

LA DRAGA DE TOLVA DE SUCCIÓN EN MARCHA

QUÉ ES UNA DRAGA DE TOLVA DE SUCCIÓN EN MARCHA?

A pesar de que existan distintos sistemas para describir dragas, en general se reconocen tres grandes grupos, basados en el sistema de excavación y de operación. Son: las dragas mecánicas, las hidráulicas y las hidrodinámicas. Las dragas de tolva de succión en marcha (TSHD, por sus siglas en inglés) se clasifican como dragas hidráulicas. Como dragas hidráulicas se incluyen todo equipo de dragado que utiliza bombas centrífugas, al menos para el proceso de transporte del material dragado, bien sacándolo fuera del agua, o bien transportándolo horizontalmente hasta otro sitio.

CUÁNDO SE UTILIZAN LAS TSHD?

Las TSHD se utilizan en una gran variedad de proyectos de construcción marítima y mantenimiento. Éstos van desde dragado de mantenimiento en puertos y canales de acceso eliminando sedimentos para llegar a la profundidad requerida, hasta proyectos de dragado capital como la creación de nuevas tierras a gran escala que requieren millones de metros cúbicos de arena. El rendimiento de una TSHD tiene una influencia directa sobre los costes del proyecto. En consecuencia, la investigación y el desarrollo sobre las TSHD es un esfuerzo continuo para mejorar la relación coste-eficacia.

QUÉ ES LO QUE CARACTERIZA UNA TSHD?

Las TSHD o dragas de tolva son barcos autopropulsados que cuentan con una tolva, o tienen una cántara dentro de sus propios cascos. Se utilizan principalmente para dragar materiales sueltos como arena, arcilla o grava. Las principales características de una TSHD son: el cabezal de succión, las tuberías de succión, los compensadores de oleaje y los pescantes. Habitualmente, una TSHD está equipada con una o dos tuberías de succión a las que se les conecta los cabezales de succión. Se suele comparar los cabezales de succión con enormes aspiradoras. Las tuberías de succión descienden al

fondo de las aguas y los cabezales se “arrastran” por encima del fondo marino, succionando material mientras el buque avanza lentamente, es decir, rastrea.

Las tuberías de succión y los cabezales de succión se pueden posicionar según las necesidades de la operación de dragado para que puedan ser transportados a la draga. La mezcla de agua y arena se aspira hacia arriba mediante un sistema de bombeo, hasta la tolva o cántara del buque. Los pescantes y cabrestantes de la draga operan las tuberías de succión, izándolas a bordo o arriándolas según convenga a la operación. Se utiliza un compensador de oleaje para controlar el contacto entre el cabezal de succión y el fondo marino cuando se draga con olas. Adicionalmente, la TSHD debe disponer de un sistema de rebose para separar el material y eliminar el agua sobrante. La eficiencia de cada uno de los elementos tendrá un impacto directo sobre la productividad de la TSHD.

¿QUÉ TIPOS DE CABEZALES DE SUCCIÓN EXISTEN?

Aunque todas las TSHD tienen cabezales de succión conectados a las tuberías de succión, los cabezales pueden ser de distintos tipos. El trabajo del cabezal de succión es excavar el material del fondo marino y mezclarlo con agua para crear una mezcla. El cabezal es la primera “toma de contacto” con el fondo. Generalmente, la potencia que hace que las puntas del cabezal penetren en el suelo, está formada por el peso del cabezal y de la tubería de succión. Sin embargo, cuando se dragan suelos duros y este peso resulta insuficiente, el cabezal no penetrará lo suficiente y se arrastrará por encima de la superficie, sin llegar a entrar en el suelo. El resultado es una mezcla de poca densidad, lo cual rebaja la productividad de la draga.

Las continuas investigaciones llevadas a cabo han desarrollado en el desarrollo de cabezales de succión capaces de excavar con chorros de agua de alta presión, con la ayuda de dientes. Separan el material del fondo e incrementan la productividad formando la mezcla. Para mejorar la eficiencia de estos chorros de agua, en ocasiones se integra una boquilla

Arriba: Las dragas de tolva son flexibles y pueden trabajar en aguas poco profundas incluso con marejadas.



Concepción artística de una draga de tolva con la tubería de succión extendida.

en las puntas del cabezal para que los chorros de agua corten el suelo justo antes de que la punta penetre en el mismo. El resultado es que se reducen las potencias necesarias para penetrar en el suelo y la eficiencia del corte aumenta. La potencia de succión de la bomba atrapa el material del fondo marino y permite el transporte hidráulico de la mezcla. El sedimento se transporta hidráulicamente, a través de las tuberías de succión, mediante la bomba centrífuga hacia la draga. Allí, los sólidos se depositan en su tolva y se almacenan a la espera de ser transportados y colocados en su destino final.

QUÉ ES UN CABEZAL DE SUCCION RIPPER?

Un cabezal de succión desarrollado recientemente, es el “ripper”, un cabezal de succión con dientes. Normalmente, la roca se draga mediante dragas de cortador (CSD) equipadas con cabezales especiales capaz de perforar material duro. Pero cuando las condiciones del mar son adversas, o una vía fluvial o marítima tiene una alta densidad de tráfico, los cortadores no son adecuados. Se puede colocar un cabezal ripper en una TSHD tradicional y combinar la potencia cortadora de una CSD con la flexibilidad y la estabilidad de una TSHD.

QUÉ ES LO QUE HACE UNA TUBERÍA DE SUCCIÓN?

Las tuberías de succión realizan varias tareas importantes. Son el conducto a través del cual se transporta la mezcla el lodo a la tolva. Adicionalmente, la tubería de succión, dirigida por el capitán de la draga, controla el movimiento del cabezal de succión sobre el fondo del mar. Al dirigir la fuerza de arrastre desde el cabezal al buque, la tubería de succión garantiza que se mantiene un buen contacto entre el cabezal y el fondo. Al funcionar con compensadores de oleaje, se puede regular la altura óptima del cabezal en relación al fondo marino. Si el cabezal está demasiado alto, se crea una mezcla con demasiado agua, pero si está demasiado bajo, o su peso está presionando hacia abajo en exceso, se creará demasiada fuerza de arrastre. La tubería de succión y los compensadores de oleaje compensan el movimiento vertical del buque, así como posibles irregularidades en el fondo marino y ayudan a mantener un equilibrio adecuado para la posición del cabezal de arrastre en relación al fondo marino. En efecto, el capitán puede ver y ajustar todas estas acciones mediante instrumentos sofisticados. Realizado de forma correcta, se mejorará notablemente el desempeño.

QUÉ ES UN SISTEMA DE REBOSE?

Lo que draga una TSHD es una mezcla de agua y sólidos, como arena. Dado que el principal objetivo de la TSHD es recoger arena para su reutilización o deposición en otro punto, una TSHD debe disponer de un sistema que maximice la retención de estos materiales sólidos dragados y minimizar la cantidad de agua que se quede en la tolva. El exceso de agua debe separarse y devolverse al mar. La parte sólida, la arena que queda, se depositarán en el fondo de la tolva, pero este proceso requiere tiempo. Un sistema de rebose ofrece los medios para separar los sólidos del agua reduciendo la turbulencia de la mezcla y permitiendo el tiempo suficiente para que la parte sólida (arena, gravilla) se depositen al fondo. A continuación, se separa el agua y este exceso se devuelve al mar.

CÓMO DESCARGAN LAS TSHD EL MATERIAL DRAGADO?

Las TSHD son muy flexibles y pueden operar de manera independiente de otros equipos y, al ser autopropulsadas, son capaces de transportar el material dragado a grandes distancias. Una vez que el buque está completamente cargado, se dirige al punto de descarga o lugar de deposición donde se descarga el material dragado. Dependiendo del tipo de proyecto, el material dragado será descargado de una de las siguientes tres maneras:

- el material se deposita en el lugar de deposición abriendo las compuertas en el fondo del buque;
- o bien se bombea en tierra a través de tuberías, que podrían estar sumergidas o flotando;
- o bien bombas de gran potencia pueden impulsar el material al aire, un proceso conocido como vertido por cañón.

La elección del método de descarga está directamente relacionado con el tipo de proyecto.

CUÁNDO DESCARGAR A TRAVÉS DE LAS COMPUERTAS INFERIORES?

Cuando el material se extrae de un puerto, o de un canal de acceso, y una vez que esté limpio depositado en la tolva, la TSHD saldrá al mar hacia un lugar designado y verterá el sedimento extraído abriendo las compuertas situadas en el fondo del casco. Descargar a través de las compuertas de fondo permite una descarga rápida, directa y total del material en un lugar específico. Este es un método fiable y efectivo, pero solo en determinadas circunstancias específicas.

CUÁNDO DESCARGAR A TRAVÉS DE UNA TUBERÍA?

Durante grandes proyectos de regeneración de tierras, o recuperación de playas, la TSHD navegará hacia un área de extracción o de préstamo seleccionada que puede estar a varios kilómetros del lugar de la obra. En el área de préstamo, la draga llenará su tolva de arena y luego se dirigirá hacia el lugar donde se estén construyendo nuevas tierras. Aquí, el material se vierte por cañón, o bien se bombea hacia el lugar designado a través de tuberías sumergidas, o flotantes. Conectar la tubería al buque requiere un enlace conocido como el acoplamiento de proa. Si la distancia del buque hasta la costa es muy larga, se pueden añadir bombas de re-impulsión a la tubería como fuente adicional de energía. La boquilla para el vertido por cañón también forma parte del acoplamiento de proa.

Una tubería sumergida es menos sensible a las condiciones climatológicas, y no supone ningún obstáculo para otros buques que puedan estar cruzando la zona. Se suele montar en tierra y luego se tira de ella hasta que el extremo abierto esté correctamente posicionado en la playa. Se pueden añadir más secciones si fuera necesario. Las tuberías flotantes, aunque son más sensibles a la mala mar, tienen la ventaja de que son visibles por encima de la superficie del agua en caso de necesitar reparaciones.

EN QUÉ CONSISTE EL VERTIDO POR CAÑÓN?

Verter por cañón, o “Rainbowing” es el nombre que se le ha dado a la técnica con la que una TSHD bombea la arena recogida del fondo del mar impulsándola al aire en parábola para depositarla en el sitio de colocación. Estos lugares pueden variar desde una playa que se está reforzando para prevenir la erosión para la protección de la costa u ocio (o ambos) hasta un lugar de donde se están construyendo tierras nuevas, o islas, para la expansión de puertos, ocio, u otros muchos fines.

Inicialmente, la TSHD crea una especie de mezcla de agua-material que, debido a su consistencia líquida, puede lanzarse al aire en forma de arco hacia la playa, o para depositarse en el lugar indicado. Verter por cañón suele ser el mejor método de descarga cuando se trata de grandes cantidades de arena en lugares poco profundos cerca de la costa, para proyectos de relleno de tierras regeneración o de playas. Como el vertido por cañón no requiere tuberías flotantes ni sumergidos, ni bombas de carga o, tuberías de tierra, suele ser el método más económico.

CUÁLES SON LOS FACTORES QUE AFECTAN A UNA TSHD DURANTE EL VERTIDO POR CAÑÓN?

Son muchos los factores que influyen en la productividad de una TSHD a la hora de verter por cañón, pero se deben tener especialmente en cuenta las características de la boquilla. Para empezar, se debe considerar el ángulo vertical de la boquilla. Hace una década, la norma era un ángulo de 45°. Hoy en día, el ángulo de la boquilla es de 30° porque las investigaciones han demostrado que este es el ángulo más eficiente para proyectar mezcla a larga distancia. Este ángulo genera menos reflujos hacia la draga y los cráteres que se forman en la zona de relleno son menores.

El diámetro de la boquilla también es de máxima importancia. A menor diámetro, menor el caudal, lo cual reduce la salida de mezcla, pero como la velocidad de salida es más alta, la arena se proyecta a mayor distancia. Por ejemplo con las grandes dragas modernas de tolva. Aunque el tiempo de descarga se incrementa en un 30 por ciento aproximadamente, el vertido por cañón permite llegar con el material hasta 150 metros. Estos gigantes pueden llegar hasta producciones a 25,000 m³ por hora. Recientemente, las TSHD han superado el desafío de la productividad vs. la distancia al ser equipadas con dos boquillas que funcionan de manera coordinada para aumentar la producción.

Otro factor importante es la altura de la boquilla en relación a la superficie del agua. La forma de la boquilla también tiene importancia, con las boquillas más modernas que tienen mejor caudal y una mayor velocidad de salida de la arena, que significa una productividad más alta.



Una TSHD vertiendo por cañón, utilizando dos boquillas para maximizar la producción.

CUÁNDO ES ADECUADO EL VERTIDO POR CAÑÓN?

A fin de poder verter por cañón, el calado máximo de la draga de tolva debe ser tal que permita al buque acercarse lo más posible al lugar de vertido. Este calado poco profundo puede limitar hasta dónde puede navegar el barco para llegar a la zona de préstamo. Normalmente, esto puede compensarse vertiendo grandes cantidades de arena en los primeros minutos, disminuyendo el calado a proa, para que el barco pueda acercarse más a la costa. La varada voluntaria del buque puede ser una opción, pero esto, con el tiempo, puede comprometer el casco y hacer necesario el reforzamiento de la proa.

CÓMO DE GRANDE ES UNA TSHD?

Las TSHD varían considerablemente en tamaño. Su tamaño se expresa en la capacidad de carga, la longitud y la potencia de la bomba. Las capacidades de tolva pueden variar desde varios centenares de m³, hasta 45.000+ m³. Recientemente, distintas empresas internacionales de dragado han encargado TSHDs de gran capacidad. Por ejemplo, la capacidad de la tolva de una de las más grandes del mundo es de 46.000 m³, un peso muerto de 78.5000 toneladas y tiene una eslora de unos 223,0 metros, con un calado máximo de 15,15 m. La profundidad de dragado máxima es de 155 m con tuberías de succión con un diámetro de 1.300 mm. La potencia de su bomba de arrastre es de 2x 6.500 kW, la de la bomba de descarga es de 16.000 kW y la de propulsión de 2 x 19.200 kW. La potencia total de su motor de diesel es de 41.650 kW y puede navegar a una velocidad de 18,0 nudos.

Una de las TSHD más pequeñas, en cambio, tiene una capacidad de tolva de solo 3.400 m³, un peso muerto de 4.800 toneladas con una eslora de solo 93,3 m y un calado máximo de 5,0 metros. Su profundidad de dragado máxima es de 26,5 metros con una tubería de succión de 800 mm de diámetro, una potencia de bomba de arrastre de 1.250 kW, la de descarga es de 2.000 kW y la de propulsión de 2x 1.000 kW. La potencia total de su motor de diésel es de 4.100 lo que le da una velocidad máxima de 11,5 nudos.

CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE LAS TSHD?

Las TSHD se pueden utilizar para un gran número de operaciones, porque se encuentran entre los equipos de dragado más flexibles que existen hoy en día. La flexibilidad resulta evidente tanto en los tipos de material que es capaz de dragar, como en dónde se puede colocar el material y dónde

pueden trabajar. Por ejemplo, pueden dragar diferentes tipos de arena, arcilla, limo, o gravilla y hoy en día incluso algunos tipos de roca. Pueden trabajar en aguas tranquilas y protegidas, o en aguas más turbulentas como canales de entrada, o mar adentro, donde el tiempo y las olas pueden ser más activos.

A diferencia de los buques atracados las TSHD pueden trabajar en puertos concurridos porque no tienen anclas ni cables y son autopropulsados para que puedan moverse libremente. Adicionalmente, pueden trabajar tanto a grandes profundidades como en áreas menos profundas. Los buques más grandes tienen la ventaja económica de que son capaces de dragar materiales en áreas de préstamo a mucha distancia de la zona de recuperación. Su producción es alta, aunque puede variar en función del tipo de material, la profundidad del mar y las condiciones meteorológicas.

CUÁL ES LA PRECISIÓN DE UNA TSHD?

Las TSHD no son especialmente precisas y por tanto poco propicias para eliminar finas capas de sedimento (contaminado). Dado que una TSHD básicamente ataca el fondo marino en horizontal y no excava, solo se separa del fondo una cantidad limitada de material. Generalmente, el material separado del fondo que no se succiona es poco y hoy en día esto también se puede limitar y controlar.

CUÁLES SON LOS RIESGOS MEDIOAMBIENTALES DE USAR UNA TSHD?

Cabe señalar algunas preocupaciones medioambientales a la hora de utilizar una TSHD. Dada la dificultad de regular una tubería de succión, la precisión puede ser difícil y requiere análisis y seguimiento con sistemas de monitorización y dirección de alta tecnología. Aunque trabajar con una TSHD causa un nivel limitado de sedimentos suspendidos y turbidez comparado con dragas de cortador, su aparición puede ocurrir cuando se carga con un exceso de agua que contenga finos. Esto crea una pluma de elementos de grano fino lo cual genera un aumento de la cantidad de sedimentos suspendidos en la columna de agua en el lugar de dragado y un aumento de la turbidez, o también se puede producir una reducción de la penetración de la luz en el agua. Como esto puede tener un impacto negativo en la vida bentónica, esta turbidez debe monitorizarse cuidadosamente. Hoy en día, la turbidez puede reducirse con varias nuevas tecnologías como el uso de válvulas verdes, el reciclaje (de parte) del agua de rebose (overflow), la salida del overflow por el fondo, o reduciendo el overflow mismo.

QUÉ FACTORES DE SEGURIDAD SE TIENEN EN CUENTA?

En cualquier proyecto de dragado, la seguridad del equipo de trabajadores debe estar asegurada en todos los aspectos de sus labores. Sin embargo, se presta especial atención cuando los miembros del equipo entran en contacto con material dragado. Si la concentración de gas en el material dragado es especialmente alta, puede que se deban seguir ciertos protocolos de desgasificación, como precaución. Adicionalmente, las leyes marítimas internacionales obligan a que las TSHD, como buques, cumplan con ciertos estándares de resistencia estructural y estabilidad. La resistencia de un

buque debe cumplir normas basadas en su sistema de carga, de acuerdo con su calado máximo en aguas tranquilas, así como en aguas con olas. La estabilidad de un buque de navegación marítima, como son las TSHD, también se estipula como la capacidad del buque para recobrar el equilibrio cuando se ve afectado por fuerzas exteriores como el viento o las olas.

EL RUIDO ES UN FACTOR SIGNIFICANTE EN UNA TSHD?

Las TSHD están equipadas con motores potentes que generan importantes niveles de ruido. Para los que se encuentren cerca de una TSHD, puede esperarse que los niveles de ruido sean altos. Sin embargo, a unos cientos de metros del buque, el ruido es menor y generalmente se reduce a niveles aceptables. Como las TSHD habitualmente trabajan a gran distancia de zonas pobladas, esto no suele suponer ningún problema para la gente.

Los ruidos subacuáticos forman otra preocupación, y los efectos que los sonidos generados por máquinas tienen en la vida marina han sido objeto de diversos estudios. Simulaciones acústicas y mediciones han ayudado a analizar los ruidos y realizar los ajustes oportunos. En general, las TSHD generan menos ruido que algunas de las dragas y buques antiguos.

CUÁNDO UNA TSHD ES LA ELECCIÓN ADECUADA PARA UN PROYECTO DE DRAGADO?

Cada proyecto debe ser evaluado de manera individual y la decisión sobre qué equipos utilizar se basará en el tipo y la cantidad de material a dragar así como dónde queda el área de préstamo respecto al área de recuperación. Hoy día, las grandes empresas de dragado suelen encargarse de TSHD adaptadas a las necesidades específicas de la empresa o de un proyecto en concreto. Los buques están completamente informatizados y ya solo se necesita un mínimo de operarios porque el proceso de dragado se puede dirigir desde el puente.

Como las TSHD son buques autopropulsados, en condiciones de navegar, son idóneos para utilizar en grandes proyectos de recuperación de tierra en los que se necesitan enormes cantidades de relleno y esto suele requerir traer arena adecuada desde áreas de préstamo remotas. Esta autosuficiencia les permite dragar y descargar el material donde sea necesario, sin tener que utilizar ningún equipo de apoyo. Esto también significa que pueden ser utilizadas en puertos concurridos donde el tráfico marítimo supone un problema. Por la misma razón, pueden ser movilizadas a cualquier parte del mundo, de manera eficaz, y llegar por sus propios medios. Todas estas calidades juntas suman un equipo de dragado muy altamente eficiente desde el punto de vista del coste.

PARA MÁS INFORMACIÓN Y LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Bray, RN (Editor) (2008). *Environmental Aspects of Dredging* (Aspectos Medioambientales de Dragado). IADC/CEDA-Taylor & Francis.

[Bray, RN and Cohen, MR \(2010\) Dragado Por El Desarrollo, 6ª edición, IADC/IAPH](#)

Bray, RN, Bates, AD y Land, JM (1996). Dredging, A Handbook for Engineers (Un Manual para Ingenieros), 2ª Edición. Butterworth- Heinemann.

Construction and Survey Accuracies (La Precisión de Construcciones y batimetrías) (2001). Rotterdam PublicWorks.

[Dredging the Facts \(Dragando los Datos\). \(2005\).](#)

Eisma, D. (2005). Dredging in Coastal Waters (El dragado en Aguas Costeras). CRC Press

[Vlasblom, Willem. Introduction to Dredging Equipment \(Una Intruducción al Material de Dragado\).](#)

Matousek, V. (2009) Dredge pumps and slurry transport (Bombas de Dragado y Transporte de mezclas) (vs 2004-09).

Miedema, Sape A. (2012). Dredging Processes - The Loading of Trailing Suction Hopper Dredges (Procesos de Dragado - La carga de Dragas de succión en marcha de Tolva). Notas de

conferencia del curso OE4626 Procesos de Dragado, del programa MSc Offshore & Dredging Engineering, de la Universidad Técnica de Delft.

[Vandycke, Stefaan \(2002\). "Dredging Stiff to Very Stiff Clay in the Wielingen Using the DRACULA® System on a Hopper Dredger" \(El dragado de Arcilla compacta a Muy compacta en el río Wielingen, Utilizando el Sistema DRACULA ®\) en una Draga de Tolva\). Terra et Aqua, Edición 89, Diciembre.](#)

[Vidal, Roberto \(2001\). "Irruption of the Trailer Jumbo in the Dredging Industry" \(La Irrupción de las dragas Jumbo en la Industria del Dragado\). Terra et Aqua, Edición 83, Junio.](#)

[Vidal, Roberto y Van Oord, Govert \(2010\). "Environmental Impacts in Beach Nourishment: A Comparison of Options" \(Los Impactos Medioambientales en la Regeneración de Playas: Una Comparación de Opciones\) Terra et Aqua, Edición 119, Junio.](#)

[WODA \(2013\). Technical Guidance on: Underwater Sound in Relation to Dredging. June.](#)



"Facts About" es ofrecido por la Asociación Internacional de Empresas de Dragado, cuyos miembros ofrecen la mayor calidad y profesionalismo en dragado y construcción marítima. Esta información forma parte de un esfuerzo continuo para dar apoyo a clientes y otros para que comprendan los principios fundamentales del dragado y la construcción marítima.

© 2014 IADC, Países Bajos
Todos los derechos reservados. Se permite la gestión electrónica, la impresión, o la preparación de resúmenes para usos no-comerciales, y siempre previa autorización del editor.
ISSN2352-1422