

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA UNIDAD HIDRAULICA DE POTENCIA PARA
EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN FORZADA DE UNA TURBINA FRANCIS DE
EJE VERTICAL**

JULIÁN CÓRDOBA RODRÍGUEZ

**MEDELLÍN
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA MECÁNICA
2016**

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA UNIDAD HIDRAULICA DE POTENCIA PARA
EL SISTEMA DE LUBRICACIÓN FORZADA DE UNA TURBINA FRANCIS DE
EJE VERTICAL**

JULIÁN CÓRDOBA RODRÍGUEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO

ASESOR

LUIS CARLOS OLMOS VILLALBA

MEDELLIN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERIA MECÁNICA

2016

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 20 de Septiembre de 2016

DEDICATORIA

Inicialmente deseo dedicarle este trabajo especial a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, capacidad que tenemos todos, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

A Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar espero ser digno por tan valioso esfuerzo.

A mis padres, mama (Damaris rodríguez), Papa (Isaías córdoba), no hay un día en el que no le agradezca a dios el haberme colocado entre ustedes, la fortuna más grande es tenerlos conmigo y el tesoro más valioso son todos y cada uno de los valores que me inculcaron.

A mi hermano Isaías C., gracias por servir de guía, por acompañarme siempre y más te agradezco por ser mi amigo.

Al ejemplo más grande de vida que tengo, Carolina la vida nos colocó en una situación difícil, me enorgullece saber que todos los días me demuestras lo valioso que es vivir, y por enseñarme a creer en el 0.5 de probabilidad cuando tienes todo en tu contra.

Por ultimo profesor Luis Carlos Olmos Villalba gracias por su dedicación y esfuerzo, ante tantos grupos, supo cómo guiarnos en tan arduo trabajo deseo expresar mi gratitud hacia usted deseándole éxito y el mayor de los augurios en su trayectoria profesional.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la influencia directa o indirecta de muchas personas a las que agradezco profundamente por estar presentes en las distintas etapas de su elaboración, así como en el resto de mi vida.

Le agradezco al profesor Luis Carlos Olmos Villalba por manifestarme su interés en dirigir mi trabajo de grado, por su confianza, colaboración y apoyo en mi proceso de realización de la monografía.

A todos los docentes de la institución universitaria pascual bravo que compartieron sus conocimientos, dentro y fuera de clase, haciendo posible que mi formación profesional se resumiera en satisfacciones académicas e inquietudes insatisfechas en continua indagación. En especial a Roberto Aldana, docente que me devolvió la confianza, la “alegría y la disposición” como estudiante y futuro profesional en el momento en que más lo necesitaba.

A mis amigos y compañeros. A quienes trabajaron conmigo hombro a hombro durante seis cortos años poniendo lo mejor de su energía y empeño por el bien de nuestra formación profesional, a quienes compartieron su confianza, tiempo, y los mejores momentos que viví durante esta etapa como estudiante de pregrado, dentro y fuera del campus.

Por último a mi familia y seres más queridos, en especial a mi mamá por no perderse un sólo día de mi vida alegrándola con su particular modo de ver, de ser y hacer en su constante, difícil y poco reconocida labor de ser la mejor mamá que cualquiera pudiera siquiera imaginar...

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO.....	12
1. INTRODUCCIÓN	20
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	23
2.1 Antecedentes del problema	23
2.2 Formulación del problema	23
3. JUSTIFICACIÓN	24
4. OBJETIVOS	25
4.1 General	25
4.2 Específicos	25
5. MARCO REFERENCIAL	26
5.1 Teoremas y principios de una central hidroeléctrica.....	26
5.1.1 Reseña histórica.....	20
5.1.2 Descripción general.....	20
5.1.3 Partes que componen una central hidroeléctrica.....	22
5.1.3.1 Presa o Azud.....	23
5.1.3.2 Sistema de captación.....	25
5.1.3.3 Almenara (Chimenea de equilibrio o Pozo Piezómetro).....	25
5.1.3.4 Tubería de presión.....	27
5.1.3.5 Válvula de admisión.....	28
5.1.3.6 Casa de maquinas.....	30
5.1.3.7 Subestación eléctrica.....	35
5.2 Turbinas hidráulicas tipo Francis.....	37
5.2.1. Reseña histórica.....	37
5.2.2 Tipos de turbinas hidráulicas más comunes.....	39

5.2.2.1 Turbina Francis	41
5.2.2.1.1 Partes de una turbina Francis.	44
5.3 Definición de potencia hidráulica.	52
6. METODOLOGIA.....	54
6.1 información de grupo generador existente necesaria para el diseño.	54
6.2 Procedimiento para diseño de unidad hidráulica de potencia para un sistema de lubricación forzada para una turbina Francis de eje vertical.....	54
6.2.1. Cálculos de caudal requerido	56
6.2.2. Cálculos de presión de trabajo	57
6.2.3. Cálculos de potencia del motor	58
6.2.4. Selección de componentes hidráulicos.....	58
6.2.5. Cálculos de selección de diámetros de tuberías.	59
6.2.6. Filtro de succión.	61
6.2.7. Filtro de presión.	62
6.2.8. Válvula de alivio.	62
6.2.9. Sistema de arranque y paro en vacío.....	63
6.2.10. Acumulador hidráulico.....	63
6.2.11. Componentes de aislamiento.....	64
7. RESULTADOS	65
7.1 Diseño de unidad hidráulica de potencia para un sistema de lubricación forzada para una turbina Francis de eje vertical.....	65
7.2 Diseño del bastidor y distribución de los componentes	70
8. CONCLUSIONES.	72
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
10. ANEXOS	74

LISTADO DE FIGURAS

Pág.

Figura 1	Esquema general de una central hidroeléctrica.	24
Figura 2	Distribución general de una central hidroeléctrica	26
Figura 3	Partes de una central hidroeléctrica.	29
Figura 4	Esquema de una presa de arco.	29
Figura 5	Esquema de una presa de gravedad	30
Figura 6	Esquemática de una presa de tierra.	30
Figura 7	Tipos de almenara.	33
Figura 8	Válvula Esférica.	34
Figura 9	Válvula Mariposa.	35
Figura 10	Válvula de Paso Anular.	35
Figura 11	Turbina Kaplan	37
Figura 12	Turbina Pelton	38
Figura 13	Turbina Francis	39
Figura 14	Esquema generador eléctrico.	40
Figura 15	Transformadores de potencia.	41
Figura 16	Esquema de transporte de la energía eléctrica.	42
Figura 17	Selección del tipo de turbina hidráulica.	47
Figura 18	Corte de una turbina Francis.	48
Figura 19	Componentes de una turbina Francis.	50
Figura 20	Caracol para turbina Francis.	51
Figura 21	Distribuidor de una turbina Francis.	52
Figura 22	Servomotor del anillo distribuidor	53

Figura 23	Anillo distribuidor de la turbina Francis.	54
Figura 24	Bielas del distribuidor.	55
Figura 25	Rodete de una turbina Francis.	56
Figura 26	Tubo de aspiración de una turbina Francis.	57
Figura 27	Esquema hidráulico sistema de lubricación forzada	62

LISTADO DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Desarrollo de las turbinas hidráulicas.	44
Tabla 2	Características estáticas de las turbinas hidráulicas.	45
Tabla 3	Características dinámicas de las turbinas hidráulicas.	46
Tabla 4	Cálculos hidráulicos de sistema de lubricación forzada	71

LISTADO DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1	Planos generales de UHP	80 - 88
Anexo 2	Fichas técnicas componentes seleccionados	89 - 139
Anexo 3	Foto 1. Unidad hidráulica de potencia	140
Anexo 4	Foto 2. Unidad hidráulica de potencia.	141
Anexo 5	Foto 3. Unidad hidráulica de potencia.	142

GLOSARIO

- ✓ **Central hidroeléctrica:** es aquella que aprovecha la energía potencial que posee la masa de agua de un cauce natural para la generación de energía eléctrica. Son la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

- ✓ **Estación oleohidráulica:** sistema hidráulico integrado de manera compacta con la capacidad de entregar diversos valores de caudal (Q) y presión (P) , dependiendo de los elementos que lo componen. Se utilizan principalmente en aplicaciones que requieren movimiento lineal de dispositivos.

- ✓ **Generador eléctrico:** es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes mediante la transformación de energía mecánica en eléctrica.

- ✓ **Generación de energía eléctrica:** transformar alguna clase de energía no eléctrica, como la química, mecánica, térmica o eólica, entre otras, en energía eléctrica.

- ✓ **Hidráulica:** rama que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas del agua.

- ✓ **Lubricación forzada:** sistema de aceite a presión, que se emplea en los grupos de generación (turbina - generador), de eje vertical, con el fin de favorecer la lubricación de las piezas sometidas a fricción mediante la formación de una película de aceite que soporta la carga total en el

cojinete de empuje y que comienza a funcionar instantes antes que el grupo, comience a girar.

- ✓ **Oleohidráulica:** rama que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los aceites.

- ✓ **Turbina:** dispositivo mecánica capaz de convertir la energía cinética presente en las masas de agua, vapor o gas, que se desplazan a cierta velocidad; en trabajo rotacional.

- ✓ **Cilindro:** Es el ensamble total de un cilindro, pistón, el vástago, los empaques y los sellos. El diámetro del pistón y la presión del aceite (fluido) son los elementos que determinan la fuerza (tonelaje) que se da una prensa.

Otro vocabulario sobre lo hidráulico:

- ✓ **La agarradera o barrilete de la materia prima** - Es una fuerza controlada para retener las orillas de la materia prima durante las operaciones de embutido profundo. Es parecida al Cojín Amortiguador.

- ✓ **Cojín hidráulico** - Es un cilindro hidráulico o de aire colocado debajo de la platina y debajo de la base de la platina que provee una uniformidad en la retención de la pieza en las operaciones de embutido profundo. Los cojines también arrancan las piezas hechas por fuera de la punzón adora o los troqueles, Pueden estar instalados solos o con una platina móvil.

- ✓ **Control de distancia en reversa** - Es un control interruptor limitador ajustable para calibrar la profundidad de la carrera antes de volverse (subirse) (reversarse).

RESUMEN

Debido a las altas especificaciones que deben cumplirlas empresas generadoras de energía, en cuanto a los criterios de disponibilidad y confiabilidad de su proceso de generación, es de especial importancia la evaluación del riesgo de que se produzca un paro repentino durante la operación de los diversos componentes del sistema. Según lo anterior, dicha evaluación debe arrojar los elementos críticos, en los cuales se debe hacer énfasis en su proceso de diseño y mantenimiento para evitar que se den dichos paros.

Con base en dicha evaluación se puede encontrar que uno de los puntos en los que se debe tener especial cuidado, es el relacionado con la lubricación de los elementos de rodadura de los grupos de generación, que también son llamados Cojinetes. Lo anterior es más evidente en el cojinete de empuje en los grupos de generación de configuración vertical, ya que dicha configuración induce la pérdida de la película lubricante entre las partes móviles del cojinete por la acción del peso del grupo.

El objetivo de este trabajo es diseñar una unidad hidráulica de lubricación forzada, que garantice las condiciones ideales de lubricación en el cojinete de empuje de un grupo de generación con turbina Francis, que se encuentra en la central Playas de EPM. Para lo anterior se entregarán unas pautas generales con las cuales el diseñador pueda seleccionar e integrar los diferentes elementos que conforman dicho sistema.

Este trabajo, se centra inicialmente, en una aproximación de los lectores a la terminología, los principios físicos y de funcionamiento de este tipo de sistemas para garantizar una mejor comprensión del tema.

En segundo lugar este documento trata sobre los conceptos específicos que se requieren para la correcta selección de componentes y la interrelación que existe entre ellos.

Por último se plantean los modelos matemáticos aplicables al caso de estudio, y con base a estos y a la información suministrada por el cliente se presentan los resultados obtenidos.

El enfoque de este trabajo pretende dar claridad en los conceptos indispensables para el diseño de una unidad Oleohidráulica, sin importar cuál sea su aplicación particular y dar una secuencia de actividades que el diseñador pueda seguir.

ASBTRACT

Key words: Types of turbines, hydroelectric power station, and Hydraulic unit forced lubrication, Thrust bearing, Conceptual design.

Due to high specifications to be met by power generating companies, in terms of the criteria of availability and reliability of the build process, it is particularly important risk assessment that there is a sudden stop during the operation of the various components system. As above, this evaluation should shed critical elements in which it should be emphasized in the design process and maintenance to avoid giving such stoppages.

Based on this assessment can be found that one of the points that should be especially careful, is related to the lubrication of the rolling elements of the generating sets, which are also called bearings. This is most evident in the thrust bearing in generating group's vertical configuration, since such configuration induces the loss of the lubricant film between the moving parts of the bearing by the action of the weight of the group.

The objective of this study is to design a hydraulic unit forced lubrication, the ideal conditions to ensure lubrication of the thrust bearing with a set of Francis turbine generation, located in the central EPM beaches. For the above given general guidelines by which the designer can select and integrate the different elements of the system.

This work, it self-center initially, in an approximation of the readers to the terminology, the physical principles and of operation of this type of systems to guarantee a better comprehension of the theme.

Secondly, this paper discusses the specific concepts that are required for the proper selection of components and the interrelation between them.

Finally posed mathematical models applicable to the case study, and based on these and the information provided by the customer are the results obtained.

The focus of this paper aims to give clarity on the concepts necessary for the design of a unit Hydraulics, no matter what their particular application and give a sequence of activities that the designer can continue.

1. INTRODUCCIÓN

En Sur América la producción de energía eléctrica se realiza principalmente con recursos hídricos, a excepción de los países de Argentina y Bolivia, en donde se utiliza de forma considerable el gas natural. Lo anterior se evidencia en los datos de países como Uruguay, Brasil y Paraguay, que demuestran que su abastecimiento principal de energía proviene de centrales hidráulicas. Este tipo de generación representa, en dichos países, el 68.2%; mientras que la térmica compone solo el 31. 2%.

La alta dependencia del recurso hídrico de la región y su complementariedad hidrológica, se conservan dentro del territorio colombiano haciendo que su sistema eléctrico, este sustentado en la generación hidroeléctrica.

Según datos suministrados por la firma XM Expertos en Mercados, en cuanto a la capacidad efectiva net a del Sistema Interconectado Nacional (SI N) a diciembre 31 de 2013, se reporta una capacidad total de 144. 200 Kw, de los cuales el 63.7% (91.850 Kw) se obtienen mediante recursos hídricos. Complementando lo anterior, en el inventario hídrico realizado por los integrantes del sector eléctrico colombiano, se obtuvo un potencial teórico para el país, del orden de 240 millones de Kw, para la generación de energía eléctrica. De los cuales aproximadamente el 76% (150 millones de Kw), puede ser aprovechado mediante centrales hidroeléctricas.

En el sistema eléctrico colombiano participan los agentes de generación, comercialización, transporte y de operación de la red interconectada. Mediante este trabajo se pretende dar una pequeña aproximación a lo relacionado con la generación, ya que el caso de estudio seleccionado interviene directamente en este componente del sistema.

Actualmente Colombia tiene un registro de 66 empresas generadoras de energía eléctrica. En dicho registro predominan las compañías de carácter privado y mixto, ya que son propietarias del 60% de la capacidad instalada y

totalizan entre el 43% y el 49% de la energía suministrada a la red interconectada. Las Empresas con mayor peso en la parte de generación son EPM E.S.P, I SAGEN S.A E. S.P y EMGESA S.A E. S. P, ya que en conjunto controlan el 52% de la capacidad de generación total.

Como se mencionó anteriormente el mayor componente, en cuanto a la generación en el sistema eléctrico colombiano, es el que utiliza como energía primaria la energía asociada a las corrientes de agua; debido a ello en el presente documento se describirán, de manera general, las diferentes partes que conforman una central hidroeléctrica convencional (presa, captación, almenara, tubería de presión, casa de máquinas, etc.) ; hasta llegar al detalle del sistema de lubricación forzada, el cual se encarga de garantizar las condiciones ideales de lubricación del cojinete de empuje en los grupos de generación de configuración vertical durante los procesos de arranque y paro, y que hace parte de los periféricos que posibilitan la interacción de los diferentes componentes principales de la central.

Además de lo anterior y debido a que varios de los equipos utilizados en el proceso de generación emplean el principio de transmisión de potencia mediante la utilización de aceites hidráulicos; se tratarán de manera amplia algunos de los conceptos generales de la oleohidráulica, que se requieren para un mejor entendimiento del caso de estudio específico.

Con base en los temas tratados hasta el momento, se pretende que el lector pueda asimilar de una manera apropiada los conceptos mecánicos relacionados con la generación de energía, pasando por la explicación de los principios físicos que rigen el control de algunos de los equipos que se emplean en ella; para llegar a una receta que permita a los diseñadores hacer la selección y conexión de los componentes de una unidad de potencia hidráulica para el sistema de lubricación forzada del cojinete de empuje.

La metodología empleada en el desarrollo de este trabajo ha sido en general sustentada en la recolección de información, la revisión bibliográfica y en los conocimientos adquiridos durante la vida profesional del autor. Por otro lado,

el enfoque que se le ha dado a este documento pretende hacer claridad en los conceptos indispensables para la selección e integración de los componentes de una unidad de potencia hidráulica para el sistema de lubricación forzada del cojinete de empuje de una turbina Francis de eje vertical.

Al realizar este trabajo, se pretende resaltar la importancia que tiene el sector eléctrico para el desarrollo del país y la poca inclusión que han tenido los profesionales de la Ingeniería Mecánica y de sus carreras afines en el desarrollo de este sector. Por otro lado se espera brindar al lector los conceptos generales de la oleohidráulica que no se tienen en cuenta, de manera detallada, en los pensum de las carreras en mención.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes del problema

El diseño actual de la unidad hidráulica de potencia del sistema de lubricación forzada para la turbina Francis de eje vertical ubicada en la central Hidroeléctrica Playas quien tiene problemas por su antigüedad y diseños con tecnología milenaria.

Esto genera pérdidas económicas en los momentos que los sistemas presenten fallas por su tecnología

2.2 Formulación del problema

Determinación y alcance del diseño conceptual de una unidad hidráulica de potencia y sus principios olihidraulico satisfaciendo las necesidades del cliente y basado en un sistema redundante evitando paros por mantenimientos.

3. JUSTIFICACIÓN

Dicha investigación sirve para diseñar unidades de potencia y selección de equipos acorde a los cálculos y los resultados arrojados.

La relevancia ante la sociedad es dejar un paso a paso de la estructuración de una unidad hidráulica de potencia con un diseño a la vanguardia.

Esto también se evidencia en los diseños hidráulicos redundantes los cuales constan de elementos dobles para evitar paros en el funcionamiento de la unidad hidráulica por falta de algún elemento que se encuentre en falla.

La realización de esta unidad hidráulica de potencia ayudara a resolver gastos en mantenimiento y en posibles tiempos de inicio de generación los cuales son muy costos en las centras hidroeléctricas beneficia a las empresas.

¿Qué hay entre la unidad existente y el nuevo diseño?

Las principales diferencias son elementos con nuevas tecnologías aplicadas en las unidades de potencia modernas otra diferencia importante es su sistema redundante para poder tener componentes en stand by y a la hora que alguno falle estos entre en funcionamiento.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Diseñar una unidad hidráulica de potencia para un sistema de lubricación forzada en una turbina Francis de eje vertical que cumpla con la fuerza que se debe generar para levantar el grupo generador en los tiempos establecidos.

4.2 Específicos

- ✓ Evaluar los datos de diseño suministrados por un grupo generador para el inicio de una unidad hidráulica de potencia para el sistema de lubricación forzada.
- ✓ Desarrollar un procedimiento para el diseño de una unidad hidráulica de potencia para un sistema de lubricación forzada en base a un prototipo.
- ✓ Calcular y fabricar unidad hidráulica de potencia con procedimiento desarrollado con sus planos de detalle y selección de componentes.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Teoremas y principios de una central hidroeléctrica

Una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una turbina.

En general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como «salto geodésico». En su caída entre dos niveles del cauce, se hace pasar el agua por una turbina hidráulica que transmite energía a un generador eléctrico donde se transforma en energía eléctrica.

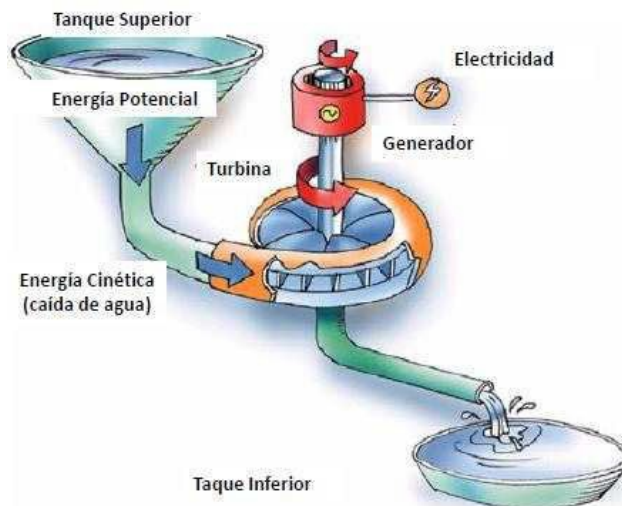


Figura 1. Esquema general de una central hidroeléctrica.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica (Consultado: 15/09/2016).

5.1.1 Reseña histórica.

Desde la antigüedad los romanos y los griegos aprovecharon la energía obtenida de las masas de agua en movimiento; ya que dentro del proceso de molienda del trigo, se utilizaban ruedas hidráulicas. Sin embargo, su aplicación no fue generalizada, sino hasta el siglo XII.

En cuanto a la energía hidroeléctrica, el primer desarrollo realizado se le debe al ingeniero civil británico John Sm eaton, que fue el primero en construir ruedas hidráulicas de hierro colado de gran tamaño.

La energía eléctrica obtenida mediante centrales hidroeléctricas, fue de importancia durante la época de la Revolución Industrial, ya que impulsó la industria textil y del cuero, además de los talleres constructores de maquinaria, a comienzos del siglo XI X. Este tipo de generación sustituyó a la energía obtenida del vapor, ya que el carbón era escaso y la madera no era suficiente para suplir la necesidad de combustible.

En un principio se requirió la construcción de presas y canales para la instalación de ruedas hidráulicas sucesivas, cuando la caída de agua era superior a cinco metros. La precaria tecnología con que se contaba, sumada al bajo caudal que se daba en el verano y el otoño, además de las heladas de invierno, obligaron a la industria a dar reversa hacia las máquinas de vapor, cuando hubo disponibilidad de carbón.

5.1.2 Descripción general.

Una hidroeléctrica utiliza como energía primaria, para la generación eléctrica, la energía proveniente de las masas de agua en movimiento.

El principio fundamental en la distribución general de una central hidroeléctrica (Figura 2) este tipo de centrales es aprovechar la energía potencial que se encuentra en la masa de agua de un cauce natural, en relación con un cambio de altura, también denominado salto o cabeza. El agua que cae se hace pasar por una turbina, la cual transmite su movimiento a un generador, y en este se realiza la conversión a energía eléctrica.

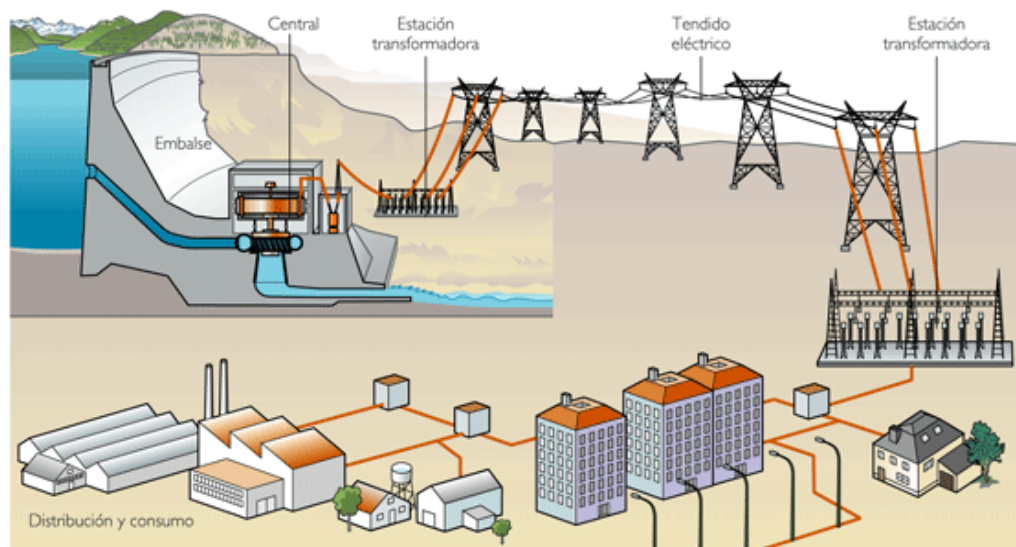


Figura 2. Distribución general de una central hidroeléctrica.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica (Consultado: 15/09/2016).

Existen varias maneras de clasificar las centrales hidroeléctricas teniendo en cuenta sus características principales, una de ellas es de acuerdo con el suministro de agua y se clasifican en:

- ✓ Centrales de agua fluente. Son centrales que aprovechan el cauce natural del río. No son muy frecuentes, ya que requieren caudales muy grandes sin importar la época del año.
- ✓ Centrales de agua de embalse. Son aquellas que almacenan agua en un embalse mediante la utilización de presas, con objeto de regular el caudal, que puede variar dependiendo de la época del año.

A su vez el segundo grupo de centrales, se puede clasificar en:

Centrales para la regulación de caudal. Dentro de las cuales se encuentran las centrales convencionales.

- ✓ Centrales de bombeo. En estas se requieren dos embalses uno de donde se toma el agua para la generación y el otro para descargar el agua después del proceso de generación. Tienen la particularidad de que pueden volver a bombear el agua que ha pasado por la turbina desde el embalse inferior hacia el embalse superior dependiendo de la demanda.

También existe un modo de clasificación de acuerdo a la altura de la caída de agua o salto, así:

- ✓ Centrales de alta presión. Son aquellas en las que el salto es superior a 200 metros de altura (pueden llegar a una altura hasta los 2.000 metros). Este tipo de centrales manejan caudales relativamente pequeños de un máximo de 20 m³/s. Se ubican normalmente en zonas de alta montaña.

- ✓ Centrales de media presión. Esta categoría comprende centrales con saltos ubicados entre 20 y 200 metros de altura. Dependiendo de la altura, la central puede ubicarse cerca de la presa o alejada de ella, si se requiere aumentar un poco la altura. Pueden manejar caudales hasta de 200 m³/s.
- ✓ Centrales de baja presión. Categoría que comprende centrales cuyos saltos son pequeños, es decir, son menores a 20 metros, normalmente trabajan con caudales de unos 300 m³/s, sin embargo existen centrales con caudales que llegan a los 600 ó 800 m³/s.

5.1.3 Partes que componen una central hidroeléctrica.

- ✓ Presa o Azud.
- ✓ Sistema de captación.
- ✓ Almenara (Chimenea de equilibrio o Pozo Piezómetro).
- ✓ Tubería de presión.
- ✓ Válvula de admisión.
- ✓ Válvula de admisión.
- ✓ Subestación eléctrica.

En la figura 3 se pueden observar las partes de una central hidroeléctrica y a continuación una descripción breve

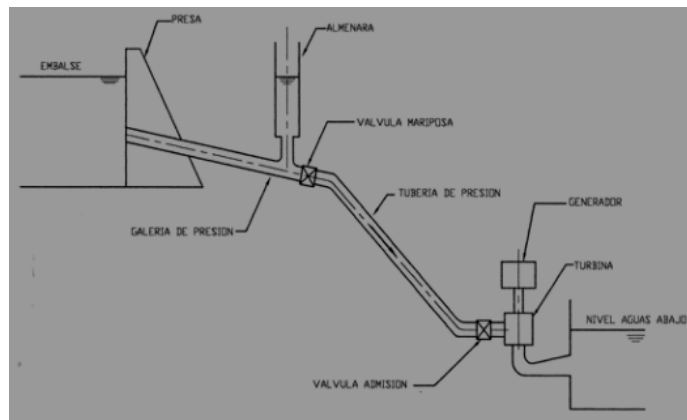


Figura 3. Partes de una central hidroeléctrica.

Fuente: Recuperado de: <http://www.ecovive.com/elementos-principales-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 15/09/2016).

5.1.3.1 Presa o Azud.

Obra civil que se realiza para formar el embalse. Esta puede clasificarse en:

- ✓ Presa de arco. Empleada en aplicaciones de altura elevada y longitud reducida. Se construye en hormigón armado con extremos estribados.

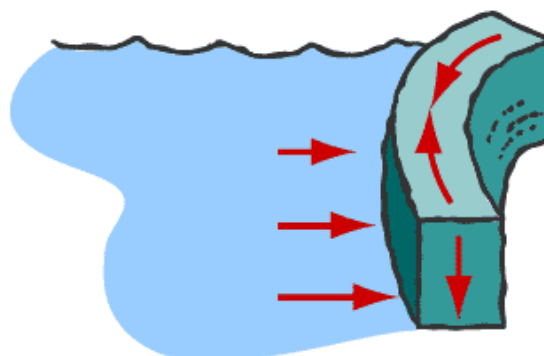


Figura 4. Esquema de una presa de arco.

Fuente: Recuperado de: <http://www.ecovive.com/elementos-principales-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 15/09/2016).

- ✓ Presa de gravedad. Adquiere su estabilidad del propio peso de la masa de agua. Se construye en hormigón sin armar, y posee una base más grande que la presa de arco. Para su construcción requiere de un terreno de mejor calidad que el necesario para la construcción de la presa de arco.

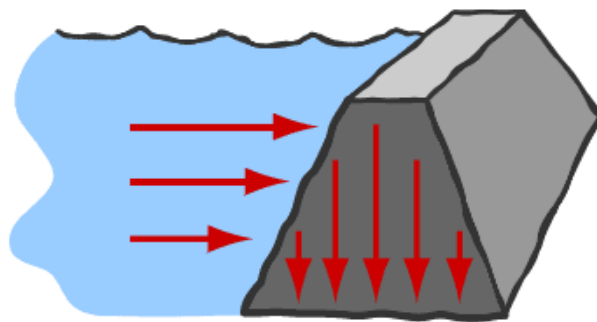


Figura 5. Esquema de una presa de gravedad.

Fuente: Recuperado de: <http://www.ecovive.com/elementos-principales-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 15/09/2016).

- ✓ Presa de tierra. Posee una base mucho mayor a las anteriores. Se emplean en aplicaciones de poca altura en donde se tienen mala calidad de terreno en cuanto a la cimentación. Para su construcción se produce, el mayor porcentaje del volumen de tierra en la propia excavación del proyecto.

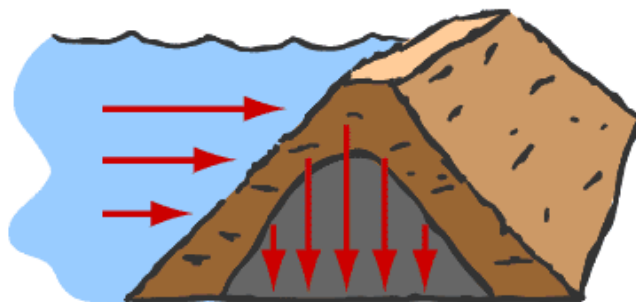


Figura 6. Esquemática de una presa de tierra.

Fuente: Recuperado de: <http://www.ecovive.com/elementos-principales-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 15/09/2016).

Es de resaltar que las presas deben contar con un sistema de seguridad, que permita el desalajo del exceso en la cantidad de agua que pueda presentarse ante una creciente. A este sistema se le denomina generalmente, vertedero y se controlan mediante la utilización de compuertas radiales o tipo sector.

5.1.3.2 Sistema de captación.

Después del almacenamiento del agua en el embalse, se debe conducir a los demás componentes de la central. Para ello se emplea el sistema de captación, el cual se compone de un sistema de filtración, consistente de rejas o coladeras, además de un sistema de compuertas para el control de la cantidad de agua que circula a través de él.

Generalmente, el sistema de filtración posee un sistema de limpia rejas. Además en esta parte de la central se emplean compuertas tipo planas que son accionadas por medio de sistemas de alce como malacates, grúas o equipos oleohidráulicos.

El túnel de conducción es la parte del sistema de captación a través de la cual se desplaza el agua hasta la tubería de presión de la central, dicho túnel puede ser construido directamente en la roca viva, revestido con concreto, reforzado con otros materiales, o blindado, dependiendo de la calidad de la roca.

5.1.3.3 Almenara (Chimenea de equilibrio o Pozo Piezómetro).

Este componente es característico de centrales que poseen tuberías de presión de gran longitud, ya que es un dispositivo de seguridad que elimina el riesgo de una sobrepresión en el sistema, debida a la presencia de golpes de ariete producidos durante maniobras fuercen las conducciones, como pueden ser los cierres de emergencia.

Este dispositivo reduce la energía presente en el agua, durante las variaciones súbitas en carga del sistema, al permitir el incremento en la altura de este en el momento que ocurren. Se debe hacer especial énfasis en que, por ningún motivo, el nivel alcanzado por el agua debe descender por debajo del nivel de la tubería de carga, ya que esto induce la entrada de aire al sistema, lo cual produciría problemas de cavitación. Los tipos más comunes de almenaras son:

- ✓ Almenara Simple. Tubo abierto y sin restricciones, que tiene una longitud suficiente para que no se dé derrame de agua.
- ✓ Almenara con cámaras de expansión. Se compone de un pozo de conexión, una cámara de alimentación y una cámara de expansión (aumento de la sección de la almenara). Se emplean en centrales en la que varíe mucho el caudal, con respecto a la época del año.
- ✓ Almenara con estrangulamiento inferior (orificio). Almenara que cuenta con una restricción a la entrada del tanque amortiguador, para aumentar la caída de presión del agua.
- ✓ Almenara diferencial. Es una combinación de la de orificio y la simple. Hay una parte central que esta comunicada por unos orificios a un tanque, y que en caso de abertura rápida la parte que está en el tanque sule a la parte central. En caso de cerrado brusco es conveniente, ya que el flujo entra por los orificios disipándose la energía de manera efectiva.

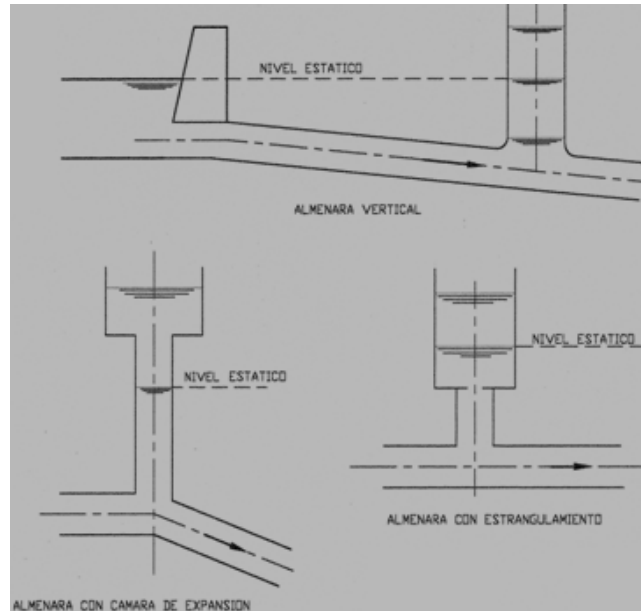


Figura 7. Tipos de almenara.

Fuente: Recuperado de: <http://www.ecovive.com/elementos-principales-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 15/09/2016).

5.1.3.4 Tubería de presión.

La tubería de presión o tubería forzada, se emplea para el desplazamiento del agua hasta la turbina, aprovechando el salto. En esta componente, es donde inicia la transformación de la energía potencial de la masa de agua en trabajo mecánico.

Se localiza contiguo al túnel de conducción, normalmente es metálica para que pueda soportar las presiones que se generan durante la operación de la central. Además de las presiones esta tubería debe estar en capacidad de soportar expansiones térmicas y movimientos relativos producidos en operación, por esta

razón está provista de soportes que transmiten las cargas, de juntas deslizantes para permitir el deslizamiento relativo entre los tramos de la tubería, de juntas de expansión para absorber la dilatación térmica y para efectos del ensamble y desensamble de juntas de desmontaje.

5.1.3.5 Válvula de admisión.

Como su nombre lo indica, este es el órgano que controla la entrada del agua al distribuidor de la turbina. Su está relacionada con el tipo de turbina hidráulica empleada en cada aplicación, ya que estas dependen de las condiciones de caudal y presión del sistema. Así normalmente se utilizan válvulas de tipo esféricas para aplicaciones con alta presión, válvulas tipo mariposa para aplicaciones con presiones medias o bajas y válvulas de paso anular para microturbinas.

Estas válvulas generalmente, están provistas de equipos oleohidráulicos para su operación, además la apertura y el cierre de las mismas, se encuentra directamente relacionado con la secuencia de arranque y paro del grupo generador.



Figura 8. Válvula Esférica.

Fuente: Recuperado de: <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html>
(Consultado: 15/09/2016).



Figura 9. Válvula Mariposa.

Fuente: Recuperado de: <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html>
(Consultado: 15/09/2016).



Figura 10. Válvula de Paso Anular.

Fuente: Recuperado de: <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html>
(Consultado: 15/09/2016).

5.1.3.6 Casa de maquinas

Es el recinto que aloja los equipos encargados de finalizar la transformación de la energía potencial de la masa de agua en trabajo mecánico y está en energía eléctrica. Dichos equipos generalmente son las turbinas, los generadores, los transformadores de potencia y los demás equipos auxiliares.

Fuente: Recuperado de: <https://sites.google.com/site/bmenergiahidroelectrica/principales-componentes-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 20/09/2016).

Dependiendo de su localización se pueden clasificar en: Casa superficial o Casa tipo caverna.

Turbinas Hidráulicas. Dispositivo mecánico que convierte la energía cinética presente en las corrientes de agua, vapor o gas; en trabajo mecánico en forma de movimiento de rotación. Se puede realizar una primera clasificación, con relación al cambio de presión en el rodete o al grado de reacción, en Turbinas de acción y Turbinas de reacción.

Se dice que una turbina es de acción, cuando el fluido de trabajo no presenta una caída de presión representativa al pasar a través de rodete. En este tipo de turbinas se aprovecha únicamente la velocidad del flujo de agua.

Por otro lado las turbinas de reacción, son en las que el fluido de trabajo sufre una caída de presión representativa al pasar a través de rodete. En este tipo de turbinas

se aprovecha tanto la velocidad del flujo de agua como la caída de presión que se produce al interior de la masa de agua.

La manera más común de clasificar a las turbinas hidráulicas, utiliza el tipo de diseño del rodete de la misma, así tenemos:

Turbina Kaplan:

Son turbinas de flujo axial, y poseen la capacidad de poder variar el ángulo de sus palas durante su funcionamiento. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua pequeños y con grandes caudales. Pueden incluirse en las turbinas de reacción.

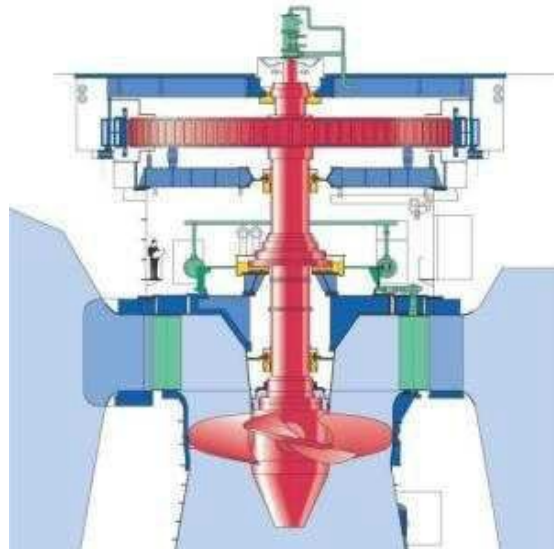


Figura 11. Turbina Kaplan.

Fuente: Recuperado de: <https://sites.google.com/site/bmenergiahidroelectrica/principales-componentes-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 20/09/2016).

Turbina Pelton:

Turbinas de flujo transversal, y de admisión parcial. Son consideradas descendientes directas de los antiguos molinos de agua, en los que se reemplazaron los álabes por cucharas. Se emplean en aplicaciones de saltos de agua elevados, con caudales reducidos. Se cataloga como turbina de acción.

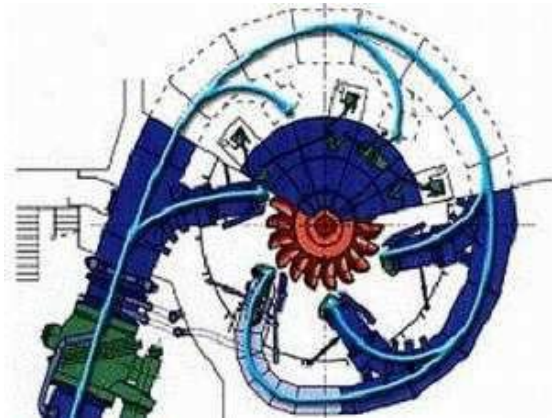


Figura 12 .Turbina Pelton.

Fuente: Recuperado de: <https://sites.google.com/site/bmenergiahidroelectrica/principales-componentes-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 20/09/2016).

Turbina Francis:

Turbinas de flujo mixto (transversal y axial) y se catalogan dentro de las turbinas de reacción. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua medios y caudales medios.



Figura 13. Turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: <https://sites.google.com/site/bmenergiahidroelectrica/principales-componentes-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 20/09/2016).

En el capítulo siguiente se describirá con mayor profundidad.

Generador. Parte del grupo de generador que hace la transformación de la energía mecánica en eléctrica. En algunas ocasiones es denominado también como Alternador, ya que este produce corriente alterna.

Está constituido por dos componentes principales: El Estator, que es el elemento fijo y el Rotor que gira concéntricamente al interior del estator. Uno de los dos crea un campo magnético, mediante una corriente directa de excitación del campo, tomada de la excitatriz del sistema. Al elemento que crea el campo magnético se le llama inductor y está formado mediante un conjunto de bobinas consecutivas. El inductor generalmente es el Rotor.

El segundo elemento es el receptor de las corrientes inducidas, por lo que se nombra inducido. A este se unen las barras de salida de la corriente del sistema. El inducido generalmente es el Estator. El fenómeno físico que se aprovecha para obtener la energía eléctrica se denomina inducción electromagnética y consiste

en romper el campo magnético formado entre el rotor y el estator del generador, mediante el movimiento giratorio del sistema, para producir un flujo de electrones.



Figura 14. Esquema generador eléctrico.

Fuente: Recuperado de: <https://sites.google.com/site/bmenergiahidroelectrica/principales-componentes-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 20/09/2016).

Sala de control, o sala de mando es el sitio donde el personal calificado efectúa la labor de control del proceso de generación de en la planta. Para t al efecto cuenta con tableros indicadores, alarmas y protecciones, sistemas de comunicación, tableros de mando para las subestaciones, entre otros.

Equipos auxiliares, en las centrales hidroeléctricas se deben tener en cuenta algunos sistemas de servicios auxiliares que se deben instalar en casa de máquinas:

- ✓ Sistema de lubricación.
- ✓ Extintores de fuego.
- ✓ Equipos para la autoabastecimiento eléctrico.

- ✓ Puente grúa.
- ✓ Oficinas y salas varias.
- ✓ Taller y bodega.
- ✓ Sistema de aire comprimido.
- ✓ Aire acondicionado.
- ✓ Sistema contra – incendio.
- ✓ Planta de agua potable.
- ✓ Agua de enfriamiento.
- ✓ Tratamiento de aguas residuales.

5.1.3.7 Subestación eléctrica.

Debido a que la corriente eléctrica producida en el generador es de un bajo voltaje, para garantizar su recepción en los centros de consumo, se hace necesaria la utilización de subestaciones eléctrica que cuenten el equipamiento que permita regular el servicio de transporte de la energía.



Figura 15. Transformadores de potencia.

Fuente: Recuperado de: <https://sites.google.com/site/bmenergiahidroelectrica/principales-componentes-de-una-central-hidroelectrica> (Consultado: 20/09/2016).

Normalmente la primera subestación, está ubicada contigua o cercana a la casa de máquinas y debe contener los siguientes equipos:

- ✓ Transformadores de potencia.
- ✓ Disyuntores.
- ✓ Seccionadores.
- ✓ Transformadores de medición de corriente.
- ✓ Aisladores de paso.
- ✓ Pararrayos.
- ✓ Malla a tierra.
- ✓ Hilos- guarda.

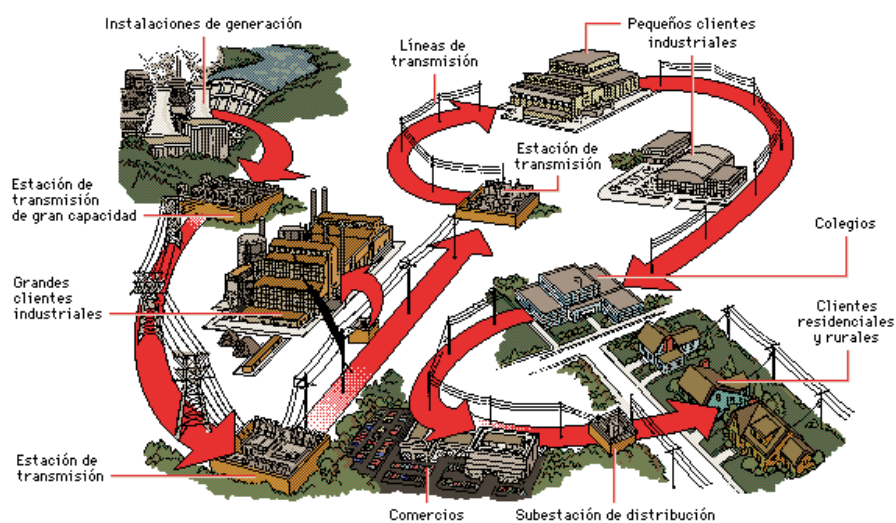


Figura 16. Esquema de transporte de la energía eléctrica.

Fuente: Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos13/genytran/genytran.shtml#ELECTR>
(Consultado: 22/09/2016).

5.2 Turbinas hidráulicas tipo Francis.

5.2.1. Reseña histórica.

La palabra turbina deriva del latín turbo- inem, que traduce rotación de cualquier elemento.

Los inicios de las turbinas modernas, se encuentran en las ruedas hidráulicas tangenciales, que datan de inicios de la era cristiana. El ingeniero italiano Vitruvius, aparece en los libros de historia, como el primero que utilizó la rueda hidráulica, para la transmisión de fuerza mecánica en molinos de trigo.

Posteriormente, después de dos siglos sin ningún desarrollo, surgieron varios trabajos que hicieron posible la utilización de dichas ruedas en varias aplicaciones. A continuación en la Tabla 1, se listan dichos trabajos en orden cronológico.

Tabla 1. Desarrollo de las turbinas hidráulicas.

FECHA	PRECURSOR	DESARROLLO
1750 J.A.	Vond Segnerd	La primera turbina hidráulica sobre la base del molinete hidráulico.
1754	Leonard Euler	Estableció la ecuación básica de las turbo maquinas.
1824	Claude Burdine	Dio el nombre de Turbinas.
1827	Benoit Fourneyron	Inventa la primera máquina hidráulica utilizable que transformo posteriormente en turbina de reacción. Regulación del nivel de agua por medio de diversas coronas.
1840	Firma EscherWyss	Construcción de turbinas tangenciales centripetas realizadas por Zuppinger, con inyección parcial de agua, el chorro es de sección rectangular y la forma de las cucharas son similares a las Peltonactuales.
1841	HenschelJonval	La primera turbina axial de reacción con tubo de aspiración: Regulación del nivel de agua por medio de varias coronas: Caudal, lo más constante posible, salto variable.
1842	Zuppinger	Rueda tangencial, para grandes saltos y caudales reducidos.
1843	Fontaine	Construyo la turbina Jonval para saltos constantes y caudales variables, trabajando a libre desviación. Regulación simultanea de todas las células.
1848	Schwankrung	La primera turbina parcial para grandes saltos y caudales reducidos.
1849	James B. Francis	Introduce mejoras a la turbina hecha por Samuel Dowd en 1843, fueron tales perfeccionamientos que mereció su nombre.
1851	Girard	Perfecciono la turbina Fontaine, regulando las celdas consecutivamente, asegurando su ventilación y construyendo la turbina parcial manteniendo el salto más constante posible.
1860	Haenel, Knop y Lehmann	Construyeron la turbina Girard en forma de turbina limite para caudales y saltos variables.
1872	Fink	Introduce paletas directrices giratorias; primera regulación correcta de las turbinas de reacción (regulación de la presión en el intersticio).
1873	Voith	Construye la primera turbina Francis con sistema directriz de Fink.
1880	L. Allen Pelton	Desarrollo varios tipos de cucharas y adiciono la boquilla.
1903	Mitchell	Desarrolla la turbina activa Mitchell
1908		Diseño de la rueda de hélice
1912	Viktor Kaplan	Efectúa los primeros experimentos con la turbina Kaplan.
1917 y 1918	Banki	Modernización de la turbina de Mitchell
1919	Leroy F. Harza	Propone el diseño de la turbina Straight- Flow (Straflo) y obtiene la patente en 1924.
1925		Se pone en marcha la primera turbina Kaplan de grandes dimensiones.
1930	Kuhne	Patenta el diseño de la turbina tubular.
1933	Hafele	patenta la llamada transmisión para la turbina Bevel
1933	EscherWyss	Patenta a través de Hugenin la turbina Bulbo.
1936	EscherWyss	Instala la primera turbina Bulbo.
1937	Voith	Instala las primeras bombas-turbinas Francis.
1952	Deriaz	Propone el diseño de la turbina diagonal.
1957	English Electric	Instala la primera turbina Deriaz.

Fuente: Recuperado de: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgkaoAD/informe-investigacion-michell-banki-modificado?part=4> (Consultado: 22/09/2016).

5.2.2 Tipos de turbinas hidráulicas más comunes.

Por definición una turbina hidráulica, es una rueda que gira por acción de un flujo agua. Dependiendo del caudal del agua y de la velocidad con que este se desplaza (energía cinética), se emplean diferentes tipos de turbinas, para garantizar el máximo rendimiento del sistema. En la actualidad, las turbinas más comunes son las Pelton, Francis y Kaplan.

La selección del tipo de turbina, para cada aplicación, se da en función de la altura del salto. Los diseñadores pueden encontrarse que en algunas aplicaciones no existen límites definidos que diferencien los márgenes de utilización entre los distintos tipos de turbina, ya que estos suelen traslaparse.

En este documento solo se tratará en específico la turbina tipo Francis y no se ahondará en los otros tipos de turbina, tales como la pelton, la kaplan, la de Fourneyron, Girard, Jonval, Schwamkrug, Zuppinger, et c., ya que no vienen al caso para el objeto de estudio del trabajo.

Tabla 2. Características estáticas de las turbinas hidráulicas.

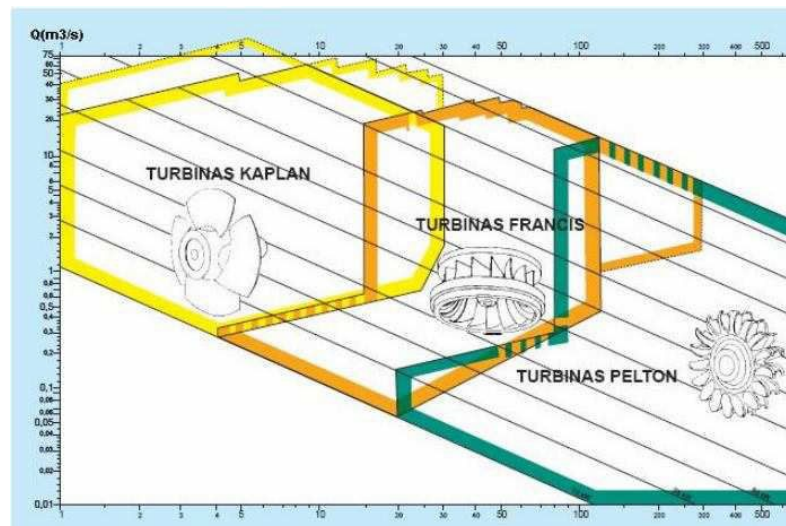
	PELTON	FRANCIS	KAPLAN
CABEZA H [m]	50 - 1800	9 - 800	1.5 - 80
CAUDAL Q [m³/s]	0.07 - 100	0.3 - 1000	2 - 1000
POTENCIA P [MW]	0.1 - 400	0.1 - 1000	0.1 - 200
DIÁMETRO D [m]	1 - 4.5	0.3 - 8	1 - 10
VELOCIDAD N [min⁻¹]	200 - 2000	100 - 700	50 - 150

Fuente: Recuperado de: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgkaoAD/informe-investigacion-michell-banki-modificado?part=4> (Consultado: 22/09/2016).

Tabla 3. Características dinámicas de las turbinas hidráulicas.

	PELTON	FRANCIS	KAPLAN
INERCIA HIDRAULICA T_w [s]	0.2 - 4	0.5 - 5	1 - 10
INERCIA MECÁNICA T_M [s]	1 - 8	3 - 10	1 - 10
TIEMPO DE LA ONDA T_L [s]	0.3 - 5	0 - 0.5	0
TIEMPO DE CIERRE T_s [s]	30 - 1500	5 - 30	5 - 60

Fuente: Recuperado de: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgkaoAD/informe-investigacion-michell-banki-modificado?part=4> (Consultado: 22/09/2016).



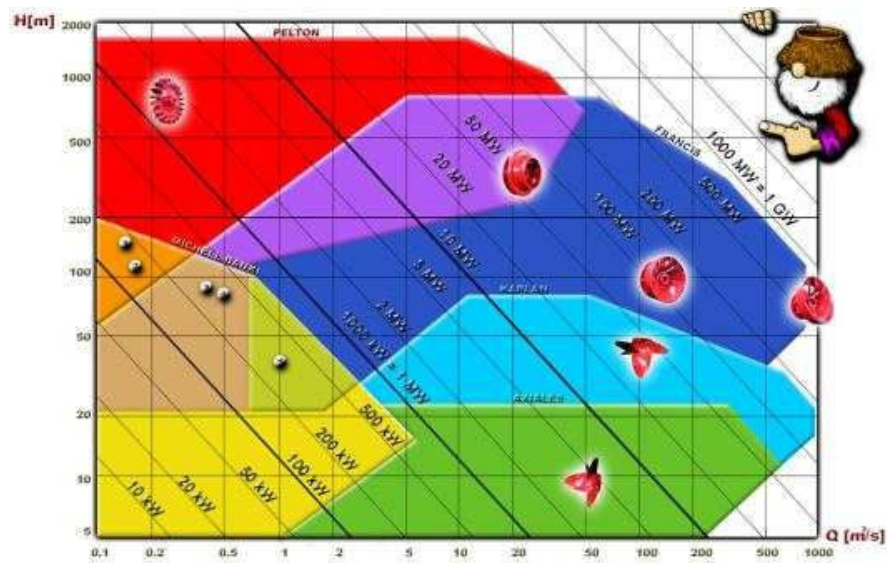


Figura 17. Selección del tipo de turbina hidráulica.

Fuente: Recuperado de:

http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/sel_turbinas/fondos/criterios.htm (Consultado: 22/09/2016).

5.2.2.1 Turbina Francis.

También son conocidas como turbinas de sobrepresión o de admisión total, debido a que la presión de trabajo en el rodete varía durante su operación; y a que el agua incide sobre toda su periferia, respectivamente. Se clasifican como turbinas de reacción y los esfuerzos sufridos por el rodete se catalogan como del tipo radiales- axiales.

Este tipo de turbina es muy versátil, ya que se emplea en aplicaciones con saltos de diversas alturas y dentro de una gran variedad de caudales entre 2 y 200 m³/s.

En estas turbinas la velocidad de giro del rodete, se encuentra directamente relacionada con la altura de la caída de agua. Con base en lo anterior se puede realizar la siguiente clasificación para las turbinas de este tipo:

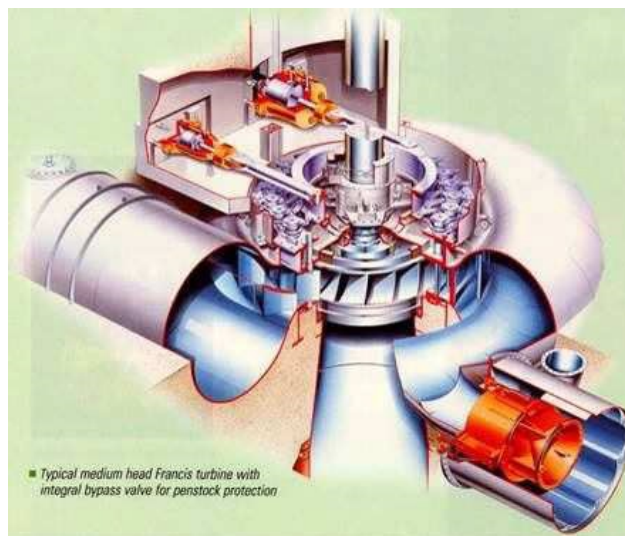


Figura 18. Corte de una turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

- ✓ Francis lenta. Aplicación con salto elevado (≥ 200 m).
- ✓ Francis normal. Aplicación con salto medio ($20\text{m} \leq \text{Salt} < 200\text{m}$).
- ✓ Francis rápida y extra rápida. Aplicación con salto bajo (≥ 20 m).

A modo de información se debe mencionar que el rendimiento óptimo de estas turbinas solo es posible obtenerlo entre 60% y 100% del caudal máximo, por ello las centrales hidroeléctricas que las emplean, instalan varios grupos generadores, para evitar que alguna trabaje, de manera individual, por debajo del 60 % de la carga.

La posición de operación de las turbinas Francis, puede ser realizada en dirección horizontal o vertical, con respecto a su eje. Sin embargo la posición más común que se encuentra en la industria hidroeléctrica es la vertical, por ser la de mayor desarrollo, principalmente en máquinas grandes. A continuación se describen las principales partes que componen una turbina Francis:

1. Cámara espiral.
2. Predistribuidor.
3. Distribuidor de alabes regulables.
4. Rodete.
5. Difusor tubo de aspiración.
6. Servomotor del distribuidor.
7. Eje del generador.

5.2.2.1.1 Partes de una turbina Francis.

A continuación se describen las características y las funciones de cada una de las partes mencionadas.

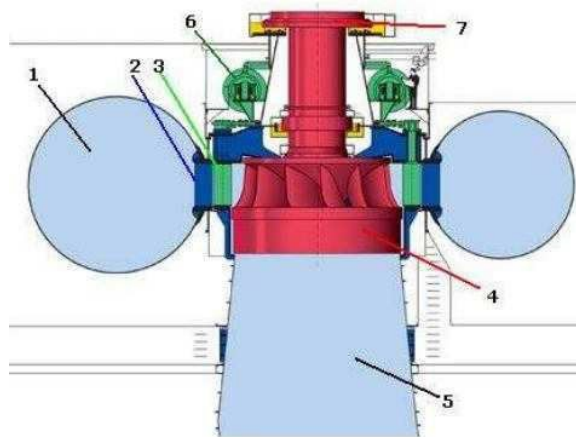


Figura 19. Componentes de una turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

- 1. Cámara de espiral.** Conjunto de láminas roladas en forma de tronco de cono, unidas sucesivamente, que forman un caracol. Durante su recorrido va reduciendo gradualmente su sección transversal hasta que se cierra sobre sí misma. Este tipo de diseño, induce a que el flujo de agua se mueva a velocidad constante e inhibe la formación de remolinos.

Al interior de la cámara espiral se encuentra sujeto el eje de turbina a través de una sucesión de alabes fijos equidistantes, unos de otros, formando un anillo. Dichos alabes tienen por objeto, forzar el agua que pasa a través de ellos, a entrar al rodete con dirección radial.



Figura 20. Caracol para turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

- **Distribuidor.** Anillo que contiene un determinado número de alabes móviles que se encuentra localizado entre el anillo traviesa y la turbina.

Tiene como función el regular el caudal de agua que incide en el rodete y en el momento que se requiera, durante la operación, tiene la posibilidad de detener completamente el flujo de agua. Los elementos que componen el distribuidor son:

- **Alabes directrices.** Como su nombre lo dice, son una serie de alabes móviles y que se encargan de controlar la cantidad de agua que entra al rodete, dentro de un rango específico. Lo anterior se realiza mediante el giro de estos, sobre su propio eje, dando la posibilidad de un cierre total o de apertura total, dependiendo de las condiciones de carga del sistema.

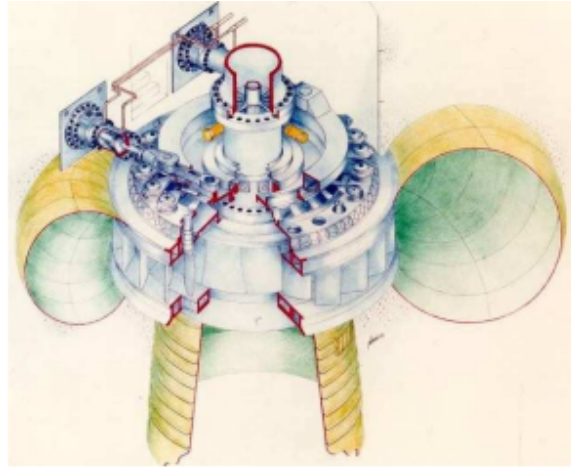


Figura 21. Distribuidor de una turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

El número de alabes que contiene el distribuidor está directamente relacionada con el tamaño de la turbina y pueden desde 12 hasta 24 alabes.

- **Equipo de accionamiento.** Es un conjunto que aplica dispositivos mecánicos como servomecanismos, palancas y bielas, que se encarga de realizar la acción final de regulación de velocidad de la turbina, ya que está directamente controlado por el sistema electro-hidráulico de regulación.

Los componentes principales de este equipo son: Los servomotores hidráulicos, el anillo distribuidor y las bielas

- **Servomotores hidráulicos.** Generalmente, se emplean dos para el accionamiento del anillo distribuidor. Son movidos

hidráulicamente y reciben su señal de comando del regulador electro- hidráulico de velocidad. Los servomotores están acoplados a dos bielas que se instalan en lados opuestos del anillo distribuidor. El sentido del movimiento de los servomotores es opuesto (mientras uno sale, el otro se contrae), transmitiendo el movimiento giratorio al anillo.

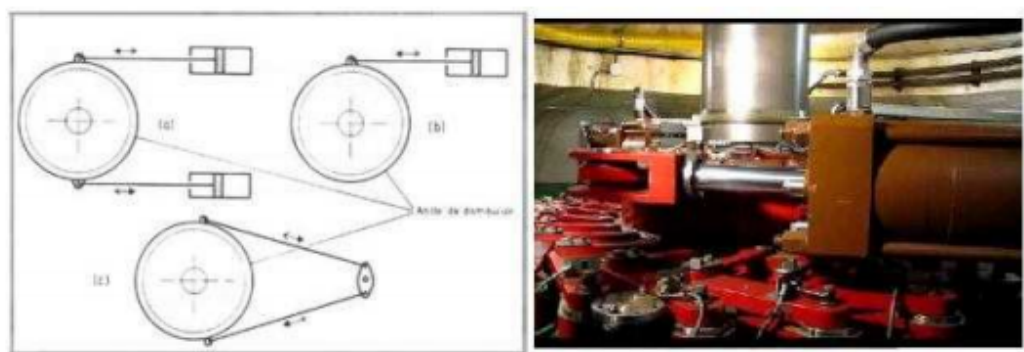


Figura 22. Servomotor del anillo distribuidor.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

- **Anillo distribuidor.** Se encarga de proporcionar el movimiento, simultáneo, de los alabes directrices y por medio de este movimiento, permitiendo variar la cantidad de agua que pasa a través de él.



Figura 23. Anillo distribuidor de la turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

- **Bielas.** Son los encargados de realizar la conexión entre el anillo distribuidor y los ejes de los alabes. Dichas bielas no poseen una unión directa con el anillo distribuidor, ya que esta se realiza por medio de otras bielas llamada fusibles. En el otro extremo, se tiene una unión rígida con el eje del alabe, mediante el empleo de chavetas.

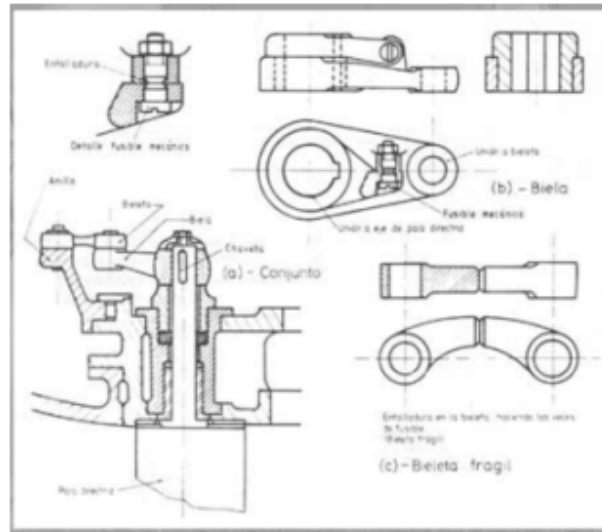


Figura 24. Bielas del distribuidor.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

- **Rodete.** Es la pieza que recibe directamente la energía hidráulica presente en la masa de agua y la transforma en energía mecánica de giro. En los grupos de generación verticales, se ubica en el extremo inferior del eje de la turbina y debe posicionarse concéntricamente al anillo distribuidor.

Se compone de una estructura central (núcleo), alrededor del que se disponen los alabes, unidos solidariamente. Al igual que en el anillo distribuidor, el número de alabes del rodete, varía dependiendo del tamaño del mismo y puede estar entre 12 y 21 alabes. Los procesos de fabricación más comunes para este elemento en la actualidad, son la fundición y la soldadura, ya que con dichos procesos se evita sin la utilización de pernos, chavetas o accesorios similares.



Figura 25. Rodete de una turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

En la actualidad, gran parte de los rodetes, junto con sus alabes se fabrican en acero inoxidable, aunque todavía se pueden encontrar elementos de este tipo fabricados en bronce. La longitud y la inclinación de los alabes, con respecto al eje de la turbina depende del caudal que se maneje y de las características del salto, principalmente.

Con base en el desarrollo alcanzado por los entendidos en el tema, se puede afirmar que el número de álabes del rodete debe de ser diferente al número de álabes directrices en el distribuidor, con el fin de evitar que se produzcan vibraciones en el sistema.

Otro de los componentes principales del rodete es el Difusor, cono de rueda, cono deflector o cono de dispersión. Dicho cono tiene por objeto, evitar la formación de remolinos, para eliminar los choques entre las columnas de agua que pasan por el

rodete. Los comportamientos descritos (torbellinos y choques de agua), son perjudiciales para el buen funcionamiento de los rodetes, ya que aumentan de las pérdidas en el sistema y disminuyen la vida útil de la turbina por la presencia de problemas de cavitación.

- 2. Tubo de aspiración.** Es un conducto, generalmente acodado, que une a la turbina con el canal descarga. Tiene por objeto, conservar la energía cinética del agua a la salida del rodete.

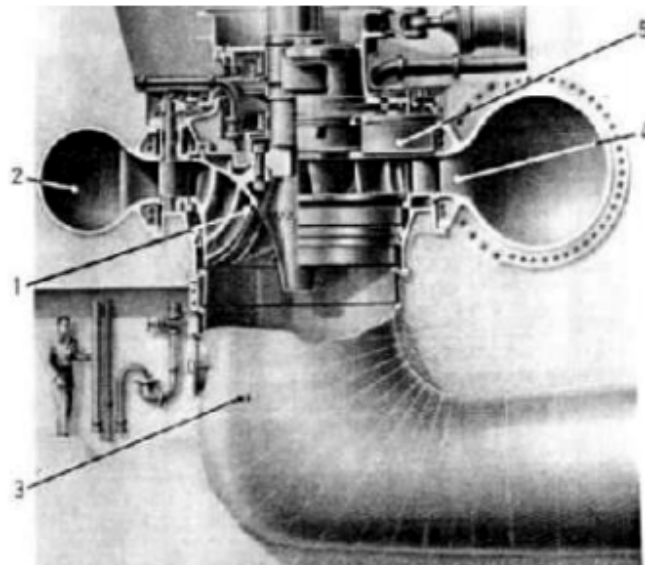


Figura 26. Tubo de aspiración de una turbina Francis.

Fuente: Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (Consultado: 25/09/2016).

Este contiene al cono de aspiración, en su primera etapa (unión con la turbina), y contiene las entradas, para facilitar la labor de mantenimiento por parte de los operarios.

Continúa al cono de aspiración se localiza la parte acodada de la conducción, la cual puede fabricarse en acero aleado o en hormigón. Por último al final del tubo de aspiración se encuentra un tramo que puede ser de sección circular o rectangular. Se debe aclarar que en aplicaciones en las que se emplee la sección rectangular debe fabricarse en hormigón. Por otro lado, los tramos de la conducción con riesgo de cavitación deben fabricarse en acero aleado.

5.3 Definición de potencia hidráulica.

La definición de potencia hidráulica es la energía derivada del movimiento y presión de un líquido en particular, tal como agua o aceite. Actualmente, la energía hidráulica es ampliamente utilizada en muchas industrias de todo el mundo. Para evitar el riesgo de lesiones, se debe tener cuidado al utilizar máquinas operación de potencia hidráulica.

Características

La fuerza hidráulica se transmite de alimentación de la circulación controlada del fluido a presión a un motor que convierte la potencia mecánica capaz de hacer el trabajo. Los sistemas hidráulicos tienden a tener una mayor flexibilidad con respecto a los sistemas eléctricos y mecánicos. Los sistemas hidráulicos producen más energía que otros sistemas de tamaño similar.

Aplicaciones

Hay numerosas aplicaciones de potencia hidráulica. Los sistemas hidráulicos proporcionan una respuesta rápida y precisa a los controles. Esta es una de las características que hacen que los sistemas hidráulicos de potencia, son ampliamente utilizados en muchas industrias, incluyendo las industrias de las industrias automotriz y aeroespacial, construcción y maquinaria pesada.

Sistemas hidráulicos

Un depósito, bombas hidráulicas, válvulas y actuadores son las partes principales de un sistema hidráulico. Hay varios tipos de bombas hidráulicas, incluyendo bombas de engranajes, bombas de paletas, bombas de pistones axiales, bombas de pistones radiales y bombas gerotor. Engranajes y bombas de paletas son sencillas y de bajo costo, las bombas de pistones axiales permiten variar el flujo de salida de presión de salida automática. Las bombas son gerotor bomba de media presión de manera eficiente, las bombas de pistones radiales se utilizan para la alta presión, aplicaciones de bajo caudal.

Motores

Hay dos tipos básicos de motores utilizados en sistemas hidráulicos: motores lineales y rotativos. Los motores lineales se utilizan cuando se necesita una alta fuerza para moverse en una línea recta. Cilindros de freno de automóviles y aviones de control equipados con motores lineales. Equipos, máquinas de impresión, accionamientos de husillo y motores de excavación todo el uso de rotación hidráulica. La aplicación normalmente dicta qué tipo de motor se utilizará en el dispositivo hidráulico.

Presión

Las bombas hidráulicas utilizan la energía hidráulica para la producción de altas cantidades de presión en libras por pulgada cuadrada (psi). La presión se mide también en la "barra", en el que una de las barras es igual a 100 000 newton por metro cuadrado. Algunas bombas hidráulicas son adecuadas para trabajar en determinados intervalos de presión. La bomba de engranajes y bomba de paletas por ejemplo, son ideales para la producción de presiones por debajo de 3000 psi o 200 bar. Bombas de pistones radiales son capaces de producir presiones de hasta 650 bar.

6. METODOLOGIA

6.1 información de grupo generador existente necesaria para el diseño.

La lubricación forzada de los cojinetes de una turbina es necesaria para evitar daños debidos a desgastes o excesivo calentamiento del metal, antes de comenzar el rodado de la turbina es necesario levantar el grupo generador, se enciende la unidad hidráulica de potencia justo antes de iniciar el rodado para generar una película de aceite que evita el contacto metal metal.

Para seleccionar la unidad hidráulica de potencia se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tiempo de obtención de la película de aceite (TG)= 1 - 2 s.
- Diámetro exterior Cojinete (Dc) = 600 mm.
- Diámetro exterior eje (De)= 300 mm.
- Espesor de la película de aceite requerida (Ea)= 3 mm.
- Peso del grupo generador (W)= 310 Ton.
- Alimentación disponible = 440 VAC (Potencia) y 24 VDC (control)

6.2 Procedimiento para diseño de unidad hidráulica de potencia para un sistema de lubricación forzada para una turbina Francis de eje vertical.

El procedimiento se plantea desde la incidencia del presente sistema, con el adecuado funcionamiento del grupo generador y de las implicaciones económicas y legales de un mal funcionamiento del mismo; el diseñador deberá garantizar que el funcionamiento del sistema de lubricación forzada pueda accionarse en cualquier situación. Según lo anterior, el equipo final deberá contener un sistema de bombeo principal y otro de

respaldo, que puedan ser operados desde el control general de la central de generación.

Cuando el grupo generador esté en proceso de arranque o paro el sistema de control emitirá, cuando corresponda, la orden de arranque a uno de los sistemas de bombeo, tomando así el aceite proveniente de la cuba del cojinete superior. Dicho aceite debe pasar a través de un filtro de succión, antes de llegar a la bomba hidráulica, para evitar el atascamiento de la misma ante la presencia de partículas de gran tamaño

Al llegar a la bomba hidráulica, el aceite es obligado a seguir por la conducción y a pasar a través de un segundo filtro denominado, filtro de descarga o de Presión. Luego, el aceite llega al acumulador hidroneumático hasta que se comprime su vejiga y alcanza una presión suficiente para comenzar a elevar el cojinete de empuje del generador, fluyendo entre los segmentos y el collar o "runner", generando así entre estas dos partes de la máquina la película de lubricante necesaria para el arranque o paro seguro y confiable de la misma, hasta que el sistema de control de la orden de detención al sistema de bombeo.

Para la protección de las bombas y los diferentes componentes del sistema, el equipo debe contar con un dispositivo que evite que las bombas arranquen con carga. Dicho dispositivo se denomina sistema de venteo y funciona conectando la línea principal de presión con la de retorno al tanque sumidero para que el aceite recircule por el sistema, sin elevar su presión. Luego de unos segundos este dispositivo corta la conexión al reservorio, permitiendo que el sistema incremente la presión hasta un valor que equilibre la restricción que este encuentre.

Además del sistema de venteo, el equipo cuenta con un suiche de presión mínima o presostatos, a la salida de cada una de las bombas. Estos tienen como función realizar la intermitencia del funcionamiento de los sistemas de bombeo ante una posible falla. Es decir, que si pasado determinado tiempo después de dar la orden de arranque a una de las bombas, el sistema no levanta presión, entonces el control da la orden de paro a esta bomba y da la orden de arrancar a la otra.

Complementando el sistema de seguridad del equipo, la descarga de cada una de las bombas está protegida contra una posible sobrepresión por medio de una válvula de seguridad.

El sistema de bombeo está compuesto por una bomba hidráulica de caudal positivo acoplada al actuador primario, que generalmente es alimentado con energía eléctrica. Esta configuración junto a los elementos utilizados para la unión, como son acoples flexibles y campanas autocentrantes, reciben el nombre de conjuntos motorbomba.

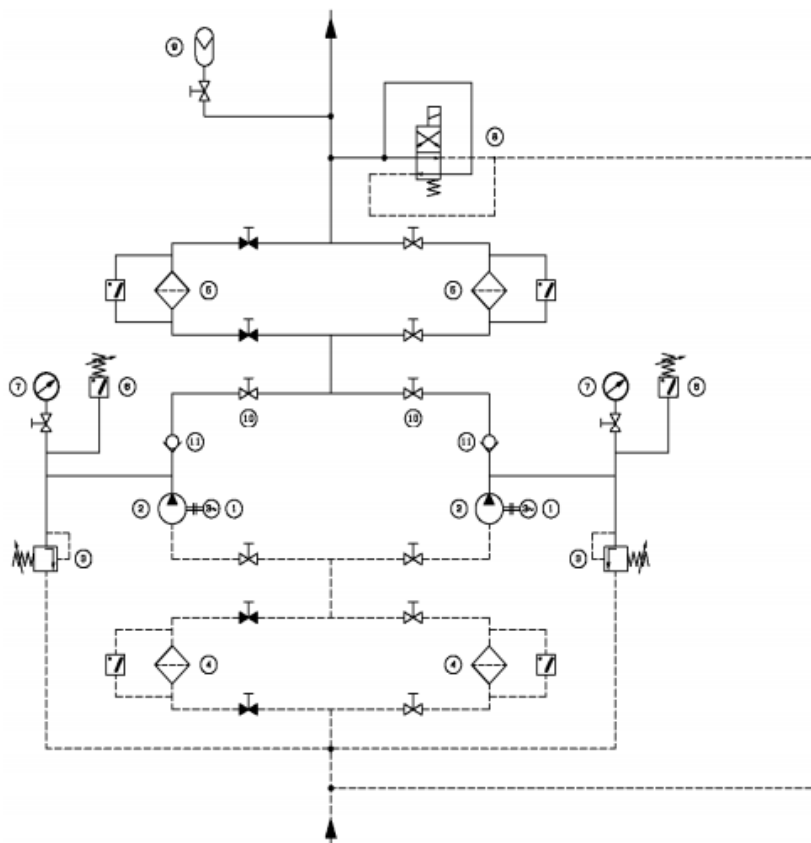


Figura 27. Esquema hidráulico sistema de lubricación forzada

Con las siguientes formulas podemos hallar las variables para iniciar un diseño de una unidad hidráulica de potencia iniciamos con el principio pascual el cual es aplicable sistema de la misma índole

6.2.1. Cálculos de caudal requerido

Con base a las formulas generales para los fluidos y los datos dimensionales del cojinete de empuje (Dc y De) y el tiempo de obtención de la película de aceite (TG); podemos encontrar el caudal requerido:

$$Qt = \frac{V}{T}$$

$$Qt = (0.0043) \frac{Ea (in) * \pi * (Dc^2 * De^2) (in^2)}{4 * Tg (Seg)}$$

Ecuación 1

Con QT: caudal requerido [GPM], V: volumen de aceite requerido [G], TG: tiempo de obtención de la película de aceite [min.], Ea: espesor de la película de aceite [in], D c: diámetro externo cojinete [in] y De: diámetro externo eje [in].

6.2.2. Cálculos de presión de trabajo

Presión de Trabajo (PT). Al igual que en el cálculo del caudal requerido (QT), para la definición de la presión de trabajo se tienen en cuenta los datos dimensionales del cojinete de empuje (D c y D e), además del peso del grupo generador (W):

$$Pt = \frac{W}{A} , A = \frac{\pi * (Dc^2 - De^2) (in^2)}{4}$$

$$Pt = \frac{4 * W (Lbf)}{\pi * (Dc^2 - De^2) (in^2)}$$

Ecuación 2

Con PT: presión de trabajo [PSI], W: Peso del grupo generador [Lb], Dc: diámetro externo cojinete [in] y De: diámetro externo eje [in].

Condiciones del lado de succión. Como se mencionó anteriormente, este equipo tomará el aceite de una cuba existente en sitio. Dicha cuba se encuentra a un nivel superior de la succión de la bomba. Lo anterior garantiza el llenado de la aspiración, bajo condiciones normales de operación, además de evitar que se dé el fenómeno de succión negativa que podría averiarla.

6.2.3. Cálculos de potencia del motor

Para la selección del motor que se encargará de accionar la bomba, se debe calcular la potencia que debe entregar el sistema hidráulico, ya que este valor corresponde, con el valor mínimo que debe tener la potencia del motor. De acuerdo con lo anterior se tiene que la potencia hidráulica está dada por la siguiente expresión:

$$\text{potencial del motor} = \frac{Qt \text{ (GPM)} * Pt \text{ (PSI)}}{1456.9 * (\text{Eficiencia de motores electricos})}$$

Ecuación 3

Con: Potencia hidráulica [HP], QT: Volumen requerido [GPM], PT: presión de trabajo [PSI] y Ω : rendimiento volumétrico, el cual generalmente se toma como 0,85, para efectos de cálculo

6.2.4. Selección de componentes hidráulicos

Con los valores de caudal (QT), presión (PT) y potencia (HP) en contrados en los anteriores apartados, ya se pueden definir en un 90% los componentes del sistema de bombeo de la unidad de lubricación forzada. Ahora solo resta la selección de los elementos encargados del acople entre la bomba hidráulica y el motor eléctrico.

Los elementos de conexión habituales, en esta parte del sistema hidráulico, son los acoples (flexibles o rígidos), que se encargan de la transmisión del movimiento de giro del motor a la bomba hidráulica. Además se emplean campanas autocentrantes para garantizar la linealidad del eje del motor con relación al de la bomba.

Con base en las instrucciones del cliente, el tipo de acople será flexible, ya que este puede absorber pequeños desalineamientos que se puedan presentar durante el proceso de ensamble del equipo.

La selección de estos componentes depende de los tamaños constructivos del motor y la bomba empleados, además de la configuración de montaje que estos utilicen. De acuerdo con lo anterior se verificarán en la siguiente sección, junto a la selección de los demás componentes del sistema de bombeo.

Con base en los datos obtenidos en las anteriores secciones y teniendo en cuenta los altos requerimientos de disponibilidad y confiabilidad del equipo, se procede con la homologación de los elementos del sistema de bombeo en catálogos de marcas que cumplan los siguientes criterios:

- Altas especificaciones técnicas.
- Respaldo suficiente y reconocimiento en el mercado.
- De fácil consecución en el medio, tanto en repuestos como en asesoría técnica.
- Costos moderados que se ajusten al presupuesto del cliente.
- Tiempos de entrega dentro de los plazos de ejecución.

6.2.5. Cálculos de selección de diámetros de tuberías.

Una vez definida la bomba a utilizar y la presión de trabajo, se procede a determinar el diámetro mínimo requerido en las tuberías, para el flujo del aceite a través de ellas.

Para este cálculo se toman como base la ley de Bernoulli y la teoría para la determinación del número de Reynolds, el cual da cuenta del tipo de flujo que presenta el

fluido, al interior de la tubería, en virtud de la velocidad a que este se desplace y la presión a la cual se encuentre.

Este cálculo cobra gran relevancia, toda vez que busca asegurar que el fluido permanezca en un movimiento laminar, logrando de esta manera disminuir las pérdidas de energía en el sistema, para obtener la mayor eficiencia del mismo.

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente y con base en la experiencia pueden tomarse como referencia los siguientes datos:

- Velocidad recomendada línea de succión: 1.5 m/ s.
- Velocidad recomendada línea de retorno: 2.0 m/ s.
- Velocidad recomendada línea de presión:
Hasta 725 PSI = 4.0 m/ s Hasta 1,450 PSI = 4.5 m/ s
Hasta 2,175 PSI = 5.0 m/ s Hasta 2,900 PSI = 5.5 m/ s

Además partiendo de la siguiente expresión:

$$Q = V * A$$

Ecuación 4

Dónde:

Q: Caudal; V: velocidad de flujo y A: Área de la sección de la tubería.

Se puede obtener la siguiente expresión para hallar el diámetro interno de las tuberías que se deben emplear:

$$Q = V * \pi R^2 \rightarrow R^2 = \frac{Q}{V * \pi} \rightarrow R = \sqrt{\frac{Q}{V * \pi}} = \sqrt{\frac{Q \text{ (Caudal de la bomba)}}{V \text{ (Vel. recomendada)} * \pi}}$$

Ecuación 5

Con Q: en [m³/ s], V: en [m/ s].

Por otro lado, partiendo del criterio estético y de la información suministrada por el cliente, sobre los tamaños de tubería existente en sitio; encontramos que los tamaños que arrojan los cálculos son demasiado pequeños y que a pesar de cumplir con los requerimientos hidráulicos, son susceptibles de avería, ya que los equipos y herramientas que se encuentran en el entorno de las centrales de generación son de gran tamaño.

6.2.6. Filtro de succión.

Como se mencionó anteriormente, este filtro debe situarse antes de la bomba para que la protejan de la contaminación por partículas de gran tamaño que puedan agolparse en el tanque sumidero. Cabe anotarse que de una buena selección de la calidad de filtración de acuerdo a al grado de resistencia a la contaminación de los componentes del sistema hidráulico puede aumentar la vida útil de los mismos.

En vista que la bomba empleada para este equipo es de engranajes ideal para equipos hidráulicos, elemento altamente resistente a la contaminación en comparación con otros tipos de bomba, y a la necesidad de emplear filtros de presión a la descarga de la bomba, debido al grado de filtración con el que debe ingresar el aceite al cojinete, se selecciona un grado de filtración en la succión de 100 µm.

Como complemento al grado de filtración, para la selección del filtro de succión se puede utilizar el tamaño de la conexión de aspiración de la bomba.

6.2.7. Filtro de presión.

Se puede encontrar la aplicación que nos guía durante el proceso de selección y le permite al diseñador encontrar la referencia más adecuada para su aplicación, solo con el ingreso de las variables de trabajo del circuito hidráulico.

Los datos necesarios son los siguientes:

- Tipo de filtro
- Tipo de conexión
- Tipo de montaje
- Presión de operación
- Caudal de trabajo
- Grado de filtración
- Viscosidad
- Presión diferencial
- Tipo de fluido
- Sin válvula de by-pass
- Elemento filtrante estándar

6.2.8. Válvula de alivio.

Para la selección de este componente, se debe tener en cuenta la presión a la que trabajará el sistema, para poder determinar el rango de seguridad en el cual se deberá ajustar la válvula. Por regla general esta válvula deberá ser tarada a una presión superior a la de operación del sistema en un porcentaje entre el 10% y el 15%.

Por otro lado se debe considerar el caudal de trabajo para la determinación del tamaño de válvula.

6.2.9. Sistema de arranque y paro en vacío.

Debido al tamaño de los motores y a especificaciones del cliente, el sistema de lubricación forzada, deberá contar con un sistema que le permita arrancar y parar, durante su operación, sin carga. Por ello se implementará un sistema de venteo que le permite controlar, al operador del equipo, cuando debe aplicarse la carga. Es decir, que mientras el operador no dé la orden, el aceite permanecerá recirculando al tanque sumidero.

Este sistema se compone de una electroválvula 4/2 vías, retorno por resorte, montada y conectada de tal manera que mientras no reciba señal eléctrica para su conmutación, mantiene la comunicación entre la línea principal de presión y la línea de retorno al tanque. Este sistema hace referencia al componente 8 de la figura 27.

Para la selección de la válvula 4/2 asociada al sistema, se tiene en cuenta la recomendación del cliente su alimentación de voltaje, por el banco de baterías que se tiene en la planta para los dispositivos de seguridad, ante la pérdida de la alimentación general. Por lo demás, solo es necesario tener en cuenta el caudal de operación del sistema y la presión a la que este operará.

6.2.10. Acumulador hidráulico.

Este componente hace parte del sistema de seguridad del equipo, ante la pérdida de alimentación eléctrica de los motores. Como se mencionó anterior mente este elemento se encarga de almacenar energía hidráulica, para su uso cuando el sistema lo requiera.

Para este utilizamos la siguiente ecuación:

$$\Delta V = Vt (\theta 2 - \theta 1) (\beta - 3\alpha)$$

Ecuación 6

Dónde:

Vt: Volumen de la tubería (Litros); $\varnothing 1$: Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$); $\varnothing 2$: Temperatura Mínima ($^{\circ}\text{C}$); β : Coeficiente dilatación cubica del fluido ($1/^{\circ}\text{C}$); a: Coeficiente dilatación lineal tubería ($1/^{\circ}\text{C}$).

6.2.11. Componentes de aislamiento.

Para la selección de estos componentes como son las válvulas cheque y de corte, solo se tienen en cuenta los tamaños de tubería seleccionados y la presión a la que debe operar el sistema

Con esto se concluye la selección de los componentes principales del sistema de lubricación forzada y solo quedará pendiente definir el bastidor del equipo y la forma de soportar los componentes en este.

7. RESULTADOS

7.1 Diseño de unidad hidráulica de potencia para un sistema de lubricación forzada para una turbina Francis de eje vertical.

Teniendo en cuenta los datos suministrado por el cliente en el numeral 6.1 información de grupo generador existente necesaria para el diseño se obtiene los resultados de todas las variables siguiendo el paso a paso del procedimiento de diseño estipulado en el anterior numeral, estos los puedes ver en la siguiente tabla :

CALCULOS HIDRAULICOS DE SISTEMA DE LUBRICACIÓN FORZADA			
DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDADES	
TIEMPO DE PELICULA	1	SEG	
Ø EXT COJINETE	600	mm	
Ø EXT EJE	300	mm	
ESP DE PELICULA DE ACEITE	3	mm	
W GRUPO GENERADOR	310	TON	
CAUDAL	9,96	GPM	SE UTILIZA LA ECUACIÓN 1
PRESIÓN	2079,6	PSI	SE UTILIZA LA ECUACIÓN 2
POTENCIA	16,72	HP	SE UTILIZA LA ECUACIÓN 3
Ø TUBERIA DE SUCCIÓN	12	mm	SE UTILIZA LA ECUACIÓN 5 (V= 1,5 m/s)
Ø TUBERIA DE PRESIÓN	7	mm	SE UTILIZA LA ECUACIÓN 5 (V= 5 m/s)
ACUMULADOR	2,3	LITROS	SE UTILIZA LA ECUACIÓN 6

Tabla 4. Cálculos hidráulicos de sistema de lubricación forzada

Ya obtenidos los valores de diseño procedemos a la selección de los componentes hidráulicos.

Bomba Hidráulica:

Marca: Pedro Roquet
Referencia: 1PLA36DE10B
Caudal a 1800 RPM: 10 GPM
Presión máxima de operación: 3600 PSI
Tipo de montaje: SAE A, 2 tornillos.

Debido a que no se tiene una bomba comercial con el caudal obtenido en el cálculo se selecciona la más cerca y que cumpla todas las condiciones.

Motor Eléctrico:

Marca: Siemens
Referencia: 1LA7134-4YA70
Velocidad de giro: 1800 RPM
Alimentación: 440 VAC
Consumo de corriente: 41,4 A
Tipo de montaje: Horizontal.
Accesorios: Platillo tipo B5

Este motor es seleccionado por la potencia obtenida en los cálculos anteriormente ejecutados con una característica de montaje de platillo tipo B5 para utilizar campana Autocentrante.

Acople Flexible:

Marca: IHN
Referencia: HE-30
Velocidad de trabajo: 1800 rpm
Tipo de montaje bomba: SAE A, dos tornillos
Tamaño constructivo motor: 132S/ M
Material: Aluminio

Este se selecciona por las RPM y potencia del motor también se debe tener en cuenta los diámetros de los ejes de la bomba y del motor.

Campana Autocentrante:

Marca: IHN

Referencia: HL-13

Tipo de montaje bomba: SAE A, dos tornillos

Tamaño constructivo motor: 132S/ M

Esta se selecciona por la norma de fijación de la bomba esta cumple con la norma SAE A y con el Tamayo del motor.

Diámetros de tubería:

Aplicando los cálculos anteriores se obtienen los siguientes tamaños de tubería:

- Línea de succión: Ø 12 mm
- Línea de presión: Ø 7 mm

Se debe mencionar que no se realiza el cálculo para la línea de retorno debido a que esta es independiente del equipo que se está diseñando.

De acuerdo con lo anterior y con el ánimo de reducir las pérdidas en el sistema, aún más, se emplearán los siguientes tamaños de tubería:

- Línea de succión: Ø 28 mm
- Línea de presión: Ø 22 mm

Como el cliente posee actualmente tubería milimétrica norma DIN con sello por anillo cortante en sus equipos, se empleará este mismo de tubería en la marca Voss.

Filtro de succión:

Marca: Kompass

Referencia: SOT-08-S1-2

Caudal máximo de operación: 10 GPM

Presión máxima de operación: 100 PSI

Tipo de montaje: En línea con roscas hembra de 1" NPT

Como complemento al grado de filtración, para la selección del filtro de succión se puede utilizar el tamaño de la conexión de aspiración de la bomba.

Con base en lo anterior se seleccionó el filtro cuyas características se pueden verificar en el Anexo 1.

Filtro de presión:

Debido a que la línea abandera, en lo relacionado con los elementos de filtración de alta especificación, en la empresa es Mahle Industrial Filtration; se toma el software ofrecido por dicha marca, en su página web para la selección del filtro de Presión.

Para acceder al software mencionado, se debe ingresar al siguiente link:

http://www.industriefiltrationkatalog.mahle.com/industrial_filtration/catalogAndCalculation/filter/

Se siguen los lineamientos estipulados en el procedimiento del numeral 6.2

- Tipo de filtro: Filtro de Presión
- Tipo de conexión: en línea
- Tipo de montaje: Individual (Single)
- Mahle estándar
- Presión de operación: 145 Bar (2100 PSI)
- Caudal de trabajo: 38 LPM (10 GPM)
- Grado de filtración: 10 µm
- Viscosidad: 68 mm²/s
- Presión diferencial: 1 Bar
- Tipo de fluido: HLP

- Sin válvula de by-pass
- Elemento filtrante estándar

Válvula de alivio:

Con base en lo anterior y teniendo la premisa de la optimización del espacio, se opta por la selección de una válvula con las siguientes características, ver Anexo 1

Se tiene en cuenta lo estipulado en el numeral 6.2

Marca: Kompass

Referencia: CVA-06-H

Caudal máximo de operación: 31,7 GPM

Presión máxima de operación: 3500 PSI

Rango de ajuste: 1000 – 3000 PSI

Tipo de válvula: Cartucho insertable

Válvula de venteo:

De acuerdo con lo anterior en el numeral 6.2, se opta por la siguiente válvula:

Marca: Bosch Rexroth

Referencia: 4WE10D3X

Caudal máximo de operación: 31,7 GPM

Presión máxima de operación: 4570 PSI

Alimentación: 125 VCC

Tipo de válvula: Modular TN 10

Acumulador hidráulico:

El tamaño de este componente fue definido directamente por el cliente, en 2,5 L. Luego de verificar la disponibilidad de dicho tamaño de acumulador, se llegó a la conclusión de emplear uno, cercano por encima, al solicitado. De acuerdo con lo anterior se seleccionó el siguiente acumulador:

Marca: EPE Italiana

Referencia: AS3P330CG0

Volumen nominal: 3 L

Presión máxima de operación: 4786 PSI

Tipo de conexión: Rosca hembra.

Válvula cheque:

Este componente es seleccionado siguiendo los lineamientos del numeral 6.2

Marca: Kompass

Referencia: CI T-06-A1

Caudal máxima de operación: 26 GPM

Presión máxima de operación: 5000 PSI

Tipo de montaje: En línea con rosca hembra de ¾" NPT.

Válvula de corte:

Este componente es seleccionado siguiendo los lineamientos del numeral 6.2

Marca: Voss

Referencia: 0367000000

Caudal máxima de operación: 26 GPM

Presión máxima de operación: 3500 PSI

Tipo de montaje: En línea con rosca hembra G3/4"

7.2 Diseño del bastidor y distribución de los componentes

El cliente estipula dentro de sus especificaciones lo siguiente:

“El soporte donde se montarán y ensamblarán los diferentes componentes de cada una de las unidades de potencia hidráulica deberá ser construido en forma de L. Sobre la lámina horizontal deben ir montadas las motobombas y sobre la lámina vertical, en la parte frontal, deben ir montados todos los otros componentes. La parte posterior de esta lámina vertical puede ser utilizada para parte de los accesorios de conexión de los diferentes componentes, pero sin exceder el largo de los perfiles en “U” de la base del soporte”.

Con lo anterior se puede considerar totalmente definida la forma del bastidor, por lo tanto solo queda pendiente la definición de sus dimensiones.

Para la determinación de las dimensiones correspondientes se tuvieron en cuenta los tamaños de cada uno de los componentes y los espacios mínimos requeridos por los accesorios de conexión y las tuberías.

Luego de hacer las verificaciones correspondientes se procede con la generación de un plano de conjunto que sirva de base para el proceso de ensamble del equipo, dicho plano se puede verificar en el Anexo 2.

8. CONCLUSIONES.

- La información suministrada por el cliente fue suficiente para la selección de los componentes principales del equipo.
- Los criterios metodológicos para la selección de los componentes de un sistema de lubricación forzada para el cojinete de empuje de una turbina Francis, que se presentan en este trabajo, pueden aplicarse para el dimensionamiento de los diferentes componentes de un sistema hidráulico cualquiera.
- La manera en que se presenta este trabajo, le permite a los profesionales que no han tenido ningún contacto con sistemas hidráulicos, adquirir los conceptos suficientes para entender su funcionamiento.
- Debido a los altos costos que le puede acarrear a las empresas generadoras de energía, los paros no programados, es muy importante utilizar componentes que garanticen la confiabilidad y disponibilidad de los equipos que son susceptibles de ocasionar dichos paros.
- El diseño de circuitos oleohidráulicos, se hace cada vez más factible, debido a que los fabricantes de componentes suministran el software adecuado, para la selección de los componentes correctos.
- Los datos obtenidos durante los cálculos de las variables del sistema se acercan bastante a los de los elementos estándar seleccionados, por ello no fue necesario editarlos para ver su efecto en las condiciones de operación.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cortez, M., Adalberto, B., Erazo D. (1993). Prensa Hidráulica. Proyecto de graduación. Universidad Don Bosco. El Salvador.

García, A. (2002). Oleohidráulica. Interamericana de España. Madrid.

French, R.H. (1998). Hidráulica de canales abiertos. McGraw Hill. México.

Mataix, C. (1978). Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Harla. México.

Sotelo, A.G. (1977) Hidráulica General. Limusa. México.

GALEANO, DAVID, Manual de Operación y control de la planta playas. San Carlos Antioquia. EPM. 134 P.

Fuente: Recuperado de: <http://matquiz.files.wordpress.com/2011/04/los-tringulos-ok.jpg>. (Consultado: 02/12/2016).

Fuente: Recuperado de: <http://www2.ib.edu.ar/becaib//cd-ib/trabajos/Barrera.pdf>. (Consultado: 20/02/2016)

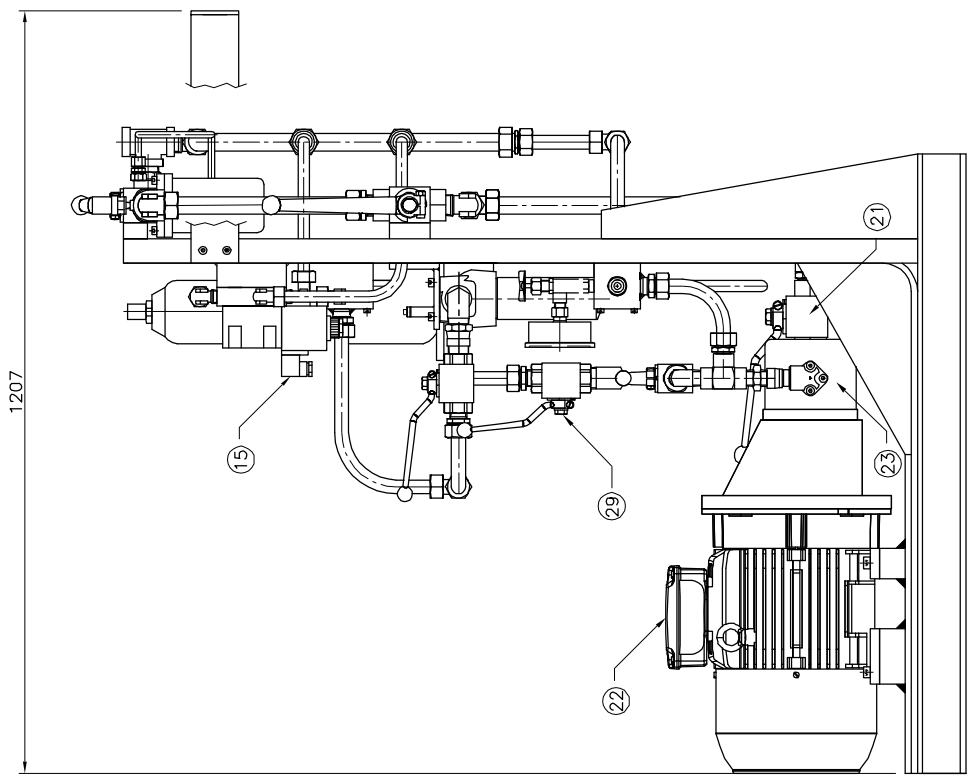
Fuente: Recuperado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/principio01.htm> (Consultado: 15/02/2016)

Fuente: Recuperado de:
<http://campus.fortunecity.com/duquesne/623/home/prensa/prensa.htm>
(Consultado: 22.02.2016)

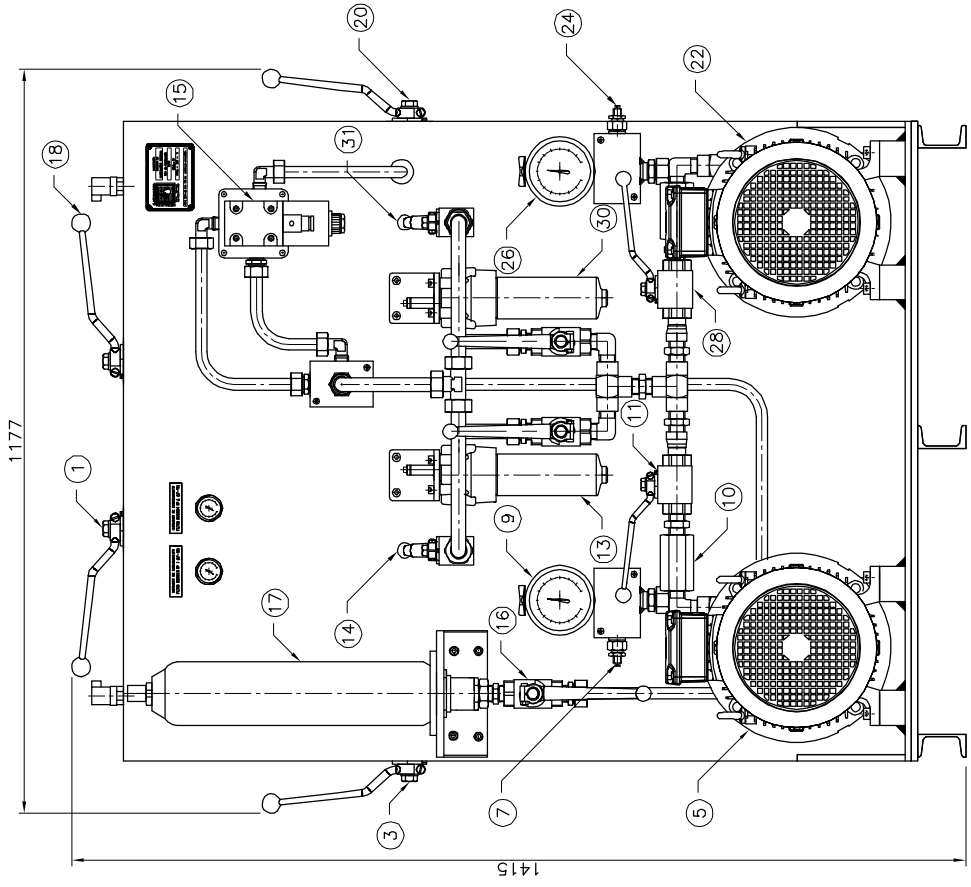
10. ANEXOS

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN (UNIDAD 1)	DATOS DE DISEÑO	OBSERVACIONES
1	LF-01	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G1	MARCA: VOSS, REF: 0368000000
2	LF-02	FILTRO DE SUCCIÓN TIPO SPIN ON	Q=400GPM, 10 Um P=100PSI	MARCA: KOMPASS, REF: SOT-08-S2-2
3	LF-03	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G1	MARCA: VOSS, REF: 0368000000
4	LF-04	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G1	MARCA: VOSS, REF: 0368000000
5	LF-05	MOTOR 3Ø 15 HP A 1800RPM	220VAC, 43 A	MARCA: SIEMENS; REFERENCIA: 1 LA7 134-4YA70
6	LF-06	BOMBA DE ENGRANAJES MONTAJE DIN PUERTOS BRIDADOS	3600PSI, 9.5GPM	MARCA: ROQUET, REF: 1PLA36DE10B
7	LF-07	VÁLVULA DE ALIVIO TIPO CARTUCHO	4500PSI, 31.7GPM	MARCA: KOMPASS; REFERENCIA: CVA-06-H
8	LF-08	VÁLVULA AISLADORA DE MANÓMETRO	5000PSI, 053GPM	MARCA: KOMPASS; REFERENCIA: GCTL-02
9	LF-09	MANÓMETRO	0-3000PSI, Ø4"	MARCA: FTB, REF: 3307135
10	LF-10	CHEQUE EN LÍNEA	5000PSI, 26GPM	MARCA: KOMPASS; REFERENCIA: CIT-06-A1
11	LF-11	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000
12	LF-12	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000
13	LF-13	FILTRO DE PRESIÓN	21GPM, 3045PSI	MARCA: MAHLE, REF: PI 3108-015
14	LF-14	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000
15	LF-15	ELECTROVÁLVULA 4/2 CETOP 05 A 125VDC	31.7GPM, 3500PSI	MARCA: REXROTH, REF: 4WE10D3X
16	LF-16	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000
17	LF-17	ACUMULADOR	3 l, 4786PSI	MARCA: EPE, REF: AS3P330CGO

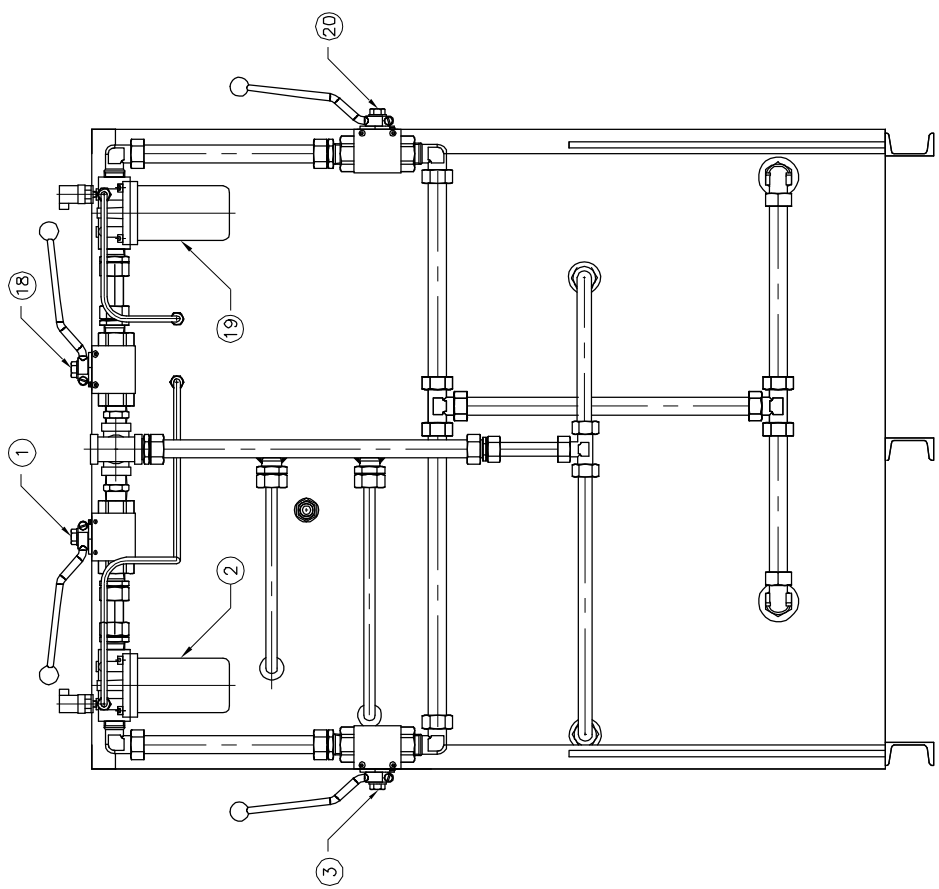
ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN (UNIDAD 2)	DATOS DE DISEÑO	OBSERVACIONES
18	LF-18	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G1	MARCA: VOSS, REF: 0368000000
19	LF-19	FILTRO DE SUCCIÓN TIPO SPIN ON	Q=400GPM, 10 Um P=100PSI	MARCA: KOMPASS, REF: SOT-08-S2-2
20	LF-20	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G1	MARCA: VOSS, REF: 0368000000
21	LF-21	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G1	MARCA: VOSS, REF: 0368000000
22	LF-22	MOTOR 3Ø 15 HP A 1800RPM	220VAC, 43 A	MARCA: SIEMENS; REFERENCIA: 1 LA7 134-4YA70
23	LF-23	BOMBA DE ENGRANAJES MONTAJE DIN PUERTOS BRIDADOS	3600PSI, 9.5GPM	MARCA: ROQUET, REF: 1PLA36DE10B
24	LF-24	VÁLVULA DE ALIVIO TIPO CARTUCHO	4500PSI, 31.7GPM	MARCA: KOMPASS; REFERENCIA: CVA-06-H
25	LF-25	VÁLVULA AISLADORA DE MANÓMETRO	5000PSI, 053GPM	MARCA: KOMPASS; REFERENCIA: GCTL-02
26	LF-26	MANÓMETRO	0-3000PSI, Ø4"	MARCA: FTB, REF: 3307135
27	LF-27	CHEQUE EN LÍNEA	5000PSI, 26GPM	MARCA: KOMPASS; REFERENCIA: CIT-06-A1
28	LF-28	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000
29	LF-29	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000
30	LF-30	FILTRO DE PRESIÓN	21GPM, 3045PSI	MARCA: MAHLE, REF: PI 3108-015
31	LF-31	VÁLVULA DE BOLA	3500PSI, G3/4	MARCA: VOSS, REF: 0367000000



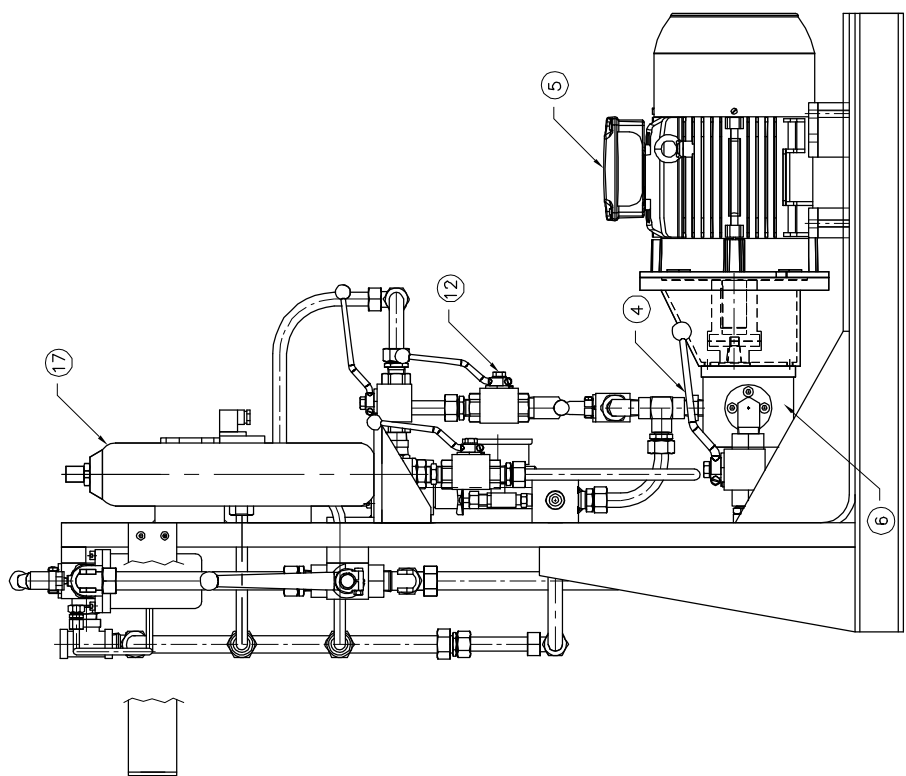
VISTA LATERAL DERECHA



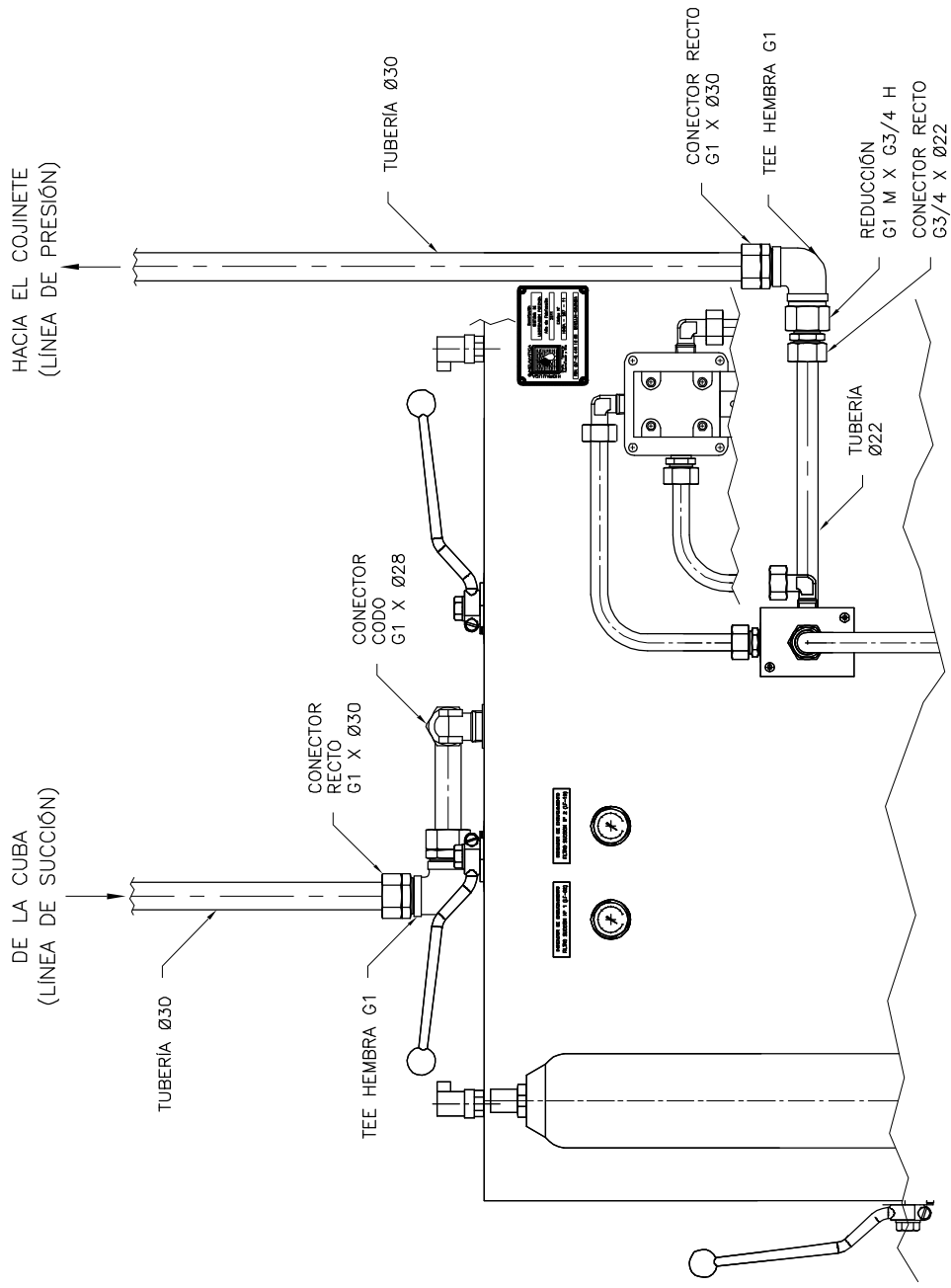
VISTA FRONTAL



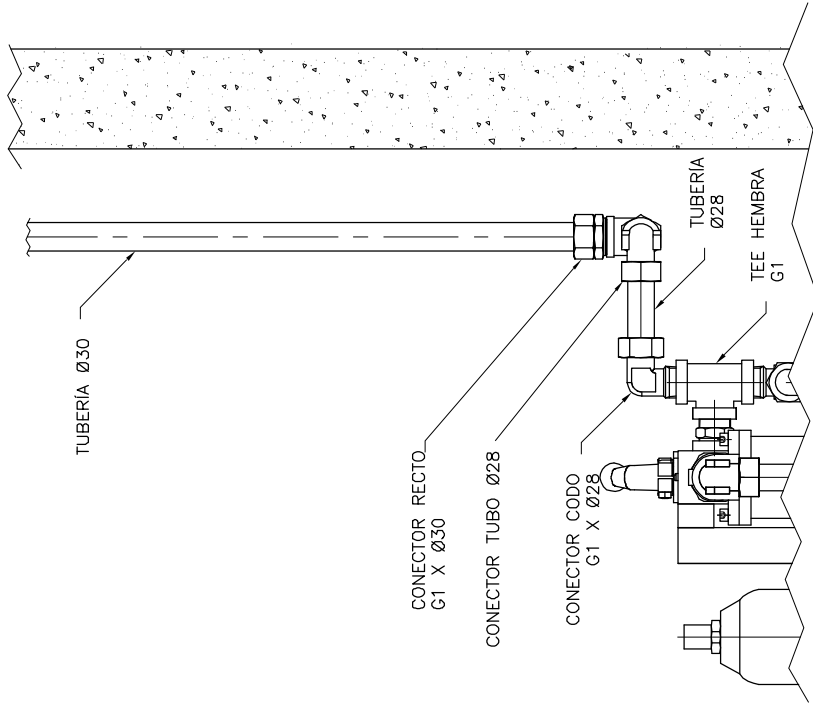
VISTA POSTERIOR



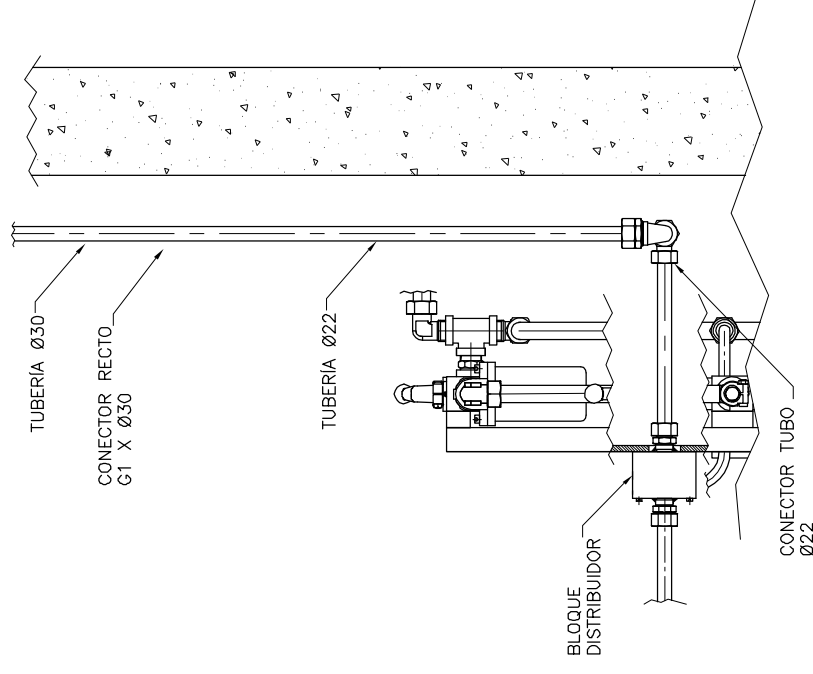
VISTA LATERAL IZQUIERDA



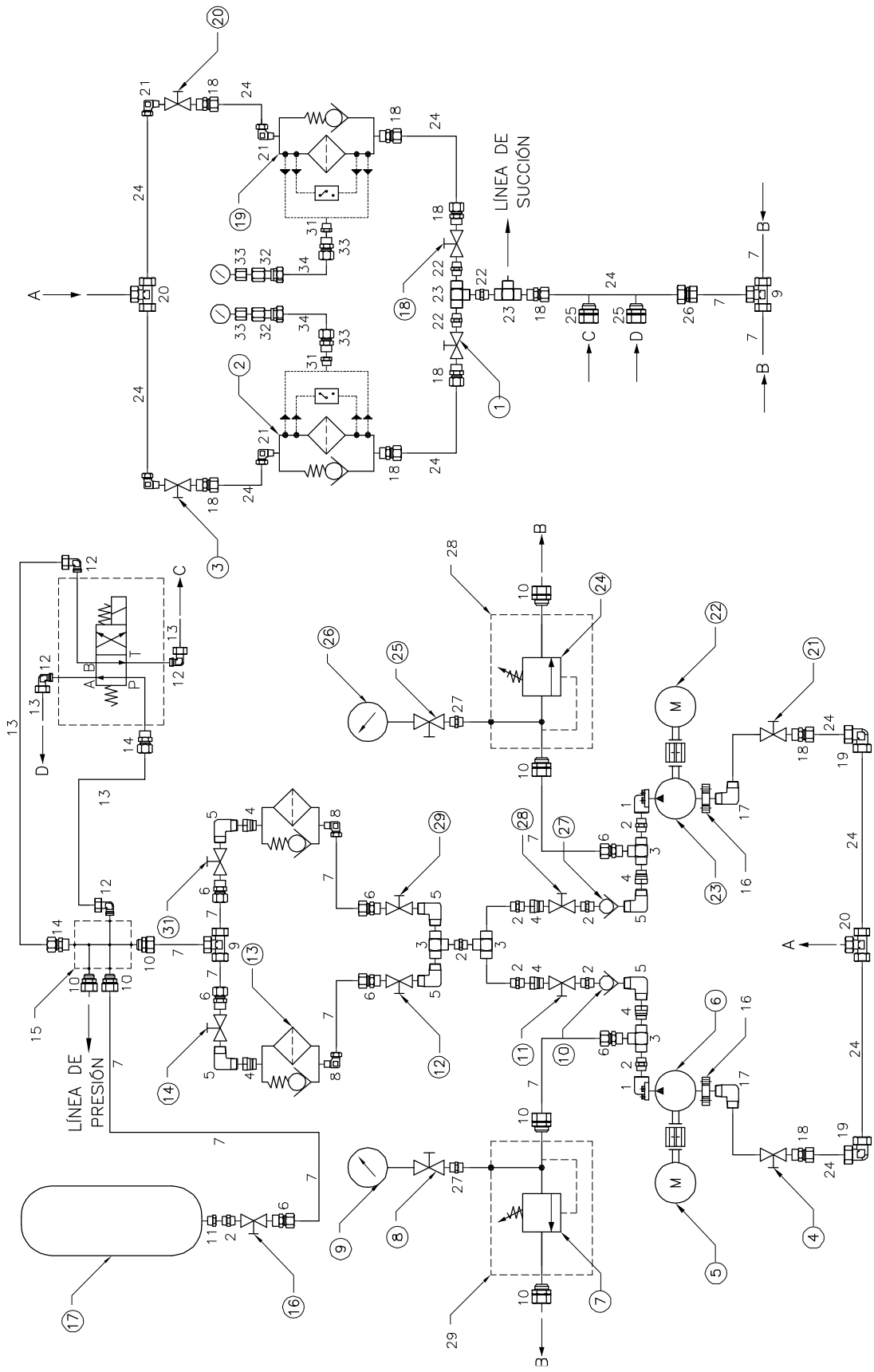
DETALLE LINEAS DE SUCCIÓN Y PRESIÓN-VISTA FRONTAL

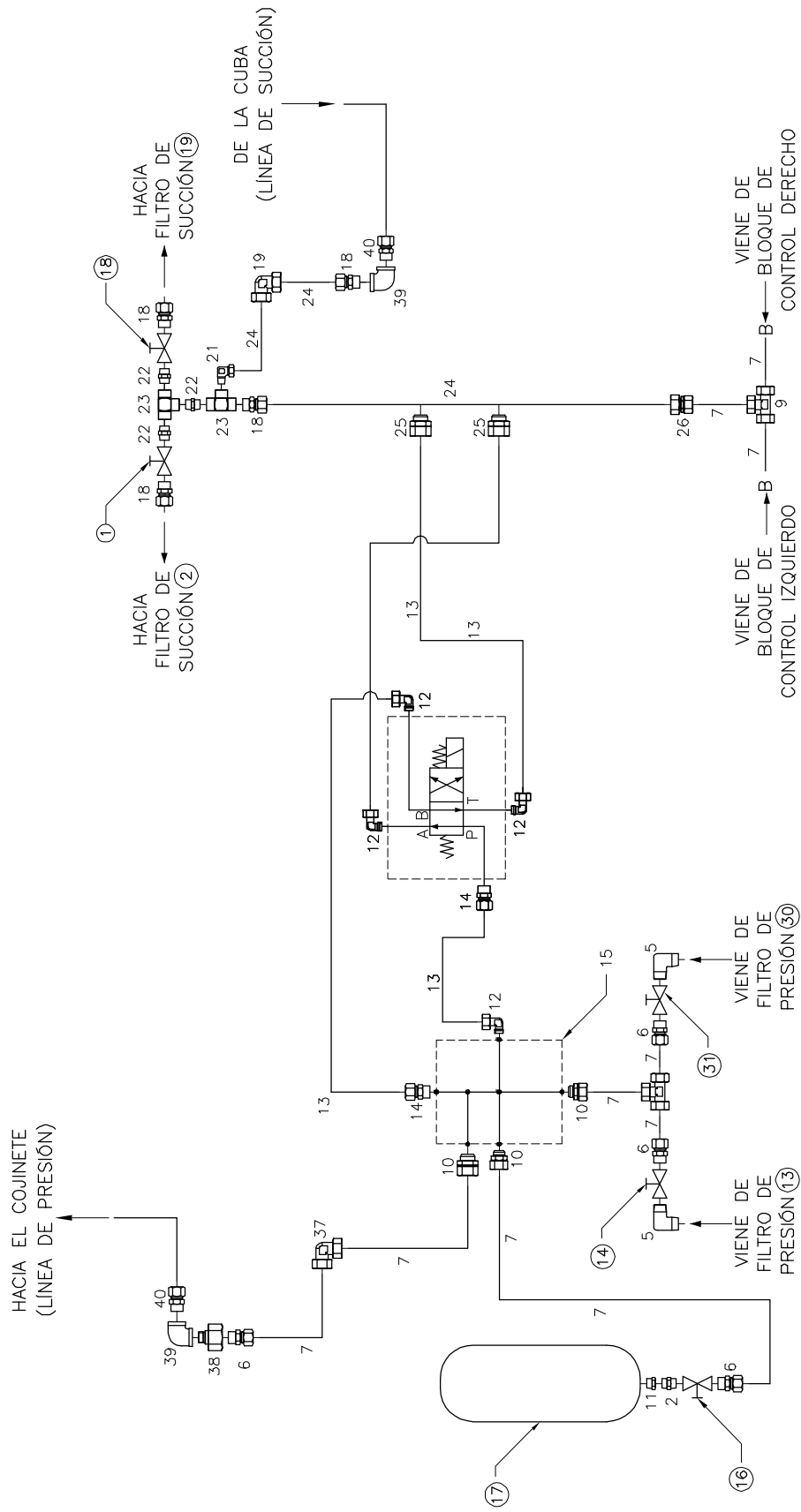


DETALLE LINEA DE SUCCIÓN-VISTA LATERAL DERECHA
ESC 1:5



DETALLE LINEA DE PRESIÓN-VISTA LATERAL DERECHA
ESC 1:7.5





DETALLE LINEA DE SUCCIÓN

DETALLE LINEA DE PRESIÓN

	LISTADO ACCESORIOS HIDRÁULICOS	REFERENCIA	CANTIDAD
1	Brida de Presión G3/4	AFRG040120	2
2	Racor recto 3/4 NPT M x 3/4 NPT M	2083-12-12	8
3	Tee Hembra 3/4 NPT	2090-12	4
4	Racor Recto 3/4 NPT M x 3/4 NPT H Copa Giratoria	2045-12-12	6
5	Racor Codo 3/4 NPT M x 3/4 NPT M	2085-12-12C	6
6	Conector Recto Ø22 x G3/4	011302007	8
7	Tubería Ø22x2.0	400561	
8	Conector Codo Ø22 x R3/4	0116342007	2
9	Conector Tee Ø22	0134302007	2
10	Conector Soldable Ø22	013930007	5
11	Reducción G1-1/4 M x G3/4 H	0149302000	2
12	Conector Codo Ø18 x 1/2 NPT	0118252007	4
13	Tubería Ø18x1.5	400461	
14	Conector Recto Ø18 x 1/2 NPT	0106252007	2
15	Bloque Distribuidor	CP-SL-UH-005	1
16	Brida de Succión	CP-SL-UH-008	2
17	Racor Codo 1" NPT M x 1" NPT M	2085-16	2
18	Conector Recto Ø28 x G1	0110352007	9
19	Conector Codo Ø28	012035007	3
20	Conector Tee Ø28	0134352007	2
21	Conector Codo Ø28 x G1	0118352007	6
22	Racor Recto 1" NPT M x 1" NPT M	2083-16	3
23	Tee Hembra 1" NPT	2090-16	2
24	Tubería Ø28x2.0	400661	
25	Conector Recto Soldable Ø18	013925007	2
26	Conector Reductor Tubo Ø28 - Tubo Ø22	0112362007	1
27	Racor Recto 1/2 NPT M x 1/4 NPT M	2083-08-04	2
28	Bloque De Control Derecho	CP-SL-UH-006	
29	Bloque De Control Izquierdo	CP-SL-UH-007	1
30	Subplaca Cetop 05	CP-SL-UH-011	1
31	Racor Recto 1/8 NPT M x 1/4 NPT H	P006-1	2
32	Conector para Manómetro en en Tubo	0142102007	4
33	Reducción Cilindrica 1/4 H x 1/8 H	0209500015W00	2
34	Tubería Ø10x1.5	400216	
35	Tapón 3/8 NPT Bristol	1085009	4
36	Tapón 1/2 NPT Bristol	1085012	2
37	Conector Codo Ø22	0120302007	1
38	Reducción G1 M x G3/4 H	0149242000	1
39	Tee Hembra G1		2
40	Conector Recto G1 x Ø30	1184112007	2

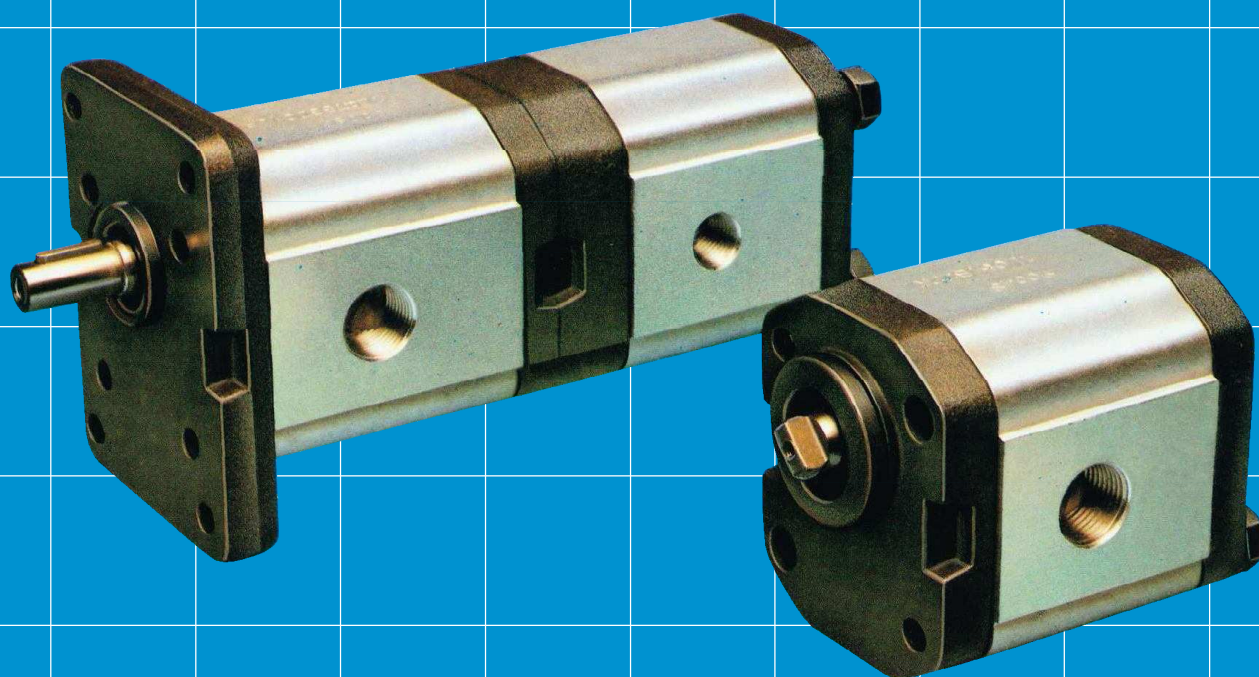


Roquet

**Componentes oleo-dinámicos
para instalaciones industriales**

*Hydraulic components
for industrial application*

02.04.01/03 01



Bombas de engranajes serie
Gear pumps type

PLA



Bomba engranajes Serie PLA Gear pump Type PLA

Nuestras bombas están equilibradas hidrostáticamente y provistas de reajuste lateral automático.

Se recomienda el empleo de aceite para instalaciones oleodinámicas con aditivos antiespumantes y de extrema presión.

Para obtener una larga vida, tanto del aceite como de la bomba es preciso trabajar entre una viscosidad de 3°- 8° E, según presiones de trabajo a una temperatura de 50° C.

Gama de temperaturas del fluido hidráulico -20° C + 80° C.

El apartado de filtraje es muy importante, ya que la mayoría de averías son debidas a la suciedad del aceite.

Recomendamos: filtraje en aspiración 125 µ mínimo. Filtraje en retorno 25 µ mínimo.

La mejor forma de accionamiento es de conexión directa por medio de un acoplamiento elástico, que permite un movimiento mínimo radial y axial de 0,3 a 0,4 mm., por lo que de esta forma quedarán absorbidas todas las vibraciones del motor que tanto perjudican la buena marcha de la bomba.

Los conductos de aspiración serán lo suficientemente dimensionados para que la depresión no exceda de 0,3 bars.

Conexión por bridas, rosca B.S.P. o métrica.

Sentido de giro derecha o izquierda, mirando la bomba por el lado del eje.

Antes de poner por primera vez la bomba en marcha, asegurarse que el sentido de giro es el correcto.

Presentamos en el apartado de bombas dobles, varios tipos de fijación con sus ejes más normales. No obstante se podrán construir bombas dobles con las mismas fijaciones que las simples y sus ejes correspondientes.

Estas consideraciones también son válidas para bombas triples y cuádruples que podemos fabricar.

NOTA IMPORTANTE: (Sólo conexión tipo «R»)

En versión estándar y como fijación en las tomas laterales, disponemos las mismas con rosca B.S.P.

Para las bombas de 24 a 36 cm³/v. la aspiración estará roscada a 3/4 B.S.P. y la presión a 1/2 B.S.P.

Las bombas de 44 y 56 cm³/v. la aspiración estará roscada a 1 B.S.P. y la presión a 3/4 B.S.P.

Our pumps are hydrostatically balanced and have automatic lateral adjustment.

We recommend the use of the oil for oil-dynamic installations with antifoaming additives and for extreme pressure.

To obtain extended pump life it is necessary to work with oil viscosities between 3°- 8° E, relating to working pressure and at a temperature of 50°C.

Oil temperature range -20°C + 80°C.

Filtration is extremely important since most problems are due to oil contamination.

Filtration recommended on suction line: 125 µ minimum.

Filtration recommended on return line: 25 µ minimum.

The most efficient drive method is by means of axial flexible coupling, with minimum 0,3 - 0,4 mm. radial and axial movement, thus reducing the effects of vibration and maintaining maximum efficiency of the pump.

The suction pipes should be large enough to ensure that cavitation does not exceed 0,3 Bar.

Connection by side flange, threaded B.S.P. or metric.

Rotation direction: Clockwise or anti-clockwise when facing the shaft end.

Before starting the pump, make sure the direction of rotation is correct.

This range of tandem pumps have in addition to the mounting flanges shown, flanges and shafts interchangeable with single pumps.

This applies also to triple and quadruple pumps / motors which are available.

IMPORTANT NOTE: (Connection type «R» only)

Side ports threaded B.S.P. are available also as standard version. For pumps range of 24 to 36 cc/r, suction port is threaded at 3/4 B.S.P. and pressure port is threaded at 1/2 B.S.P. For pumps range of 44-56 cc/r., suction port is threaded at 1" B.S.P. and pressure port is threaded at 3/4 B.S.P.

NOMENCLATURA REFERENCIAS		1	PLA	36	D	B	19	F / V	2	- *	CODING SYSTEM	
Tipo - Type		1	Sin polea - Without pulley									Datos adicionales <i>Additional data</i>
		2	Con polea - With pulley									Caudal prioritario - Primary Flow
		6	Bomba con eje estriado para montaje en ZF Shaft section for mounting onto ZF									1 = 12 L/min. 2 = 16 " 3 = 22 " 4 = 27 "
Modelo - Model		PLA	Simple - Single									Taraje válvula limitadora <i>Relief valve pressure setting</i>
		PLL	Múltiple - Multiple-banked PLA+PLA									Fijo 1 = 5 a 80 bar Pre-set 2 = 80 a 175 bar 3 = 175 a 250 bar
		PLD	Múltiple - Multiple-banked PLA+L									Variantes con válvulas <i>Alternatives with valves</i>
		PLT	Múltiple - Multiple-banked PLA+LO									V = Válvula limitadora / Relief valve RC = Repartidor caudal / Priority flow valve
Caudal bomba a 1.500 RPM a 0 bar <i>Pump flow rate at 1500 RPM a 0 bar</i>												Formas conexión tomas <i>Port connection form</i>
Ver hoja técnica See technical data												
Sentido giro - Rotation sense		D	Derecha - Clockwise									Tipo bridas - Fixing flange
		I	Izquierda - Counterclockwise									01 - 09 - 10 - 19 - 23
		R	Reversible - Reversible									
Forma eje motriz <i>Driving shaft form</i>		A										
		B										
		C										
		D										
		E										
		G										
		I										
		J										
		K										
		H										
Tipo polea - Pulley type		P										
		S										
		T										

Datos técnicos hidráulicos
Hydraulic technical data

Caudal bomba <i>Pum Flow rate</i>	(L/min) 1.500 R.P.M.	36	45	54	66	84
Cilindrada <i>Displacement</i>	cm ³ /v cc/r	24	30	36	44	56
Presión máx. continua en <i>Cont. max. pressure</i>	bar	250		225	200	175
Presión máx. inter 5 seg. máx. <i>Intermitent max. pressure</i>	bar	275		250	225	200
R.P.M. a presión continua <i>R.P.M. at cont. pressure</i>		2.500		2.300		2.200
R.P.M. máximas <i>Max. R.P.M.</i>		3.000		2.800		2.600
Mínimas R.P.M. según presión <i>Min. R.P.M. at given pressures</i>	100 bar	500				
	175 bar	800	700		600	
	250 bar	1.500	900	×	×	

Diagramas de rendimientos volumétricos a 1.500 rpm.
Minimal volumetric efficiencies diagram at 1.500 rpm.

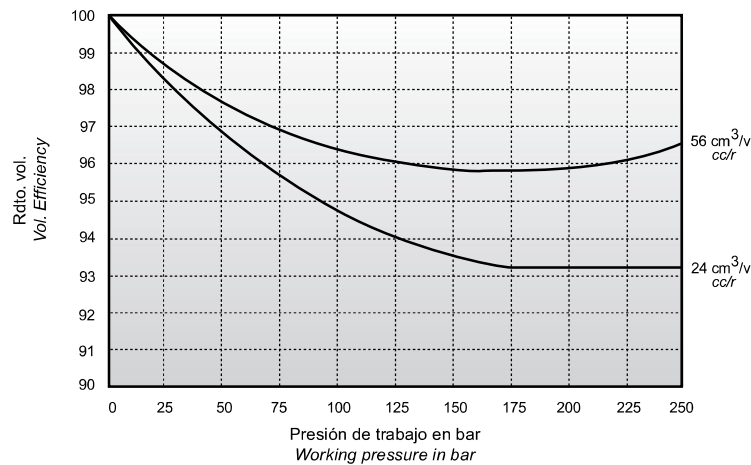
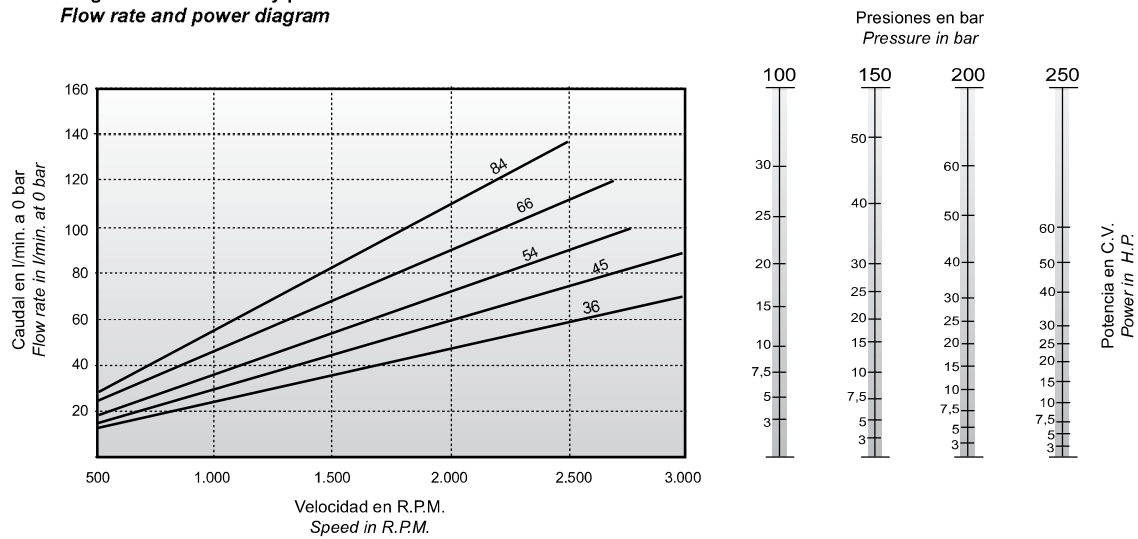


Diagrama de caudales y potencias
Flow rate and power diagram

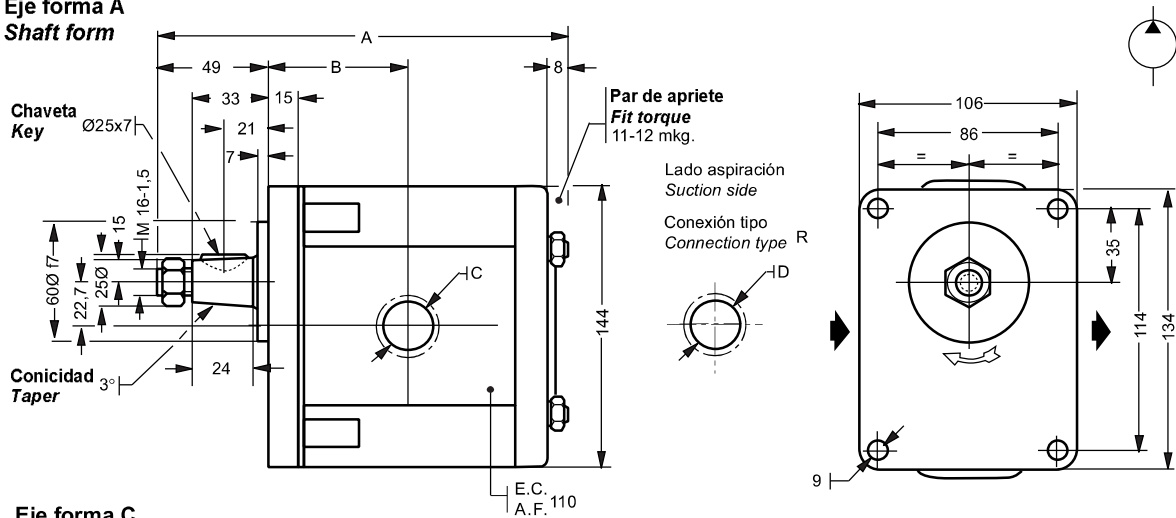


NOTA: Estos diagramas han sido obtenidos con un aceite de calidad ISO VG 46 y una temperatura de 50° C.

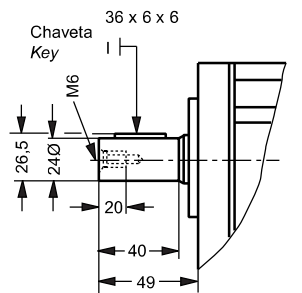
NOTE: The values shown in the above diagrams have been obtained using ISO VG 46 oil at 50° C.

Tapa tipo - Front flange type 01

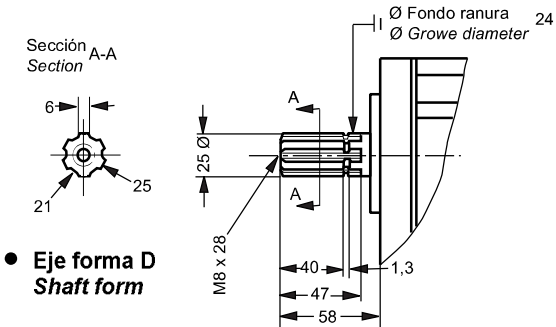
● Eje forma A
Shaft form



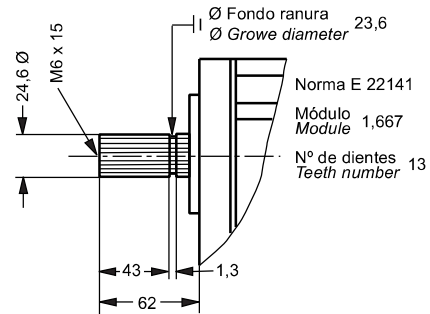
● Eje forma C
Shaft form



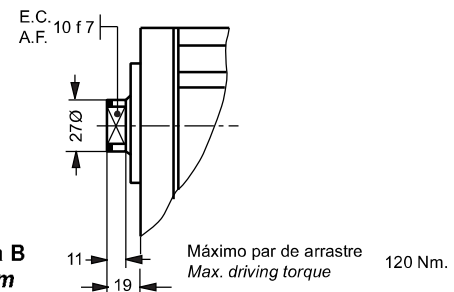
● Eje forma D
Shaft form



● Eje forma I
Shaft form



● Eje forma B
Shaft form



Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r	A	B	Presión Pressure C (BSP)	Aspiración Suction D (BSP)	Peso Weight kg
1PLA36D●01R	24	176,5	66	1/2	3/4	8,4
1PLA45D●01R	30	181,5	71			8,6
1PLA54D●01R	36	186,5				8,85
1PLA66D●01R	44	193	202,2	3/4	1	9,1
1PLA84D●01R	56	202,2				9,5

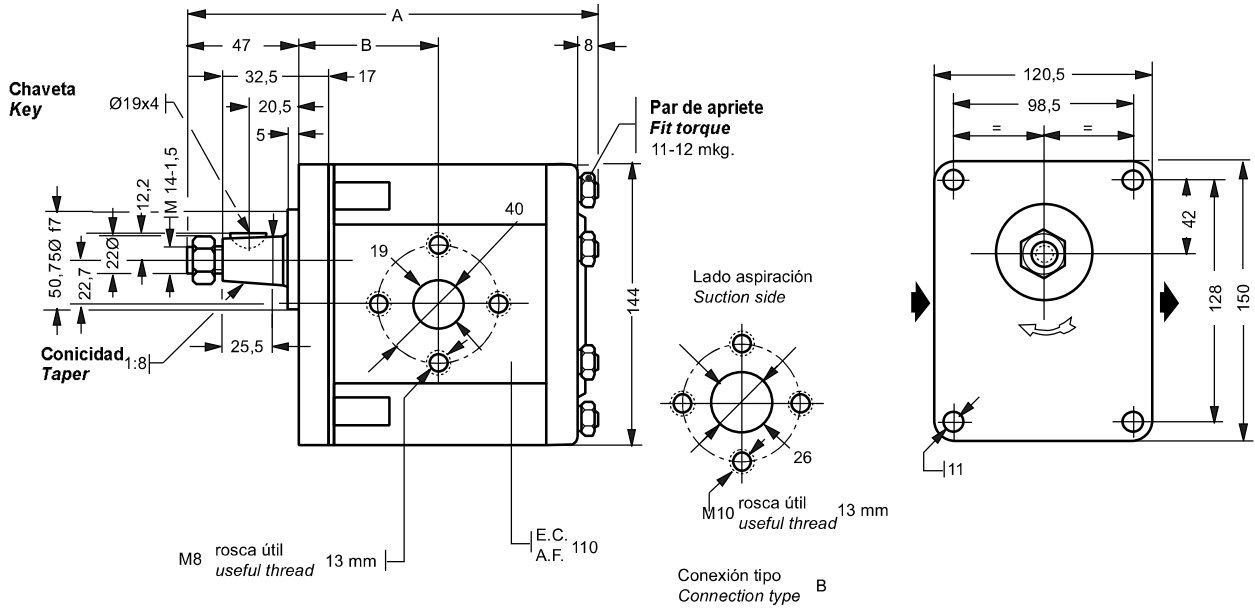
Para bombas reversibles conexión sólo R, las tomas serán iguales en ambos lados y las medidas corresponderán a la torma aspiración.
In the reversible pumps, threaded ports available "R" only, both ports same dimension that corresponds to the suction dimension.

El dibujo aquí representado indica que la bomba es de giro derecha, para giro izquierda se sustituirá la D de la referencia por una I, en este caso los orificios de aspiración y presión estarán invertidos.

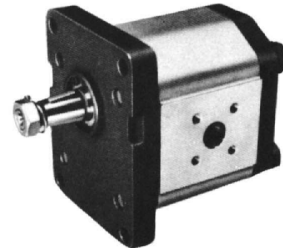
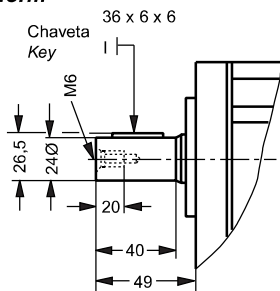
The drawing above shows a pump turning clockwise. For anti-clockwise rotation sense, replace "D" by "I", in which case suction and pressure ports shall be inverted.

Tapa tipo - Front flange type 10

Eje forma E Shaft form



● Eje forma C Shaft form



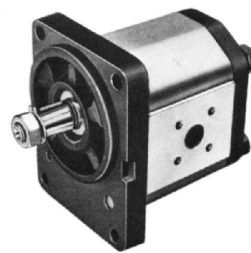
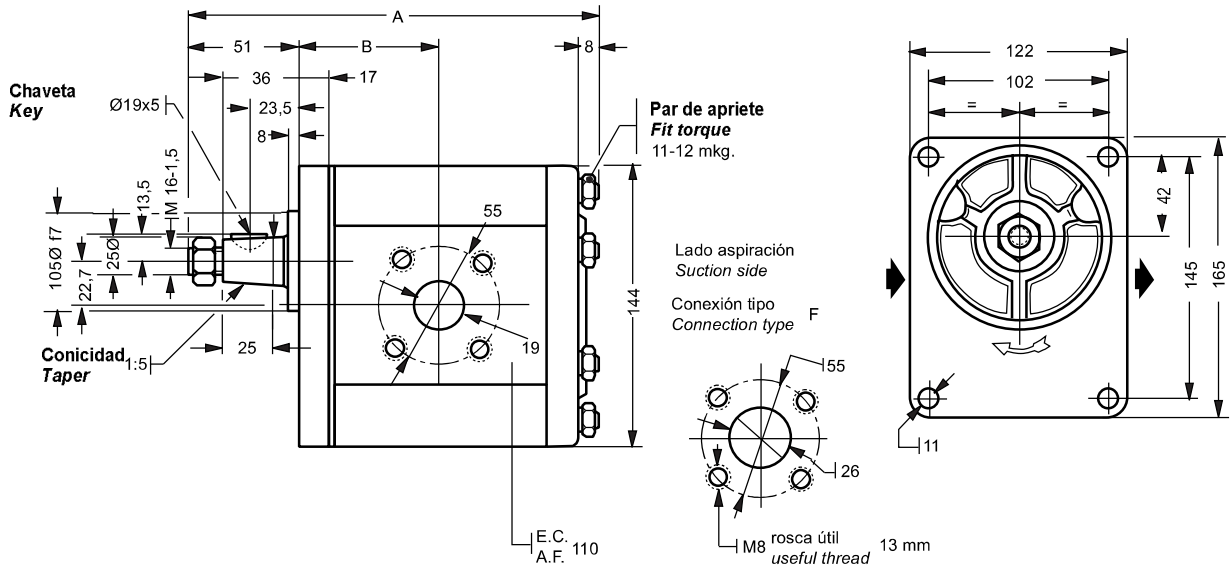
Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r	A	B	Peso Weight kg
1PLA36D▲10B	24	174,5	66	8,7
1PLA45D▲10B	30	179,5	71	8,9
1PLA54D▲10B	36	184,5		9,15
1PLA66D▲10B	44	191		9,4
1PLA84D▲10B	56	200,5		9,8

Para bombas reversibles conexión sólo R, las tomas serán iguales en ambos lados y las medidas corresponden a la toma de aspiración.
In the reversible pumps, threaded ports available "R" only, both ports same dimension that corresponds to the suction dimension.

El dibujo aquí representado indica que la bomba es de giro derecha, para giro izquierda se sustituirá la D de la referencia por una I, en este caso los orificios de aspiración y presión estarán invertidos.
The drawing above shows a pump turning clockwise. For anti-clockwise rotation sense, replace "D" by "I", in which case suction and pressure ports shall be inverted.

Tapas tipo - Front flange type 23

Eje forma J
Shaft form



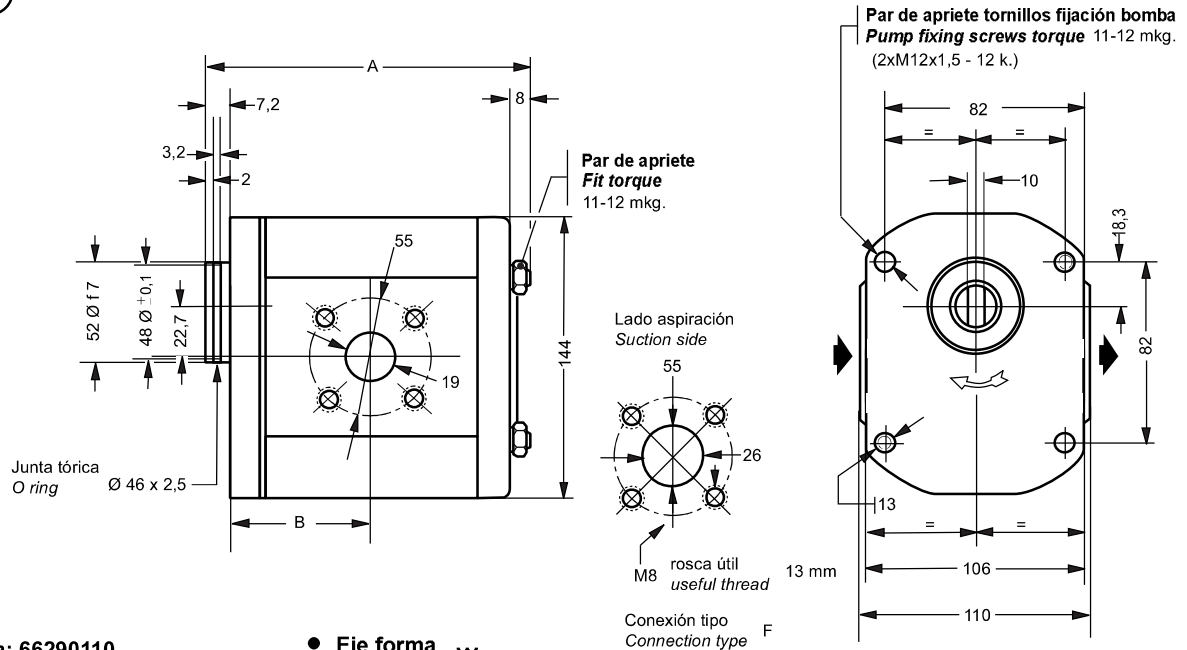
Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r	A	B	Peso Weight kg
1PLA36DJ23F	24	178,5	61	9,1
1PLA45DJ23F	30	183,5	64,5	9,3
1PLA54DJ23F	36	188,5	66,5	9,55
1PLA66DJ23F	44	195	69,5	9,8
1PLA84DJ23F	56	204,5	77	10,2

Para bombas reversibles conexión sólo R, las tomas serán iguales en ambos lados y las medidas corresponden a la toma de aspiración.
In the reversible pumps, threaded ports available "R" only, both ports same dimension that corresponds to the suction dimension.

El dibujo aquí representado indica que la bomba es de giro derecha, para giro izquierda se sustituirá la "D" de la referencia por una "I", en este caso los orificios de aspiración y presión estarán invertidos.

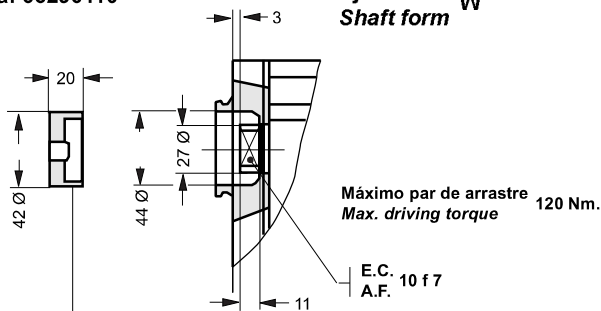
The drawing above shows a pump turning clockwise. For anti-clockwise rotation sense, replace "D" by "I", in which case suction and pressure ports shall be inverted.

Tapa tipo - Front flange type 19

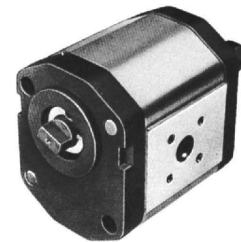


Rfa: 66290110

● Eje forma W
Shaft form



Requiere pedido por separado
To be ordered separately



Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r	A	B	Peso Weight kg
1PLA36DW19F	24	136	62	7,7
1PLA45DW19F	30	141	65,5	7,9
1PLA54DW19F	36	146	67,5	8,15
1PLA66DW19F	44	152,5	70,5	8,4
1PLA84DW 19F	56	162	78	8,8

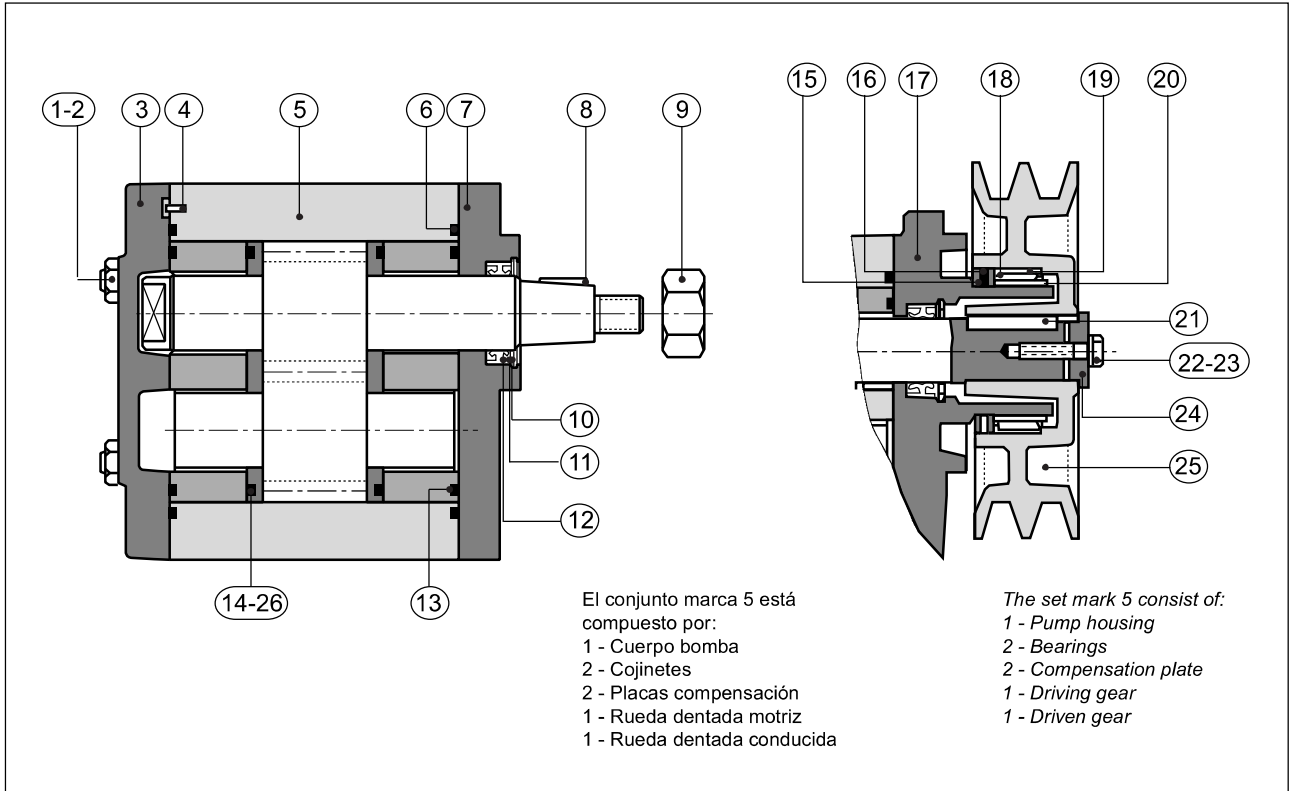
Para bombas reversibles conexión sólo R, las tomas serán iguales en ambos lados y las medidas corresponden a la toma de aspiración.
In the reversible pumps, threaded ports available "R" only, both ports same dimension that corresponds to the suction dimension.

El dibujo aquí representado indica que la bomba es de giro derecha, para giro izquierda se sustituirá la "D" de la referencia por una "I", en este caso los orificios de aspiración y presión estarán invertidos.

The drawing above shows a pump turning clockwise. For anti-clockwise rotation sense, replace "D" by "I", in which case suction and pressure ports shall be inverted.

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
1	Chaveta Key	8	Para bomba For pump 1PLA45DA01R



Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Espárragos Screws M12x1,5	4
2	Arandelas Washers DIN-679 7 Ø12	4
3	Tapa posterior Back cover	1
4	Pasador elástico Elastic pin DIN-1481 Ø3x10	1
5	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1
6	Juntas de tope Gasket	2
7	Tapa soporte bomba Flange	1
8	Chaveta Key	1
9	Tuerca eje bomba Shaft nut	1
10	Anillo elástico Circlip	1
11	Junta guía Guide gasket	1
12	Retén aceite doble Oil seal	1
13	Junta apoyo cojinete O ring	2

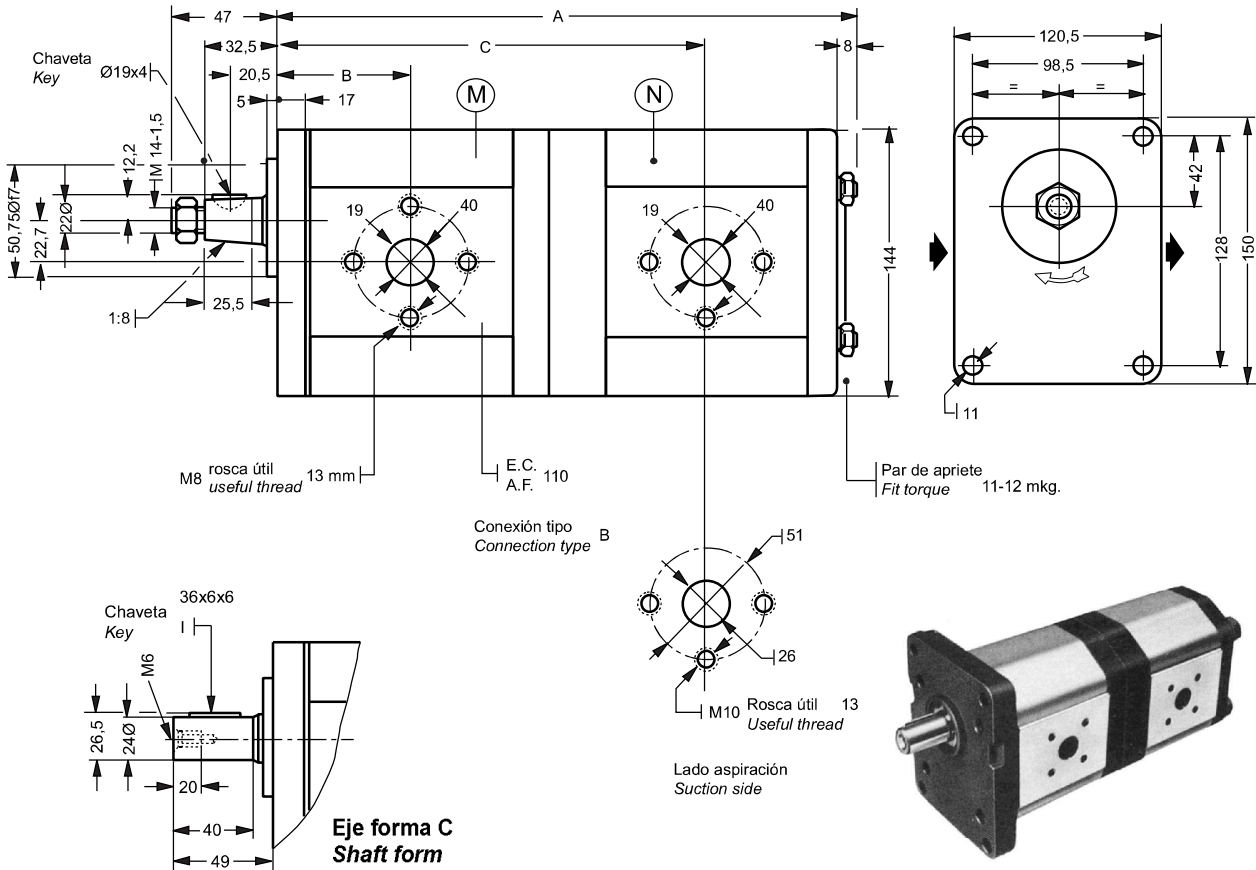
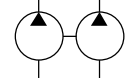
Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
14	Junta antiextrusión Anti-extrusion gasket	2
15	Soporte anillo obturador Back-up ring	1
16	Anillo obturador Ring	1
17	Tapa soporte bomba Flange	1
18	Cojinete agujas Needle bearing	1
19	Anillo cojinete Bearing ring	1
20	Anillo elástico Circlip	1
21	Chaveta plana Flat key	1
22	Tornillo Screw Din-931 M6X30	1
23	Arandela Washer	1
24	Tope polea Pulley	1
25	Polea Pulley	1
26	Junta compensación Gasket	2

El conjunto de juntas de recambios está compuesto por números
 The spare seals Kit is composed of parts No.

6-12-13-14-26

Eje forma E
Shaft forme

Tapa tipo
Front flange type 10



Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r		A	B	C	Peso Weight kg
	M	N				
1PLL36-36D▲10B	24	24	258	66	196,5	15
1PLL45-36D▲10B	30	24	263	71	201,5	
1PLL45-45D▲10B		30	268		206,5	
1PLL54-36D▲10B	36	24	268		71	211,5
1PLL54-45D▲10B		30	273			
1PLL54-54D▲10B		36	278			
1PLL66-36D▲10B	44	24	274,5	71	218	17
1PLL66-45D▲10B		30	279,5			
1PLL66-54D▲10B		36	284,5			
1PLL66-66D▲10B		44	291			
1PLL84-36D▲10B	56	24	284	71	222,5	18
1PLL84-45D▲10B		30	289			
1PLL84-54D▲10B		36	294			
1PLL84-66D▲10B		44	300,5			
1PLL84-84D▲10B		56	310			

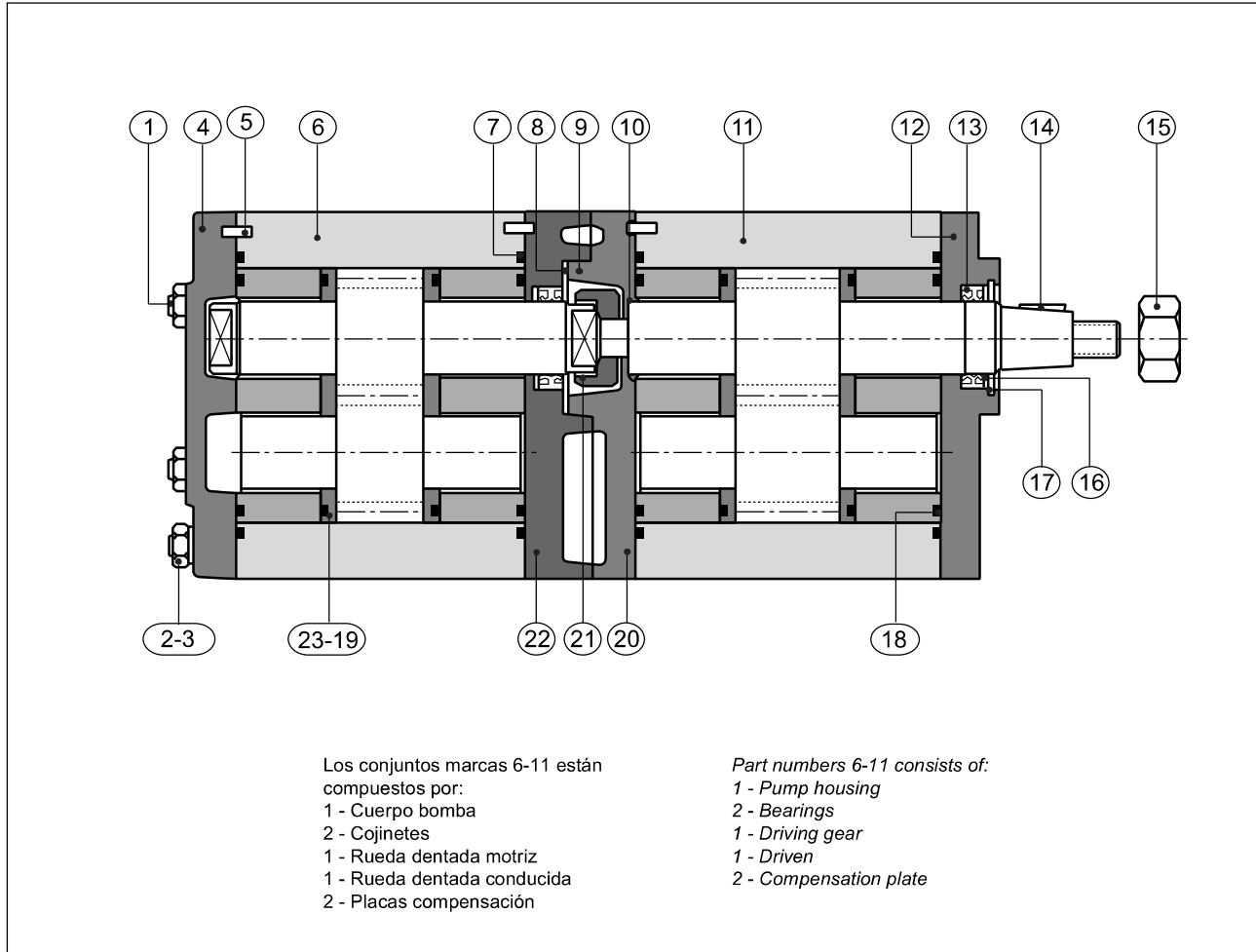
La potencia máxima que puede absorber esta bomba es de 40 C.V. a 1.500 r.p.m. trabajando las dos bombas conjuntamente.
This type of pump can absorb max 40 HP at 1500 r.p.m. when both pumps are working.

El dibujo aquí representado indica que la bomba es de giro derecha, para giro izquierda se sustituirá la D de la referencia por una I, en este caso los orificios de aspiración y presión estarán invertidos.

The drawing above shows a pump turning clockwise. For anti-clockwise rotation sense, replace "D" by "I", in which case suction and pressure ports shall be inverted.

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
2	Retén aceite doble Oil seal	13	Para bomba For pump 1PLL54-45DE10B

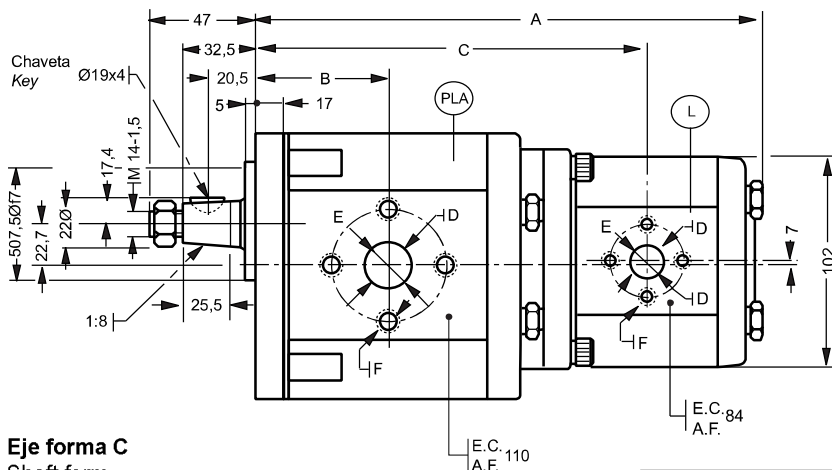


Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Espárragos Screws M12x1,5	4
2	Tuerca Nut M12x1,5	4
3	Arandelas Washer DIN-6797 Ø 12	4
4	Tapa posterior Back cover	1
5	Pasador elástico Elastic pin DIN-1481 Ø 3x10	2
6	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1
7	Juntas de tope Gasket	4
8	Arandela tope retén Oil-seal washer	1
9	Junta tórica O ring Ø54,5x2,5	1
10	Aro guía Guide ring	1
11	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1

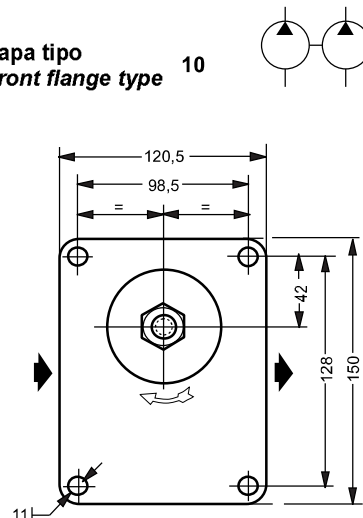
Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
12	Tapa y soporte bomba Flange	1
13	Retén aceite doble Oil seal	2
14	Chaveta Key	1
15	Tuerca eje bomba Shaft nut	1
16	Junta guía Guide gasket	2
17	Anillo elástico Circlip	1
18	Junta apoyo cojinete O ring	4
19	Junta antiextrusión Anti-extrusion gasket	4
20	Tapa bomba doble Double pump flange	1
21	Cruceta Coupling	1
22	Tapa bomba doble (lado retén) Double pump flange (oil seal)	1
23	Junta compensación Gasket	4

El conjunto de juntas de recambios está compuesto por números 7-9-13-18-19-23
 The spare seals Kit is composed of parts No.

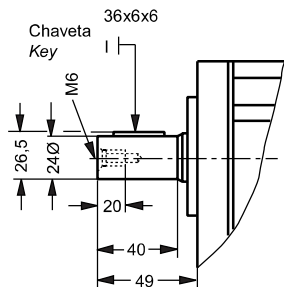
Eje forma E
Shaft form



Tapa tipo 10
Front flange type 10



Eje forma C
Shaft form



Dimensiones Dimensions	Bomba Pump			Bomba Pump		
	PLA	L		D	E	F
Presión Pressure	40	19	M8x13	30	15	M6x13
Aspiración Suction	51	26	M10x13	40	20	M6x13

Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r		A	B	C	Peso Weight kg
	PLA	L				
1PLD36-9D▲10B	24	6	223	66	172	11,5
1PLD36-12D▲10B		8	226		174	
1PLD36-16D▲10B		10,6	230,5		178,5	
1PLD36-22D▲10B		14,6	237,5			
1PLD36-27D▲10B		18	243			
1PLD36-35D▲10B	23,3	252	186			
1PLD45-9D▲10B	30	6	228	71	177	12
1PLD45-12D▲10B		8	231		179	
1PLD45-16D▲10B		10,6	235,5		183,5	
1PLD45-22D▲10B		14,6	242,5			
1PLD45-27D▲10B		18	248			
1PLD45-35D▲10B	23,3	257	191			
1PLD54-9D▲10B	36	6	233	71	182	12,5
1PLD54-12-D▲10B		8	236		184	
1PLD54-16D▲10B		10,6	240,5		188,5	
1PLD54-22D▲10B		14,6	247,5			
1PLD54-27D▲10B		18	253			
1PLD54-35D▲10B	23,3	262	196			
1PLD66-9D▲10B	44	6	239,5	71	188,5	13
1PLD66-12D▲10B		8	242,5		190	
1PLD66-16D▲10B		10,6	247		195	
1PLD66-22D▲10B		14,6	254			
1PLD66-27D▲10B		18	259,5			
1PLD66-35D▲10B	23,3	268,5	202,5			
1PLD84-9D▲10B	56	6	249	71	198	13,5
1PLD84-12D▲10B		8	252		200	
1PLD84-16D▲10B		10,6	256,5		204,5	
1PLD84-22D▲10B		14,6	279,5			
1PLD84-27D▲10B		18	269			
1PLD84-35D▲10B	23,3	278	212			

- En la bomba L de 6 cm³/v en el lado de la aspiración las medidas D-E y F son 30-13,5 y M6x13 respectivamente. En el lado de la presión la E será 13,5.

- On the 6cc/r pumps «L», dimensions D-E-F on suction side, are 30-13,5 - M6x13 respectively. On pressure side, dimension «E» is 13,5.

- Las otras formas de conexión tomas laterales, también están disponibles.

- The other port connection forms are also available.

La potencia máxima que puede absorber esta bomba es de 40 C.V. a 1500 r.p.m. trabajando las dos bombas conjuntamente.

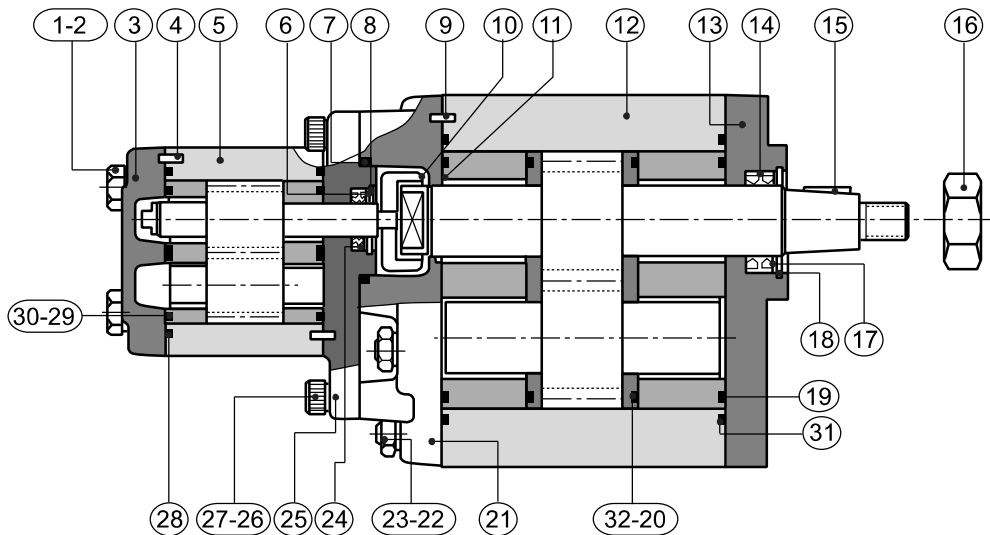
This type of pump can absorb max. 40 HP at 1500 r.p.m. when both pumps are working.

El dibujo aquí representado indica que la bomba es de giro derecha, para giro izquierda se sustituirá la D de la referencia por una I, en este caso los orificios de aspiración y presión estarán invertidos.

The drawing above shows a pump turning clockwise. For anti-clockwise rotation sense, replace "D" by "I", in which case suction and pressure ports shall be inverted.

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
2	juntas de tope Gasket	28	Para bomba For pump 1PLD36-9DC10B



Los conjuntos marcas 5-12 están compuestos por:
 1 - Cuerpo bomba
 2 - Cojinetes
 1 - Rueda dentada motriz
 1 - Rueda dentada conducida
 2 - Placas compensación

Part numbers 5-12 consist of:
 1 - Pump housing
 2 - Bearings
 1 - Driving gear
 1 - Driven
 2 - Compensation plate

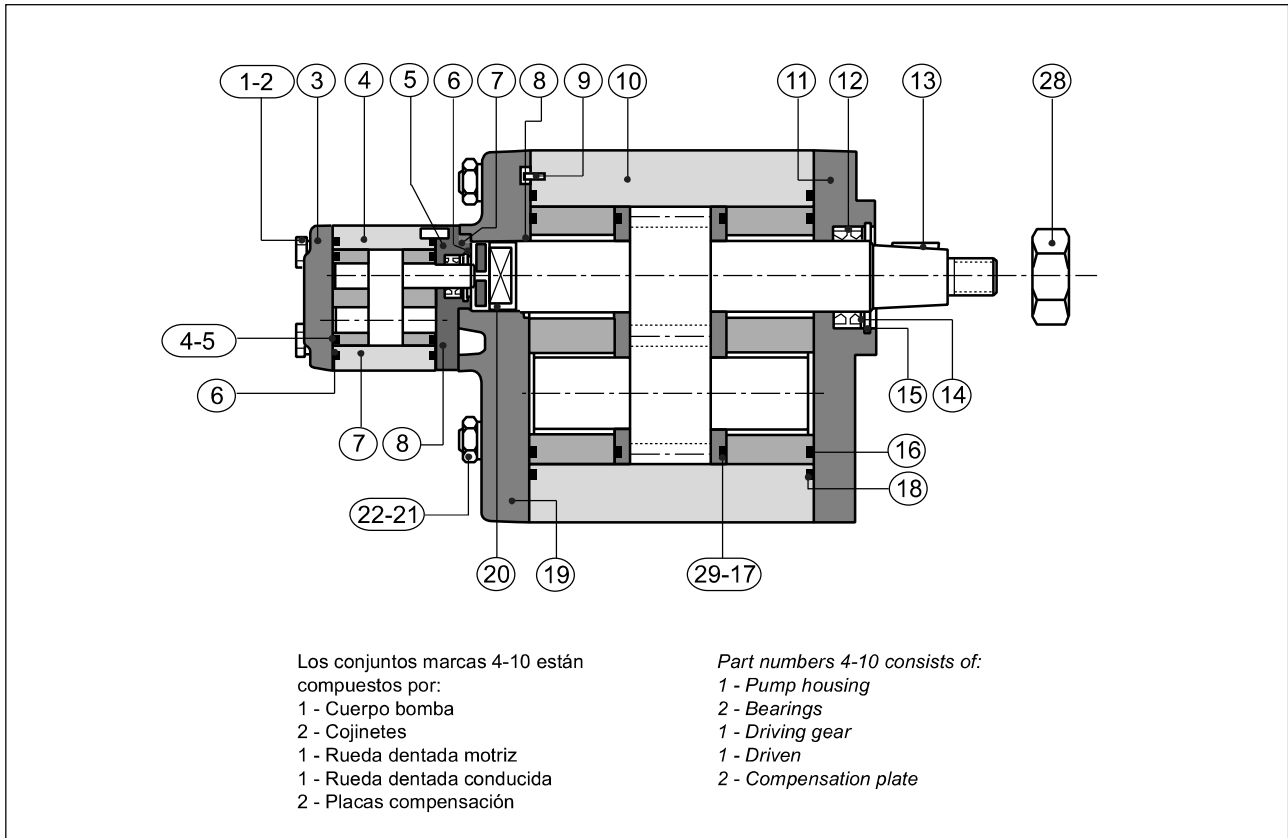
Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Tornillos Screws M10	4
2	Arandelas Washers DIN-6797 Ø 10	4
3	Tapa posterior Back cover	1
4	Pasador elástico Elastic Pin DIN-1481 Ø 2x10	1
5	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1
6	Junta guía Guide gasket	1
7	Anillo elástico Circlip	1
8	Junta tórica O ring Ø 46x2,5	1
9	Pasador eléctrico DIN-1481 Ø 3x10	1
10	Cruceta Coupling	1
11	Aro guía Guide ring	1
12	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1
13	Tapa y soporte bomba Flange	1
14	Retén aceite doble Oil seal	1
15	Chaveta Key	1
16	Tuerca eje bomba Shaft nut	1

Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
17	Junta guía Guide gasket	1
18	Anillo elástico Circlip	1
19	Junta apoyo cojinete O ring	2
20	Junta antiextrusión Anti-extrusion gasket	2
21	Tapa bomba doble Double pump flange	1
22	Espárragos Screws M12x1,5	4
23	Arandelas Washers DIN-6797 Ø 12	4
24	Retén aceite doble Oil seal	1
25	Tapa bomba doble (lado retén) Double pump flange (oil seal)	1
26	Tornillos Screws DIN-912 M8x25	3
27	Arandelas Washers DIN-6797 Ø 8	3
28	Junta de tope Gasket	2
29	Junta antiextrusión Anti-extrusion gasket	1
30	Junta de compensación Gasket	1
31	Juntas de tope Gasket	2
32	Junta compensación Gasket	

El conjunto de juntas de recambios está compuesto por números
 The spare seals kit is composed of parts No. 8-14-19-20-24-28-29-30-31-32

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
1	Aro guía Guide ring	8	Para bomba For pump 1PLT36-1,5DE10B

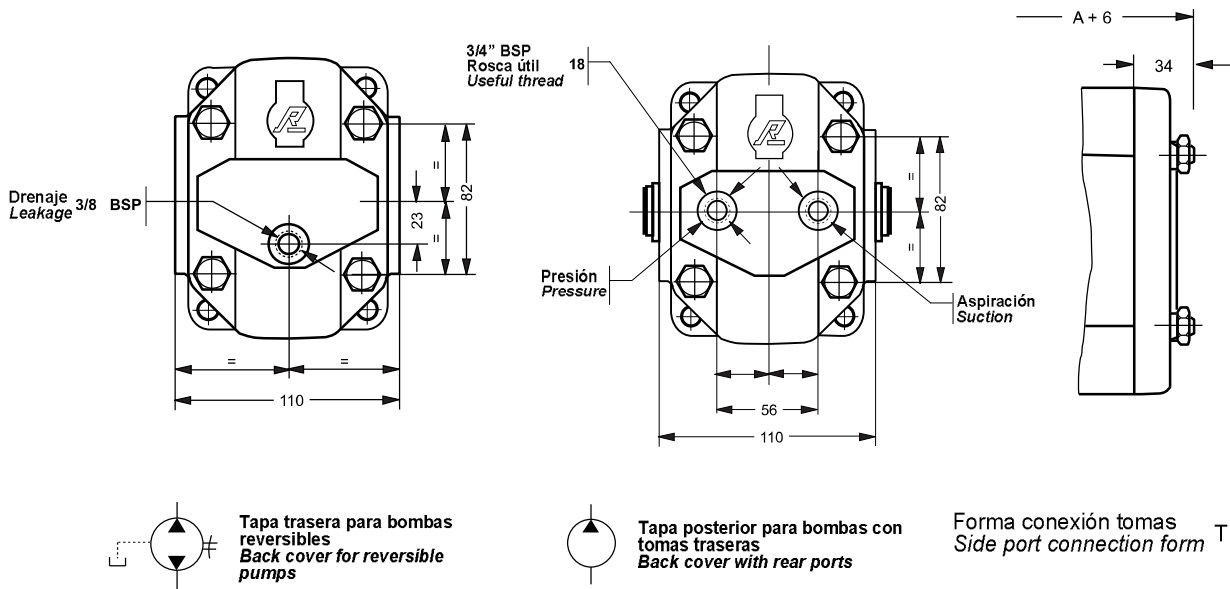


Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Tornillos Screws M8	2-2
2	Arandelas Washers Ø8 DIN-6797	2-2
3	Tapa posterior Back cover	1
4	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1
5	Tapa bomba doble Double pumpg flange	1
6	Junta guía Guide gasket	1
7	Anillo elástico Circlip	1
8	Aro guía Guide ring	1
9	Pasador elástico Elastic pin DIN-1481 Ø 3x10	1
10	Conjunto cuerpo bomba Pump housing sub-assembly	1
11	Tapa soporte bomba Flange	1
12	Retén aceite doble Oil seal	1
13	Chaveta Key	1
14	Junta guía Guide gasket	1

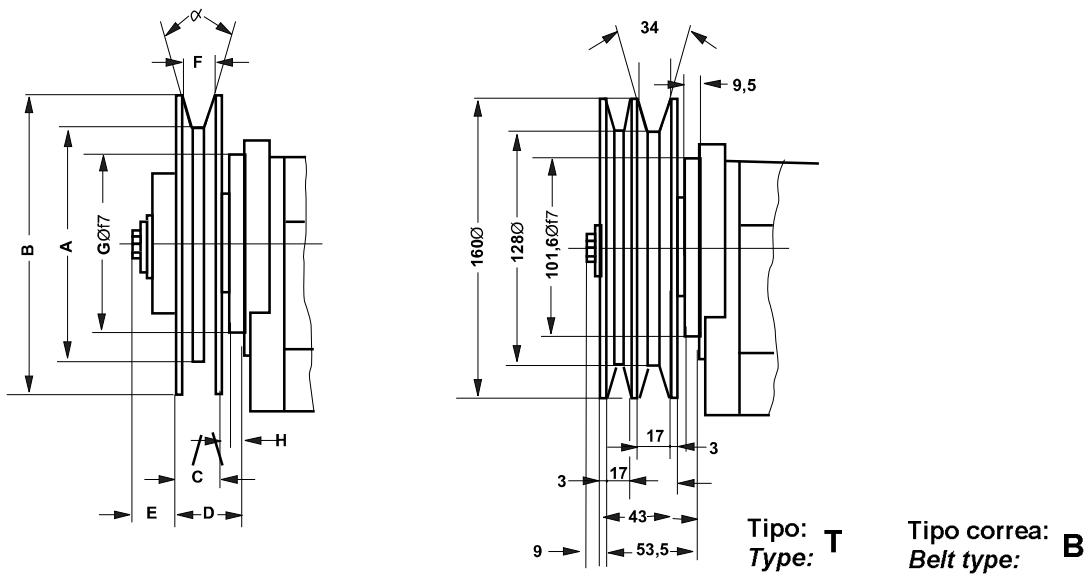
Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
15	Anillo elástico Circlip	1
16	Junta apoyo cojinete O ring	2
17	Junta antiextrusión Anti-extrusion gasket	2
18	Juntas de tope Gasket	2
19	Tapa bomba doble Double pump flange	1
20	Cruceta Coupling	1
21	Espárragos Screws M12x1,5	4
22	Arandelas Washers DIN-6797 Ø 12	4
23	Junta tórica O ring Ø 27,7x2	1
24	Retén aceite doble Oil seal	1
25	Juntas de tope Gasket	2
26	Junta de compensación Gasket	2
27	Junta antiextrusión Anti-extrusion gasket	2
28	Tuerca de bomba Shaft nut	1
29	Junta compensación Gasket	2

El conjunto de juntas de recambios está compuesto por números
 The spare seals kit is composed of parts No.

12-16-17-18-23-24-25-26-27-29



Diferentes tipos de poleas - Various types of pulley

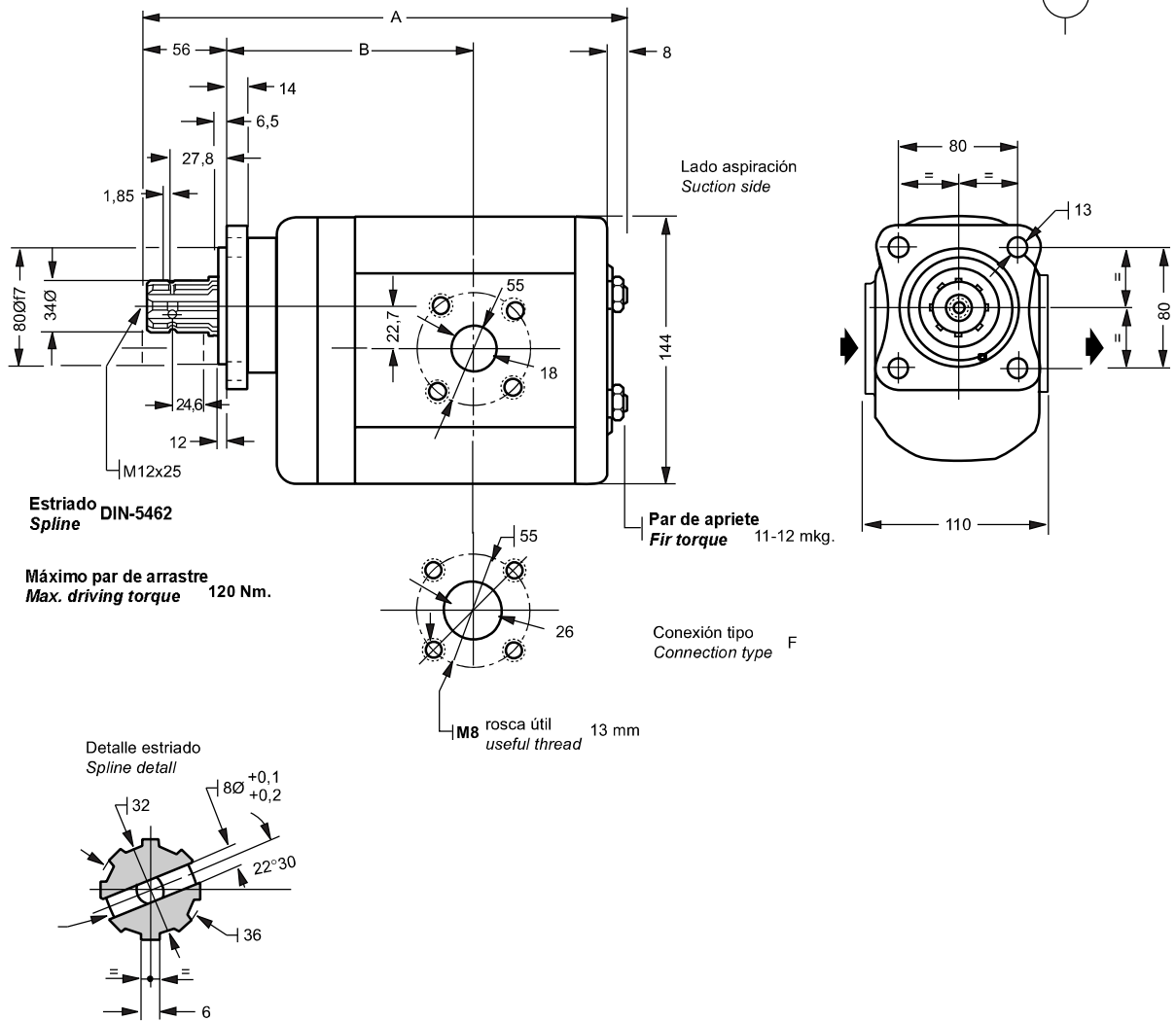


Tipo Polea Pulley Type	A	B	C	D	E	F	G	H	X	Tipo Correa Belt Type
P	130	170	26	38	26	22	101,6	9,5	34°	C
S	134	170	26	38	26	17	101,6	9,5	34°	B

Nota: Para medidas de fijación bomba ver tapa tipo 09 pág.8
 Note: For pump fixing dimensions see flange type 09 pag.8

Tapa tipo - Front flange type 50

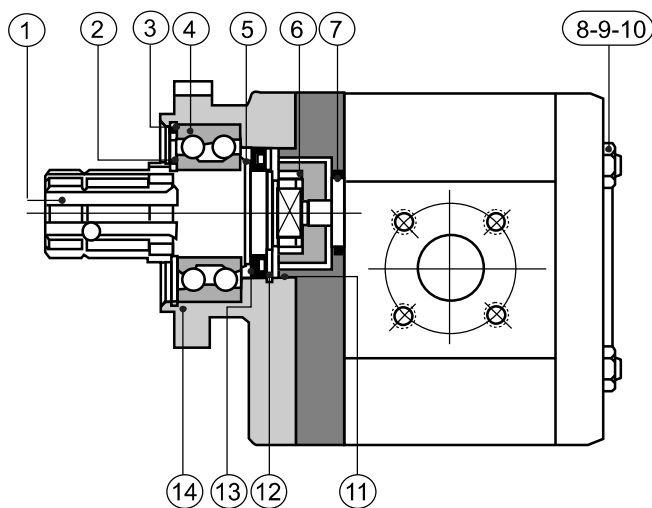
Eje forma X
Shaft form



Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r	A	B	Peso Weight kg
6PLA36DX50F	24	236	113	9
6PLA45DX50F	30	241	116,5	9,5
6PLA54DX50F	36	246	118,5	10
6PLA66DX50F	44	252	121,5	10,5
6PLA84DX50F	56	262	129	11

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
1	Retén aceite Oil seal	13	Para bomba For pump 6PLA66DX50F

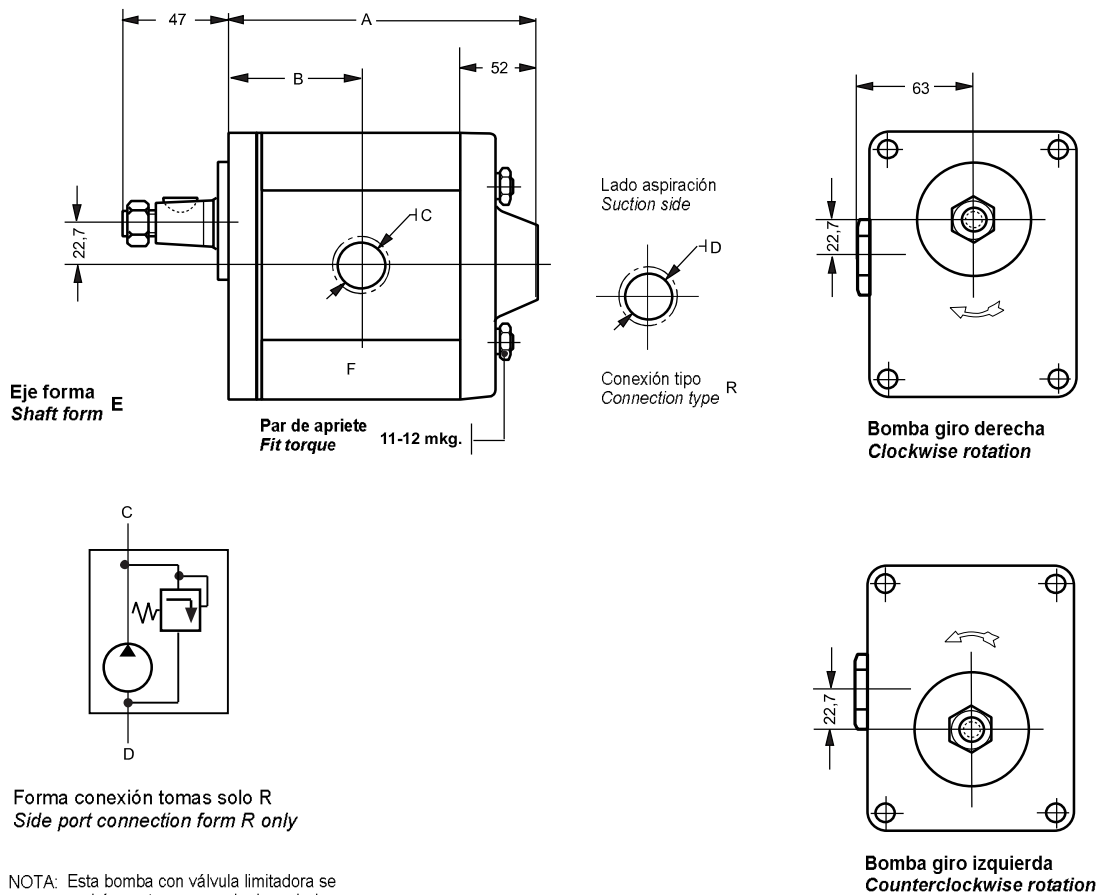


Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Eje estriado Spline shaft	1
2	Arandela tope cojinete Washer	2
3	Anillo elástico Circlip DIN-472	1
4	Rodamiento bolas Ball Bearing	1
5	Anillo elástico Circlip DIN-471	1
6	Cruceta Coupling	1
7	Aro guía Guide ring	1

Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
8	Espárragos Screws M12x1,5	2
9	Tuerca Nut M12x1,5	2
10	Arandelas Washers DIN-6797 Ø 12	2
11	Junta tórica O ring Ø 46X2,5	1
12	Anillo elástico Circlip DIN-472	1
13	Retén aceite Oil seal	1
14	Tapa y soporte bomba Flange	1

Bomba con válvula limitadora Pump with relief valve

Tapa tipo 10
Front flange type 10



NOTA: Esta bomba con válvula limitadora se podrá montar con cualquiera de las tapas y ejes que se representan en este catálogo

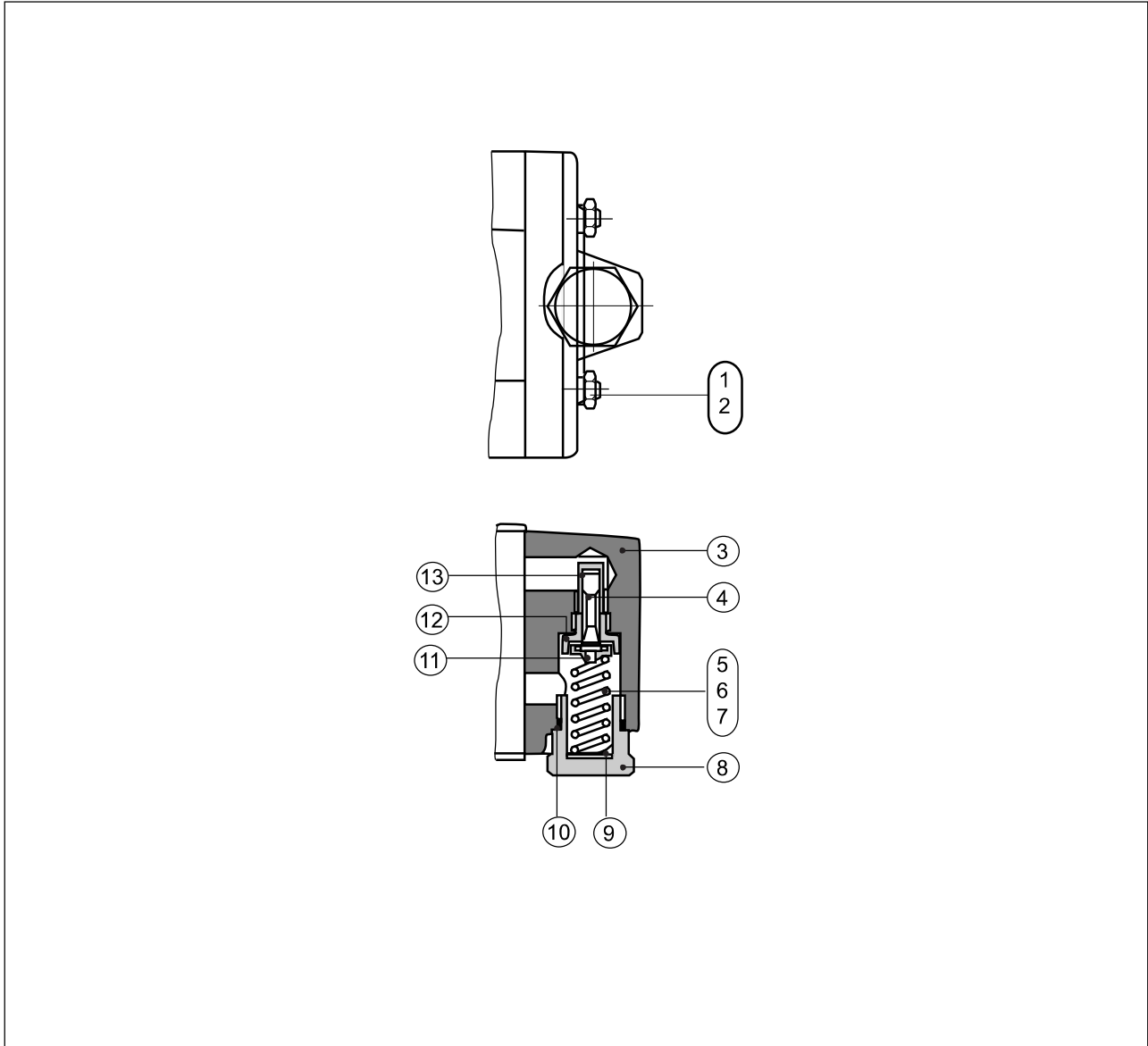
NOTE: This pump with r. valve is available with any fixing flange and shaft form shown in this catalogue.

■ Taraje válvula limitadora
R. valve pressure setting

Modelo Model	Cilindrada cm ³ /v Displacement cc/r	A	B	Presion Pressure C (BSP)	Aspiración Suction D (BSP)	Peso Weight kg
1PLA36DE10R/■	24	151,5	66	1/2	3/4	7
1PLA45DE10R/■	30	156,5	71			7,5
1PLA54DE10R/■	36	161,5				8
1PLA66DE10R/■	44	168	71	3/4	1	8,5
1PLA84DE10R/■	56	177,5				9

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
1	Tapón válvula Valve plug	8	Para bomba For pump 1PLA84DE10R/V2

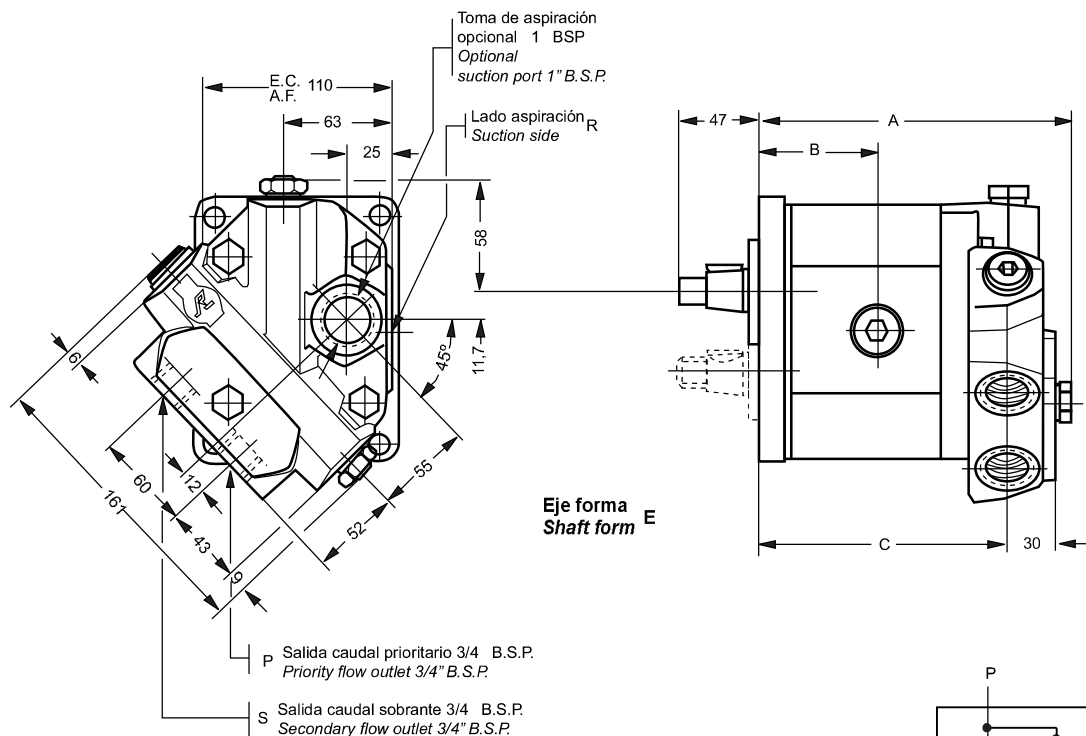


Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Espárragos Screws M12x1,5	4
2	Arandelas Washers DIN-6797Ø 12	4
3	Cuerpo válvula Valve body	1
4	Válvula limitadora Relief valve	1
5	Muelle para Spring for 5-80 bar	1
6	Muelle para Spring for 80-175 bar	1
7	Muelle para Spring for 175-250 bar	1

Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
8	Tapón válvula Valve plug	1
9	Arandelas regulación Washers	-
10	Junta tórica O ring Ø 26,62x2,95	1
11	Cabeza válvula Valve head	1
12	Junta cobre Copper gasket	1
13	Conjunto asiento válvula Valve seat assembly	1

Bomba con repetidor de caudal Pump with priority flow valve

Tapa tipo 10
Front flange type



NOTA: Esta bomba con repartidor de caudal se podrá montar con cualquiera de las tapas y ejes que se representan en este catálogo.

Cuando se desee esta bomba con giro izquierda, el eje quedará situado en el lugar indicado con trazos.

NOTE: This pump with priority flow valve is available with any fixing flange and shaft form shown in this catalogue.

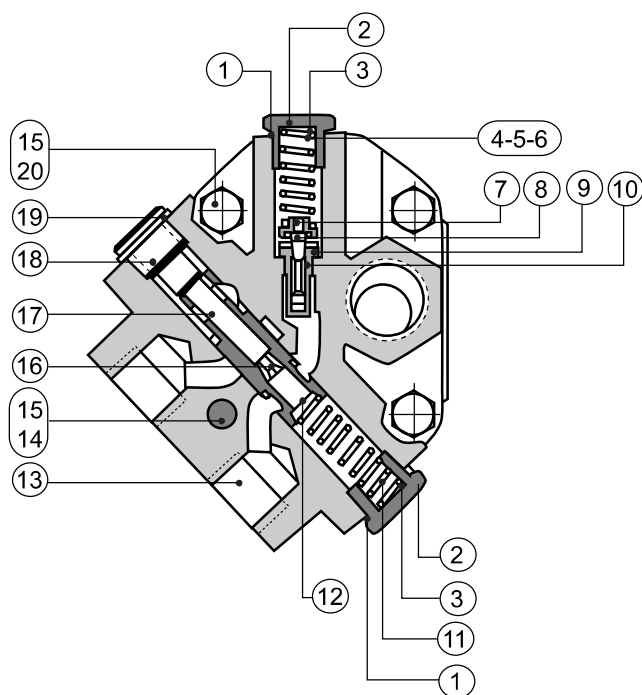
In counterclockwise rotation pumps the situation of the shaft will be as above shown, backstitched.

- Taraje válvula limitadora
R. valve pressure setting
- Caudal prioritario
Priority flow

Modelo Model	Cilindrada cm ³ v Displacement cc/r	A	B	C	R (BSP)	Peso Weight kg
1PLA36DE10R/RC ■●	24	178,5	66	139,5	3/4	8,5
1PLA45DE10R/RC ■●	30	183,5	71	144,5		9
1PLA54DE10R/RC ■●	36	188,5		149,5		9,5
1PLA66DE10R/RC ■●	44	195	71	156	1	10
1PLA84DE10R/RC ■●	56	204,5		165,5		10,5

Ejemplo para pedido de recambios
Example to order spare parts

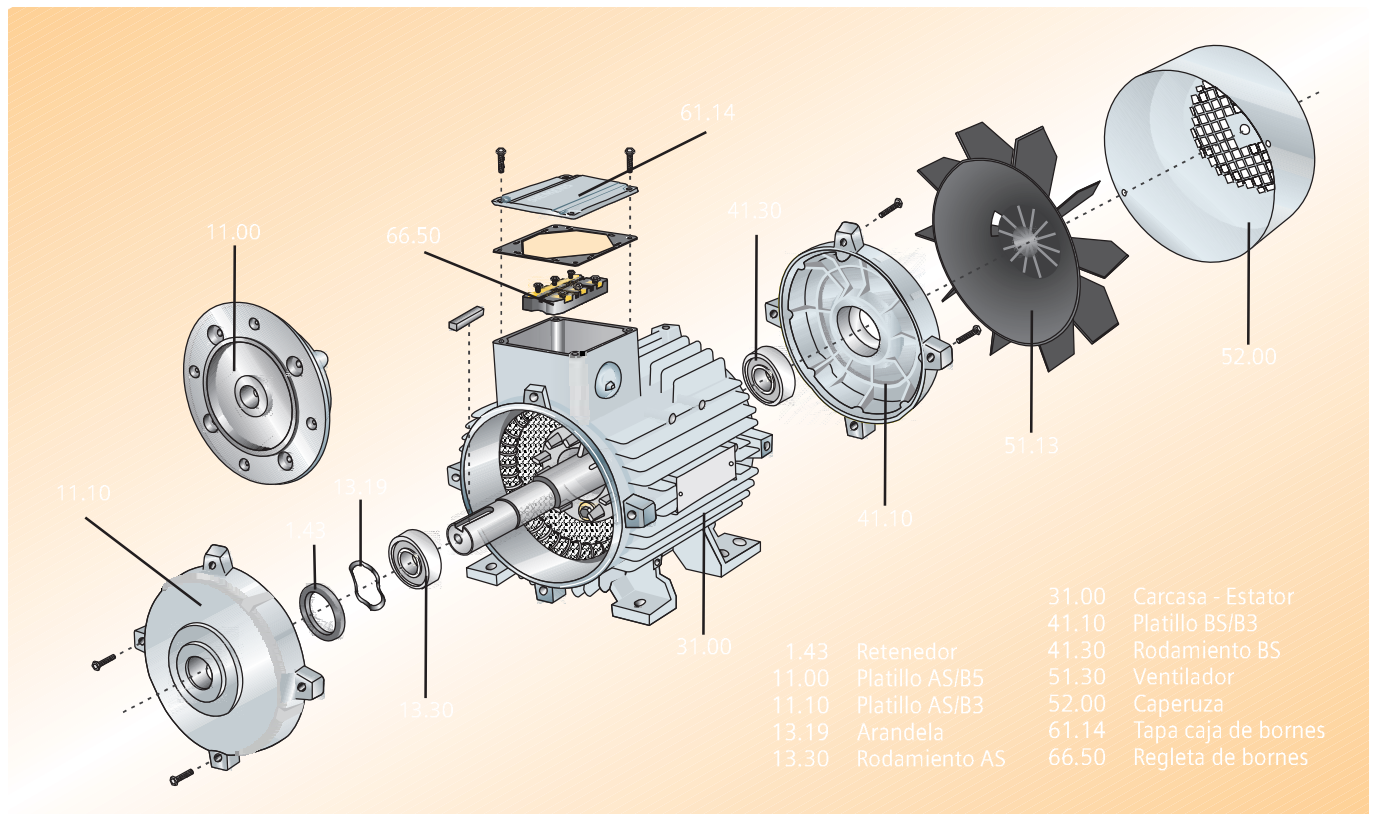
Cantidad Quantity	Denominación Description	Nº de la pieza Part number	Referencia según la placa Ref. according serial number plate
1	Muelle Spring	4	Para bomba For pump 1PLA36DE10R/RC12



Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
1	Junta metal-buna Metal bonded gasket	2
2	Tapón válvula seguridad Valve plug	2
3	Arandelas regulación Washers	-
4	Muelle Spring 5-80 bar	1
5	Muelle Spring 80-175 bar	1
6	Muelle Spring 175-250 bar	1
7	Cabeza válvula Valve head	1
8	Válvula limitadora Relief valve	1
9	Junta cobre Copper gasket	1
10	Conjunto asiento válvula Valve seat assembly	1

Núm.	Denominación Description	Cantidad Quantity
11	Muelle Spring	1
12	Arandela especial Washer	1
13	Cuerpo válvula Valve Body	1
14	Espárragos Screw M12x1,5	1
15	Arandelas Washers DIN-6797 Ø 12	4
16	Tornillo regulación Oil throttling screw	1
17	Válvula repartidora Priority flow valve	1
18	Tapón válvula Valve plug	1
19	Junta metal-buna Metal bonded-gasket	1
20	Espárragos Screws M12x1,5	3

Despiece



Caja de conexiones

Los tamaños 71 y superiores, hasta el 220, poseen la caja de conexiones en la parte superior de la carcasa; en los demás motores va instalada a la derecha.

Para la conexión a tierra se dispone, en todos los tipos, de un borne en la caja de conexiones, debidamente marcado; del tamaño 180 en adelante, adicionalmente se tienen bornes de puesta a tierra en las patas. Los motores se suministran con los puentes correspondientes para las diferentes conexiones de sus bobinas.

Carcasa

La carcasa de los motores de los tamaños 71 a 160 es de aluminio inyectado. Del tamaño 180 en adelante tienen la carcasa en hierro fundido.

Platillos

Los tamaños AH 71, 80 y 90 se fabrican con platillos de aleación de aluminio; a partir del tamaño 112 los platillos de los motores son de fundición de hierro, tanto en el lado de accionamiento AS como en el lado de servicio BS.

Pintura

Los motores llevan dos capas de pintura. Una capa anticorrosiva, que ofrece protección en caso de humedad o de instalación a la intemperie o en locales en los que haya que contar con gases y vapores químicamente agresivos y otra de acabado color gris.

Ventilador

Los ventiladores para la refrigeración del motor son de plástico en todos los tamaños de la serie 1LA3/5/7 y su acción refrigerante es complementada por la caperuza, fabricada en lámina de acero. Para las series 1LA4 y 1LA6 el ventilador es fundido en aluminio.

Motores trifásicos de inducción

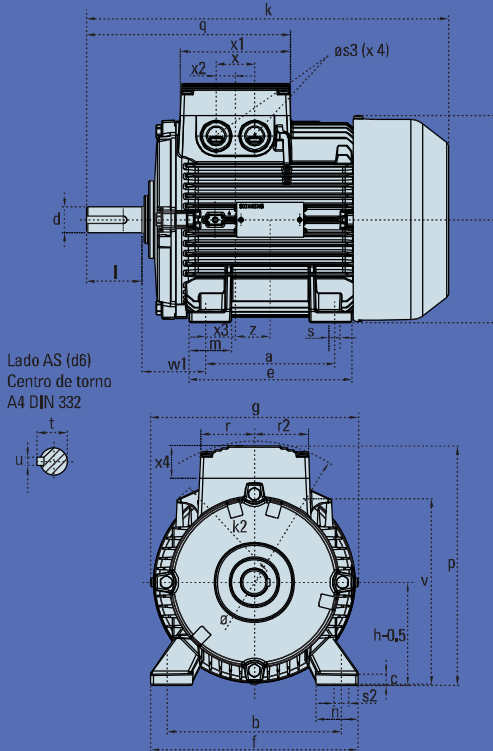
Generalidades

Código Actual	Código Antiguo	Tipo	Frame IEC	HP	kW	F.S.	In a		rpm	Eficiencia η %	Torque nominal Nm	Momento de inercia Kg m ²	Torque de arranque de Tn	Intensidad como fac. de In	Peso aprox. kg
							220 V Amp.	440 V Amp.							
01108	836440	1LA7 070-4YC60	71	0.40	0.29	1.05	1.6	0.80	1640	66.0	1.74	0.0006	1.8	2.8	4.7
01109	836472	1LA7 070-4YA60	71	0.50	0.37	1.15	1.9	0.95	1590	66.0	2.20	0.0006	1.3	2.7	5.5
01110	836460	1LA7 071-4YA60	71	0.60	0.45	1.05	2.2	1.10	1645	69.0	2.60	0.0008	1.8	3.4	6.0
01111	836473	1LA7 073-4YA60	71	0.75	0.56	1.15	2.9	1.45	1650	65.0	3.30	0.0008	1.9	3.7	6.0
01112	836490	1LA7 080-4YC60	80	0.90	0.67	1.05	3.1	1.55	1675	68.0	3.83	0.0015	2.3	4.4	8.1
01113	836474	1LA7 080-4YA60	80	1.00	0.75	1.15	3.5	1.75	1660	69.2	4.29	0.0015	1.9	3.7	8.1
01114	836401	1LA7 081-4YA60	80	1.20	0.90	1.05	4.0	2.00	1675	70.0	5.10	0.0018	2.2	3.7	9.3
01115	836476	1LA7 083-4YA60	80	1.50	1.12	1.15	5.0	2.5	1650	72.0	6.48	0.0018	1.8	3.0	9.3
01116	836402	1LA7 090-4YC60	90	1.80	1.34	1.05	6.4	3.2	1700	77.0	7.54	0.0028	2.4	5.2	11.9
01117	836478	1LA7 090-4YA60	90	2.00	1.50	1.15	7.0	3.5	1700	77.0	8.38	0.0028	2.2	4.4	12.1
01118	836403	1LA7 094-4YA60	90	2.40	1.79	1.05	7.4	3.7	1690	77.0	10.12	0.0035	2.0	4.5	14.9
01119	836479	1LA7 096-4YA60	90	3.00	2.20	1.15	9.6	4.8	1708	79.0	12.51	0.0035	1.8	3.6	14.9
01120	836404	1LA7 111-4YA60	112	4.00	3.00	1.15	13.0	6.5	1750	76.3	16.28	0.0048	2.2	5.6	27.1
01121	836406	1LA7 112-4YA60	112	5.00	3.73	1.15	15.8	7.9	1750	80.5	20.36	0.0058	2.3	6.5	28.7
01122	836407	1LA7 113-4YA60	112	6.60	4.92	1.05	19.6	9.8	1745	78.0	26.95	0.011	2.0	6.0	31.0
01123	836483	1LA7 114-4YA60	112	7.50	5.60	1.15	23.2	11.6	1740	80.0	30.71	0.011	2.2	5.6	32.7
01124	836484	1LA7 131-4YA70	132S/M	10.00	7.50	1.15	28.8	14.4	1750	81.0	41.50	0.018	2.3	6.0	46.5
01125	836412	1LA7 133-4YA70	132S/M	12.00	9.00	1.05	34.0	17.0	1750	81.2	49.50	0.024	2.5	6.6	49.0
01126	836485	1LA7 134-4YA70	132S/M	15.00	11.2	1.15	43.0	21.5	1750	82.5	62.00	0.024	1.8	5.0	62.0
01127	836486	1LA5 164-4YB70	160 M/L	20.00	14.9	1.15	53.0	26.5	1760	85.0	80.96	0.040	1.8	6.3	77.5
01128	836487	1LA5 167-4YC70	160 M/L	25.00	18.7	1.15	64.0	32.0	1755	89.0	101.5	0.052	1.8	5.4	85.5
01129	856431	1LA4 183-4YA80	180M	30	22.4	1.05	78	39.0	1755	90.7	121.8	0.13	2.0	4.9	170
01130	856436	1LA4 186-4YA80	180L	36	26.8	1.05	93	46.5	1760	91.3	146.7	0.15	2.8	6.8	190
01131	856440	1LA4 187-4YA80	180L	40	29.8	1.05	104	52.0	1750	91.3	162.8	0.15	2.0	5.6	190
01132	856448	1LA4 207-4YC80	200L	50	37.3	1.15	126	63.0	1760	91.3	202.4	0.24	2.7	6.8	250
01133	856450	1LA6 220-4YA80	225S	60	44.5	1.15	148	74.0	1765	96.2	242.2	0.44	2.7	6.6	314
01134	856475	1LA6 224-4YC80	225M	75	56.0	1.15	188	94.0	1780	92.7	300.2	0.52	2.0	5.1	321
26697	843475	1LA6 258-4BA90-Z	250M	100	75.0	1.20	240	120.0	1780	94.0	402	0.79	2.7	7.1	495
26698	843410	1LA6 280-4BA90-Z	280S	125	93.0	1.05	290	145.0	1785	94.7	482	1.4	2.3	6.2	610
26699	843412	1LA6 283-4BA90-Z	280M	150	112.0	1.00	355	177.5	1785	94.9	589	1.6	2.7	7.4	660
26700	843418	1LA6 310-4AA60	315S	185	138.0	1.00	-	222.2	1783	94.8	707	2.2	2.5	6.7	830
26701	843420	1LA6 313-4AA60	315M	225	168.0	1.00	-	265.2	1783	95.5	848	2.7	2.7	7.2	910
26702	843425	1LA6 316-4AA90-Z	315L	275	205.0	1.10	-	323.1	1783	95.6	1030	3.2	2.6	7.0	1060
26703	843430	1LA6 317-4AA90-Z	315L	350	261.0	1.10	-	409.5	1785	96.2	1280	4.2	2.7	7.0	1200

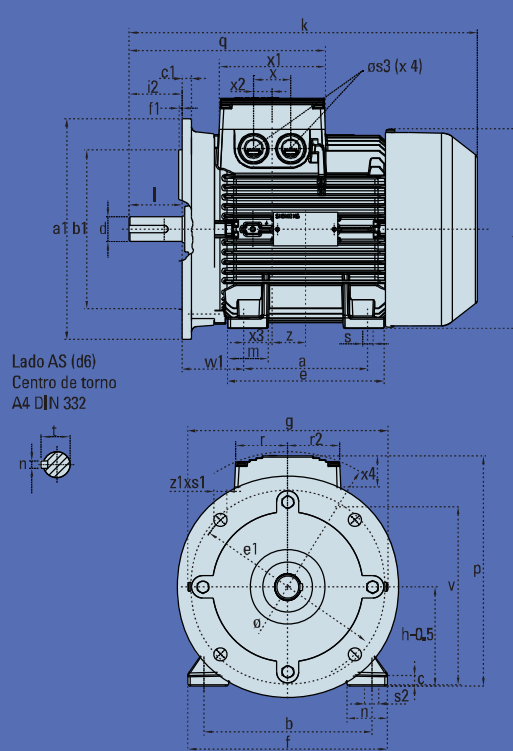
Motor tamaño	Medidas comunes (IM B3, IM B5)						medidas de la forma constructiva IM B3										Medidas de la forma constructiva IM B5 / IM B35						
	l	d	t	u	g	g ₁	p/p ₂	k	a	b	h	w ₁	s	e	f	a1	b1	c1	e1	f1	s1	k	
071	30	14	16.1	5	148	-	178.5	240	90	112	71	45	7	107.5	132	160	110	5.5	130	3.5	10.5	231	
080	40	19	21.5	6	163	-	193.5	273.5	100	125	80	50	9.5	119.5	150	200	130	8	165	3.5	13	283	
090 S	50	24	26.9	8	181	-	211.5	331	100	140	90	56	10	114.5	165	200	130	7	165	3.5	13	324	
090 L	50	24	26.9	8	181	-	211.5	331	125	140	90	56	10	144.5	165	200	130	7	165	3.5	13	324	
112 M	60	28	31.0	8	227	-	260	393	140	190	112	70	12	176	226	250	180	11	215	4	14.5	388	
132 S	80	38	41.3	10	264.5	-	315	481	140	216	132	89	12	1218	256	300	230	14	265	4	15	481	
132 M	80	38	41	10	266	-	299	491	178	216	132	89	12	218	226	300	230	12	265	4	4.5	491	
160 M	110	42	45.0	12	320	-	365.5	629	210	254	160	109	15	300	300	350	250	20	300	5	18	628	
160 L	110	42	45.0	12	320	-	365.5	629	254	254	160	109	15	300	300	350	250	20	300	5	18	628	
180 M	110	48	51.5	14	357	499	410	653	241	279	180	121	16	301	339	350	250	13	300	5	18	653	
180 L	110	48	51.5	14	357	499	410	691	279	279	180	121	16	339	339	350	250	13	300	5	18	691	
200 L	110	55	59.0	16	403	534	460	743	305	318	200	133	20	385	398	400	300	15	350	5	18	743	
225 S	*140	*60	*64	18	447	-	569	*830	286	356	225	149	19	361	436	450	350	16	400	5	17.5	*830	
225 M	*140	*60	*64	18	447	-	569	*830	311	356	225	149	19	361	436	450	350	16	400	5	17.5	*830	
250 M	140	*65	*69	18	520	-	680	930	349	406	250	168	24	409	506	550	450	18	500	5	17.5	930	
280 S	140	*75	*79.5	*20	575	-	735	1005	368	457	280	190	24	479	557	550	450	18	500	5	17.5	1005	
280 M	140	*75	*79.5	*20	575	-	735	1005	419	457	280	190	24	479	557	550	450	18	500	5	17.5	1005	
315 S ¹⁾	140	65	69	18	645	-	-	1110	406	508	315	216	28	527	628	660	550	22	600	6	22	1110	
315 S ²⁾	170	85	85	22	-	-	-	1140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1140
315 M ¹⁾	140	65	69	18	645	-	-	1110	406	508	315	216	28	527	628	660	550	22	600	6	22	1110	
315 M ²⁾	170	80	85	22	-	-	-	1140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1140
315 L ¹⁾	140	65	69	18	645	-	-	1250	508	508	315	216	28	578	628	660	550	22	600	6	22	1250	
315 L ²⁾	170	80	85	22	-	-	-	1280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1280

Tamaños 71 a 160

Ejecución IM B3

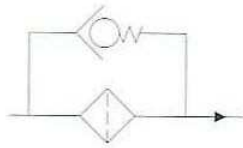


Ejecución IM B35



Transparent Spin-on Return Filters

SOT-06,08



Feature:

1. Aluminum alloy cover, optional paper and stainless steel material mesh elements. It is easy to see and realize fluid contamination through transparent shell.
2. Maximum operating pressure: 7 kgf/cm² (100 psi).
3. Ambient temperature range: -30 - 80°C(-22 - 176°F)
4. Maximum Flow: 150 l/min (40GPM) (stainless steel element)
5. There is 1 pressure testing port available on cover. Visual indicator can be installed on it to realize contaminative conditions in filters.
6. Filtration: 10 - 100μ.

How To Order:

SOT - 08 - S1 - 2

Model	Port Size 06 : PT3/4" 08 : PT1"	Element type S1 : Stainless Steel 74μ S2 : Stainless Steel 100μ P1 : Paper 10μ P2 : Paper 25μ	Pressure Indicator None : without 1: Visual indicator 2: Electrical Indicator
-------	---------------------------------------	---	--

Specifications:

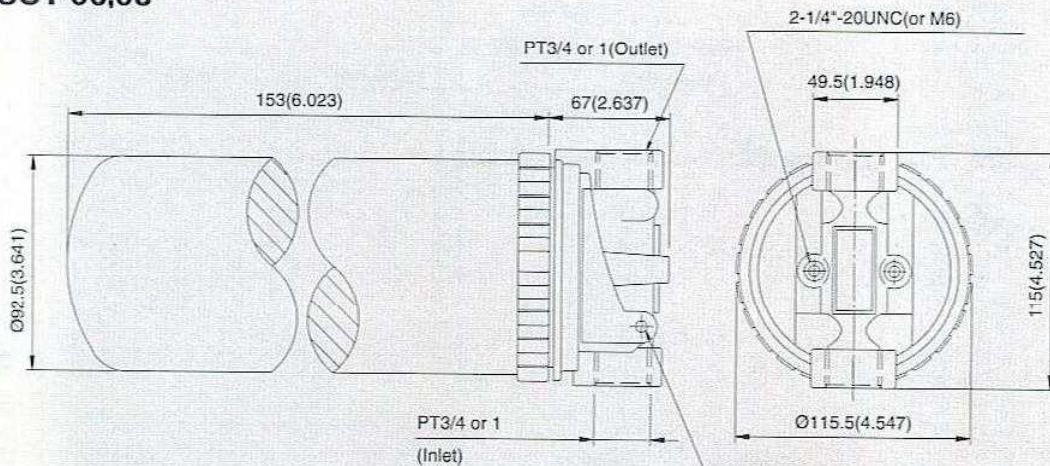
Model	Max. Pressure kgf/cm ² (psi)	Max. Flow l/min(GPM)	Filtration μ	Weight kg(lb)
SOT-06S	7 (100)	130(34.3)	74,100	1.27 (2.80)
SOT-06P		90(23.8)	10,25	
SOT-08S		150(39.6)	74,100	
SOT-08P		110(29.1)	10,25	

Remarks: For visual indicator's applications, please refer to P.238.

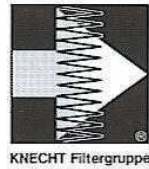
Dimensions:

SOT-06,08

Unit:mm/(in)



H 5



MAHLE[®]
Industriefilter

Medium Pressure Filter

Pi 360

Operating pressure 210 (315) bar, Nominal size up to 300

1. Features

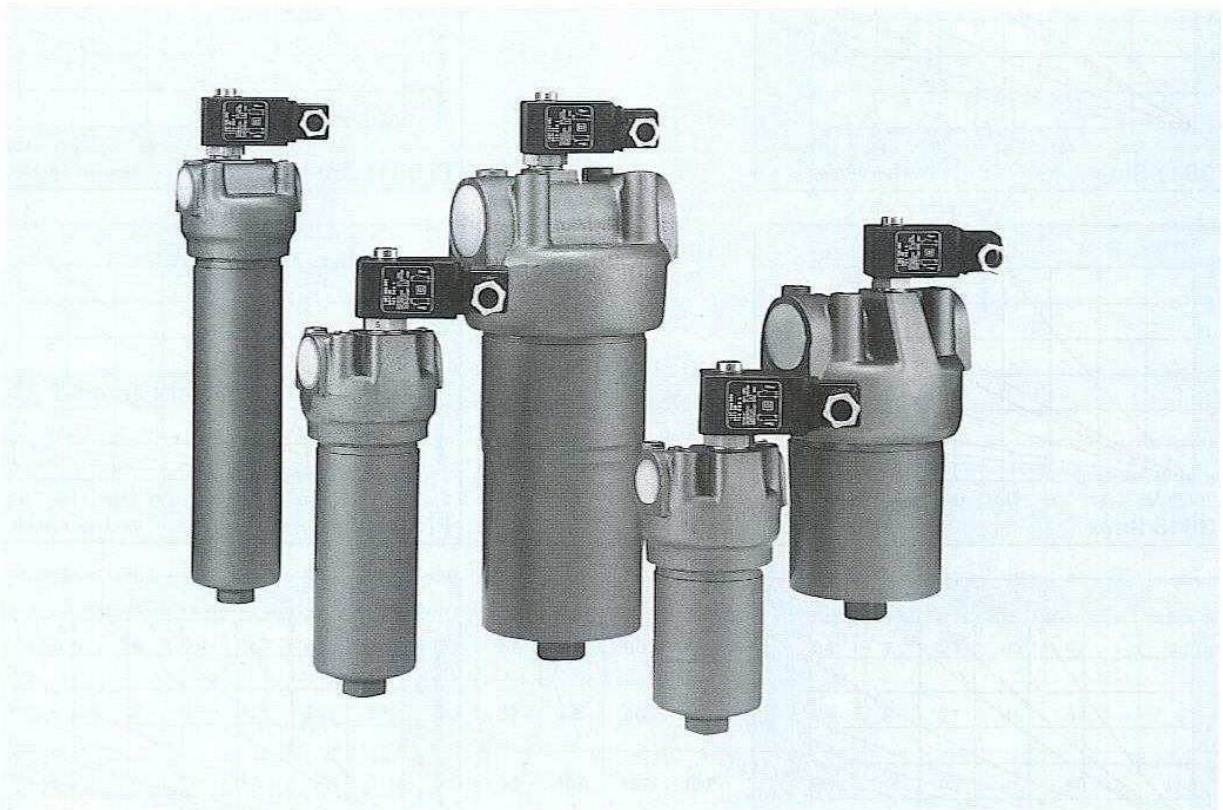
Efficient filters for modern hydraulic systems

- Modular design
- Minimal pressure loss
- Compact design
- Visual / electrical / electronic differential pressure indication
- Threaded ports

Quality filters, easy to service

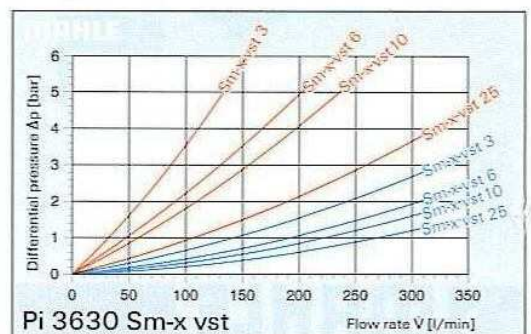
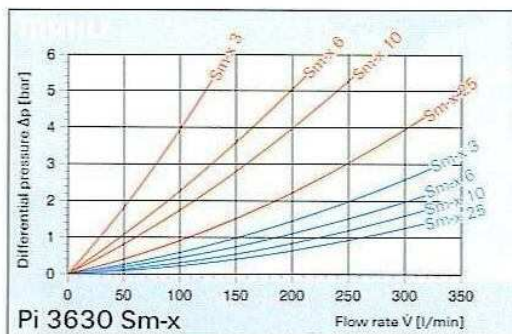
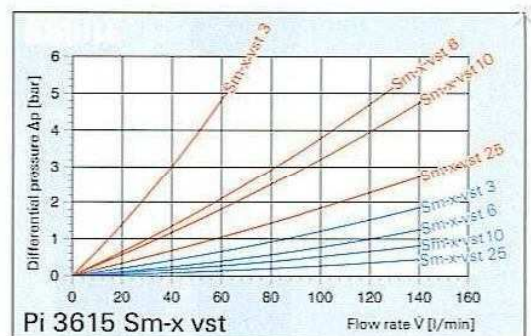
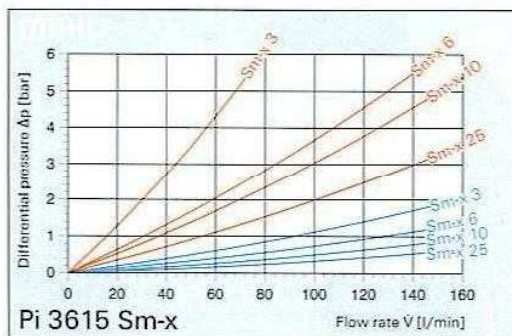
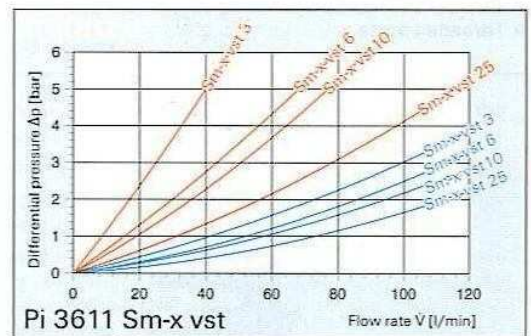
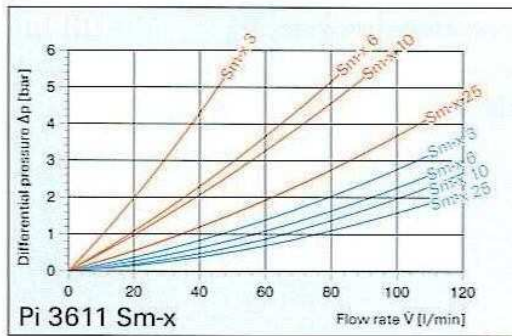
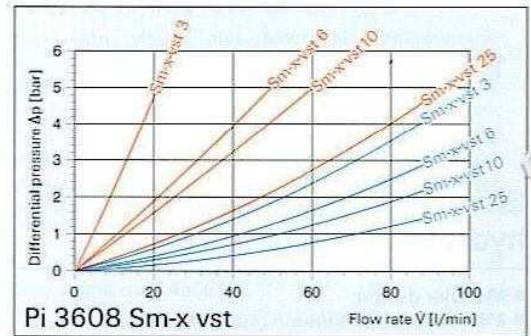
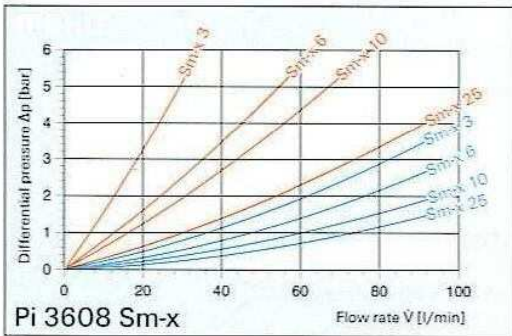
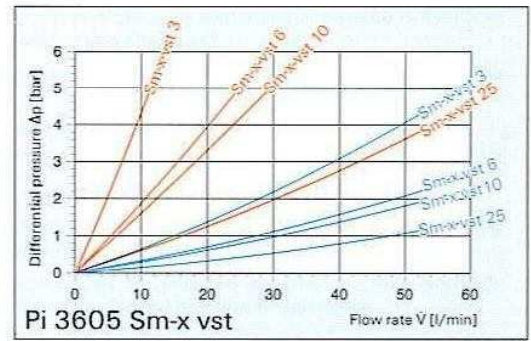
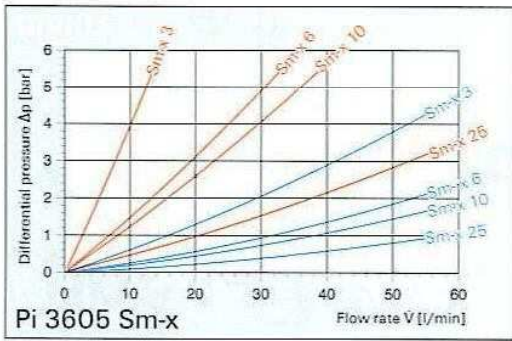
- Highly efficient Sm-x filter elements
- β -rated elements per ISO 4572
- Large dirt holding capacity and high differential pressure stability providing optimal element service life
- 100% bubble-point tested elements

Worldwide sales

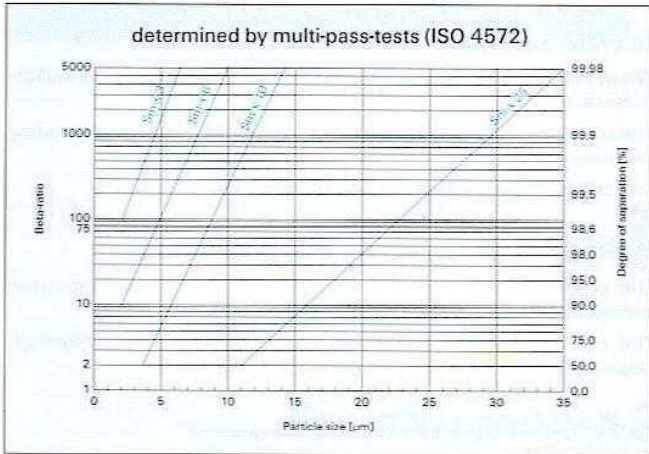


2. Flow rate/pressure drop curve compl. filter

■ 190 mm²/s (25° E)
■ 33 mm²/s (4,5° E)



3. Separation characteristics



4. Filter performance data

tested according to ISO 4572 (multi-pass-test)

Sm-x-elements
with Δp 20 bar

Sm-x 3 $\beta_3 \geq 75$
 Sm-x 6 $\beta_6 \geq 75$
 Sm-x 10 $\beta_{10} \geq 75$
 Sm-x 25 $\beta_{25} \geq 75$

Sm-x-vst-elements
with Δp 210 bar

Sm-x vst 3 $\beta_3 \geq 75$
 Sm-x vst 6 $\beta_6 \geq 75$
 Sm-x vst 10 $\beta_{10} \geq 75$
 Sm-x vst 25 $\beta_{25} \geq 75$

at 7 bar differential pressure

at 16 bar differential pressure

Example for ordering filters:

- Housing design V = 80 l/min,
electrical indication
Type-no. Pi 3608-15 Order-no. 766.628.2
- Filter element Sm-x vst 3
Type-no. Pi 2208 Order-no. 768.020.0

7. Order numbers

7.1 Housing design

Part number	Type number	Nominal size NG	① Standard *	② With bypass valve and indicator cavity	③ With bypass valve and visual indicator	④ With bypass valve and visual/electrical indicator	⑤ With visual indicator	⑥ With visual/electrical indicator
765.599.6	Pi 3605-60	50						
766.621.7	Pi 3605-11							
766.622.5	Pi 3605-12							
765.604.4	Pi 3605-13							
766.623.3	Pi 3605-14							
766.624.1	Pi 3605-15							
765.600.2	Pi 3608-60	80						
766.625.8	Pi 3608-11							
766.626.6	Pi 3608-12							
765.603.6	Pi 3608-13							
766.627.4	Pi 3608-14							
766.628.2	Pi 3608-15							
765.601.0	Pi 3611-60	110						
766.629.0	Pi 3611-11							
766.630.8	Pi 3611-12							
765.602.8	Pi 3611-13							
773.182.1	Pi 3611-14							
766.631.6	Pi 3611-15							
764.784.5	Pi 3615-60	150						
773.185.4	Pi 3615-11							
766.632.4	Pi 3615-12							
765.598.8	Pi 3615-13							
773.186.2	Pi 3615-14							
773.184.7	Pi 3615-15							
765.597.0	Pi 3630-60	300						
773.189.6	Pi 3630-11							
766.633.2	Pi 3630-12							
764.783.7	Pi 3630-13							
773.190.4	Pi 3630-14							
773.188.8	Pi 3630-15							

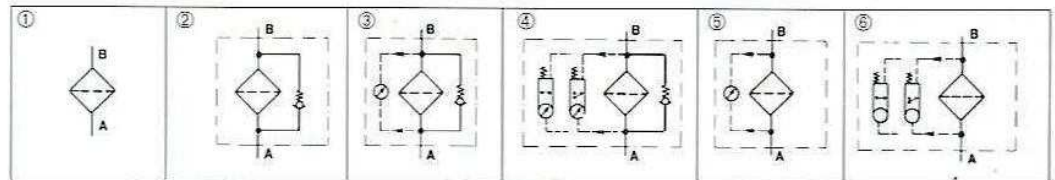
*When using standard filter (without options) collapse pressure of the element may not be exceeded.

5. Test regulations

MAHLE filter elements are manufactured respectively, tested in accordance with the following international standards:

No.	Designation
ISO 2941	Hydraulic-filter elements: Verification of burst resistance
ISO 2942	Hydraulic-filter elements: Determination of fabrication integrity
ISO 2943	Hydraulic-filter elements: Verification of material compatibility with hydraulic fluids
ISO 3723	Hydraulic-filter elements: Method for testing end-cap load
ISO 3724	Hydraulic-filter elements: Verification of flow fatigue characteristics
ISO 3968.2	Hydraulic-filters: Evaluation of pressure drop versus flow
ISO 4572	Hydraulic-filter elements: Testing of filter performance (multi-pass-test)

6. Symbols



7.2 Filter elements* () = filter surface area [] = type number

inorganic paper								
Sm-x 3 Δp 20 bar	Sm-x 6 Δp 20 bar	Sm-x 10 Δp 20 bar	Sm-x 25 Δp 20 bar	Sm-x vst 3 Δp 210 bar	Sm-x vst 6 Δp 210 bar	Sm-x vst 10 Δp 210 bar	Sm-x vst 25 Δp 210 bar	
(590 cm ²)	(590 cm ²)	(590 cm ²)	(590 cm ²)	(470 cm ²)	(470 cm ²)	(470 cm ²)	(470 cm ²)	
				768.019.2	794.353.3	768.038.2	768.050.7	
768.013.5	794.350.9	768.032.5	768.044.0					
768.013.5	794.350.9	768.032.5	768.044.0	[Pi 2205]	[Pi 5205]	[Pi 3205]	[Pi 4205]	
768.013.5	794.350.9	768.032.5	768.044.0					
[Pi 2105]	[Pi 5105]	[Pi 3105]	[Pi 4105]	768.019.2	794.353.3	768.038.2	768.050.7	
				768.019.2	794.353.3	768.038.2	768.050.7	
(1150 cm ²)	(1150 cm ²)	(1150 cm ²)	(1150 cm ²)	(900 cm ²)	(900 cm ²)	(900 cm ²)	(900 cm ²)	
				768.020.0	794.354.1	768.119.0	768.051.5	
768.014.3	794.351.7	768.034.1	768.045.7					
768.014.3	794.351.7	768.034.1	768.045.7	[Pi 2208]	[Pi 5208]	[Pi 3208]	[Pi 4208]	
768.014.3	794.351.7	768.034.1	768.045.7					
[Pi 2108]	[Pi 5108]	[Pi 3108]	[Pi 4108]	768.020.0	794.353.3	768.119.0	768.051.5	
				768.020.0	794.353.3	768.119.0	768.051.5	
(1700 cm ²)	(1700 cm ²)	(1700 cm ²)	(1700 cm ²)	(1315 cm ²)	(1315 cm ²)	(1315 cm ²)	(1315 cm ²)	
				768.021.8	794.355.8	768.039.0	768.052.3	
768.015.0	794.352.5	768.033.3	768.046.5					
768.015.0	794.352.5	768.033.3	768.046.5	[Pi 2211]	[Pi 5211]	[Pi 3211]	[Pi 4211]	
768.015.0	794.352.5	768.033.3	768.046.5					
[Pi 2111]	[Pi 5111]	[Pi 3111]	[Pi 4111]	768.021.8	794.355.8	768.039.0	768.052.3	
				768.021.8	794.355.8	768.039.0	768.052.3	
(2350 cm ²)	(2350 cm ²)	(2350 cm ²)	(2350 cm ²)	(2010 cm ²)	(2010 cm ²)	(2010 cm ²)	(2010 cm ²)	
				768.022.6	795.512.3	768.040.8	768.053.1	
768.016.8	795.509.9	768.035.8	768.047.3					
768.016.8	795.509.9	768.035.8	768.047.3	[Pi 2215]	[Pi 5215]	[Pi 3215]	[Pi 4215]	
768.016.8	795.509.9	768.035.8	768.047.3					
[Pi 2115]	[Pi 5115]	[Pi 3115]	[Pi 4115]	768.022.6	795.512.3	768.040.8	768.053.1	
				768.022.6	795.512.3	768.040.8	768.053.1	
(4420 cm ²)	(4420 cm ²)	(4420 cm ²)	(4420 cm ²)	(3800 cm ²)	(3800 cm ²)	(3800 cm ²)	(3800 cm ²)	
				768.023.4	795.513.1	768.041.6	768.054.9	
768.017.6	795.510.7	768.036.6	768.048.1					
768.017.6	795.510.7	768.036.6	768.048.1	[Pi 2230]	[Pi 5230]	[Pi 3230]	[Pi 4230]	
768.017.6	795.510.7	768.036.6	768.048.1					
[Pi 2130]	[Pi 5130]	[Pi 3130]	[Pi 4130]	768.023.4	795.513.1	768.041.6	768.054.9	
				768.023.4	795.513.1	768.041.6	768.054.9	

*further elements upon request

10. Installation, operating and maintenance instructions

10.1 Filter installation

When installing the filter make sure that sufficient space is available to remove filter element and filter bowl.

Preferable the filter should be installed with the filter bowl pointing downwards.

The contamination indicator must be visible.

10.2 Connecting the electrical contamination indicator

The electrical indicator is connected via a 2-pole appliance plug according to DIN 43650 with poles marked 1 and 2.

The electrical section can be inverted to change from Normally Open position to Normally Closed position or visa versa.

10.3 When must the filter element be replaced?

1. Filters equipped with visual and electrical contamination indicator:

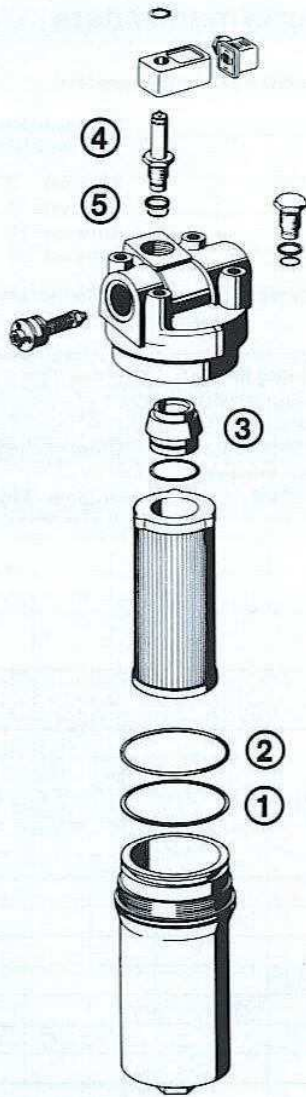
During cold starts, the indicator may give a warning signal. Depress the red button of the visual indicator once again only after operating temperature has been reached. If the red button immediately pops out again and/or the electrical signal has not switched off after reaching operating temperature, the filter element must be replaced after the end of the shift.

2. Filters without contamination indicator: the filter element should be replaced after the trial run or flushing of the system. Afterwards follow instructions of the manufacturer.

3. Please always ensure that you have original MAHLE replacement elements in stock: disposable elements (Sm-x) cannot be cleaned.

10.4 Element replacement

1. Stop system and relieve filter from pressure.
2. Unscrew the filter bowl by turning counter-clockwise. Clean the bowl using a suitable cleaning solvent.
3. Remove filter element with a side-to-side motion.
4. Check O-ring and back-up ring on the filter bowl for damage. Replace, if necessary.
5. Make sure that the part number on the spare element corresponds with the part number of the filter label. Open the plastic bag and push element over the spigot in the filter head. Now remove plastic bag.
6. Complete installation by screwing on the bowl, turning clockwise until it comes to a full stop. Back off the bowl $\frac{1}{2}$ turn.



11. Spare parts list

Pos.	Part no ./housing	
	Pi 3605-Pi 3611	Pi 3615-Pi 3630
①	Seal kit	Seal kit
-	NBR 763.715.0	NBR 763.718.4
-	FPM 763.716.8	FPM 763.719.2
③	EPDM 763.717.6	EPDM 763.720.0
④	Contamination indicator	
	visual	visual/electrical
	766.991.4	766.986.4
	Pis 3093/5 bar	Pis 3092/5 bar
	electrical upper part only	753.655.0
⑤	Seal kit for contamination indicator	
	NBR	776.027.5
	FPM	776.028.3
	EPDM	776.029.1

Subject to technical alteration without prior notice.



KNECHT Filterwerke GmbH

Werk Öhringen · Schleifbachweg 45 · 74613 Öhringen · Postfach 13 09 · 74603 Öhringen
Telefon (0 79 41) 67-0 · Telefax (0 79 41) 67-429

8. Specifications

Design:	line mounting filter
Operating pressure:	210 bar*
Test pressure:	275 bar*
Temperature range:	-10 °C to +120 °C
(other temperature ranges on request)	
Bypass opening pressure:	Δp 7 bar
Filter head material:	GGG
Filter bowl material:	CK 15
Material of seals:	NBR / PTFE / CU
Filters compatible with standard mineral oils.	
Please contact us in case of using other media.	
Activating pressure of visual / electrical differential pressure indicator:	Δp 5 bar \pm 0,5 bar
Electrical data of contamination indicator:	
Maximum voltage:	230 V \sim / =
Maximum current on contact:	2,5 A
Maximum contact load:	60 VA / 40 W
Inrush current:	70 VA
Type of protection:	IP 65 when inserted and secured
Contact:	bistable
Cable connection:	PG 11 \varnothing 6-10

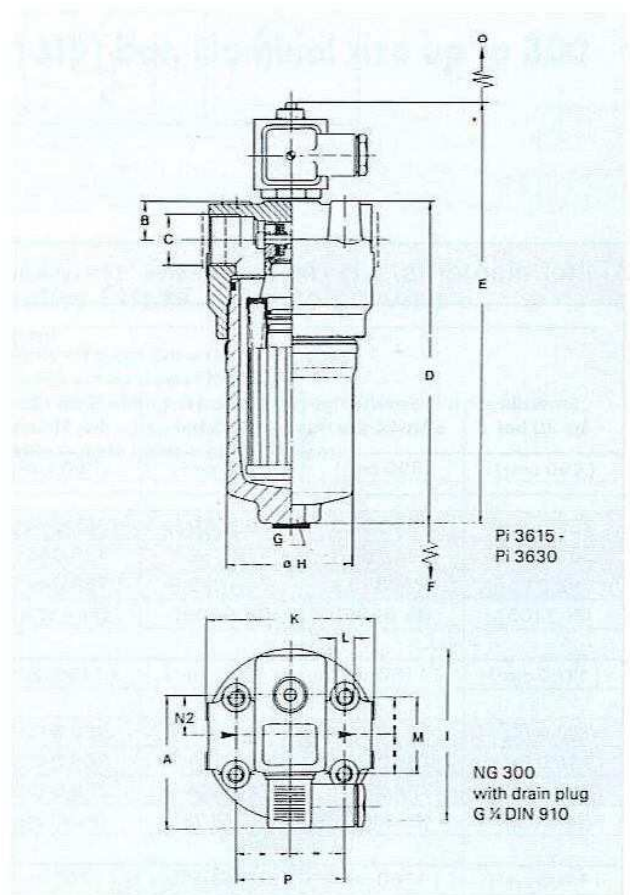
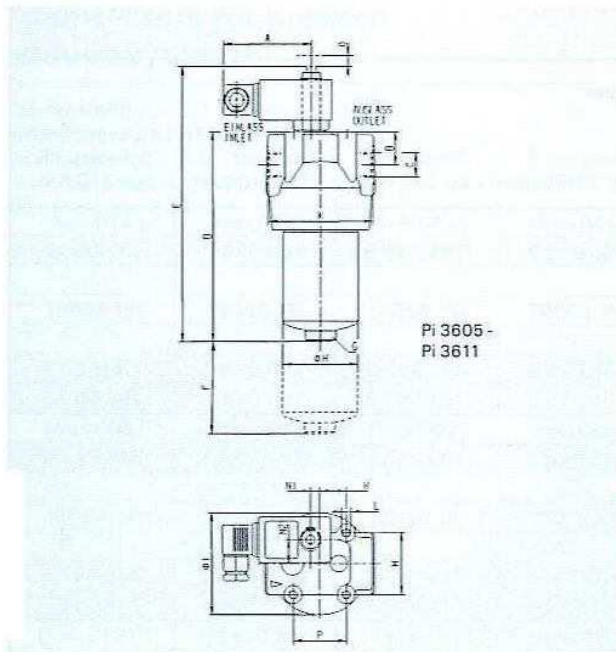
The electrical indicator function can be changed from the Normally Open position to the Normally Closed position or visa versa by inverting the electrical section.

With the inrush current of 70 VA the indicator can trigger small contactors or contactor relays.

Inductivity in the direct current may require the use of a signal eraser.

For further information also see our leaflet Contamination indicators.

* Types Pi 3605, Pi 3608 and Pi 3611 have an operating pressure of 315 bar/test pressure 410 bar.



9. Dimensions

Type	Dimensions																Weight [kg]
	A	B	C	D	E	F	G SW	H	I	K	L	M	N 1	N 2	O	P	
Pi 3605	78	29	G 1/2	187	245	80	27	66	90	92	M8 x16	54	8	21	45	47	4
Pi 3608	78	29	G 3/4	265	323	80	27	66	90	92	M8 x16	61	8	21	45	47	4,3
Pi 3611	78	29	G 3/4	341	399	80	27	66	90	92	M8 x16	54	8	21	45	47	5
Pi 3615	78	32	G 1 1/4	259	315	110	30	109	137	137	M12 x16	60	-	28	45	80	11,5
Pi 3630	78	32	G 1 1/4	384	440	110	30	109	137	137	M12 x16	60	-	28	45	80	14,0

Screw-in Relief Cartridge Valves

CVA-06



Feature:

1. Balance poppet design reduces vibration and noise.
2. Integrated steel ball check valve results in quick response time.
3. Valve can be directly screwed-in manifold without any piping. Minimized measurement is easy to maintain.
4. This type especially fits for applications of middle, large industrial machines, mobile and marine etc. requiring high pressure and large flow.

CVA - 06 - H

Model	Port Size	Pressure Adj. Range kgf/cm ² (psi)
	06:3/4"	B : 10(140)~70(1000) C : 35(500)~140(2000) H : 70(1000)~250(3500) I : 70(1000)~315(4500)

Specifications:

Max. Pressure : 315kgf/cm²(4500psi)

Max. Flow : 120l/min(31.7 GPM)

(Please refer to "Performance Curves")

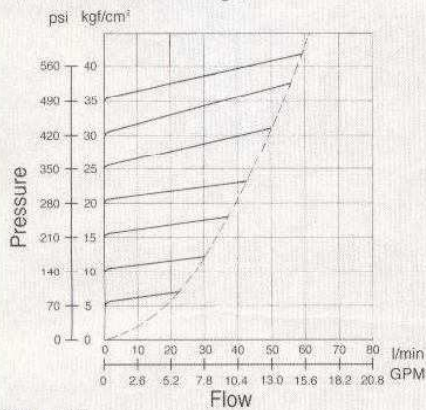
Weight : 0.28kgs(0.62lbs)

Dimensions & Cavities:

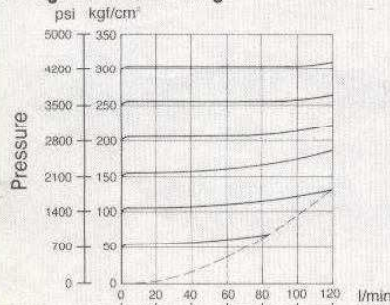
Performance Curves:

Pressure-Flow Characteristics:

① Low Pressure Range:

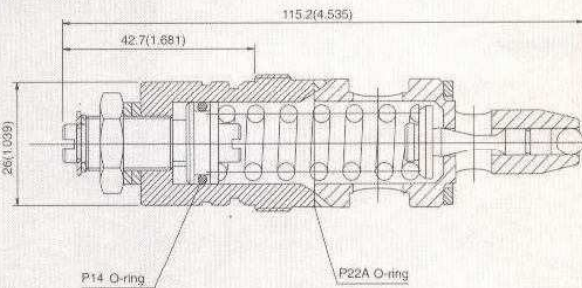


② High Pressure Range:

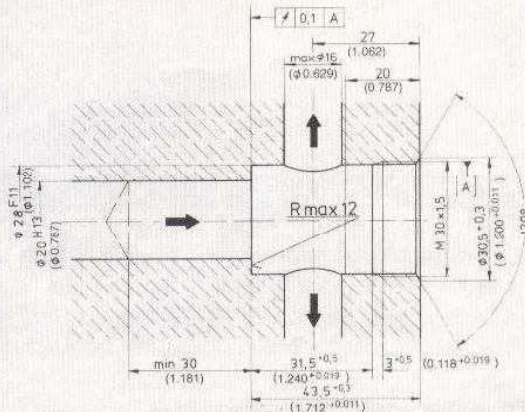


Dimensions:

Unit:mm/(in)



Manifold Cavities:



F5

4/3, 4/2 and 3/2 directional valve with wet-pin AC or DC solenoids

RE 23327/08.08
Replaces: 02.03

1/14

Type WE

Size 10
Component series 3X; 4X
Maximum operating pressure 315 bar [4569 psi]
Maximum flow 120 l/min [31.7 US gpm]



Table of contents

Content	Page
Features	1
Ordering code	2, 3
Mating connectors	3
Spool symbols	4
Function, section	5
Technical data	6, 7
Characteristic curves	8
Performance limits	9, 10
Unit dimensions	11 to 13

Features

- Direct operated directional spool valve with solenoid actuation in heavy-duty design
- Porting pattern to ISO 4401-05-04-0-05 and NFPA T3.5.1 R2-2002 D05
- Subplates, see data sheet RE 45054 (separate order)
- Wet-pin DC or AC solenoids with detachable coil
- Solenoid coil can be rotated 90°
- The pressure-tight chamber needs not to be opened for changing the coil
- Electrical connection as individual or central connection
- Manual override, optional
- Smoothly switching version, see RE 23183
- Inductive position switches and proximity sensors (contactless), see RE 24830
- For further electrical connections, see RE 08010

Notes on available spare parts:
www.boschrexroth.com/spc

Ordering code

	WE	10		/	C				
3 main ports	= 3								
4 main ports	= 4								
Size 10		= 10							
Spool symbols e.g. C, E, EA, EB, etc.; for possible versions, see page 4									
Component series 30 to 39 – individual connection (30 to 39: unchanged installation and connection dimensions)					= 3X				
Component series 40 to 49 – central connection (40 to 49: unchanged installation and connection dimensions)					= 4X				
With spring return					= No code				
Without spring return					= O				
Without spring return with detent					= OF				
(Wet-pin) solenoid with detachable coil					= C				
DC voltage 24 V					= G24				
AC voltage 230 V 50/60 Hz					= W230				
DC voltage 205 V					= G205 ¹⁾				
For further ordering codes for other voltages and frequencies, see page 7									
With concealed manual override (standard)					= N9				
With manual override					= N				
Without manual override					= No code				
Electrical connection ²⁾									
individual connection									
Without mating connector with component plug DIN EN 175301-803								= K4 ³⁾	
Central connection									
Cable entry on cover, with indicator lamp								= DL	
Central plug-in connection on cover, with indicator lamp (without mating connector)								= DKL ⁴⁾	
For further electrical connections, see RE 08010									

¹⁾ For connection to the AC voltage mains a DC solenoid **must** be used, which is controlled via a rectifier, (see table below).

In the case of individual connection, a large mating connector with integrated rectifier can be used (separate order).

²⁾ Also available with M12x1 plug-in connection (version "G24" only), see RE 08010

³⁾ Mating connectors, separate order, see page 3.

⁴⁾ Mating connector, separate order, Material no. **R900005538**

Standard types and components are shown in the EPS (standard price list).

AC voltage mains (permissible voltage tolerance ±10%)	Nominal voltage of the DC voltage solenoid when operated with AC voltage	Ordering code
110 V - 50/60 Hz	96 V	G96
120 V - 60 Hz	110 V	G110
230 V - 50/60 Hz	205 V	G205



Further details in clear text

No code =
V =

Seal material

NBR seals

FKM seals

(other seals on request)

Attention!

Observe compatibility of seals with hydraulic fluid used!

No code =

B08 =

B10 =

B12 =

Without Throttle insert

Throttle Ø 0.8 mm [0.031 inch]

Throttle Ø 1.0 mm [0.039 inch]

Throttle Ø 1.2 mm [0.047 inch]

Use in the case of flows that exceed the performance limit of the valve; effective in channel P (see page 5).

Spool position monitoring

Without limit switch

Monitored spool position "a"

Monitored spool position "b"

Monitored rest position

For further details, see RE 24830

No code =

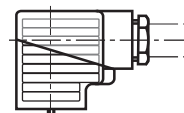
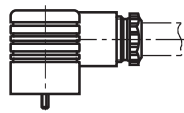
QMAG24 =

QMBG24 =

QM0G24 =

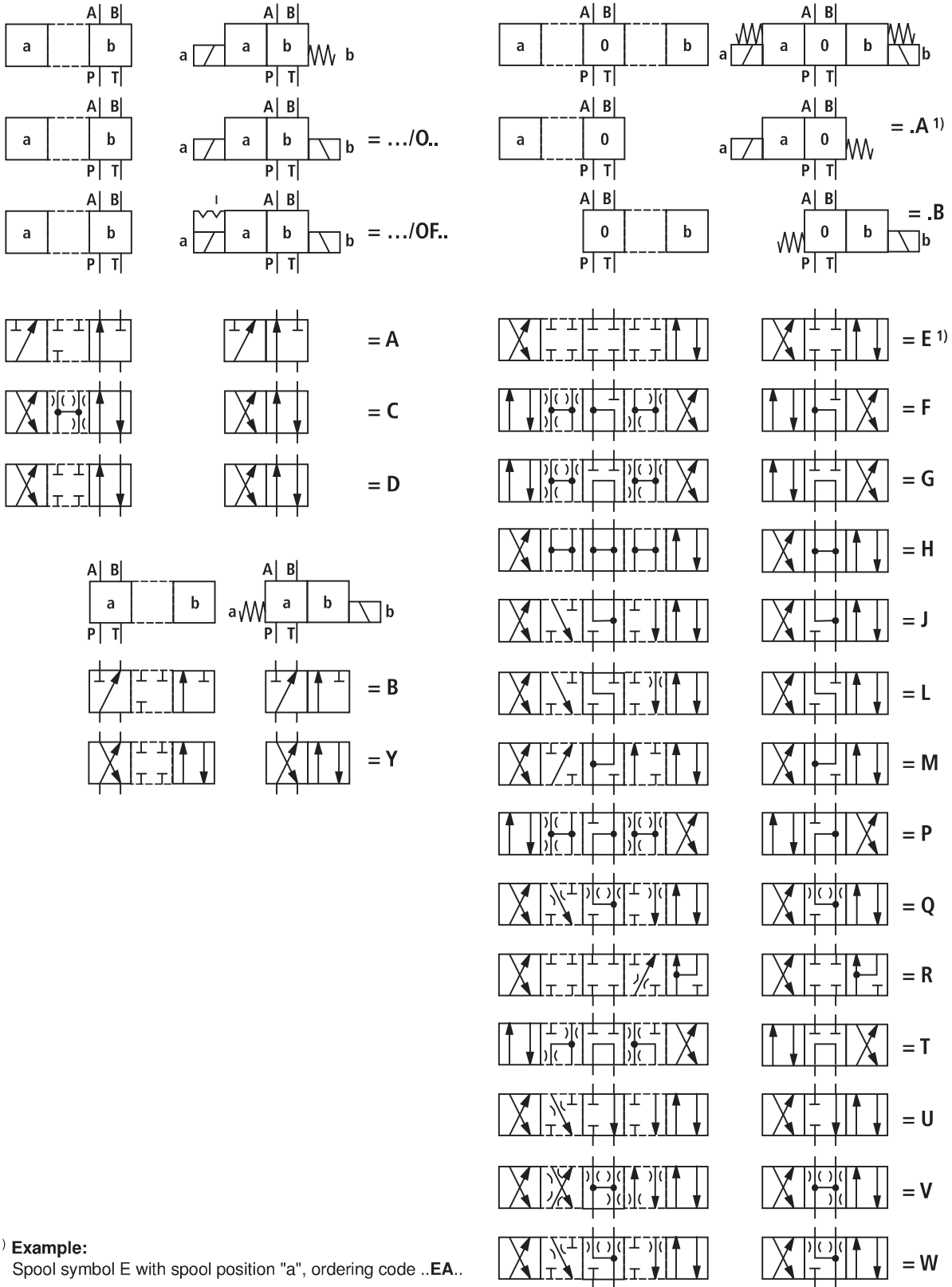
Mating connectors to DIN EN 175301-803

For details and further mating connectors, see RE 08006



Conne- ction	Valve side	Color	Material number				
			Without circuitry	With indicator lamp 12 ... 240 V	With indicator lamp and rectifier 12 ... 240 V	With rectifier 12 ... 240 V	With indicator lamp and Zener-diode suppressor cir- cuit 24 V
M16 x 1.5	a	Gray	R901017010	-	-	-	-
	b	Black	R901017011	-	-	-	-
	a/b	Black	-	R901017022	R901017029	R901017025	R901017026
1/2" NPT (Pg 16)	a	Red/ brown	R900004823	-	-	-	-
	b	Black	R900011039	-	-	-	-
	a/b	Black	-	R900057453	R900057455	R900842566	-

Spool symbols



Function, section

Directional valves of type WE are solenoid operated directional spool valves. They control the start, stop and direction of a flow.

These directional valves basically consist of housing (1), one or two solenoids (2), control spool (3), as well as one or two return springs (4).

In the non-operated condition, control spool (3) is held by return springs (4) in the central position or the initial position (except for impulse spool). Control spool (3) is actuated by wet-pin solenoids (2).

To ensure proper functioning, care must be taken that the pressure chamber of the solenoid is filled with oil.

The force of solenoid (2) acts via plunger (5) on control spool (3) and pushes it from its rest position to the desired end position. As a result of this, the required direction of flow from P to A and from B to T or P to B and A to T opens.

After solenoid (2) was de-energized, control spool (3) is returned to its rest position by return spring (4).

An optional manual override (6) allows control spool (3) to be operated without energization of the solenoid.

Type .WE 10 ..O... (only possible with symbols A, C and D)

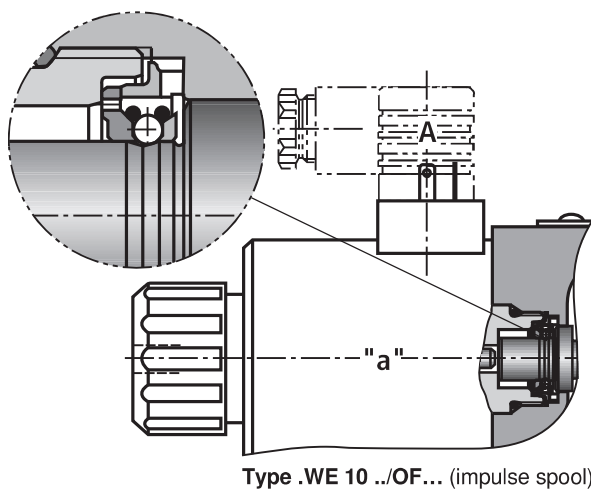
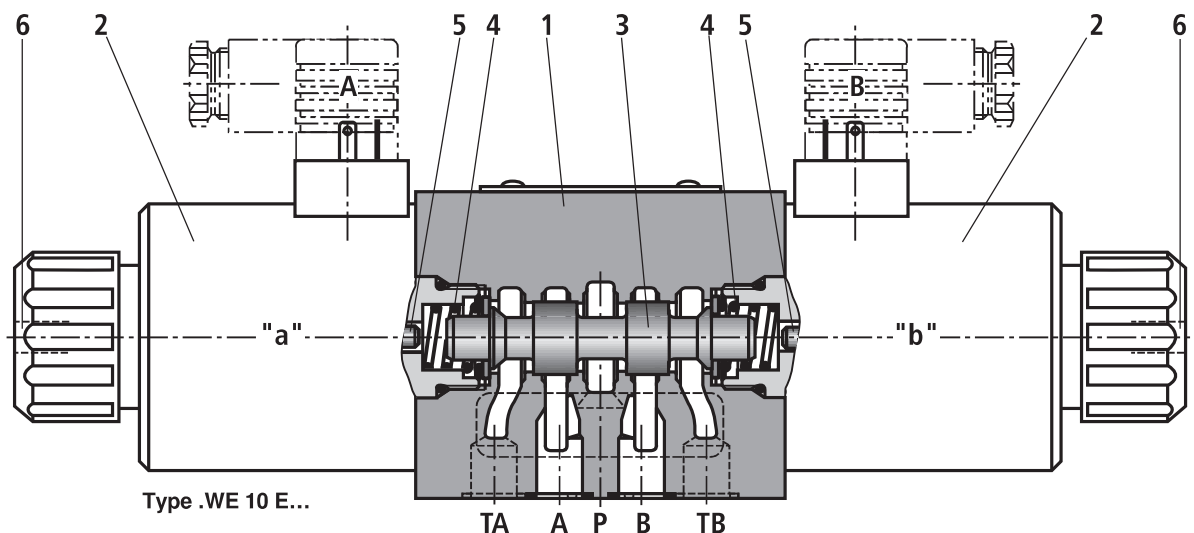
This version is a directional valve with two spool positions and two solenoids without detent. There is no defined spool position in the de-energized condition.

Type .WE 10 ..OF... (impulse spool, only possible with symbols A, C and D)

This version is a directional valve with two spool positions and two solenoids and a detent. It alternately holds both spool positions, and a permanent energization of the solenoid is therefore not required.

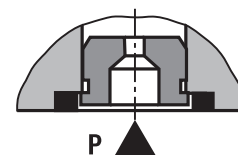
Note!

In conjunction with valves with detent, pressure peaks in the tank line to two or more valves can cause unwanted spool movements! We recommend that separate return lines be provided or a check valve installed in the tank line.



Throttle insert

The use of a throttle insert is required, if, due to the given operating conditions, flows can occur during the switching processes, which exceed the performance limit of the valve.



Technical data (for applications outside these parameters, please consult us!)

General				
Weight			Individual connection	Central connection
	– Valve with one solenoid	kg [lbs]	4.4 [9.7] (DC); 3.6 [7.9] (AC)	4.3 [9.5] (DC); 3.5 [7.7] (AC)
	– Valve with two solenoids	kg [lbs]	6.0 [13.2] (DC); 4.4 [9.7] (AC)	5.9 [13.0] (DC); 4.3 [9.5] (AC)
Installation position			Optional	
Ambient temperature range		°C [°F]	–30 to +50 [–22 to +122] (NBR seals) –20 to +50 [–4 to +122] (FKM seals)	
Hydraulic				
Maximum operating pressure	– Ports A, B, P	bar [psi]	315 [4569]	
	– Port T	bar [psi]	210 [3050] (DC); 160 [2320] (AC) With symbols A and B, port T must be used as leakage oil port, if the operating pressure is higher than the tank pressure.	
Maximum flow		l/min [US gpm]	120 [31.7]	
Flow cross-section (spool position 0)	– Spool symbol V	mm ² [inch ²]	11 [0.017] (A/B to T); 10,3 [0.016] (P to A/B)	
	– Spool symbol W	mm ² [inch ²]	2.5 [0.004] (A/B to T)	
	– Spool symbol Q	mm ² [inch ²]	5.5 [0.009] (A/B to T)	
Hydraulic fluid ¹⁾			Mineral oil (HL, HLP) to DIN 51524 ²⁾ ; fast bio-degradable hydraulic fluids to VDMA 24568 (see also RE 90221); HETG (rape seed oil) ²⁾ ; HEPG (polyglycols) ³⁾ ; HEES (synthetic esters) ³⁾ ; other hydraulic fluids on request	
Hydraulic fluid temperature range		°C [°F]	–30 to +80 [–22 to +176] (NBR seals) –20 to +80 [–4 to +176] (FKM seals)	
Viscosity range		mm ² /s [SUS]	2.8 to 500 [35 to 2320]	
Permissible max. degree of contamination of the hydraulic fluid - cleanliness class to ISO 4406 (c)			Class 20/18/15 ⁴⁾	

¹⁾ The ignition temperature of the process and operating medium used must be higher than the maximum solenoid surface temperature.

²⁾ Suitable for NBR and FKM seals

³⁾ Suitable only for FKM seals

⁴⁾ The cleanliness classes specified for components must be adhered to in hydraulic systems. Effective filtration prevents malfunction and, at the same time, prolongs the service life of components.

For the selection of filters, see data sheets RE 50070, RE 50076, RE 50081, RE 50086, RE 50087 and RE 50088.

Technical data (for applications outside these parameters, please consult us!)**Electrical**

Type of voltage		DC voltage	AC voltage 50/60 Hz
Available voltages ⁵⁾ (Ordering code for AC solenoids, see below)	V	12, 24, 42, 60, 96, 110, 180, 205, 220	42, 110, 230
Voltage tolerance (nominal voltage)	%	±10	
Power consumption	W	35	–
Holding power	VA	–	90
Making capacity	VA	–	550
Duty cycle	%	100	
Switching time to ISO 6403	– ON	ms	45 to 60
	– OFF	ms	20 to 30
Maximum switching frequency	1/h	15000	7200
Maximum coil temperature ⁶⁾	°C [°F]	150 [302]	180 [356]
Type of protection to DIN EN 60529		IP 65 with mating connector mounted and locked	
Insulation class VDE 0580		F	H
Electrical protection		Each solenoid must be protected separately with a suitable fuse with tripping characteristic K (inductive loads).	
Behavior in the event of a fault (solenoid is not enabled)		The solenoid surface temperature can be exceeded.	

⁵⁾ Special voltages on request

⁶⁾ Due to the surface temperatures of the solenoid coils, observe standards ISO 13732-1 and EN 982!

Notes!

- The manual override can only be operated up to a tank pressure of ca. 50 bar. Avoid damage to the bore for the manual override! (Special tool for operation, separate order, Material no. **R900024943**). When the manual override is blocked, the operation of the opposite solenoid must be ruled out!
- The simultaneous operation of the solenoids must be ruled out!

Note!

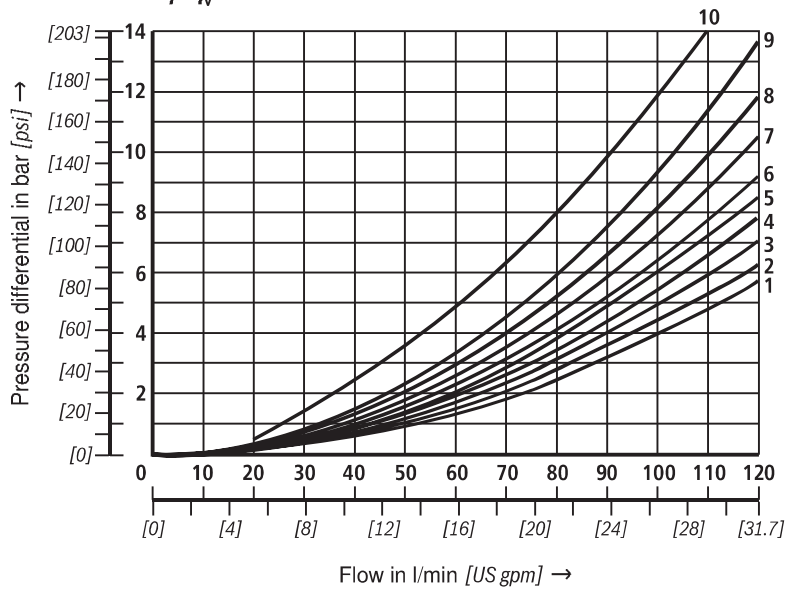
AC solenoids can be used for 2 or 3 mains;
e.g. solenoid type **W110** for:
110 V, 50 Hz; 110 V, 60 Hz; 120 V, 60 Hz

Ordering code	Mains
W42	42 V, 50 Hz
	42 V, 60 Hz
W110	110 V, 50 Hz
	110 V, 60 Hz
	120 V, 60 Hz
W230	230 V, 50 Hz
	230 V, 60 Hz

When establishing the electrical connection, properly connect the protective earth conductor (PE \perp).

Characteristic curves (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [$104 \text{ }^{\circ}\text{F} \pm 9 \text{ }^{\circ}\text{F}$])

Δp - q_v characteristic curves



Central position:

Spool symbol	Direction of flow				
	P - A	P - B	B - T	A - T	P - T
F	4	-	-	9	9
P	-	5	8	-	10
G, T	-	-	-	-	9
H	-	-	-	-	3

Spool symbol	Direction of flow			
	P - A	P - B	A - T	B - T
A; B	3	3	-	-
C	3	3	4	5
D; Y	5	5	6	6
E	1	1	4	4
F	2	3	7	4
G	3	3	6	7
H	1	1	6	7
J	1	1	3	3
L	2	2	3	5
M	1	1	4	5
P	4	2	5	7
Q	1	2	1	3
R	3	6	4	-
T	3	3	6	7
U; V	2	2	3	3
W	2	2	4	5

Spool position:

Spool symbol	Direction of flow			
	P - A	B - A	A - T	P - T
R	-	9	-	-

Performance limits (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ [104 °F \pm 9 °F])

Attention!

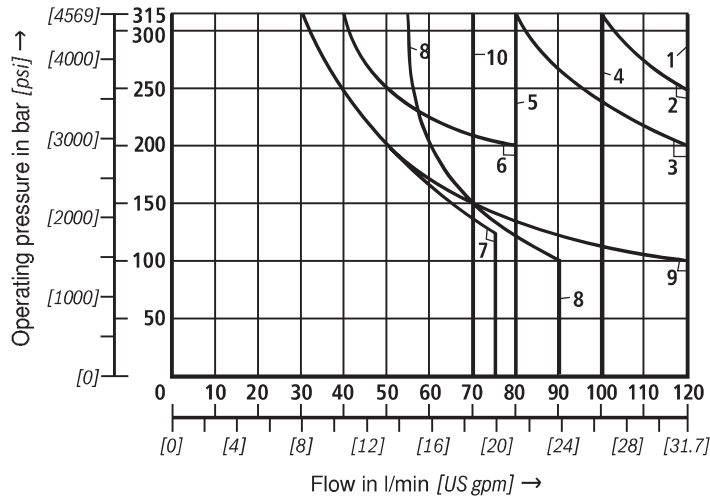
The specified switching performance limits are valid for operation with two directions of flows (e.g. from P to A and simultaneous return flow from B to T).

Due to the flow forces acting within the valves, the permissible switching performance limit may be considerably lower

with only one direction of flow (e.g. from P to A while port B is blocked)!

In the case of such applications, please consult us!

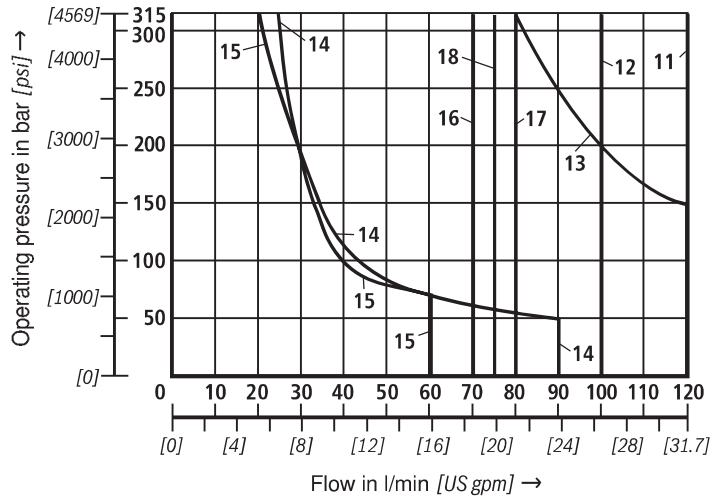
The switching performance limit was established while the solenoids had reached operating temperature, at 10% undervoltage and without tank preloading.



DC voltage	
Curve	Spool symbol
1	C; C/O; C/OF; D; D/O; D/OF; Y; M
2	E
3	A/O; A/OF; L; U; J; Q; W
4	H
5 ¹⁾	R; L ²⁾ ; U ²⁾
6	G
7	T
8	F; P
9	A; B
10	V

¹⁾ Return flow from actuator to tank (irrespective of the area ratio)

²⁾ Central position only



AC voltage	
Curve	Spool symbol
11	C; C/O; C/OF; D; D/O; D/OF; Y
12	E; L; U; Q; W
13	A/O; A/OF; J
14	F; P
15	T
16	H
17	R
18 ²⁾	L; U
19	M

²⁾ Central position only

42 V, 50 Hz; 110 V, 50 Hz; 120 V, 60 Hz; 127 V, 50 Hz; 220 V, 50 Hz; 240 V, 60 Hz

Performance limits (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ [$104 \text{ }^\circ\text{F} \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$])

Attention!

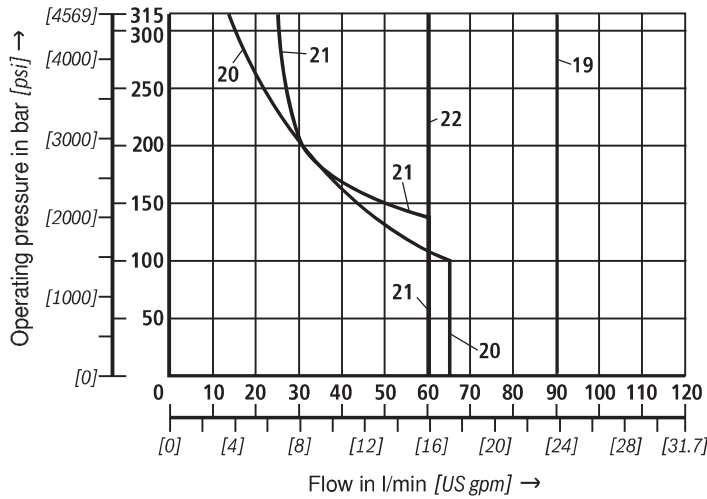
The specified switching performance limits are valid for operation with two directions of flows (e.g. from P to A and simultaneous return flow from B to T).

Due to the flow forces acting within the valves, the permissible switching performance limit may be considerably lower

with only one direction of flow (e.g. from P to A while port B is blocked)!

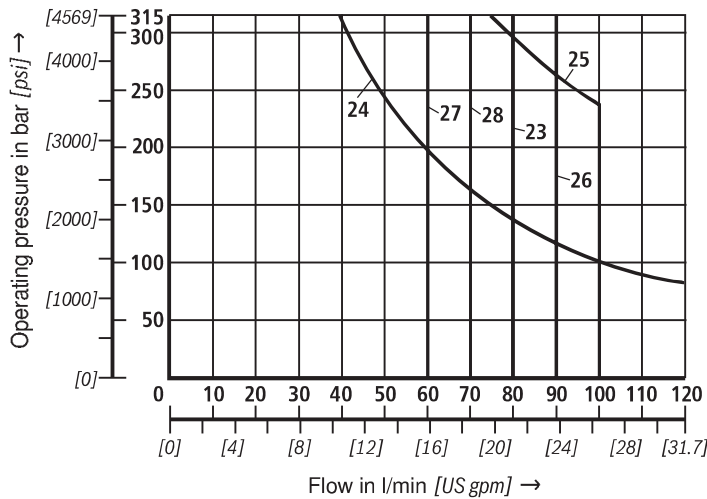
In the case of such applications, please consult us!

The switching performance limit was established while the solenoids had reached operating temperature, at 10% undervoltage and without tank preloading.



AC voltage	
Curve	Spool symbol
19	M
20	A, B
21	G
22	V

42 V, 50 Hz; 110 V, 50 Hz; 120 V, 60 Hz;
127 V, 50 Hz; 220 V, 50 Hz; 240 V, 60 Hz



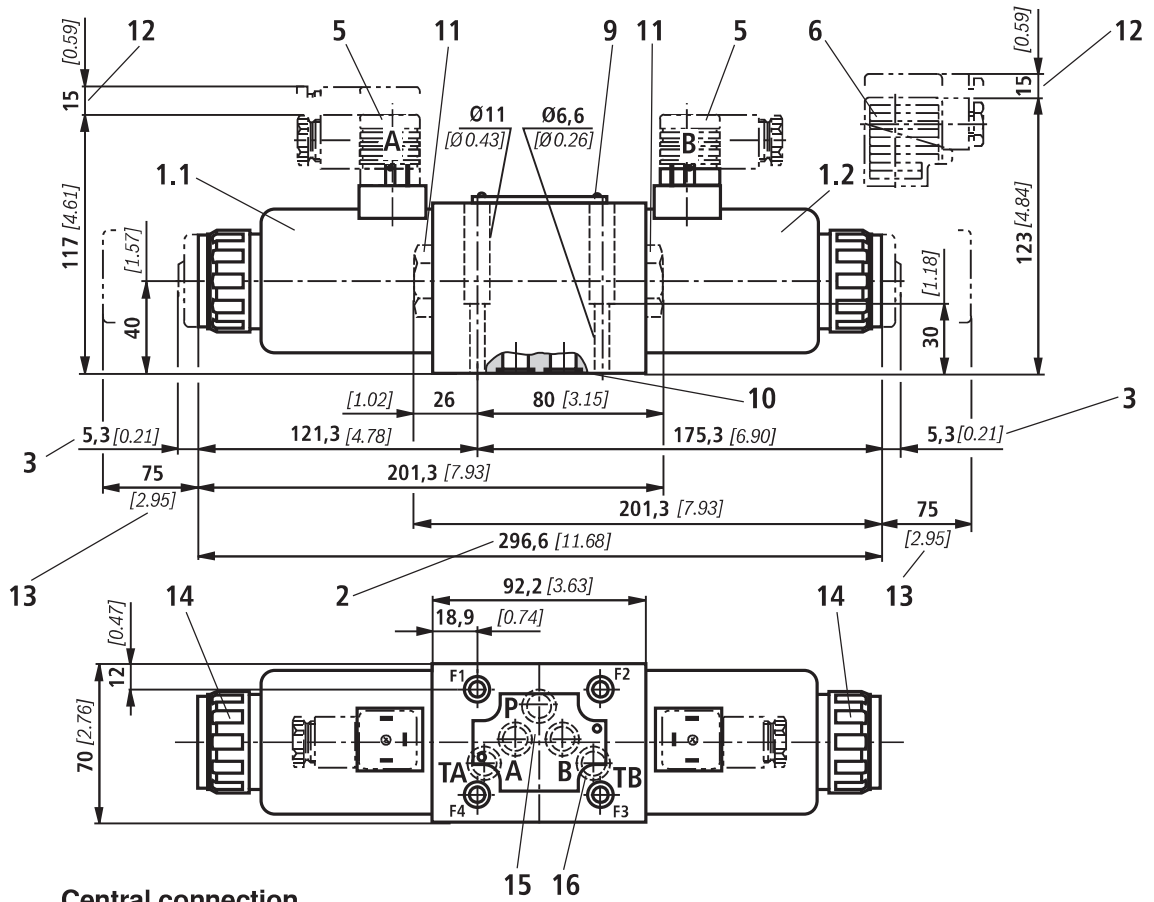
AC voltage	
Curve	Spool symbol
23	C; C/O; C/OF; D; D/O; D/OF; Y
24	A/O; A/OF
25	E
26	M
27	V
28	H

42 V, 60 Hz; 110 V, 60 Hz;
127 V, 60 Hz; 220 V, 60 Hz

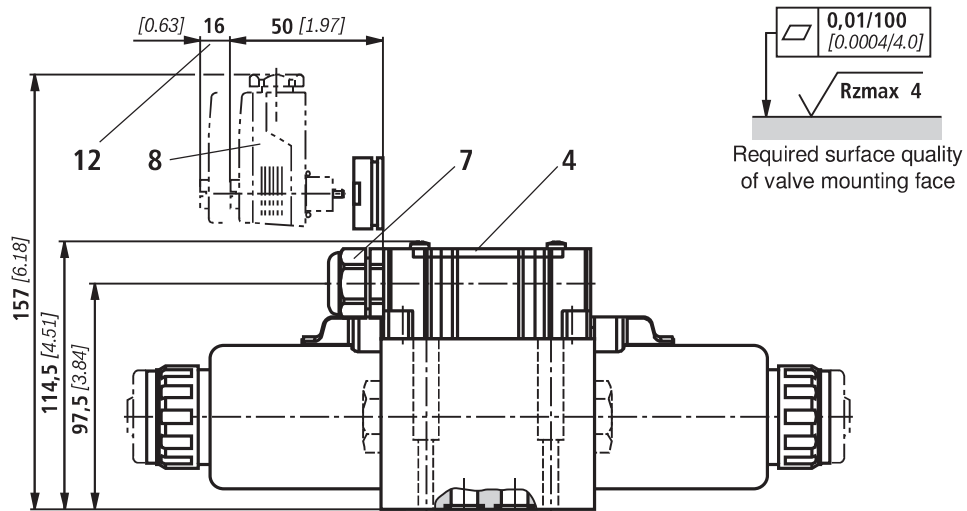
For performance limits of other spools, please consult us!

Unit dimensions: Valve with DC solenoid (dimensions in mm [inch])

Individual connection

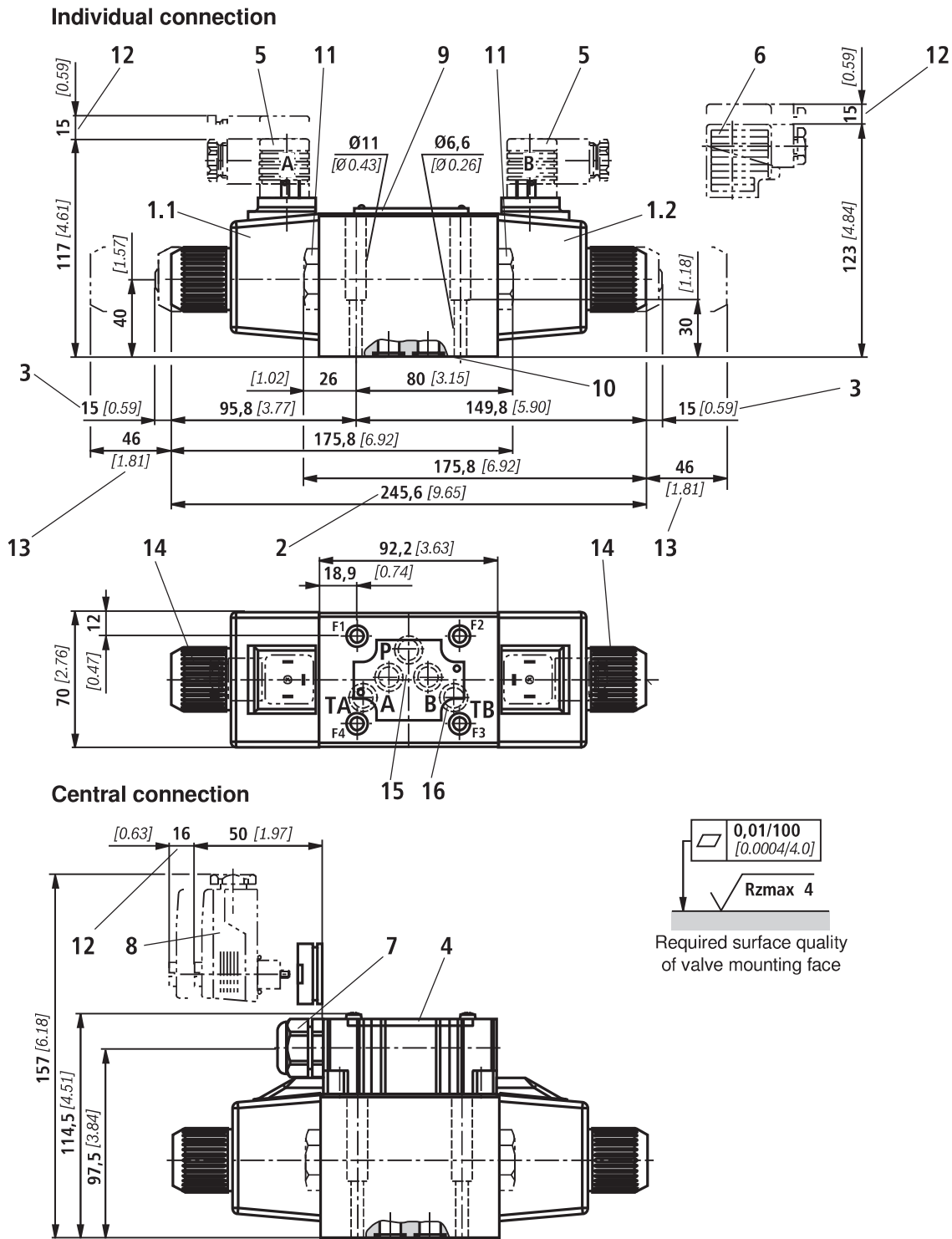


Central connection



For explanations of items, valve mounting screws and subplates, see page 13.

Unit dimensions: Valve with AC solenoid (dimensions in mm [inch])



For explanations of items, valve mounting screws and subplates, see page 13.

Unit dimensions

- 1.1 Solenoid "a"
- 1.2 Solenoid "b"
- 2 Dimension for solenoid **without** and **with concealed** manual override "N9" (standard)
- 3 Dimension for solenoid **with** Manual override "N"
- 4 Cover

Attention!
The valve may only be operated with properly mounted cover!
- 5 Mating connector **without** circuitry (separate order, see page 3 and RE 08006)
- 6 Mating connector **with** circuitry (separate order, see page 3 and RE 08006)
- 7 Cable gland Pg 16 [1/2" NPT] "DL"
- 8 Angled mating connector (color: red, separate order) Material no. **R900005538**
- 9 Nameplate
- 10 Identical seal rings for ports A, B, P, TA, TB (for valve with throttle insert, O-ring in channel P)
- 11 Plug screw for valves with one solenoid
- 12 Space required to remove mating connector/angled mating connector
- 13 Space required to remove coil
- 14 Locknut, tightening torque $M_T = 6^{+2}$ Nm [4.43^{+1.48} ft-lbs]
- 15 Position of ports to ISO 4401-05-04-0-05 and NFPA T3.5.1 R2-2002 D05
- 16 Port TB can only be used in conjunction with a bore to be provided separately.

Terminal assignment for central connection:

- **1 solenoid:**
Solenoid always to terminals 1 and 2, protective earth conductor to terminal \oplus PE
- **2 solenoids:**
Solenoid "a" to terminals 1 and 2, solenoid "b" to terminals 3 and 4, protective earth conductor to terminal \oplus PE

Subplates to data sheet RE 45054 (separate order)

G 66/01 (G3/8)
G 67/01 (G1/2)
G 534/01 (G3/4)

G 66/12 (SAE-6; 9/16-18)¹⁾
G 67/12 (SAE-8; 3/4-16)¹⁾
G 534/12 (SAE-12; 1-1/16-12)¹⁾

¹⁾ on request

Valve mounting screws (separate order)

4 hexagon socket head cap screws, metric ISO 4762 - M6 x 40 - 10.9-flZn-240h-L
(Friction coefficient $\mu_{\text{total}} = 0.09$ to 0.14);
tightening torque $M_T = 12.5$ Nm [9.2 ft-lbs] $\pm 10\%$,
Material no. **R913000058**

or

4 hexagon socket head cap screws ISO 4762 - M6 x 40 - 10.9 (to be provided by customer)
(Friction coefficient $\mu_{\text{total}} = 0.12$ to 0.17);
tightening torque $M_T = 15.5$ Nm [11.4 ft-lbs] $\pm 10\%$

4 hexagon socket head cap screws, UNC

1/4-20 UNC x 1-1/2" ASTM-A574
(Friction coefficient $\mu_{\text{total}} = 0.19$ to 0.24);
tightening torque $M_T = 20$ Nm [14.7 ft-lbs] $\pm 15\%$,
(Friction coefficient $\mu_{\text{total}} = 0.12$ to 0.17);
tightening torque $M_T = 14$ Nm [10.3 ft-lbs] $\pm 10\%$,
Material no. **R978800710**

3.17 Material del cuerpo y de la válvula

En la versión estándar el cuerpo es de acero al carbono protegido externamente con una pintura antióxido; la válvula es de acero al carbono fosfatado.

Esta ejecución es válida para aceites y líquidos no corrosivos y viene reflejado en el código de designación con la letra C.

En presencia de líquidos debilmente corrosivos el cuerpo del acumulador y el de la válvula deberán estar recubiertos con níquel químico con un espesor mínimo de 25 micras. Letra de designación N.

(para otros espesores indicar nuevo valor).

Para líquidos agresivos la construcción está prevista en acero inoxi (indicar con X).

Con demanda específica es posible suministrar la válvula de líquido y/o la válvula de gas en materiales diferentes al del cuerpo del acumulador.

Solo en este caso es preciso indicar en el código del pedido las letras previstas para cada válvula. (ver cap. 3.19).

3.18 Certificados

Los acumuladores son aparatos a presión sometidos a estrictas normas en su proyecto, construcción y certificaciones.

El certificado de las pruebas (en función de la disponibilidad, acompaña a la mercancía o es remitida por correo a continuación), deberá contrastarse con la normativa vigente en el país donde será instalado el acumulador (ver relación inferior).

Los certificados previstos para las diversas series de acumuladores EPE están indicados en las respectivas hojas del catálogo.

En la versión estándar de la serie "alta presión" los acumuladores EPE están probados y certificados por TÜV y DRIRE para capacidades ≥ 1 litro y ISPESL para capacidades ≥ 25 litros (volumenes inferiores no necesitan certificación). Bajo pedido los acumuladores pueden ser construidos y certificados según RINA, BS-Lloyds Register, STOOMWEZEN, ASME U.S. etc. Naturalmente esto puede influir en el coste y en el plazo de entrega. Es indispensable por lo tanto precisar en el momento de la demanda de oferta la certificación deseada o el país de destino.

ALEMANIA	: TÜV
ARGELIA	: DRIRE*
AUSTRALIA	: AUSTRALIAN STANDARD AS 1210
AUSTRIA	: TÜV Wien - TÜV*
BELGICA	: TÜV and DRIRE - APRAGAZ
BRASIL	: TÜV-DRIRE + Calculation ASME
CANADA	: ASME - TÜV* - DRIRE*
CHECOSLOVAQUIA	: CSN - DRIRE* - TÜV*
ESPAÑA	: TÜV* - DRIRE*
ESTADOS UNIDOS	: ASME - U.S. or L.R.
FINLANDIA	: DRIRE* - TÜV*
FRANCIA	: DRIRE
HOLANDA	: STOOMWEZEN - TÜV*

INGLATERRA	: BS - LLOYD'S REGISTER
ITALIA	: ISPESL
JAPON	: JIS
LUXEMBURGO	: TÜV*
MARRUECOS	: DRIRE*
NORUEGA	: TÜV* - DRIRE*
POLONIA	: UDT - TÜV* - DRIRE*
RUMANIA	: ISCIR - TÜV* - DRIRE*
RUSIA	: TÜV* - DRIRE*
SUDAFRICA	: ASME - U.S. - L.R. or TÜV
SUECIA	: TÜV* - DRIRE*
SUIZA	: SVDB - TÜV*
TUNEZ	: DRIRE*

* Requiere la aprobación de la documentación (cálculo y certificado) por parte de la entidad local.

3.19 Designación

En la composición del código de identificación se tiene presente la capacidad, la presión de ejercicio, el material del cuerpo, etc. debiendo ser elegidos en cada una de las series de acumuladores (ver páginas 18 a 23). La presión de carga se consignará a parte así como eventualmente las bridas y reducciones a montar en la boca de aceite y conexión del lado del nitrógeno.

AS 1,5 P 330 C G 2 - [] []								
Tipo de Acumulador	Capacidad nominal (1)	Material de la vejiga	Presión de servicio (4)	Material del cuerpo y de las válvulas	Conexión líquido	Certificado	Material (2) válvula líquido	Material (2) válvula gas
AS = Acumulador de vejiga estándar	Litros 0,2 - 0,7	F = Nitró estándar (Perbunan)	Bar 330	C = Cuerpo acero al carbono prof. antióxido - válvulas acero al carbono fosfatadas	S = Rosca Gas cónica	Ø = Certificado de fábrica	= Igual al cuerpo del acumulador	= Igual al cuerpo del acumulador
ASA = Acumulador de vejiga ASME-U.S.	1 - 1,5	F = Nitró - 40°C	70 - 90	N = Acero al carbono recubrido (25 µ)	L = Conexión SAE 3000	1 = ISPESL	C = Acero al carbono fosfatado	C = Acero al carbono fosfatado
AST = Acumulador de vejiga transfer	3 - 5	H = Nitró para hidrocarburos	30	X = Acero inoxidable	M = Rosca métrica	2 = TÜV	N = Niquelado, 25 µm	N = Niquelado, 25 µm
ASAT = Transfer para ASME-U.S.	10 - 15	K = Nitró hidrogenado	30 - 20	V = Acero al carbono con protección especial (3)	P = Rosca NPT	3 = DRIRE	X = Acero inoxidable	X = Acero inoxidable
ASL = Acumulador de vejiga separador de líquido	35 - 55	A = Para alimentación			G = Rosca SAE	4 = RINA		
ASAL = Separador de líquidos para ASME-U.S.	Gallones 1/4 - 1	B = Butil	Psi 3000		R = Con reducción indica medida (5)	5 = BS-LLOYD'S REGISTER		
	2,5 - 5	E = Etil-propileno	5000 según apartado 2)		F = Con brida, precisa tipo (6)	6 = STOOMWEZEN		
	10 - 15	N = Champúne neopreno				7 = ASME-U.S. (sig. 2)		
		Y = Epilondina				8 = Otro a consultar		

1) Complementar siempre en la calidad del material difere de las del cuerpo.

2) Presión al lado de la veiga de denominación.

3) Capacidad en galones solo para la serie ASME-U.S.

4) Presión en PSI solamente para la serie ASME-US.

4.1 Características técnicas

Presión de servicio máxima:	330 bar
Presión de prueba:	+50% de la presión de servicio
Temperatura de funcionamiento:	-40°C +80°C
Capacidades nominales:	0.2 ÷ 55 litros

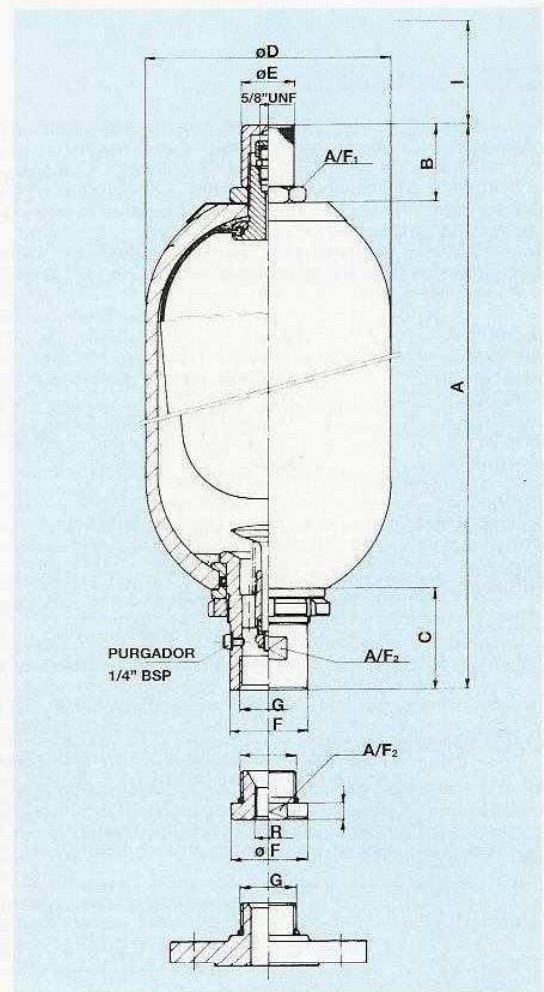
4.2 Características constructivas

LA EJECUCIÓN ESTÁNDAR PREVÉ:

- El cuerpo de acero forjado (35 CrMo4 para las capacidades 1-1,5-3-5-10 ÷ 55 litros y Fe 52.2 para las capacidades 0,2 - 0,7 litros) pulido y barnizado exteriormente con una mano antióxido.
- Las válvulas de acero C40 fosfatadas.
- La conexión de la válvula del líquido (G) rosca hembra ISO 228.
- La vejiga y las juntas de goma nitrilica estándar (P).
- La prueba de aceptación prevista por las normas italianas (ISPESL), alemanas (TÜV) y francesas (DRIRE)
- La precarga con nitrógeno a **10 bar**. (Para otros valores especificar en el pedido).

A PETICIÓN, el acumulador puede suministrarse con:

- CUERPO Y LAS VALVULAS PROTEGIDAS con un revestimiento químico de níquel (espesor 25 micras. Para otros valores precisar en el pedido)..
- CUERPO Y VALVULAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 316
Capacidad 0.2 litros: presión de servicio max. 210 y 330 bar.
Capacidades 0.7-1-1,5-3 litros: presión de servicio max. 150 bar.
Capacidades 5 y de 10 a 55 litros: presión de servicio max. 50-100 y 210 bar.
Para otros valores de presión consultar a nuestro Servicio Técnico.
Todos los tamaños pueden ser suministrados con el certificado del material y de prueba interna.
- LA VEJIGA DE BUTIL, NEOPRENO, ETIL-PROPILENO, NITRILLO HIDROGENADO, NITRILLO PARA BAJAS TEMPERATURAS (-40°C), NITRILLO PARA HIDROCARBUROS, EPICLORIDRINA, PARA ALIMENTACIÓN.
- La vejiga con válvula en versión TRANSFER (ver pag. 36).
- LA CONEXIÓN LÍQUIDO SAE 3000 O SAE 6000 (ver pag. 24).
- LA CONEXIÓN LÍQUIDO CON ROSCA NPT, SAE o MÉTRICA.
- LA REDUCCIÓN con rosca bsp para los diámetros indicados en la tabla, con otras roscas que se precisaran, o ciega.
- LA CONEXIÓN EMBRIDADA DEL LADO LÍQUIDO (precisar PN, DN y normas de la brida). Para código de pedido ver pag. 24.
- LA CONEXIÓN EMBRIDADA LADO GAS para aplicaciones especiales.
- VÁLVULA DE SEGURIDAD LADO GAS O LÍQUIDO, o sólo con el elemento adaptador para dicha válvula (ver pag. 26-27).
- LA CONEXIÓN ESPECIAL ANTIPULSACIONES por el lado del líquido (ver pag. 25)
- PRUEBAS DE ACEPTACION RINA, BS-LLOYD'S REGISTER y otras a especificar.



4.3 Dimensiones

Tipo	Presión de servicio (bar)	Volumen nitr. (litros)	Peso en vacío (kg)	Conexión líquido		A	B	C	ø D	ø E	ø F	H	I*	A/F1	A/F2
				G BSP ISO228	R BSP ISO228										
AS 0,2	330	0,2	1,4	1/2"	-	249	22	41	51	20	26	-	-	24	23
AS 0,7	330	0,65	3,9	3/4"	0 = ciega	280	47	52	90	25	36	11	140	32	32
AS 1	330	1	4,5		3/8"	295			114						
AS 1,5	330	1,5	7,1		1/2"	355									
AS 3	330	2,95	11	1 1/4"	0 = ciega	553	65	65	168	53	11	140	50	50	
AS 5	330	5	13		3/8" - 1/2" - 3/4"	458									
AS 10	330	9,1	38	2"	0 = ciega	570	60	101	224 ^{±1}	55	77	11	140	70	70
AS 15	330	14,5	45		3/8"	720									
AS 20	330	18,2	53		1/2"	875									
AS 25	330	23,5	63		3/4"	1040									
AS 35	330	33,5	83		1"	1390									
AS 55	330	50	115		1 1/4"	1900									

* I = Dimensiones del equipo de precarga

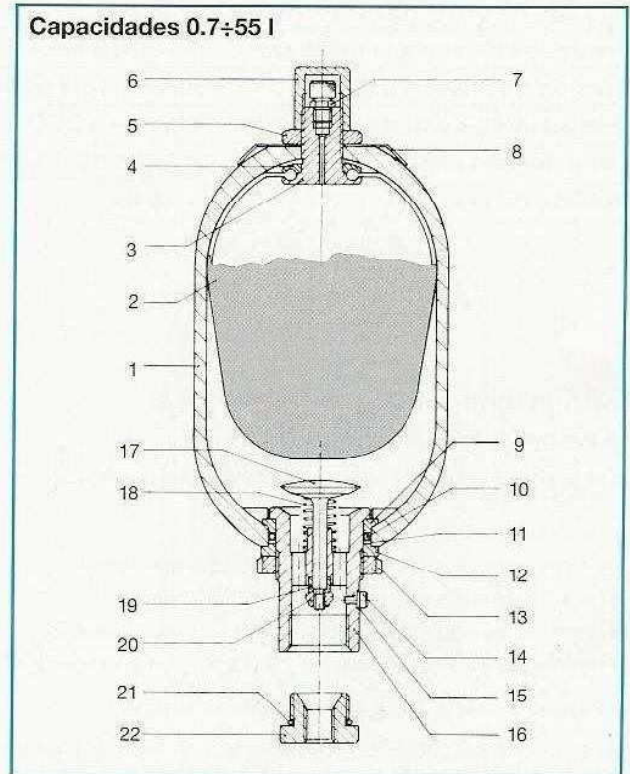
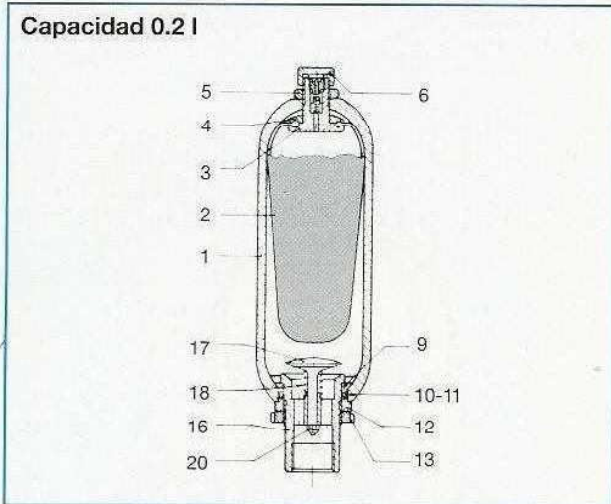
Salvo modificaciones

4.4 Piezas y repuestos

La tabla 4.4.1 da la lista de todas las piezas del acumulador y, para cada modelo, el número para el pedido del repuesto, **VALIDA SOLO PARA LA VERSION ESTÁNDAR.**

Para todas las versiones diferentes a la estándar es necesario **precisar el número de fabricación del acumulador.**

El pedido de la vejiga hay que hacerlo según las indicaciones de la pag. 37, o señalando la designación del acumulador o su número de fabricación.


4.4.1 Número de pedido para repuestos

Pos	Piezas sueltas y grupos completos	N° piez.	Modelos					AS 10-15-20 25-35-55
			AS 0,2	AS 0,7	AS 1 - 1,5	AS 3	AS 5	
1	Cuerpo acumulador	1	No se suministra como repuesto					
2	Vejiga sin válvula	1	ver designación detallada en la pag. 37					
3	Cuerpo válvula gas	1	2001	10107		10202	10333	
4	Arandela de goma	1	10024	10104	10106	10205	10334	
5	Tuerca fijar válv. gas	1	10023	10109			10302	
6	Tapón de protección	1	10337	10103			10301	
7	Válvula carga completa	1	-	2072				
8	Chapita	1	-	10300-A	10300-B	10300-C	10300-D	
9	Anillo de apoyo	1	10035	10123	10127	10146	10222	10317
10	Junta	1	OR4112	OR4150		OR159	OR6212	OR181
11	Anillo amortiguador	1	10038	10133		10150	10227	10320
12	Anillo de ajuste	1	10037	10120		10145	10223	10319
13	Casquillo bloqueo val.	1	10039	10122		10217		10321
14	Tornillo purga	1	-	10128				10316-A
15	Junta tornillo purga	1	-	10129				10336-A
16	Cuerpo válv. líquido	1	10031	10115		10144		10311
17	Válv. fungiforme liq.	1	10028	10111		10221		10310
18	Muelle	1	10029	10112		10149		10322
19	Manquito freno	1	-	10113		10226		10314
20	Tuerca autobloqueo	1	10033	10116		10211		10315
21	Junta reducción	1	-	OR2093		OR3150		OR3218
22	Reducción	1	-	10131/Ø rosca		10233/Ø rosca		10323/Ø rosca
Grupo válv. gas completa (Posiciones 3-4-5-6-7)		1	2002	2021	2022		2042	2062
Grupo válv. líquido completa (Posiciones 9 ÷ 20)		1	2004	2023	2024	2025	2044	2064
Juego de juntas		1	2010 { OR2050 10341 10342 OR4112 10038	2030 { OR2050 10341 10342 OR4150 10133 10129 OR2093	2031 { OR2050 10341 10342 OR159 10149 10129 OR3150	2050 { OR2050 10341 10342 OR6212 10227 10129 OR3150	2080 { OR2050 10341 10342 OR181 10320 10336 OR3218	

Check Valves

CRG, CRNG, CIT



Feature:

1. Check valves with internal poppets block the flow in a given direction, but permit unrestricted flow in the opposite direction. They are known as non-return valves.
2. They can be used in a multitude of different applications: safety valves to prevent the load from causing reversal pump drive, prefill valves in presses, safety devices for coolers or filters (bypass), supercharge in closed circuits etc..
3. Mounting surface of CRNG type is made to ISO 5781 international standard.

How To order:

CIT-06-A1

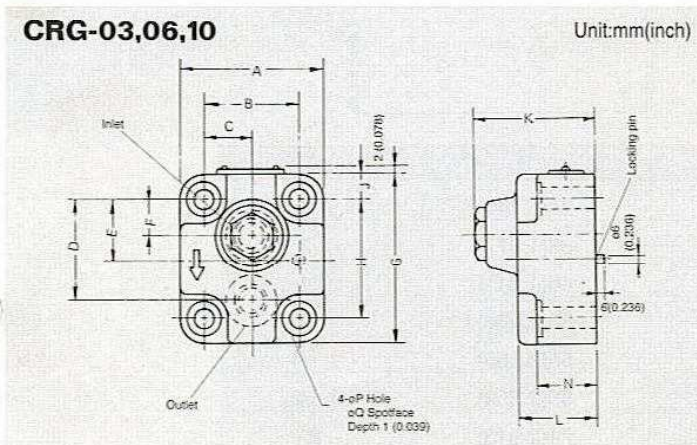


Model	CIT-06-A1		Cracking Pressure
CIT :In-line type	Port Size	08 : 1"	(Please see
CRG: Subplate type	03 : 3/8"	10 : 11/4"	Specifications)
CRNG: ISO standard	04 : 1/2"	12 : 11/2"	
Subplate type	06 : 3/4"	16 : 2"	

Specifications:

Model	Rated Flow l/min(GPM)	Max. Pressure kgf/cm ² (psi)	Cracking Pressure kgf/cm ² (psi)	Weight kg(lb)
CRG-03	40(10.6)	250(3500)	A1:0.5(7) A2:5(70)	2.0(4.4)
CRG-06	125(33)			4.4(9.7)
CRG-10	250(66)			8.5(18.7)
CRNG-03	40(10.6)			2.4(5.3)
CRNG-06	125(33)			4.2(9.3)
CRNG-10	250(66)			7.8(17.2)
CIT-03	40(10.6)	350(5000)	A1:0.5(7) A2:5(70)	0.31(0.7)
CIT-04	60(16)			0.48(1.1)
CIT-06	100(26)			1.07(2.4)
CIT-08	150(40)			1.75(3.9)
CIT-10	200(53)			1.75(3.9)
CIT-12	280(74)			2.60(5.7)
CIT-16	400(106)	250(3500)		3.35(7.4)

Dimensions:



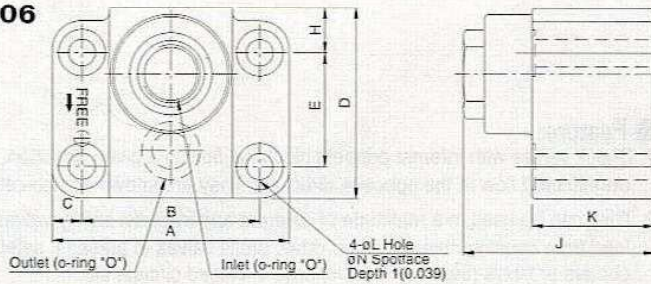
Model	CRG-03	CRG-06	CRG-10
A	68(2.677)	98(3.858)	130(5.118)
B	47.6(1.874)	65.2(2.566)	92(3.622)
C	23.8(0.937)	32.6(1.283)	45.8(1.803)
D	47.6(1.874)	68.3(2.688)	71.4(2.811)
E	30(1.181)	40.5(1.594)	46.2(1.818)
F	12.7(0.500)	22.2(0.874)	20.6(0.811)
G	80(3.149)	114(4.488)	130(5.118)
H	60.5(2.381)	80.9(3.185)	92(3.622)
J	10(0.393)	16.5(0.649)	19(0.748)
K	72(2.835)	85(3.346)	110(4.330)
L	46(1.811)	58(2.283)	68(2.677)
N	46(1.811)	38(1.486)	42(1.653)
P	11(0.433)	17.5(0.688)	21.5(0.846)
Q	17.5(0.688)	26(1.023)	32(1.259)

B-5

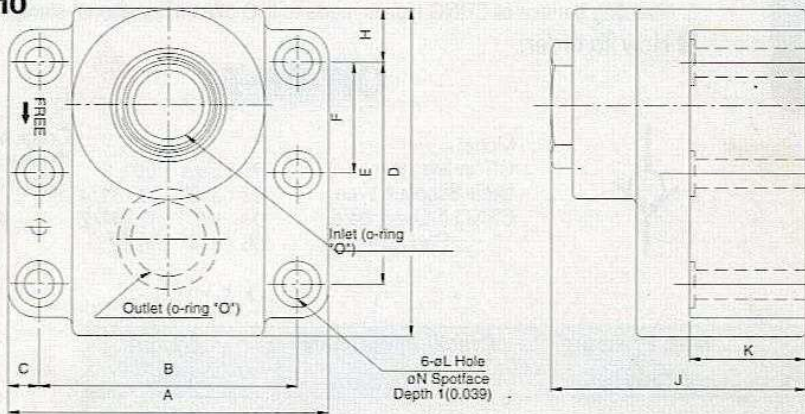
CRNG-03,06

Mounting surface: ISO 5781 Standard

Unit:mm/(in)



CRNG-10

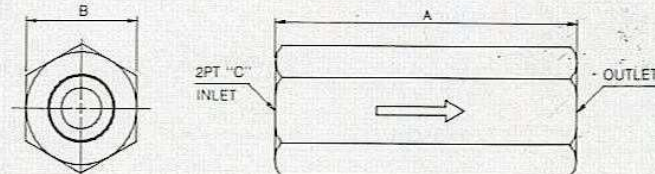


B-5

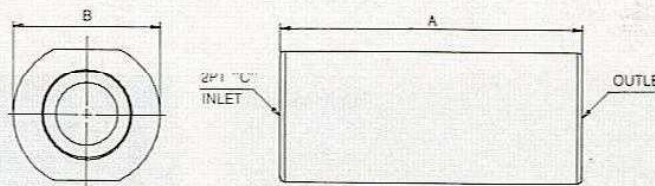
Model	A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	N	O
CRNG-03	89(3.503)	66.7(2.625)	11.15(0.438)	72(2.834)	42.9(1.688)	-	17.05(0.671)	64(2.519)	32(1.259)	11(0.433)	17.5(0.688)	P18
CRNG-06	100.4(3.952)	79.4(3.125)	10.5(0.413)	93(3.661)	60.3(2.374)	-	21.4(0.842)	75(2.952)	36(1.417)	11(0.433)	17.5(0.688)	P28
CRNG-10	120(4.724)	96.8(3.811)	11.6(0.456)	124(4.881)	84.2(3.314)	42.1(1.657)	20.3(0.799)	88(3.464)	36(1.417)	11(0.433)	17.5(0.688)	P32

CIT-02,03,04,06,08

UNIT: mm(inch)



CIT-10,12,16



Model	A	B	C
CIT-03	70(2.755)	29(1.141)	3/8
CIT-04	80(3.149)	35(1.377)	1/2
CIT-06	113(4.448)	46(1.811)	3/4
CIT-08	133(5.236)	53(2.086)	1
CIT-10	133(5.236)	55(2.165)	1 1/4
CIT-12	133(5.236)	65(2.559)	1 1/2
CIT-16	154(6.062)	74(2.913)	2



Foto 1. Unidad hidráulica de potencia



Foto 2. Unidad hidráulica de potencia



Foto 3. Unidad hidráulica de potencia