



REUTILIZACIÓN DE AGUA INDUSTRIAL:

LA OFERTA DE GRUNDFOS PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUA INDUSTRIAL

MARCO WITTE, RESPONSABLE DE APLICACIONES, Y PABLO ANDRÉS TOJO, GRUNDFOS WATER TREATMENT GMBH



FÁCIL
INTEGRACIÓN



PROCESOS
OPTIMIZADOS



MENORES
GASTOS
OPERATIVOS

GRUNDFOS iSOLUTIONS



PUMP



CLOUD



SERVICES

Introducción

El agua es una necesidad tan básica para la vida que simplemente damos por sentada su disponibilidad. En las sociedades industriales modernas, asumimos sin pensarlo dos veces que el agua del grifo sea pura y potable. Sin embargo, el trasfondo es, por supuesto, mucho más complicado. La humanidad es cada vez más consciente de que el agua dulce es un bien escaso y que el proceso de tratamiento del agua resulta de vital importancia para todos nosotros. El consumo de agua en los espacios industriales contribuye en gran medida a la situación del agua en el planeta y, por tanto, Grundfos está dedicándole una especial atención.

Objetivo

El objetivo de este artículo técnico es introducir el tema de la reutilización del agua industrial y describir los procesos existentes en este campo específico del tratamiento de aguas. Asimismo, se muestra la oferta de Grundfos y su visión de futuro.

Índice

Introducción	1
Contexto	2
Proceso de reutilización	2
Transporte de aguas residuales	2
Tratamiento biológico	2
Vertido de aguas residuales	3
Tratamiento físico y químico	3
Tratamiento del concentrado	3
SISTEMAS DE CONTROL	3
La reutilización del agua según Grundfos	4
Los desafíos	4
Dosificación de sustancias químicas en las etapas de pretratamiento y lavado a contracorriente	5
El futuro que viene	6
Conclusión	7

Contexto

En los entornos industriales, el agua desempeña un papel fundamental como disolvente, refrigerante, medio de lavado y limpieza, etc. Cada vez que usamos agua, cambiamos también su contenido y, con él, su calidad. En muchos países, después de usarse, el agua debe someterse a un tratamiento para evitar la contaminación del ciclo del agua con sustancias industriales. La ilustración 1 muestra un ciclo general de uso y tratamiento del agua.

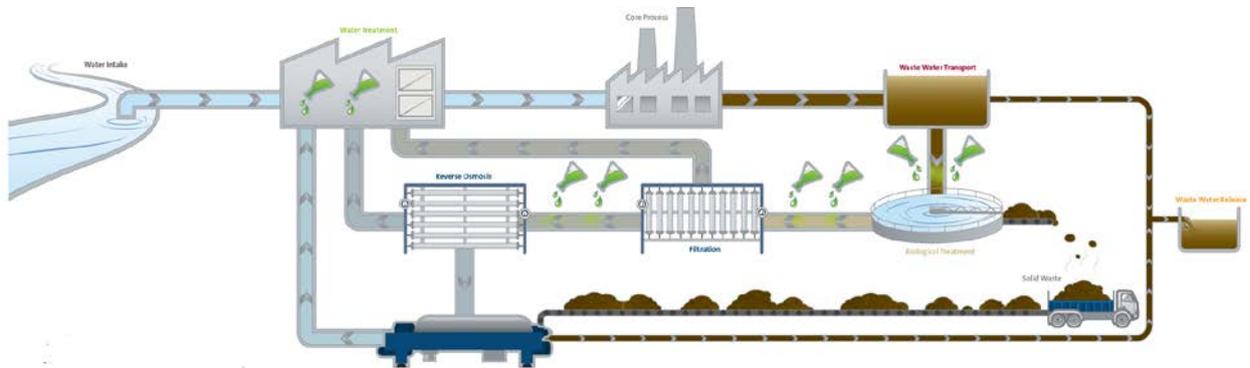


Ilustración 1. El ciclo del agua industrial

Para reducir el consumo y la contaminación del agua en la industria, muchas empresas se están interesando por la disciplina dedicada a su reutilización. Reutilizar se define como tratar el agua ya usada para lograr un nivel de calidad que permita emplearla en diferentes procesos auxiliares (refrigeración o lavado y limpieza, por ejemplo) o incluso que la haga apta para usar en los procesos principales de la industria en cuestión. Dependiendo del tipo de industria, la contaminación y los pasos que comprenden el tratamiento varían. En la ilustración 2 podemos ver un proceso genérico de reutilización del agua.

Proceso de reutilización

El proceso consta generalmente de las siguientes etapas:



Ilustración 2. Proceso genérico de reutilización del agua

Transporte de aguas residuales

Tras los diferentes usos dados en los procesos industriales auxiliares o principales, el agua se transporta hacia las instalaciones de tratamiento. Dependiendo de las características químicas y el contenido en partículas del agua, Grundfos ofrece distintas bombas para su transporte. Las condiciones del agua también obligan a elegir diferentes materiales. Por ejemplo, si el agua

presenta un alto contenido en cloruros, deberá usarse acero inoxidable.

Tratamiento biológico

Al igual que sucede en las plantas de tratamiento de aguas residuales de titularidad municipal, la especialidad dedicada al tratamiento biológico con bacterias tiene un papel muy importante en el tratamiento de las aguas residuales de la industria. En este paso, el contenido de nitrógeno, la demanda biológica de oxígeno y la

demanda química de oxígeno se someten a tratamiento para reducir la concentración de N y P. En ocasiones, se añade además un paso físico para separar las partículas del agua. Los biorreactores de membrana, por ejemplo, se usan si una parte del agua no se va a reutilizar y se va a verter al medioambiente.

Vertido de aguas residuales

Como se ha indicado anteriormente, después de este paso es posible verter una parte de las aguas residuales de acuerdo con la legislación local. Con frecuencia, se hace en un río u otra fuente de aguas superficiales. En algunas zonas, dependiendo de las leyes y las normas locales, en esta parte del proceso también se realiza una desinfección.

Tratamiento físico y químico

Cuando los requisitos son más exigentes, el paso siguiente consiste en un tratamiento físico o químico. Aquí se acondiciona el pH del agua y se eliminan todas sus partículas de cara al último paso: el tratamiento del concentrado.

Tratamiento del concentrado

El tratamiento del concentrado es un complicado proceso de tratamiento del agua que se desarrolla justo al final. Sus dos principales dificultades son la elevada demanda energética que requiere y la alta concentración de iones que presenta. A ello se suma la escasa cantidad relativa de agua. Este paso se lleva a cabo frecuentemente mediante una cristalización o

por ósmosis inversa (OI, por sus siglas en inglés) con hasta tres etapas. Las dificultades de la ósmosis inversa radican en las elevadas presiones y la química del agua, que pueden resultar muy exigentes para las membranas y también para otros componentes como tuberías, válvulas y bombas.

Sistemas de control

A lo largo de todo el proceso se requieren distintas funciones de medición y control que proporcionen resultados fiables. Normalmente, los parámetros hidráulicos, como temperatura, caudal y presión, o los parámetros químicos, como pH, turbidez, conductividad y carbono orgánico total (TOC, por sus siglas en inglés), se miden online. Los parámetros BOD, COD, fosfatos y nitrógeno son los más importantes en lo que respecta a los reglamentos sobre aguas residuales.

El control general del proceso es importante en cada aplicación de tratamiento. Por lo general, un PLC se encarga de muestrear todas las señales medidas en los distintos pasos y controla el proceso para garantizar el éxito del tratamiento. Para ello, se suelen usar protocolos estándar de comunicaciones de datos como Profibus y Ethernet. Hoy día, un sistema avanzado para el control del proceso podría incluir soluciones en la nube y administración remota automatizada. La ilustración 3 relaciona cada paso del proceso con la solución de bombeo requerida.

GRUNDFOS PRODUCTS IN INDUSTRIAL WATER REUSE

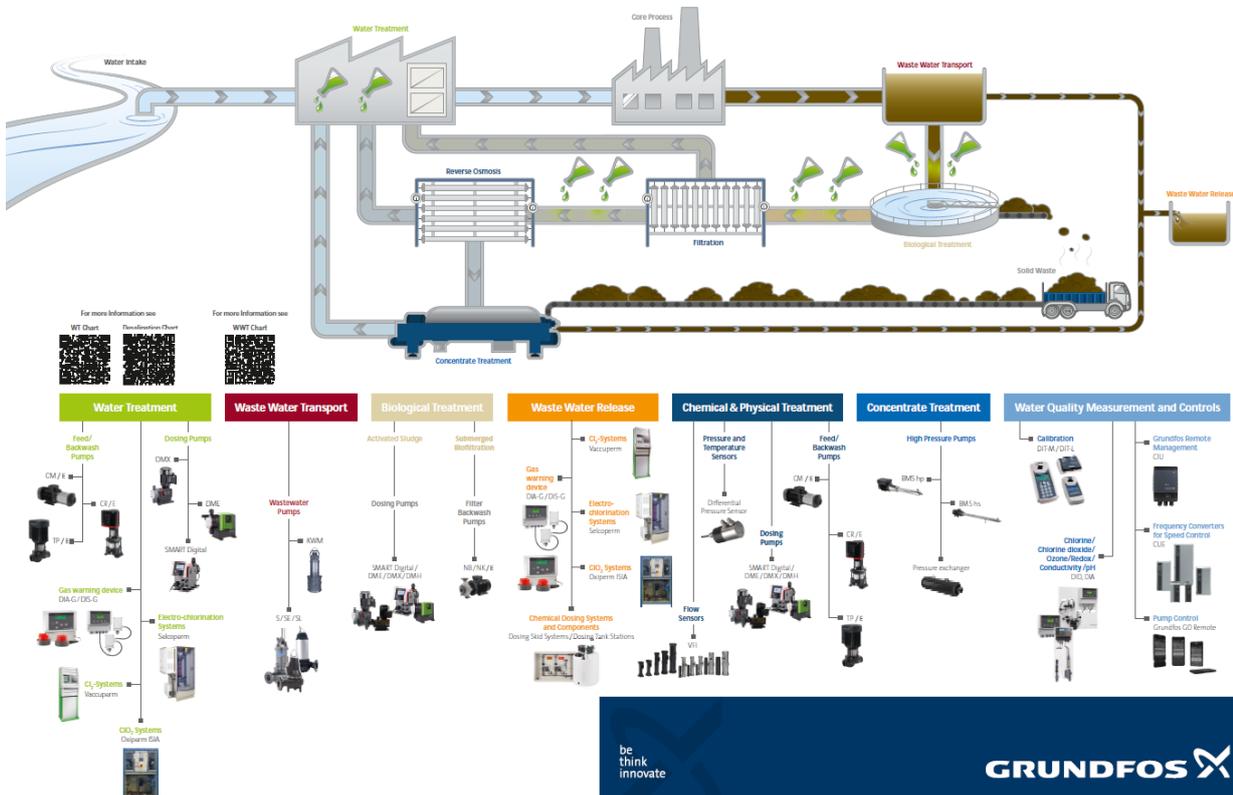


Ilustración 3. Relación entre el proceso y las bombas/el sistema de bombeo

Grundfos iSOLUTIONS en la reutilización del agua

Como se ha indicado anteriormente, el tratamiento físico y químico resulta fundamental en el proceso de reutilización del agua. Con frecuencia, el paso central es la eliminación de partículas, ya que una adecuada filtración previa es clave para lograr un funcionamiento sostenible y fiable durante los pasos siguientes.

Grundfos puede suministrar toda una serie de bombas y sistemas de bombeo que hagan de tu sistema de ultrafiltración (UF, por sus siglas en inglés) no solo una solución puntera en cuanto a fiabilidad y rentabilidad, sino también un sistema listo para el futuro cuando aumenten tus exigencias sobre el proceso de reutilización del agua.

El siguiente capítulo describe qué puede ofrecerte Grundfos en particular con Grundfos iSOLUTIONS.

Los desafíos

Entre los principales desafíos de las aplicaciones de ultrafiltración destacan los siguientes:

- Las condiciones cambiantes del agua bruta (por ejemplo, aumento de la turbidez).
- La variación de la demanda de agua limpia.

Tales desafíos deben afrontarse y resolverse con una configuración moderna, de manera ágil y fiable. Ello requiere un sistema en el que los componentes puedan integrarse fácilmente, y que ofrezca información rápida y fidedigna acerca de la calidad del agua. Los cambios de caudal deben gestionarse de manera flexible. Al mismo tiempo, el proceso debe ofrecer eficiencia energética, ser económico y no tener un impacto negativo para el medioambiente.

El sistema de bombeo debe compensar la variabilidad del suministro de agua para satisfacer los requisitos de un sistema de UF. A pesar de que estas unidades son “de caudal fijo”, admiten un alto grado de variabilidad. La estacionalidad, las fluctuaciones del proceso e incluso las restricciones en el suministro de agua pueden causar variaciones. Una bomba con el variador adecuado puede contribuir a controlar el caudal sin desperdiciar energía como lo haría, por ejemplo, una válvula de equilibrado. Además, el variador puede habilitar un sencillo control destinado a mantener constante la presión en el sistema de membrana, independientemente de los cambios en el suministro de agua o la presión de descarga (variabilidad).

Las leyes básicas de afinidad para bombas y motores muestran que, al reducir la velocidad del motor, se reduce el consumo de energía al tercer orden. Para reducir el caudal en una bomba de velocidad fija, los usuarios emplean con frecuencia una válvula de equilibrado. Estas válvulas desperdician grandes cantidades de energía y dinero, un problema que se ve agravado si las bombas se sobredimensionan durante la fase de diseño.

Asimismo, el equilibrado reduce la curva de rendimiento de la bomba, por lo que esta no solo consumirá más energía, sino que además será menos eficiente. Un variador permite determinar los requisitos exactos de caudal y presión, ahorrando así grandes cantidades de energía con mejores eficiencias.

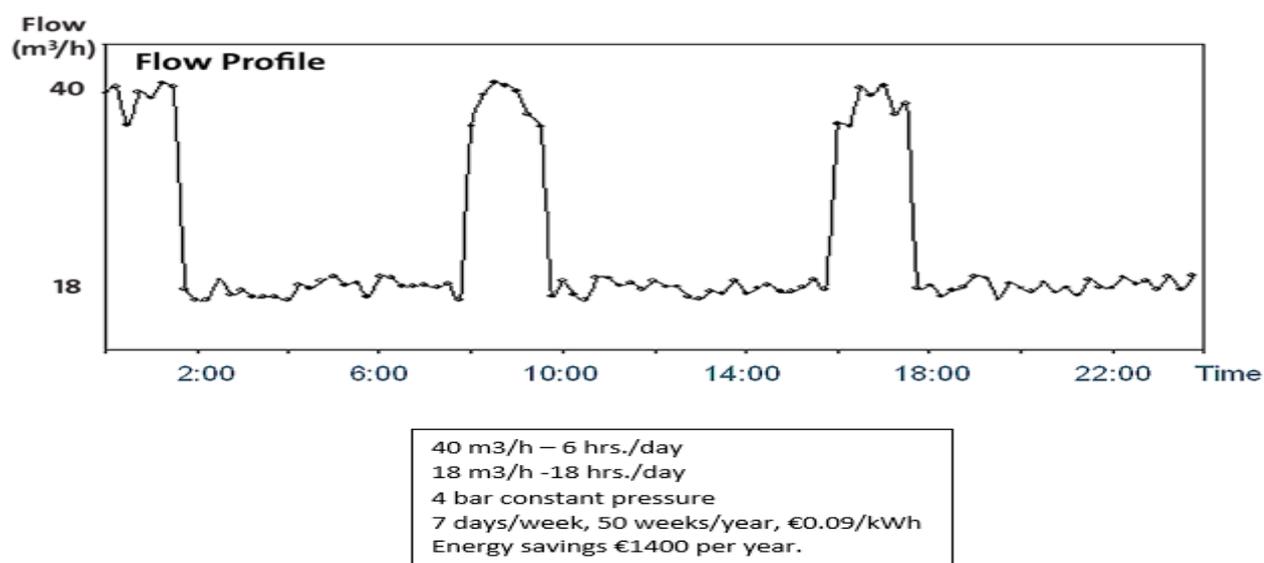


Figura 1. Perfil de caudal de una bomba en un sistema de ultrafiltración

Ejemplo:

Una bomba CR de velocidad fija con una potencia de 7,5 kW, diseñada para suministrar 40 m³/h de caudal en un sistema a 4 bar, se controla, en ocasiones, mediante una válvula de equilibrado. Con ello se aumenta la presión hasta casi 7 bar, lo que reduce su eficiencia por debajo de la curva de caudal y de la curva de rendimiento. Para esta aplicación, una bomba CR requiere 5,5 kW.

Usando un variador para satisfacer los requisitos de caudal, se pueden proporcionar la presión y el caudal exactos. La potencia requerida cae hasta 3 kW, lo que se traduce en un ahorro energético de 1400 € al año.

Una solución de bomba y variador puede reducir drásticamente el número de diseños de bomba requeridos para gestionar los distintos tamaños de los sistemas de OI/UF. Esta estandarización hacia una menor variedad de tamaños en las bombas, con una mayor flexibilidad de caudal en cada una de ellas, puede ayudar a los fabricantes de sistemas a reducir la complejidad y los costes, facilitando al mismo tiempo el diseño. También puede resultar ventajosa para usuarios finales que cuenten con múltiples sistemas o cadenas de equipos, al brindarles ahorros adicionales en mantenimiento y repuestos. Algunos fabricantes envían sistemas de membrana a países con especificaciones de suministro eléctrico distintas. Un variador puede funcionar a 50 o 60 Hz y permitir el uso del motor estándar de una bomba. De este modo, se reducen la complejidad y los costes asociados a los distintos tipos de suministro eléctrico para aquellos sistemas de membrana destinados a exportarse al mercado norteamericano u otros países.

Además, una bomba de aumento de presión inteligente modera el inicio y la interrupción del caudal. Ello elimina las potentes fuerzas del agua que, en determinadas circunstancias, pueden aumentar el desgaste de las membranas de un sistema. Todas las membranas terminan ensuciándose y requieren limpieza. Conforme se obstruyen, aumentan los requisitos de presión para tratar el agua manteniendo el caudal. Sin un variador, un sistema con una bomba de velocidad fija comienza a entregar caudales de permeado por debajo de los valores nominales. Una bomba equipada con un variador moderno puede compensar fácilmente los cambios de presión, ampliando los intervalos entre limpiezas sin pérdidas en el caudal de producción; todo ello, siempre y cuando el agua filtrada siga cumpliendo los requisitos mínimos de calidad.

Seleccionar el variador y la bomba correctos puede ayudar al usuario final a planificar futuras mejoras en el sistema. Estas pueden incluir cambios en las cadenas de equipos, nuevas membranas de menor presión o modificaciones en el caudal del proceso. Tal flexibilidad reduce el coste de las futuras actuaciones de reacondicionamiento y permite al usuario final sacar partido de soluciones más ecológicas y de alto rendimiento.

Las bombas más recientes incluyen variadores integrados, montados en el propio motor de la bomba y optimizados para funcionar de forma conjunta con él. De este modo, se obtienen bombas con motores de menor tamaño y un rendimiento optimizado, y se garantiza su protección. Los usuarios finales deben también buscar un variador específico para bombas. Muchos de los variadores disponibles en el mercado son genéricos y están diseñados para cubrir distintos requisitos de un motor. Un variador diseñado a la medida de un modelo específico de bomba puede facilitar la instalación y la configuración, además de aumentar la eficiencia. [1]

Dosificación de sustancias químicas en las etapas de pretratamiento y lavado a contracorriente

La ultrafiltración requiere una dosificación extremadamente precisa de los aditivos químicos. Las bombas dosificadoras digitales modernas, como las que incorporan los sistemas suministrados por Grundfos, pueden administrar con gran precisión la cantidad de sustancias químicas requeridas.

[Fuente: "How good is the Grundfos SMART Digital DDA FCM really?", Universidad de Ciencias Aplicadas de Weihenstephan-Triesdorf, Instituto de Tecnología Alimentaria].

Si observamos el siguiente diagrama (ilustración 4), se aprecia que el caudal de dosificación es casi constante, incluso con volúmenes reducidos, gracias a la tecnología de motor paso a paso.

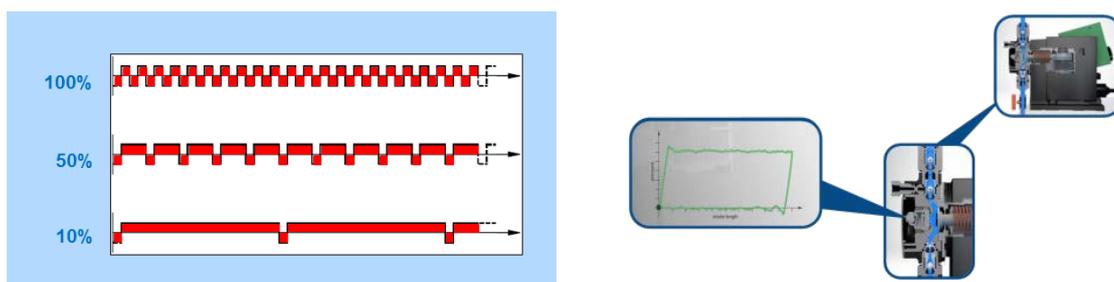


Ilustración 4. Principio de funcionamiento de un monitor de caudal y diagrama del caudal de dosificación

Un monitor de caudal integrado controla este caudal y proporciona información sobre el caudal real en comparación con el punto de ajuste.

Asimismo, la gama SMART Digital incluye bombas modulares que facilitan su integración en un sistema. El carácter intuitivo de la estructura del menú y los textos que lo componen permiten obtener toda la información necesaria acerca del estado de la bomba y facilitan el trabajo diario del operario del sistema.

La comunicación con estas bombas ya no es, por tanto, un desafío en cuanto a su integración en un sistema. Mediante la conexión a través de la interfaz E-Box, obtenemos un sistema *plug and pump* que se puede comunicar de muchas formas distintas con el PLC general. [2]

El futuro que viene

La digitalización, los sistemas conectados, los macrodatos y la producción autónoma son temas que están sobre la mesa en las salas de juntas de todo el mundo. Dentro del sector del tratamiento de aguas, la Cuarta Revolución Industrial afectará también al modo en que trataremos el agua y cómo gestionaremos y usaremos los datos en el futuro. Este capítulo demostrará las posibilidades que ofrecen los sistemas conectados y el uso innovador de algoritmos y datos para presentar información de los sistemas de ósmosis inversa y optimizar el empleo de antical en ellos.

Los sistemas de ósmosis inversa inteligentes funcionan analizando los datos obtenidos por los sensores estándar (presión, temperatura y conductividad) presentes en ellos. Estos sensores monitorizan el funcionamiento y reaccionan ante cualquier cambio en el rendimiento de las membranas. Los datos de los sensores pueden transmitirse a la bomba dosificadora o a un servidor ubicado en la nube, y ambas ubicaciones pueden usarse para almacenarlos (a nivel local o histórico). Los sistemas de ósmosis inversa inteligentes presentan dos características principales: 1) procesamiento y visualización de datos en tiempo real, y 2) inteligencia digital con toma de decisiones para la dosificación de antical. La implementación de la ósmosis inversa inteligente emplea una versión avanzada de bomba dosificadora SMART Digital. [3]

Los primeros datos de campo (figura 2) y las pruebas piloto han mostrado resultados satisfactorios y, en la actualidad, se están llevando a cabo pruebas en sistemas reales de clientes.



Figura 2. Comparativa entre un sistema funcionando con ósmosis inversa inteligente (dosis controlada) y otro sin ella (dosis constante)

Conclusión

Este artículo técnico pretende ofrecer una introducción a los muchos elementos que conforman el proceso de reutilización del agua. Esperamos que haya respondido a algunas de tus preguntas, aunque, sin duda, queda mucho por aprender. El uso del agua varía de un sector a otro, y existen varias aplicaciones distintas

dentro del tratamiento de aguas y la reutilización de agua industrial en las que Grundfos planea desarrollar soluciones más optimizadas para hacer uso de las bombas y las soluciones de bombeo inteligentes.

A medida que el agua sea más escasa, la necesidad de reciclarla cobrará más importancia. Los procesos de tratamiento de aguas desempeñarán un papel importante para garantizar un futuro seguro y estable en todo el planeta.

Fuentes:

[1] Pond, Harland: "Using pump variable speed drive solutions in membrane filtration".

[2] "How good is the Grundfos SMART Digital DDA FCM really? Comparative study of dosing precision and accuracy between SMART Digital DDA and the mechanical dosing pump DMI", Universidad de Ciencias Aplicadas de Weihenstephan-Triesdorf, Instituto de Tecnología Alimentaria.

[3] "Optimization of RO Systems through Digitalization, Connectivity and SMART Algorithms", Marco Witte, Dr. Carsten Persner y Victor Augusto Yangali-Quintanilla, MSc, PhD.

be think innovate

GRUNDFOS Holding A/S
Poul Due Jensens Vej 7
DK-8850 Bjerringbro (Dinamarca)
Tel.: +45 87 50 14 00
www.grundfos.com

GRUNDFOS 

El nombre "Grundfos", el logotipo de Grundfos y el lelogan "be think innovate" son marcas comerciales registradas en propiedad de Grundfos Holding A/S o Grundfos A/S (Dinamarca). Todos los derechos reservados a nivel internacional.