas es el combustible contaminado, y el 5% restante es por desgaste del motor.

5.4. PROCEDIMIENTO.

Este proyecto se realizó con las siguientes etapas:

Etapas 1.

- Análisis del problema por la mala calidad del combustible.
- Recolección de información para el informe.
- Investigar los métodos para el mejoramiento del problema.

Etapas 2.

- Ensamble equipo o maquina lavadora de tanques de combustible.
- Entrega del informe final.
- Entrega del proyecto.

6. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos a partir del estudio realizado anteriormente, a partir de la recolección de información para la maquina lavadora de tanques de gasolina sin desmontar.

6.1. SELECCIÓN DE LA BOMBA.

Para la selección de la bomba se tuvo en cuenta la información obtenida durante la investigación y se determinó que la bomba de difusor o turbina cumple con las condiciones y las necesidades esperadas para el trabajo. Cuenta con un sistema antiexplosivo y anti goteó para garantizar ningún tipo de accidente ya que se va trabajar con combustible todo el tiempo. La bomba trabaja con un voltaje de 220 voltios para trabajos continuos y prolongados, tipo industrial.

FICHA TECNICA BOMBA SURTIDOR.

MODELO: MBC-95-75.

SERIE: 1.055-79

MATERIALES:

Carcasa: Fundición Gris

Impulsor: Bronce

Soporte: Fundición Gris

Sello: Mecánico, carbón-cerámica, lubricado por el mismo líquido

Eje: Acero Superior

Motor: Cerrado autoventilado, grado de protección IP44, voltaje monofásico de 110 Voltios 60HZ, auto-protegido con relé térmico integrado, 3450 RPM.

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS

Electrobomba periférica capaz de aportar altas presiones en relación a sus bajas potencias de instalación.

Sus características son idóneas para presurizar agua en pequeñas instalaciones domésticas, incrementar presión en acueductos, circuitos de calefacción, distribución automática de agua y pequeñas aplicaciones industriales.

Tabla 5. Especificaciones Técnicas de la bomba

Modelo	HP	Uf condensador		Sus/Des	Caudal (L/S)	Presión (msa)	Dimensiones (mm)		
							L-A-H		
MBC-95-75	3/4	35		1''/1''	0.2-0.6	45-14	1070	483	546
Modelo	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
MBC	Q	99	98	97	97	97	97		
95-75	H	0	0.2	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9

6.2. SELECCIÓN DE LA TUBERÍA.

La tubería usada es de material acero galvanizado de 1 pulgada con uniones y codos.

6.3. DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

El tanque es de material de acero inoxidable y sus medidas son 33 cm de alto, 60 cm de largo y 33 de ancho.

6.4. CAJA DE ACCIONAMIENTO.

Caja con relés para la protección térmica del motor y paro automático en caso de sobrecarga.

6.5. BASE DE LA MAQUINA.

Está formado por ángulo de 2 pulgadas por 3.76 centímetros. Sus medidas son 62cm de largo, 34cm de ancho y 50cm de altura. Ruedas plásticas para una mejor movilidad del equipo.

6.6. MATERIALES COMPLEMENTARIOS.

6.6.1. Prensa 1. Sus medidas son de 26cm x 24cm y 4cm de espesor, su material es hierro.

6.6.2. Prensa 2. Sus medidas son de 24cm x 22cm y 4 cm de espesor, su material es hierro.

6.6.3. Base Prensa. Sus medidas son de 30cm x 25cm y 5 cm de espesor, su material es hierro.

6.6.4. Pisadores de Filtros. Sus medidas son de 24cm x 22cm y 3 cm de espesor, su material es de aleación de aluminio.

6.6.5. Papel Filtro. Sus medidas 7 x 7 x 4 de 3 a 5 micras, su material es de celulosa y algodón.

6.7. MATERIALES

- Filtros tipo prensa.

- Filtros de celulosa de caña.
- Esparrago sin fin de prensa.
- Conector trifásico.
- Bomba eléctrica.
- Llave de drenaje.
- 2 llaves de perilla.
- Cable eléctrico #12
- Caja de accionamiento de sistema.
- Angulo de 1 pul ½
- Ruedas plásticas.
- Mangueras ½
- Tuberías de pulgada
- Codos y uniones (tuberías galvanizadas)
- Lamina # 20

6.8. FUNCIONAMIENTO.

El equipo es un sistema que cuenta con una bomba de succión de engranes positiva con tamiz previo, para la eliminación de los sólidos gruesos y protección de la bomba. Este trabajo se efectúa sin la necesidad de bajar los tanques, como se hacía en forma tradicional por lo que el tiempo requerido para la operación es de aprox. 30 minutos. Se meten al tanque de la unidad las dos mangueras de trabajo. Una es para la succión del contenido existente en ese momento en el tanque y la otra es para el retorno de la gasolina sin contaminantes como son los sólidos abrasivos y la humedad.

El combustible sucio pasará por un pre-filtro, integrado a nuestro equipo, donde quedarán eliminados los sólidos gruesos, como son pedazos de plástico, estopa, etc. Y de allí pasará por los elementos filtrantes que retienen sólidos hasta 3 micras. Toda la operación se hace con la presión del flujo que motivará la gasolina que regresa al tanque del vehículo produzca turbulencia y desprenda los sólidos incrustados en las paredes del tanque, que regresan al filtro por medio de la recirculación. Debido a la capacidad de flujo del equipo, se pueden dar de dos a tres vueltas del combustible al tanque, para mayor efectividad de la limpieza.

7. CONCLUSIONES

Se determinó la necesidad de implementar un nuevo servicio que complementara los ya prestados por la misma en el campo del mantenimiento de sistemas de inyección. Por medio del uso de las herramientas de diseño aprendidas a lo largo de la carrera identificamos las necesidades y requerimientos para el diseño de un equipo con el que se pudiera prestar el servicio de una forma más eficiente, y a un costo favorable.

Se diseñó un equipo competitivo al nivel del servicio prestado, con un costo de fabricación menor al esperado, superando las expectativas. Después de realizar un análisis de Costo/Beneficio, se estableció que el diseño es factible, los costos son menores, y aunque la recuperación de la inversión no es tan rápida, los beneficios adicionales que se obtienen por tener el equipo, son superiores a la inversión.

Aunque exista una limitante tan grande en la parte económica, se puede diseñar un equipo que ayude a las personas en sus labores cotidianas de trabajo, obteniendo una ganancia en tiempo incomparable, sin eliminar puestos de trabajo.

Se diseñó un equipo con una facilidad de manejo relativa, extremadamente eficiente, de un bajo consumo de tiempo en mantenimiento, y que brinda una solución inmediata a una necesidad, no sólo de la empresa, sino de todas las empresas especializadas en este campo para complementar sus servicios y brindar una gama más amplia en sus portafolios.

7.1. VENTAJAS Y RESULTADOS.

Los lodos que se retiran del combustible y los que se acumulan en el tanque son abrasivos y perjudiciales. Al eliminarlos, los elementos que se encuentran en la línea de inyección trabajarán de acuerdo a su función específica, libre de problemas causados por el desgaste prematuro.

Esto nos permitirá tener una combustión completa, ya que la bomba regulariza el flujo adecuadamente y los inyectores atomizan el combustible en forma correcta de acuerdo a la pequeñísima tolerancia que tienen de fábrica, el motor opera en óptimas condiciones.

También se produce una potencia de especificación y un ahorro de combustible en comparación con el consumo de una línea de inyección con sus elementos en malas condiciones. Todo esto repercute en un ahorro de combustible y en el prolongamiento de las costosas afinaciones de los motores a gasolina.

8. RECOMENDACIONES.

- Es importante tener un área ventilada y con buena iluminación para un buen desempeño y movilidad.
- Usar protección industrial como gafas de seguridad y guantes.
- Verificar que la maquina tenga gasolina
- Verificar que los filtros estén en buen estado
- Verificar que la maquina esté conectada a la energía
- Drenar el sistema de la máquina para sacar el aire de las mangueras.
- Indicar al cliente el nivel de gasolina de la máquina de lavado y el nivel de gasolina del vehículo.
- Verificar el sitio más efectivo para realizar el lavado de tanques, ya que puede ser por el surtidor de gasolina del vehículo, o en caso contrario por la parte del asiento trasero (en algunos vehículos) donde se encuentra la tapa del tanque de gasolina. Otros vehículo en la entrada del tanque de gasolina es lo suficientemente amplia para insertar las dos mangueras.
- Ubicar las manguera de la maquina en la parte más indicada según el vehículo.
- Iniciar el lavado de tanques.
- Tomar muestras durante el proceso de limpieza, antes y después, verificando así los sólidos retenidos.

BIBLIOGRAFIA.

MARÍN VALENCIA, JOHN JAIRO. Enciclopedia visual del automóvil: Mecánica automotriz mantenimiento y reparación, 2004. 319 pag.

MIGUEL DE CASTRO VICENTE. El Motor a Gasolina, 1992. 550 pag.

Revista Semana. Bogota D.C. Octubre, 2012, Edicion 203. La calidad del combustible en Colombia.

CIBERGRAFIA

Sistemas de Inyección de Combustible (Básico) [en línea]. [Citado el 03 de Abril de 2013]. Disponible en Internet:< <http://www.automotriz.net/tecnica/fuel-injection.html>>

Limpieza y mantenimiento de inyectores. [en línea]. [Citado el 15 de Marzo de 2013]. Disponible en Internet:
<http://www.autored.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=433%3Alimpieza-y-mantenimiento-de-inyectores&catid=4%3Aconsejos-y-tips&Itemid=2>

Catalogo toberas: Aplicaciones y presiones de apertura [en línea]. [Citado el 8 de octubre de 2007]. Disponible en Internet:<http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Diesel/Catalogo%20Toberas%20Equador_6_008_CT1_167_03_2011.pdf>

Bombas. [en línea]. [Citado el 05 de Abril de 2013]. Disponible en Internet:<<http://html.rincondelvago.com/bombas.html>>

Equipos con tecnología. (Básico) [en línea]. [Citado el 23 de Julio de 2013]. Disponible en Internet:< <http://www.purificadora.com.mx> >

Los inyectores y su limpieza. [en línea]. [Citado el 5 de Agosto de 2013]. Disponible en Internet: <http://www.taaet.com/pdf_ivan/inyectores.pdf>

Diseño del sistema de tuberías y cálculo de las bombas. [en línea]. [Citado el 8 de enero de 2009]. Disponible en Internet:<<http://www.ugr.es/~aulavirtualpfc/q/descargas/documentos/BOMBAS%20Y%20TUBERIAS.pdf>>

ANEXO A. Fotos del paso a paso de la construcción de la maquina lavadora de tanques de combustible.

Figura 29. Pisadores de filtros



Figura 30. Base prensa



Figura 31. Base prensa 1 y 2



Figura 32. Tapa bomba



Figura 33. Codos y uniones



Figura 34. Llave de drenaje.



Figura 35. Llave de drenaje y tuberías de prefiltro.



Figura 36. Prefiltro.



Figura 37. Tuberías y accesorios



Figura 38. Base o chasis.



Figura 39. Tanque de almacenamiento.



Figura 40. Filtros tipo prensa instalados.



Figura 41. Maquina terminada.

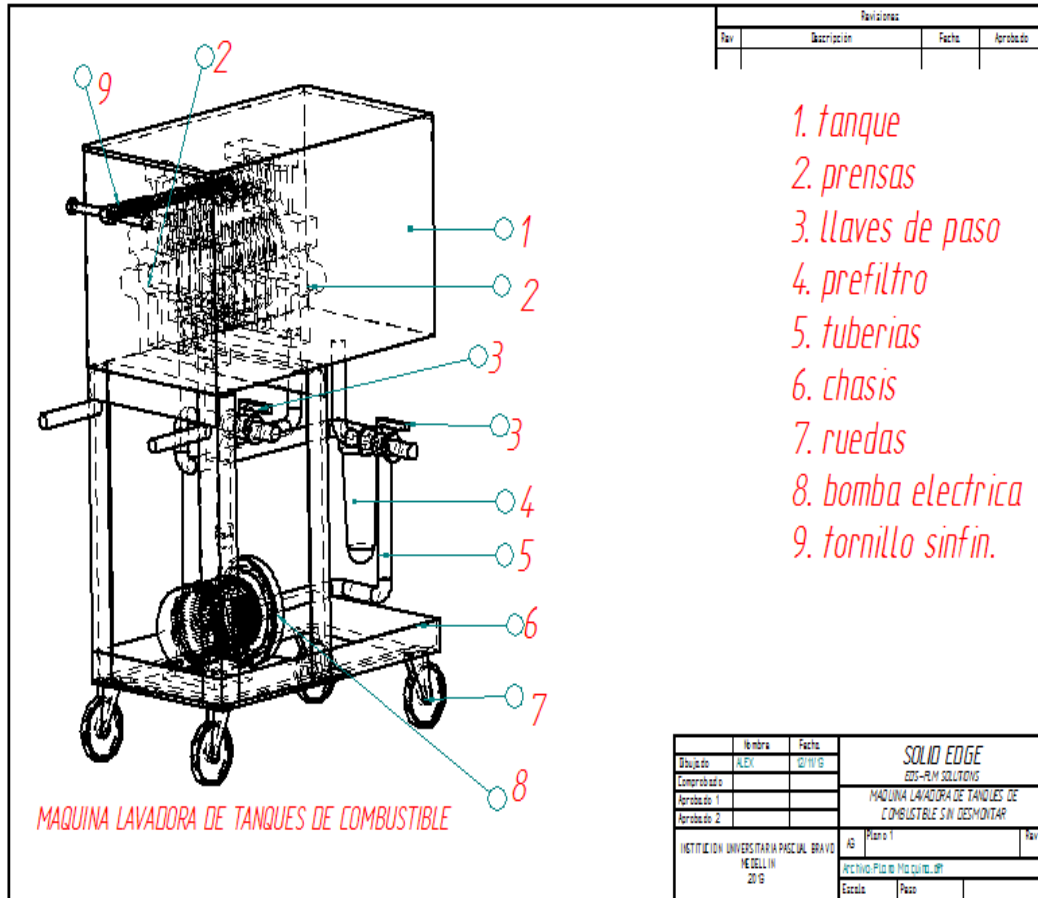


Figura 42. Maquina terminada II.



Anexo B. Planos de la maquina lavadora

Maquina lavadora de tanques de combustible sin desmontar



Planos de la máquina.

Partes de:			
Nº	Descripción	Parte	Por hacer

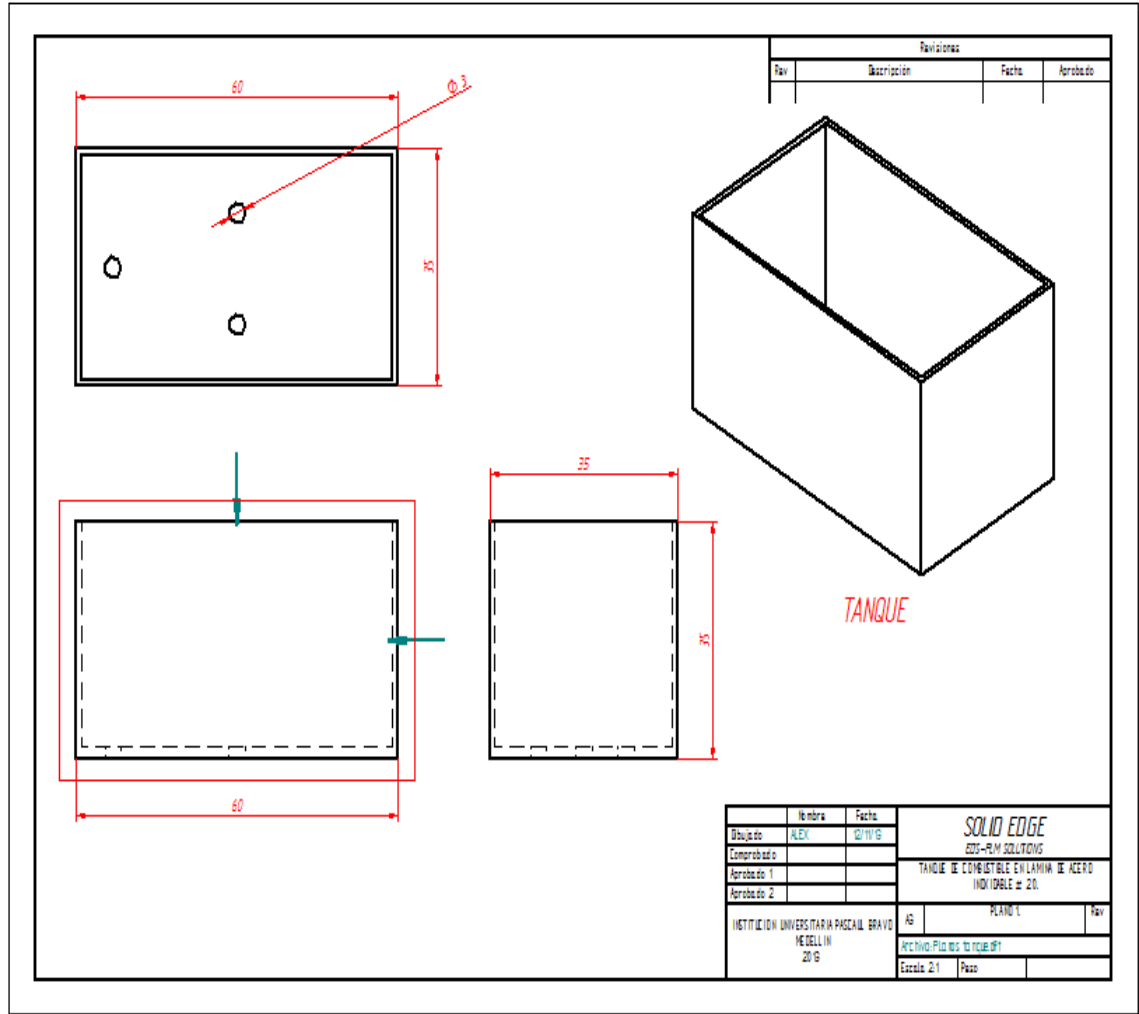
MAQUINA LAVADORA DE TANQUES DE COMBUSTIBLE

Nº	Parte	Material
01		
02		
03		
04		
05		
06		
07		
08		
09		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

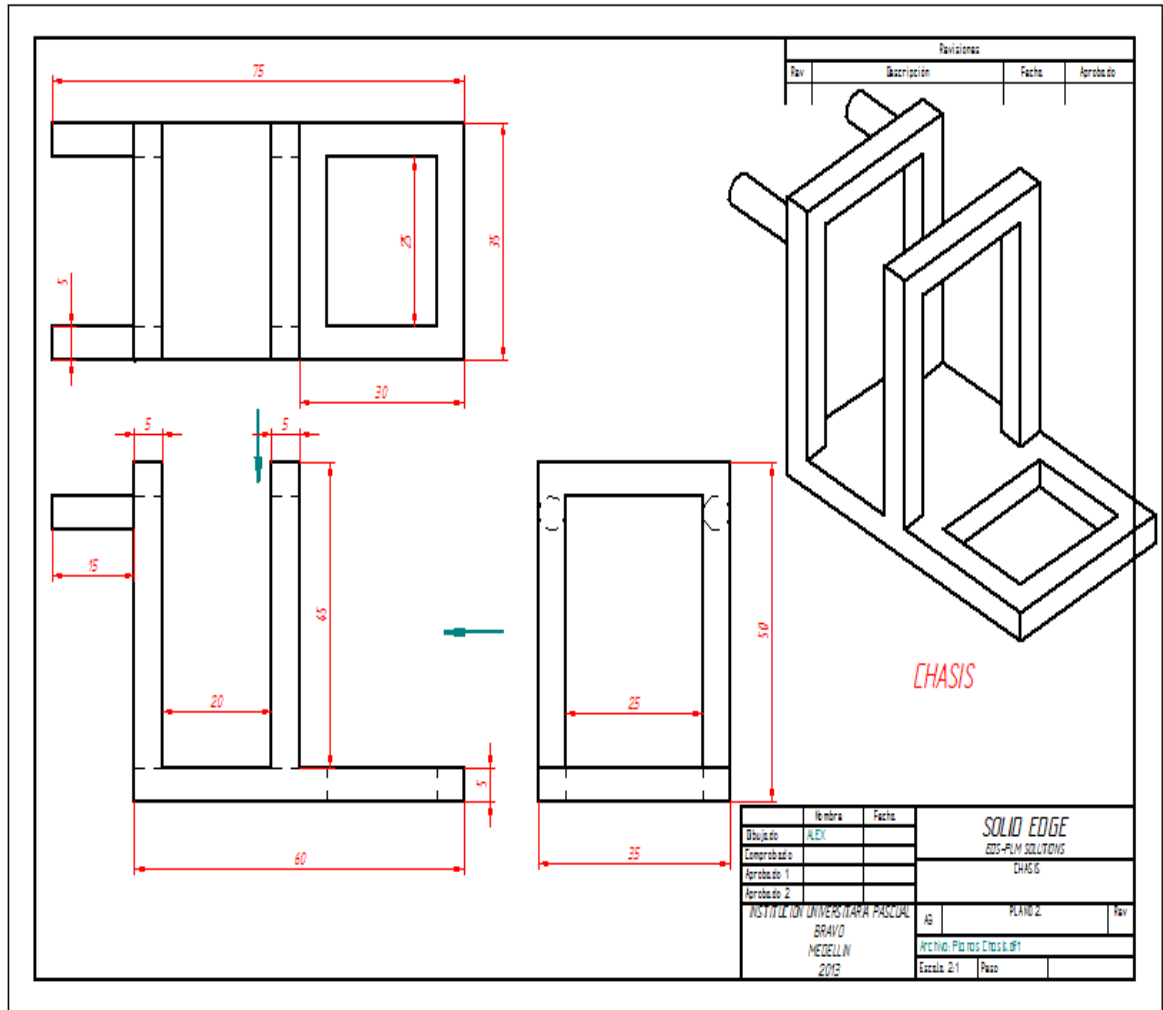
SOLID EDGE
 2019-10-10-2019
 MAQUINA LAVADORA DE TANQUES DE COMBUSTIBLE

INSTITUCION UNIVERSITARIA FACULTAD DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 2019

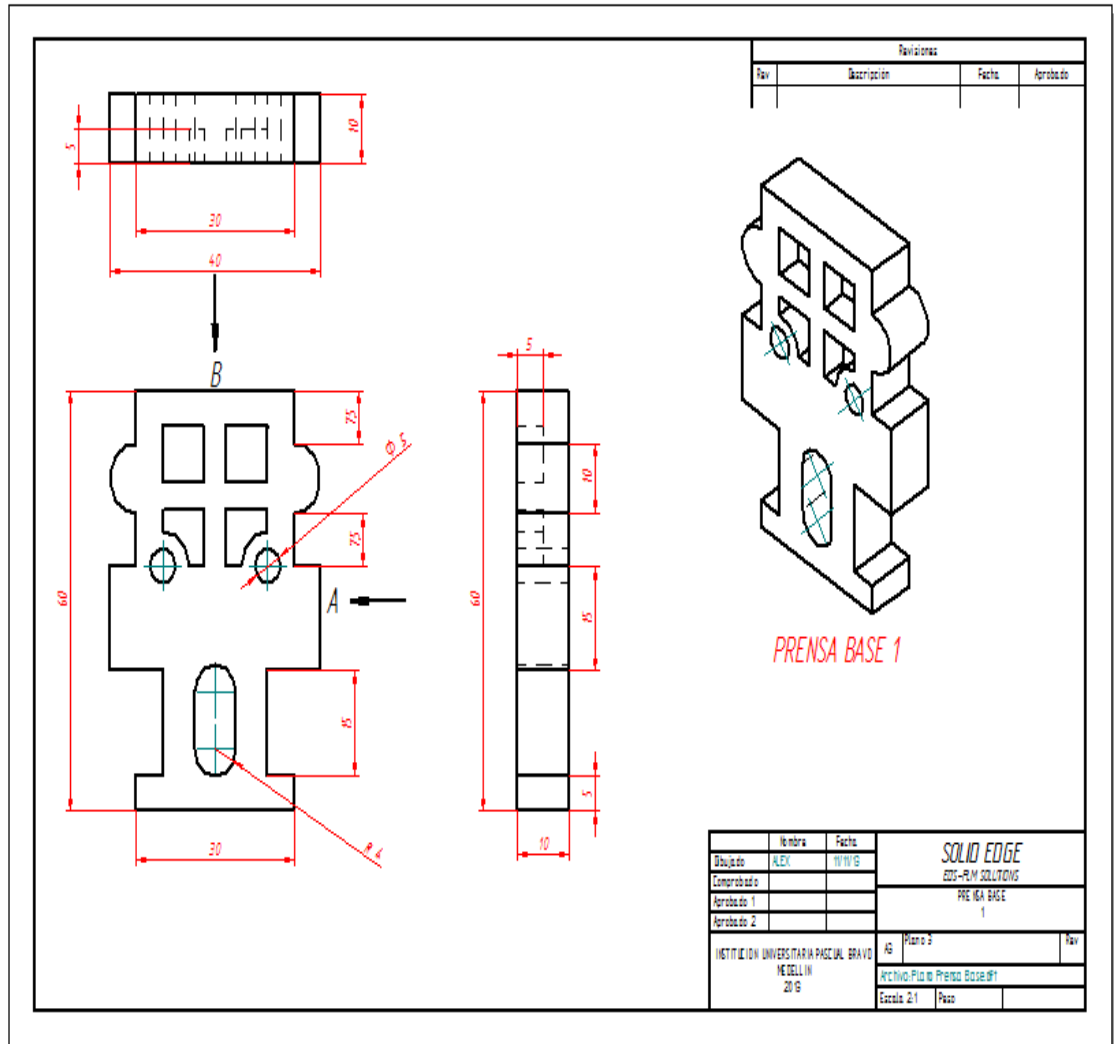
Tanque.



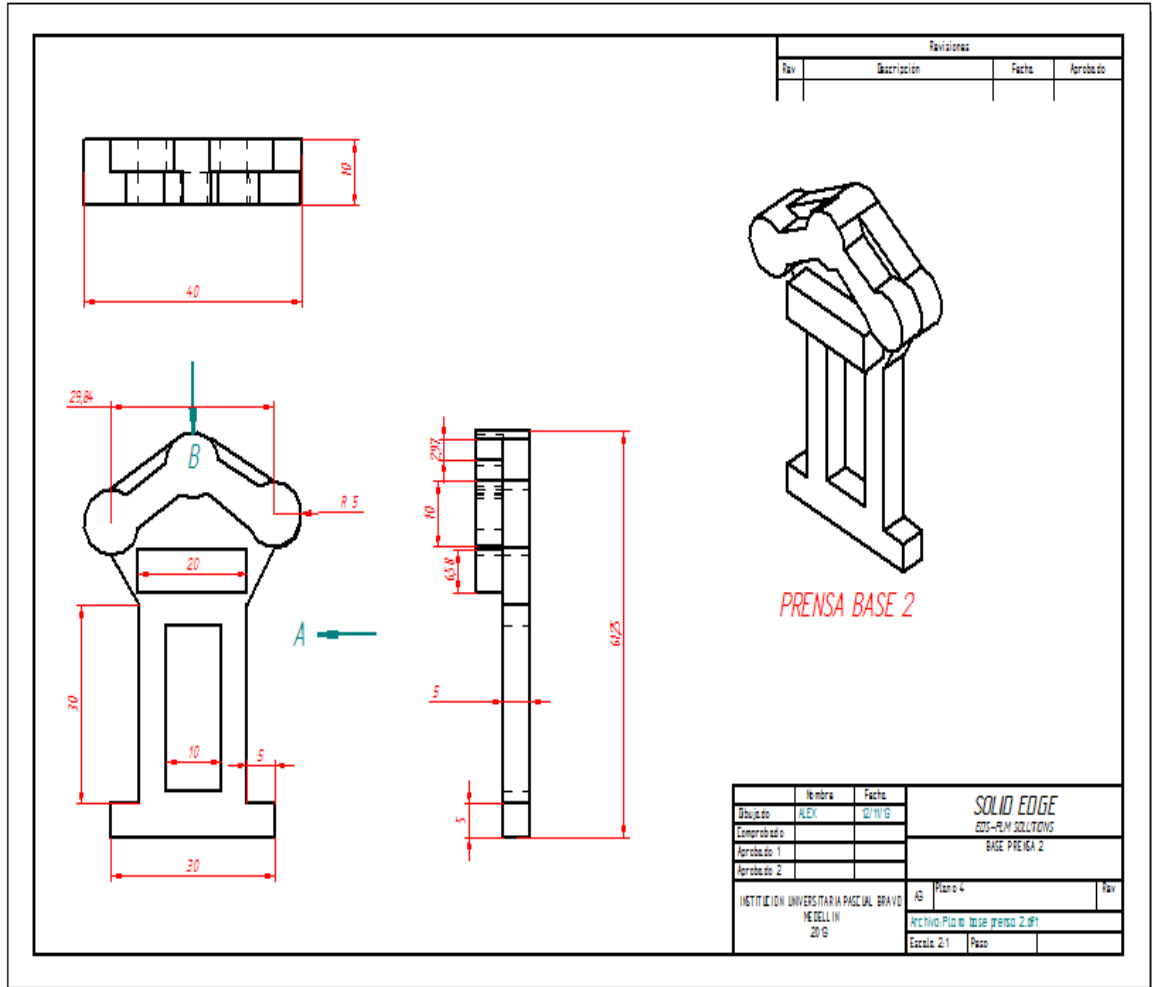
Chasis.



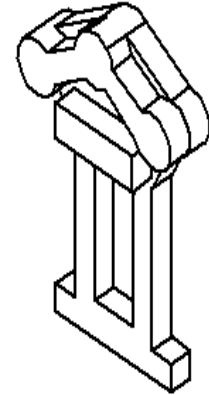
Prensa base 1.



Prensa base 2.



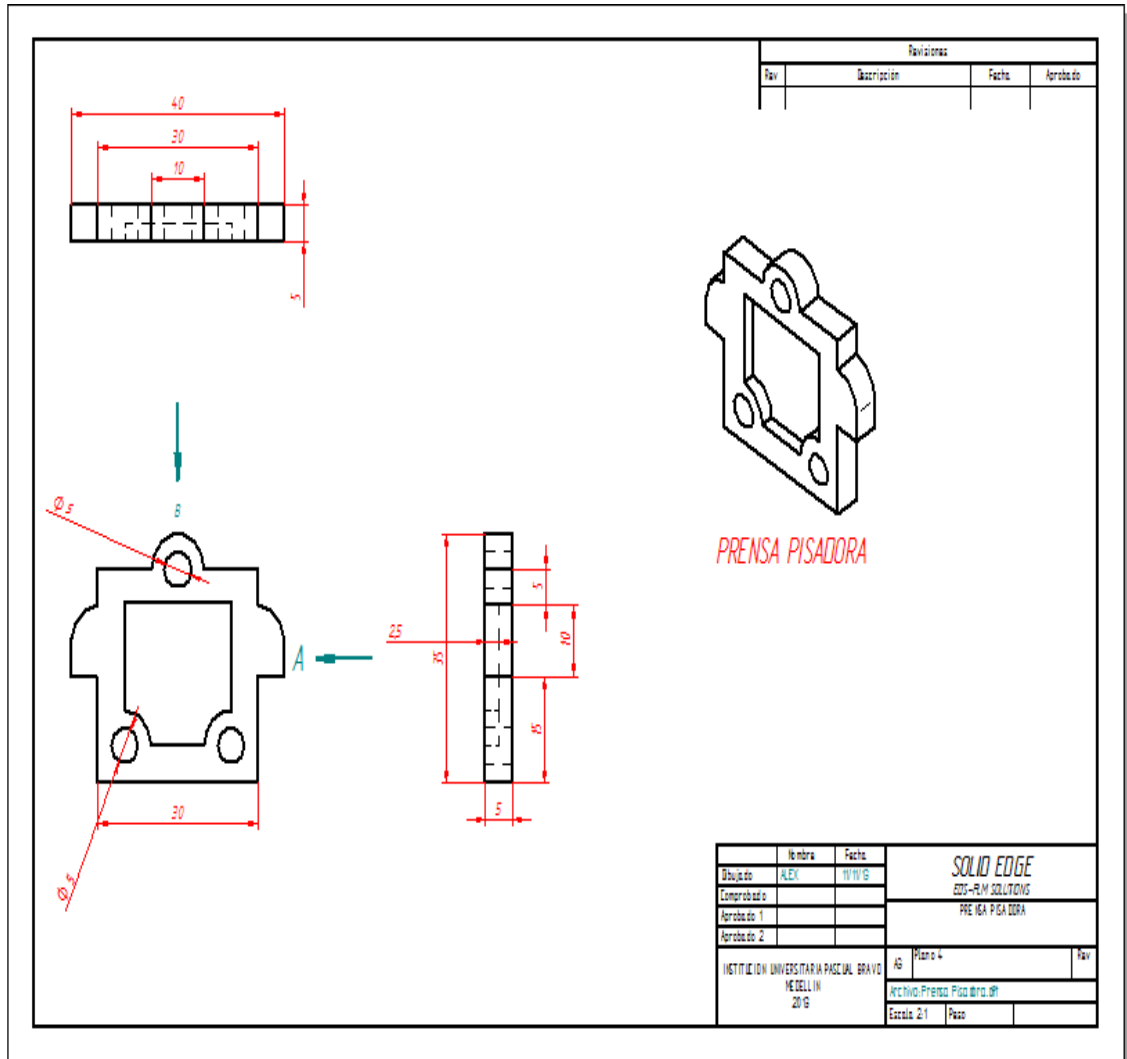
Revisiones			
Rev.	Descripcion	Fecha	Aprobado



PRESA BASE 2

Elaborado	Nombre	Fecha	SOLID EDGE	
Comprobado	ALEX	02/11/15	EDS-PLM SOLUTIONS	
Aprobado 1			BASE PRESA 2	
Aprobado 2				
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO			AS	Plano 4
MEDELLIN			ACTIVO: PLOM: 0018 00000 2.001	
2015			Escala: 2:1	Peso

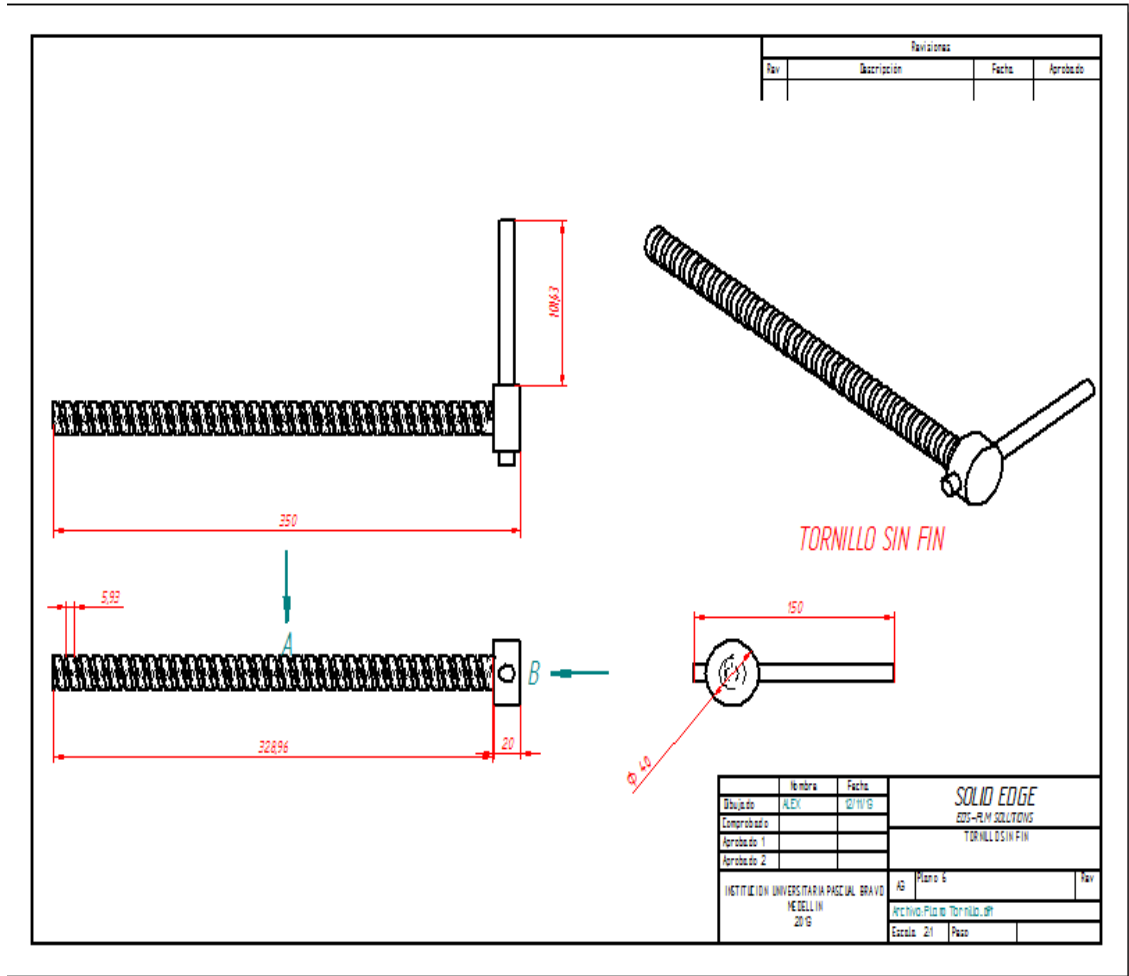
Prensas pisadoras.



Revisiones			
Rev	Descripcion	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	SOLID EDGE EDS-PLM SOLUTIONS PRENSA PISADORA
Dibujado: ALEX	11/10/16	
Comprobado:		
Aprobado 1:		
Aprobado 2:		
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO MEDELLIN 2016		AS Plan 4 Rev
Archivo: Prensa Pisadora.dwg		
Escala: 2:1	Peso:	

Tornillo sin fin



ANEXO C. Guía para la limpieza manual del tanque de combustible.

Igual que con cualquier reparación del sistema de combustible, para eliminar un eventual arco eléctrico durante el servicio, remueva el cable negativo de la batería según las instrucciones del fabricante, antes de abrir el suministro de combustible del sistema.

- Trabaje en un área bien ventilada, asegúrese que no hay chispas o flamas en el área de trabajo.

- La limpieza del tanque de combustible empieza determinando el material básico del tanque. Algunos tanques son metálicos y otros son plásticos. Durante la vida de un vehículo, su tanque puede acumular contaminantes de la red de distribución de combustible, tuberías, tanques de almacenamientos, vehículos de transporte, tanques subterráneos de las estaciones e inclusive por materiales introducidos durante el proceso de relleno del vehículo. Algunos contaminantes pueden ser resultado del vandalismo.

Tanques plásticos:

Los tanques plásticos se pueden vaciar y restregar fácilmente con una toalla libre de hilos para remover los sedimentos y residuos. Los tanques que muestran signos de daños físicos o contaminantes que no se pueden remover completamente, se deben reemplazar.

Tanques metálicos:

Los tanques metálicos son más difíciles de limpiar. La humedad se condensa naturalmente dentro del tanque de combustible durante los cambios de temperatura atmosférica. Con el tiempo esta humedad comienza a atacar las superficies metálicas, formando no solo escamas y herrumbre visible.

Los contaminantes del combustible como el polvo, herrumbre y escamas son las principales causas de bombas en línea para combustible y pueden ocasionar que la bomba de remplazo falle prematuramente.

Removiendo el tanque de combustible.

- Primero, libere la presión del sistema de combustible. Refiérase y siga los procedimientos del fabricante para liberar las presiones del sistema. Algunos equipos dejan de trabajar por baja presión, pero mantienen más de 50psi en el sistema de combustible.

- Es importante seguir los procedimientos recomendados para evitar potenciales daños personales y a la propiedad. Utilizar procedimientos alternos puede causar la liberación de combustible presurizado durante el servicio al sistema. Algunos procedimientos alternos también ocasionan códigos de fallas en vehículos OBDII, lo cual encenderá la luz de “verificar motor.”