



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



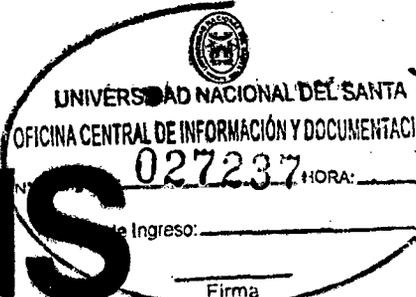
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGIA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA



"LA DOSIFICACIÓN Y PULVERIZACIÓN DE FLUIDOS APLICADOS EN PROCESOS INDUSTRIALES"

INFORME POR EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERIA EN ENERGIA

AUTOR :

BACH. JOSE LUIS GONZALEZ FERRER

ASESOR :

ING. JULIO ESCATE RAVELLO.

NUEVO CHIMBOTE - 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGIA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“LA DOSIFICACION Y PULVERIZACION DE FLUIDOS
APLICADOS EN PROCESOS INDUSTRIALES “**

**INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERIA EN ENERGIA**

AUTORES:

BACH. JOSE LUIS GONZALEZ FERRER

Revisado y Aprobado por el Asesor.

ING. JULIO ESCATE RAVELLO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGIA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“LA DOSIFICACION Y PULVERIZACION DE FLUIDOS
APLICADOS EN PROCESOS INDUSTRIALES “**

**INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERIO EN ENERGIA**

AUTOR: BACH. JOSE LUIS GONZALEZ FERRER

**APROBADO POR EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR LOS
SEÑORES MIEMBROS**


.....
M. SC. Amancio Rojas Flores
Presidente


.....
M. SC Robert Guevara Chinchayán
Secretario


.....
Ing. Julio Hipólito Escate Ravello
Asesor

Dedicatoria

A mi hermosa madre, quién tuvo la paciencia y coraje de sacar a su familia adelante con las adversidades naturales de ésta vida tan competitiva.

A mi linda Hermana, de quién siempre recibo su apoyo incondicional y a quién quiero mucho.

A mi bella esposa por estar siempre a mi lado y compartir conmigo mis principales momentos.

Con mucho cariño.

Chimbote, Enero del 2015

ÍNDICE

Resumen	
Abstract	
1.- Objetivos: Generales y Específicos	08
2.- Síntesis de experiencia Profesional	09
3.- Conceptos Generales y Básicos de Mecánica de Fluidos.	15
4.- Clasificación General de Bombas	29
5.- Que es la Tecnología en la Dosificación de Fluidos	30
6.- Tipos de Tecnologías en Dosificación de Fluidos	31
6.1- Dosificación de Líquidos	31
6.1.1.- Bombas Pulsantes	31
I.- Bombas de Diafragma	31
II.- Bombas Dosificadoras de Pistón	41
III.- Bombas Dosificadoras Peristálticas	42
IV.- Bombas de Cavidad Progresiva	44
6.1.2.- Bombas No Pulsantes	45
VI.- Bombas Dosificadoras de Engranajes Externos	45
7.- Montaje, Instalación y Accesorios sugeridos en el uso de Bombas Dosificadoras	48
8.- Análisis de Mensajes de error y solución de fallos comunes	114
9.- Conclusiones	118
10.- Recomendaciones	119
11.- Bibliografía	120
12.- Anexos:	121
13.- Tablas de resistencia químicas de materiales	122
14.- Diagramas y esquemas de Instalación	133

RESUMEN

El presente Informe de Experiencia Profesional representa un compendio selectivo de las diferentes Tecnologías que normalmente se emplea en la Dosificación de Fluidos en las diferentes Industrias del mercado industrial y muestra de manera general la experiencia de un profesional formado en Ingeniería que ha laborado en diferentes aplicaciones de la mecánica de fluidos y transporte de energía hidráulica, realizando cálculos hidráulicos diversos como ADT, NPSHd, Curvas del sistema, diseño y arreglos hidráulicos, selección de diferente tipo de bombas, en apoyo permanente de Consultoras y empresas de Ingenierías como GYM, Bechtel, Fluor Daniel, Cesel Ingenieros, HLC, etc.

Las Bombas en general son un mundo muy apasionante y en la práctica se encuentran problemas cuyas soluciones nos permiten revisar los conceptos básicos y generales de la mecánica de fluidos.

Aplicaciones especialmente con Bombas Dosificadoras, podríamos señalar las siguientes:

- Bombeo y dosificación de ácido sulfúrico al 98% de concentración con descargas de 210 psi, y longitudes de tubería de 100 metros.
- Dosificación de soda cáustica para el lavado de botellas mediante el control del potencial redox.
- Dosificación de Floculantes o lechada de cal para procesos de neutralización mediante el control automático del ph.
- Dosificación de soluciones cloradas para procesos de desinfección para agua de consumo humano u otros fines, mediante el control del caudal de agua a tratar o el cloro residual.
- Dosificación de reactivos para la flotación de minerales en celdas de flotación en la industria minera.
- Dosificación de floculantes para procesos de clarificación en la industria de la elaboración de azúcar.

- Dosificación de tierras diatomeas o solución de ayuda filtrante para el proceso de refinado de azúcar en la elaboración del azúcar blanca.
- Dosificación de betacaroteno, como vitaminas para la elaboración de fideos.
- Dosificación de alcohol en la elaboración de caramelos con pequeño contenido de alcohol, manteniendo el alcohol en un recipiente caliente y con temperatura regulada y calentada con una resistencia eléctrica.
- Dosificación de sulfato de aluminio granulado para la industria de bebidas gaseosas.
- Dosificación de cloro gas puro para desinfectar el agua.
- Sistemas completos integrados con diversos equipos para soluciones puntuales.

En éste trabajo encontrarán de manera ordenada y simple, cada una de estas tecnologías y una guía práctica de que conocimientos deben tener claros para trabajar con tranquilidad en éste campo.

Se ha tocado con mayor énfasis el tema de la Dosificación de Fluidos, como un campo muy especial dentro de todo lo que significa el mundo de las Bombas, y que representa el Título del Proyecto y que resulta muy apasionante para el autor.

Se ha presentado criterios generales para que puedan realizar un adecuado montaje e instalación de estos equipos especializados, basados en la experiencia de campo desarrollada durante algunos años.

Por último se presentan como anexos tablas prácticas para la selección de materiales, concepto muy importante en el trabajo de selección de equipos y aplicativos integrales de instalación.

ABSTRACT

This report represents a selective Professional Experience compendium of different technologies normally used in Fluid Dispensing in different industries in the industrial market and generally shows the experience of a professional trained in engineering who has worked in different applications fluid mechanics and transport of hydropower, performing various hydraulic calculations as ADT, NPSHd, Curves system design and hydraulic arrangements, selection of different types of pumps, permanent support Consultants and companies Ingenierias as GYM, Bechtel, Fluor Daniel, Cesel Engineers, HLC, etc. Pumps are generally a very exciting world and practice problems whose solutions are allowing us to review the basic and general concepts of fluid mechanics.

Applications especially Metering Pumps, we might note the following:

- Pumping and dosing of sulfuric acid 98% concentration with 210psi downloads and pipe lengths of 100 meters.
- Dosing of NAOH for washing bottles by controlling the redox potential.
- Dosing of flocculants for processes of neutralization using automatic control of ph
- Dosing of chlorine solutions for disinfection processes for drinking water or other purposes, by controlling the flow of water to be treated or residual chlorine.
- Dosing of reagents for flotation of minerals in flotation cells in the mining industry.
- Dosing of flocculants for clarification processes in the industry of sugar processing.
- Dosage of diatomaceous earth in solution for the refining of sugar in the development of white sugar.
- Dosing of beta carotene, like vitamins for making noodles.
- Dosing of alcohol in the development of candies with small alcohol content, keeping alcohol in a hot pan and regulated and heated with an electrical resistance temperature.

- Dosing of granular aluminum sulphate for the beverage industry.
- Dosage pure chlorine gas to disinfect water.
- Integrated with various equipment for specific solutions Complete systems.

In this work will find an orderly and simple, each of these technologies and practical guidance that knowledge should be clear to work in peace in this field.

It has played with greater emphasis the Technology of Metering Pump as a special field within all it means the world of pumps, and representing Project title and that is very exciting for the author.

He has performed general criteria so they can make a proper assembly and installation of this specialized equipment, based on field experience developed over several years.

Finally are presented as tables annexed practices for the selection of materials, very important concept in the work of selection of equipment and integrated installation applications.

1.- Objetivos

Para el presente trabajo se han considerado los siguientes Objetivos:

Objetivos Generales

- Presentar de manera general la Experiencia profesional obtenida en el ejercicio de la carrera Profesional como Bachiller en Ingeniería en Energía.
- Exponer los tipos de Bombas Dosificadoras existentes como Tecnologías utilizados en el mercado nacional.
- Presentar criterios Generales para la instalación de Bombas Dosificadoras de Diafragma.

Objetivos Específicos

- Presentar los conceptos de Mecánica de Fluidos básicos para la adecuada selección de Bombas.
- Reconocer cuando emplear las Bombas Dosificadoras de acuerdo a la aplicación.
- Estar capacitado en la instalación y arranque de Bombas Dosificadoras.
- Diferenciar con claridad el uso de bombas centrifugas y bombas de desplazamiento positivo.

2.- Síntesis de Experiencia Profesional

Se Tuvo oportunidad de trabajar específicamente en tres Empresas, en las cuales se demostró Honradez, Ética, Profesionalismo, Responsabilidad, deseos de Superación , Alta Proactividad e Iniciativa en la solución de problemas, capacidad de aprendizaje de situaciones y conocimientos nuevos, mucha ambición de crecimiento y capacidad de Gestión en Gerencia de Proyectos, teniendo a cargo a profesionales de diferentes especialidades, para el desarrollo de los Proyectos realizados.

La primera experiencia data desde el 25 de Octubre del año 1995 y a la fecha, de manera continua e ininterrumpida se ha acumulado una vasta experiencia en el concepto del Manejo de Fluidos, con alto énfasis en La Tecnología de La Dosificación, Pulverización, Medición y Transporte de los mismos.

Son 18 años de continuos proyectos e implementaciones, en las cuales se conoció muchos profesionales a cargo de muchos proyectos y responsables de procesos y Plantas industriales.

Se ha tenido formación complementaria con capacitaciones en nuestro País, Alemania y USA por parte de nuestras diferentes Representadas, quienes continuamente nos brindan soporte técnico en el tema de nuestra especialización.

A continuación se detalla en forma ordenada y sintética, la secuencia específica de la formación, fuera de los claustros universitarios:

PROTCO S.A. (Actualmente PROMINENT SAC)

Inicio: 25 de Octubre de 1995

Hasta : Agosto de 1997

Cargo: Jefe Zonal Norte Chico con Sede en la ciudad de Chimbote.

Rubro de la Empresa: Suministro, Montaje e Instalación de Equipos de Bombeo

En éste período de tiempo se desarrolló y realizó las diferentes actividades siguientes:

- Instalación y Apertura de la Oficina Regional del Norte con sede en la Ciudad de Chimbote
- Desarrollo e introducción de la empresa en el Desarrollo de Proyectos en la línea de Dosificación de Fluidos y sistemas de Bombeo en las industrias de la zona.
- Elaborar las ofertas y propuestas en General, Full Services, Field Service, relacionadas a las áreas Funcionales de los Sistemas de Bombeo de nuestra Competencia.
- Implementar el área del Training Center de la empresa, presentando y elaborando los planes de Capacitación hacia los clientes con especialistas locales y del extranjero.
- Manejo de Proyectos por montos que variaban entre los \$1,000.00 y \$100,000.00 dólares americanos, en diferentes clientes de la Región.
- En el servicio de Post Venta brindé asesoría técnica a los clientes, resolviendo problemas con soluciones prácticas.

En éste primer período se hizo un estudio previo y general de manera práctica de las Tecnologías de la Dosificación de Fluidos y Sistemas de Bombeo, haciendo el reconocimiento del equipamiento general que ello involucra y apprehendiendo los criterios necesarios para:

- Seleccionar equipos de Bombeo
- Realizar cálculos prácticos de sistemas Fluidos: Altura dinámica Total, NPSHa, Diagramas de Instalación.
- Instalación y Montaje de sistemas Hidráulicos e Hidrológicos.
- Arranque y Puesta a Punto de Equipos.

Para ello se recibió capacitaciones continuadas en la Sede Principal en la ciudad de Lima de Profesionales del medio local y de las principales Representaciones de la Compañía.

RENERGÍA S.A.

Inicio:

Hasta : 1998

Cargo: Socio Fundador

Sede: Ciudad de Chimbote

Rubro de la Empresa: Reducción de Costos de Energía en procesos Industriales

En éste período de tiempo se desarrolló y realizó las diferentes actividades siguientes:

- Constitución de la Empresa e insertación en el mercado local de Chimbote y alrededores.
- Identificación de potenciales clientes de distribución Primaria y secundaria para evaluar consumos de energía activa y reactiva y plantear propuestas de ahorro.
- Propuestas de ahorro de consumo de energía en función a análisis tarifario actual y asesoría técnica para evaluar mejores condiciones de contratación con la distribuidora local.

SERIMPORT S.A.

Inicio: Febrero de 1998

Hasta : Vigente a la fecha

Rubro de la Empresa:

Cargos desempeñados:

Período 1 : Desde Febrero de 1998 hasta Marzo del 2000 : Asesor Técnico Zona Sur

Período 2 : Desde Marzo del 2000 hasta Abril del 2005 : Supervisor de Ventas y Servicios de Lima - Zona Sur - Zona Centro

Período 3: Desde Abril del 2005 a la Fecha : Gerente de Ventas y Servicios

En éste período de tiempo se desarrolló y realizó las diferentes actividades siguientes:

Período 1:

- Identificación y delimitamiento de las principales industrias del Sur del País.
- Visitas Técnicas programadas con las diferentes industrias del sur del País, tales como: Corporación Aceros Arequipa S.A.A, Funsur, Petroperú, Shougang S.,A.A, Sociedad Minera Cerro Verde, Xstrata Tintaya, Southern Perú Copper Corporation, EPS ILO, EPS MOQUEGUA, SEDAPAR, etc.
- Elaboración de una base de datos detallada de los principales clientes de la zona, con información actualizada y debidamente registrada.
- Planteamiento de soluciones y propuestas integrales a los diferentes clientes de la Zona Sur en función al ámbito de nuestra especialización.
- Elaborar las ofertas y propuestas en General, Full Services, Field Service, relacionadas a las áreas Funcionales de los Sistemas de Bombeo de nuestra Competencia.
- Asesoría y soporte técnico mediante charlas programadas para diferentes competencias de nuestra especialidad como empresa. En éste punto, mis servicios eran solicitados en todo el país.
- Capacitación con Técnicos de nuestras diferentes representadas en nuestras oficinas de Lima.
- Colaboración en la implementación de nuestros almacenes y registro del inventario de los equipos que manejamos en stock. Planteaba sugerencias para que se incremente el stock en función a los requerimientos actuales de la industria.

Período 2:

- Implementación de un software administrativo para enlazar datos de los diferentes campos de acción de la empresa.
- Re- estructuración del personal técnico y del Staff de Ingenieros de la Compañía. Colaboré con la contratación de profesionales a través de una empresa especializada en el tema. Para ello analicé y propuse el perfil adecuado del profesional que necesita la empresa, para promocionar adecuadamente sus productos y servicios.
- Preparación de una propuesta para la captación del personal: Selección, adoctrinamiento, entrevista personal y Capacitación / Formación que produzca el personal idóneo.
- Participación en el diseño y elaboración del Marketing Publicitario de la empresa, a través de publicación en Revistas de Minería, Páginas amarillas, Página Web , implementación de correos electrónicos, participación en Ferias y Eventos Mineros.
- Planificación, Organización y elaboración de los Pronósticos de la Producción de la empresa por períodos de tiempo: Semanal, Mensual, Por trimestre , Por Año.
- Planificación, Organización y elaboración de los Pronósticos de gastos.
- Capacitación continua del personal Técnico de Proyectos y Ventas.
- Seguimiento, asesoría y soporte para mantener los proyectos y Negocios actuales y establecer las estrategias adecuadas para continuar ampliando la base de nuestros negocios.
- Estudio a la competencia y a cada uno de nuestros clientes para ofrecer un mejor soporte al Staff de Ingenieros de la Compañía, con actualizaciones continuas en participación de Ferias y visitas continuas y programadas a nuestros clientes.

Período 3:

- Evaluación completa de los recursos disponibles por la empresa para reestructurar y repotenciar la producción con la finalidad de establecer nuevas metas programadas y controladas en el tiempo.
- Establecimiento de equipos de trabajos orientados por áreas de influencias diferenciadas por la geografía del País: Zona Lima , Zona Sur, Zona Norte, Zona Centro. Y orientación de la Contratación de Ingenieros para cubrir esas Plazas.
- Estudio del nivel de importaciones realizada por las empresas competidoras del sector para dimensionar nuestra producción en función a lo que obtiene el mercado e identifiqué los Potenciales clientes con las Proyecciones de la Demanda , para asignar el número de Ingenieros por área de trabajo.
- Reclutamiento, selección y Capacitación del Staff de Ingenieros para alcanzar las metas Fijadas.
- Realizar un análisis de costos de producción, identificando los costos fijos y los costos variable, para optimizar nuestros procesos.
- Establecer relaciones estratégicas con potenciales proveedores para optimizar los servicios contratados y proyectar la demanda de gastos con costo fijos en el tiempo.
- Se estudió cada uno de los clientes para redireccionar nuestro potencial a los más importantes y que presenten proyectos afines a nuestra especialidad. Reforcé el tema mediante visitas programadas con los responsables de la zona.
- Se estableció una búsqueda de socios estratégicos Fabricantes de Equipos Industriales de otros países de alto Nivel de Calidad de producción y reforcé las alianzas y Representaciones existentes.
- Se realizó viajes de Capacitación y entrevista con nuestras principales Representadas en Alemania y USA. Los resultados fueron explicados en conferencia dentro de nuestras instalaciones de Lima.

- Mejora del soporte técnico e implementación del taller de pruebas hidráulicas y de Pulverización. Adicionalmente establecimos sociedades estratégicas con Talleres mecánicos, de Torno y Transporte para mejorar nuestros servicios.
- Implementación y Capacitación del equipo de Importaciones, consiguiendo crédito con nuestras principales Representadas del exterior, ampliando la línea de crédito con el sistema Financiero local y estableciendo Proveeduría fija con los embarcadores, Agentes de Aduanas y Couriers.
- Asegurar la correcta ejecución del proyecto asegurando que se cumpla con los lineamientos del PMBOK
 - Planificar, controlar y cerrar los proyectos en coordinación con la PMO
 - Apoyar en la gestión de cambios de los proyectos.
 - Apoyar como gestor de producto en la especialidad que corresponda.
 - Análisis de riesgos, control de calidad y gestión de RRHH.
- Analizo la rentabilidad del negocio post servicio, identificando los puntos de mejora y realizando reuniones de lecciones aprendidas. Aseguro la rentabilidad de los proyectos y servicios.
- Liderar el área de Spare parts coordinando con las diversas áreas de las unidades a nivel global (USA, Alemania, Asia). Superviso los procesos de importación de los pedidos.
- Establecer los márgenes de utilidad asignados para cada proyecto y coordinando con el responsable de establecer los precios.
- Coordinar con el área responsable la revisión de los indicadores de desarrollo, rentabilidad y oportunidad de negocio del área.

3.- Conceptos Generales y Básicos de Mecánica de Fluidos.

3.1.- Que es un Fluido

Se denomina fluido a un tipo de medio continuo formado por alguna sustancia entre cuyas moléculas sólo hay una fuerza de atracción débil. La propiedad definitoria es que los fluidos pueden cambiar de forma sin que aparezcan en su seno fuerzas restitutivas tendentes a recuperar la forma "original" (lo cual constituye la principal diferencia con un sólido deformable, donde sí hay fuerzas restitutivas).

Un fluido es un conjunto de partículas que se mantienen unidas entre si por fuerzas cohesivas débiles y las paredes de un recipiente; el término engloba a los líquidos y los gases. En el cambio de forma de un fluido la posición que toman sus moléculas varía, ante una fuerza aplicada sobre ellos, pues justamente fluyen. Los líquidos toman la forma del recipiente que los aloja, manteniendo su propio volumen, mientras que los gases carecen tanto de volumen como de forma propias. Las moléculas no cohesionadas se deslizan en los líquidos, y se mueven con libertad en los gases. Los fluidos están conformados por los líquidos y los gases, siendo los segundos mucho menos viscosos (casi fluidos ideales).¹

3.2.- Peso específico

Se le llama peso específico a la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

Su expresión de cálculo es:

$$\gamma = \frac{P}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación 1)} \quad \text{siendo,}$$

- γ , el peso específico;
- P , el peso de la sustancia;
- V , el volumen de la sustancia;
- ρ , la densidad de la sustancia;
- m , la masa de la sustancia;
- g , la aceleración de la gravedad.

3.3.- Viscosidad

Medida de la resistencia de un líquido a fluir. La medida común métrica de la viscosidad absoluta es el Poise, que es definido como la fuerza necesaria para mover un centímetro cuadrado de área sobre una superficie paralela a la velocidad de 1 cm por segundo, con las superficies separadas por una película lubricante de 1 cm de espesor. La viscosidad varía inversamente proporcional

con la temperatura. Por eso su valor no tiene utilidad si no se relaciona con la temperatura a la que el resultado es reportado

3.4.- Presión

La presión es la magnitud escalar que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la superficie. Cuando sobre una superficie plana de área A se aplica una fuerza normal F de manera uniforme, la presión P viene dada de la siguiente forma:

$$p = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2)}$$

En un caso general donde la fuerza puede tener cualquier dirección y no estar distribuida uniformemente en cada punto la presión se define como:

$$p = \frac{dF_A}{dA} \cdot \mathbf{n} \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación 3)}$$

Donde \mathbf{n} es un vector unitario y normal a la superficie en el punto donde se pretende medir la presión. La definición anterior puede escribirse también como:

$$p = \frac{d}{dA} \int_S \mathbf{f} \cdot \mathbf{n} dS \quad \dots\dots\dots \text{(Ecuación 4)}$$

donde:

\mathbf{f} , es la fuerza por unidad de superficie.

\mathbf{n} , es el vector normal a la superficie.

A , es el área total de la superficie S .

Presión absoluta y relativa

En determinadas aplicaciones la presión se mide no como la presión absoluta sino como la presión por encima de la presión atmosférica, denominándose

presión relativa, presión normal, presión de gauge o presión manométrica.

Consecuentemente, la presión absoluta es la presión atmosférica (P_a) más la presión manométrica (P_m) (presión que se mide con el manómetro).

$$P_{ab} = P_a + P_m \quad \dots \text{ (Ecuación 5)}$$

Presión hidrostática e hidrodinámica

En un fluido en movimiento la presión hidrostática puede diferir de la llamada presión hidrodinámica por lo que debe especificarse a cual de las dos se está refiriendo una cierta medida de presión.

Presión de un gas

En el marco de la teoría cinética la presión de un gas es explicada como el resultado macroscópico de las fuerzas implicadas por las colisiones de las moléculas del gas con las paredes del contenedor. La presión puede definirse por lo tanto haciendo referencia a las propiedades microscópicas del gas:

Para un gas ideal con N moléculas, cada una de masa m y moviéndose con una velocidad aleatoria promedio v_{rms} contenido en un volumen cúbico V las partículas del gas impactan con las paredes del recipiente de una manera que puede calcularse de manera estadística intercambiando momento lineal con las paredes en cada choque y efectuando una fuerza neta por unidad de área que es la presión ejercida por el gas sobre la superficie sólida.

La presión puede calcularse entonces como

$$P = \frac{Nmv_{rms}^2}{3V} \quad \text{(gas ideal) } \dots \text{ (Ecuación 6)}$$

Este resultado es interesante y significativo no solo por ofrecer una forma de calcular la presión de un gas sino porque relaciona una variable macroscópica observable, la presión, con la energía cinética promedio por molécula, $1/2 mv_{rms}^2$, que es una magnitud microscópica no observable directamente. Nótese

que el producto de la presión por el volumen del recipiente es dos tercios de la energía cinética total de las moléculas de gas contenidas.

Propiedades de la presión en un medio fluido

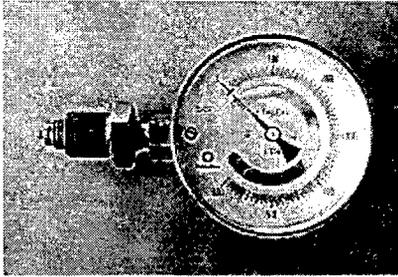


Fig. 1 : Manómetro.

1. La fuerza asociada a la presión en un fluido ordinario en reposo se dirige siempre hacia el exterior del fluido, por lo que debido al principio de acción y reacción, resulta en una compresión para el fluido, jamás una tracción.
2. La superficie libre de un líquido en reposo (y situado en un campo gravitatorio constante) es siempre horizontal. Eso es cierto solo en la superficie de la Tierra y a simple vista, debido a la acción de la gravedad constante. Si no hay acciones gravitatorias, la superficie de un fluido es esférica y, por tanto, no horizontal.
3. En los fluidos en reposo, un punto cualquiera de una masa líquida está sometida a una presión que es función únicamente de la profundidad a la que se encuentra el punto. Otro punto a la misma profundidad, tendrá la misma presión. A la superficie imaginaria que pasa por ambos puntos se llama superficie equipotencial de presión o superficie isobárica.

3.5.- Densidad

La densidad puede obtenerse de varias formas. Por ejemplo, para objetos macizos de densidad mayor que el agua, se determina primero su masa en una balanza, y después su volumen; éste se puede calcular a través del cálculo si

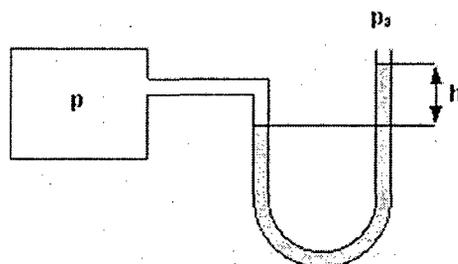
el objeto tiene forma geométrica, o sumergiéndolo en un recipiente calibrando, con agua, y viendo la diferencia de altura que alcanza el líquido. La densidad es el resultado de dividir la masa por el volumen. Para medir la densidad de líquidos se utiliza el densímetro, que proporciona una lectura directa de la densidad.

El principio de Arquímedes permite determinar la densidad de un objeto cuya forma es tan irregular que su volumen no puede medirse directamente. Si el objeto se pesa primero en aire y luego en agua, la diferencia de peso será igual al peso del volumen de agua desplazado, y este volumen es igual al volumen del objeto, si éste está totalmente sumergido. Así puede determinarse fácilmente la densidad del objeto. Si se requiere una precisión muy elevada, también hay que tener en cuenta el peso del aire desplazado para obtener el volumen y la densidad correctos.

Densidad relativa (δ_R): es la relación entre la densidad de un cuerpo y la densidad del agua a 4 °C, que se toma como unidad. Como un centímetro cúbico de agua a 4 °C tiene una masa de 1 g, la densidad relativa de la sustancia equivale numéricamente a su densidad expresada en gramos por centímetro cúbico. La densidad relativa no tiene unidades.

$$\delta_R = \delta / \delta_{\text{agua}} \dots \text{ (Ecuación 7)}$$

Fig. 2 : Manómetros



La mayoría de los medidores de presión, o manómetros, miden la diferencia entre la presión de un fluido y la presión atmosférica local. Para pequeñas diferencias de presión se emplea un manómetro que consiste en un tubo en forma de U con un extremo conectado al recipiente que contiene el fluido y el

otro extremo abierto a la atmósfera. El tubo contiene un líquido, como agua, aceite o mercurio, y la diferencia entre los niveles del líquido en ambas ramas indica la diferencia entre la presión del recipiente y la presión atmosférica local.

$$p = p_a + \delta \cdot g \cdot h \quad \dots \text{ (Ecuación 8)}$$

Para diferencias de presión mayores se utiliza el manómetro de Bourdon, este manómetro está formado por un tubo hueco de sección ovalada curvado en forma de gancho. Los manómetros empleados para registrar fluctuaciones rápidas de presión suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea.

Como la mayoría de los manómetros miden la diferencia entre la presión del fluido y la presión atmosférica local, hay que sumar ésta última al valor indicado por el manómetro para hallar la presión absoluta. Una lectura negativa del manómetro corresponde a un vacío parcial.

Las presiones bajas en un gas (hasta unos 10^{-6} mm de mercurio de presión absoluta) pueden medirse con el llamado dispositivo de McLeod, que toma un volumen conocido del gas cuya presión se desea medir, lo comprime a temperatura constante hasta un volumen mucho menor y mide su presión directamente con un manómetro. La presión desconocida puede calcularse a partir de la ley de Boyle-Mariotte. Para presiones aún más bajas se emplean distintos métodos basados en la radiación, la ionización o los efectos moleculares.

3.6.- NPSH

NPSH es un acrónimo de *Net Positive Suction Head*, también conocido como ANPA (Altura Neta Positiva en la Aspiración) y CNPA (Carga Neta Positiva en Aspiración). Es la caída interna de presión que sufre un fluido cuando este ingresa al interior de una bomba centrífuga. Cuando el fluido ingresa a una bomba centrífuga, lo hace siempre por el centro del rodete impulsor, lugar en donde toma contacto con las paletas de dicho rodete para ser luego impulsado hacia la periferia de la bomba. Pero, al hacer contacto con dicha paletas, el fluido sufre lo que se denomina "Efecto de la Proa de Fuhrmann". Este efecto,

establece que el fluido, que ya ha pasado por las pérdidas de fricción y de accesorios del sistema de tuberías, aún continúa perdiendo presión. esta vez dentro de la bomba centrífuga, al acomodarse al contorno de la paleta, en cuya punta el fluido choca contra el extremo, se acomoda rápidamente, aumenta su velocidad, y por ende disminuye su presión. Otro factor que determina esta caída de presión es el hecho de que el flujo ingresa al centro del rodete de forma axial, y se debe reorientar para seguir el contorno de las paletas.

La NPSH es un parámetro importante en el diseño de un circuito de bombeo: si la presión en el circuito es menor que la presión de vapor del líquido, éste entrará en algo parecido a la ebullición: se vaporiza, produciéndose el fenómeno de cavitación, que puede dificultar o impedir la circulación de líquido, y causar daños en los elementos del circuito.

En las instalaciones de bombeo se debe tener en cuenta la NPSH referida a la aspiración de la bomba, distinguiéndose dos tipos de NPSH:

NPSH requerida: es la NPSH mínima que se necesita para evitar la cavitación. Depende de las características de la bomba, por lo que es un dato que debe proporcionar el fabricante en sus curvas de operación.

$$NPSHr = H_z + \frac{V^2}{2g} \quad \dots \text{ (Ecuación 9)}$$

donde

H_z es la presión mínima necesaria a la entrada del rodete, en m.c.l. (metros de columna de líquido).

$\frac{V^2}{2g}$ es la presión cinética correspondiente a la velocidad de entrada del líquido en la boca de aspiración, en m.c.a. (para V_a en m/s).

NPSH disponible: depende de las características de la instalación y del líquido a bombear.

$$NPSH_d = \frac{P_a}{\gamma} - H_a - h_f - \frac{P_v}{\gamma} \quad \dots \text{ (Ecuaci3n10)}$$

donde

γ es el peso espec3fico del l3quido (N/m³).

P_a es la presi3n en el nivel de aspiraci3n, en Pa

H_a es la altura geom3trica de aspiraci3n en m.c.l.

h_f es la p3rdida de carga en la l3nea de aspiraci3n, en m.c.l.

P_v es la presi3n de vapor del l3quido a la temperatura de bombeo, en Pa

La NPSH disponible debe ser mayor que la NPSH requerida para evitar la cavitaci3n. Las causas m3s frecuentes de que esta condici3n no se cumpla son dos:

- Aumento de la p3rdida de carga en la l3nea de aspiraci3n, bien por obstrucci3n de la tuber3a o filtro de aspiraci3n, bien por funcionamiento de la bomba con la v3lvula de aspiraci3n semicerrada.
- Aumento de la presi3n de vapor del l3quido al aumentar su temperatura, por ejemplo si el l3quido a bombear se refrigera previamente, y esta refrigeraci3n falla.

3.7.- Cavitaci3n

Los 3labes de un rodete de una bomba o de la h3lice de un barco se mueven dentro de un fluido. Cuando el fluido se acelera a trav3s de los 3labes se forman regiones de bajas presiones. Cuanto m3s r3pido se mueven los 3labes menor es la presi3n alrededor de los mismos. Cuando se alcanza la presi3n de vapor, el fluido se vaporiza y forma peque1as burbujas de vapor que al colapsarse causan ondas de presi3n audibles y desgaste en los 3labes.

La cavitaci3n en bombas puede producirse de dos formas diferentes:

Cavitación de succión

La cavitación de succión ocurre cuando la succión de la bomba se encuentra en unas condiciones de baja presión/alto vacío que hace que el líquido se transforme en vapor a la entrada del rodete. Este vapor es transportado hasta la zona de descarga de la bomba donde el vacío desaparece y el vapor del líquido es nuevamente comprimido debido a la presión de descarga. Se produce en ese momento una violenta implosión sobre la superficie del rodete. Un rodete que ha trabajado bajo condiciones de cavitación de succión presenta grandes cavidades producidas por los trozos de material arrancados por el fenómeno. Esto origina el fallo prematuro de la bomba.

Cavitación de descarga

La cavitación de descarga sucede cuando la descarga de la bomba está muy alta. Esto ocurre normalmente en una bomba que está funcionando a menos del 10% de su punto de eficiencia óptima. La elevada presión de descarga provoca que la mayor parte del fluido circule por dentro de la bomba en vez de salir por la zona de descarga. A este fenómeno se le conoce como *slippage*. A medida que el líquido fluye alrededor del rodete debe de pasar a una velocidad muy elevada a través de una pequeña apertura entre el rodete y el tajamar de la bomba. Esta velocidad provoca el vacío en el tajamar (fenómeno similar al que ocurre en un venturi) lo que provoca que el líquido se transforme en vapor. Una bomba funcionando bajo estas condiciones muestra un desgaste prematuro del rodete, tajamar y álabes. Además y debido a la alta presión de funcionamiento es de esperar un fallo prematuro de las juntas de estanqueidad y rodamientos de la bomba. Bajo condiciones extremas puede llegar a romperse el eje del rodete.

3.8.- Cálculo de la Altura Dinámica Total

La bomba a seleccionar debe vencer la resistencia de un sistema de bombeo para lograr que el líquido fluya totalmente en el sistema. La resistencia al flujo del líquido es conocido como altura dinámica total TDH. Esta comprende los siguientes ítems: alturas estática de succión y de descarga, las pérdidas por rozamiento, la altura de velocidad, pérdidas de carga locales y la diferencia de

presión existente sobre el líquido en el lado de la succión y en el lado de la descarga.

Para el presente proyecto no existen condiciones de succión, porque las bombas están sumergidas y éstas succionan el agua residual directamente sin necesidad de accesorios y tuberías. Entonces:

$$P_D - P_S = 0, V_S = 0, Z_S = 0, \dots \text{ (Ecuación 11)}$$

Reemplazando estos valores en la ecuación de energía entre dos superficies libres y considerando sólo condiciones de descargas, tenemos que:

$$TDH = Z_D + \frac{v_D^2}{2g} + f \frac{l}{D} \frac{v_D^2}{2g} + \sum K_L \frac{v_D^2}{2g} \dots \text{ (Ecuación 12)}$$

3.9.- Curva de Operación Hidráulica

Parte del proceso de selección de una o varias bombas en una Estación de Bombeo abasteciendo a una Tubería de Impulsión, consiste en preseleccionar la Curva Característica de estas bombas y compararlas con la Curva de Operación Hidráulica del sistema, de forma tal de establecer el punto de operación (Caudal y altura) para ciertas condiciones de diseño.

De esta forma, antes de siquiera entrar en el proceso de preselección de los equipos de bombeo, el diseñador debe conocer cuál es la relación existente entre el caudal conducido por ella y las pérdidas de carga que se generan por la conducción del líquido. Para ello se crea la **Curva de Operación Hidráulica** o **Curva Característica** como veremos a continuación.

Relación de la Curva de Operación Hidráulica con el Principio de Energía

Suponiendo que se cuenta con un tramo horizontal de tubería del cual es conocida la geometría (longitud, diámetro interno) así como el material (para establecer el Coeficiente de Fricción), el planteamiento de la Ecuación de Energía (despreciando el término de energía cinética) entre su punto inicial (1) y el final (2) conduciría a la siguiente expresión:

$$H_1 - hp = H_2$$

..... (Ecuación 13)

La cual expresa que la Energía Piezométrica disponible en el punto (1) menos las pérdidas totales (hp) en el tramo en consideración, será igual a la Energía Piezométrica resultante o disponible en el punto (2).

En este caso, las pérdidas totales en el tramo en consideración se corresponderán a un caudal en específico conducido por la tubería, y serán calculadas utilizando ecuaciones como la de Hazen-Williams para el caso de pérdidas por fricción.

Ahora, si quisiéramos establecer cómo varía la energía disponible entre ambos puntos para distintos caudales, podríamos reescribir la anterior ecuación de la siguiente manera (introduciendo la Ecuación de Hazen-Williams incluyendo las pérdidas locales a través de la simplificación del Método de la Longitud Equivalente):

$$H_1 - 10,67 \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \cdot \frac{Lc}{D^{4,87}} = H_2$$

..... (Ecuación 14)

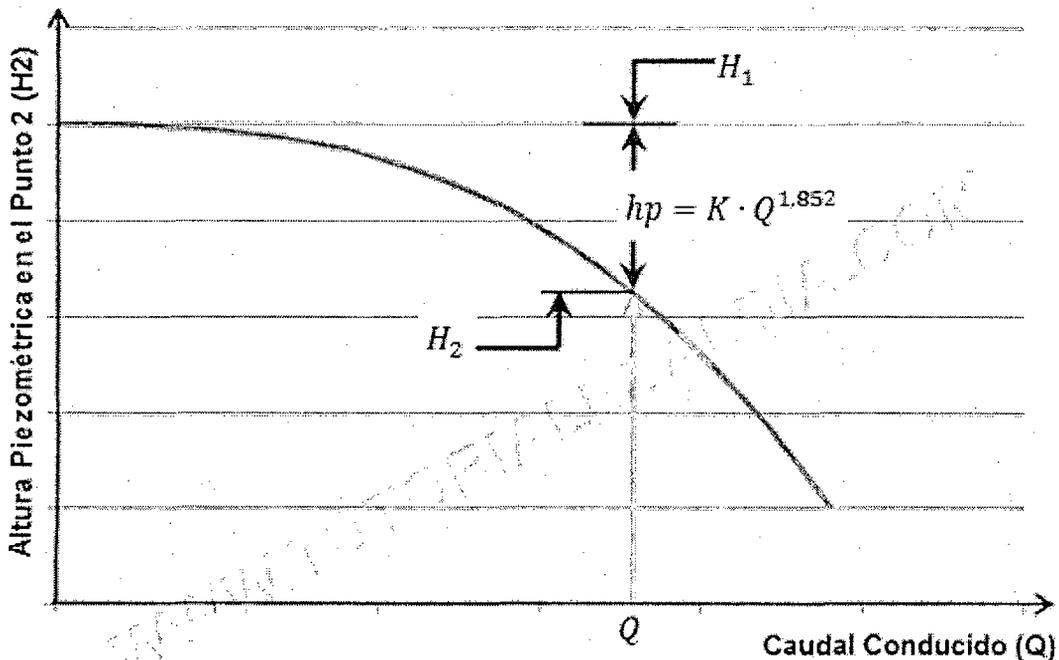
Y, dado que los términos geométricos y físicos son conocidos (Longitud, Coeficiente de Fricción y Diámetro), se puede expresar como:

$$H_1 - K \cdot Q^{1,852} = H_2$$

.... (Ecuación 15)

La cual ya tiene forma de una Curva de Operación Hidráulica, pues permitirá obtener la diferencia de energía para distintos caudales. De esta forma, si conocemos el valor de la Energía Piezométrica en el Punto 1, **la ley de Variación de la Energía Piezométrica en el punto 2** tendrá una forma similar a la siguiente:

Fig.3 Curva de Operación Hidráulica



Nótese que en la Curva de Operación Hidráulica anterior se ha particularizado los valores de H_1 , hp y H_2 , para un Caudal determinado. Esta Curva de Operación permite así comprender (o visualizar) que, en la medida que el caudal sea mayor, las pérdidas entre ambos puntos también lo serán y, por lo tanto, la Energía Piezométrica disponible en el punto 2 será menor. Por supuesto, si el caudal conducido es nulo, la energía en el punto 2 será igual a la del punto 1 (condición sin pérdidas de carga).

Particularizando la Curva de Operación Hidráulica para una Tubería de Impulsión

El planteamiento anterior es más bien general siendo específicamente aplicable al caso de una Tubería Abastecida por Gravedad, en la que se conoce la energía disponible en su punto de inicio y para la cual podría requerirse determinar la Energía resultante en su punto final cuando se conduce un caudal específico.

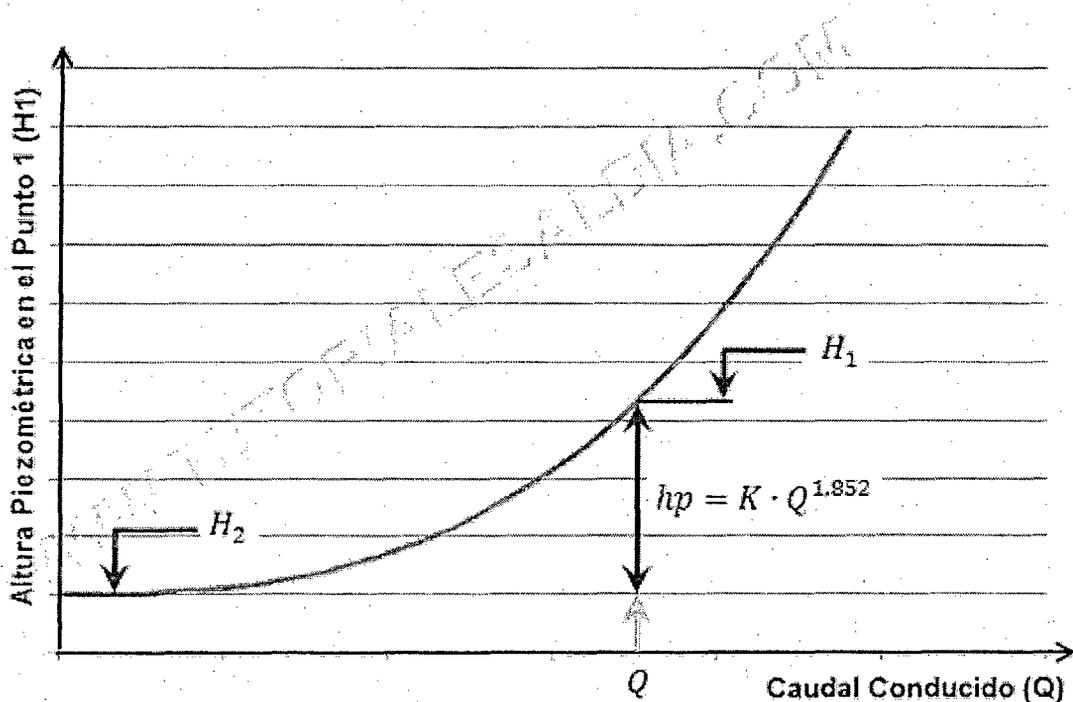
En el caso de una Tubería de Impulsión o Aducción por Bombeo, la situación es diferente pues, en este caso, se conoce es la Energía en su punto final (un tanque de descarga generalmente) siendo necesario obtener, para un

caudal de diseño dado, la energía en su inicio, es decir: la Energía que debe suministrar la Estación de Bombeo que la abastece.

Así, el planteamiento de la Curva de Operación Hidráulica para una Tubería de Impulsión será el siguiente:

$$H_1 = H_2 + K \cdot Q^{1.852} \quad \dots \text{ (Ecuación 16)}$$

Con la consiguiente modificación en el gráfico: **Fig.4 : Curva Modificada**



De esta manera, conociendo la Curva de Operación Hidráulica de la Tubería de Impulsión, es posible conocer cuál será el punto de operación necesario para garantizar el suministro de determinado caudal desde la Estación de Bombeo que la abastece. De hecho, la combinación de esta curva con la Curva Característica de las Bombas Centrífugas preseleccionadas, permitirá realizar la Caracterización y diseño hidráulico del Sistema de bombeo. Pero esto lo dejamos para un próximo Tutorial, por ahora veamos un ejemplo numérico:

4.- Clasificación General de Bombas

3.1: Bombas de Desplazamiento Positivo

3.1.1.- Bombas Reciprocantes

I.- Bombas de Pistón o Embolo:

a.- De Doble Acción : Simple , Doble

b.- De Simple Acción/Doble Acción: Simple, Doble, Triple, Múltiple.

II.- Bombas de Diafragma:

a.- Simple : Operadas por Fluido

b.- Múltiple: Operadas Mecanicamente.

3.1.2.- Rotatorias

I.- De Rotor Simple:

* Aspas

* Pistón

* Miembro Flexible

* Tornillo

II.- De Rotor Múltiple

- Engranés
- Lóbulos
- Balancines
- Tornillos

3.2.- Bombas Dinámicas

I.- Centrífugas

a.- Flujo Radial

* Simple succión

* Doble succión

b.- Flujo Mixto

* Simple succión

* Doble succión

c.- Flujo Axial

* De Simple Succión

1.- Unipaso: Impulsor abierto, impulsor cerrado.

2.- Multipaso: Impulsor abierto, impulsor cerrado.

II.- Periféricas

a.- Unipaso : Autocebantes

b.- Multipaso: Cebadas por medios externos

III.- Dosificadoras

- Electromagnéticas
- Accionadas con Motor Eléctrico

5.- Que es la Tecnología en Dosificación de Fluidos

Dosificar un Fluido consiste en añadir cantidades graduadas a un proceso industrial determinado, en función a necesidades propias definidas por el usuario final.

La Dosificación puede ser de Líquidos, Sólidos o gases.

En cualesquiera de éstas tres modalidades el proceso de adición puede ser en modo manual o automático.

En modo manual, implica definir mediante un operador y en función a lo que exige el proceso, la graduación de la dosis requerida. Para ello existen las posibilidades de ajuste con variador de frecuencia, variador mecánico de la velocidad o perilla de regulación de la longitud de carrera del elemento impulsor.

En modo automático es necesario definir un parámetro de control que permita regular el proceso y enlazarse con un sistema de control cerrado.

Para ésta opción existen tecnologías muy variadas que combinan paneles electrónicos de control con microprocesador que permiten el desarrollo de funciones muy complejas.

El parámetro de control tiene que ser una variable que defina el proceso y cuya variación autoregule la cantidad a dosificar. Para transmitir éste control pueden usarse diversos tipos de señales externas, tales como: Pulsos, análogas, Profibus DP, etc.

6.- Tipos de Tecnologías en Dosificación de Fluidos

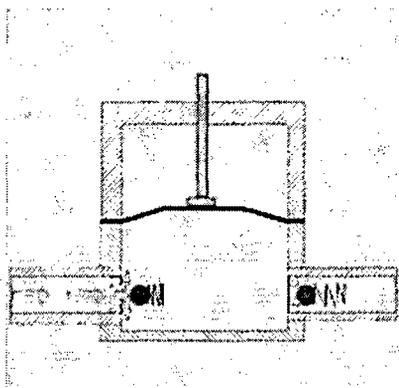
6.1- Dosificación de Líquidos

6.1.1.- Pulsantes

I.- Bombas Dosificadoras de Diafragma

Las bombas de diafragma son un tipo de bombas de desplazamiento positivo (generalmente alternativo) que utilizan paredes elásticas (membranas o diafragmas) en combinación con válvulas de retención (check) para introducir y sacar fluido de un tanque de producto Químico.

Fig. 5 : Esquema Bomba de Diafragma



027237

En éste tipo de Bombas, el caudal descargado depende mucho de la presión de descarga. Practicamente existe una curva característica por cada valor de la presión de descarga por lo que para garantizar su mayor precisión se requiere estabilizar éste valor de la presión. Existen algunos accesorios apropiados que puede garantizar el valor constante de ésta presión: La válvula de contra presión por ejemplo.

Fabricantes diversos permiten el diseño de tecnologías con accionamiento electromagnético o con motor eléctrico monitoreados con microprocesadores integrados o con variador de frecuencia o con simple perilla de ajuste.

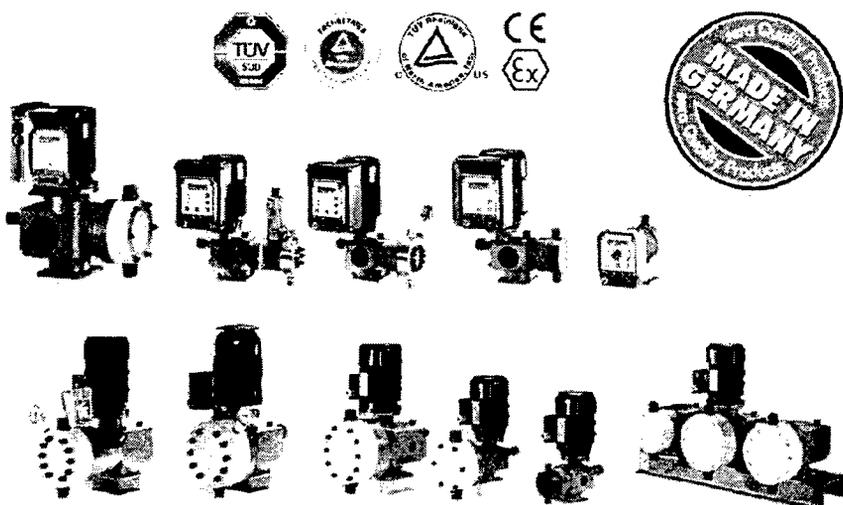
Características principales:

- Posibilidad de trabajar en seco
- Alta capacidad de succión
- Tolerancia a partículas menores contenidas en el fluido
- Alta precisión.

He tenido mucha experiencia en éste tipo de Tecnología, trabajando por años con un Fabricante Alemán, a quienes he visitado sus instalaciones de Fábrica para observación y capacitación en cursos programados sobre dosificación de Fluidos.

SERA PRODOS de Alemania, es un Fabricante líder en la Tecnología de la producción de Bombas Dosificadores Pulsantes de Diafragma, con sus respectivos accesorios y sistemas integrados en aplicaciones puntuales para la solución de problemas diversos de la industria.

Fig. 6 : Diferentes modelos de Bombas de Diafragma



Su línea de producción podemos definirla de la siguiente manera:

1.- Bombas Dosificadoras accionadas Electromagnéticamente SERIE 2

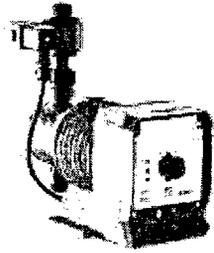
Son Bombas Dosificadoras cuyo accionamiento eléctrico corresponde a una bobina electromagnética y que resume las siguientes características:

- Rango de caudal: 0.4 a 35 Lph
- Son aprovechables en modo manual R234.1 y en modo automático en la serie C204.1 con panel electrónico digital con microprocesador integrado que permite la visualización y ejecución de varias funciones.

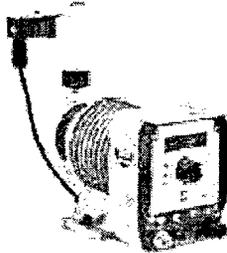
Fig. 7: Bomba electromagnética con microprocesador.



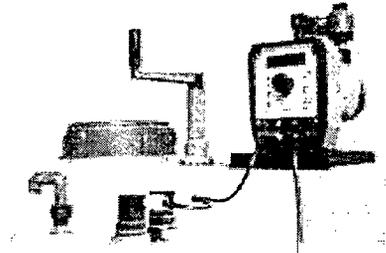
Fig. 8: Diferentes Modelos de Bombas Dosificadoras Electromagnéticas



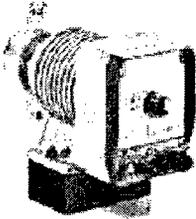
C22401 - Bomba dosificadora
Caudal: 0.4 - 1450 lph



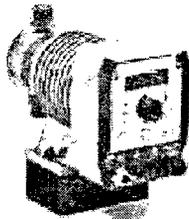
C22402 - Bomba dosificadora
Caudal: 0.4 - 1450 lph



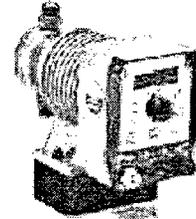
C22403 - Bomba dosificadora
Caudal: 0.4 - 1450 lph



C22404 - Bomba dosificadora
Caudal: 0.4 - 1450 lph



C22405 - Bomba dosificadora
Caudal: 0.4 - 1450 lph



C22406 - Bomba dosificadora
Caudal: 0.4 - 1450 lph

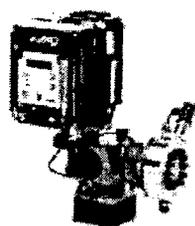


2.- Bombas Dosificadoras Accionadas a Motor SERIE 4

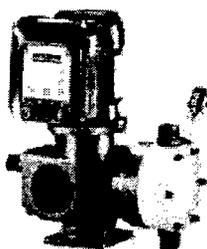
Son Bombas Dosificadoras accionadas con Motor eléctrico con las siguientes características generales:

- Rango de Caudal: 0.4 – 1450 lph
- Aplicables como opcional para zonas de posible explosión – ATEX
- Cabezales dosificadores de diferentes materiales constructivos
- Dispositivos de calentamiento
- Ensamblajes con válvulas de doble bola
- Aprovechables con actuadores eléctricos
- Válvulas con asientos elásticos
- Dispositivos de transmisión de strokes
- Monitoreo de ruptura del diafragma

Fig. 9: Bombas Dosificadoras accionadas con Motor Elèctrico



C400.2 ML Flow rate: 0.1 - 200 l/h
Control pressure up to 20 bar



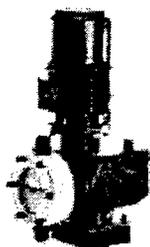
C470.2 ML Flow rate: 10 - 1200 l/h
Control pressure up to 16 bar



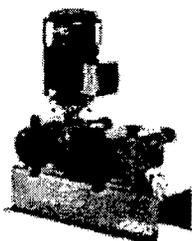
B400.2 ML Flow rate: 0.1 - 200 l/h
Control pressure up to 20 bar



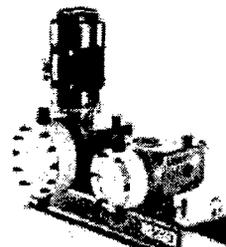
B400.2 Flow rate: 0.1 - 200 l/h
Control pressure up to 10 bar



B410.2 Flow rate: 250 - 1450 l/h
Control pressure up to 8 bar



B4400.2 Combination pump



B4470.2 Combination pump

3.- Bombas Dosificadoras Accionadas a Motor MultiDiafragmas ML

Bombas Dosificadoras empleadas en aplicaciones especiales que requieran combinar altas presiones y posibilidad de trabajar en seco con fluidos

complicados que ameriten la reserva del diafragma de trabajo con múltiples diafragmas. Incluyen sensor de ruptura de diafragma.

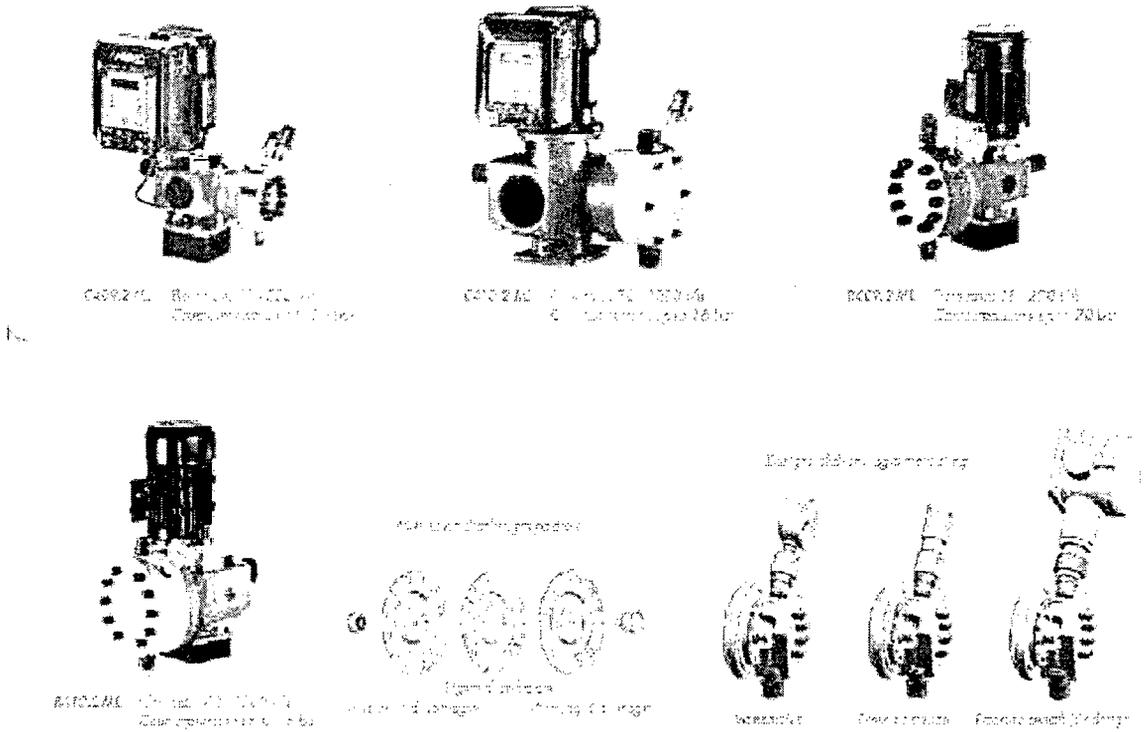
Características Generales:

- Rango de Caudal: 11 a 1200 lph
- Contrapresiones máximas de 20 bar
- Alta seguridad operacional con Tecnología de múltiples diafragmas y monitoreos de ruptura del diafragma.
- Excelentes características autocebantes sin requerir de accesorios adicionales.
- Aplicables en áreas de explosión.

Fig. 10: Bomba Multi Diafragma con microprocesador



Fig. 11: Modelos diferentes de Bombas Multi Diafragma



4.- Bombas Dosificadoras Accionadas a Motor del tipo PISTON – DIAFRAGMA 4 SERIE KM

Bombas accionadas con motor eléctrico que emplean un fluido hidráulico intermedio, Glicerina, para transmitir potencia hacia un diafragma de Trabajo. Este tipo de bomba combina las ventajas de una bomba de Pistón y la de una bomba de Diafragma, es decir, puede trabajar en seco y desarrollar altas presiones manteniendo un caudal casi constante en función a presiones de descarga variables.

Las principales características son:

- Rango de caudal: 7.5 a 850 lph
- Máxima presión de trabajo: 80 bar
- Combina las características de una bomba de pistón y una de diafragma
- Materiales de cabezal dosificador varios
- Opción a trabajar en zonas explosivas
- Monitoreo de la ruptura del diafragma
- Fluido hidráulico con válvula compensadora.

Fig.12: Bomba de Doble Diafragma con Microprocesador

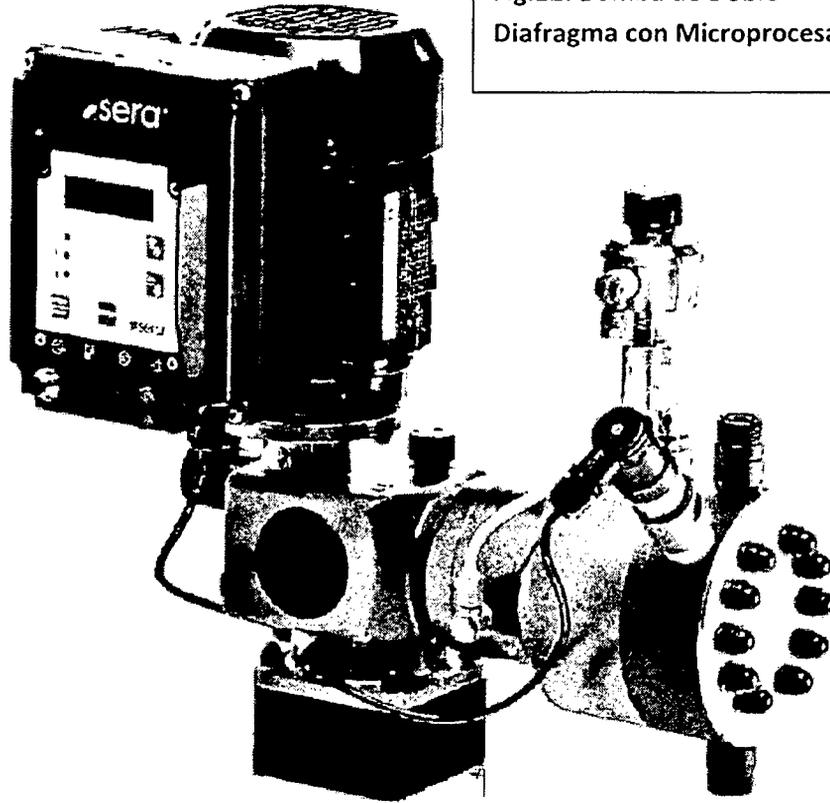
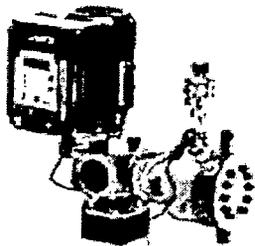
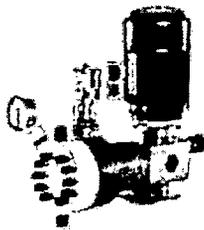


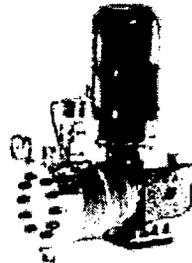
Fig.13: Modelos de Bombas dosificadoras de Doble Diafragma



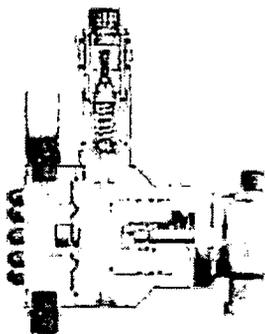
R409.2KM Flow rate: 2.5 - 190 l/h
Counterpressure up to 50 bar



R409.2KM Flow rate: 2.5 - 190 l/h
Counterpressure up to 50 bar



R410.2KM Flow rate: 20 - 250 l/h
Counterpressure up to 50 bar



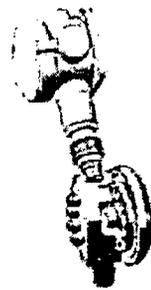
Designs of diaphragm monitoring



Manometer



Pressure switch



Pressure switch (Ex design)

Fig 14: Monitoreo de la ruptura del diafragma

5.- Bombas Dosificadoras Accionadas a Motor del tipo PISTON – DIAFRAGMA 5 SERIE KM

Bombas apropiadas para condiciones extremas de trabajo con opción de fabricación de acuerdo al estándar internacional API 675 .

Sus principales características son:

- Rango de Caudal: 65 a 1650 lph
- Contra presiones de hasta 220 bar
- Dosificación de flujos precisos a alta precisión.
- Combina las tecnologías de Pistón y Diafragma con fluido hidráulico.
- Válvula de compensación hidráulica integrada, que alivia sobrepresiones.
- Estándar de construcción API 674/675
- Diseños para trabajar en ambientes explosivos.
- Actuadores eléctricos y otras opciones de control.

Fig. 15: Bombas Dosificadoras API

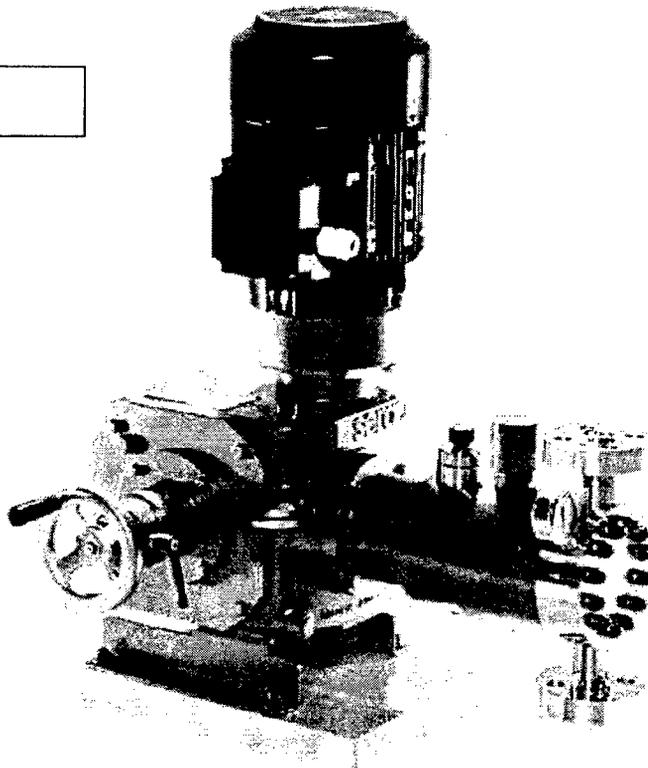
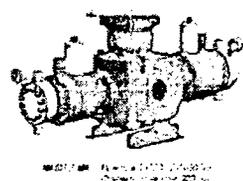


Fig. 16: Modelos de Bombas con Estándar API



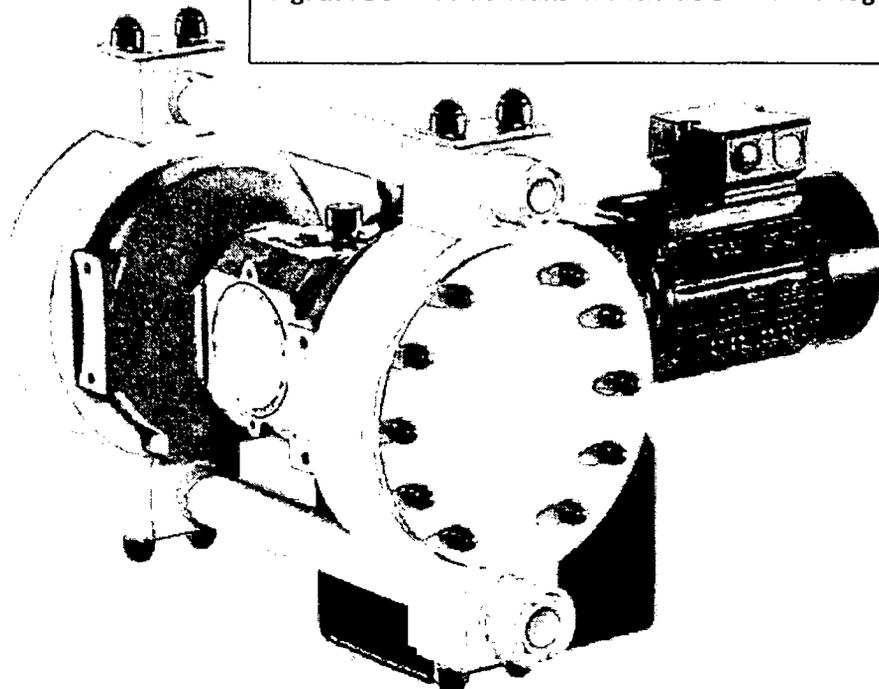
6.- Bombas de transferencia con Motor Eléctrico SERIES ZX

Bombas especiales para la transferencia de Fluidos agresivos o no agresivos y accionadas por motor eléctrico, con Doble diafragma, uno en cada cabezal de bombeo.

Principales características:

- Rango de Caudal : hasta 3100 lph
- Contrapresiones: Hasta 4 bar de contrapresión
- Con dos cabezales de bombeo y opción a regular el caudal mediante variador de frecuencia.
- Longitud de carrera del diafragma fija.
- Opción a trabajar en ambientes explosivos
- Posibilidad de trabajar en seco
- Construcción en diversos materiales.

Fig. 17: Bombas de Transferencia de Doble Diafragma



7.- Bombas de transferencia Accionadas con aire SERIES APB/APE

Bombas Neumáticas que presentan doble diafragma con válvulas check tipo bola tanto en el lado de succión como en el lado de descarga, muy empleadas para transferir casi cualquier reactivo químico en solución ácidos o alcalies. Muy empleada en la industria minera inclusive para el manejo de lodos o pulpas.

Las principales características son:

- Accionadas con aire. Presentan una válvula de aire
- Rango de caudal: 5 a 850 lpm
- Máxima contrapresión: 5 bar
- Libre de derrames
- Fácil de operar e instalar
- Mínimo costo de operación
- Bajo peso
- Alta seguridad operacional
- Aplicable en áreas de explosión
- Construcción en diversos materiales metálicos y no metálicos



Fig 18: Bombas de Transferencia Neumáticas

II.- Bombas Dosificadoras de Pistón

Son Bombas de Desplazamiento positivo accionadas en su mayoría por un motor eléctrico cuya caja de transmisión puede ser lubricada con grasa o con aceite.

Características principales:

- No puede trabajar en seco
- Alta capacidad de succión.
- No tolera partículas
- Desarrolla altas presiones de trabajo.

- Alta precisión invariable a las condiciones de presión en el lado de la descarga.

III.- Bombas Dosificadoras Peristálticas

Una **bomba peristáltica** es un tipo de bomba hidráulica de desplazamiento positivo usada para bombear una variedad de fluidos. El fluido es contenido dentro de un tubo flexible empotrado dentro de una cubierta circular de la bomba (aunque se han hecho bombas peristálticas lineales). Un rotor con un número de 'rodillos', 'zapatas' o 'limpiadores' unidos a la circunferencia externa comprimen el tubo flexible. Mientras que el rotor da vuelta, la parte del tubo bajo compresión se cierra (o se ocluye) forzando, de esta manera, el fluido a ser bombeado para moverse a través del tubo. Adicionalmente, mientras el tubo se vuelve a abrir a su estado natural después del paso de la leva ('restitución'), el flujo del fluido es inducido a la bomba. Este proceso es llamado peristalsis y es usado en muchos sistemas biológicos como el aparato digestivo.

Es accionada por un motor eléctrico que puede ser regulado con un variador de frecuencia.

Este tipo es altamente empleada en la industria y sus principales características son:

- Autocebante
- Mínimas partes en mantenimiento, prácticamente solo se requiere el cambio periódico de la manguera.
- Autocebante
- Maneja fluidos altamente viscosos y conteniendo sólidos.
- De muy bajas RPM
- Mínima pulsación

Fig. 19: Bomba Peristàltica

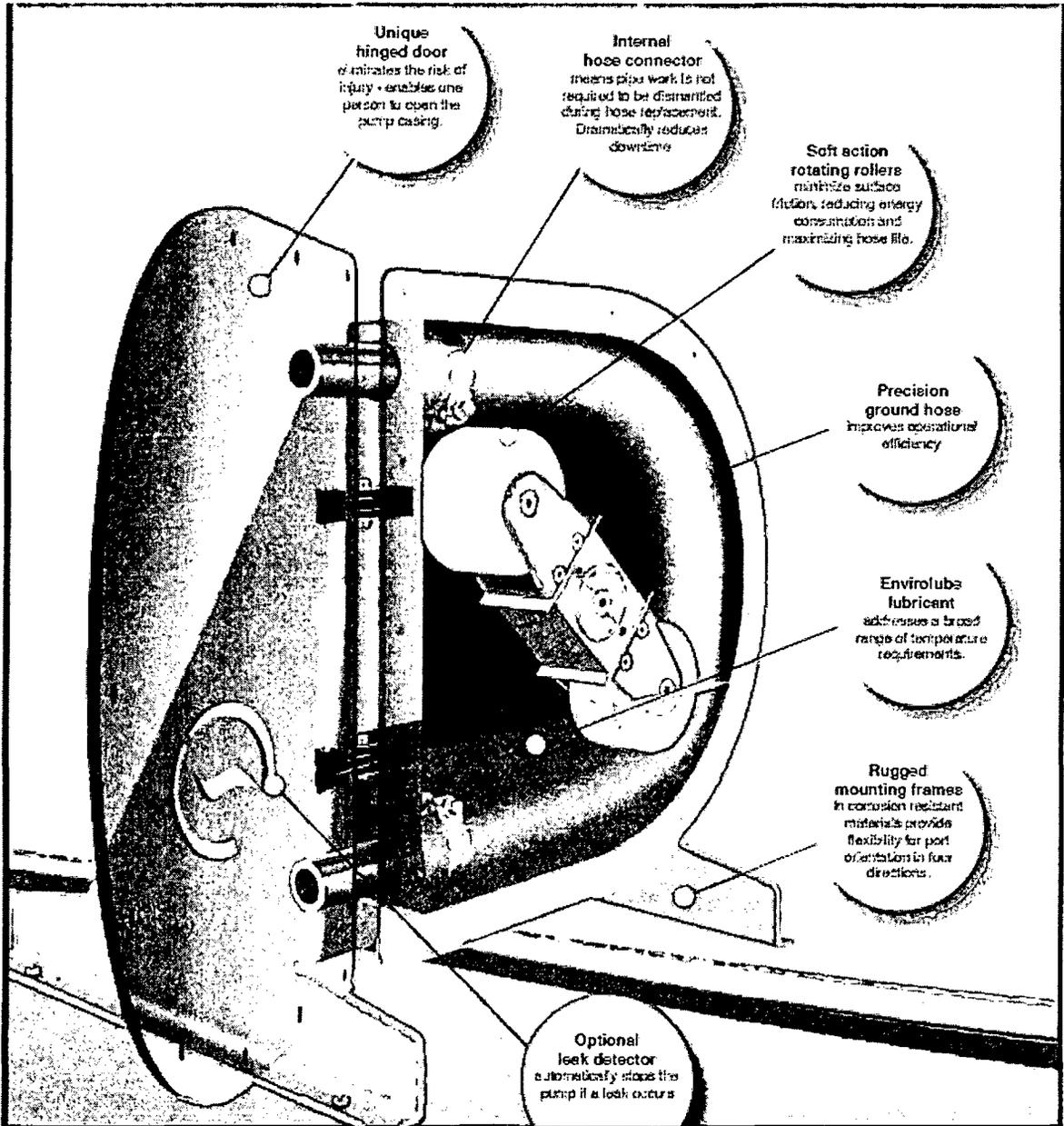
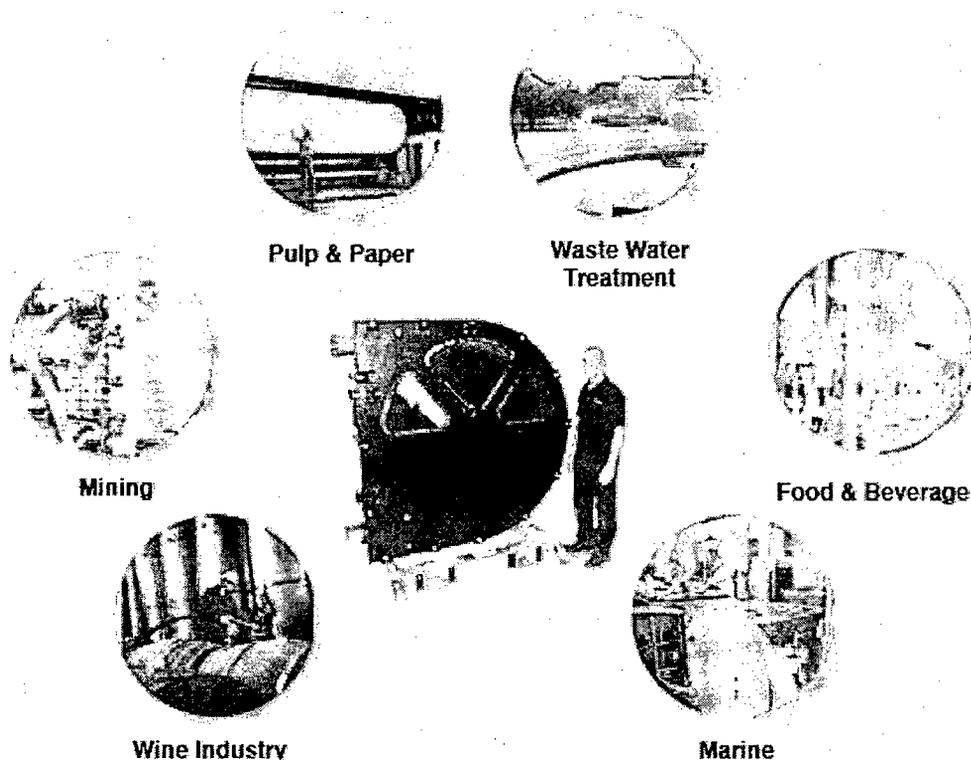


Fig. 20: Campos de Aplicación para Bombas Peristálticas.

Markets & Application



IV.- Bombas Dosificadoras de Cavidad Progresiva BDCP

En una bomba de cavidad progresiva, un rotor gira dentro de un estator, produciendo un flujo constante basado en la velocidad de accionamiento. Esto permite combinar una BDCP con prácticamente cualquier aplicación del cliente. Las bombas de cavidad progresiva (o también llamadas bombas de tornillo) son ideales para bombear productos viscosos, con sólidos en suspensión, abrasivos o frágiles y sensibles al corte.

Asimismo, son idóneas para aplicaciones que requieren elevación artificial como, por ejemplo, en campos petrolíferos.

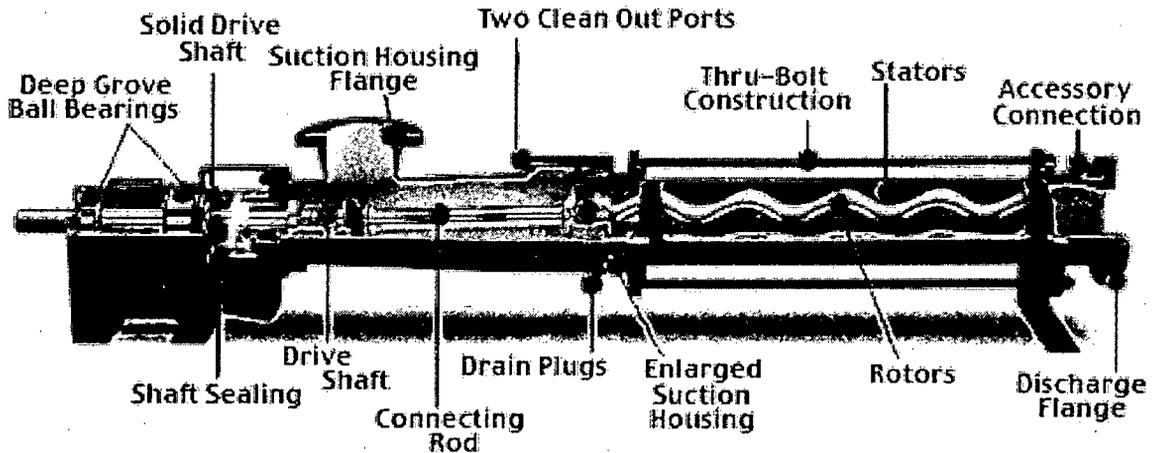
Del cambio de la geometría o la forma del rotor depende el rendimiento de la bomba. Por consiguiente, una bomba de cavidad progresiva está diseñada para generar un flujo continuo y preciso, incluso de los materiales más difíciles, el cual no agita el producto ni afecta a los instrumentos de medición que puedan estar situados aguas abajo del equipo.

La Industria azucarera emplea mucho éste tipo de bombas al igual que para aplicaciones de Dosificación de Floculantes en diferente tipo de industria, preferiblemente en la industria minera.

Son bombas lentas que no pueden trabajar en seco, pues se dañaría el estator y el rotor.

Se puede aplicar para dosificación o transferencia de fluidos tanto en modo manual o automático a través de variadores de frecuencia o servocontrol asistido.

Fig. 21 : Diagrama en corte de Bomba de Cavidad Progressiva

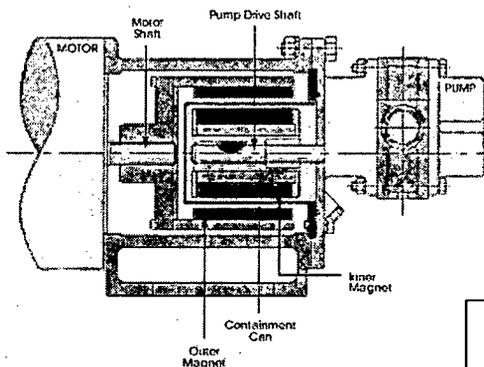


6.1.2.- No Pulsantes

I. Bombas Dosificadoras de Engranajes Externos

Son Bombas de desplazamiento positivo frecuentemente empleadas en la Dosificación de fluidos, circulación y transferencia de los mismos, para fluidos viscosos y no viscosos a altas presiones diferenciales normalmente mayores a las empleadas con bombas centrífugas.

Este tipo de Tecnología es considerada una muy buena alternativa a las bombas de Diafragma porque son del tipo no pulsantes. Para propósitos de dosificación no requieren de amortiguadores de pulsaciones y son ideales para aplicaciones de trabajo continuo por 24 horas/día.



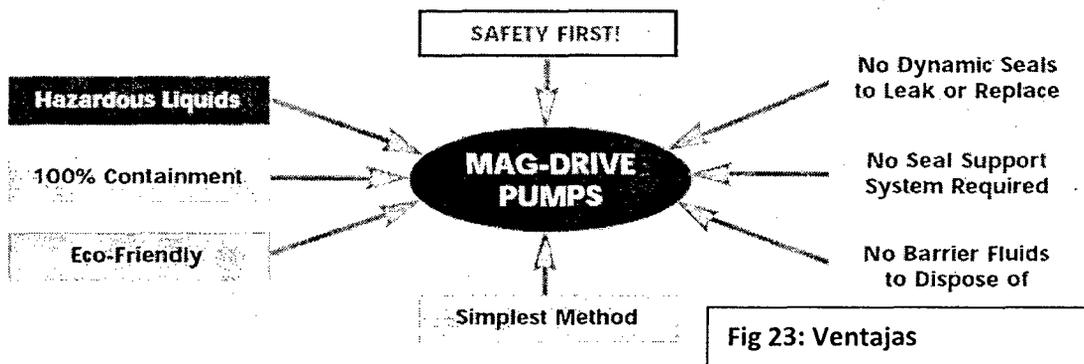
Mag-drive pumps transfer power from the motor shaft to the pump drive shaft via a magnetic coupling. The magnetic coupling consists of an outer magnet and inner magnet, matched in strength. The outer magnet attached to the motor shaft causes the inner magnet attached to the pump drive shaft to turn synchronously with the motor. Since the drive shaft is completely inside the pump housing, there is no need for a dynamic seal and the pumped liquid is completely contained.

Fig. 22: Diagrama en corte Bomba acople Magnético

Es una bomba de mínimas partes de recambio. Las únicas piezas en movimiento corresponden al engranaje motriz y el engranaje conducido con sus respectivos ejes, pines, orines y bocinas

En éste tipo de Bombas la estanqueidad del eje puede verse independizada del sello mecánico y la prensa estopa usando el acoplamiento magnético.

A través del acople magnético un cilindro externo con un grupo de placas magnéticas permanente arrastra por atracción magnética a otro cilindro interior con otro par magnético de diferente polaridad al cual está acoplado el engranaje motriz. En caso se produzca un exceso del torque, se produce el desacople y el rotor gira libremente sin problemas.

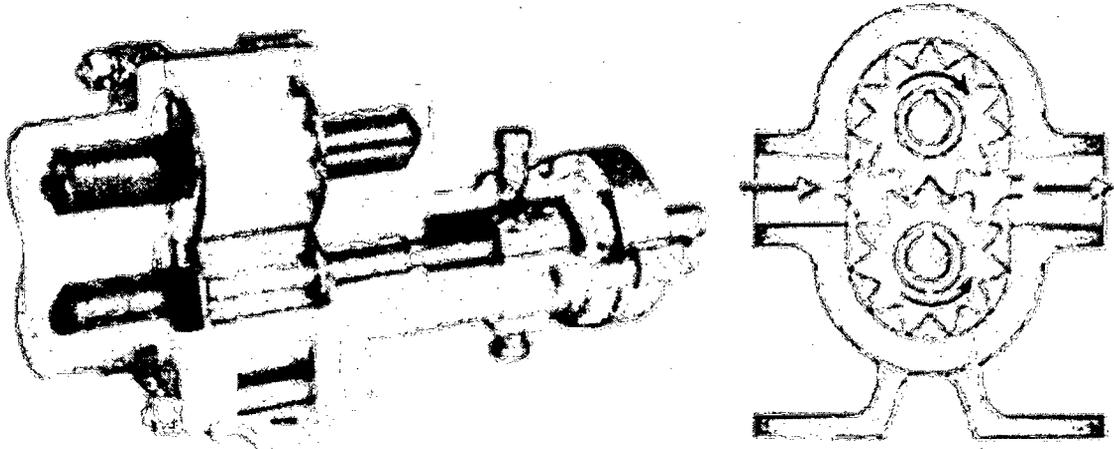


La regulación del caudal tanto en modo manual o automático puede hacerse a través de un variador de frecuencia, que normalmente lo adquirimos localmente y lo configuramos de acuerdo a las necesidades del cliente.

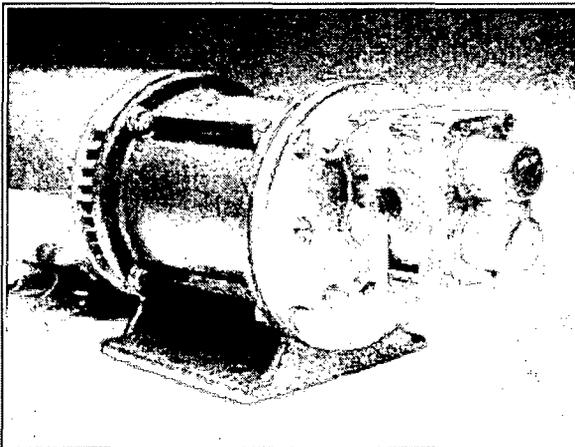
Entre las principales ventajas de ésta Tecnología son:

- Ideal para flujos bajos y aplicaciones de alta presión.
- Virtualmente no pulsantes. Ideal para aplicaciones de dosificación.
- Precisión de flujos de 0.5-2% son aprovechables
- No requiere de amortiguadores de pulsos ni de válvulas check que puedan obstruirse.
- No usa mangueras o diafragmas que puedan romperse y generar goteo.
- Simple de mantenimiento.
- Autocebantes
- Bajo NPSHr
- Especial para altas viscosidades
- Flujo bidireccional. Puede intercambiarse la succión y descarga.

Las bombas con acople magnético no generan derrames garantizando un bombeo seguro. Permite el trabajo seguro con fluidos tóxicos, que cristalizan o ácidos.



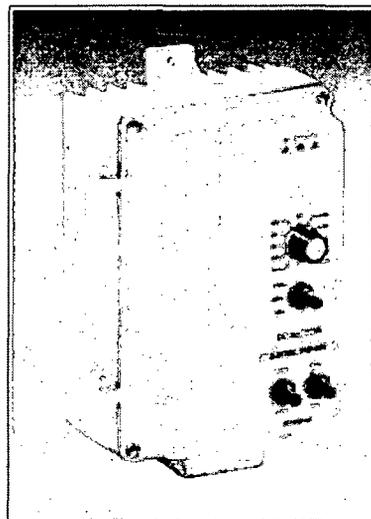
Meter • Transfer • Circulate



MAG DRIVE GEAR PUMP

For metering system, add either:
 1) AC + INVERTER OR
 2) DC + SCR OR
 3) AIR + REGULATOR

SCR CONTROLLER



±0.5% to ±2.0% accuracy depending on drive/control

50 to 1 turn down ratios available (Ask for LIQUIFLO Metering Bulletin)

Applications dictate material selections LIQUIFLO'S H Series is hydraulically *and* chemically engineered!

RELIEF VALVE

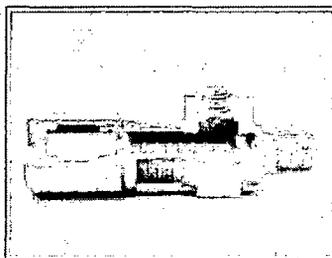


Fig. 24: Diagramas de Bombas Dosificadoras de Engranajes Externos.

7.- Montaje, Instalación y Accesorios sugeridos en el uso de Bombas Dosificadoras

COMPONENTES DE LA BOMBA DE MEMBRANA

La bomba de membrana puede estar compuesta por los siguientes elementos (principales).

- . Mecanismo de elevación
- . Accionamiento con electrónica ajustes de la longitud de carrera
- . Ajuste de la longitud de carrera
- . Bomba fija
- . Cuerpo de la bomba
- . Válvulas

ACCESORIOS OPCIONALES:

- . Electrodo de ruptura de membrana
- . Ajuste manual de la longitud de carrera mediante rueda de escala con
indicador de porcentaje
- . Actuador

1-05 515 / 20.11.10 / ak
reservados todos los derechos de modificaciones.

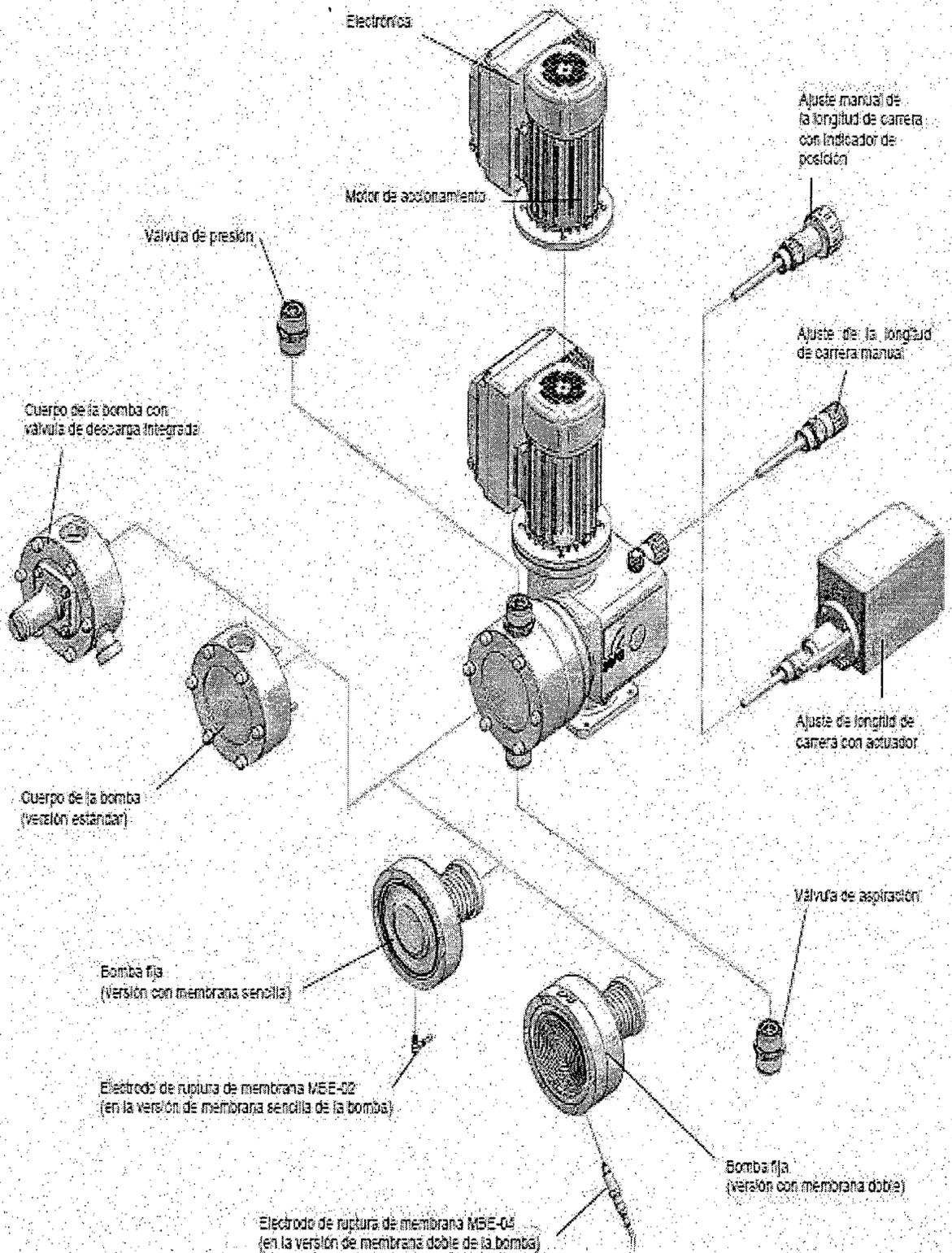


Fig. 25 : Partes de una Bomba Dosificadora

DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

General

Las bombas de membrana SERA son bombas de desplazamiento oscilantes protegidas contra el funcionamiento en seco que se caracterizan por la estanqueidad máxima del cabezal dosificador. El líquido se transporta por medio de una membrana de accionamiento deformable.

Las bombas de membrana constan de los siguientes componentes (principales):

- .Motor de accionamiento con electrónica
- .Mecanismo de elevación
- .Ajuste de la longitud de carrera
- .Bomba fija
- .Cuerpo de la bomba.
- .Válvula de aspiración y presión

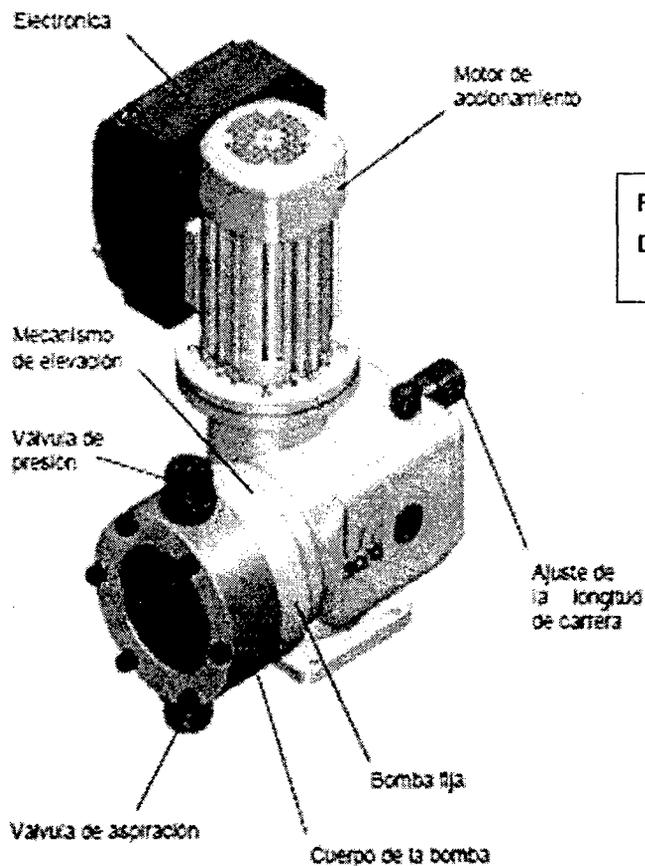


Fig 26: Partes de una Bomba Dosificadora

COMPONENTES DE LA BOMBAS DE MEMBRANA 410.2

Mecanismo de elevación

Función

Las bombas de membrana de esta gama utilizan una transmisión de leva rotativa para transmitir la rotación del motor de accionamiento al expulsor. Para las transmisiones de leva rotativa, la carrera de compresión se efectúa por una excéntrica mientras que la carrera de aspiración se ejecuta por un resorte de presión (resorte de retorno).

Puede cambiar la longitud efectiva de la carrera se puede cambiar mediante una rueda de escala ajustable que impide que la biela siga a la leva rotativa hasta el punto muerto posterior durante la carrera de aspiración (ver ajuste de longitud de carrera).

(resorte de retorno).

Puede cambiar la longitud efectiva de la cámara se puede cambiar mediante una rueda de escala ajustable que impide que la biela siga a la leva rotativa hasta el punto muerto posterior durante la carrera de aspiración (ver ajuste de longitud de carrera).

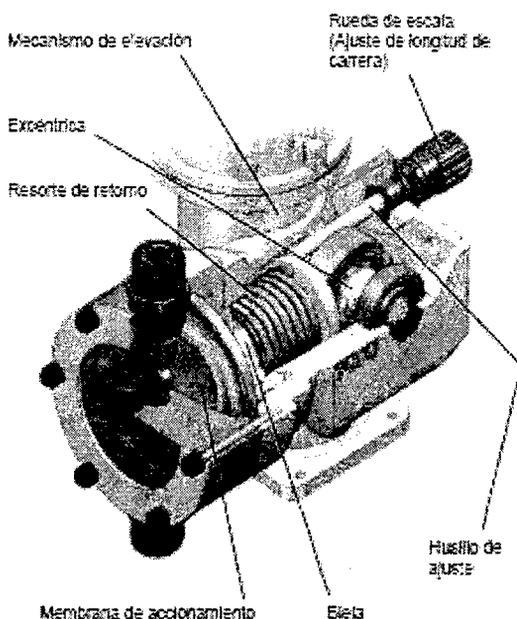


Fig. 27: Diagrama en corte de Bomba Dosificadora

ELECTRONICA (CON PANEL DE MANDO)

Entre otras funciones, la electrónica permite la dosificación proporcional mediante señales analógicas 0/4...20 mA o señales de contactos con posibilidad de división o multiplicación de impulsos.

Un indicador LCD integrado y tres LDE para la indicación del funcionamiento. De advertencia y de fallos le informaran sobre el estado actual de la bomba dosificadora

De serie se dispone de una conexión para la vigilancia del flujo o la medición del caudal y de un indicador para avisar de que la bomba está vacía con pre alarma y funcionamiento en seco

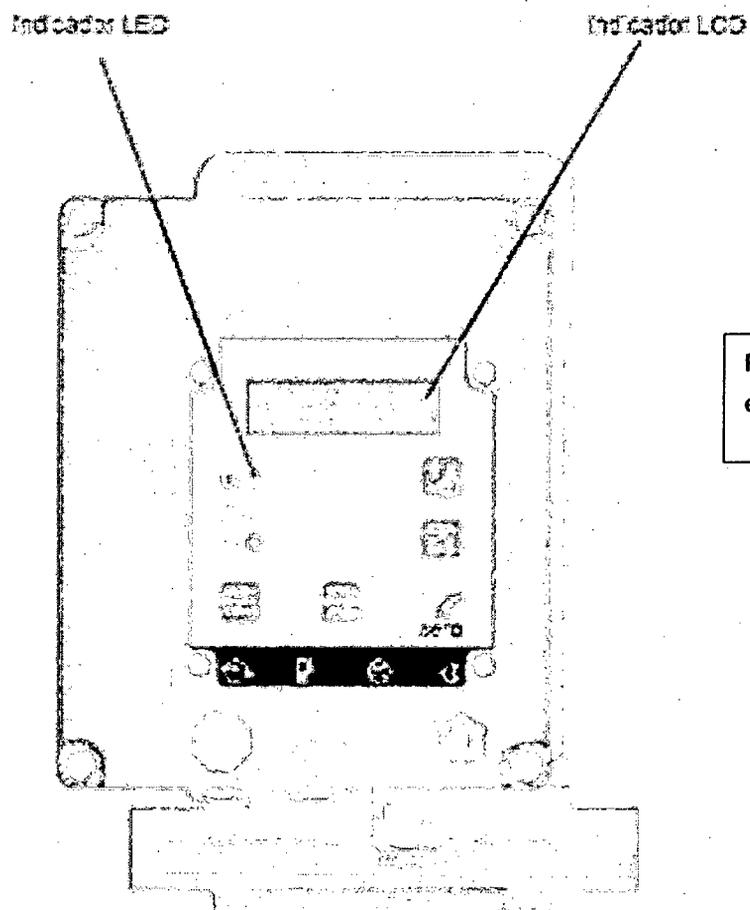


Fig. 28: Panel de control electrónico con Display LCD

AJUSTES DE LA LONGITUD DE CARRERA

General

El caudal de la bomba se regula cambiando la longitud de carrera. Puede cambiar la longitud de la carrera de forma continua entre 20% y 100%.

Una operación de dosificación lineal se consigue con un ajuste de longitud de carrera entre 20% y 100%.

AJUSTE MANUAL DE LONGITUD DE CARRERA (ESTÁNDAR):

Para cambiar la longitud de carrera se puede de la biela, gire la rueda de escala/rueda de mano.

La longitud de carrera se puede ajustar tanto con la bomba en marcha como parada (sin presión).

La longitud de carrera ajustada se puede leer en una escala.

p.ej... 75% (ver fig. 11/13).

La graduación en 20 pasos de la rueda de escala permite ajustar la longitud de carrera con una exactitud del 0.5%.

Giro en el sentido contrario a las agujas del reloj la longitud de carrera efectiva aumenta el caudal del suministro aumenta
Giro en sentido horario la Longitud de carrera efectiva se reduce. El caudal de suministro se reduce.

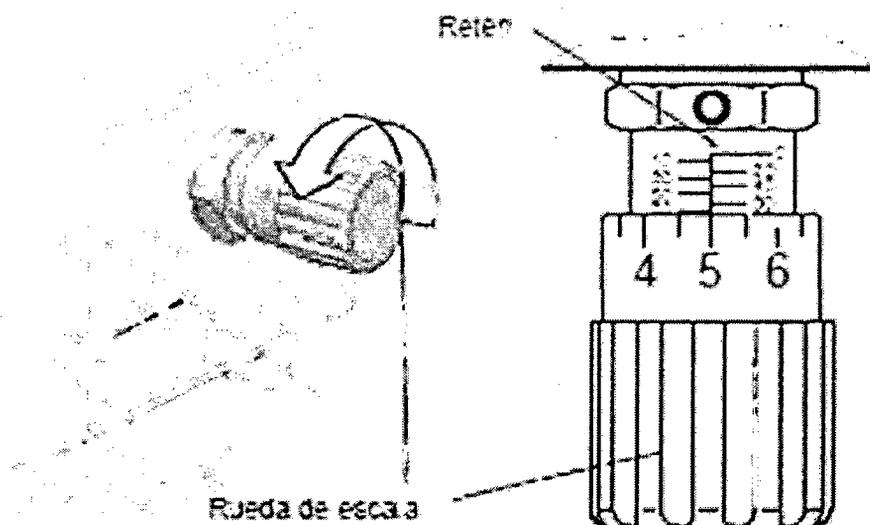


Fig.. 29: Perilla de Ajuste tipo micrómetro

¡ATENCIÓN!



Antes de ajustar la longitud de carrera se debe soltar el bloqueo (compare la fig. 11 y 13) llave hexagonal SW3). Después del ajuste, vuelva apretar el bloqueo. De este modo se asegura que la longitud de carrera ajustada no cambia durante el funcionamiento de la bomba.

Ajuste manual de la longitud de carrera mediante rueda de escala con indicador de porcentaje (opcion)

La longitud de carrera se ajusta girando la rueda de mano. La longitud de carrera se puede ajustar con la bomba en marcha y parada (sin presión).

Giro en el sentido contrario a las agujas del reloj la longitud de carrera efectiva aumenta el caudal de suministro aumenta.

Giro en sentido Horario la longitud de carrera se reduce. El caudal de suministro se reduce .

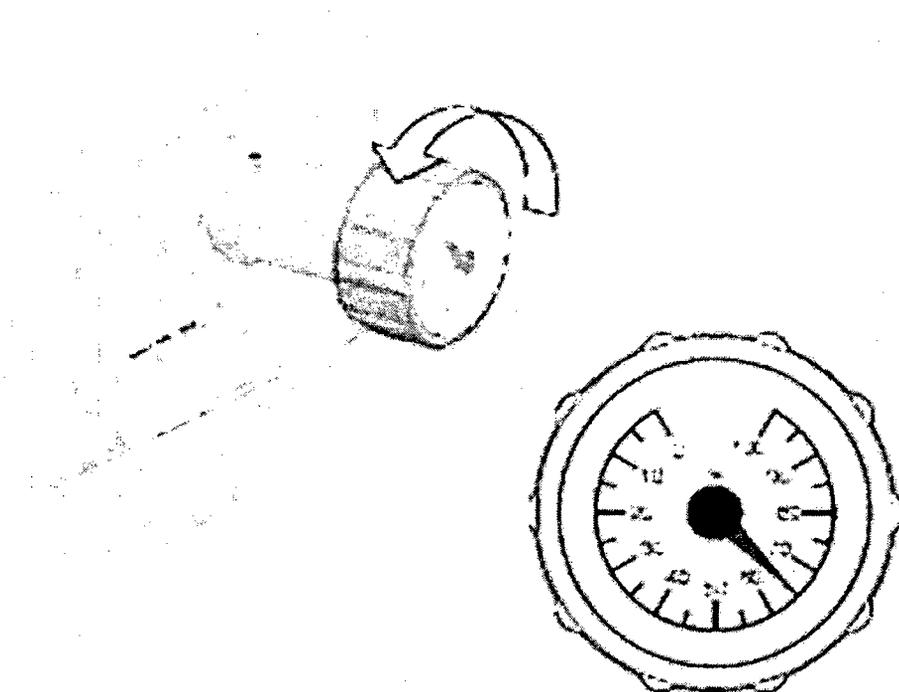


Fig. 30: Perilla de ajuste tipo Dial

La longitud de carrera ajustada se puede leer en la escala de porcentaje.
(el ejemplo muestra una longitud de carrera ajustada del 65%)

AJUSTE DE LA ESCALA DE PORCENTAJE:

- Conecte la bomba de membrana
- Suelte el perno roscado
- Extraiga la escala de porcentaje de la rueda de mano
- Gire la escala de porcentaje manualmente a la posición de 0%.
- Desbloquee el retén
- Ajustes con la rueda de mano de longitud de carrera de 0%. Gire la rueda en sentido horario hasta que ya no perciba un movimiento de elevación (la biela ya no golpea el husillo de ajuste)
- Vuelva a introducir la escala de porcentaje
- Asegure la escala de porcentaje en la rueda de mano con el perno roscado
- Ajuste la longitud de carrera deseada
- Apriete el bloqueo

Ajuste de longitudes de carrera automático mediante un actuador Eléctrico

El actuador Eléctrico está montado directamente en el mecanismo de carrera de la bomba dosificadora. Un embrague transmite el movimiento rotativo del eje transmisión del actuador al eje de ajuste. El desplazamiento axial se compensa en el embrague.

Bomba de diafragma

Ajuste de longitud de carrera con indicador de posición.

De fábrica, la longitud de carrera está ajustada al 50%

¡ATENCIÓN!



La rueda de escala con indicación del porcentaje se puede desajustar durante el transporte.

! Si la aguja indicadora no señala el 50%. Deberá reajustar la escala de porcentaje con la bomba en funcionamiento (i)!

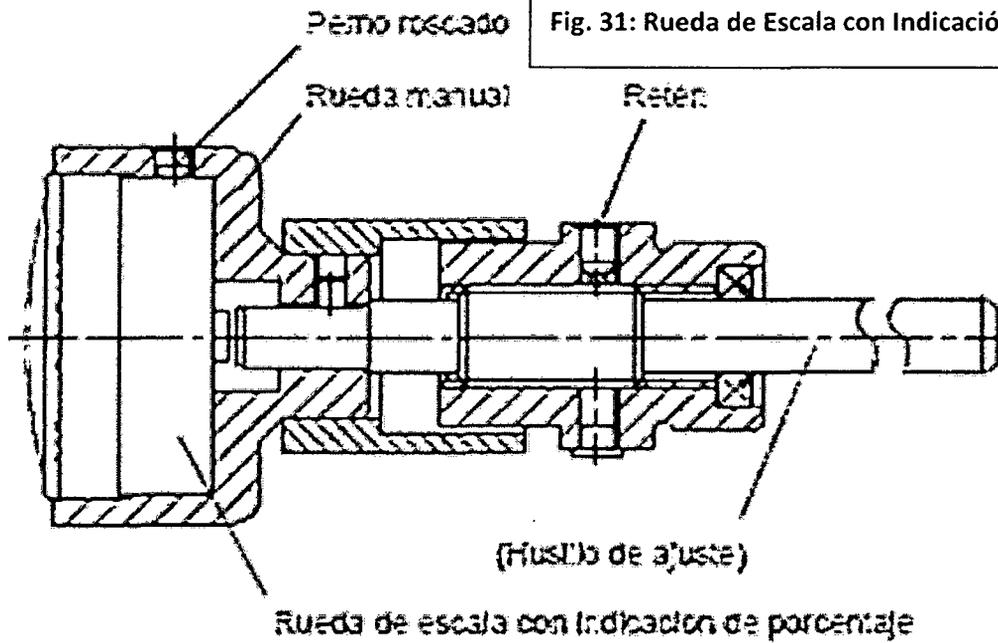


Fig. 31: Rueda de Escala con Indicación de Porcentaje

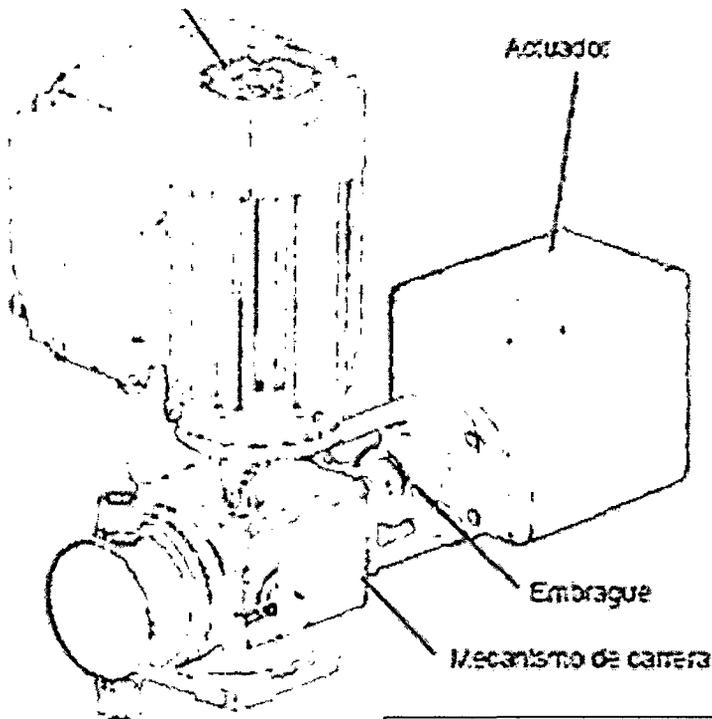


Fig. 32: Bomba Dosificadora con actuador eléctrico

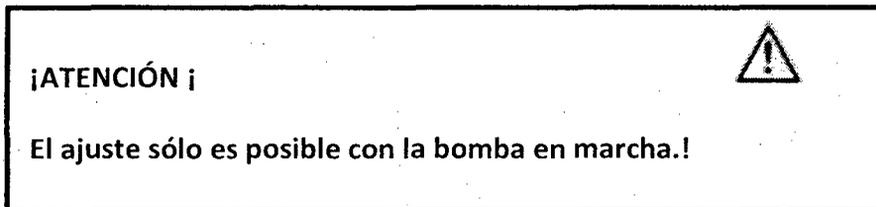
En el caso de bombas dosificadoras con actuador eléctrico, la longitud de carrera no se puede ajustar manualmente en la bomba (excepción: actuador con volante).

El actuador está equipado con dos interruptores final de carrera integrada de fábrica. Además de un potenciómetro de posición para retroalimentación de posición. Ambos interruptores final de carrera están programados en fábrica para que se pare el accionamiento al llegar a una longitud de carrera de 0% y 100%. Aunque se aplique un control de voltaje.

Esto garantiza que solo se puedan realizar ajustes dentro del alcance permitido. El potenciómetro de posición se acciona mediante un embrague de seguridad que impide daños causados por interruptores final de carrera correctamente ajustados.

La activación se realiza mediante las unidades de control apropiadas (ver SERA - Accesorios).

La longitud de carrera predeterminada se puede leer en la bomba (escala de porcentaje).



Ajuste automático de longitud de de carrera mediante un actuador eléctrico con posicionador integrado (PMR3)

Adicionalmente:

- **Posicionador PMR3**

El posicionador PMR3 que esta integrado en el actuador permite un ajuste de actuador de 0.....100% que será proporcional a la señal de entrada conectada.

Como opción, también se puede proveer al actuador con una señal de una interferencia colectiva.

Bomba fija

General

Existen dos modelos:

- a) Bomba de membrana sencilla
- b) Bomba de membrana doble

Función

a) Bomba de membrana sencilla

La membrana de accionamiento que está unida a la transmisión por medio de la biela transmite el movimiento de elevación al medio.

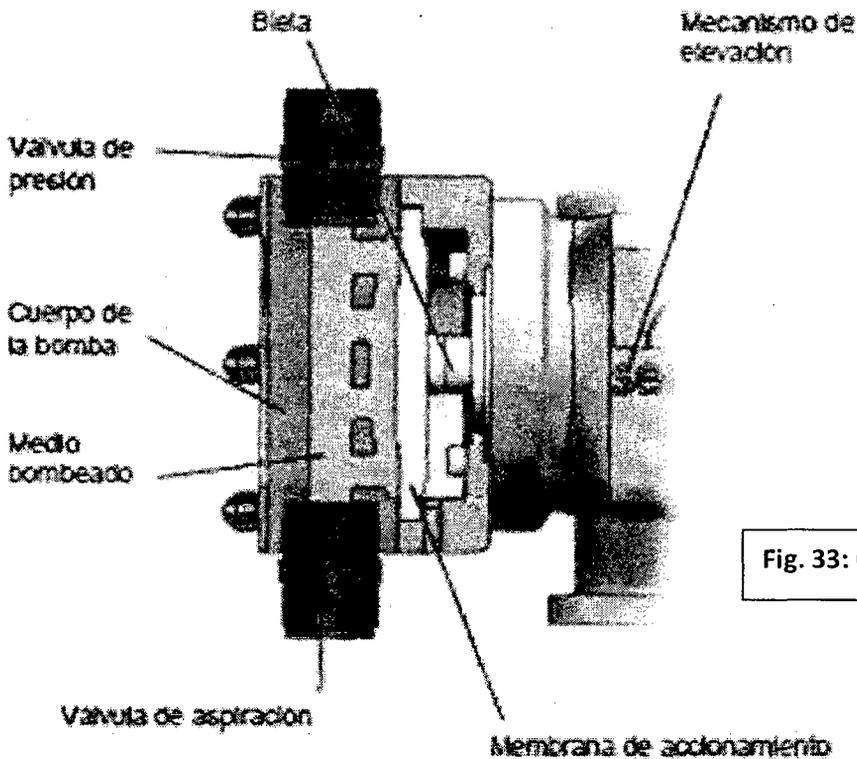


Fig. 33: Cabezal Dosificador

b) Bomba de membrana doble

El movimiento de elevación de la membrana de accionamiento que está

unida a la transmisión por medio de la biela transmite el movimiento de elevación directamente al medio.

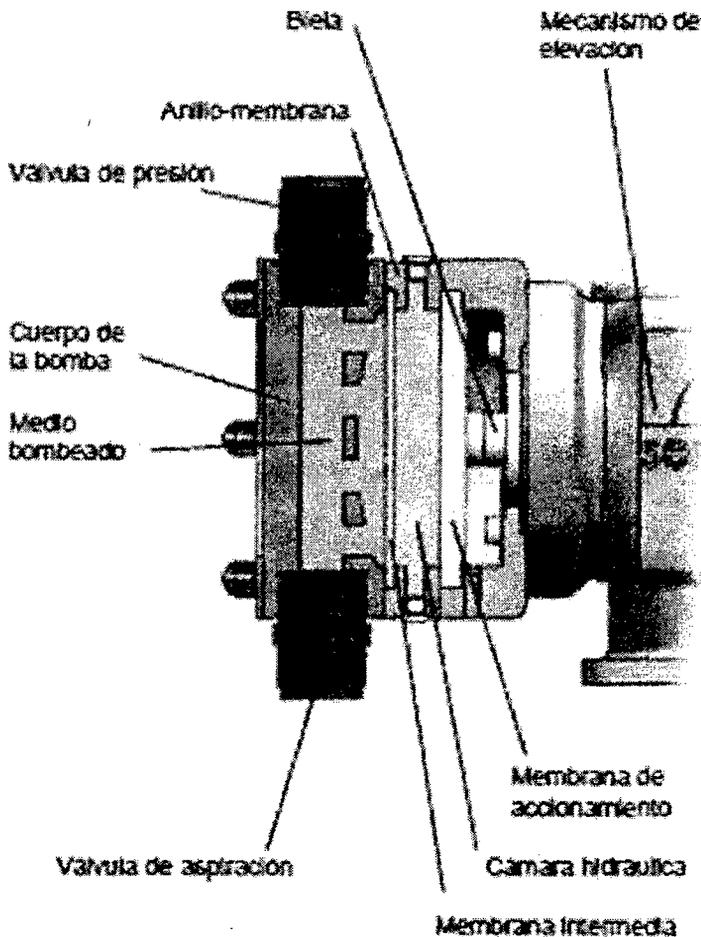


Fig. 34: Cabezal Doble Diafragma

Solo se puede garantizar un funcionamiento correcto si no hay burbujas de gas (aire) en la cámara hidráulica y se haya introducido la cantidad correcto de fluido amortiguador.

Cuerpo de la bomba

Según la contrapresión aplicada. Se pueden producir desplazamientos del cuerpo de plástico de la bomba en el rango de los materiales elásticos. Esto no afecta a la vida útil o la seguridad de funcionamiento de la bomba.

Cuerpo de bomba con válvula de descarga integrada

La válvula de descarga de membrana protege la bomba contra sobrepresiones si la tubería de presión está cerrada. Las tuberías y la valvulería no se

protegen en cualquier Caso y se deben asegurar aparte en caso necesario. Se puede utilizar para medios líquidos sin sólidos en suspensión según las especificaciones del fabricante.

Los cuerpos de bomba con válvula de descarga integrada están equivocados con un canal adicional de un drenaje a través del cual se drena el medio bombeado en caso de una sobrepresión inaceptable.

El canal del drenaje se cierra con la membrana mecánicamente pretensada de la válvula de la descarga.

El pretensado mecánico se aplica mediante un resorte de presión y se puede ajustar con un tornillo de ajuste. Si la presión del medio bombeado sobre la membrana se levanta y el medio bombeado fluye por el canal de drenaje.

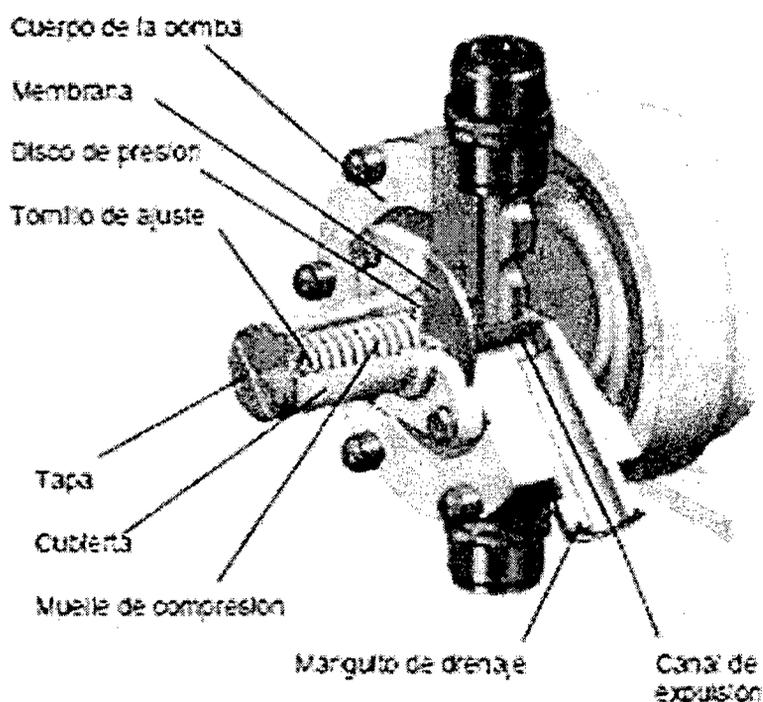


Fig. 35: Cabezal Dosificador con Válvula de alivio integrada

válvula de aspiración/presión

La válvulas de las bombas son válvulas de bola que sólo funcionan correctamente si están montadas en posición vertical. El estado de las válvulas es decisivo para el comportamiento operativo de la bomba. Las válvulas sólo se deben cambiar en su totalidad.

Presten atención a la dirección del flujo cuando monte las válvulas

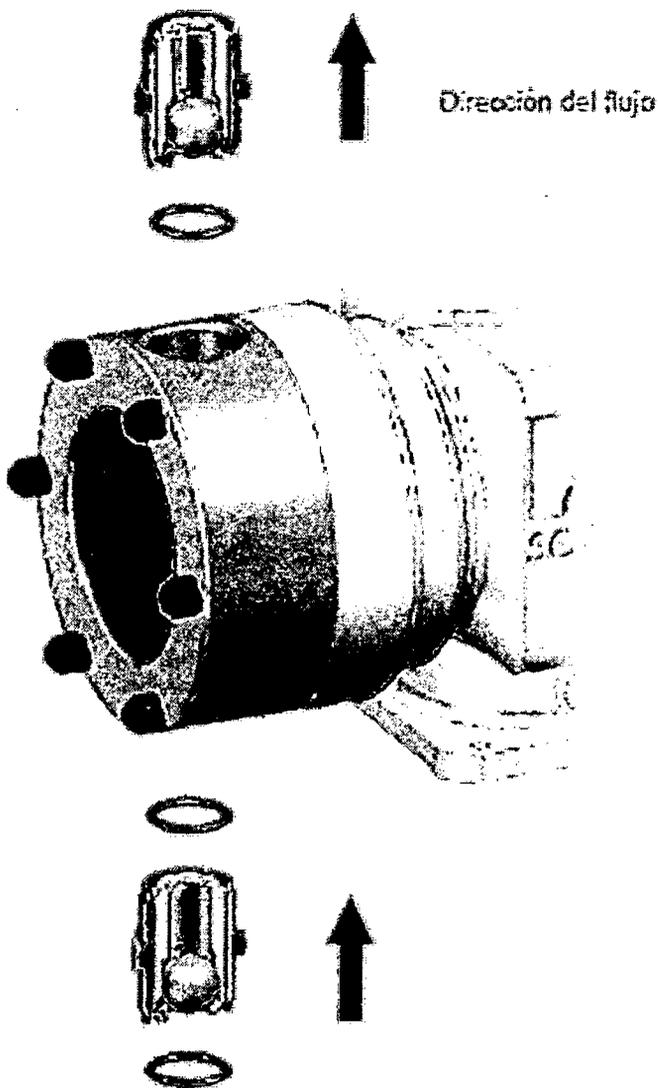


Fig. 34: Esquema de las válvulas succión y Descarga

Monitor de ruptura de membra (opción)

Opcionalmente se pueden equipar las bombas de membrana de la serie C 410.2 de sera con un dispositivo conductor para la monitorización de la ruptura de la membrana.

Se debe distinguir entre las bombas dosificadoras de membrana sencilla y doble.

El electrodo de ruptura de membrana tipo MBE-02 se utiliza para bombas de membrana sencilla y el tipo MBE-04 para bombas de membrana doble.

BOMBA DE MEMBRANA SENCILLA

El electrodo de ruptura de membrana tipo MBE-02 se enrosca desde abajo en el anillo base de la bomba dosificadora.(ver Fig. 06)

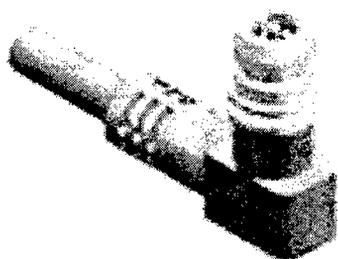


Fig 35: Electrodo de Ruptura del diafragma

BOMBA DE MEMBRANA DOBLE

El electrodo de ruptura de membrana tipo MBE-04 se enrosca lateralmente en el anillo-membrana de la bomba dosificadora.(ver Fig. 06)



Fig 36: Electrodo de Ruptura del diafragma

¡ATENCIÓN !



El mantenimiento del electrodo de ruptura membrana (ERM) se limita a una limpieza durante el cambio de la membrana.
Si el ERM ha sido destruido por el medio bombeado, se debe sustituir.

Motor de accionamiento

Las bombas de membrana SERA de la serie C 410.2 se accionan por medio de un motor trifásico controlado a través de la electrónica.

PUESTA EN MARCHA

Requisitos:

Compare las características de la red (tensión y frecuencia) con las indicaciones de la placa de identificación de la electrónica.

La potencia nominal indicada en la placa de identificación del motor es válida para una temperatura ambiente máx. De 40C y emplazamientos por debajo de los 1000 m de altitud. El rendimiento del motor disminuirá si se superan estos niveles .

Apto para el grupo Climático según IEC 721-2-1

CONTACTOR DEL MOTOR

- No es necesario un interruptor de protección del motor ya que la bomba dispone de una protección con sobrecargas térmica para proteger el motor .

MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE ACCIONAMIENTO

El electromotor siempre debe mantenerse limpio para evitar que el polvo, la suciedad el aceite y otros contaminantes no afecten al funcionamiento correcto.

Además se recomienda comprobar.

Si el motor no produce vibraciones fuertes

- Si las aberturas de aspiración y expulsión para el suministro de aire refrigerante no están cerradas ni obstruidas (producción de calor innecesariamente alta en los bobinados).

Los rodamientos de bola del motor están lubricados de por vida.

En el caso de una reconexión después de tareas de mantenimiento o de un periodo prolongado de parada se debe proceder según el cap. 9.3.1.

MONTAJE/INSTALACIÓN

INSTRUCCIONES DE INSTALACION:

El modelo estándar de la bomba solo se debe instalar en locales secos, con atmosferas no agresivas y temperaturas entre más 2° C y más 40° C, humedad del aire hasta el 90% altitud de instalación máxima permitida máximo 1000 msnm.

Para las dimensiones de las conexiones y orificios de conexión de la bomba ver figura 07, tabla 02.

Proteja la bomba contra fuentes de calor y la irradiación directa de la luz solar y la luz uv.

- Monte la bomba en un lugar sin vibraciones. Monte la bomba sin tensiones y con una orientación exacta.
- Coloque la bomba en una altura que permita el fácil manejo. Monte la bomba de modo que las válvulas estén en posición vertical.
- Asegúrese de que haya suficiente espacio libre en la zona del cuerpo de la bomba de la válvula de aspiración y presión para estos componentes que se puedan desmontar fácilmente en caso necesario.
- El ajuste del longitud de carrera y la escala de indicación debe ser sensible y legible.
- Coloque la bomba de modo que pueda acceder fácilmente a la electrónica, Al panel de mando y las conexiones eléctricas.
- Diseñe los diámetros nominales de las tuberías y la grifería integrada en el sistema de modo que sean iguales o superiores a los diámetros nominales de las entradas y salidas de la bomba.
- Para comprobar las presiones en el sistema de tuberías, recomendamos que instale posibilidades de conexiones para dispositivos de medición de la presión (por ejemplo manómetros) cerca de las tomas de aspiración y presión.
- Prevea grifos de desagüe.

- Antes de conectar las tuberías, retire las tapas de plástico de las tomas de aspiración y presión de la bomba.
- Compruebe la firmeza de los tornillos de fijación del cuerpo de la bomba y apriételos en caso necesario.

Montaje e Instalación

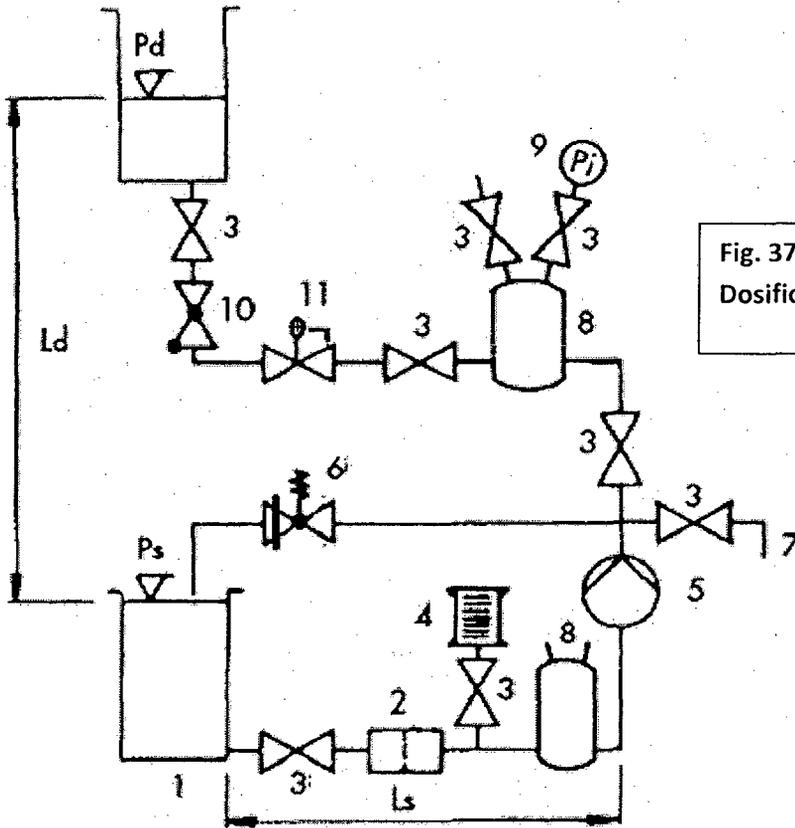


Fig. 37: Instalación de una Bomba Dosificadora

1. Depósito de Succión
2. Separador de impurezas.
3. Válvula on/off.
4. Módulo de ajuste.
5. Bomba de sobrepresión
6. Válvula de sobrepresión.
7. Vaciado de la conducción de presión.
8. Amortiguador de Pulsación.
9. Manómetro
10. Válvula de retención de bola.
11. Válvula de mantenimiento de presión.

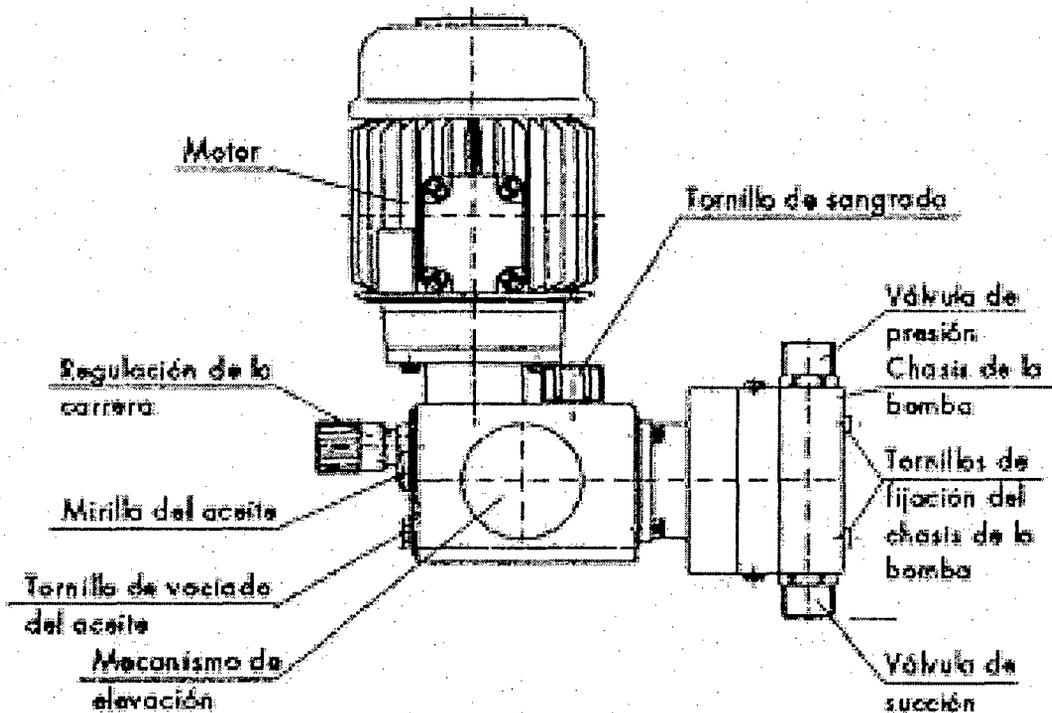
Conducción de succión

Conducción de presión.

Las dimensiones se obtendrán de la hoja de datos correspondientes:

- La bomba de dosificación será montada sobre una base nivelada y sólida, libre de agitaciones y tensiones, con la válvula de presión siempre mirando hacia arriba.
- Observar que las válvulas de presión y succión, la regulación de la carrera, el tornillo de vaciado de aceite y la mirilla del aceite sean fácilmente accesible y haya espacio suficiente para los trabajos de mantenimiento.

Fig 38: Partes de una Bomba Dosificadora



PUESTA EN MARCHA

Comparar los datos indicados en el certificado de control de fábrica sobre el examen de la bomba, como la tensión de bombeo, la presión máxima autorizada de bombeo, la altura máxima de succión autorizada, los materiales, etc. Con los datos de funcionamiento.

Cada bomba de dosificación está lista para el funcionamiento, conteniendo los correspondientes aceites lubricantes e hidráulicos. El tipo y la cantidad están especificados en la lista de piezas.

- Antes de la conexión retirar los casquillos plásticos de las tubuladuras de succión y presión de la bomba.
- Comprobar la correcta fijación de los tornillos de sujeción de chasis de la bomba y en caso de necesidad, volver a apretar.

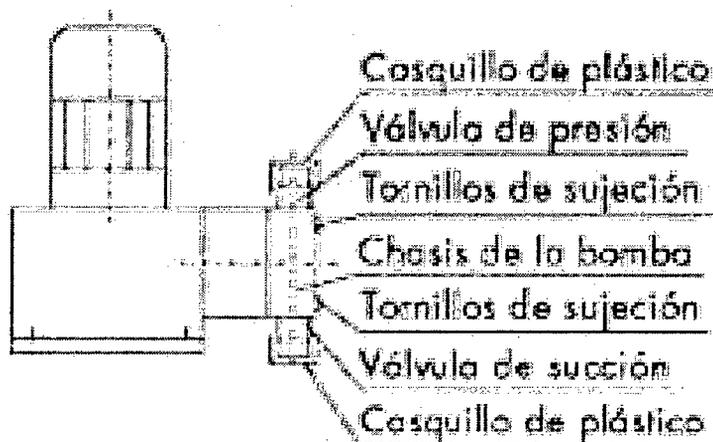


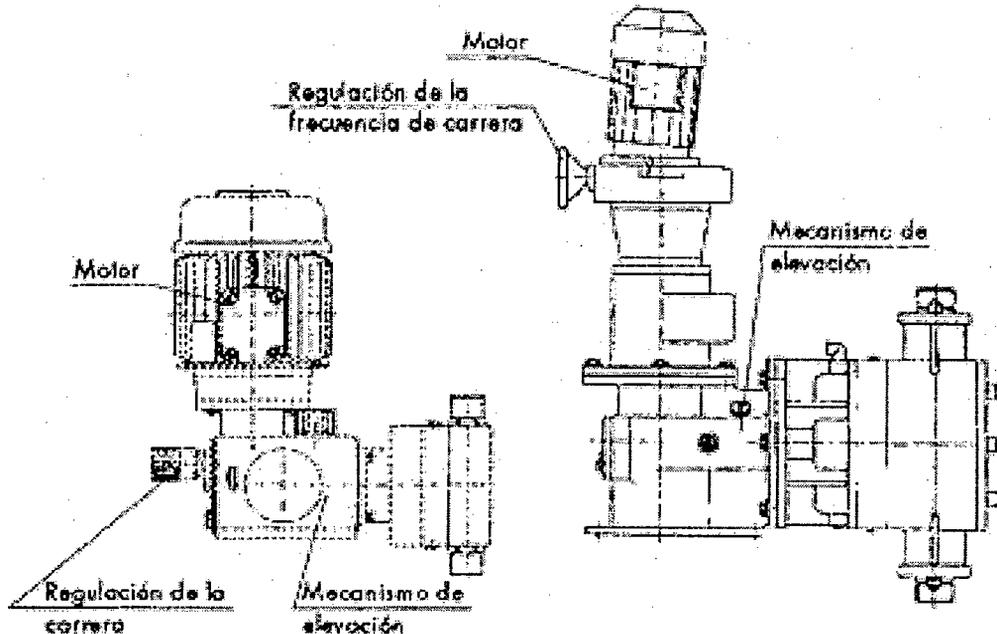
Fig. 39: Partes del cabezal dosificador

MODO DE PROCEDIMIENTO:

- Abrir todos los órganos de cierre instalados en las conducciones – excepción: dispositivos de vaciados.
- Atención: el medio puede refluir bajo presión.
- Encender el motor de la bomba – dirección de giro indiferente.

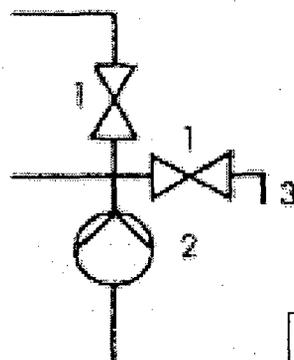
- Aumentar lentamente el caudal de bombeo hasta el máximo mediante variación de la longitud o frecuencia de carrera.

Fig. 40: Regulación del caudal



Ajustar el caudal de bombeo necesario mediante regulación de la longitud o frecuencia de carrera al empezar el flujo.

- En el primer procedimiento de succión hay que tener en cuenta que la bomba primero ha de llenar la conducción de absorción, cuyo tiempo de llenado dependerá del caudal de bombeo y de la distancia nominal de la conducción de absorción.
- En este caso de que la bomba no succione de inmediato, abrir la válvula de escape del lado de presión (a instalar por el constructor del equipo) y recoger el líquido que pudiera salir de manera inocua.



1. Órgano de oclusión
2. Bomba de dosificación
3. Válvula de escape

Fig. 41: Instalación Válvula de escape

- Después de que la bomba haya succionado cerrar la válvula de escape. La bomba ahora está preparada para funcionar.

MANTENIMIENTO

- El mecanismo de elevación se suministra lista para el servicio con todos los líquidos.
- Comprobar cada trimestre la correcta fijación de los tornillos de sujeción del chasis de la bomba.
- Los lubricantes del mecanismo de elevación han de cambiarse de una vez por año y eliminarse según la normativa vigente.

INDICACIONES PARA EL MONTAJE

- Tomar las dimensiones de las conexiones de la bomba y los taladros para la fijación de los correspondientes hojas de datos.
- Montar la bomba de vibraciones.
- Montar la bomba libre de esfuerzos y exactamente alineado.
- Montar la bomba en lo posible a una altura apropiada para el manejo.
- Montar la bomba a una altura apropiada para el tiempo.
- Montar la bomba de forma que las válvulas estén verticalmente.
- La válvula de impulsión siempre en alto.
- La válvula de aspiración siempre abajo.

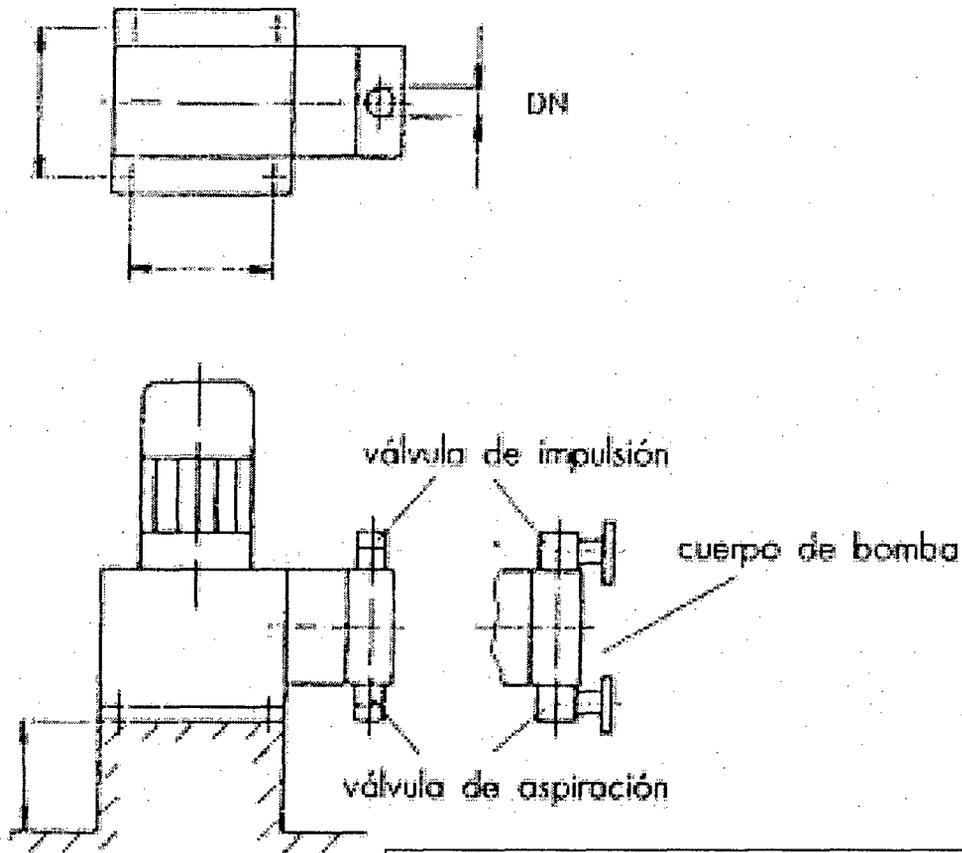


Fig. 42: Válvulas de succión y descarga

- Prestar atención a que haya suficiente espacio libre en la zona del cuerpo de bomba, así como de la válvula de aspiración y la válvula de impulsión, para que estos elementos puedan ser desmontados fácilmente en caso necesario.
- La regulación del recorrido / número de carreras y la escala indicadora tienen que estar fácilmente accesibles y legibles.
- La flecha indica la dirección visual sobre la escala indicadora.
- Dimensionar los diámetros nominales de las tuberías y de los accesorios incorporados iguales o mayores que los diámetros normales de las válvulas de la bomba (válvula de aspiración y válvula de impulsión).
- Para fines de control de condiciones de presión en el sistema de tuberías es recomendable prever acerca de la tubuladura de aspiración y de la impulsión posibilidades para empalmar manómetros.

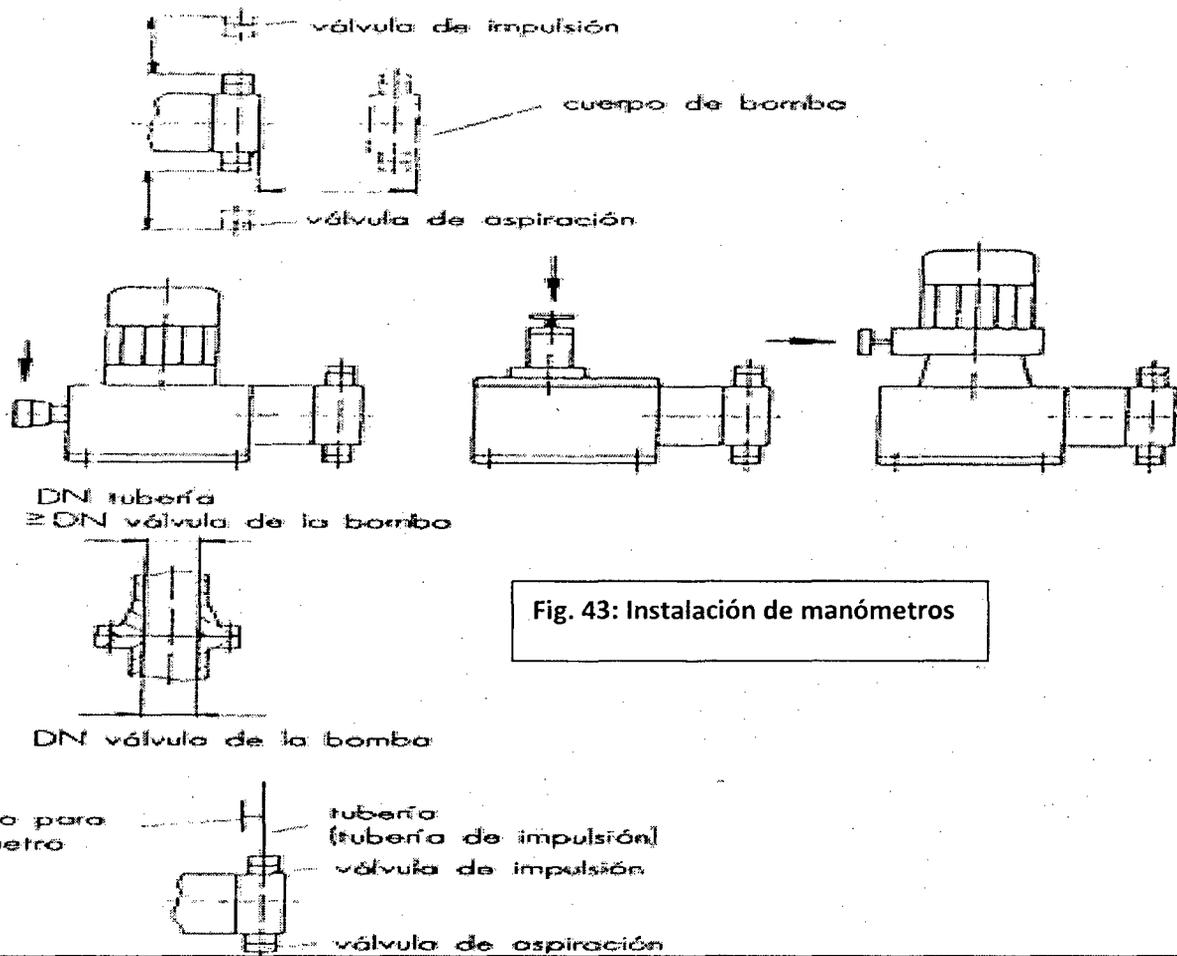


Fig. 43: Instalación de manómetros

- Conectar las tuberías a la bomba de modo tal que no haya ningunas fuerzas actuando sobre la bomba, tales como fuerzas causadas por dislocación, peso o dilatación de la tubería..
- Las tuberías de acero / acero fino sólo se deben conectar a cuerpos de bomba de plástico intercalando un trozo de tubo flexible.
- Este se tendrá análogamente en cuenta en el montaje de accesorios.

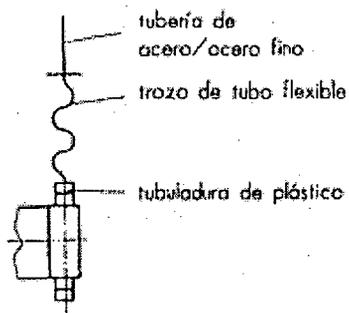


Fig. 44: Conexiones Flexibles

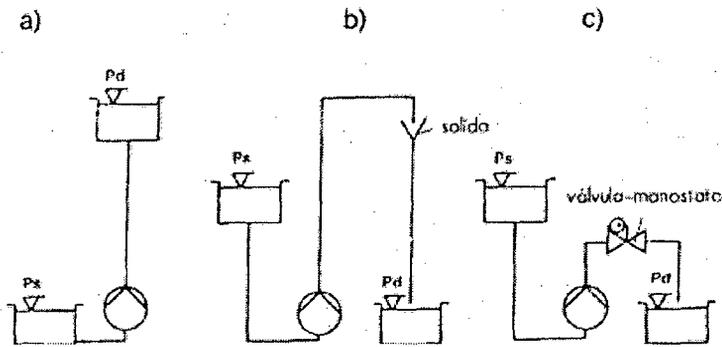


Fig. 46: Arreglo en función a las condiciones de succión

- Prever un seguro contra sobrepresión, si la presión admisible en el cabezal de la bomba puede ser excedida p.ej. debido al cierre de un órgano de cierre o atasco de la tubería.
- Montar una válvula de rebose en la tubería de impulsión.
- Prever una válvula de rebose integrada junto al cuerpo de bomba (dependiente del tipo – véase hoja de datos).
- Al emplear una válvula de rebose vale con respecto a la tubería de derrame.
 - a) Colocarla con pendiente hacia el tanque de reserva que está bajo presión atmosférica, o hacia un conducto abierto de salida.
 - b) Conectarla a la tubería de aspiración de la bomba pero sólo si no va instalada una válvula de retención en la tubería de aspiración.

ATENCIÓN: Se producen daños en la bomba si se excede la presión nominal admisible

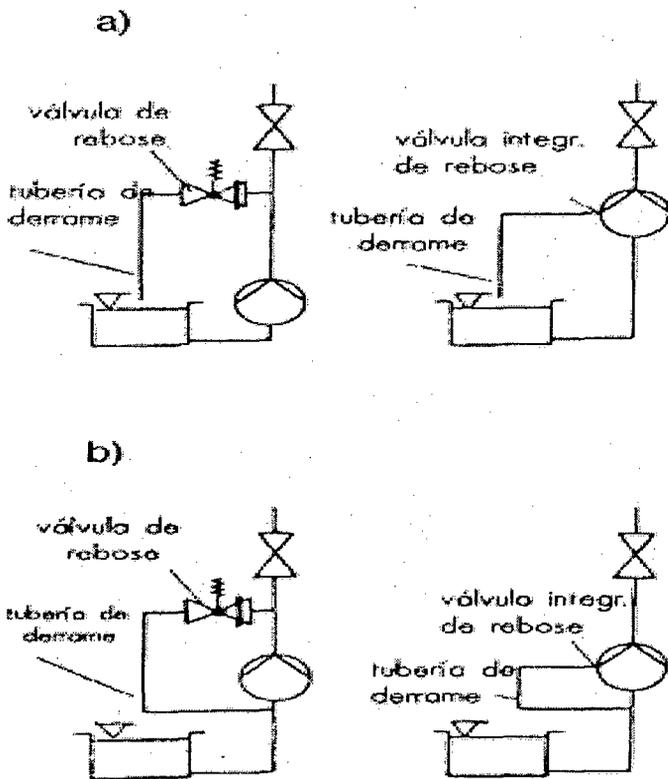


Fig. 47: Arreglos con válvula de alivio.

- Evitar un retorno del medio suministrado si la tubería de dosificación conduce a una tubería principal.
- Incorporar un punto de inyección (válvula esférica de retención)

ATENCIÓN: Tiene lugar una mezcla no intencionada en la tubería de dosificación si no se impide un retorno desde la tubería principal.

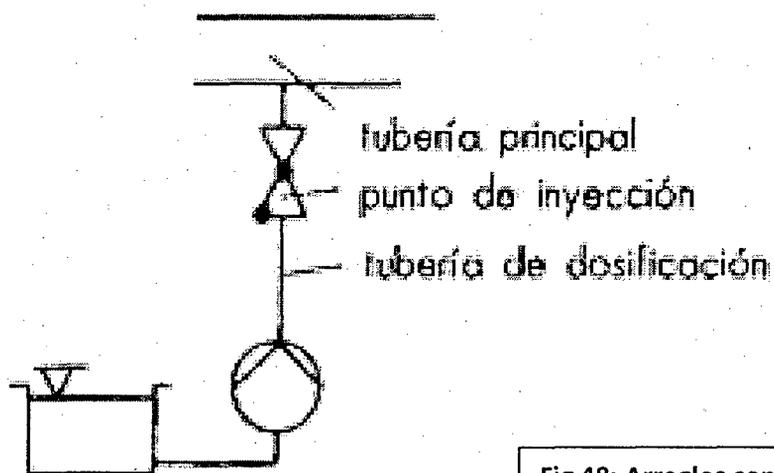
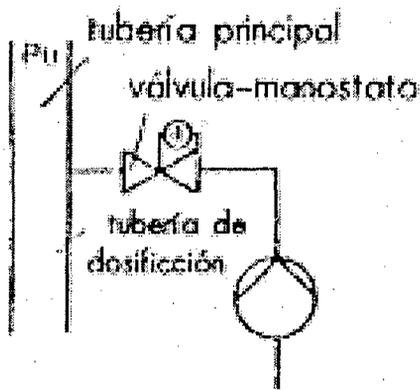
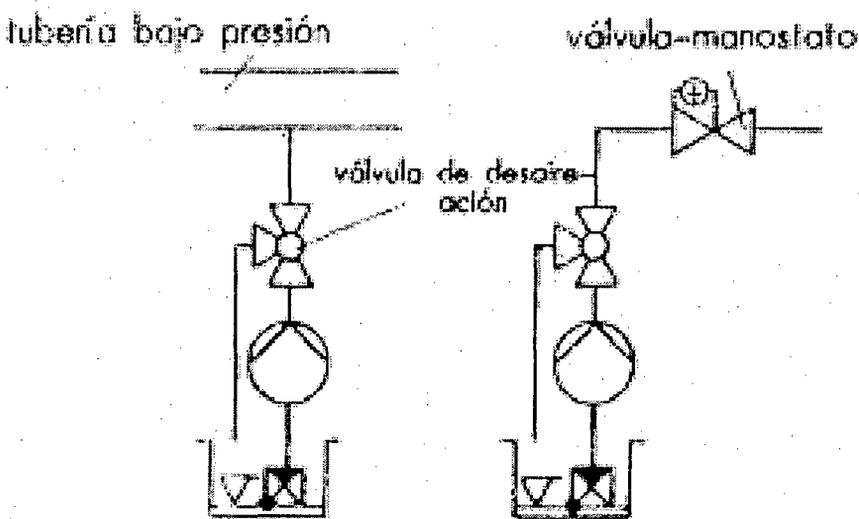


Fig 48: Arreglos con válvula de Inyección.

- Evitar un sifonado a través (aspiración a través), si se dosifica a una tubería principal donde hay depresión.
 - Montar una válvula – manóstato en la tubería de dosificación.
 - Asegurar una aspiración exenta de aire, si un descenso del nivel de líquido en el recipiente de aspiración puede dar lugar a una aspiración de aire y si se impulsa al mismo tiempo a una tubería bajo presión o contra una válvula – manóstato.
- a) Montar una válvula de desareación en la tubería de impulsión, la cual sea accionada como ayuda de aspiración después de llenado el recipiente, hasta que la tubería de impulsión esté exenta de aire.



a)



b)

Fig. 49: Arreglos con válvula de desareación.

b) Instalar un aviso de recipiente vacío para que sea posible rellenar líquido en el momento oportuno antes de que sea aspirado aire.

ATENCIÓN: Puede producirse un fallo de flujo del líquido si quedan inclusiones de aire en la tubería de aspiración.

- Colocar la tubería de aspiración lo más corto posible y evitar el empleo de tubos flexibles de pared delgada.
- Evitar que se vacíe la tubería de aspiración: Instalar una alcachofa con válvula esférica de retención en el extremo de la tubería de aspiración si la bomba va instalada a un punto más alto que el nivel máximo del líquido en el recipiente de aspiración.
- La medida h (ver croquis) no debe ser mayor por vía de cálculo que la altura predeterminada de aspiración de la bomba dividida por la densidad del medio a transportar.

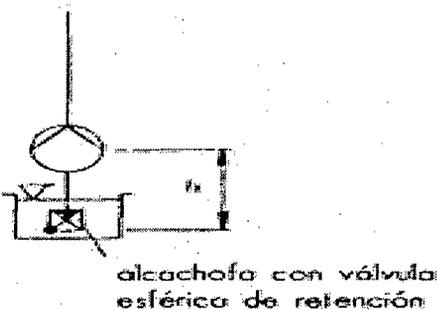
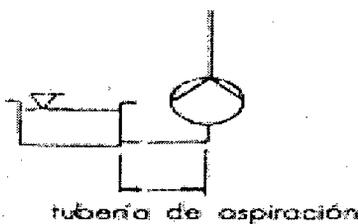


Fig. 50: Arreglos para la aspiración

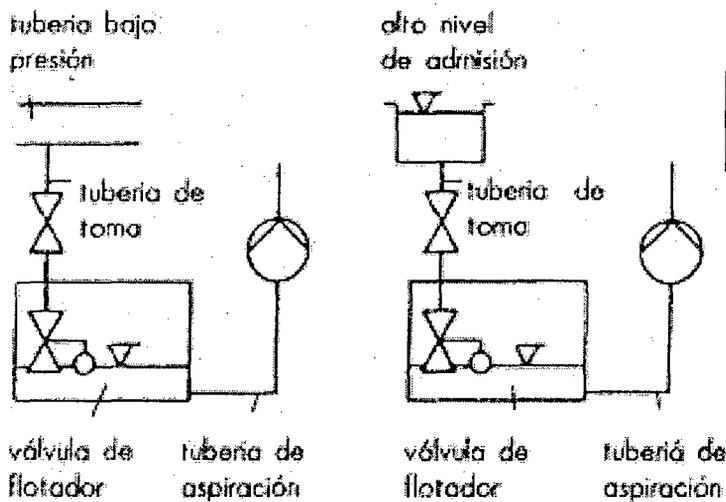
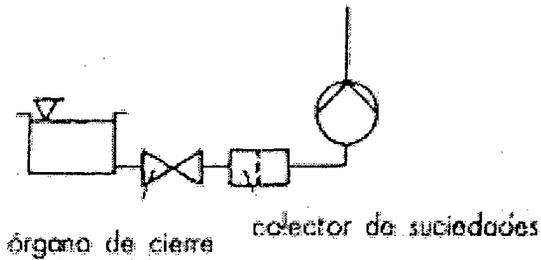


Fig. 51: Arreglos en el lado de succión

- Empalmar la tubería de aspiración en el recipiente un poco más arriba del fondo del recipiente, y montar en lo posible un colector de suciedades (abertura de malla 0.1 – 0.05 mm) según el diámetro nominal de las válvulas de la bomba.

ATENCIÓN: Si no se colectan las suciedades se producen fallas en la bomba y en el sistema.

- Asegurar una altura constante de admisión si la aspiración se hace desde tuberías bajo presión o un alto nivel de admisión.
- Montar una válvula de flotador para que se le neutralicen las condiciones de presión de la tubería de aspiración.

ATENCIÓN: Si las condiciones de presión se pueden transmitir desde la tubería de toma, la cantidad suministrada por la bomba es irregular.

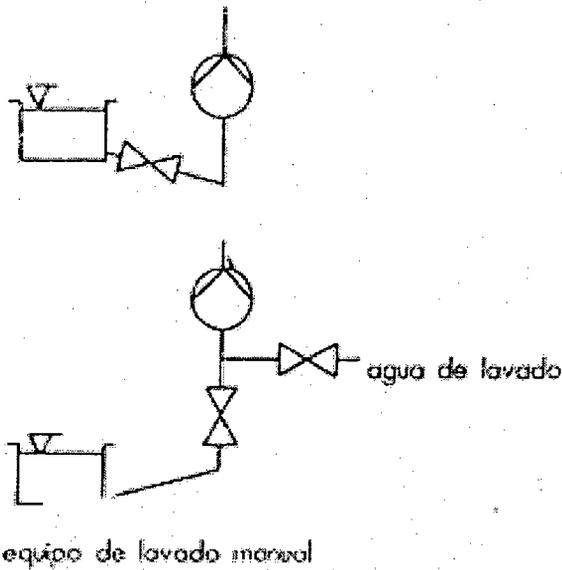
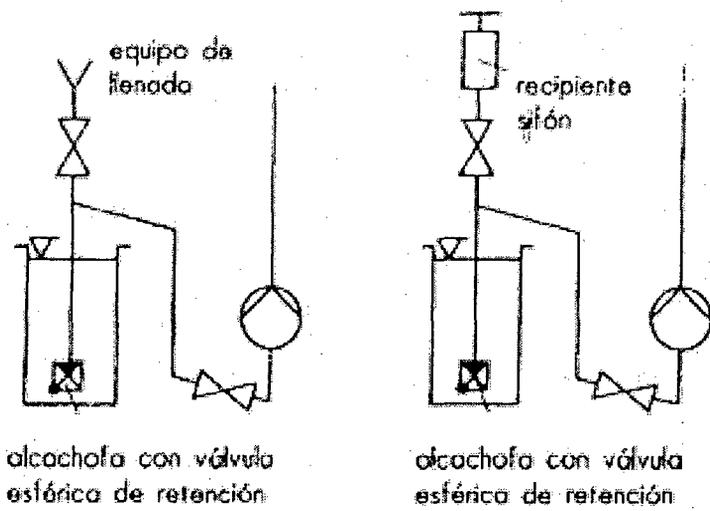
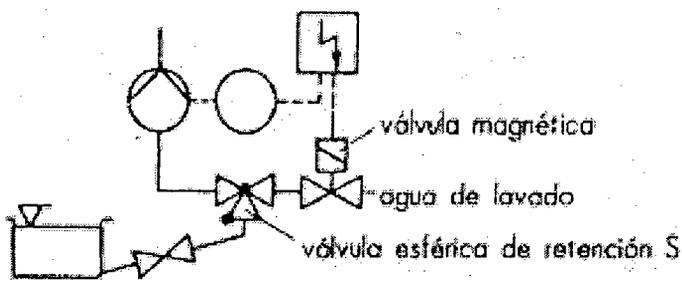


Fig. 52: Arreglos con sistemas de lavado



Aspiración vía una tubería de sifón en el caso de recipientes altas sin posibilidad de empalme en el fondo del recipiente.

Instalar un equipo de llenado para la tubería de sillón (tubería de aspiración).

Tener en cuenta las presiones de aceleración causadas por lo eventualmente larga tubería de aspiración.

Tratándose de medios a transportar fácilmente desgasificantes, instalar la bomba con admisión en el lado de aspiración.

La dosificación de suspensiones hace necesario que se lave el interior del cabezal de bomba para evitar depósitos y esto en forma de lavado intermitente. Lavado después de desconectada la bomba.

a)

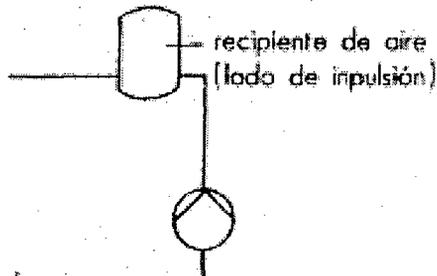
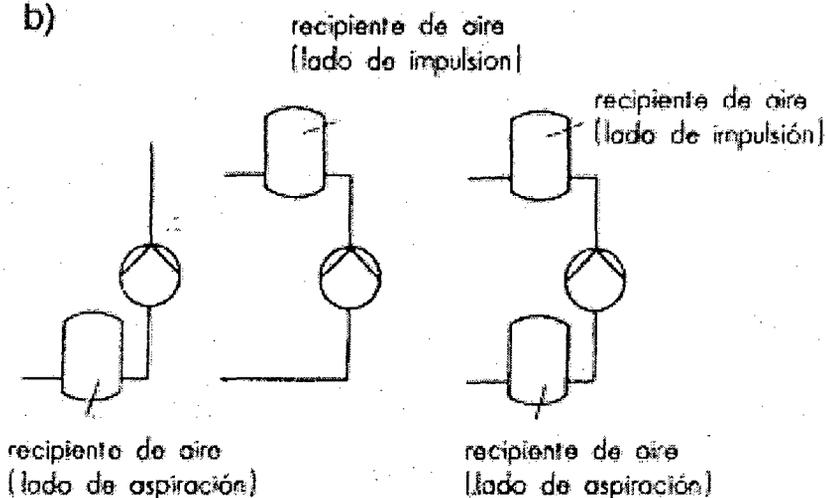


Fig. 53: Arreglos para el lado de impulsión

b)



Amortiguar de la pulsación por medio del montaje de recipientes de aire si;

- Por razones técnicas del proceso se deseeas un flujo de poca pulsación.
- Han de ser suprimidas las fuerzas de masa aceleratrices causadas por la geometría de la tubería.

ATENCIÓN: En el caso de fuerzas de masa.

- Aceleratrices sin amortiguar se presentan.

- Fluctuaciones de caudal, errores de dosificación, sobrepresiones pasajeras, martillero de las válvulas y desgastes como consecuencia de cavitación en el lado de aspiración y de impulsión de la bomba.
- Destrucciones mecánicas de la bomba, fugas y martillero de las válvulas por exceder la presión máxima admisible en el lado de impulsión de la bomba.

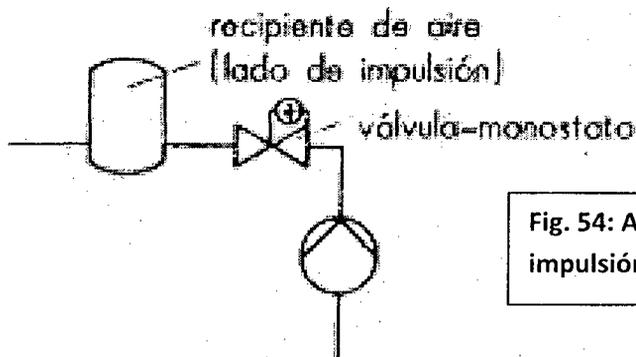


Fig. 54: Arreglos lado de impulsión

- Montaje de un recipiente de aire de aspiración y/o de un recipiente de aire de presión lo más cerca posible de cabezal de la bomba.
- En caso de combinar un recipiente de aire con una válvula monostato entre la bomba y el recipiente de aire.

PUESTA EN SERVICIO

Antes de la puesta en servicio, hay que observar las cuestiones siguientes:

- Limpiar detenidamente todas las tuberías unidas a la bomba y al depósito. Para un funcionamiento seguro de las bombas dosificadas es indispensable que las tuberías estén limpias.
- Los valores indicados en la hoja de datos de la bomba como son el caudal impulsado, la altura de aspiración máxima admisible, los materiales, etc. Se compararán con los datos pretendidos.
- Cada bomba viene ya respuesta para entrar en servicio, cargada de los correspondientes líquidos, lubricantes hidráulicos.
- Retirar la cuerda de cierre hermético de los tornillos de purga de aire del accionamiento.

- Ajustar la bomba al mínimo caudal de impulsión graduando la carrera o el número de carreras.
- Abrir todas las válvulas de aislamiento incorporadas en la tubería de impulsión.
- Conectar el motor de la bomba (Sentido de giro discrecional).
- Aumentar lentamente hasta el máximo el caudal de impulsión graduando la carrera o el número de carreras.
- Cuando se haya establecido la impulsión de fluido, ajustar el caudal pretendido.
- En la primera fase de la aspiración, tener presente que primeramente la bomba tiene que ir llenando la tubería progresivamente, con las carreras de aspiración sucesivas. El tiempo necesario para el llenado depende de las dimensiones de la tubería de aspiración y del caudal impulsado por la bomba.
- Si la bomba no aspira inmediatamente separar la tubería de impulsión de la boca de impulsión y desmontar la válvula de impulsión.
- Entonces llenar y montar de agua el cuerpo de bomba por esta abertura y montar de nuevo la válvula de impulsión. Con la adopción de esta medida, queda garantizado un funcionamiento mejor de las válvulas (las válvulas de líquido no son válvulas herméticas a los gases).
- Una vez establecida la aspiración de la bomba, montar de nuevo la tubería de impulsión.
- Ahora la bomba está dispuesta por el servicio.

¡ATENCIÓN !



La bomba solo está prevista para el funcionamiento fuera de las zonas Ex.

Par de apriete para los tornillos de fijación

Cuerpo de la bomba

15 Nm

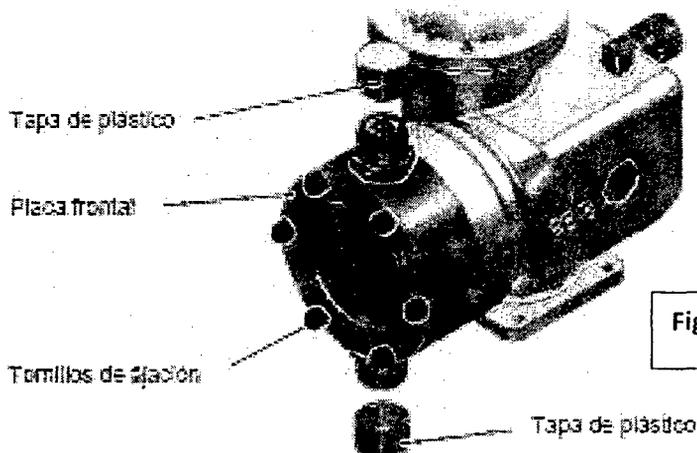


Fig. 55: Tapas protectoras

- Conecte las tuberías a la bomba de modo que las fuerzas como por ejemplo el desplazamiento, el peso o la dilatación de la tubería no puedan actuar sobre la bomba.
- Mantenga las tuberías de aspiración tan cortas como sea posible.
- Utilice mangueras/tuberías resistentes a la presión y los medios bombeados.
- Todas las tuberías y los depósitos conectados a la bomba deben cumplir con las directivas, estar limpios, libres de tensión e intactos.

¡ATENCIÓN!



Si se transportan líquidos tóxicos, cristalizadores o corrosivos, el sistema de tuberías debe estar equipado con dispositivos para poder vaciar, limpiar y enjuagar en caso necesario con medio apropiado.

¡ATENCIÓN!



Monte la bomba de membrana de modo que las pérdidas de medio no puedan causar daño.

Para evitar la cavitación, la sobre carga y el exceso de suministro, ten en cuenta los puntos siguientes:

- Evita alturas de aspiración elevadas.
- Mantenga las tuberías tan cortas como sea posible.
- Seleccione diámetros nominales lo suficientemente grandes.
- Evite cuellos de botella innecesarios.
- Monte amortiguadores de pulsación.
- Monte dispositivos de presión contra sobrepresión
- En caso necesario, monte una válvula de mantenimiento de presión.
- En caso de medios que pierdan gas debe proveer una tubería de suministro.

Prever un Dispositivo de Protección Contra Sobre Presión

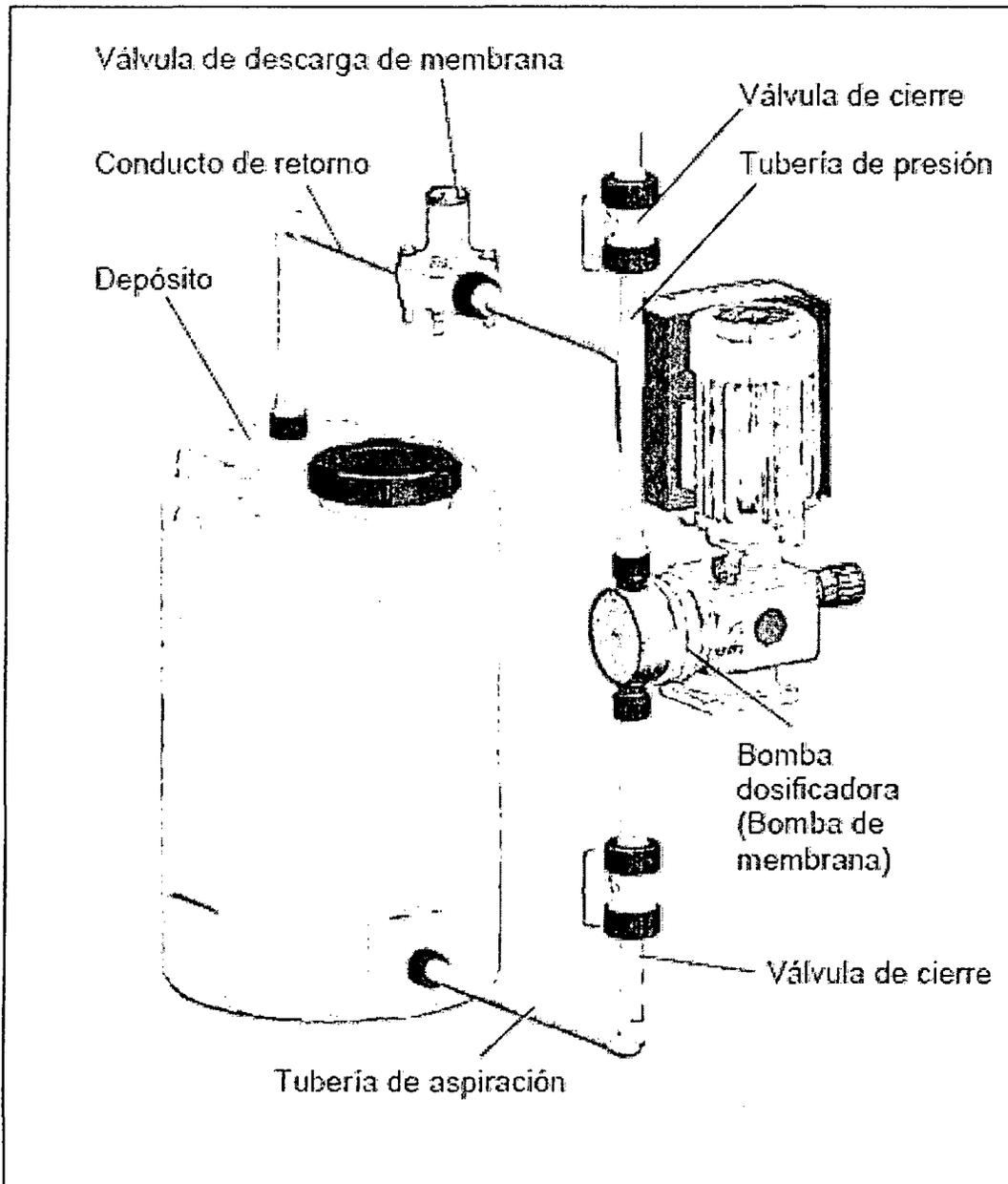
Si se puede superar la presión permitida en el cabezal de la bomba. P. ej. Cerrando una válvula de cierre o por una obstrucción de la tubería.

- Montar una válvula de descarga .
- Utilice la Bomba de Diafragma SERA con Válvula de descarga integrada

Si utiliza una válvula de descarga, se aplica para la tubería de retorno:

- La tubería debe tener una pendiente determinada y transportar el líquido al depósito (Que se encuentra bajo presión atmosférica) o a un canalón de desague abierto.
- O Conectarse directamente a la tubería de aspiración de la Bomba, pero solo si no existe una válvula antiretorno en la tubería de aspiración. (P. ej. Válvula de retención de una lanza de aspiración) .

Fig. 56: Arreglo con válvula de Contra Presión



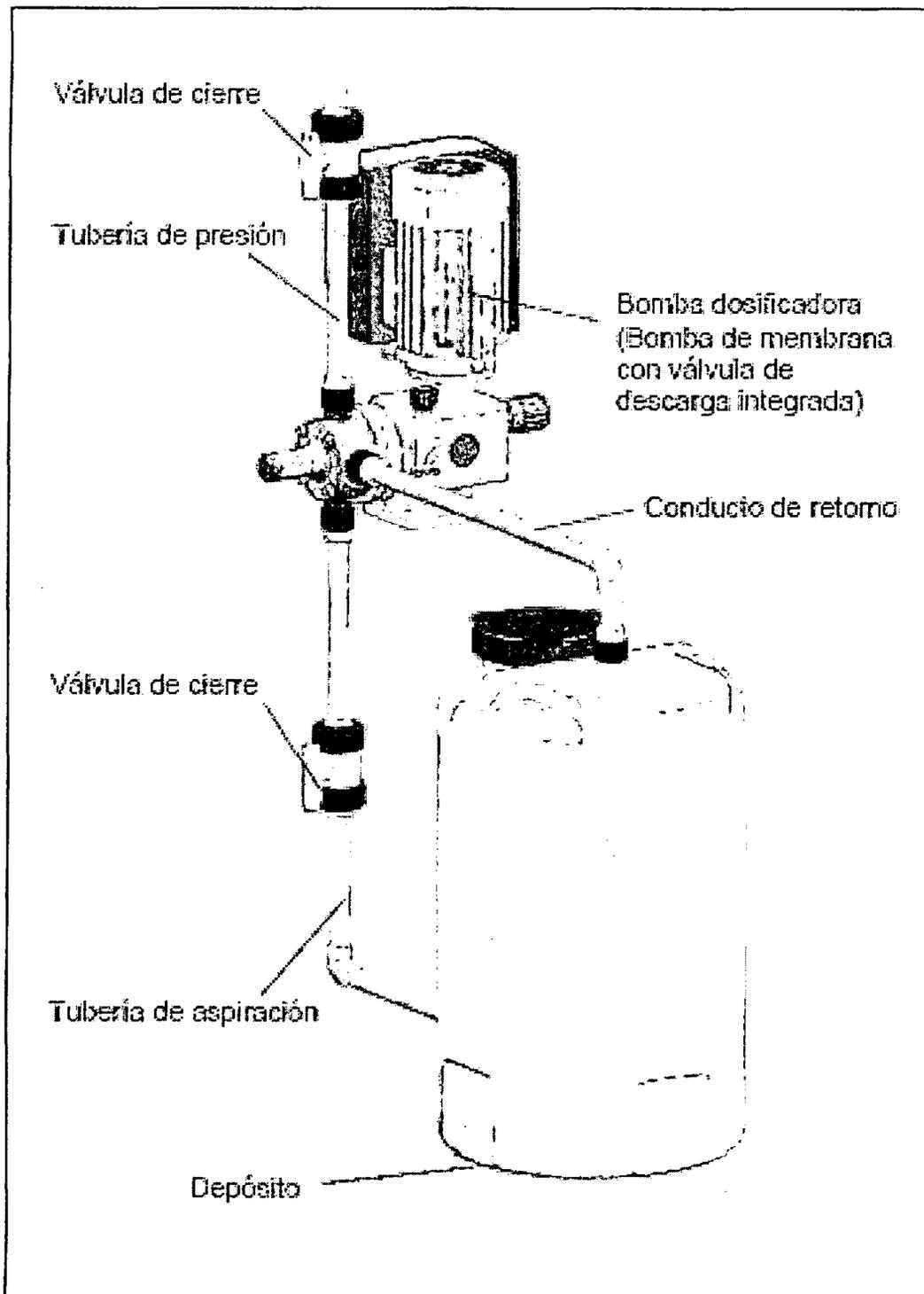


Fig. 57: Arreglo con válvula de contrapresión integrada.

¡ATENCIÓN!



¡Las válvulas de paso **NO** se deben cerrar si la bomba está funcionando!

¡ATENCIÓN!



Si es posible superar la presión de trabajo permitida, hay que prever un dispositivo de protección contra sobrepresión (p. ej. válvula de descarga).

¡ATENCIÓN!



Si se sobrepasa la presión de servicio permitida y la bomba no está equipada con una protección contra sobrepresión, la bomba puede resultar dañada.

¡ATENCIÓN!



En el caso de daños de la bomba puede salir a chorro el medio bombeado.

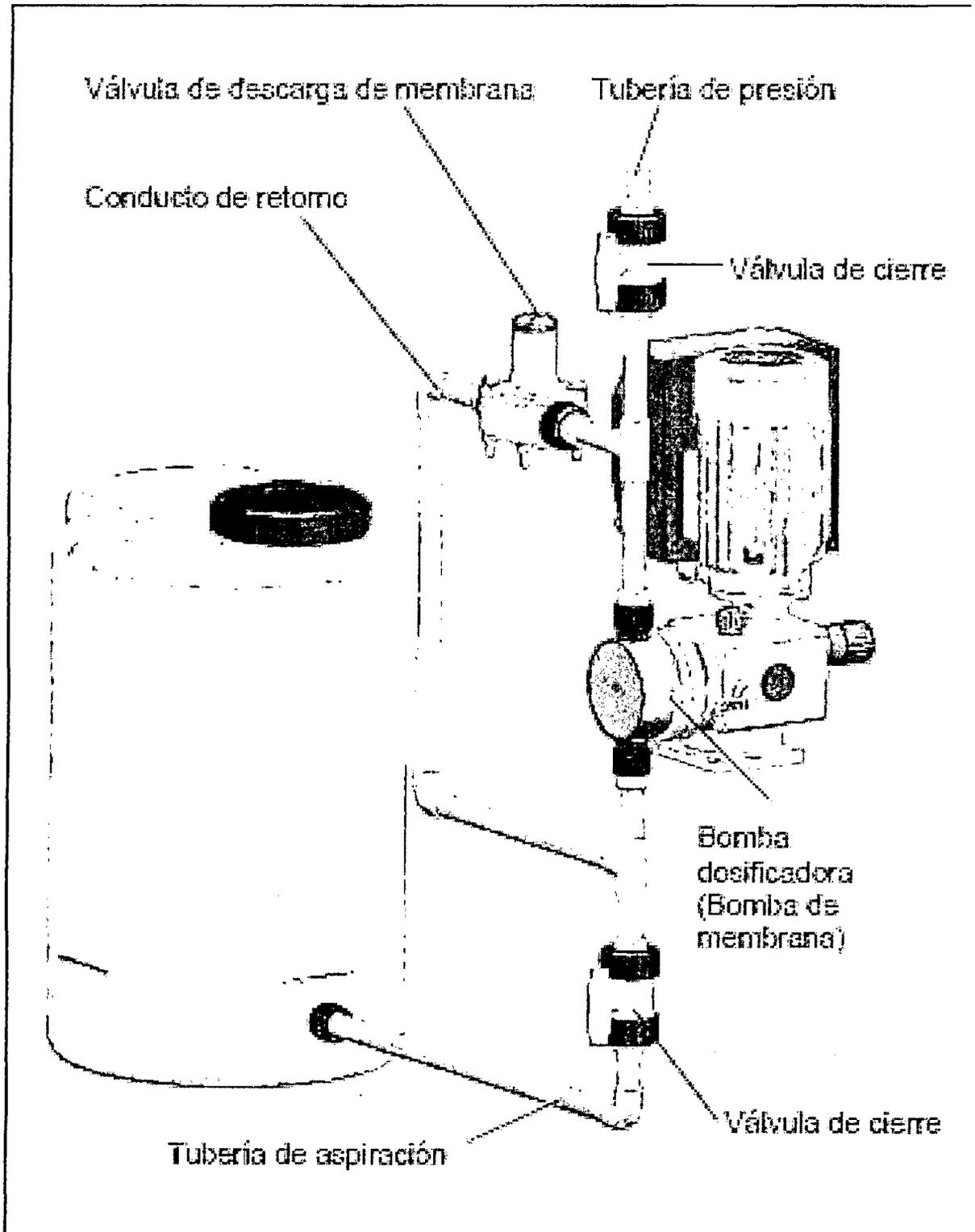


Fig. 58: Arreglo con válvula de alivio

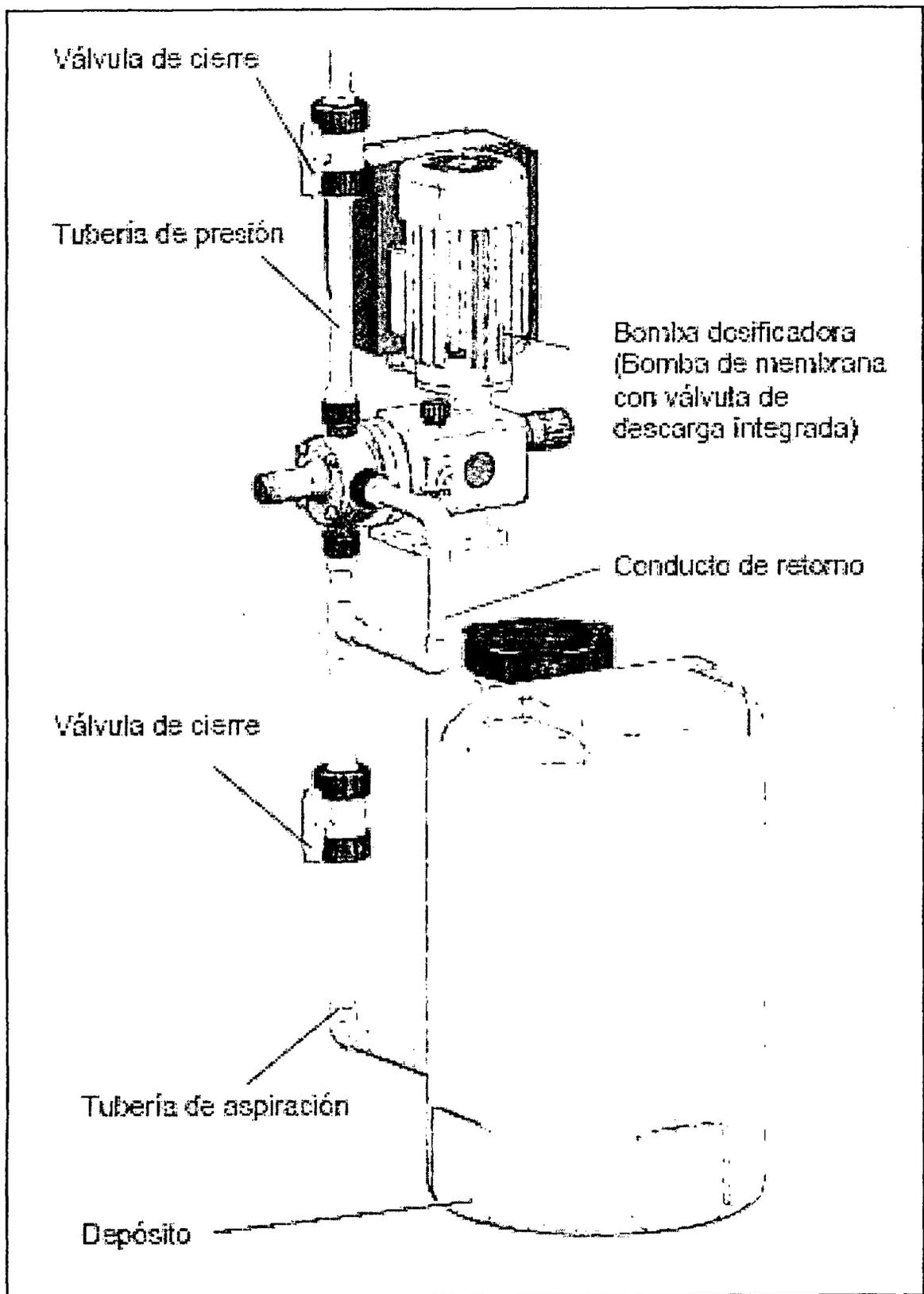


Fig. 59: Arreglo con válvula de alivio integrada

Evitar un reflujo del medio bombeado, si la tubería dosificadora está conectada a la tubería principal.

- Instalar un punto de inyección (válvula dosificadora)

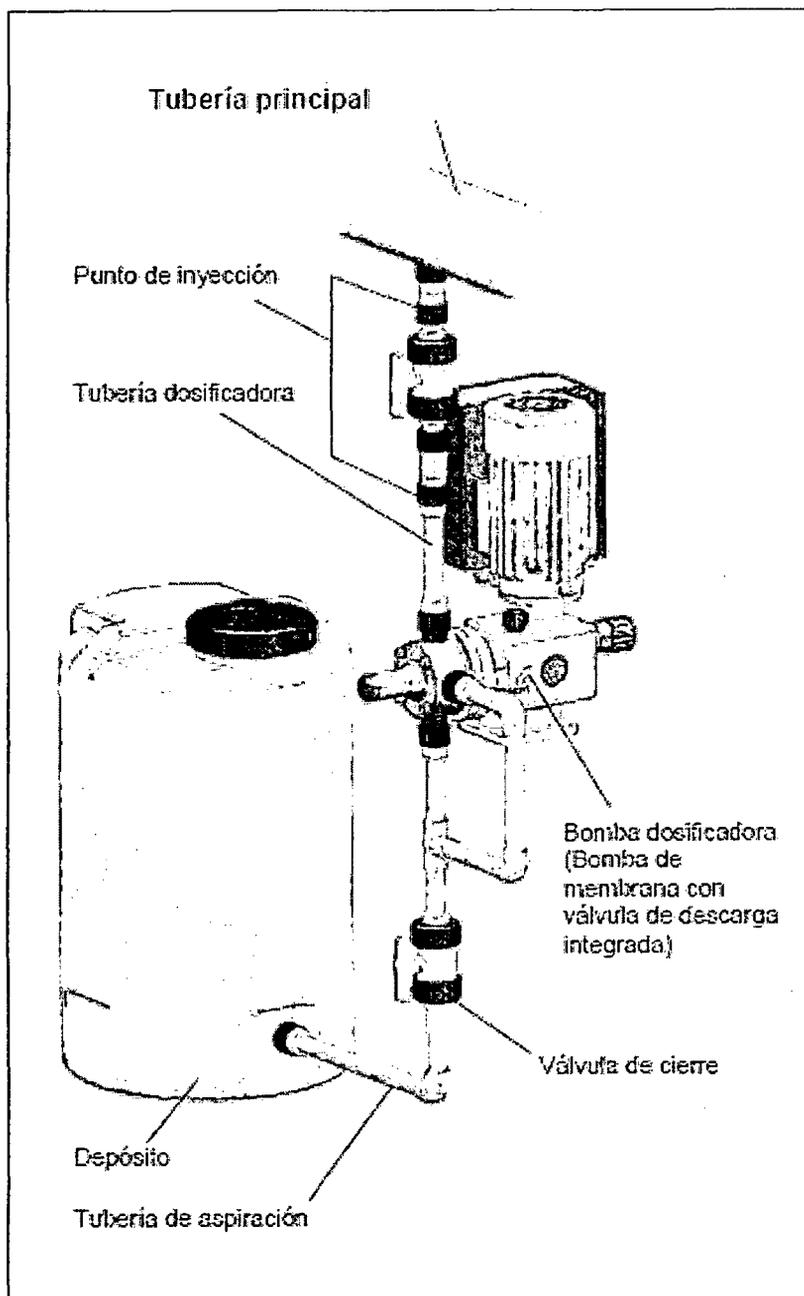


Fig. 60: Arreglo con válvula de inyección.

¡ATENCIÓN!



El contenido de la tubería dosificadora se mezcla accidentalmente si no se evita un posible reflujo de la tubería principal.

¡ATENCIÓN!



Tenga en cuenta/evite las reacciones químicas durante el reflujo.

Evitar el Sifonaje

Al dosificar en una tubería principal con presión negativa:

- Monte una válvula de mantenimiento de presión en la tubería

¡ATENCIÓN!



Durante la instalación se debe prestar atención a un posible exceso de suministro (causado por una diferencia de presión positiva (≥ 1 bar) entre el lado de presión y de aspiración).

dosificadora.

Asegurar una aspiración libre de aire

Si a causa del descenso del nivel del líquido en el depósito, se puede aspirar aire que se transporta simultáneamente a una tubería presurizada o contra una válvula de mantenimiento de presión.

- Montar una válvula de purga en la tubería de presión.

¡ATENCIÓN!



¡Se puede producir una interrupción del flujo de suministro si entra aire en la tubería de aspiración!

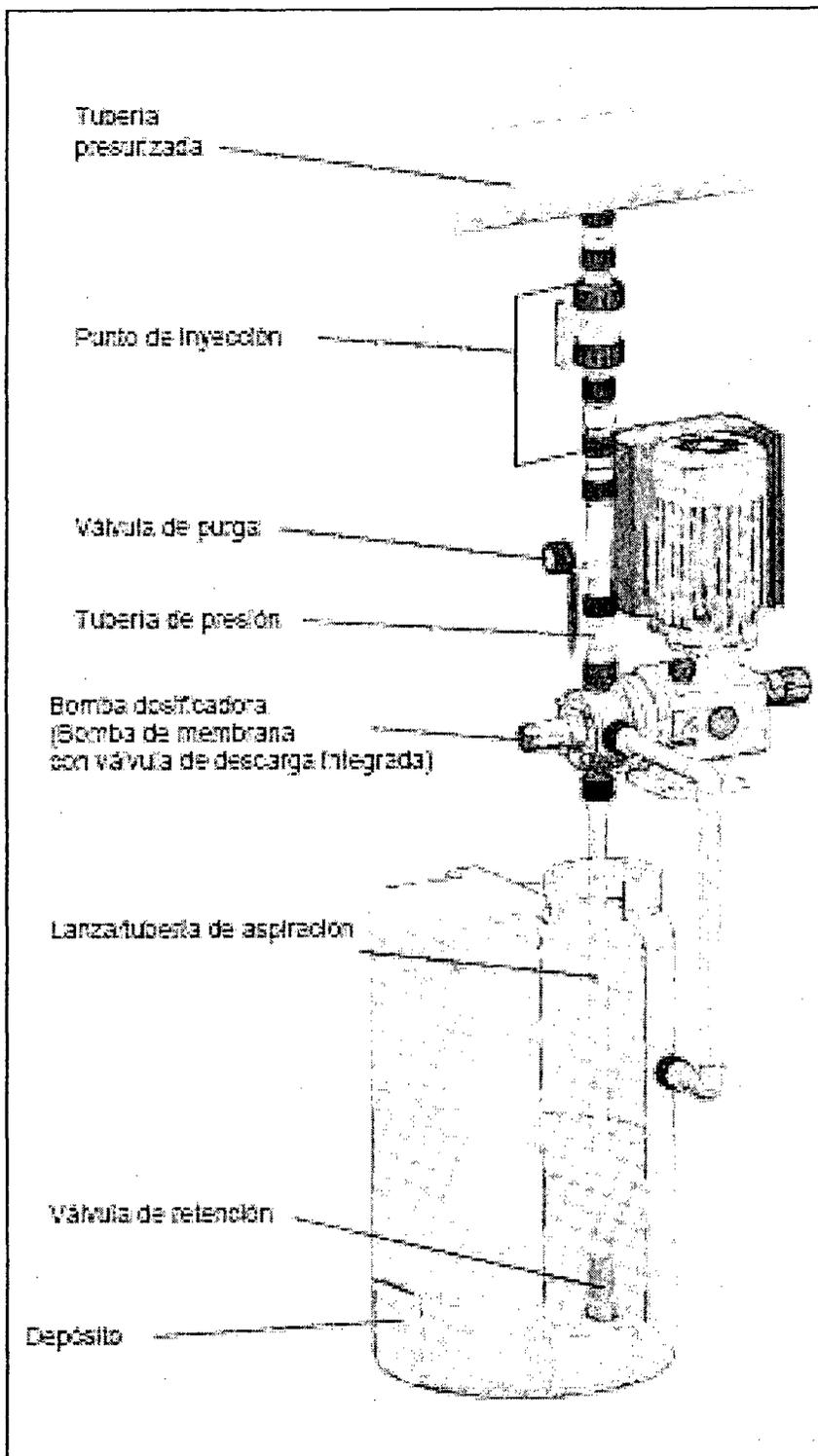


Fig. 61: Arreglo con válvula de Purga

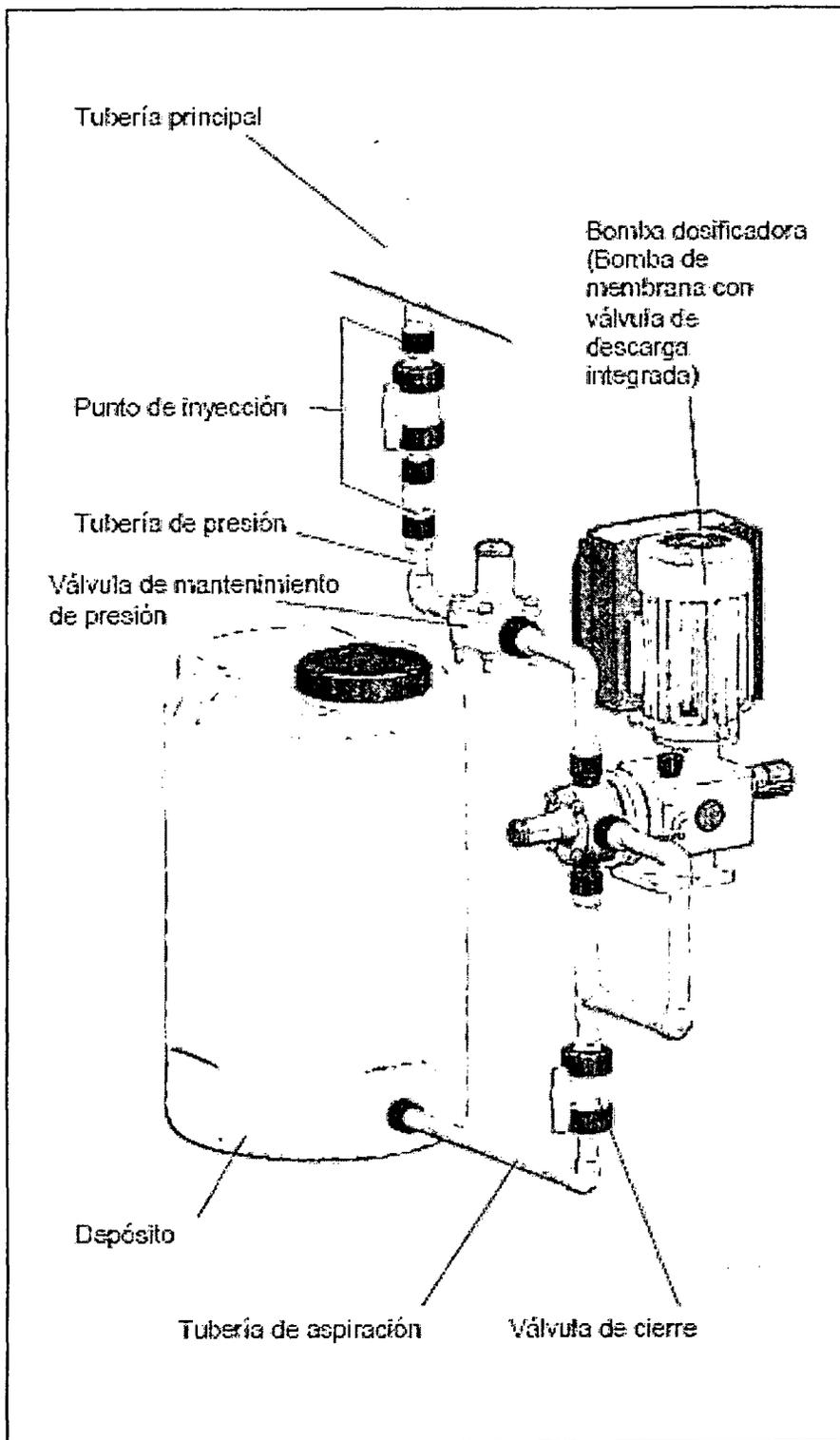


Fig. 62: Arreglo General

Instalación de una alarma de Tanque Vacío

Para poder rellenar el depósito a tiempo antes de que se aspire aire.

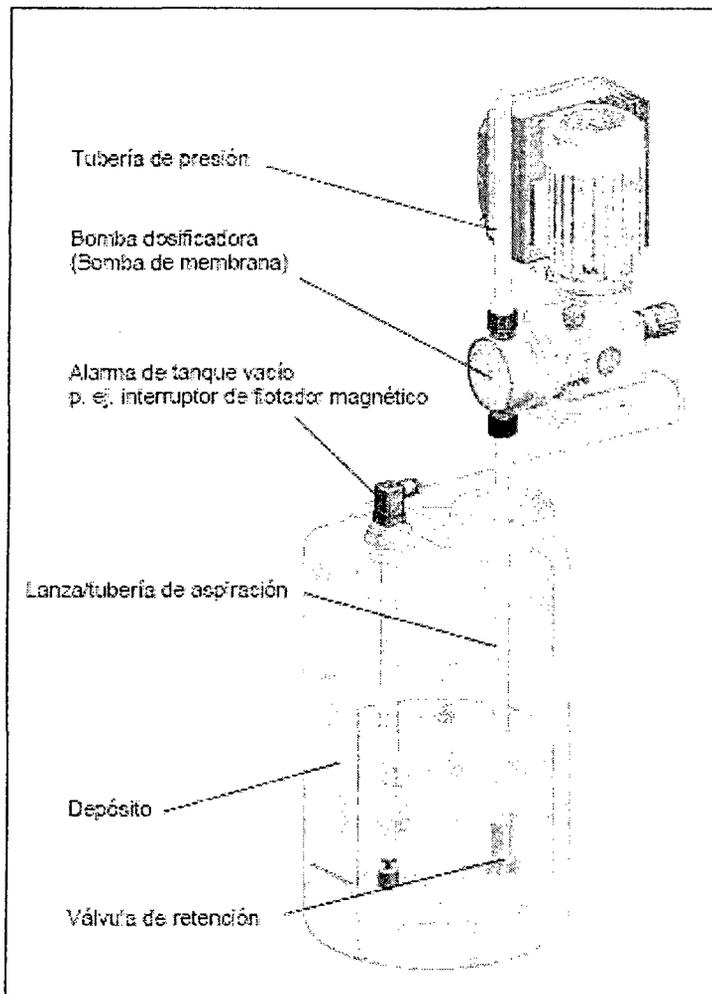


Fig. 63: Arreglo con alarma de Nivel.

¡ATENCIÓN!



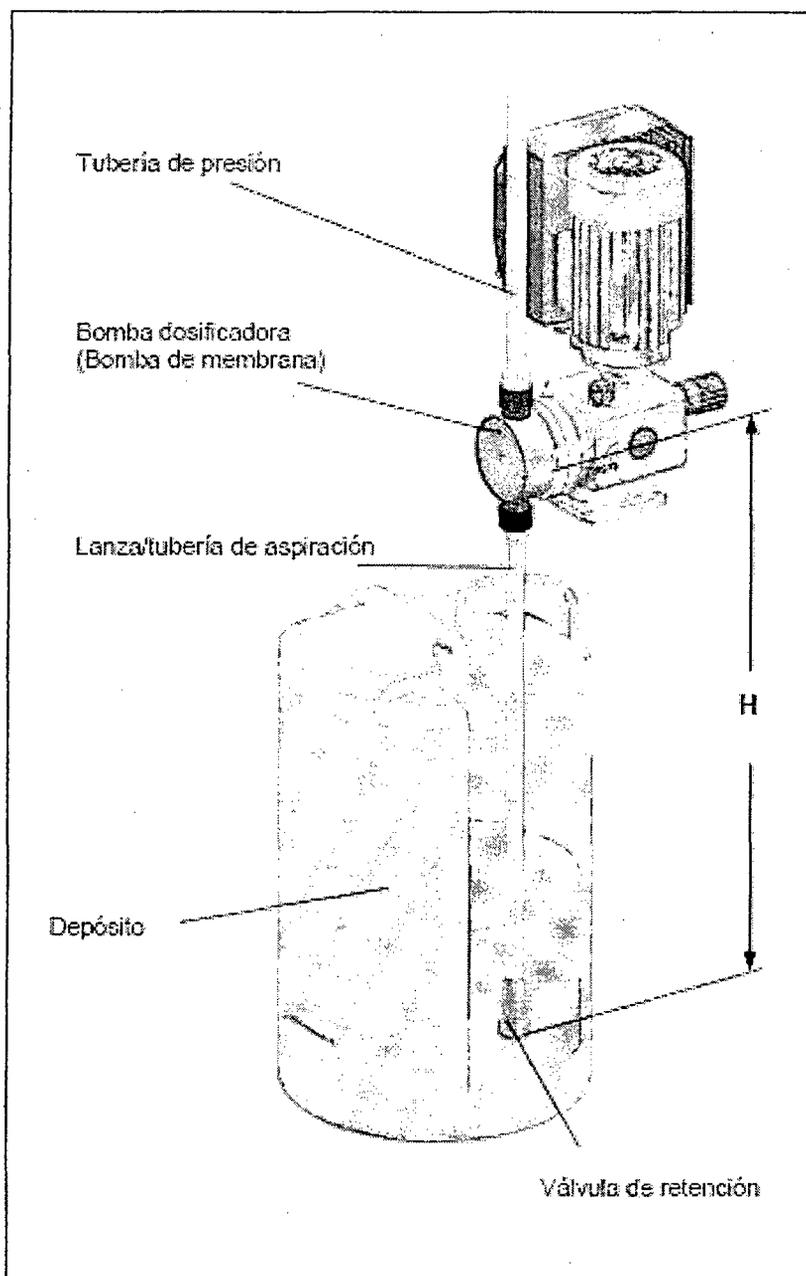
¡Se puede producir una interrupción del flujo de suministro si entra aire en la tubería de aspiración!

Evitar que se vacíe el tubo de Aspiración

Instale una válvula de retención al final del tubo de aspiración.

Según los cálculos, la medida H no debe ser mayor que la altura de aspiración máxima especificada de la bomba, dividida por la densidad del medio bombeado, teniendo en cuenta la aceleración de la masa y la viscosidad del medio.

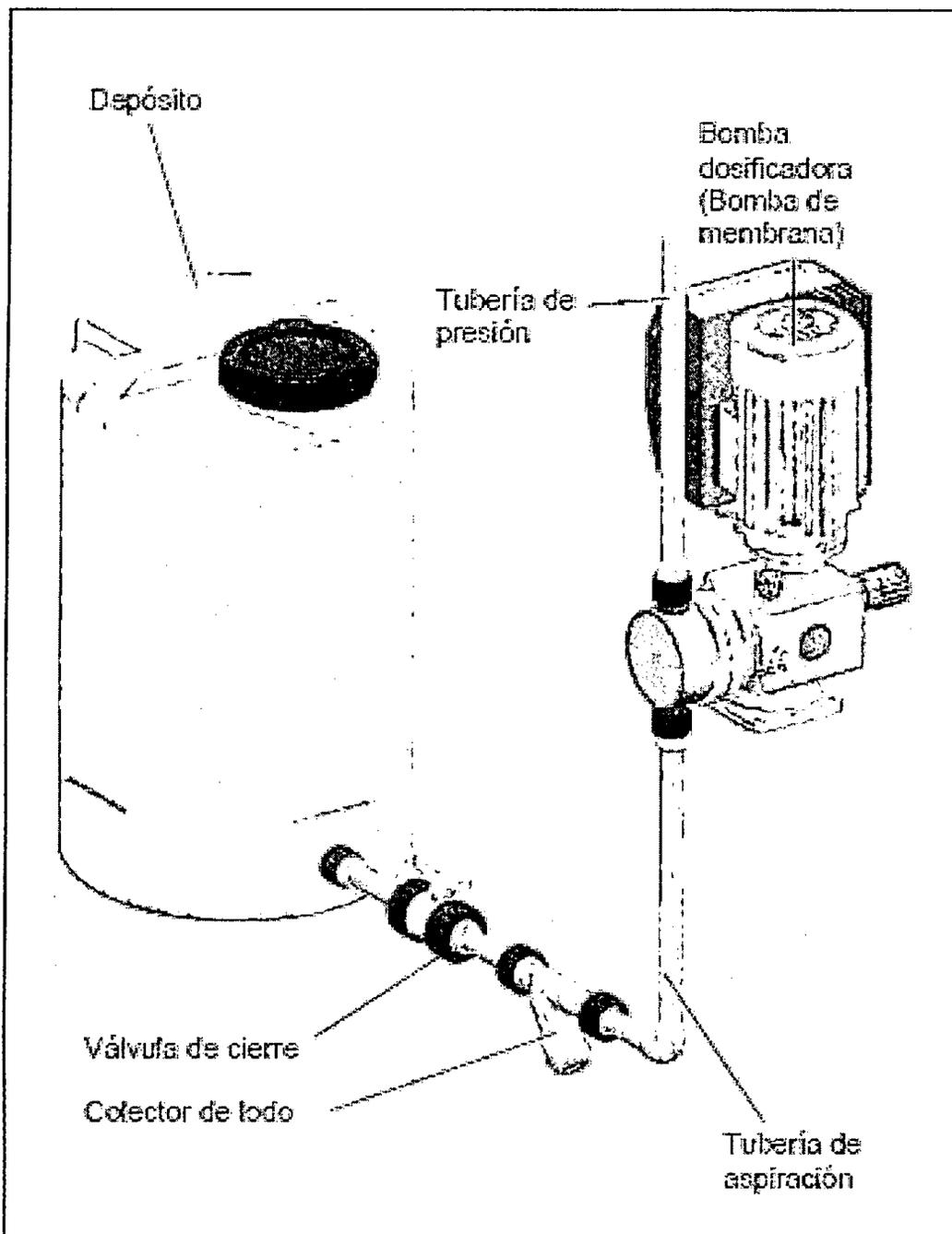
Fig. 64: Arreglo con Válvula de pie



Colector de Lodos

Conecte el tubo de aspiración un poco por encima de la base del depósito e instale un filtro de aspiración. (Abertura de malla de 0.1 a 0.5 mm), en función del diámetro nominal de la válvula.

Fig. 65: Arreglo con Colector de Lodos



¡ATENCIÓN!



Si no se elimina la suciedad, se pueden producir fallos de la bomba y del sistema.

Aspiración mediante un tubo de sifón

En el caso de depósitos altos sin posibilidad de conexión en la base.

- Instale un recipiente de sifón

- Tenga en cuenta las presiones de aceleración que pueden aparecer en una tubería de aspiración larga.

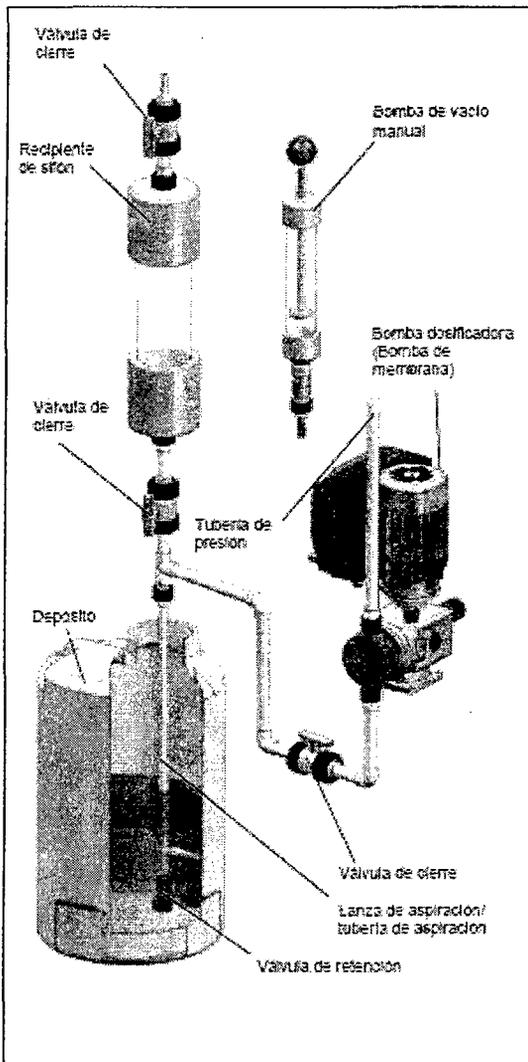


Fig. 66: Arreglo con recipiente de Sifón

En el caso de medios con producción ligera de gas

- Instalar la bomba de manera que pueda funcionar con una tubería de suministro

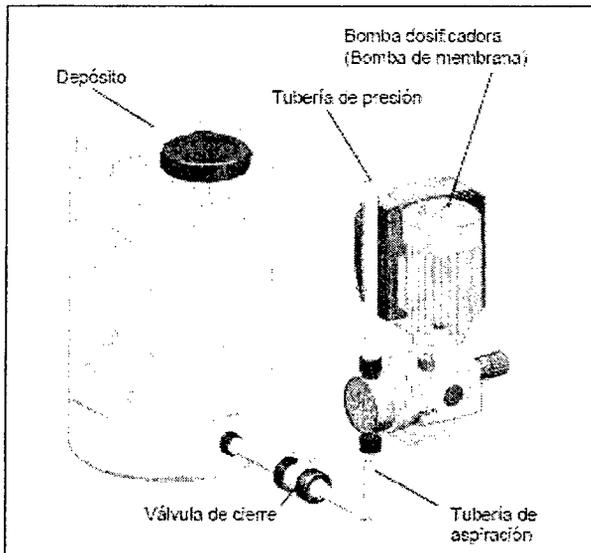


Fig. 67: Arreglo General

Dosificación de Suspensiones

Requiere el enjuague del cabezal dosificador de la bomba para evitar precipitaciones. Se recomiendan los siguientes métodos:

- Lavado intermitente
- Lavado después de desconectar la bomba.

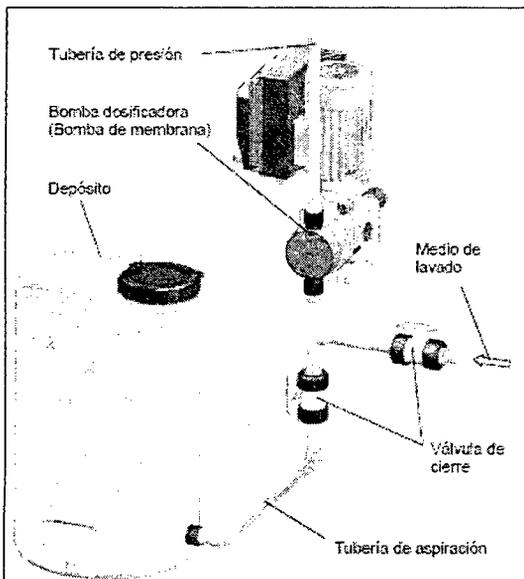


Fig. 68: Arreglo con Flushing

Amortiguar las Pulsaciones

Mediante la instalación de amortiguadores y si por razones técnicas se requiera de un caudal constante (pocas pulsaciones)

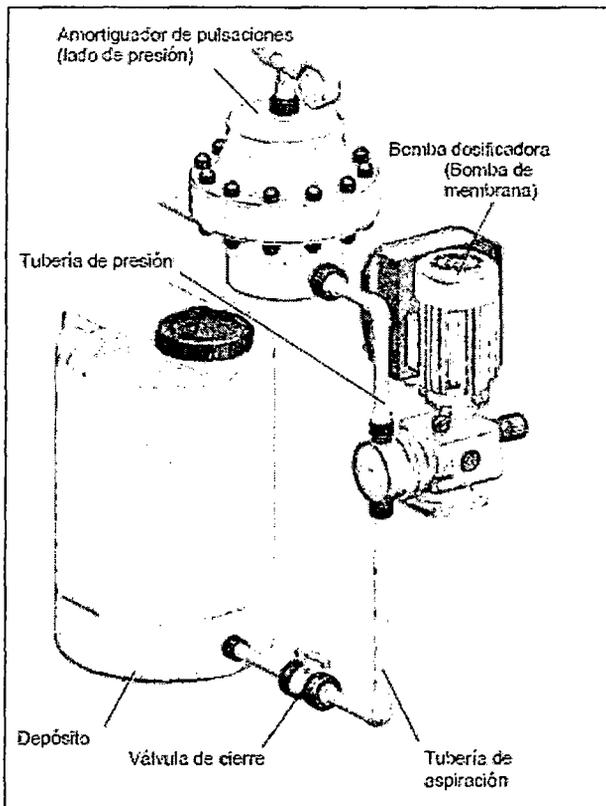


Fig. 69: Arreglo con amortiguadores de pulsaciones

Es necesario reducir las fuerzas de aceleración causadas por la geometría de las tuberías.

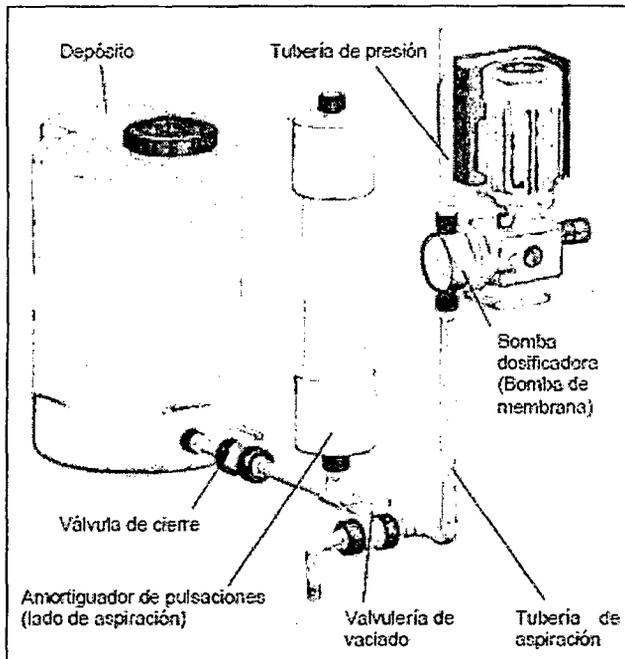


Fig. 70: Arreglo con amortiguación en las succión.

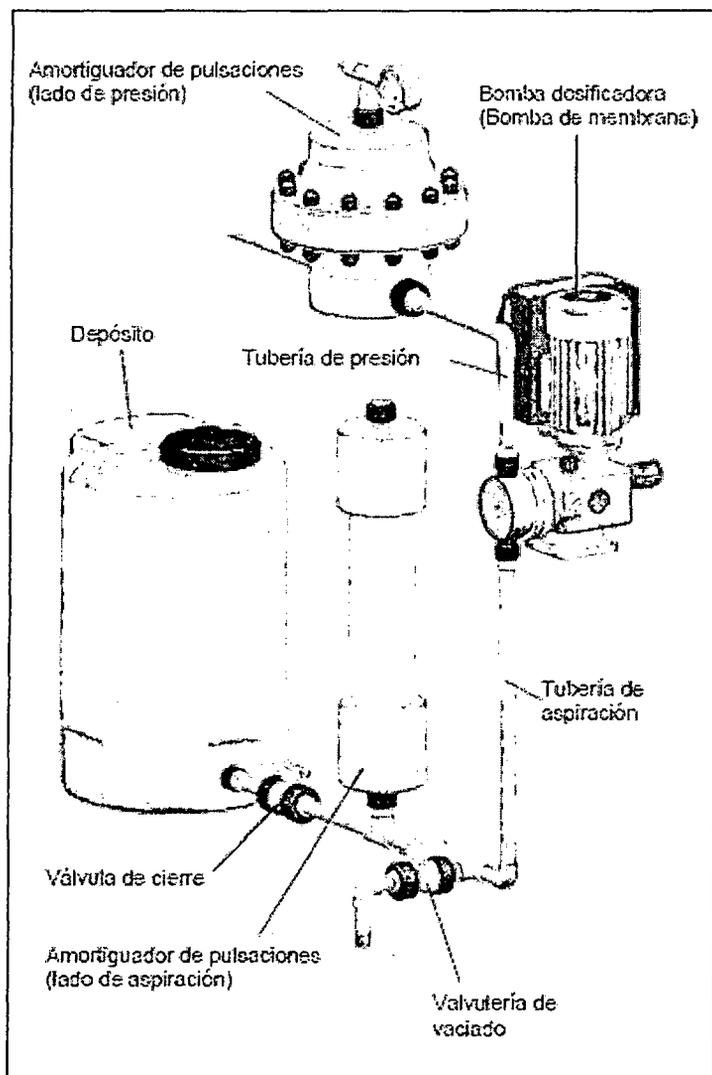


Fig. 71: Arreglo General

¡ATENCIÓN!



Si no se amortiguan las fuerzas de aceleración, se pueden producir los fallos/daños siguientes:

- fluctuaciones en el caudal de suministro
- errores de dosificación
- aumentos repentinos de presión
- golpes de válvula
- aumento del desgaste en los lados de aspiración y presión de la bomba;
- daños mecánicos de la bomba
- fugas y golpes de válvula por exceso de la presión máxima permitida en el lado de presión de la bomba.

Montaje de amortiguadores de pulsación para aspiración y/o presión, lo más cerca posible del cabezal de la bomba.

- Si combina el amortiguador de pulsaciones con la válvula de mantenimiento de presión, monte la válvula de mantenimiento de presión entre la bomba y el amortiguador de pulsaciones.

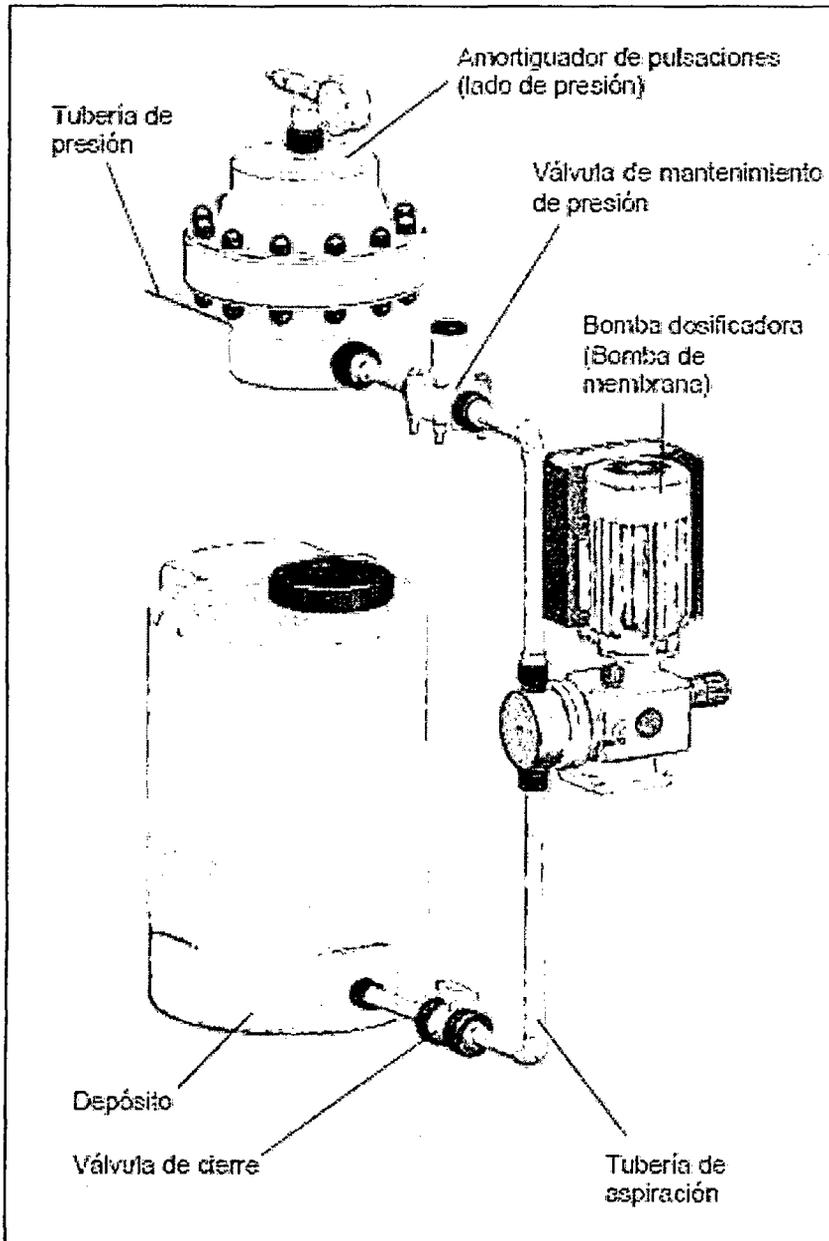


Fig. 72: Arreglo Bomba con amortiguador y válvula de contrapresión.

12.3 Juegos de repuestos y piezas de desgaste

12.3.1 Bomba de membrana

C 410,2 – 260 (e)

C 410,2 – 510 (e)

C 410,2 – 850 (e)

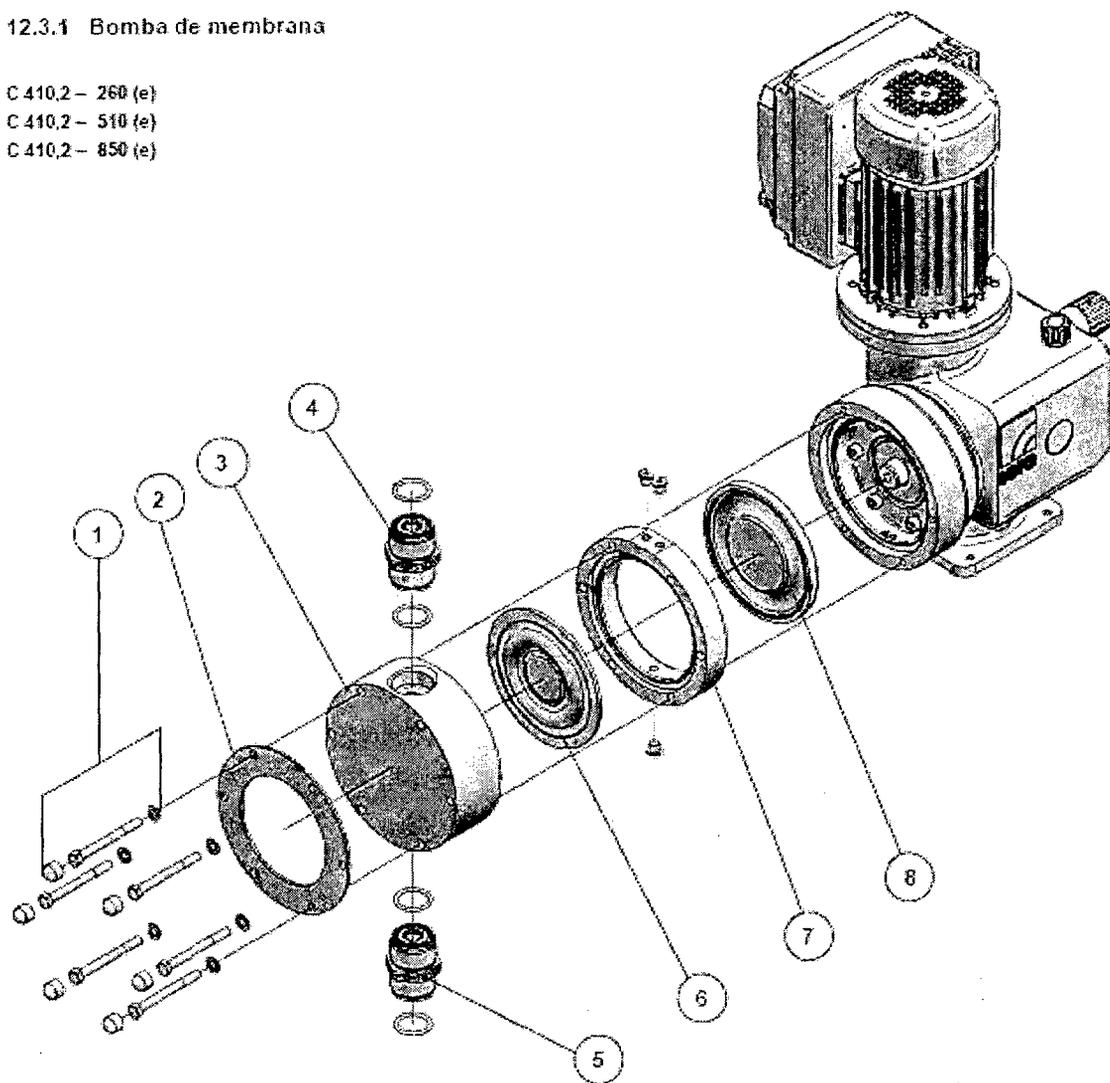


Fig. 73: Bomba Dosificadora Desarmada.

Vista general de los juegos de repuestos y piezas de desgaste

Bomba de membrana

Válvula de aspiración (juego)	
N.º	Designación
5	Válvula de aspiración (incl. anillos toroidales)

Válvula de presión (juego)	
N.º	Designación
4	Válvula de presión (incl. anillos toroidales)

Juego de membranas (versión de membrana sencilla)	
N.º	Designación
8	Membrana de accionamiento

Juego de membranas (versión de membrana doble)	
N.º	Designación
6	Membrana intermedia
8	Membrana de accionamiento
	Fluido amortiguador

Juego de anillos-membrana (sólo para la versión de membrana doble)	
N.º	Designación
7	Anillo-membrana, completo

Juego cuerpo de bomba (plástico)	
N.º	Designación
1	Tomillos, completos
2	Placa frontal
3	Cuerpo de la bomba

Juego cuerpo de bomba (acero inoxidable)	
N.º	Designación
1	Tomillos, completos
3	Cuerpo de la bomba

C 410.2 - 250 [e]
C 410.2 - 510 [e]

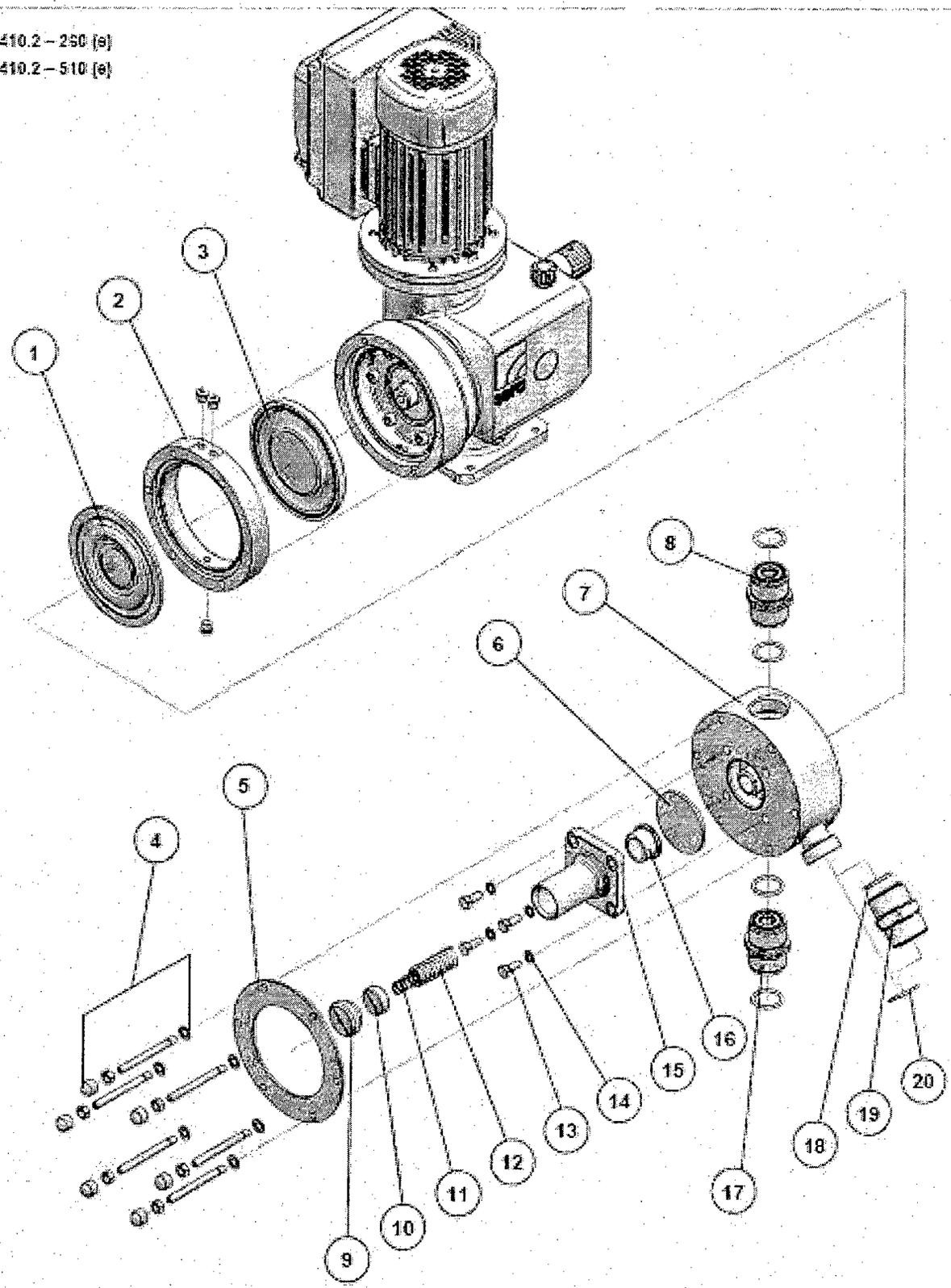


Fig. 74: Bomba Dosificadora Desarmada.

Vista general de los juegos de repuestos y piezas de desgaste

Bomba de membrana con válvula de descarga integrada

Válvula de aspiración (juego)	
N.º	Designación
17	Válvula de aspiración (incl. anillos toroidales)

Válvula de presión (juego)	
N.º	Designación
8	Válvula de presión (incl. anillos toroidales)

Juego de membranas (versión de membrana sencilla)	
N.º	Designación
3	Membrana de accionamiento
6	Membrana (válvula de descarga)

Juego de membranas (versión de membrana doble)	
N.º	Designación
1	Membrana intermedia
3	Membrana de accionamiento
6	Membrana (válvula de descarga)
	Fluido amortiguador

Juego de anillos-membrana (sólo para la versión de membrana doble)	
N.º	Designación
2	Anillo-membrana, completo

Juego de válvulas de descarga	
N.º	Designación
9	Tapa
10	Tomillo de ajuste
11	Muelle de compresión
12	Muelle de compresión
13	Tuercas hexagonales
14	Arandelas
15	Cubierta
16	Disco de presión

Juego cuerpo de bomba (plástico)	
N.º	Designación
4	Tomillos, completos
5	Placa frontal
7	Cuerpo de la bomba
20	Junta tórica

Juego cuerpo de bomba (acero inoxidable)	
N.º	Designación
4	Tomillos, completos
7	Cuerpo de la bomba
18	Junta tórica
19	Boquilla
20	Junta tórica

Cambio de la Membrana

General

Para asegurar el correcto funcionamiento de la bomba de membrana y cumplir las disposiciones de seguridad y protección exigidas, es imprescindible comprobar y sustituir regularmente las membranas.

¡ATENCIÓN!



¡Antes de sustituir la membrana debe vaciar la bomba y enjuagarla en caso necesario con el líquido adecuado para evitar el contacto con medios agresivos y/o tóxicos!

¡ATENCIÓN!



¡Sustituya la membrana sólo si el sistema está depresurizado!

- Durante el mantenimiento o las tareas de reparación, apague el motor de accionamiento de la bomba de membrana y asegúrelo contra una conexión involuntaria o no autorizada.

- Tome las medidas de protección adecuadas: utilice ropa de protección, protección respiratoria y gafas protectoras. Prepare un recipiente con líquido adecuado al lado de la bomba para poder lavar las salpicaduras del medio bombeado.
- Enjuague la bomba de membrana con un detergente adecuado para eliminar los residuos del medio bombeado del cuerpo de la bomba. De lo contrario se puede verter el medio bombeado al desmontar la bomba. Recoja el líquido de lavado de manera segura (evitando el contacto) y elimínelo de forma ecológica. Esta medida también es necesaria si se debe enviar la bomba para reparación.

Bomba de Membrana Sencilla

- Ajuste la Longitud de carrera al 0% (punto más anterior)
- Suelte los tornillos o tuercas de fijación del cuerpo de la bomba.
- Extraiga el cuerpo de bomba y la placa frontal hacia adelante.
- Desenrosque la membrana de accionamiento de la biela.

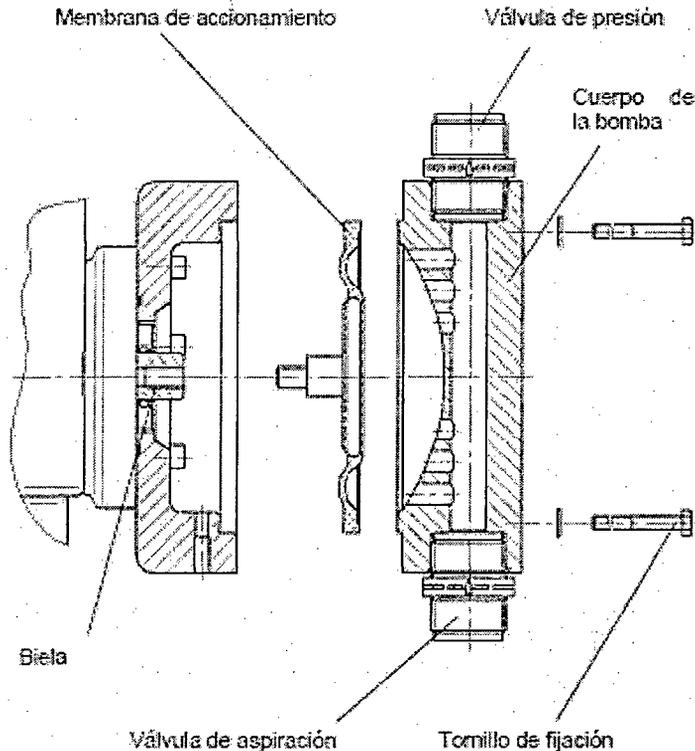


Fig. 75: Diagrama en corte bomba simple diafragma

Realice el Montaje en orden Inverso

- Ajuste previamente una longitud de carrera del 50%. Colocar la membrana en el anillo base. La membrana debe estar en posición central.
- Durante el montaje del cuerpo de la bomba tenga en cuenta que la válvula de aspiración esté abajo y la válvula de aspiración esté arriba.
- Tenga en cuenta los pares de apriete

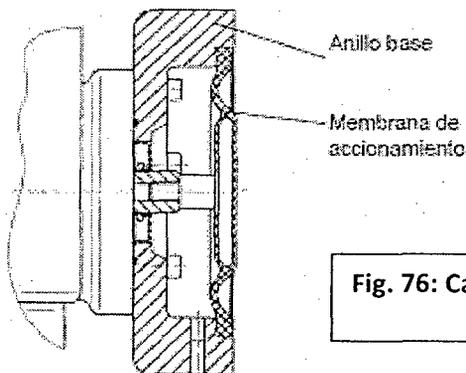


Fig. 76: Cabeza de Bomba Dosificadora

Tras conectar la tubería de aspiración y de presión y establecer la conexión eléctrica, la bomba de membrana vuelve a estar lista para el servicio.

Bomba de Membrana Doble

- Vacíe el fluido amortiguador (abriendo el tornillo tapón)
- Suelte los tornillos de fijación del cuerpo de la bomba y extraiga la membrana intermedia.
- Para sustituir la membrana de accionamiento, extraiga además el anillo membrana hacia adelante.

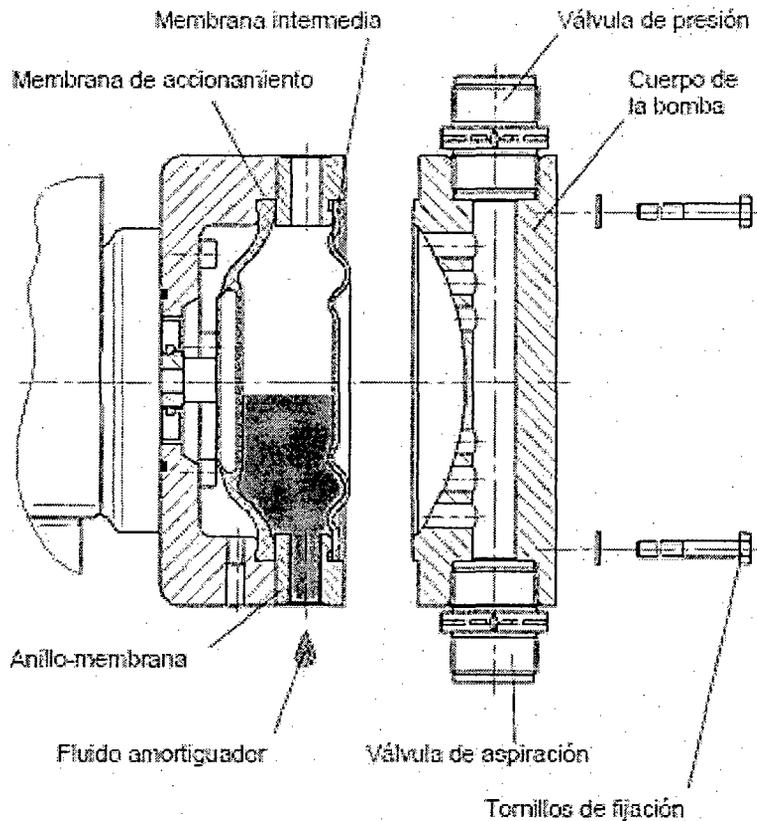


Fig. 77: Cabezal dosificador de bomba doble diafragma

Montaje de la membrana de accionamiento

- Introduzca la membrana intermedia en el anillo membrana (En el caso de membranas intermedias laminadas PTFE, el lado recubierto de PTFE debe estar dirigido hacia el cuerpo de la bomba)
- Durante el montaje del cuerpo de la bomba tener en cuenta que la válvula de aspiración está abajo y la válvula de presión está arriba.
- Tenga en cuenta los pares de apriete.
- Ajuste de la Longitud de carrera al 100%. Situe la membrana en la posición posterior.
- Llene de fluido amortiguador en el anillo membrana.

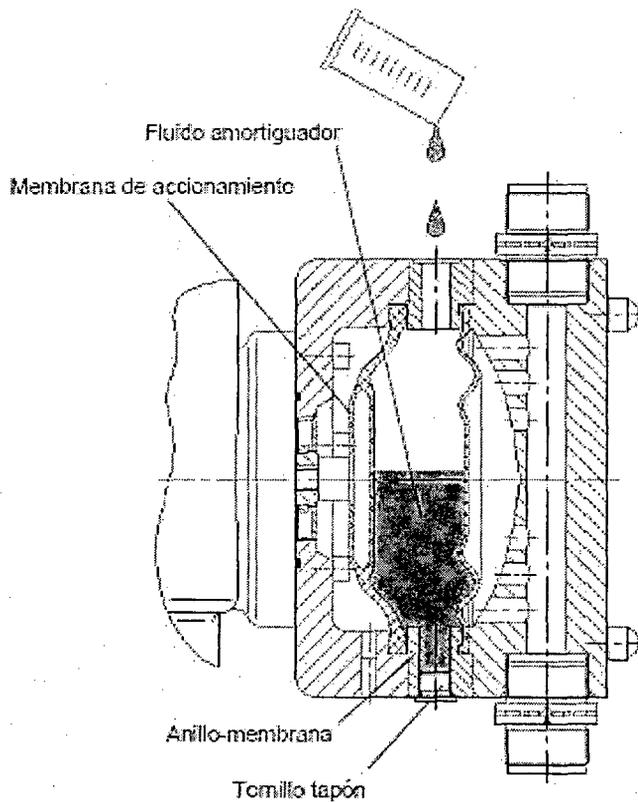


Fig 78: Fluido amortiguante

- Purgue la cámara de fluido amortiguador

Después del llenado esperar hasta 2 minutos hasta que se haya eliminado el aire disuelto en el fluido amortiguador.

- Gire el ajuste de la longitud de carrera (en sentido horario) para desplazar la membrana de accionamiento hacia delante hasta que el fluido amortiguador haya alcanzado el borde superior de las aperturas de llenado.
- Vuelva a enroscar los tornillos tapón.
- Vuelva a ajustar la longitud de carrera original.

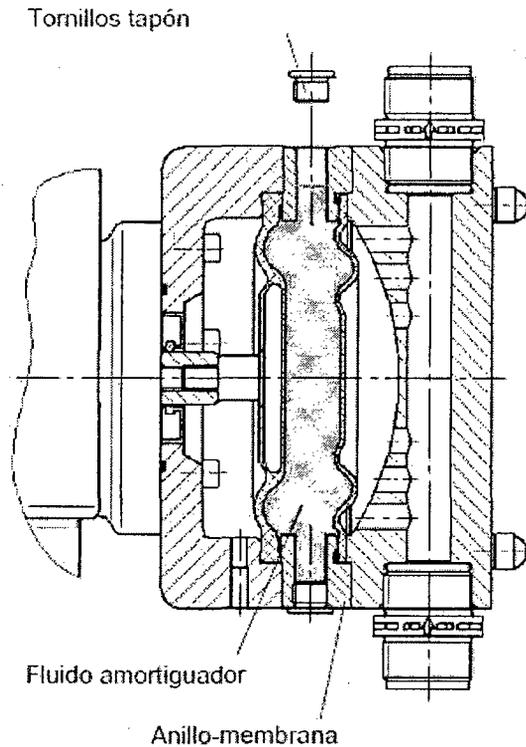


Fig. 79: Diagrama en corte

Tras conectar la tubería de aspiración y presión y establecer la conexión eléctrica, la bomba de membrana vuelve a estar lista para el servicio.

Cambio de Membrana de la Válvula de Descarga

A continuación describiremos el cambio de membrana de la válvula de descarga (solo para bombas dosificadoras con válvulas integradas)

¡ATENCIÓN!



¡Antes de sustituir la membrana debe vaciar la bomba y enjuagarla en caso necesario con el líquido adecuado para evitar el contacto con medios agresivos y/o tóxicos!

¡ATENCIÓN!



¡Sustituya la membrana sólo si el sistema está depresurizado!

- Afloje y desenrosque la tapa de la válvula de descarga.

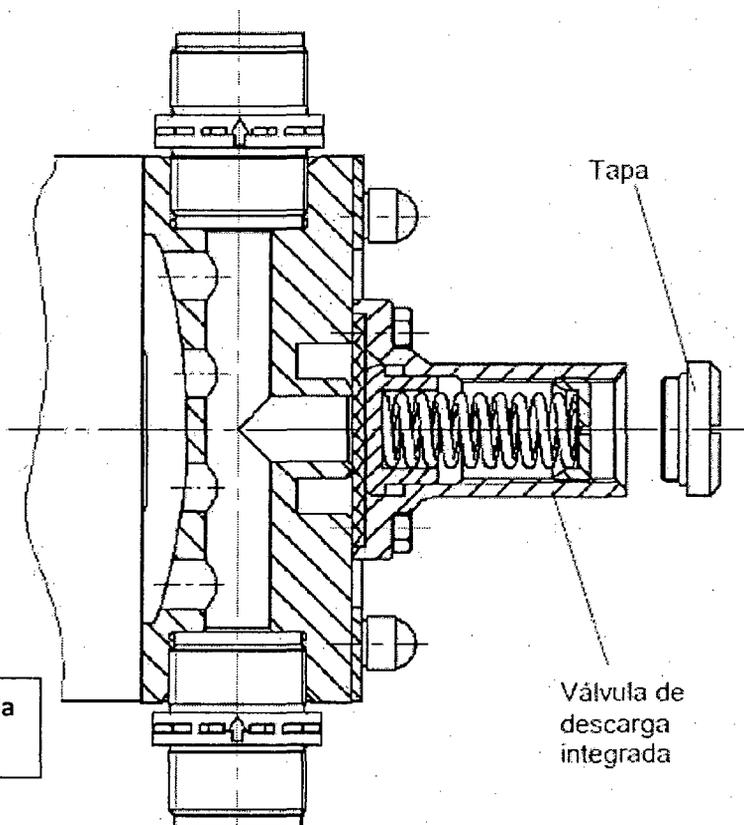


Fig. 80: Corte de Válvula integrada

¡ATENCIÓN!



Antes de extraer el tornillo de ajuste se debe determinar y anotar la medida T (distancia entre el borde superior de la tapa y el tornillo de ajuste).

De este modo podrá ajustar durante el montaje posterior la misma presión de apertura de la válvula de descarga que antes del cambio de la membrana.

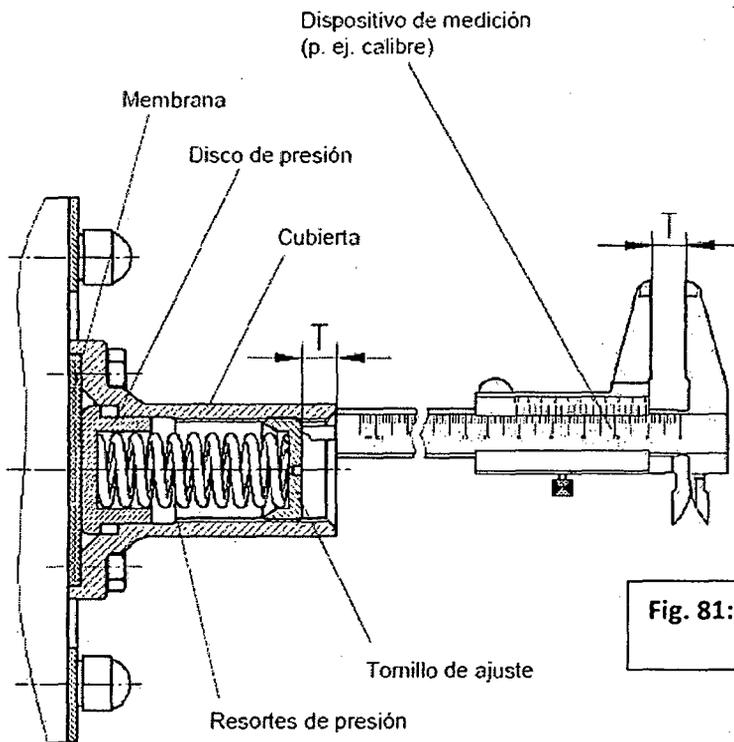


Fig. 81: Distancias estándares

- Extraiga el tornillo de ajuste
- Desmonte los resortes de presión

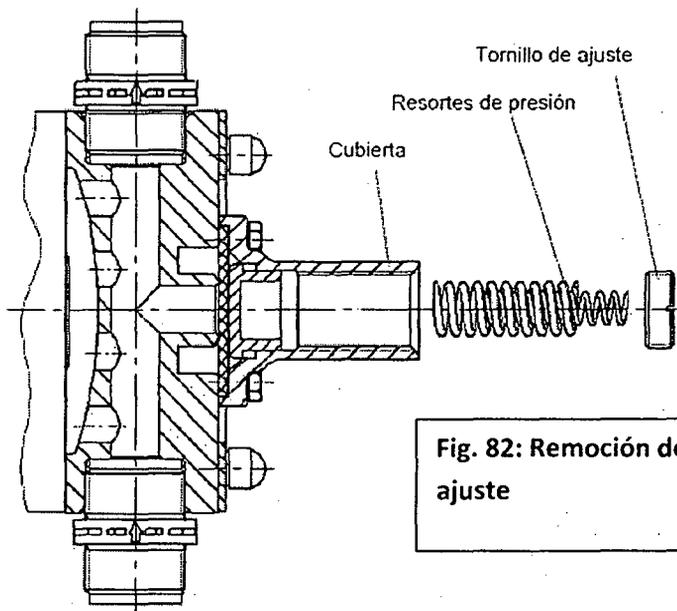


Fig. 82: Remoción del tornillo de ajuste

- Suelte y extraiga los tornillos de fijación
- Desmonte la tapa hacia adelante
- Extraiga el disco de presión y la membrana

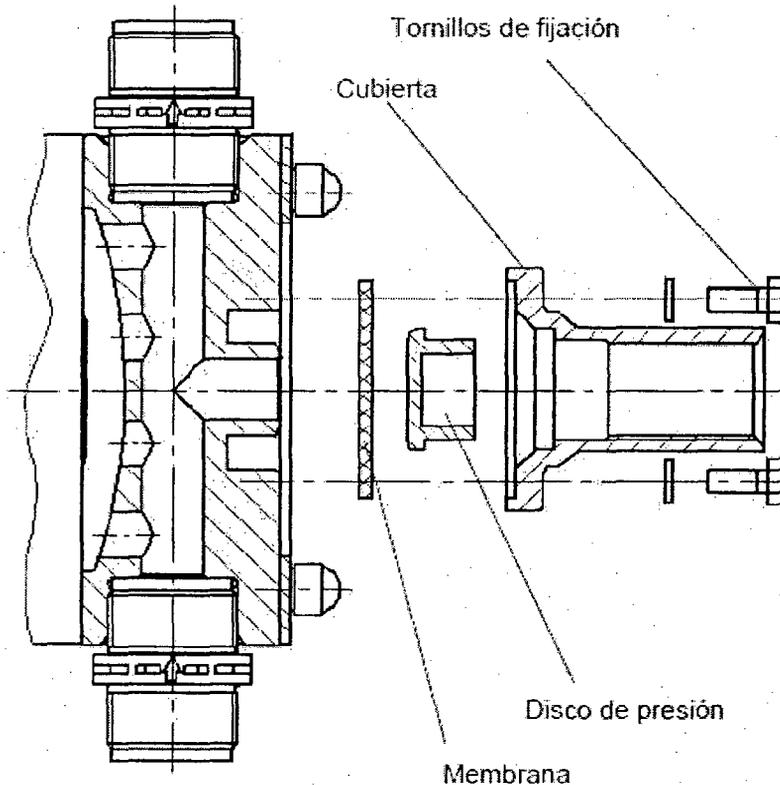


Fig 83: Desmontaje Disco de presión.

- Compruebe si la válvula de descarga presenta daños o está sucia
- Introduzca las nuevas membranas. En el caso de membranas laminadas PTFE, el lado recubierto de PTFE debe estar dirigido hacia el cuerpo de la bomba.
- Monte la bomba en orden inverso.

Cambio de Aceite

- Compruebe regularmente el nivel de aceite (Mirilla de Nivel de aceite)
Realice una vez por año el cambio de aceite, para ello proceder de la siguiente manera:
- Desenrosque el tornillo de purga
- Prepare un recipiente adecuado. Abra el tornillo de tapón y vacíe el aceite del engranaje.

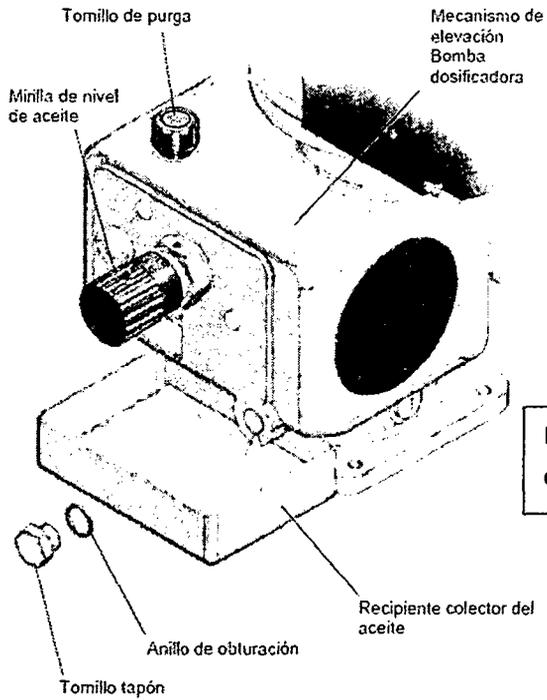


Fig. 84: Remoción del aceite del engranaje

- A continuación vuelva a cerrar la abertura con el tornillo tapón
- Rellene el aceite por el orificio roscado de la turca de purga.
- Ver el tipo y aceite del engranaje en tabla.
- Vuelva a enroscar el tornillo de purga.

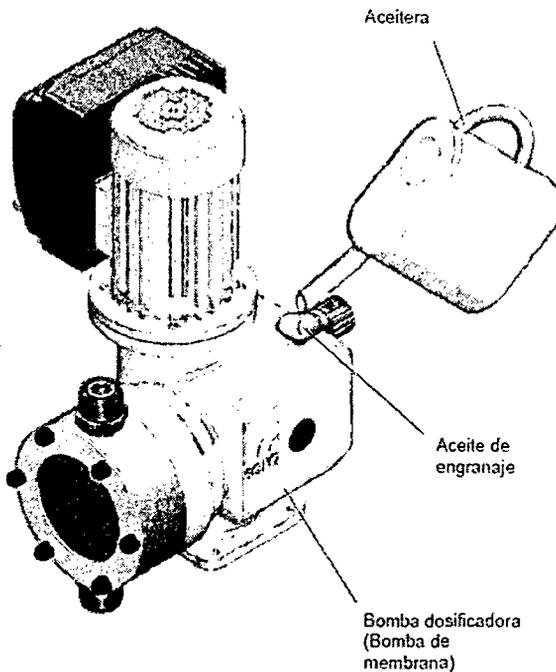


Fig. 85: Reposición del aceite

Lubricante

Lubricantes para el mecanismo de elevación

Tipo de bomba	Lubricante	Cantidad
C 410.2-260 (e)	Aceite de engranaje SAE 90 DIN 51512	1,25 litros
C 410.2-510 (e)		
C 410.2-850 (e)		

Tab. 12 Lubricantes para el mecanismo de elevación

Fluido Amortiguador

Tipo de bomba	Fluido amortiguador	Cantidad
C 410.2-260	Glicerina ¹⁾ DAB 87	240 cm ³
C 410.2-510		270 cm ³
C 410.2-850		525 cm ³

Tab. 13 Fluido amortiguador

¹⁾ si no hay ninguna indicación diferente en la descripción del producto.

8.- Análisis y solución de Fallos

Los productos SERA son productos técnicos y perfeccionados que solo salen de fábrica tras haber sido sometidos a comprobaciones exhaustivas. Sin embargo, si ocurriese un fallo, éste se puede detectar rápidamente gracias a los mensajes de error de la pantalla LCD y solucionar mediante los pasos descritos en las tablas adjuntas a continuación:

ANÁLISIS DE MENSAJES DE ERROR Y SOLUCIÓN DE FALLOS MAS COMUNES

Mensaje de error								Posible causa	Solución del Fallo
Señal analógica < 4 Ma	Señal analógica > 20 Ma	Señal analógica > 25 Ma	Flujo insuficiente	Memoria de impulsos llena	Fuera del rango de calibración	No se ha detectado carrera (Error interno)	No hay flujo		
*								Rotura del conductor del cable analógico	Compruebe el cable de señales análogas y repárelo de ser necesario
*								El tipo de señal analógica ajustada por ejemplo 4-20 mA no coincide con la señal analógica real (P. ej. 0-20 Ma)	Compruebe la señal analógica ajustada y adaptela en caso necesario a la señal analógica real.
*	*	*				*		Fallo del generador de señales analógicas (sensor regulador)	Compruebe el generador de señales analógicas y elimine en caso necesario, el fallo
			*			*		Membrana de accionamiento defectuoso	Realizar el cambio de membrana.
			*			*		La altura de aspiración es excesiva	Reduzca la altura de aspiración o resistencia de aspiración
			*			*		La tubería de aspiración pierde líquido	Compruebe las juntas, apriete las conexiones de la tubería
			*			*		Válvulas de cierre cerradas en tubería	Abra las válvulas de cierre o compruebe el estado de apertura. Compruebe que la bomba no esté dañada.
			*			*		Hay poco medio o no hay medio de bombeado en el depósito	Llene el depósito
			*			*		Fugas en la válvula de la bomba	Desmonte y limpie las válvulas
			*			*		Cuerpo extraño en la válvula de la bomba o las válvulas de la bomba están dañadas. (Alojamiento de las bolas)	Desmonte y limpie las válvulas. Compruebe el funcionamiento y en caso sea necesario cambie por válvulas nuevas.
			*			*		Las válvulas de la bomba se han montado incorrectamente o faltan bolas de válvula.	Compruebe la instalación y la integridad. En caso sea necesario sustituya las piezas necesarias.
			*					El filtro en la tubería de aspiración está atascado.	Limpie el filtro
			*					No hay movimiento de elevación de la membrana de accionamiento	Aumente la frecuencia de bombeo, longitud de carrera. Compruebe el desplazamiento de la biela.
			*			*		Contrapresión demasiado alta.	Mida la presión con un manómetro directamente por encima de la válvula de presión y compárela con la contrapresión permitida.

Mensaje de error								Posible causa	Solución del Fallo
Rotura de membrana									
Tensión de red demasiado baja									
Tensión de red demasiado alta									
Pre alarma Nivel									
No se puede alcanzar valor nominal (Error interno)									
Fallo accionamiento									
Avería en el sensor de carrera									
Funcionamiento en seco bomba dosificadora									
*							Membrana de accionamiento defectuosa	Cambie la membrana de accionamiento	
	*	*					Los datos eléctricos de la bomba dosificadora no coinciden con la red	Compruebe los datos del pedido. Compruebe la instalación eléctrica.	
			*			*	Hay poco medio o no hay medio de bombeo en el depósito.	Llene el depósito	
				*			Solo con la bomba calibrada: La longitud de carrera ajustada es demasiado pequeña para alcanzar el valor nominal prescrito	Compruebe la longitud de carrera en caso necesario, vuelva a calibrar la bomba.	
					*		Se ha activado la protección térmica integrada del motor de accionamiento (Termistores PTC)	Deje que se enfrie el motor de accionamiento. Compruebe la temperatura ambiente.	
						*	No hay movimiento de elevación de la membrana de accionamiento.	Aumente la frecuencia de bombeo/Longitud de carrera. Compruebe el desplazamiento de la biela.	
						*	Contrapresión demasiado alta	Mida la presión con un manómetro directamente por encima de la válvula de presión y compárela con la contrapresión permitida.	
						*	Válvulas de cierre cerradas en tubería.	Abra las válvulas de cierre o compruebe el estado de apertura . Compruebe que la bomba no esté dañada.	

9.- CONCLUSIONES

- La experiencia profesional fue contrastada con el conocimiento teórico y práctico en el tema de equipos de bombeo.
- Se determinó que los tipos de Bombas Dosificadoras existentes en el mercado son las bombas de pistón, bombas de membrana, bombas Peristálticas, De Cavidad Progresiva, de Engranajes Externos. Este tipo de bombas requieren pequeños caudales de líquidos en solución que pueden variar desde 0.06 lph hasta 12 m³/Hr.
- Se tiene el conocimiento para la selección de la bomba dosificadora adecuada en función a la aplicación tales como: Dosificación de reactivos en solución para aplicaciones mineras, Procesos de desinfección en la Industria de sistemas de agua potable, Dosificación de Floculantes en sistemas de tratamiento de aguas residuales, Dosificación de reactivos en la Industria de la elaboración del azúcar, en la Industria Alimentaria, entendiendo que los criterios para una adecuada selección la constituyen: Caudal, Contrapresión, nivel de sólidos en suspensión, viscosidad, gravedad específica, pH, Material de construcción.
- Se estudiaron los arreglos necesarios para asegurar una buena instalación de un sistema de dosificación, para evitar problemas de caídas de presión, problemas de cavitación, problemas de vibraciones, mejorar el ahorro de energía. Para una mayor ilustración revisar páginas desde la página 62 a la 115
- Las presiones de bombeo varían hasta valores de presión bastante elevadas de 220 bar, Tal como se muestra en el capítulo de Bombas dosificadoras de Pistón Diafragma, Ver página 39.
- Se tiene el conocimiento adecuado para realizar el cálculo de la Altura Dinámica Total (ADT) de un sistema y seleccionar la contrapresión del sistema hidráulico, verificando que el ADT es un concepto muy importante en cálculos hidráulicos.
- Se verifica que el Net Positive Suction Head (NPSH) del sistema es importante calcularlo para evitar la cavitación en un sistema hidráulico.

La máxima capacidad de succión en toda bomba es la presión atmosférica, quien realmente genera la "succión de la bomba".

10.- RECOMENDACIONES

- Implementar un taller de pruebas hidráulicas para verificar parámetros de control y su estabilidad de acuerdo al proceso.
- Tener en cuenta los parámetros hidráulicos fundamentales para el cálculo y selección de Bombas.
- Para prestaciones hidráulicas con altas presiones se sugiere emplear bombas de pistón o de Pistón diafragma.
- Las bombas de diafragma son preferibles para succiones en seco y bombeo de fluidos con pequeñas concentraciones de sólidos.
- Para realizar una apropiada selección de la bomba, se sugiere realizar un adecuado cálculo de la curva del sistema hidráulico, para evaluar el punto de operación exacta y seleccionar el apropiado motor eléctrico y no sobredimensionar el sistema.
- En las estimaciones hidráulicas se sugiere seleccionar el caudal más crítico de trabajo para una apropiada selección de la tubería de trabajo y realizar el cálculo apropiado de la energía consumida.
- Se sugiere uniformizar las unidades de Ingeniería a un sistema estándar para efecto de uniformizar los cálculos.
- Se sugiere evaluar cada problema analizando desde el principio del mismo, para poder instalar los accesorios adecuados apropiados para cada aplicación.

10.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Irving H. Shames (1995), Mecánica de Fluidos, Tercera Edición, Mc Graw–Hill, Colombia.
- 2.- Joe Evans, Ph.D (2014), Pump Ed 101 Understanding Pumps, Motors, and Their Controls; Fecha de consulta: 10 diciembre del 2014. Disponible en <http://www.pumped101.com/>
- 3.- Product Catalog & Engineering Reference (2009) edition – Gear & Centrifugal Pumps – Liquiflo Chemical Processing Pumps – USA, Fecha de consulta 05 de diciembre del 2014. Disponible en : http://www.verder.hu/fileadmin/user_upload/HU/Brochures/Verdergear/Liquiflo_brochure.pdf
- 4.- International Sales Partner meeting (2012) – Standardisation of products SERA - SERA PRODOS , Fecha de consulta: 10 diciembre del 2014. Disponible en <http://www.sera-web.com/>
- 5.- Improving Pumping System performance A Source Book for Industry (2014) – Second Edition - US Department of Energy- Energy Efficiency and renewable Energy, Fecha de consulta 05 de diciembre del 2014. Disponible en : http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/pump.pdf
- 6.- Waukesha Cherry Burrell (2000) – Engineering Manual, Editorial Waukesha Cherry Burrell – USA.
- 7.- Marks Manual del Ingeniero Mecánico (1987), Octava Edición , Mc Graw – Hill, USA.
- 8.- Claudio Mataix (2005), Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Segunda Edición, Coedición Alfa Omega - Oxford.
- 9.- Roper Pump Company (1998) , How to solve Pumping Problems, Roper Pumps Company – USA.

ANEXOS

TABLAS DE RESISTENCIA QUIMICA DE METRIALES

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (= resistant)																		
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-facod	FEP-coverd
A																						
Acetic acid	H ₃ C-COOH	25	20			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	25	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	50	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	50	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	80	20										•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	80	40										•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	99	20										•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetic acid	H ₃ C-COOH	99	40										•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Acetone	CH ₃ CO-CH ₃	100	50					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Alum	KAl(SO ₄) ₂ *12H ₂ O	12	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Alum	KAl(SO ₄) ₂ *12H ₂ O	12	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aluminium chloride	AlCl ₃	30	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aluminium chloride	AlCl ₃	30	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aluminium sulphate	Al ₂ (SO ₄) ₃	25	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aluminium sulphate	Al ₂ (SO ₄) ₃	25	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium chloride	NH ₄ Cl	25	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium chloride	NH ₄ Cl	25	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium chloride	NH ₄ Cl	25	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium hydroxide	NH ₄ OH	25	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium hydroxide	NH ₄ OH	25	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium hydroxide	NH ₄ OH	25	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium nitrate	NH ₄ NO ₃	38	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium nitrate	NH ₄ NO ₃	38	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphate	(NH ₄) ₂ SO ₄	40	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphate	(NH ₄) ₂ SO ₄	40	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphide	(NH ₄) ₂ S	55	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphide	(NH ₄) ₂ S	55	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphide	(NH ₄) ₂ S	55	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphite	(NH ₄) ₂ SO ₃	35	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphite	(NH ₄) ₂ SO ₃	35	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ammonium sulphite	(NH ₄) ₂ SO ₃	35	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
B																						
Barm		10	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Barm		10	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzine	C ₅ H ₁₂ ... C ₁₂ H ₂₆	100	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzine	C ₅ H ₁₂ ... C ₁₂ H ₂₆	100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzine	C ₅ H ₁₂ ... C ₁₂ H ₂₆	100	80					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzine	C ₅ H ₁₂ ... C ₁₂ H ₂₆	100	100					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzoic acid	C ₆ H ₅ -COOH	1	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzoic acid	C ₆ H ₅ -COOH	1	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzene	C ₆ H ₆	100	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzene	C ₆ H ₆	100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Benzene	C ₆ H ₆	100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (☐ = resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4681	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Benzene	C ₆ H ₆	100	80	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Benzene	C ₆ H ₆	100	100	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Benzyl alcohol	C ₇ H ₈ O	100	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Benzyl alcohol	C ₇ H ₈ O	100	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Benzyl alcohol	C ₇ H ₈ O	100	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Beer		100	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Beer		100	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Beer		100	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Beer		100	80	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Borax	Na ₂ B ₄ O ₇	2	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Borax	Na ₂ B ₄ O ₇	2	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Boric acid	H ₃ BO ₃	20	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Boric acid	H ₃ BO ₃	20	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brandy		60	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brandy		60	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Brandy		60	80	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bromine	Br ₂	100	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bromine	Br ₂	100	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butanol	C ₄ H ₉ OH	100	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butanol	C ₄ H ₉ OH	100	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butanol	C ₄ H ₉ OH	100	80	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butanol	C ₄ H ₉ OH	100	100	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butyric acid	C ₄ H ₈ O ₂	20	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butyric acid	C ₄ H ₈ O ₂	20	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butyric acid	C ₄ H ₈ O ₂	20	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butyric acid	C ₄ H ₈ O ₂	100	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butyric acid	C ₄ H ₈ O ₂	100	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Butyric acid	C ₄ H ₈ O ₂	100	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C																							
Calcium chloride	CaCl ₂	40	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Calcium chloride	CaCl ₂	40	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Calcium hypochlorite	Ca(OCl) ₂	15	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Calcium hypochlorite	Ca(OCl) ₂	15	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Calcium nitrate	Ca(NO ₃) ₂	50	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Calcium nitrate	Ca(NO ₃) ₂	50	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chloroform	CHCl ₃	100	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chlorine dioxide	ClO ₂	0,2	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chromic acid	CrO ₃ *H ₂ O	20	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chromic acid	CrO ₃ *H ₂ O	20	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chromic acid	CrO ₃ *H ₂ O	50	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chromic acid	CrO ₃ *H ₂ O	50	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Chromic acid	CrO ₃ *H ₂ O	50	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Citric acid	C ₆ H ₈ O ₇	40	20	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Citric acid	C ₆ H ₈ O ₇	40	40	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Citric acid	C ₆ H ₈ O ₇	40	60	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (• = resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Copper chloride	CuCl	1,5	40			•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	•
Copper chloride	CuCl	1,5	60									•	•								•	•	•
Copper sulphate	Cu ₂ SO ₄	20	40			•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	•
Copper sulphate	Cu ₂ SO ₄	20	60									•	•								•	•	•
Cyclohexane	C ₆ H ₁₂	100	20				•	•	•	•	•	•	•				•				•	•	•
Cyclohexane	C ₆ H ₁₂	100	40			•						•	•				•				•	•	•
Cyclohexane	C ₆ H ₁₂	100	60									•	•								•	•	•
D																							
Defoaming agent		100	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•				•	•	•
Defoaming agent		100	60																		•	•	•
Diesel		100	40			•						•	•				•				•	•	•
Diesel		100	60									•	•								•	•	•
Drinking water		100	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Drinking water		100	60									•	•				•	•	•	•	•	•	•
E																							
Edible oil		100	20			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•				•	•	•
Edible oil		100	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•				•	•	•
Edible oil		100	60									•	•								•	•	•
Ethyl alcohol		96	40			•		•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Ethyl alcohol		96	60									•	•				•				•	•	•
Ethyl alcohol		96	80									•	•				•				•	•	•
Ethyl alcohol		96	100									•	•				•				•	•	•
Ethylenediamine		99	40									•	•				•				•	•	•
Ethylenediamine		99	60					•	•	•		•	•				•				•	•	•
Ethylene glycol		100	40			•		•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Ethylene glycol		100	60									•	•				•				•	•	•
Ethylene glycol		100	80									•	•				•				•	•	•
Ethylene glycol		100	100									•	•				•				•	•	•
F																							
Fatty acid	R-COOH	100	20			•		•	•	•	•	•	•	•			•				•	•	•
Fatty acid	R-COOH	100	40			•		•	•	•	•	•	•	•			•				•	•	•
Fatty acid	R-COOH	100	60									•	•								•	•	•
Ferric-II-chloride	FeCl ₂	40	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Ferric-II-chloride	FeCl ₂	40	60									•	•				•				•	•	•
Ferric-III-chloride	FeCl ₃	40	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Ferric-III-chloride	FeCl ₃	40	60									•	•				•				•	•	•
Ferric sulphate	Fe ₂ (SO ₄) ₂	20	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Ferric sulphate	Fe ₂ (SO ₄) ₂	20	60									•	•				•				•	•	•
Ferric chloride sulphate	FeClSO ₄	30	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Ferric chloride sulphate	FeClSO ₄	30	60									•	•				•				•	•	•
Flocculent aid		0,1	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•				•	•	•
Flocculent aid		0,1	60									•	•				•				•	•	•
Formaldehyde	CH ₂ O	40	40			•						•	•				•				•	•	•
Formaldehyde	CH ₂ O	40	60									•	•				•				•	•	•
Formic acid	HCOOH	99	40									•	•				•				•	•	•

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (= resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Formic acid	HCOOH	99	60																				
Formic acid	HCOOH	85	20																				
Formic acid	HCOOH	85	40																				
Formic acid	HCOOH	85	60																				
Formic acid	HCOOH	50	40																				
Formic acid	HCOOH	50	60																				
Fruit juice		100	40																				
Fruit juice		100	60																				
Fruit juice		100	80																				
G																							
Gelatine		2	40																				
Gelatine		2	60																				
Gelatine		2	80																				
Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	50	40																				
Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	50	60																				
Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	50	80																				
Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	50	100																				
Glycerine	(CH ₂ OH) ₂ CHOH	86,5	40																				
Glycerine	(CH ₂ OH) ₂ CHOH	86,5	60																				
Glycerine	(CH ₂ OH) ₂ CHOH	86,5	80																				
Glycerine	(CH ₂ OH) ₂ CHOH	86,5	100																				
Glycol	HO-C ₂ H ₄ -OH	60	40																				
Glycol	HO-C ₂ H ₄ -OH	60	60																				
Glycol	HO-C ₂ H ₄ -OH	60	80																				
Glycol	HO-C ₂ H ₄ -OH	60	100																				
Glycol acid	HO-CH ₂ -COOH	37	40																				
Glycol acid	HO-CH ₂ -COOH	37	60																				
H																							
Heating oil		100	20																				
Heating oil		100	40																				
Heating oil		100	60																				
Heptane	C ₇ H ₁₆	100	20																				
Heptane	C ₇ H ₁₆	100	40																				
Heptane	C ₇ H ₁₆	100	60																				
Hexane	C ₆ H ₁₄	100	20																				
Hexane	C ₆ H ₁₄	100	40																				
Hydrazine	H ₂ N-NH ₂ *H ₂ O	15	40																				
Hydrazine	H ₂ N-NH ₂ *H ₂ O	15	60																				
Hydrobromic acid	HBr	48	40																				
Hydrobromic acid	HBr	48	60																				
Hydrochlorid acid	HCl	36	20																				
Hydrochlorid acid	HCl	36	40																				
Hydrochlorid acid	HCl	36	60																				
Hydrofluoric acid	HF	40	20																				
Hydrofluoric acid	HF	40	40																				

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (• = resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Hydrofluoric acid	HF	40	60																				
Hydrofluoric acid	HF	70	20			•					•	•								•	•	•	•
Hydrofluoric acid	HF	70	40									•										•	•
Hydrofluoric acid	HF	70	60																			•	•
Hydrogen peroxide	H ₂ O ₂	10	20			•	•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hydrogen peroxide	H ₂ O ₂	30	20			•	•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hydrogen peroxide	H ₂ O ₂	50	20			•	•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hydrosilicofluoric acid	H ₂ SiF ₆	20	20			•		•			•	•	•	•	•			•			•	•	•
Hydrosilicofluoric acid	H ₂ SiF ₆	20	40			•		•			•	•	•	•	•						•	•	•
Hydrosilicofluoric acid	H ₂ SiF ₆	20	60			•		•			•	•	•	•	•						•	•	•
Iodine tincture		99	20									•	•	•	•	•					•	•	•
Iodine tincture		99	60									•	•	•	•	•					•	•	•
Isopropanol	(CH ₃) ₂ -CH-OH	100	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Isopropanol	(CH ₃) ₂ -CH-OH	100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Isopropanol	(CH ₃) ₂ -CH-OH	100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lactic acid	CH ₃ CHOCO ₂ H	10	20			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lactic acid	CH ₃ CHOCO ₂ H	10	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lactic acid	CH ₃ CHOCO ₂ H	10	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lactic acid	CH ₃ CHOCO ₂ H	90	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lactic acid	CH ₃ CHOCO ₂ H	90	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lactic acid	CH ₃ CHOCO ₂ H	90	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lanolin		100	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lanolin		100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lanolin		100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Linseed oil		100	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Linseed oil		100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Linseed oil		100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maleic acid	HOOC-CH=CH-	40	20			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maleic acid	HOOC-CH=CH-	40	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maleic acid	HOOC-CH=CH-	40	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Methanol	CH ₃ OH	100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Methyl acetate	CH ₃ COOCH ₃	100	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂	100	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mineral oil		100	20			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mineral oil		100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mineral oil		100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mineral oil		100	80					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mineral oil		100	100					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Morpholine		99	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Morpholine		99	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Morpholine		99	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (✓ = resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Naphthalin	C ₁₀ H ₈	0,02	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Naphthalin	C ₁₀ H ₈	0,02	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Naphthalin	C ₁₀ H ₈	0,02	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrit acid	HNO ₃	50	20	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrit acid	HNO ₃	50	40	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrit acid	HNO ₃	50	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrit acid	HNO ₃	65	20								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrit acid	HNO ₃	65	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrit acid	HNO ₃	65	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrobenzene	C ₆ H ₅ NO ₂	100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrobenzene	C ₆ H ₅ NO ₂	100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrotoluene	CH ₃ -C ₆ H ₄ -NO ₂	100	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrotoluene	CH ₃ -C ₆ H ₄ -NO ₂	100	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrotoluene	CH ₃ -C ₆ H ₄ -NO ₂	100	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Nitrohydrochloric acid	HNO ₃ + HCl - 3:1	100	60																	•	•	•	•
O																							
Olive oil		100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Olive oil		100	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Oxalic acid	C ₂ H ₂ O ₄ *2H ₂ O	8	20	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Oxalic acid	C ₂ H ₂ O ₄ *2H ₂ O	8	40	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Oxalic acid	C ₂ H ₂ O ₄ *2H ₂ O	8	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
P																							
Paraffin oil		100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Paraffin oil		100	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Paraffin oil		100	100								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchlorethylen	Cl ₂ C=CCl ₂	100	20								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchlorethylen	Cl ₂ C=CCl ₂	100	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchlorethylen	Cl ₂ C=CCl ₂	100	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchloric acid	HClO ₄	10	40	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchloric acid	HClO ₄	10	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchloric acid	HClO ₄	70	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Perchloric acid	HClO ₄	70	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Peracetic acid	CH ₃ CO(O ₂ H)	5	20	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Peracetic acid	CH ₃ CO(O ₂ H)	5	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Peracetic acid	CH ₃ CO(O ₂ H)	35	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Peracetic acid	CH ₃ CO(O ₂ H)	35	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Petrol aether	C ₅ H ₁₂ / C ₆ H ₁₄	100	20	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Petrol aether	C ₅ H ₁₂ / C ₆ H ₁₄	100	40	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Petrol aether	C ₅ H ₁₂ / C ₆ H ₁₄	100	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Petroleum		100	20	•	•						•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Petroleum		100	40								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Petroleum		100	60								•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Phenol	C ₆ H ₅ -OH	7	20	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Phenol	C ₆ H ₅ -OH	7	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•
Phenol	C ₆ H ₅ -OH	7	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (• = resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Photo developer		100	40			•	•	•	•	•							•	•	•	•	•	•	•
Photo fixative bath		100	40			•	•	•	•	•							•	•	•	•	•	•	•
Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	50	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	50	60					•	•	•	•	•	•	•									
Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	85	20			•		•	•	•	•	•	•	•									
Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	85	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	85	60					•	•	•	•	•	•	•									
Phthalic acid	C ₆ H ₄ (CO ₂ H) ₂	0,5	20			•		•	•	•	•	•	•	•									
Phthalic acid	C ₆ H ₄ (CO ₂ H) ₂	0,5	40					•	•	•	•	•	•	•									
Phthalic acid	C ₆ H ₄ (CO ₂ H) ₂	0,5	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium bromide	KBr	45	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium bromide	KBr	45	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium carbonate	K ₂ CO ₃	50	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium carbonate	K ₂ CO ₃	50	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chlorate	KClO ₃	7	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chlorate	KClO ₃	7	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chloride	KCl	30	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chloride	KCl	30	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chromate	K ₂ CrO ₄	60	20					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chromate	K ₂ CrO ₄	60	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium chromate	K ₂ CrO ₄	60	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium cyanide	KCN	60	20					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium cyanide	KCN	60	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium cyanide	KCN	60	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium hydroxide	KOH	50	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium hydroxide	KOH	50	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium hydroxide	KOH	50	100					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium iodide	KJ	50	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium iodide	KJ	50	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium nitrat	KNO ₃	20	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium nitrat	KNO ₃	20	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium perchlorate	KClO ₄	1,5	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium perchlorate	KClO ₄	1,5	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium permanganate	KMnO ₄	4	20					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium permanganate	KMnO ₄	4	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium permanganate	KMnO ₄	4	60					•	•	•	•	•	•	•									
Potassium sulfate	K ₂ SO ₄	6	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Potassium sulfate	K ₂ SO ₄	6	60					•	•	•	•	•	•	•									
Propanol	C ₃ H ₇ OH	100	60					•	•	•	•	•	•	•									
Propanoic acid	CH ₃ -CH ₂ COOH	50	20			•		•	•	•	•	•	•	•									
Propanoic acid	CH ₃ -CH ₂ COOH	50	40			•		•	•	•	•	•	•	•									
Propanoic acid	CH ₃ -CH ₂ COOH	50	60					•	•	•	•	•	•	•									
Propanoic acid	CH ₃ -CH ₂ COOH	99,5	20			•		•	•	•	•	•	•	•									
Propanoic acid	CH ₃ -CH ₂ COOH	99,5	40					•	•	•	•	•	•	•									
Propanoic acid	CH ₃ -CH ₂ COOH	99,5	60					•	•	•	•	•	•	•									

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (• = resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122v	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Propylene glycol	C ₃ H ₈ O ₂	99,7	20			•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Propylene glycol	C ₃ H ₈ O ₂	99,7	40					•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Propylene glycol	C ₃ H ₈ O ₂	99,7	60					•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
S																							
Silicone oil		100	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Silicone oil		100	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Silicone oil		100	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium acetate	CH ₃ COONa	20	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium acetate	CH ₃ COONa	20	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bicarbonate	NaHCO ₃	8	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bicarbonate	NaHCO ₃	8	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulfate	NaHSO ₄	10	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulfate	NaHSO ₄	10	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulphide	NaHS	30	20					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulphide	NaHS	30	40														•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulphide	NaHS	30	60														•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulphite	NaHSO ₃	40	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulphite	NaHSO ₃	40	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bisulphite	NaHSO ₃	40	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bromate	NaBrO ₃	20	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bromate	NaBrO ₃	20	40					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bromate	NaBrO ₃	20	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bromide	NaBr	40	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium bromide	NaBr	40	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium carbonate	Na ₂ CO ₃	15	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium carbonate	Na ₂ CO ₃	15	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium carbonate	Na ₂ CO ₃	15	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chlorate	NaClO ₃	40	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chlorate	NaClO ₃	40	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chloride	NaCl	20	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chloride	NaCl	20	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chloride	NaCl	20	80														•	•	•	•	•	•	•
Sodium chlorite	NaClO ₂	35	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chlorite	NaClO ₂	35	40								•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chlorite	NaClO ₂	35	60														•	•	•	•	•	•	•
Sodium chromate	Na ₂ CrO ₄	30	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium chromate	Na ₂ CrO ₄	30	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium disulphite	Na ₂ S ₂ O ₅	30	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium disulphite	Na ₂ S ₂ O ₅	30	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium disulphite	Na ₂ S ₂ O ₅	30	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium dithionite	Na ₂ S ₂ O ₄	10	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium dithionite	Na ₂ S ₂ O ₄	10	60					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium fluoride	NaF	4	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium fluoride	NaF	4	40				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sodium iodide	NaI	50	20				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (= resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122V	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Sodium iodide	NaJ	50	40																				
Sodium iodide	NaJ	50	60																				
Sodium hypochlorite	NaOCl	12,5	20																				
Sodium hypochlorite	NaOCl	12,5	40																				
Sodium nitrate	NaNO ₃	40	40																				
Sodium nitrate	NaNO ₃	40	60																				
Sodium nitrite	NaNO ₂	7	40																				
Sodium nitrite	NaNO ₂	7	60																				
Sodium persulphate	Na ₂ S ₂ O ₈	30	40																				
Sodium persulphate	Na ₂ S ₂ O ₈	30	60																				
Sodium phosphate	Na ₃ PO ₄	2	40																				
Sodium phosphate	Na ₃ PO ₄	2	60																				
Sodium silicate	Na ₂ SiO ₃	34	20																				
Sodium silicate	Na ₂ SiO ₃	34	40																				
Sodium silicate	Na ₂ SiO ₃	34	60																				
Sodium sulphate	Na ₂ SO ₄	45	40																				
Sodium sulphate	Na ₂ SO ₄	45	60																				
Sodium sulphide	Na ₂ S	30	20																				
Sodium sulphide	Na ₂ S	30	40																				
Sodium sulphide	Na ₂ S	30	60																				
Sodium sulphite	Na ₂ SO ₃	15	40																				
Sodium sulphite	Na ₂ SO ₃	15	60																				
Sodium thiosulfate	Na ₂ S ₂ O ₃	17	20																				
Sodium thiosulfate	Na ₂ S ₂ O ₃	17	40																				
Sodium thiosulfate	Na ₂ S ₂ O ₃	17	60																				
Sodium hydroxide	NaOH	5	40																				
Sodium hydroxide	NaOH	50	20																				
Sodium hydroxide	NaOH	50	40																				
Sodium hydroxide	NaOH	50	60																				
Sodium hydroxide	NaOH	50	80																				
Styrol	CH ₂ CHC ₆ H ₅	100	20																				
Succinic acid	HOOC-C ₂ H ₄ -COOH	5	40																				
Succinic acid	HOOC-C ₂ H ₄ -COOH	5	60																				
Sugar sirup		60	40																				
Sugar sirup		60	60																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	5	40																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	5	60																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	40	40																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	40	60																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	80	20																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	80	40																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	80	60																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	96	20																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	96	40																				
Sulphoric acid	H ₂ SO ₄	96	60																				

Chemical attack		Attributes		Chemical resistance (= resistant)																			
Medium	Chemical formula	Concentration Gew. %	Temperature °C	Conductivity > 5µS/cm	Density < 1 g/cm³	PVC-U	PVC-transparent	PP	PP-FRP	PE	PVDF	PVDF-FRP	1.4571 / 1.4581	1.4401	1.4122V	Glass	EPDM	CSM	FPM	PTFE	PTFE-faced	FEP-covered	
Sulphurous acid	H ₂ SO ₃	6	20			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•
Sulphurous acid	H ₂ SO ₃	6	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•
Sulphurous acid	H ₂ SO ₃	6	60			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•	•
T																							
Tall oil		100	60								•	•	•	•	•						•	•	•
Tannic acid	C ₇₆ H ₅₂ O ₄₆	100	40			•		•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Tannic acid	C ₇₆ H ₅₂ O ₄₆	100	60			•		•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Tinn chloride (II)	SnCl ₂	60	20															•					
Tinn chloride (II)	SnCl ₂	60	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Tinn chloride (II)	SnCl ₂	60	60					•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•
Turpentine oil		100	20			•					•	•	•	•	•		•	•			•	•	•
Turpentine oil		100	40										•	•	•		•	•			•	•	•
Turpentine oil		100	60										•	•	•			•	•		•	•	•
Toluene	C ₆ H ₅ -CH ₃	100	20								•	•	•	•	•		•	•			•	•	•
Toluene	C ₆ H ₅ -CH ₃	100	40								•	•	•	•	•		•	•			•	•	•
Toluene	C ₆ H ₅ -CH ₃	100	60								•	•	•	•	•			•	•		•	•	•
U																							
Urea	H ₂ N-CO-NH ₂	30	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Urea	H ₂ N-CO-NH ₂	30	60			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
V																							
Vinyl acetate	CH ₂ =CHOOCCH ₃	100	20					•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Vinyl acetate	CH ₂ =CHOOCCH ₃	100	40								•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
X																							
Xylol	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	100	20								•	•	•	•	•						•	•	•
Xylol	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	100	60								•	•	•	•	•						•	•	•
Z																							
Zinc chloride	ZnCl ₂	70	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Zinc chloride	ZnCl ₂	70	60			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Zinc sulphate	ZnSO ₄	20	40			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Zinc sulphate	ZnSO ₄	20	60			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•

¹⁾ Pump body and valves max. 60°C

²⁾ Not appropriated as valve balls because of the density

³⁾ Only appropriated as material for valve balls

⁴⁾ Not appropriated as material for intermediate diaphragm

⁵⁾ Not appropriated as material for working diaphragm or intermediate diaphragm / diaphragms up to 40-percent or 20°C

⁶⁾ Not appropriated as material for working diaphragm or intermediate diaphragm

⁷⁾ Chloride concentration max. 200 mg/l

Notes to the sera - resistance chart:

Concentration data is given in percentage of weight for aqueous solution.

The data has been taken from relevant manufacturer's documentation and our own tests. Resistance of materials is also dependant on other factors, e.g. operating conditions, conditions of surface etc., and so this chart must be treated as an initial guide only. It cannot claim to offer any guarantees. It should be taken into consideration in particular that unusual dosing media are compounds for the most part, and their corrosiveness cannot be deducted simply by adding the corrosiveness of each single component. In such cases the chemical producer's data of the material compatibility are to be considered as a matter of prime importance for the material choice. A safety data sheet does not give these data and therefore cannot take the place of the technical documentation on the application

DIAGRAMAS Y ESQUEMAS DE INSTALACIÓN

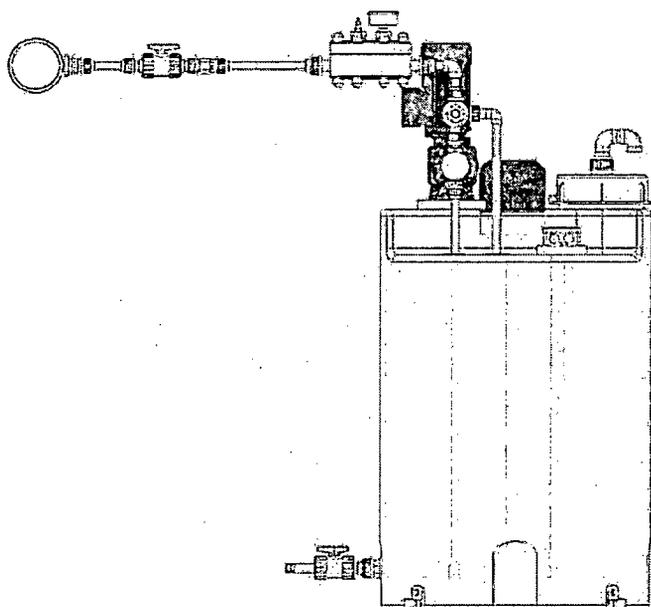
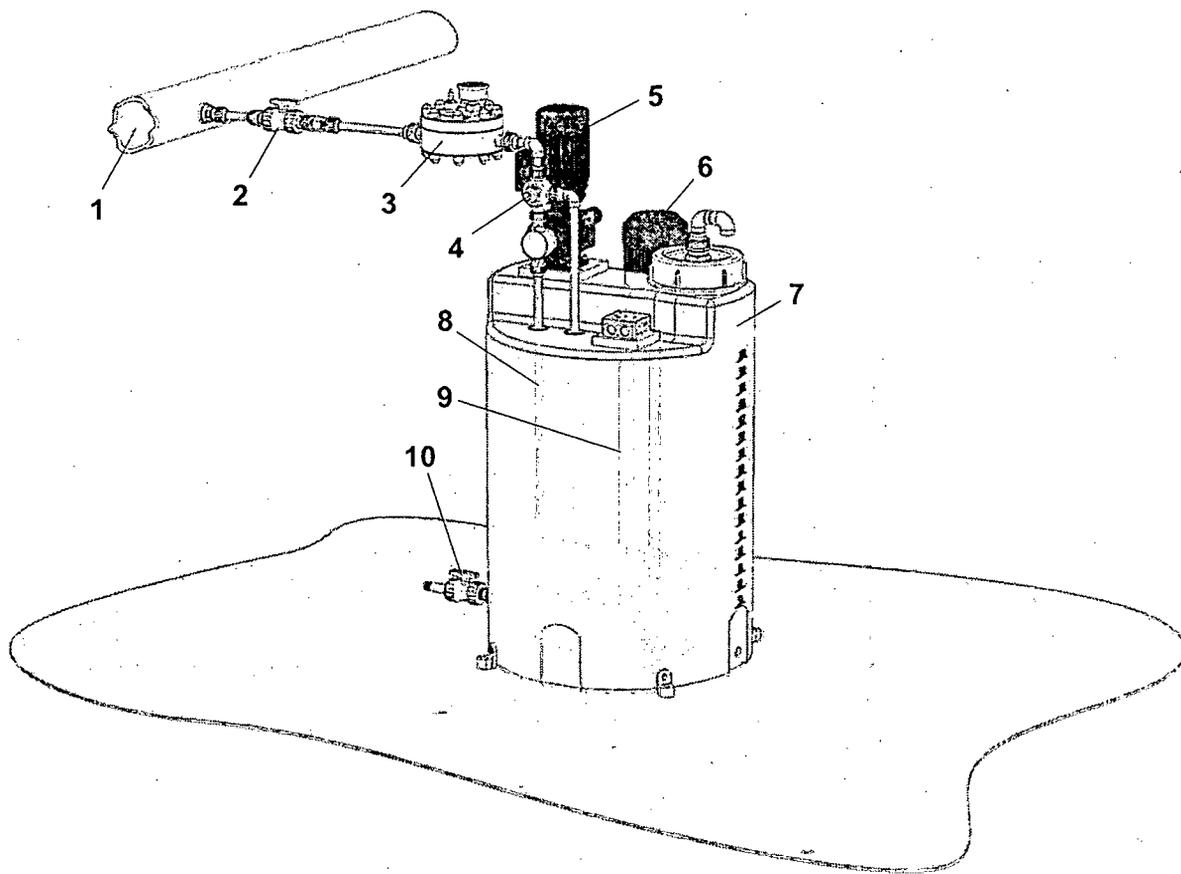
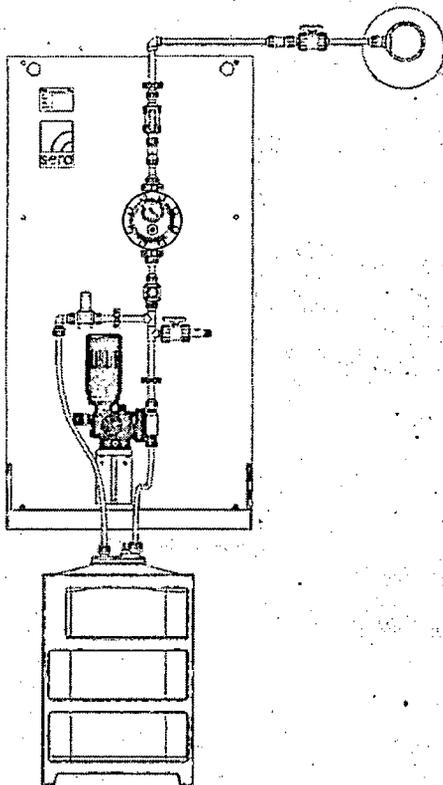
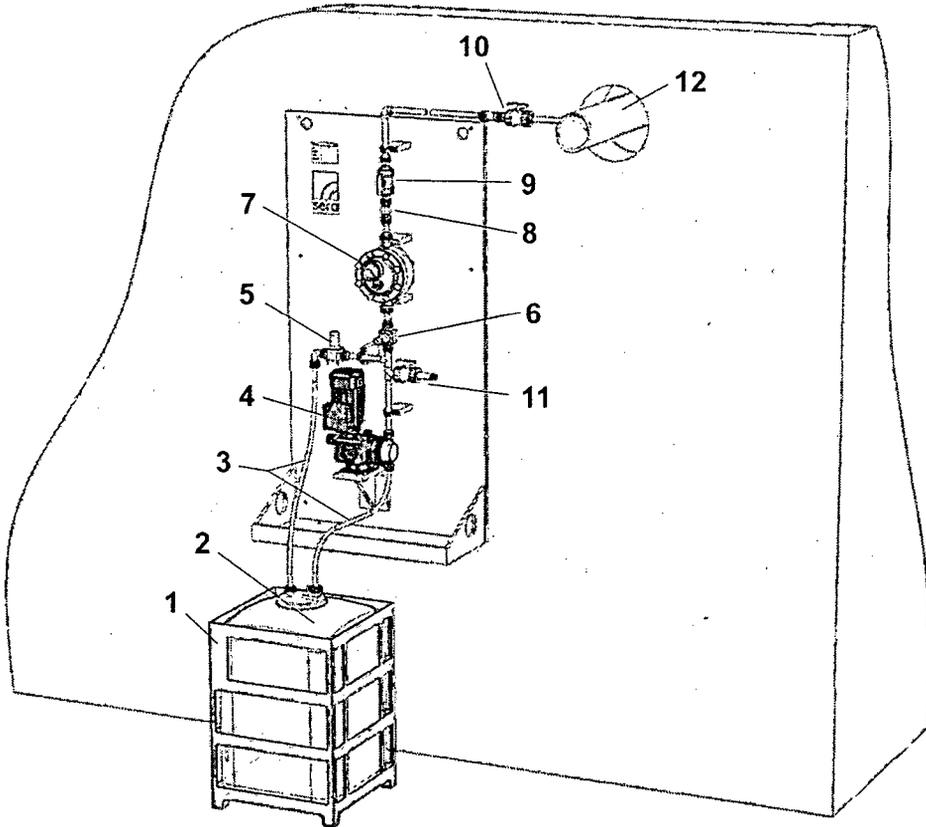
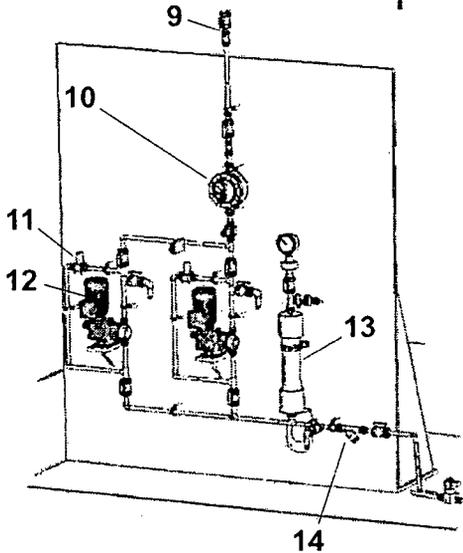
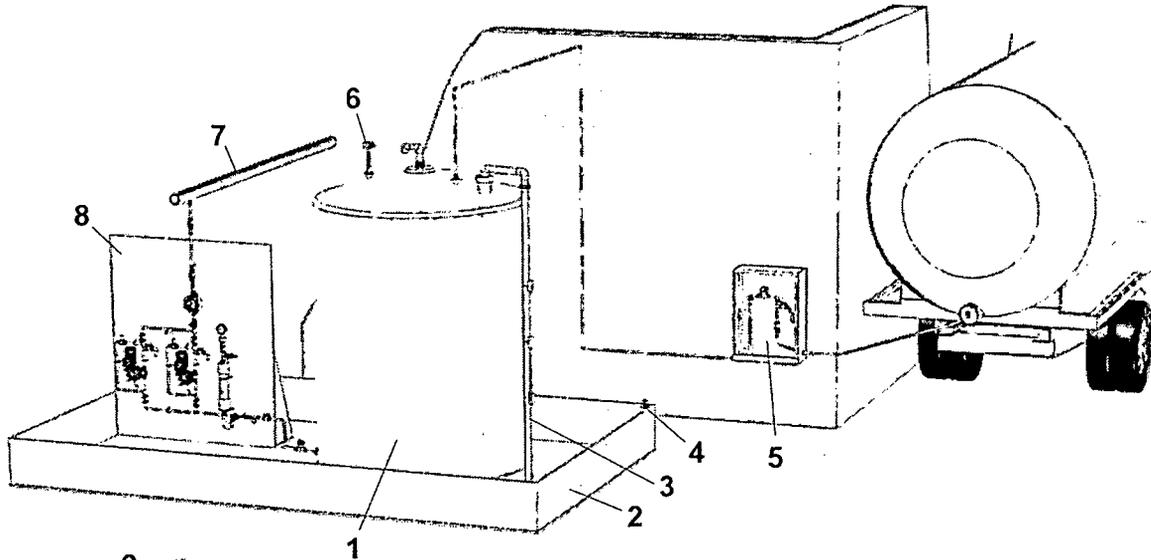


Fig.	Description
------	-------------

- | | |
|----|------------------------------|
| 1 | Process line |
| 2 | Injection fittings |
| 3 | Pulsation damper |
| 4 | Multi-function valve |
| 5 | Dosing pump |
| 6 | Electric agitator |
| 7 | Dosing tank |
| 8 | Suction lance |
| 9 | Level switch |
| 10 | Drain cock (tank evacuation) |



Ref.	Description
1	Chemical-tank
2	Suction lance
3	Dosing hose
4	Dosing pump
5	Relief valve
6	Pressure-keeping valve
7	Pulsation damper
8	Check valve
9	Shut-off valve
10	Injection fitting
11	Evacuation and pressure relief valve
12	Process line

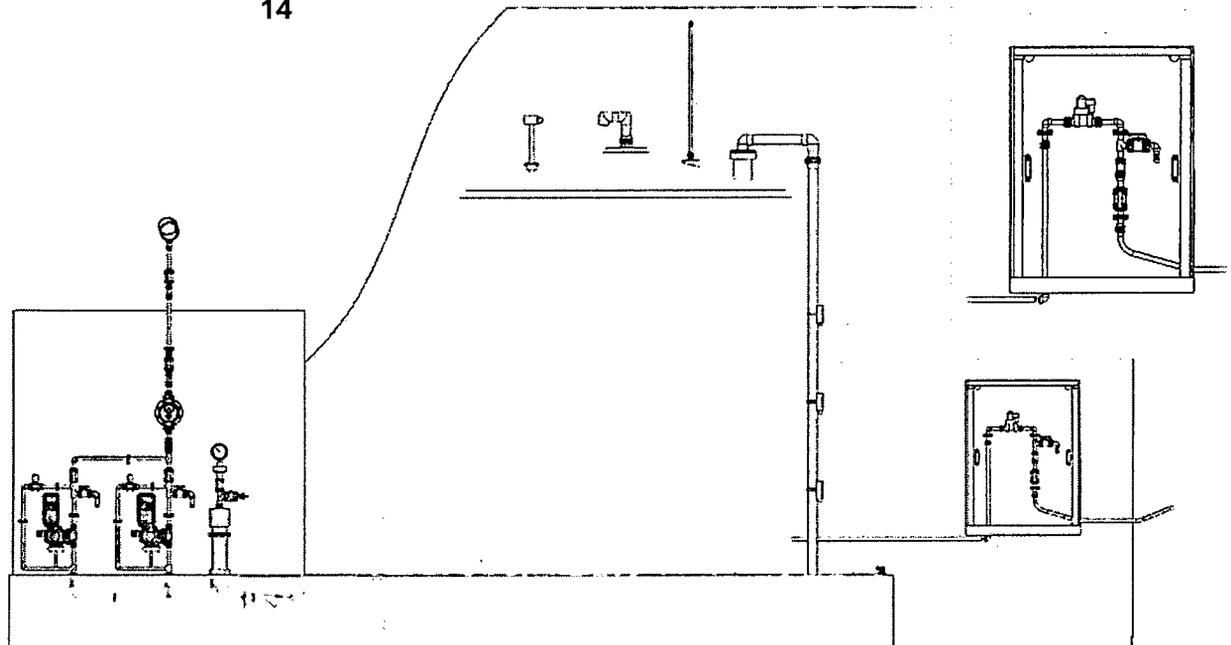


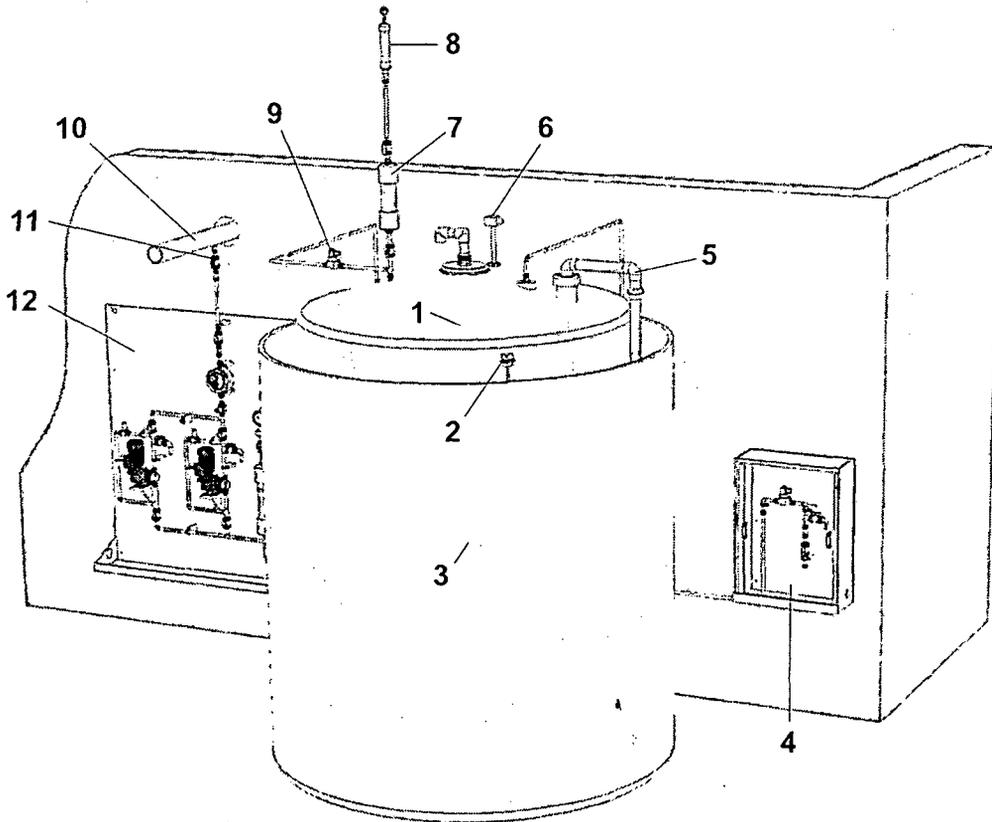
Pos. Description

- 1 Storage tank
- 2 Collecting bassin
- 3 Level indicator
- 4 Leakage probe
- 5 Filling cabinet
- 6 Overfilling protection
- 7 Process line

Pos. Description

- 8 Dosing pallet (base mounting)
- 9 Injection fitting
- 10 Pulsation damper (on the pressure side)
- 11 Relief valve(s)
- 12 Dosing pumps(s)
- 13 Pulsationsdämpfer (on the suction side)
- 14 Line strainer





Pos. Description

- 1 Storage tank
- 2 Leakage probe
- 3 Collecting bassin
- 4 Filling cabinet
- 5 Level indicator
- 6 Overfilling protection

Pos. Description

- 7 Siphon vessel
- 8 Hand vacuum pump
- 9 Automatic-fitting
- 10 Process line
- 11 Injection fitting
- 12 Dosing pallet (wall mounting)

