



Recomendaciones de diseño

PARA ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES QUE EMPLEEN
BOMBAS FLYGT DE GRANDES CAPACIDADES

Índice

Bombas centrífugas Flygt de gran capacidad	06
Consideraciones generales para el diseño de fosos de bombeo	07
Foso de bombeo estándar de Xylem	09
Dimensiones del foso de bombeo	12
Volúmen requerido del foso	14
Niveles mínimos de parada	14
Recomendaciones para la instalación de bombas	18
Instalación de bombas sumergibles en fosa húmeda	18
Instalación de bombas sumergibles en foso seco	19
Importancia del punto de funcionamiento	22
Sistemas diseñados con ingeniería	23

Bombas centrífugas Flygt de gran capacidad. Introducción

Las bombas sumergibles centrífugas Flygt de gran capacidad se utilizan en una gran variedad de aplicaciones en todo el mundo.

Estas bombas pueden ser instaladas en fosas secas o húmedas. Las aplicaciones incluyen estaciones de bombeo de aguas residuales de diversos tamaños, así como estaciones de bombeo de aguas pluviales, riego, aplicaciones mineras, astilleros, etc.

Las bombas centrífugas sumergibles Flygt ofrecen importantes ventajas como:

- Unidad compacta bomba - motor.
- Sin sistema de lubricación separado.
- Bajo nivel de ruido de funcionamiento.
- Impulsores N que proporcionan una eficiencia sostenida y mayor fiabilidad gracias a un diseño hidráulico único.
- Estaciones de bombeo a prueba de inundaciones incluso para bombas instaladas en seco.
- Conexión y desconexión automática para aplicaciones de fosa húmeda. Esto permite ejecutar la instalación, inspección y mantenimiento de forma rápida y sencilla.
- Requerimientos mínimos estructurales de la estación.

Nuestras bombas sumergidas se instalan en una conexión de descarga atornillada al suelo del foso. La bomba se guía hasta



a su posición mediante unos rieles dobles de 3" instalados permanentemente.

La conexión es automática y no necesita visibilidad. La bomba se baja hasta la conexión de descarga y se posiciona por su propio peso. El desmontaje de la bomba es igualmente fácil.

Las bombas Flygt de instalación en seco son fáciles de mantener. El conjunto de motor e impulsor puede extraerse fácilmente de la voluta de la bomba para su revisión y reparación. El grupo bomba - motor sumergible también ofrece la posibilidad de una estación de bombeo a prueba de inundaciones para un funcionamiento seguro en todo momento.

Consideraciones generales para el diseño de fosos de bombeo

La inestabilidad en el flujo de entrada a la bomba puede ocasionar que esta funcione con menor eficiencia y generar fluctuaciones en las cargas que actúan en el impulsor, lo que provocará ruido, vibraciones, desgaste excesivo de los rodamientos y falla prematura del sello mecánico.

La turbulencia, pre-rotación del fluido y la presencia de remolinos en la succión de la bomba pueden causar cambios significativos en su condición operativa y provocar disminución en la presión y caudal impulsado, en la potencia requerida y en la eficiencia general del sistema.

También se pueden formar vórtices localizados que generen puntos de baja presión que propicien la formación de burbujas de aire que se extiendan a través de la bomba provocando daños en el equipo y en el sistema. La entrada de aire de igual forma pueden causar reducciones en la presión y el caudal bombeado así como también fluctuaciones de cargas que actúan sobre el impulsor, las cuales resultarán en ruido, cavitación, vibraciones y en consecuencia daño de la bomba. Estas fluctuaciones también pueden afectar los procesos en otras partes del sistema.

El diseño correcto de un foso de bombeo no solo debe garantizar que el fluido que llega a la bomba sea uniforme, sino que además evite la acumulación de sedimentos y desechos flotantes, los cuales pueden provocar serios problemas al foso y a la bomba. Tenga presente los siguientes aspectos a la hora de realizar el diseño de foso de bombeo.

- Asegúrese que el flujo del agua desde la entrada a la estación de bombeo hasta la succión de la bomba sea estable, uniforme, sin turbulencia excesiva ni presencia de remolinos.



- Para reducir la presencia de vórtices superficiales y los efectos dañinos que estos producen en la bomba y en el sistema, considere y evalúe la colocación de direccionadores de flujo y deflectores en la entrada del foso de manera que estos puedan redirigir la energía que favorecen su formación. En caso que no se puedan realizar cambios mayores en el diseño del foso, considere como última opción aumentar su profundidad, de manera tal que las bombas queden con mayor sumergencia, reduciendo así la posibilidad de que se presenten vórtices superficiales.
- Si bien es cierto que la turbulencia excesiva y la formación de grandes remolinos son elementos nocivos en el diseño del foso, recuerde que un poco de turbulencia también ayuda a prevenir la formación y desarrollo de los vórtices así como también la acumulación de sedimentos.

- Evite la formación de sedimentos y elementos no deseados en el foso. Tenga en cuenta que las regiones con baja velocidad o con estancamiento favorecen la sedimentación. Una forma de prevenirla es considerar que el suelo del foso sea inclinado, así como también evitando que la unión entre los muros o paredes y el piso sea a 90 grados, es decir, se sugiere que estos tengan una especie de filete triangular que evite la acumulación de sólidos. También se debe considerar el uso de bombas mas pequeñas, colocadas estratégicamente en el foso, de manera tal que estas se encarguen del bombeo cuando el foso este a niveles de bombeo bajos.
- La espuma, el lodo, y los pequeños desechos flotantes se pueden acumular en cualquier región del foso donde el fluido se encuentre en calma o con poco movimiento. En esos casos, disminuya el nivel del foso tanto como sea posible con el objeto de aumentar tanto la velocidad como la turbulencia, de manera de promover el bombeo de estos elementos. Este "ciclo de limpieza" ayuda a mantener la estación libre de elementos no deseados, tanto en la superficie como en el fondo. Es muy recomendable realizar este ciclo de forma manual, y con supervisión, de manera de asegurarse que no ingrese aire a la bomba durante su ejecución.
- Cuando el ingreso al foso se realiza desde la parte superior, el líquido podría caer desde una gran altura hasta llegar al punto donde éste ingresa a la bomba. Este efecto se hace mayor cuando el foso esta cerca del nivel mínimo, esto es, cuando las bombas están a punto de apagarse por bajo nivel. En este caso el camino que recorre el fluido debe ser tal que garantice la disipación de la energía de la caída, las altas velocidades así como también que permita que el aire arrastrado y en general las burbujas que se hayan formado asciendan a

la superficie antes del ingreso a las bombas. Coloque direccionadores de flujo y deflectores para obtener una condición favorable del flujo de aproximación a las bombas.

- En general, diseñe el foso lo mas pequeño y simple posible para minimizar los costos de su construcción, pero siempre considerando los aspectos hidráulicos aquí indicados. No obstante tenga presente otras consideraciones como el tiempo mínimo de residencia del fluido, el número de arranques y paradas de las bombas por hora o cualquier otra variable que sea determinante en el establecimiento del volumen mínimo del foso.

Los principios que deben seguirse en el diseño de cualquier foso de bombeo se encuentran en una serie de guías de diseño o "códigos de prácticas"; por ejemplo, tanto el Instituto Americano de Hidráulica como la Asociación Británica de Investigación Hidromecánica han publicado guías de este tipo.

No obstante, siempre que un nuevo diseño se aleje significativamente de las configuraciones establecidas, debe considerarse la posibilidad de realizar ensayos con modelos a escala o el uso de herramientas de simulación por computadora.

Foso de bombeo estándar de Xylem

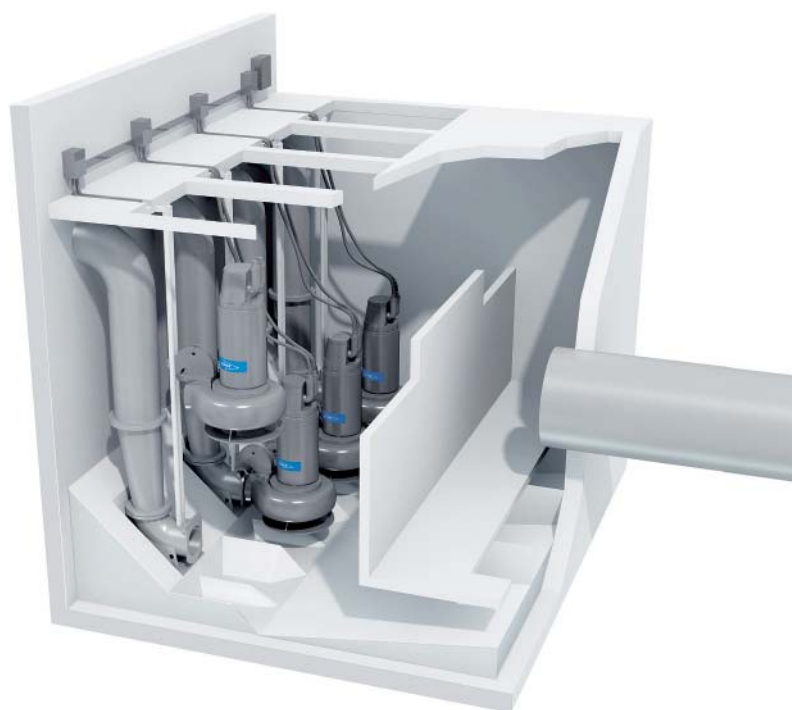
Un foso de bombeo que se diseñe de acuerdo con este manual será más pequeño que un foso convencional. En consecuencia, puede haber menos volumen de amortiguación para acomodar variaciones transitorias del caudal. Tampoco hay volumen de retención adicional para almacenar el caudal de entrada en exceso de la capacidad total de la bomba (los volúmenes de las tuberías suelen ser mucho mayores que cualquier volumen de la estación de bombeo). Por lo tanto, un diseño adecuado de una estación de bombeo completa debe considerar todos los aspectos críticos del funcionamiento. Por supuesto, la capacidad de la bomba debe coincidir con los caudales de entrada extremos para minimizar el riesgo de inundación. A menudo deben analizarse también las características de caudal del sistema de alcantarillado de alimentación.

El sistema de control de las bombas también debe proporcionar protección en caso de fallo eléctrico. Es fundamental disponer de sensores de nivel precisos si se quiere minimizar el volumen del sumidero de acuerdo con las recomendaciones del apartado anterior. Las tuberías de descarga deben estar diseñadas para evitar inundaciones por el flujo de retorno cuando las bombas están paradas, y también en situaciones de emergencia. Los efectos de los posibles picos de presión (Golpes de ariete) deben minimizarse mediante un diseño adecuado de los dispositivos de control.

Para evitar la pre-rotación en el fluido que se aproxima a la cámara de las bombas, es necesario que la tubería

de entrada posea un tramo recto equivalente a 5 veces el diámetro de la tubería de succión. El diseño exacto del sumidero varía en función del número y tamaño de las bombas.

La figura A1 muestra el diseño de una estación de bombeo de fosa húmeda con entrada central elevada. Observe la figura en detalle para lograr una mayor comprensión. En esta configuración, el flujo de ingreso no tiene que hacer un giro horizontal, que podría inducir la rotación de la masa del fluido en el foso. Una pared deflectora especialmente diseñada minimiza el arrastre de aire debido a la caída del agua. El flujo procedente de la tubería de entrada choca con la pared deflectora y luego desciende a la cámara de entrada a través de la ranura



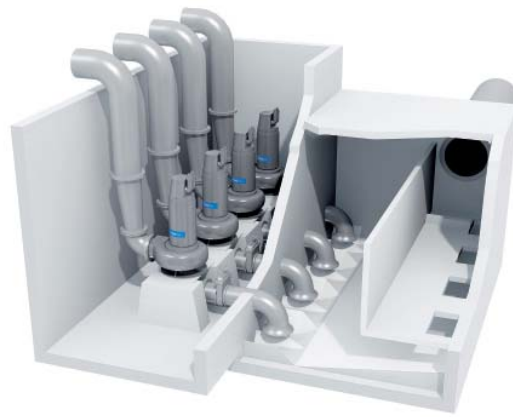
A1. Estación de bombeo de fosa húmeda

del suelo. La ranura distribuye el caudal uniformemente hacia todas las entradas de la bomba.

El deflector es lo suficientemente alto como para garantizar que el caudal no lo sobrepase. Aunque el flujo en la cámara de entrada es muy turbulento, en ella pueden acumularse diversos materiales. En tales casos, pueden utilizarse vertederos de rebose o separaciones laterales para arrastrar los residuos y evitar así su acumulación. (La parte superior del deflector, o partes del mismo, debe estar por debajo del nivel de arranque más alto de cualquiera de las bombas para permitir el transporte del material flotante a la cámara de bombeo).

Si el sistema de tuberías y la ubicación del sumidero no permiten una entrada frontal, se puede utilizar una entrada lateral con una pared deflectora modificada con puertos. Esta configuración se denomina **tipo A2**. En este diseño, la pared deflectora redirige el caudal entrante y lo distribuye uniformemente hacia las bombas a través de los puertos ubicados en el fondo.

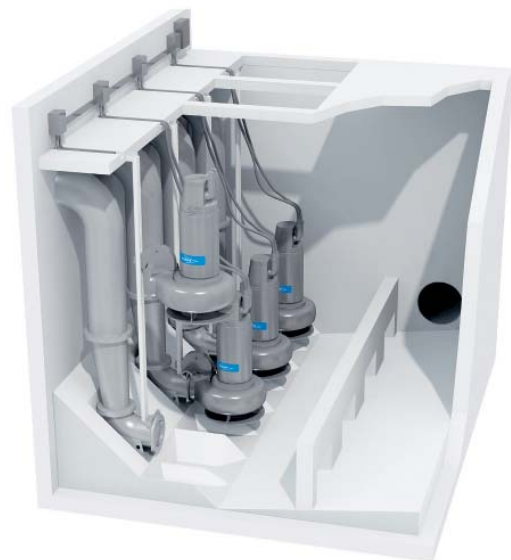
En la entrada alta, se recomienda tener un deflector en el suelo de la cámara de entrada. Este deflector interrumpe los chorros de caudal cuando el nivel de agua en la estación es bajo. Equipar el foso de bombeo con filetes (la unión entre el fondo y las paredes no debe ser a 90 grados), deflectores y/o bancadas suele ser beneficioso en función del número de bombas y su tamaño. Por lo tanto, consulte con Xylem para obtener un diseño óptimo del sumidero.



A2. Estación de bombeo de fosa seca



Foso circular



B2

Alternativas Constructivas

Distribuir el caudal uniformemente entre todas las bombas a lo ancho del sumidero puede plantear problemas si el número de bombas es superior a cuatro. En tales casos, puede ser más adecuado un sumidero doble.

Para sumideros profundos, el uso de una estructura exterior circular puede ser ventajoso desde el punto de vista de la construcción. En el interior de dicha estructura pueden alojarse módulos de bombas individuales similares a los utilizados para los diseños compactos.

Póngase en contacto con Xylem para obtener asesoramiento sobre diseños de sumideros compactos con una entrada frontal central de bajo nivel.

En el tipo **B2**, con una pared deflectora recta, la entrada está por debajo del nivel normal del agua en el foso, o un canal abierto alimenta el foso. Al no haber flujo descendente en la entrada, no se produce un arrastre intenso de aire. En consecuencia, la cámara de entrada puede simplificarse enormemente, ya que su única tarea consiste en distribuir uniformemente el caudal a las bombas. En la aplicación de bombas en foso seco, se recomienda disponer deflectores verticales entre las tuberías de aspiración, para proteger la rotación de la masa del fluido en la cámara húmeda.

En algunas ocasiones es necesario situar la tubería de descarga de las bombas en el centro de la estación. En estos casos la orientación invertida de la bomba puede ser una solución.

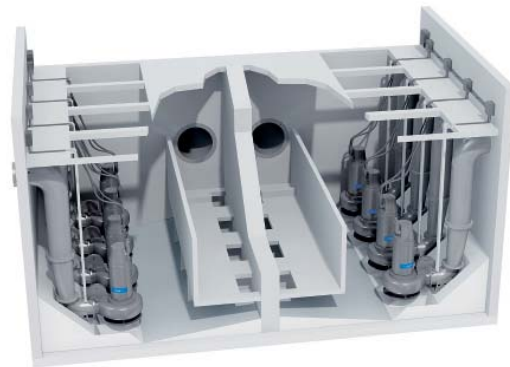
Observe en la figura de la esquina superior derecha de esta página (Bombas con orientación inversa), que el fluido de aproximación a las bombas llega por el costado donde se encuentra la brida de descarga.

Esta imagen muestra un extracto del diseño de una estación de bombeo de aguas residuales de orientación inversa.

La geometría de la estación en combinación con una filosofía de control adecuada, permite crear las condiciones óptimas de bombeo al tiempo que se mantienen la estación libre de sólidos.



Bombas con orientación inversa

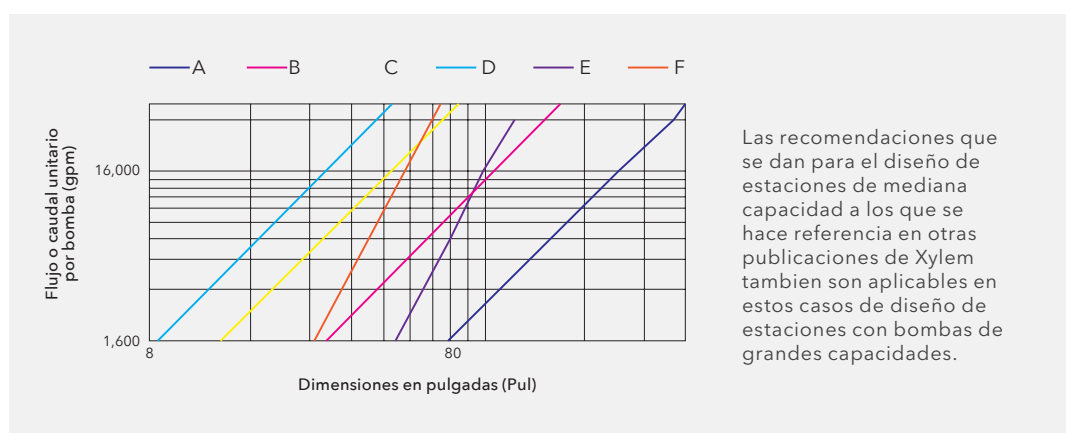


Doble foso de bombeo

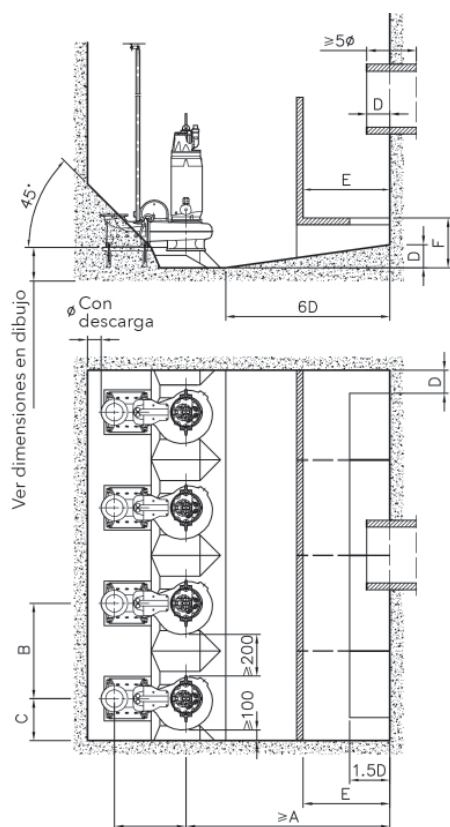
Dimensiones del foso de bombeo

Este diagrama es válido para el dimensionamiento de estaciones de bombeo de hasta cuatro bombas. Las dimensiones obtenidas pueden ser modificadas en $\pm 10\%$ según se requiera, siempre y cuando tales cambios no provoquen aumentos significativos de las velocidades respecto al foso estándar. El caudal por bomba se refiere al caudal correspondiente al punto de trabajo que se obtienen cuando las bombas están operando en paralelo, descargando a una tubería o manifold común.

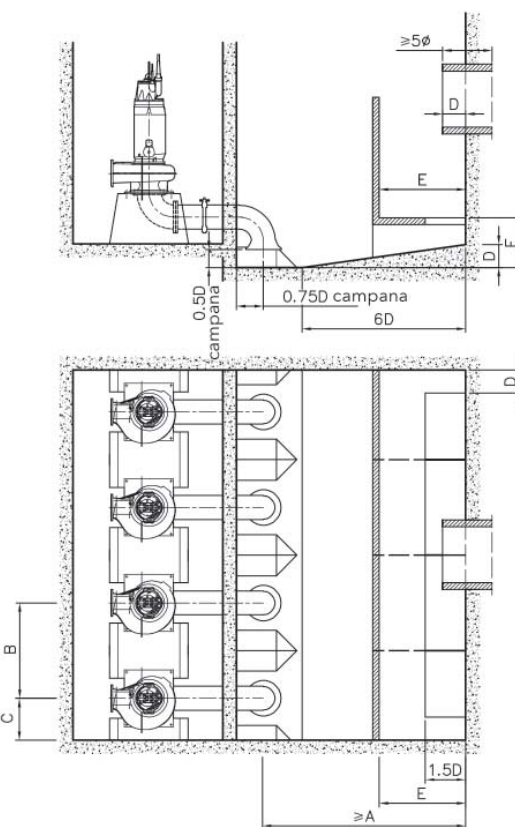
Diagrama para determinar las dimensiones del foso de bombeo



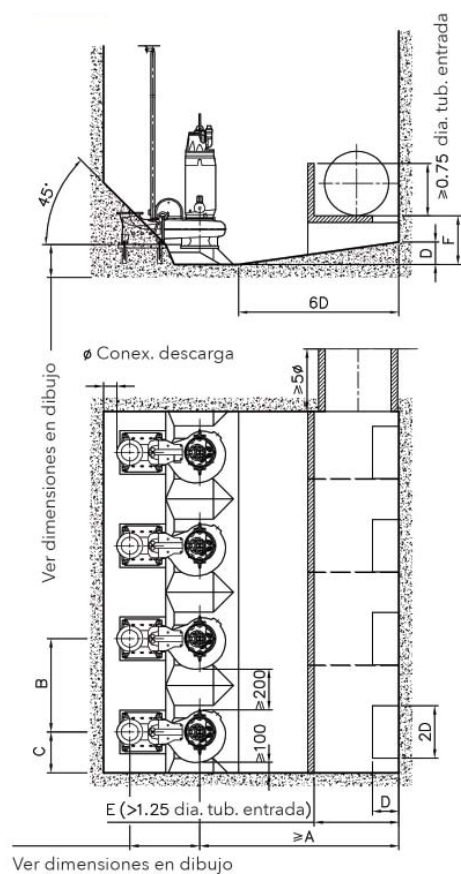
A1. Húmeda



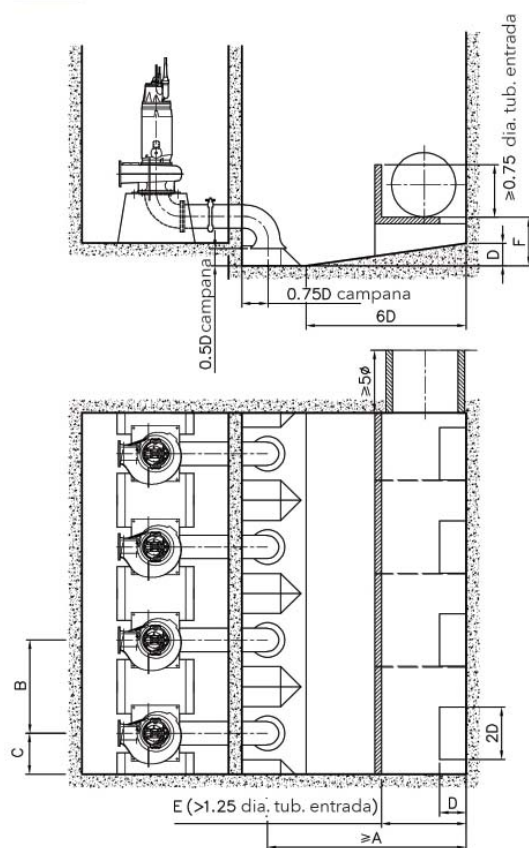
A1. Seca



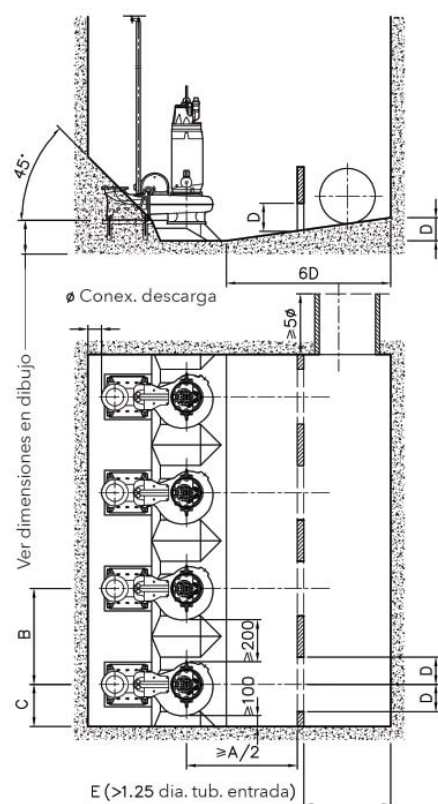
A2. Húmeda



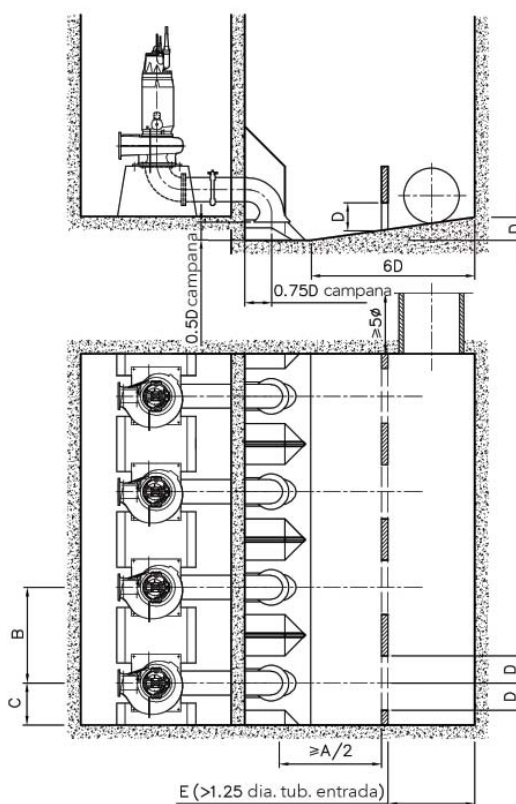
A2. Seca



B2. Húmeda



B2. Seca



VOLUMEN REQUERIDO DEL FOSO

El volumen vivo necesario del foso, V , es decir, el volumen entre el nivel de arranque y el nivel de parada de la bomba, depende de factores como el tiempo de ciclo de la bomba, T ; la capacidad de la bomba, Q ; y el caudal de entrada, q .

Para una bomba y un caudal de entrada variable, el tiempo de ciclo más corto se produce si $q = Q/2$, lo que da el volumen mínimo necesario del foso:

$$V_{req} = \frac{T_{min} \times Q}{4}$$

El tiempo de ciclo mínimo ($T_{mínimo}$) viene determinado por el número de arranques de la bomba en relación con el esfuerzo mecánico derivado del aumento de temperatura del motor.

$$T = 3600 / \text{arranques por hora}$$

Para una estación de bombeo con bombas idénticas, el volumen necesario es menor si las bombas arrancan en secuencia a medida que sube el nivel del agua debido al aumento del caudal de entrada, y paran en secuencia a medida que baja el nivel del agua debido a la disminución del caudal de entrada. Para minimizar el volumen necesario del foso, la última bomba en arrancar debe ser la última en detenerse, es decir, con alternancia cíclica.

NIVELES MÍNIMO DE PARADA

Las bombas pueden pararse al mismo nivel de agua, pero es importante que haya un intervalo de tiempo entre las paradas para evitar grandes cambios inmediatos de caudal y transitorios de presión (golpes de ariete) en las tuberías de descarga. Las siguientes recomendaciones de nivel mínimo de parada evitan los vórtices y el ingreso de aire a través de la entrada de la bomba. Durante un breve periodo de tiempo, el nivel puede ser inferior, por ejemplo, durante el ciclo de limpieza del sumidero.

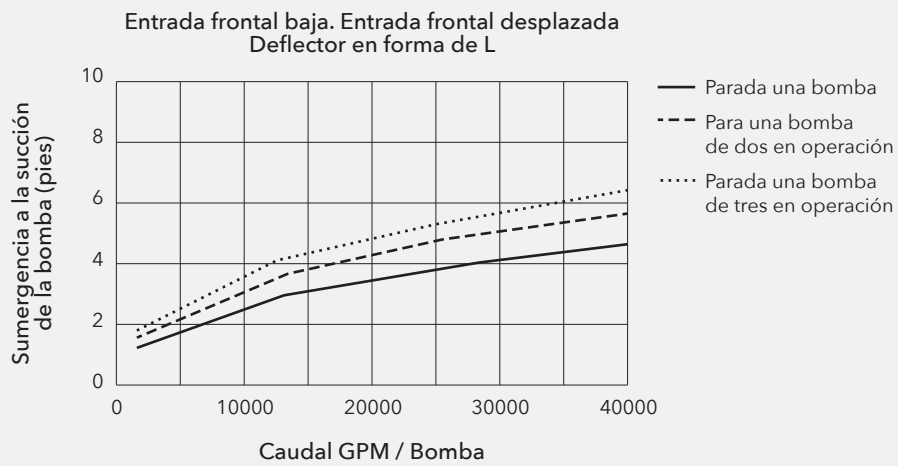
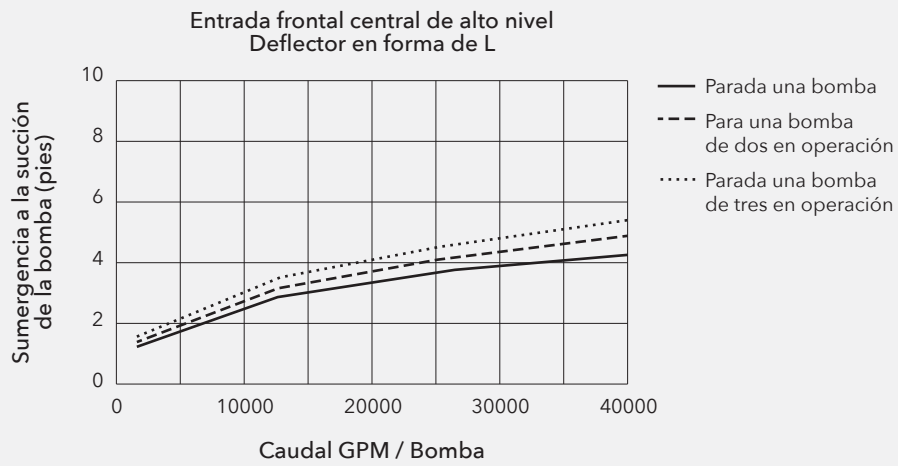
Diseño de foso tipo A1, A2, B2

Estas recomendaciones son válidas para el diseño de fosos que tienen dos, tres o cuatro bombas sea que estas estén instaladas en una fosa húmeda semi permanente (P) o permanente (T).

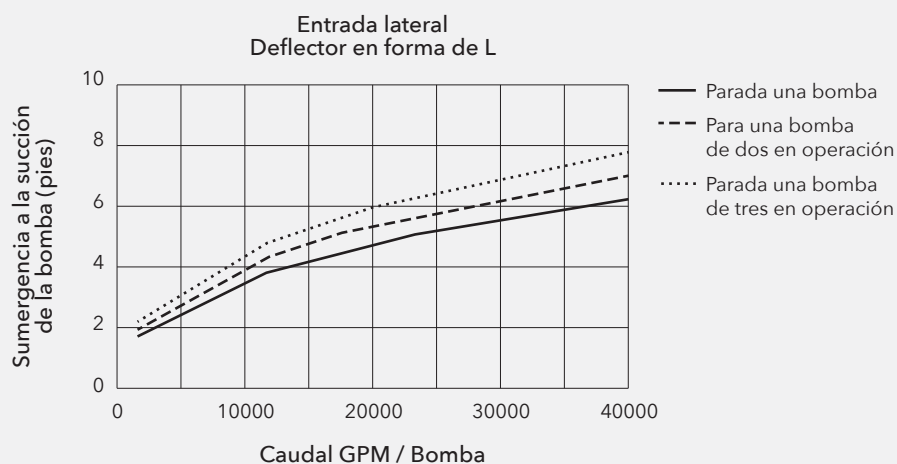
También aplica para cualquier alternancia en el ciclo de trabajo, con excepción a las estaciones que tienen un deflector recto a la entrada. Se asume que al menos una de las bombas es de reserva, y que solo se coloca en operación en casos extremos.

En los casos en que la ubicación de la tubería de entrada sea asimétrica, a nivel bajo, o la última parte tenga menos de cinco diámetros de tubería recta, deberán aplicarse niveles de parada más altos para suprimir los vórtices, de acuerdo con las recomendaciones para entradas no óptimas (véase el gráfico: Entrada frontal a nivel bajo).

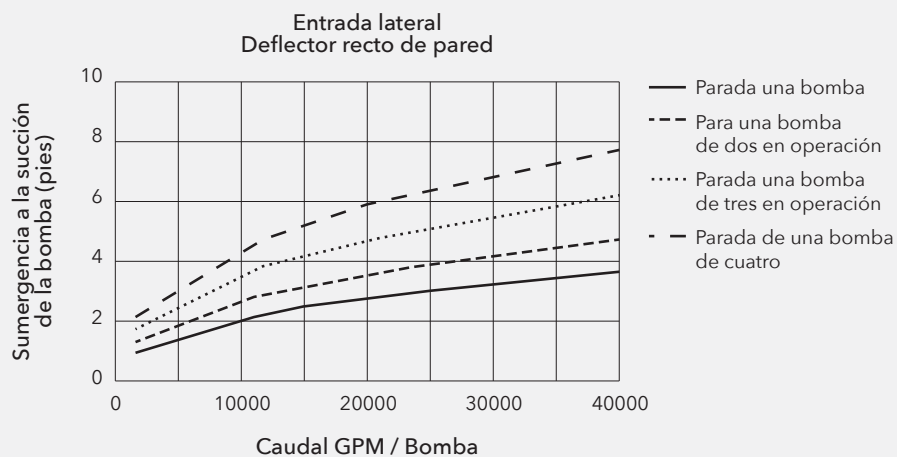
DISEÑO DE FOSO TIPO A1



DISEÑO DE FOSO TIPO A2



DISEÑO DE FOSO TIPO B2



Altura neta positiva de aspiración (ANPA) o NPSH

La altura neta positiva de aspiración (ANPA), también conocida por su término en inglés, NPSH (Net Positive Suction Head), es la energía positiva que se requiere en el ojo del impulsor de la bomba para que ésta opere de forma satisfactoria y sin que se presenten problemas de cavitación. En este manual usaremos el término en inglés dada su popularidad entre los profesionales que se desempeñan en el mundo del diseño hidráulico y en general de las bombas.

A continuación presentamos un par de conceptos relativos al NPSH así como también la condición que se debe satisfacer en la bomba.

NPSHA: Es la presión disponible en el ojo del impulsor de la bomba, esta es influenciada por la presión atmosférica, la presión de vapor del fluido a su correspondiente temperatura, el nivel dentro del foso y las pérdidas por fricción en la tubería que lleva el líquido hasta la bomba.

NPSHR: Es la presión necesaria para obtener un funcionamiento sin problemas en términos de cavitación, éste valor es determinado mediante pruebas en fábrica y se encuentra en la curva de NPSH de la bomba.

El NPSHa debe ser superior al NPSHr en todo momento y en todos los puntos de funcionamiento de la bomba para que esta pueda operar sin inconvenientes.

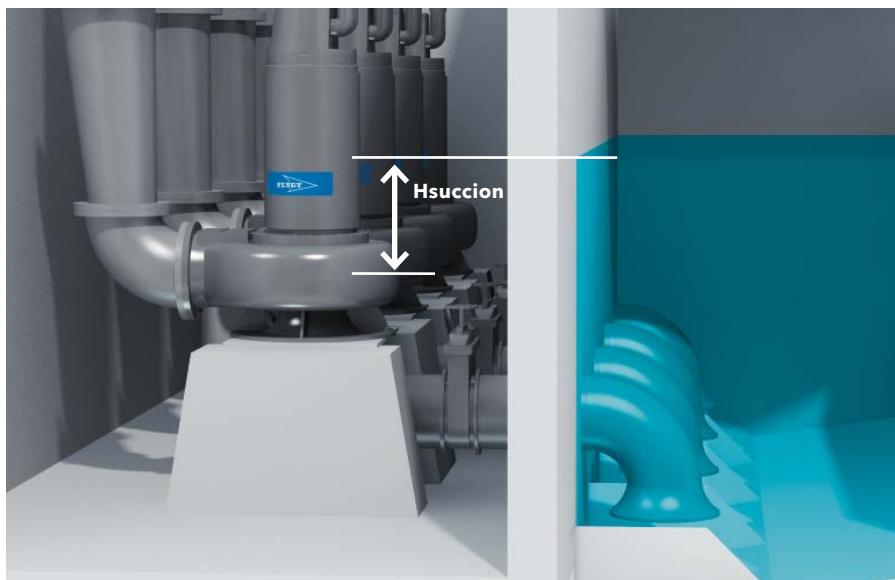
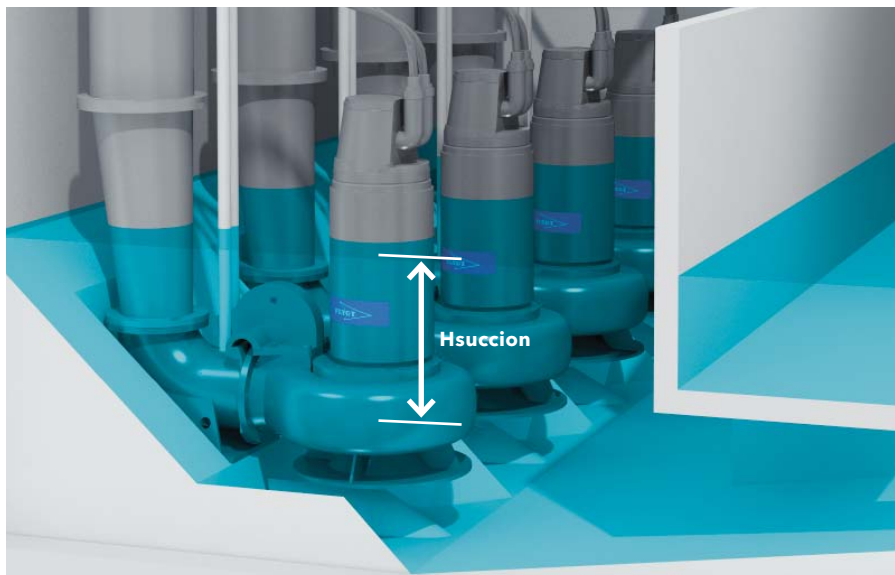
El NPSHa para fosos sumergidos se determina mediante la aplicación en la siguiente fórmula:

$$\text{NPSHa} = \text{HATM} + \text{HSUCCIÓN} - \text{HEV}$$

Para fosos secos, se deben considerar las pérdidas por fricción que ocurren en la tubería de succión, así la ecuación se modifica de la siguiente manera:

$$\text{NPSHa} = \text{HATM} + \text{HSUCCIÓN} - \text{HPÉRDIDA} - \text{HEV}$$

- **HATM:** Presión atmosférica.
- **HSUCCIÓN:** La diferencia MÍNIMA entre la línea central del impulsor y la superficie libre del líquido en el foso.
- **HEV:** Presión de vapor del fluido a la temperatura que este se encuentra al ingresar al impulsor.
- **HPÉRDIDA:** Pérdidas por fricción en la tubería de succión.

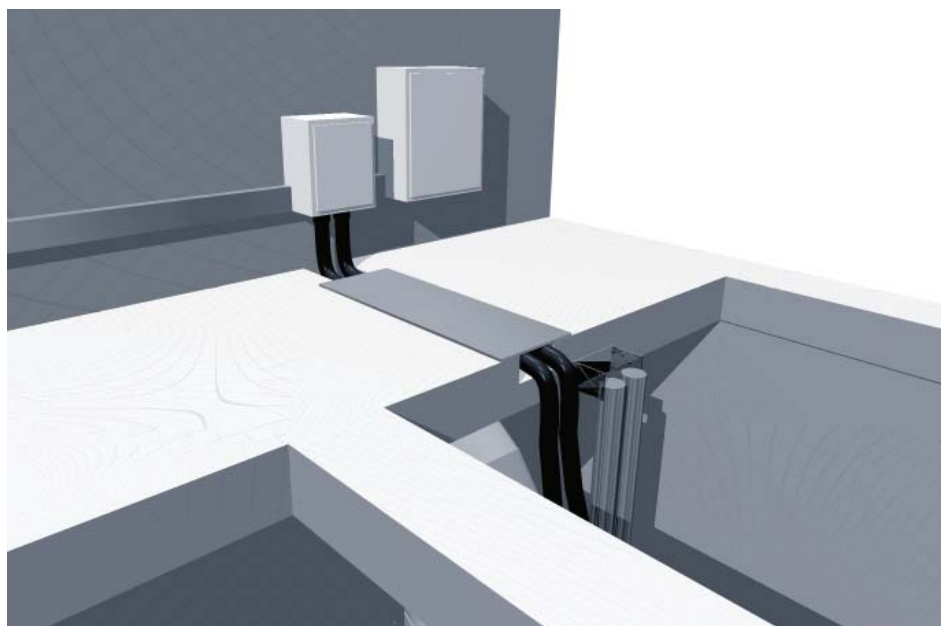


Recomendaciones para la instalación de bombas

INSTALACIÓN DE BOMBAS SUMERGIBLES EN FOSA HÚMEDA

Siga estas recomendaciones generales para la instalación de bombas centrífugas sumergidas:

- La válvula de retención de la descarga debe estar situada a una altura inferior a 8 metros por encima de la descarga de la bomba para evitar cavitación.
- Proteja los cables en el piso de la estación haciéndolos pasar por canaletas o tuberías de manera de evitar que estos se dañen y también para facilitar su mantenimiento. (consulte los códigos eléctricos locales).
- Siempre que sea posible, separe los cables de los sensores de baja tensión o de control, de los cables de alimentación de alta tensión para evitar que se añada "ruido" a las señales de los sensores. Esto es especialmente importante en aplicaciones donde se utilizan variadores de frecuencia.
- Siempre instale soportes para los cables de forma tal que estos se mantengan en la posición ideal, que ayuden a mantener el radio de curvatura, así como también que evite esfuerzos sobre los conductores al ser manipulados. Estos soportes deben localizarse debajo de la escotilla de ingreso al foso y estar al alcance de la mano.
- Asegúrese de que si se utiliza una tubería o una manguera para proteger el cable, ésta no cubra todo el cable hasta el panel de control, ya que los gases de las aguas residuales que entran en el armario podrían ser nocivos (consulte los códigos locales).
- Ubique el panel de control en un entorno ventilado para evitar que los gases de las aguas residuales provoque la oxidación de los componentes internos tales como relés, contactores, unidad lógica, etc.
- Los reguladores de nivel debe ser instalados dentro de un pozo amortiguador (Tubería que encapsula el regulador de nivel) de forma tal que la abertura inferior quede por debajo del nivel mínimo del foso, de esta manera se evitara problemas debido a los desechos flotantes.
- En estaciones que tienen niveles muy altos de sedimentos, se recomienda rellenar o cubrir los espacios vacíos localizados debajo y a los lados donde se encuentran las conexiones de descarga de la bomba. Se puede utilizar placas metálicas o concreto, de esta manera no se acumularan sedimentos en estas áreas.



INSTALACIÓN DE BOMBAS SUMERGIBLES EN FOSO SECO

Diseño de la línea de succión

La posición de la tubería de succión con respecto a la bomba instalada en seco sigue las mismas directrices hidráulicas que para una bomba sumergida. Sin embargo, con las bombas instaladas en seco, debe tenerse en cuenta adicionalmente la sumergencia de la entrada. Esto se debe a que el aire puede entrar en la tubería de entrada de una bomba instalada en seco más fácilmente que en la succión de una bomba instalada en húmedo, ya que la voluta de una bomba sumergida actúa como supresor de vórtices.

El aire acumulado en la tubería de entrada puede perjudicar el funcionamiento de la bomba y puede hacer que el sistema quede "atascado por el aire", impidiendo el bombeo completamente.

Para caudales superiores a 500 l/s (8000 gpm), la tubería de entrada debe estar equipada con una campana de entrada para minimizar las pérdidas y el flujo irregular hacia la bomba.

Para conseguir un caudal uniforme a la entrada de la bomba, el diseño de la tubería de aspiración debe cumplir lo siguiente:

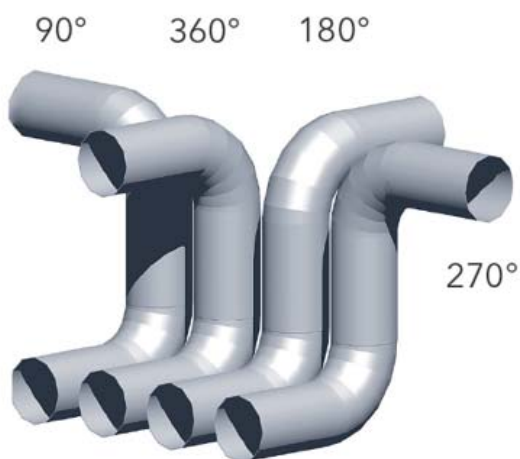
- Proporcionar suficiente NPSHav
- Minimizar las pérdidas por fricción
- Minimizar el número de codos
- Eliminar el arrastre de aire de la tubería de succión
- Asegurar la correcta alineación de las tuberías
- Prever una purga de aire automática aguas abajo de la bomba antes de la válvula de retención

Ubicación de la válvula en la tubería de succión

Para minimizar el riesgo de cavitación, ruido y vibraciones, la válvula debe ser de paso completo (Full bore) de forma tal de evitar perturbaciones del flujo. Las válvulas de compuerta cumplen con este requisito. También las válvulas deben estar situados a más de cinco diámetros de la conexión de succión de la bomba.

Efectos de los codos

Los codos en las tuberías generan pérdidas dinámicas y remolinos de flujo, por lo que deben evitarse siempre que sea posible. Para minimizar los efectos de los codos, y la pre rotación los codos deben situarse en un plano, como se muestra en las configuraciones de tuberías de 360° y 180°.

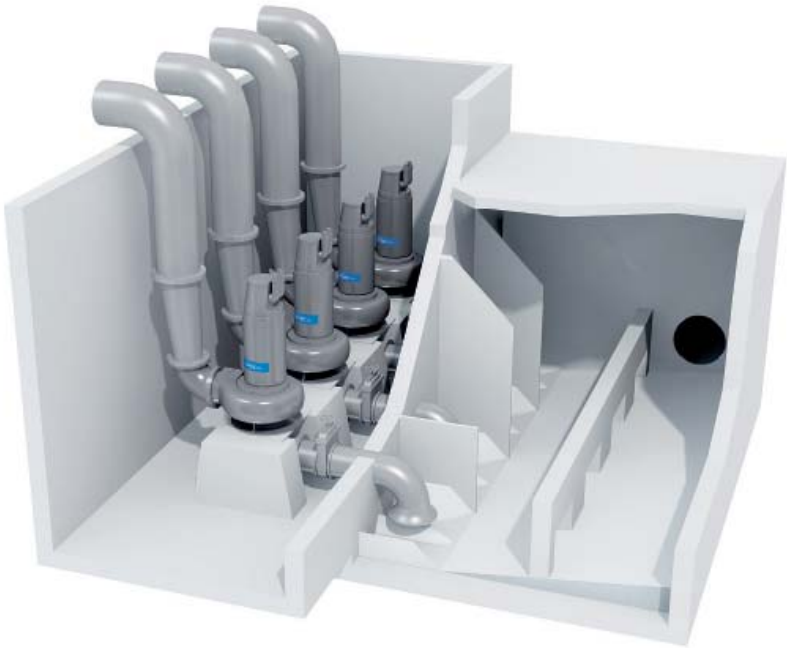


La campana de succión

Para acelerar el flujo suavemente en la tubería de entrada y reducir las pérdidas en la admisión, la entrada debe estar provista de una boca de campana.

La velocidad de entrada optima en la campana de succión es 1.7 m/s, (5.6 pie/s) y debe estar ademas dentro de los siguientes limites.

Flujo	Velocidad
< 1200 l/s, <19,000 gpm	0.9-2.4 m/s, 3-8 ft/s
> 1200 l/s, >19,000 gpm	1.2-2.1 m/s, 4-7 ft/s



Indicaciones para la instalación de la bomba y sus tuberías

Evite ruido y vibración

Una máquina rotativa siempre será una fuente de energía para perturbaciones acústicas/vibratoriales. La bomba y/o el grupo motor pueden propagar perturbaciones al entorno que pueden producir vibraciones y provocar ruido en otras partes del sistema, como en tuberías, valvulas, etc.

En las bombas instaladas en pozo húmedo, el medio ayuda a atenuar las vibraciones y el ruido. El diseño de las bombas instaladas en seco debe analizarse más detenidamente para reducir este tipo de problemas.

La primera regla a seguir es asegurarse que la bomba opere entre el 50 % y el 125 % del punto de mejor rendimiento (BEP). En esta zona, las perturbaciones producto de recirculación, cavitación, cargas en el impulsor y voluta se reducen al mínimo.

Asegúrese de anclar todos los componentes del sistema de forma correcta y con elementos que

proporcionen suficiente rigidez; de esta manera obtendrá niveles de vibración aceptables y dentro de los límites que establece la normativa aplicable. Un anclaje adecuado ayuda a mantener las frecuencias de excitación por debajo de la frecuencia natural más baja del sistema.

En algunos casos, un diseño totalmente fijo no es suficiente, y el sistema o partes del mismo deben aislarse con soportes de goma para máquinas, juntas de tuberías flexibles, etc.

Cuando se evalúe el sistema, hay que analizar el origen de cualquier perturbación, tales como:

- Desbalanceo del impulsor y otras partes rotativas
- Fuerzas hidráulicas causadas por las diferencias de presión en la voluta.
- Todas las bombas generan frecuencias vibratorias que se transmiten a las tuberías y a las estructuras a través de la conexión mecánica que tiene la bomba con todo el sistema. Hay dos frecuencias que están siempre presentes y a las cuales se podrían producir perturbaciones,

una es la frecuencia de rotación de la bomba, llamada también frecuencia fundamental, y la otra es la frecuencia de paso de alabes (Números de alabes del impulsor * la velocidad de rotación de la bomba). Estas frecuencias se pueden utilizar para determinar la longitud crítica de la tubería, esto es, la frecuencia natural a la flexión de una tubería llena de líquido.

- Con esta información, es posible analizar el sistema para minimizar el riesgo de vibraciones, como por ejemplo determinar la longitud crítica de las tuberías y la posición de los soportes para evitar armónicos. Otros factores que pueden generar ruido son el motor eléctrico, el flujo interno (las turbulencias y remolinos pueden hacer que las tuberías y válvulas irradien ruido) y la cavitación dentro de la bomba o en las tuberías/válvulas.

Para más información sobre la reducción de vibraciones y ruidos en bombas instaladas en seco, consulte el documento de ingeniería de Xylem "Ruido y vibraciones de las instalaciones de bombeo".

Recomendaciones para el anclaje de bombas y los soportes de tuberías

Las siguientes recomendaciones pueden evitar vibraciones no deseadas:

Todas las partes del sistema deben anclarse de modo que las perturbaciones más importantes tengan frecuencias inferiores a la frecuencia natural más baja del sistema, incluyendo bomba, válvulas, soportes y tuberías.

Si la bomba y la fundación deben aislarse de la estación de bombeo, se recomienda el siguiente procedimiento:

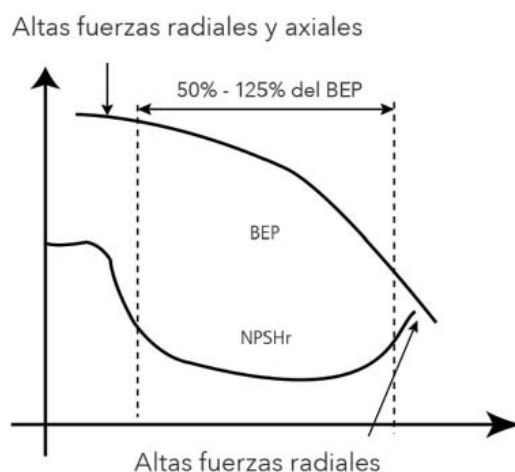
- El peso de la fundación debe ser al menos dos veces el peso de las piezas giratorias.

- Utilizar soportes flexibles, por ejemplo pies de máquina o una lamina de goma, entre la base y el suelo.
- Utilice juntas flexibles para las tuberías.
- Anclar los tubos al suelo o a otra estructura sólida
- Deben preverse soportes horizontales y verticales para las tuberías y válvulas. Estas últimas, así como cualquier otro componente pesado deben estar siempre instalados entre soportes.
- Cuando se utilicen juntas flexibles en las tuberías, los soportes que la sostienen deben colocarse donde se ubican las juntas para evitar oscilaciones debido a la presión.
- Las velocidades del fluido que sale de la bomba y asciende por las tuberías de descargar debe estar entre 1,5 m/seg a 2,5 m/seg. de manera que se impida la formación de depósitos y sedimentos.

Importancia del punto de funcionamiento

Para lograr el mejor funcionamiento posible de la bomba y maximizar la vida útil de los equipos, es muy importante seleccionar la bomba adecuada para el punto de funcionamiento requerido. La región de funcionamiento preferida (Preferred Operating Region, POR) para la mayoría de las bombas centrífugas grandes está entre el 70 % y el 120 % del punto de máxima eficiencia (Best Efficiency Point, BEP), tal como se indica en las normas del Instituto Hidráulico. La región de funcionamiento admisible (Allowable Operating Region, AOR) en aplicaciones de aguas residuales está entre el 50 % y el 125 % del BEP (a menos que la curva no tenga un límite de operación), siempre y cuando se disponga de suficiente NPSHa.

Al hacer funcionar la bomba fuera de la AOR puede producirse funcionamiento inestable, vibraciones, recirculación, ruido y cavitación la cual provoca la erosión de los alabes del impulsor así como también en otras zonas interna de la bomba por donde circula el fluido.



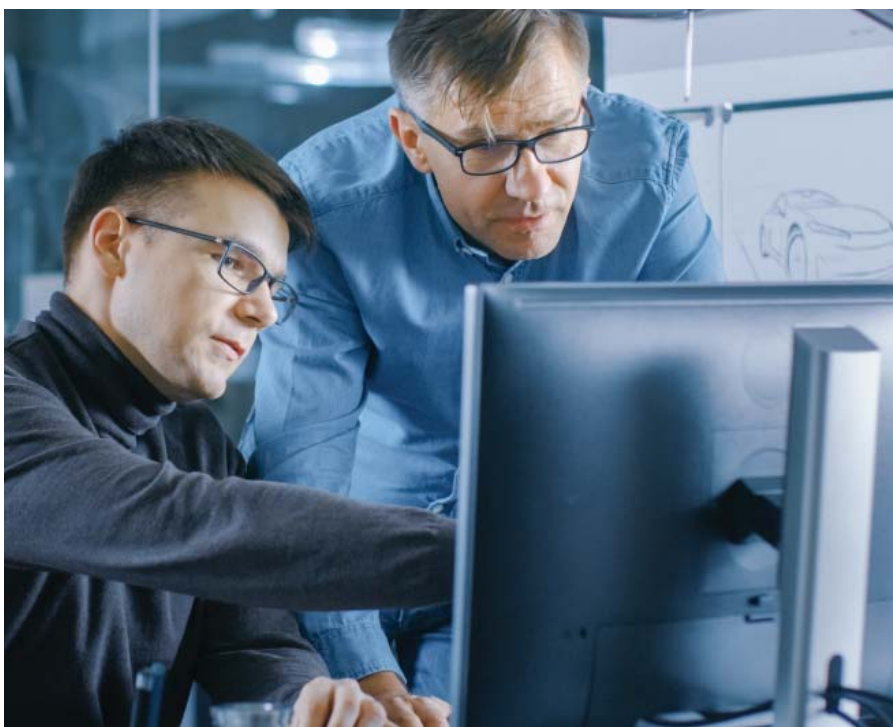
CONSULTA A LOS INGENIEROS DE XYLEM SOBRE LA OPERACIÓN FUERA DE ESTOS LÍMITES

Sistemas diseñados con ingeniería

Combinamos nuestro conocimiento y nuestra experiencia con una amplia gama de productos adecuados para ofrecer soluciones personalizadas que aseguren funcionamientos sin problemas a los clientes. Para ello, nuestros ingenieros utilizan nuestros propios programas informáticos especialmente desarrollados, así como soluciones comerciales, para diseñar y desarrollar proyectos. Proveemos asistencia técnica integral y análisis de las soluciones propuestas junto con la selección de productos y accesorios.

Servicios Adicionales:

- Optimización del diseño del foso de bombeo para nuestros productos e instalaciones específicas.
- Soporte técnico con las especificaciones de ingeniería y diseño para los sistemas de mezclado y aireación.
- Asistencia técnica mediante simulación de dinámica de fluidos por computadora (CFD)
- Soporte y orientación para para el modelamiento hidráulico.
- Asesoría técnica que le permitirá instalar, operar y mantener su estación al menor costo y de forma efectiva.
- Capacitación en el uso de nuestro software de ingeniería desarrollado para facilitarle el correcto diseño de su estación.



Todos nuestros productos y servicios están alineados con nuestra filosofía corporativa: “No hay nada mejor que la EXCELENCIA”.

Xylem |'zīləm|

- 1) El tejido en las plantas que transporta el agua desde las raíces;
- 2) Una compañía líder global en tecnología del agua.

Xylem es una empresa líder en tecnología del agua comprometida a ofrecer «soluciones para aguas» mediante la creación de soluciones tecnológicas innovadoras e inteligentes para satisfacer las necesidades de agua, aguas residuales y energía del mundo. En un mundo que cada día se enfrenta a más dificultades, Xylem proporciona soluciones de tecnología del agua para todo el ciclo del agua. Nuestro potencial tecnológico en todo el ciclo de vida del agua es insuperable. Desde la obtención y la distribución hasta la reutilización y la devolución a la naturaleza, nuestras eficientes tecnologías del agua, bombas industriales y soluciones de aplicación no solo consumen menos energía y reducen los costes del ciclo de vida, sino que también fomentan la sostenibilidad.

Si necesita más información acerca de Xylem, visite www.xylem.com



Para obtener más información sobre Xylem en los países de América Latina visite:

Argentina

Ruta Panamericana Colectora Este Km 24,6
Don Torcuato - Buenos Aires
+54 11 4589-1111
www.xylem.com.ar/es-ar/

Centro América y Caribe

7400 Corporate Center
Drive Suite E Miami, 33126 FL - USA
+1 305 714-4220
www.xylem.com/es-hn/

Colombia

Carrera 85D N° 46A65
Bodega 18, Bogotá
+57 1 410-3281
www.xylem.com/es-co/

Perú

Av. Defensores del Morro 2220
Chorrillos, Lima
+51 1 207-9400
www.xylem.com/es-pe/

Brasil

Rua Telmo Coelho Filho,
40 Vila Albano, São Paulo
www.xylem.com/pt-br/

Chile

Alcalde Guzmán 1480
Quilicura - Santiago de Chile
+56 2 2562-8600
www.xylem.com/es-cl/

México

Av. El Circuito del Marqués Norte 21-A
Pque. Industrial El Marqués - Queretaro
+52 442 192-6700
www.xylem.com/mx

Uruguay

Constitución 2061
11800 - Montevideo
+59 8 2400-5818
www.xylem.com/es-uy/