

**CENTRÍFUGAS DE DISCOS FLOTTWEG**  
para la separación innovadora sólido-líquido

# Principios básicos de la separación sólido-líquido

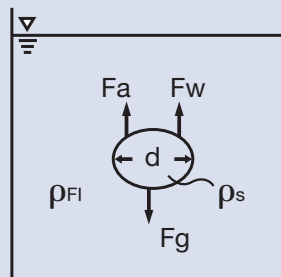
Las mezclas que consisten en sólidos y líquidos se pueden separar utilizando el efecto de la gravedad si los componentes individuales tienen densidades diferentes y si son inmiscibles (por ejemplo agua y aceite).

Las partículas sólidas o esféricas que se encuentran en un líquido (por ejemplo gotas de aceite en agua o gotas de agua en aceite) están sometidas a tres fuerzas (figura 1).

A la fuerza de gravedad  $F_g$  se oponen la fuerza ascensional  $F_a$  así como la de fricción  $F_w$ . Así se obtendrá una velocidad constante de sedimentación o flotación  $V_g$  dependiendo si la densidad de la partícula es superior o inferior que la del líquido en el medio. En el caso simplificado de un flujo laminar es posible calcular la velocidad mediante la Ley de Stokes utilizando el equilibrio de fuerzas (figura 2).

Esta ecuación muestra los parámetros que tienen una influencia decisiva sobre la velocidad de sedimentación.

**Diámetro de la partícula  $d$ :**  
La velocidad de sedimentación incrementa de ley cuadrático al cambio del diámetro de las partículas. Cuanto más alto sea el diámetro más alta será la velocidad de las partículas.



$$V_g = \frac{d^2 \cdot (\Delta\rho)}{18 \cdot \eta} \cdot g$$

Partícula influida por tres fuerzas diferentes (figura 1)

Velocidad de sedimentación o flotación (figura 2)

## Diferencia de densidad entre partículas y líquido

El incremento de la diferencia de densidad de las partículas y del líquido conlleva una velocidad de sedimentación superior.

## Viscosidad dinámica de la mezcla

El descenso de la viscosidad dinámica del fluido conlleva un incremento de la velocidad de sedimentación.

Para calcular la velocidad de separación es importante considerar la distancia que las par-

tículas tienen que recorrer para la separación. En un recipiente, el proceso de separación se considera como terminado cuando todas las partículas se hayan sedimentado al fondo (por ejemplo turbios en un zumo) o cuando floten en la superficie (por ejemplo gotas de aceite en el agua).

# El proceso de separación en la centrífuga de discos

Figúrese un sistema continuo para la separación sólido/líquido con alta velocidad de flujo. Algunas partículas no tienen el tiempo suficiente para sedimentar al fondo. Estas son descargadas del sistema juntas con el líquido. El proceso de separación no se realiza entonces completamente (figura 3).

Para evitar eso, se instalan varios elementos de forma de placa para reducir la distancia de sedimentación ( $h \rightarrow h_1$ ). Así se incrementa la superficie de clarificación (figura 4).

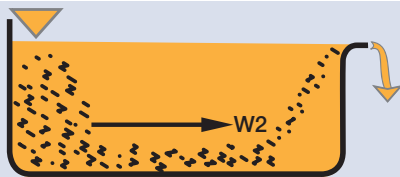
Para evitar que las partículas sedimentadas no obturen los espacios es necesario inclinar los discos. Así los sólidos se deslizan al fondo (figura 5).

La separación sólido/líquido funciona según el mismo principio, por ejemplo gotas de aceite en agua o gotas de agua en aceite (figura 6).

El sistema de discos de la separadora divide la corriente de producto en varias capas finas. La verdadera separación se realiza en el espacio entre dos discos. Cuanto más discos se tenga, mayor será la

superficie de clarificación. Su efecto se incrementa considerablemente en combinación con la fuerza centrífuga (hasta 16000 x g)

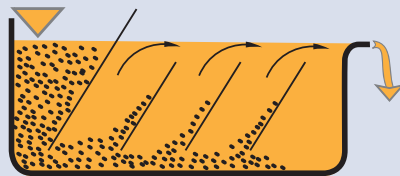
La “superficie de clarificación equivalente” resulta de la superficie geométrica (superficie de clarificación) y de la aceleración centrífuga. Esta resulta ser una medida de la capacidad de una separadora.



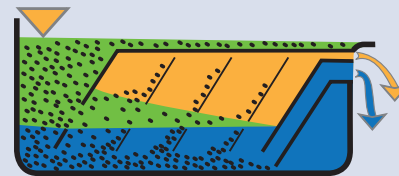
(figura 3)



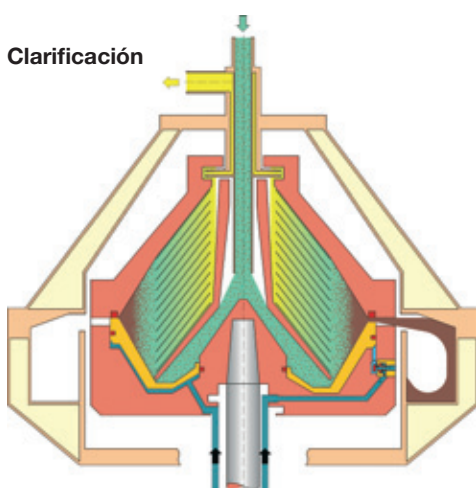
(figura 4)



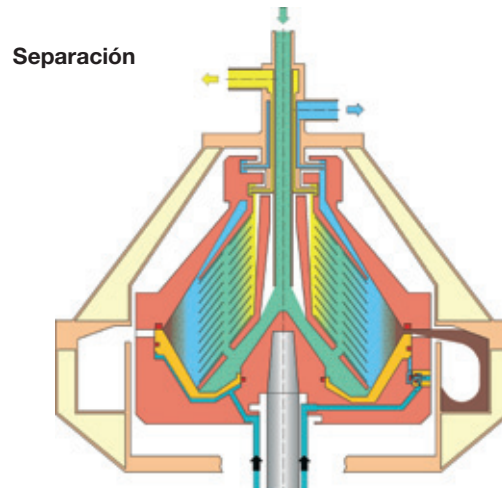
(figura 5)



(figura 6)



(figura 7)



(figura 8)

$$Vg = \frac{d^2 \cdot (\Delta\rho)}{18 \cdot \eta} \cdot r\omega^2$$

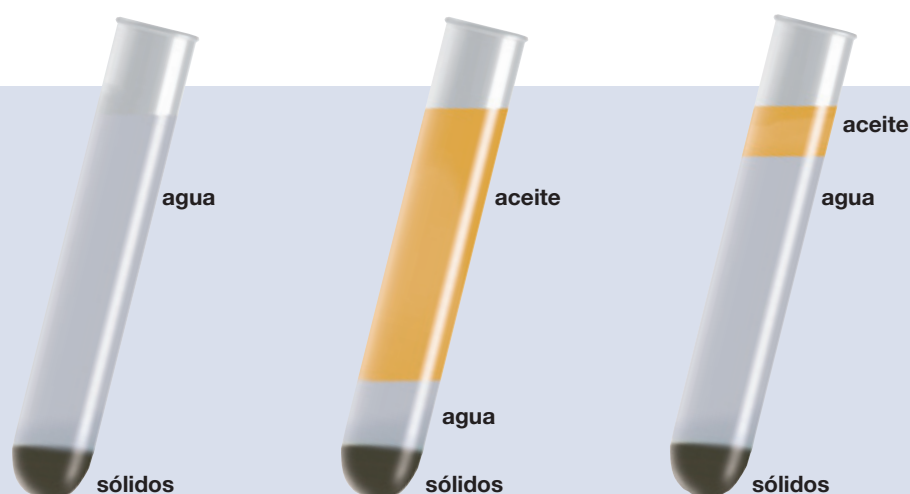
# Las centrífugas de discos en la tecnología de procesos

En muchos procesos, las centrífugas de discos con tambor auto-limpiante son indispensables para la separación mecánica de suspensiones sólido-líquido.

En comparación con la mayoría de centrífugas industriales, las centrífugas de discos trabajan con velocidades más altas, lo que significa que la fuerza centrífuga del tambor de una centrífuga de discos

es más fuerte que la de un decanter, por ejemplo. En consecuencia, las centrífugas de discos son predestinadas para tareas de separación que requieren mucha precisión, especialmente para separaciones de partículas muy finas. Mediante las centrífugas de discos también es posible separar suspensiones líquidos/sólidos con diferencias de densidades muy pequeñas.

Por ello, las posibilidades de uso y aplicación de las centrífugas de discos son múltiples en los sectores industriales como por ejemplo en la industria alimentaria y de bebidas, en la industria del tratamiento de aceites y grasas, en la química, farmacia y biotecnología, en la industria del aceite mineral y en la producción de energía así como en la protección del medio ambiente.



La separación en el tubo de ensayo – de izquierda a derecha: clarificar, separar, concentrar

Las centrífugas de discos se utilizan básicamente en tres procesos técnicos operacionales:

- **Clarificación** – se entiende por clarificación, la separación de partículas de sólidos finamente dispersas contenidas en un líquido (por ejemplo turbios de un zumo de fruta).

- **Separación** – se realiza al separar un líquido específicamente más pesado (fase discontinua) de un líquido específicamente más ligero (por ejemplo gotas de agua de aceite mineral). También es posible separar simultáneamente los sólidos.

- **Concentrar** – la concentración se realiza cuando un líquido específicamente más pesado (fase continua) se

separa de un líquido específicamente más ligero (fase discontinua), por ejemplo aceite esencial de aguas. También es posible separar simultáneamente los sólidos.

De acuerdo a estas operaciones básicas las **CENTRÍFUGAS DE DISCOS FLOTTWEG** se pueden clasificar en los modelos básicos: **clarificadora, separadora y concentradora**.

# Ventajas que ofrecen las centrífugas de discos con tambor auto-limpiante

En comparación con otras centrífugas y filtros, las centrífugas de discos con tambor auto-limpiante ofrecen las siguientes ventajas:

- Mayor rendimiento y diseño compacto
- Separación de sólidos muy finos de líquidos
- Separación de suspensiones líquidos-líquidos con escasas diferencias de densidades
- Construcción cerrada y/o hermética para evitar la contaminación del producto o del medio ambiente
- Fácil manejo gracias a la operación automática y a la supervisión
- No se requiere la utilización de materiales auxiliares para la filtración o floculantes



Las separadoras Flottweg en las plantas de los clientes

## Aplicaciones típicas

- **Bebidas/alimentos**  
Zumos de fruta y de verdura, aceites esenciales, vino/mos-to, pectina, té, café
- **Química/farmacéutica/bio- tecnología**  
Clarificación del suero, trata- miento de aguas residuales provenientes del proceso de la producción de almidón, algas (suplementos alimenta- res), biotecnología industrial, caldos de fermentación, disolventes, aguas residuales químicos
- **Grasas y aceites/oleoquí- mica**  
Grasas animales y aceites de pescado, aceites vegetales,
- **Aceites industriales y minerales**  
Tratamiento de aguas resi- duales aceitosos
- **Algas (biocarburantes), aceite de oliva, biodiesel**
- \* otras aplicaciones sobre pedido



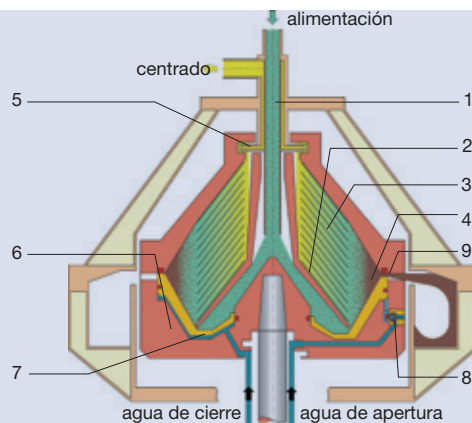
# Principio de funcionamiento de la centrífuga de discos con tambor auto-limpiante

El producto a ser separado se introduce a través de un tubo de alimentación fijo (1) en el distribuidor (2) del tambor rotante. La separación tiene lugar en el interior del paquete de discos (3). Las fases líquidas separadas se dirigen a través del paquete de discos hasta las cámaras del rodete en la parte superior del tambor y son descargados

desde ahí mediante un rodete (5). El líquido puede ser descargado según los requerimientos del proceso con o sin presión. Se dispone de clarificadoras y separadoras con un o dos rodetes. Los sólidos separados son recogidos en la cámara de sólidos (4) y son expulsados periódicamente a plena velocidad.

## ● Tambor

El tambor de una centrífuga de discos auto-limpiante consiste de una parte inferior (6) en la que se encuentra el mecanismo de descarga hidráulico y de una parte superior. Las aperturas (9) para la descarga de los sólidos ubicadas en la pared exterior del tambor están abiertas por un breve



Vista en corte de una centrífuga de discos (versión clarificadora)

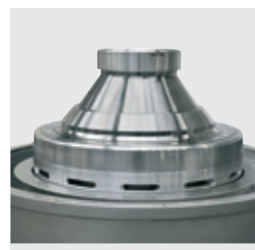


Tambor de una separadora Flottweg

momento a plena velocidad desplazando así verticalmente el pistón deslizante móvil. El pistón deslizante es controlado llenando y vaciando la cámara de cierre (7) debajo del pistón deslizante mediante

las válvulas del tambor. Los tiempos de apertura del mecanismo de descarga de las centrífugas de discos FLOTTWEG son tan precisos que es posible descargar cantidades exactamente determinadas del

tambor. Así es posible realizar “descargas parciales” (parte del contenido del tambor es descargado) y “descargas totales” (todo el contenido del tambor es descargado) en cualquiera combinación.



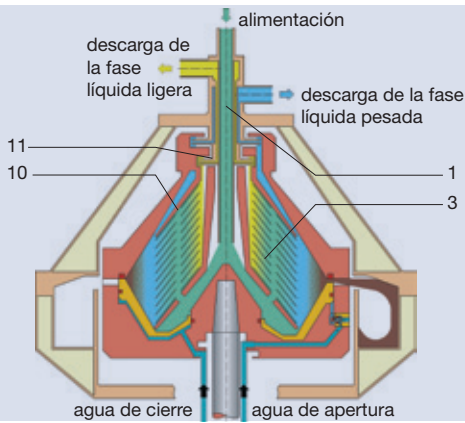
● **Paquete de discos**

El paquete de discos (2) consiste en el distribuidor y los discos. En el caso de las separadoras y las concentradoras también se dispone de un disco de separación (10). El producto es conducido del tubo de alimentación (1) hasta el interior del distribuidor donde es acelerado suave-

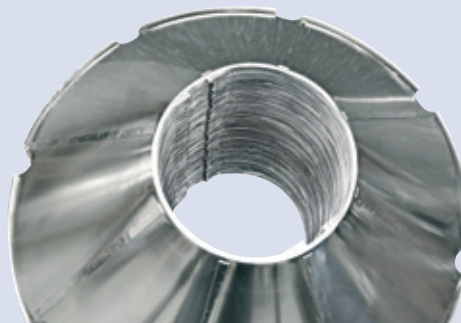
mente mediante elementos especiales hasta alcanzar la velocidad circunferencial del tambor. El distribuidor ha sido construido de tal manera que no se generen fuerzas innecesarias de cizallamiento. Esto es importante pues así se evita romper las partículas finas o generar emulsiones lo cual impediría

la separación de dos líquidos. En el exterior del pie distribuidor se encuentran ojales o taladros a través de los cuales se introduce el producto en el paquete de discos. Los discos son equipados con ojales o taladros que se encuentran siempre al mismo sitio y así forman un canal ascendente. Los espa-

cios entre los discos son alimentados con el producto a través de estos canales ascendentes. Durante la separación y la concentración un disco de separación ubicado sobre el paquete de discos permite conducir la fase líquida separada o concentrada en la cámara del rodete correspondiente.



Vista en corte de una CENTRÍFUGA DE DISCOS FLOTTWEG (separadora)



Paquete de discos



Conexiones Tri-Clamp con toma roscada flexible láctea para un montaje fácil

● **Salidas de líquido**

Los líquidos separados son expulsados del tambor y descargados de la centrífuga de discos a través de las salidas. Las salidas son diseñadas de manera distinta dependiendo si se trata de una clarificadora o una separadora.

En el caso de la clarificadora la fase líquida separada es descargada de la máquina con presión a través de un rodete fijo. Para las versiones separadora y concentradora se dispone de tres configuraciones:

- Las dos fases líquidas separadas son descargadas con presión a través de dos rodetes (11).
- La fase líquida ligera es descargada de la máquina con presión a través de un rodete y la fase líquida pesada es descargada de la máquina sin presión a través de un diafragma.

- La fase líquida pesada es descargada de la máquina con presión a través de un rodete y la fase líquida ligera es descargada de la máquina sin presión a través de un diafragma.

- **Accionamiento**

Para transmitir la potencia, las centrífugas de discos están equipadas con correas trapecoidales o correas planas dependiendo del tamaño de la separadora.

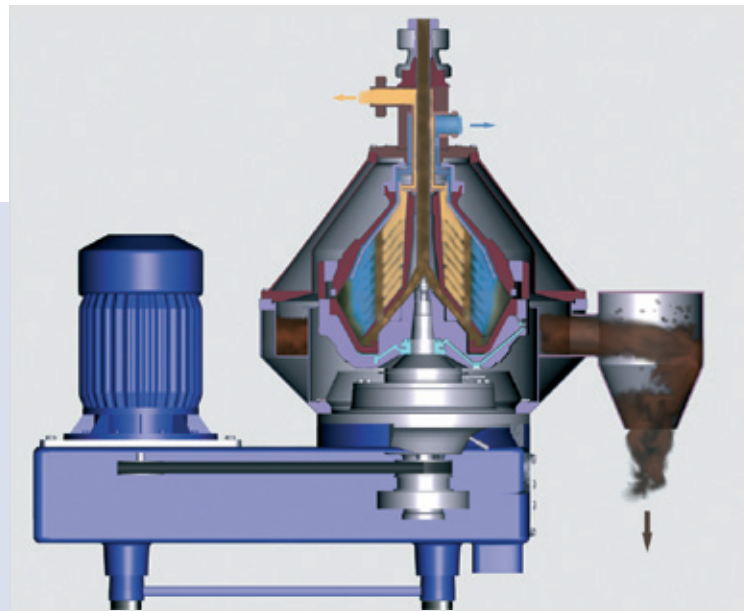
El motor de accionamiento es controlado mediante un variador de frecuencia permi-

tiendo un arranque suave y limitando la corriente absorbida en el momento del arranque. Así mismo, es posible variar la velocidad en un margen determinado (VFD). Comparado con otros accionamientos el accionamiento a través de correas FLOTTWEG es muy eficiente y no

requiere mucho mantenimiento.

- **Materiales de construcción**

Todas las partes de la centrífuga de discos que están en contacto con el producto son fabricadas en acero inoxidable de alta calidad. Según sea el modelo, las partes



Vista en corte de una CENTRÍFUGA DE DISCOS FLOTTWEG

individuales del tambor son de acero Cr-Ni-Mo o de aleaciones Duplex, los materiales para los empaques son de Perbunan (NBR) y de poliimida. Según sea la aplicación, se dispone también de otros modelos en PEEK, Viton, EPDM y FKM.

- **Lubricación**

La lubricación de los cojinetes de todas las centrífugas

de discos Flottweg se realiza con aceite lubricante a través de un sistema de lubricación interna. El nivel y el flujo de aceite de los modelos AC1500, AC2000 y AC2500 son controlados automáticamente mediante el sistema de control de la centrífuga de discos. Mediante una bomba dosificadora, es posible asegurar continuamente una exacta dosificación de aceite

lubricante y en los volúmenes adecuados.

- **Sistema de sellado**

La utilización opcional de un sellado hermético permite que se realice una alimentación cerrada del producto en las centrífugas clarificadoras. Así, se evita la absorción de oxígeno, la formación de espuma y la pérdida de gases, lo que permite con-

servar la alta calidad del producto. El sistema de sellado hidro hermético consiste de un disco ubicado sobre el rodete que se sumerge en el líquido formando así un cierre contra el ambiente como el sifón.

● **Limpieza in situ/CIP**

Las centrífugas de discos FLOTTWEG cumplen con todas las exigencias de las actuales normas para centrífugas y han sido concebidas según un diseño higiénico, es decir, para la limpieza in situ/CIP. Se pueden integrar

fácilmente a un sistema de limpieza automático CIP.

● **Protección contra la explosión**

Las centrífugas de discos FLOTTWEG cumplen con la directiva de la Comunidad Europea 94/9/CE (ATEX95) siendo apropiadas por tanto para su empleo también en áreas con riesgo de explosión.

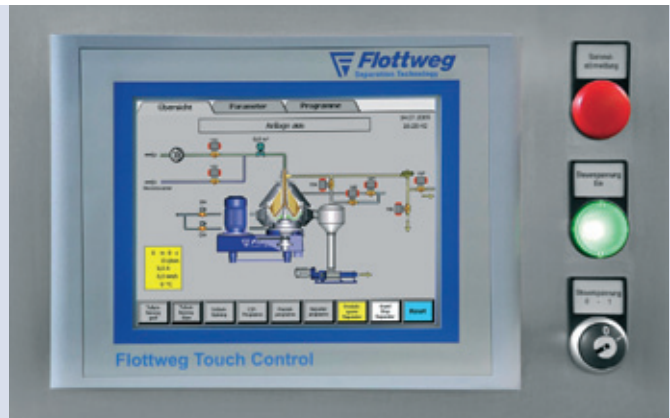


● **Purga de gases inertes**

La purga de gases inertes se utiliza siempre cuando es necesario evitar la emisión de vapores a la atmósfera (contaminación) y la entrada de aire (oxidación) al interior del sistema. Cuando se procesan productos cuyos vapores junto con el oxígeno forman una mezcla inflamable, se debe eliminar cualquier riesgo de explosión. En la práctica, el aire se susti-



Unidad de control de gas inerte FLOTTWEG



Panel de control

tuye por un gas inerte. Por lo general se utiliza el nitrógeno. Es necesario que las separadoras y componentes del sistema sean de versión estanca a gases. Los gases inertes se suministran en varios lugares de la separadora para asegurar un óptimo enjuague y la inertización del sistema entero. Ejemplos típicos de estas aplicaciones se encuentran

en la industria química y farmacéutica o también en la industria del aceite mineral donde se trabaja con solventes orgánicos ligeramente inflamables o elementos volátiles nocivos para la salud. La purga de gases inertes para evitar la oxidación se utiliza para el procesamiento de productos en la industria alimentaria y de bebidas así como de aceites comestibles.

● **Control y supervisión de las centrífugas de discos**

Un sistema de control con memoria programable (PLC) asegura el control automático y la supervisión de la separadora y de los componentes accesorios. A esto se incluye:

- Protección del motor y control de arranque mediante un variador de frecuencia
- Control de tiempo para la descarga automática del

tambor

- Descarga mediante la medición de turbidez se necesario (opcional)
- Todos los módulos disponibles para el control, el mando de las válvulas y de los otros sistemas secundarios disponibles
- Todas las luces de alarma y elementos de operación para una operación segura de la instalación

## Datos técnicos\*

Modelo	AC1000	AC1500	AC2000	AC2500
Volumen máximo del tambor (litros)	4	14	25	58
Volumen máximo de sólidos (litros)	1,5	7	11,5	22,5
Potencia máxima del motor (kW)	5,5	18,5	37	55
Dimensiones L x AN x A (mm)	1.100 x 600 x 1.000	1.500 x 1.000 x 1.700	2.000 x 1.100 x 2.000	2.100 x 1.300 x 2.100
Peso bruto (kg)	390	1.600	2.900	3.750
Capacidad hidráulica	10.000	20.000	45.000	85.000

\* Los datos mencionados son valores guía



Separadora Flottweg AC2000 estanca a gases en diseño anti-exposición



# Seguridad para su decisión de compra – la alta disponibilidad es nuestra fuerza

Un diseño eficiente, un alto nivel en la fabricación y un mantenimiento apropiado son necesarios para una operación sin problemas.

Nuestro experimentado y fiable servicio posventa está a su entera disposición cuando

sea necesario en todo el mundo.

Para asegurar la fiabilidad de sus equipos a largo plazo, Flottweg ofrece contratos de mantenimiento individuales.

**Los productos FLOTTWEG están diseñados y fabricados íntegramente en ALEMANIA.**

FLOTTWEG cuenta con la certificación ISO 9001:2000 y fabrica sus productos cumpliendo con las normas y estándares más actuales.



## Los servicios FLOTTWEG

- Consultarías especializadas sobre todas cuestiones técnicas de separación
- Ensayos en el laboratorio y en la planta piloto FLOTTWEG
- Ensayos in situ, en las plantas de los clientes
- Selección y dimensionamiento de los equipos apropiados
- Automatización e integración personalizada en el proceso
- Concepción y construcción de líneas completas
- Instalación, puesto en marcha, mantenimiento, reparación y servicio de repuestos en todo el mundo
- Contratos de mantenimiento
- Capacitaciones sobre el uso y operación para los usuarios

# FLOTTWEG en el mundo



FLOTTWEG – con sede central en Vilsbiburg/Alemania, cerca de Munich – tiene sucursales y oficinas comerciales en Australia, China, Francia, Italia, México, Polonia, Rusia y representaciones en prácticamente todos los países del mundo.

En nuestra página web [www.flottweg.com](http://www.flottweg.com), podrán encontrar a la persona de contacto correspondiente.

**Estamos a su entera disposición**



Representante



**Flottweg AG**  
Industriestraße 6-8  
84137 Vilsbiburg  
Deutschland (Germany)  
Phone: +49 8741 301-0  
Fax: +49 8741 301-300  
mail@flottweg.com  
www.flottweg.com