

ESCUELA DE GRADUADOS EN INGENIERIA PORTUARIA

CATEDRA

INGENIERIA DE DRAGADO

PROFESOR TITULAR

ING. RAUL S. ESCALANTE

TEMA 8

DRAGA TIPO RETROEXCAVADORA

Abril 2007

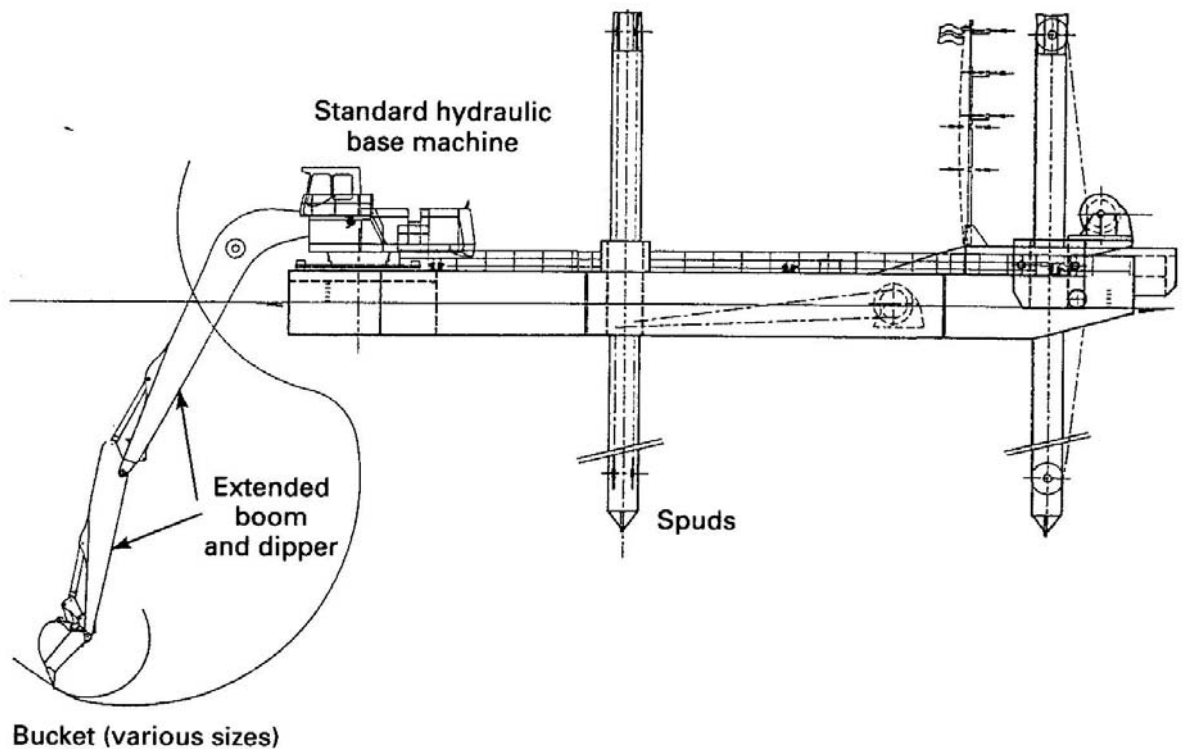
## 8 DRAGA CON RETROEXCAVADORA HIDRÁULICA

### 8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Desde que este tipo de equipos fue desarrollado alrededor de 1970 desempeñó un papel importante en proyectos marítimos y de dragado particularmente cuando se encontraban materiales difíciles de remover como roca o arcillas duras. Hay países como Estados Unidos, Australia, Suecia y Finlandia donde estos equipos constituyen la espina dorsal de la flota de dragado de apertura (Visser 2006)

Este equipo ha evolucionado a partir de la retroexcavadora terrestre con las ventajas y desventajas que ello implica. La draga está montada sobre un pedestal en un pontón con pilones.

*Figura 8.1 – Características generales*



La draga se califica en función de la capacidad del balde que puede tener entre 1 y 20 m<sup>3</sup> con la mayoría en el orden de los 2-3 m<sup>3</sup>. En la actualidad hay algunas dragas que se ofrecen con baldes de hasta 25 m<sup>3</sup> ([www.shipyarddedonge.nl](http://www.shipyarddedonge.nl))

El tamaño del balde a utilizar depende del material y la profundidad máxima de dragado. Para dragar materiales duros a gran profundidad se utilizan baldes de menor tamaño. La profundidad de dragado está entre 4 y 24 m. El caso de rango máximo cubre desde una profundidad de -33 m con una descarga hasta + 7m

El pontón presenta una forma redondeada por proa a los efectos de facilitar la operación del brazo de la draga

Por sus características es un equipo de dragado que puede implementarse con relativa facilidad para dar soluciones rápidas a problemas de poca envergadura

## 8.2 VENTAJAS

Las ventajas son de la draga tipo retroexcavadora son:

- la habilidad de dragar un amplio rango de materiales, incluyendo aquellos que contienen cantos rodados o materiales de descarte; materiales difíciles como arcillas duras o rocas
- la posibilidad de trabajar en espacios confinados
- el control preciso de posición y profundidad
- la ausencia de anclas y cables, con lo que se evita obstruir la navegación
- mínima perturbación y dilución del material
- un ciclo de dragado mas rápido que el ciclo de la draga de cuchara

*Figura 8.2 - Draga "Ijzeren Hein"*



- La operación requiere una sola persona en la cabina, teniendo una tripulación total de 2 o 3 para colaborar en el movimiento del pontón y su mantenimiento

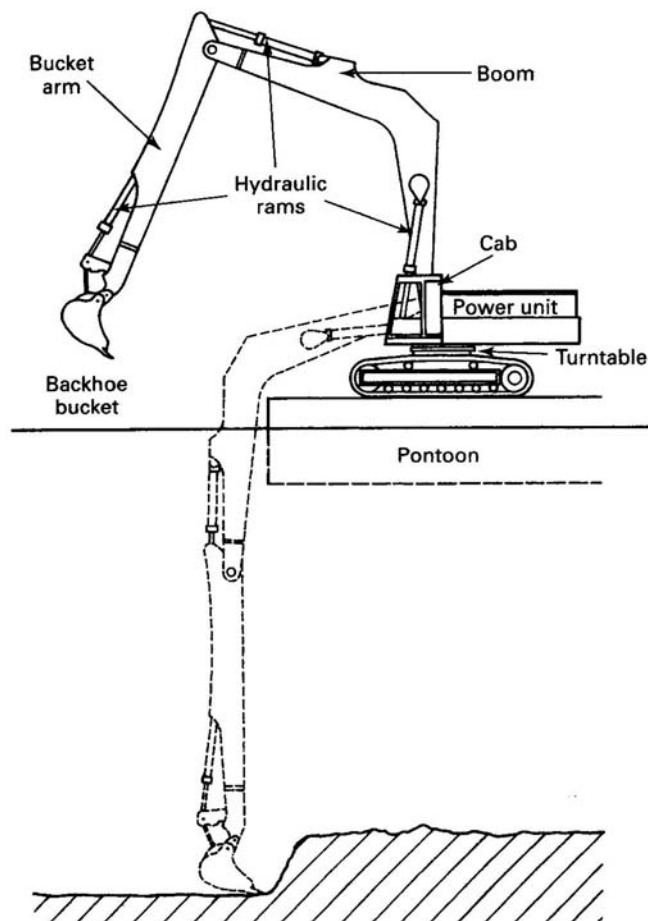
- Al ser un equipo de origen terrestre muchos componentes son de producción en serie con menores costos de capital. Este aspecto que es válido para los equipos hasta un determinado tamaño puede ser una desventaja para los equipos mas grandes. Este tema se desarrolla en Nuevas dragas

### 8.3 DESVENTAJAS

Algunas desventajas que presenta la draga tipo retroexcavadora son:

- bajo nivel de producción
- la finalización del nivel de dragado depende de la habilidad del operador. En este caso los sistemas de automatización tipo XPM (Monitor de producción) mejoran sensiblemente este aspecto
- la complejidad de la máquina requiere mucho mantenimiento y reparaciones que incrementa los tiempos muertos (downtime).

*Figura 8.3 – Operación de dragado*



### 8.4 METODO DE OPERACIÓN

La draga tipo retroexcavadora se utiliza habitualmente para cargar una barcaza amarrada al costado del pontón. En ciertas oportunidades, como en el caso del dragado de trincheras, el material se deposita al costado de la zanja. Como no se puede colocar demasiado lejos hay que tener cuidado que el material dragado no reingrese a la zanja.

En las dragas actuales, en la cabina del operador hay un mímico que ayuda a la operación con precisión tal como se describe en el parágrafo 8.6 Automatización.

El movimiento de avance del pontón se realiza habitualmente con ayuda del brazo de la retro.

## 8.5 CICLO DE PRODUCCIÓN

El ciclo de producción está compuesto por el ciclo principal en conjunto con los sub-ciclos de movimiento del pontón y de cambio de barcazas.

### Ciclo principal

Giro al punto de dragado

Bajar balde: depende de la profundidad de agua y la velocidad del sistema hidráulico

Llenar el balde: depende de la resistencia a la penetración del material

Elevar el balde:

Giro al punto de descarga

Descarga: puede extenderse con materiales cohesivos pegajosos

Sub-ciclo de movimiento del pontón

Sub-ciclo de cambio de barcazas

La producción diaria se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Producción diaria (m<sup>3</sup>/día) = [(capacidad del balde (m<sup>3</sup>) x porcentaje de llenado)/factor de esponjamiento] x ciclo (movimientos/hora) x factor de rendimiento x nro de horas efectivas/día

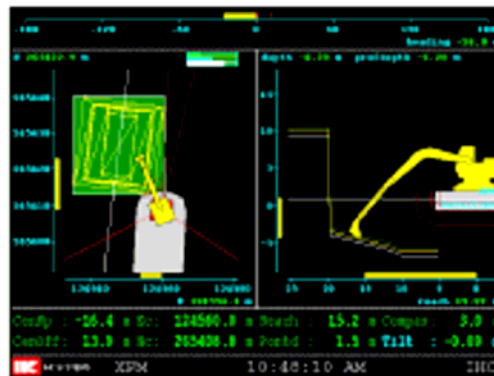
## 8.6 AUTOMATIZACION

En los últimos años el uso de las dragas tipo retroexcavadoras ha sufrido grandes cambios. Por un lado, mejores posibilidades técnicas han permitido realizar trabajos con mayor precisión y eficiencia aumentando su campo de actividades.

Acompañando este desarrollo determinadas empresas como IHC han desarrollado productos como el Monitor de Posición de Excavación (XPM) para facilitar el trabajo. Se recomienda consultar la página de IHC para ver las especificaciones técnicas y un demo de la operación del Monitor que es básicamente un mímico que permite saber la posición del brazo de la retro en relación al suelo en todo momento. Permite incluir la variación del nivel del agua y actualizar los niveles del suelo

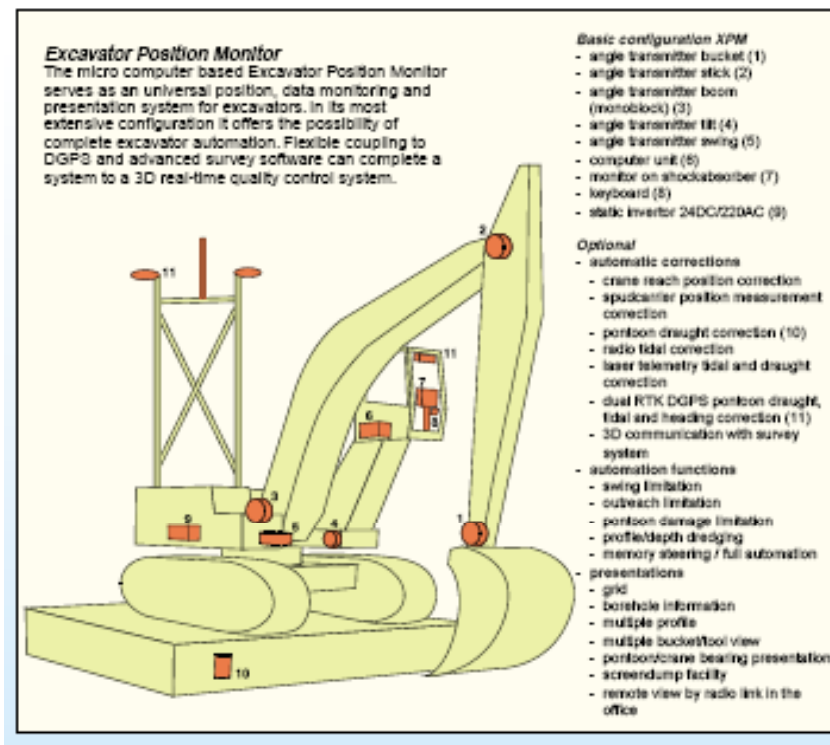
Básicamente el sistema se basa en la medición de los parámetros necesarios para guiar todas las operaciones que debe realizar el operador. De alguna manera le sirve para “ver” como se está realizando la operación.

Figura 8.4 – Vista de la pantalla del monitor (XPM)



El sistema basado en una computadora sirve como un sistema universal de determinación de posición y permite una automatización total de la operación. En la Figura 8.5 se muestra la posición de los sensores para medir diferentes parámetros.

Figura 8.5 – Posición de sensores



En las actividades actuales de dragado este tipo de instrumentación es habitual ya que se traduce en grandes mejoras de eficiencia de las tareas de dragado. Por otra parte requiere de operadores calificados.

## 8.7 FACTORES LIMITES

Profundidad mínima de agua	2 m
Máxima profundidad de agua	
- Standard	- 24 m Hasta
- Especiales	-33 m
Máximo ancho de corte	25 m

Mínimo ancho de corte	Ancho del balde
Máxima altura de ola	1.5 m
Máximo swell	1.0 m
Máxima corriente de través	2.0 kn
Máxima compresión (roca intacta)	10 MPa

En lo que hace a las condiciones de mar. al estar sujeta con pilones la draga es relativamente independiente del comportamiento de olas y corrientes, las que afectan en mayor medida a las barcazas necesarias para el transporte del material.

### 8.8 EQUIPAMIENTO AUXILIAR

Este tipo de dragas requiere poco equipamiento auxiliar

Barcazas que se colocan al lado de la draga. Ver Figura 8. 6

Baldes de diferentes tamaños

Chisel de percusión para romper rocas

*Figura 8.6 – Draga con barcaza tipo Split*



## 8.9 MATERIALES QUE DRAGA

La draga tipo retroexcavadora presenta la capacidad de dragar un amplio rango de materiales, incluso algunos tipos de rocas, como se detalla a continuación:

**Rocas:** puede dragar rocas sedimentarias blandas a medianas

**Cantos rodados:** Muy adecuada sobre todo si los cantos rodados están enterrados en otros materiales y son grandes. El límite está dado por el tamaño del balde

**Gravas:** se pueden dragar con relativa facilidad

**Arenas:** no presentan problemas al dragar arenas. En materiales densos a muy densos baja el rendimiento

**Limos:** pueden dragar pero habitualmente no son usadas por el bajo rendimiento comparado con otras dragas. Limos y arenas finas tienden a ser lavadas del balde durante el ciclo de dragado

**Arcillas:** pueden dragar con relativa facilidad dependiendo de la dureza. Cuando son muy pegajosas se pegan al balde y cuesta vaciarlo

**Suelos orgánicos:** se draga con relativa facilidad

**Restos (rubbish y debris):** muy apta

De la página de IHC ([www.ihcholland.com](http://www.ihcholland.com)) se ha obtenido la Figura 8.7 donde se indican las condiciones de funcionamiento de una draga tipo retroexcavadora en relación con las características del suelo y la profundidad de dragado Asimismo indica el comportamiento frente a otras variables importantes como condiciones ambientales y otras.

Figura 8.7 – Aptitud de dragado

### Backhoe dredger

#### Applicability

- Good
- Moderate



Consolidates cohesive soil - Rocks		Dredging depth in M.										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Igneous (Graphite, Basalt)												
Metamorphic (schist, Gneis)												
Sedimentary (sand/Limestone, Coral, Chalk, Salt)	Hard											
	Soft											
		8										

Broken rock	
-------------	--

Non cohesive soil - Soil	
	Dredging depth in M.
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Boulders	
Cobbles or Cobbles with gravel	
Gravel	
Sandy Gravel	
Medium sand	
Fine or medium fine sand	
Extremely fine sand or silty sand	
Silt	

Non-consolidates cohesive soil	
	Dredging depth in M.
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Cemented sand	
Firm or stiff boulder or sandy clay	
Soft silty clay	
Form or stiff silty clay	
Cohesive or sticky clay	

Non-consolidates cohesive soil - Organic	
	Dredging depth in M.
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Peat	
Lignite	

Criterium equipment:	
<b>Soil condition</b>	All soil conditions, incl rock
	Sticky clay cause problems with unloading
	Fines can be washed out of the bucket
	Large boulders possible
<b>Seastate and weather</b>	Independent of waves and current by spuds
	Limitation by ability of barges to moor alongside

<b>Site conditions</b>	Dredging depth to 25M with limited excavation power on
<b>Logistics</b>	Transport by barges, sometimes with floating belt conveyor
	No hinderance of ship traffic
	Production depending on bucketvolume and cycle time (dredging depth)
	Material relativity "dry"

## 8.10 EJEMPLOS DE DRAGAS TIPO RETROEXCAVADORA

### 8.10.1 Draga Big Boss

*Figura 8.8 – Draga “Big Boss”*



*Figura 8.9 – Características Draga “Big Boss”*

## Big Boss



### GENERAL

**Name** Big Boss  
**Owner** Dredging International NV  
**Marine Manager** Dredging International NV  
**Year Built** 1980 **Builder** NV Cockerill Yards  
**Type** Backhoe Dredger  
**Classification (Notation on Area of Operation)** Bureau Veritas I 33 (E) Dredger, Sheltered Waters, (o Mach). BZI: Certificate valid within 15 miles from work harbour, maximum wind force 4 Bft  
**Flag** Belgium **Home Port** Antwerp  
**Port of Registry** Antwerp **Registration** A 3235  
**Call Sign** ORSZ

### MAIN DIMENSIONS

**LOA** 40.43m **Breadth** 18.52m  
**Depth** 3.5m **GRT** 623t  
**NRT** 186t **Lightweight** 1521t  
**International Load Line** 2.6m

### MACHINERY AND POWER

**Total Installed Diesel Capacity** 1928kW

**Propulsion Free Sailing** 736kW  
**Bunker** Gas oil

### OPERATING PARAMETERS

**Dredging Depth Normal** 20.7m

### DREDGING AND DISCHARGE EQUIPMENT

**Grab/Backhoe Power** 840kW  
**Grab/Backhoe Capacity** 11m<sup>3</sup>  
**Barge Loading System** Backhoe

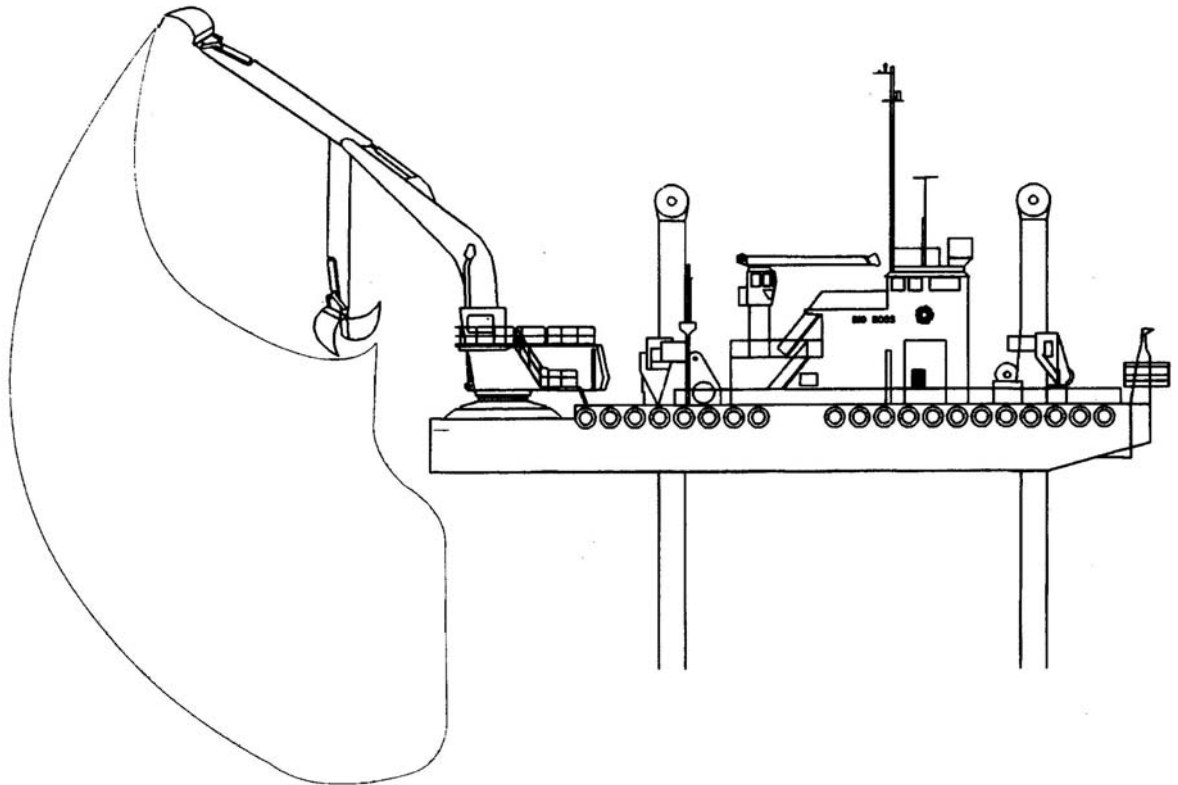
### MOORING AND POSITIONING SYSTEMS

**Stern anchor**, 2500kg; 1 x walking and 2 x fixed spuds

### ADDITIONAL DATA

1. Vessel equipped with 2 x Aquamaster electric propellers.  
2. Demag H 185S Excavator installed on deck with 4.5m<sup>3</sup>, 6m<sup>3</sup> and 11m<sup>3</sup> buckets available. 3. Big Boss can be equipped with the 'Backhoeover', a development of 'Sweepdredger' technology, devised by Dredging International for environmental dredging tasks, requiring the high precision removal of thin layers of material.

Figura 8.10 – “Big Boss” - Envoltente del movimiento del brazo



8.10.2 Draga VOW 703

Figura 8.11 – Draga VOW 703

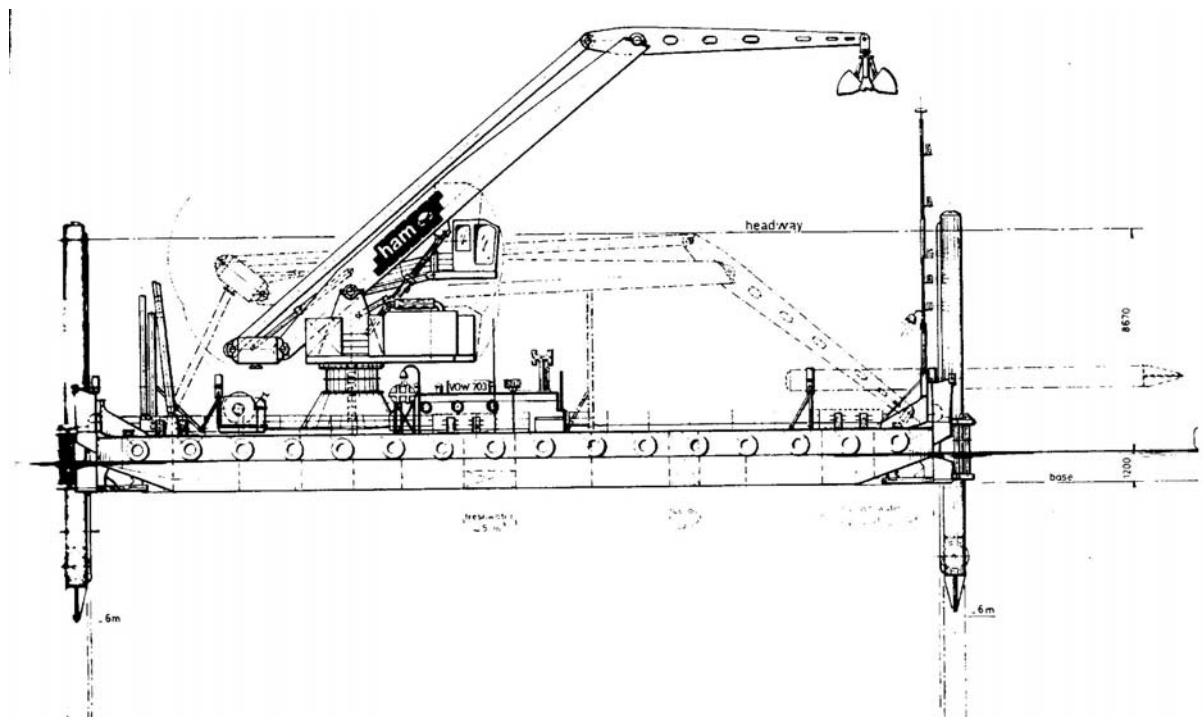


Figura 8.12 – Características draga Vow 703

**GENERAL**

**Name** VOW 703  
**Owner** Hollandsche Aanneming Maatschappij BV  
**Marine Manager** Nederlandsche Overzee Baggermaatschappij BV  
**Year Built** 1970 **Builder** Scheepswerf Grave NV  
**Conversion/Refit Year** 1986  
**Type** Grab Dredger  
**Classification (Notation on Area of Operation)** Bureau Veritas I 3/3 (-) o Pontoon/NP. SI: Coastal Waters, distance offshore not to exceed 30 miles; sailing time from safe harbour or anchorage within 6 hours, from unmanned towed transport  
**Flag** Netherlands **Home Port** Rijswijk  
**Port of Registry** Rotterdam **Registration** 15669 Z Rott 1979  
**Call Sign** PIIE

**MAIN DIMENSIONS**

**LOA** 36.6m **Breadth** 11.84m  
**Depth** 2.24m **GRT** 232t  
**NRT** 69t **Lightweight** 469t  
**Inland Tonnage** 296t **Draft Dredging** 1.2m  
**International Load Line** 1.38m

**MACHINERY AND POWER**

**Total Installed Diesel Capacity** 225kW  
**Bunker** Gas oil

**OPERATING PARAMETERS**

**Dredging Depth Normal** 11.5m

**DREDGING AND DISCHARGE EQUIPMENT**

**Grab/Backhoe Power** 157kW  
**Grab/Backhoe Capacity** 3m<sup>3</sup>  
**Barge Loading System** Yes, grab

**MOORING AND POSITIONING SYSTEMS**

1 x spud forward; 1 x spud aft; anchors

**ADDITIONAL DATA**

1. Sobemai, 167kW ringer crane. 2. Grab capacity: 3m<sup>3</sup>, polyp capacity 2.8m<sup>3</sup>. 3. Refit/conversion: Crane installed on pontoon.

Figura 8.13 – Envolvente de movimientos

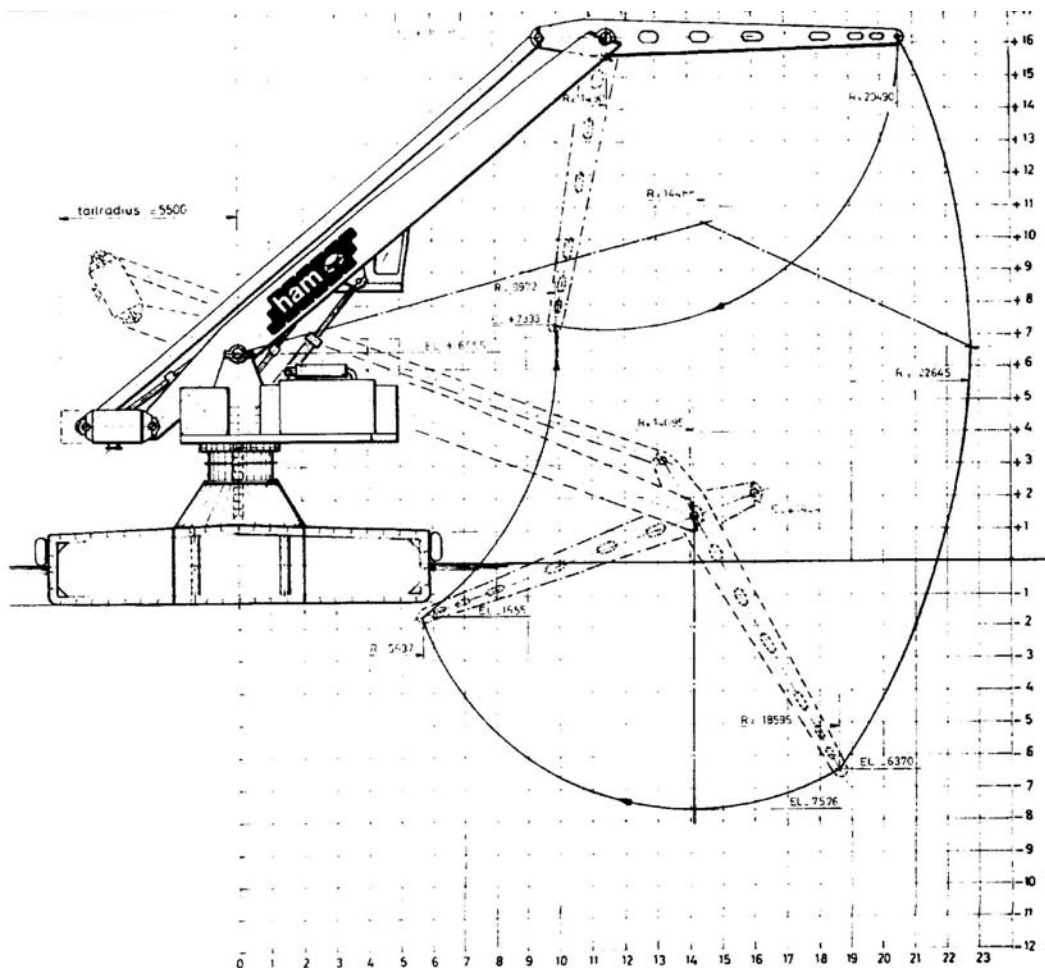


Figura 8. 14 – Draga equipada con pulpo



### 8.10.3 Nuevas dragas

#### 8.10.3.1 “Il Principe”

En la revista DPC August 2005 se presenta una nueva draga tipo retroexcavadora denominada “Il Principe” . El propietario de la draga es la empresa belga JDN. De acuerdo con esa información y para esa fecha la draga era la mas moderna y eficiente draga tipo retroexcavadora autopropulsada del mundo.

La draga está equipada con una grúa Liebherr 995 Litronic y ofrece una mayor capacidad de izado, una capacidad de penetración significativa de aproximadamente 110 toneladas y una profundidad de dragado de hasta -31m.

Las dimensiones de la draga son:

- Eslora total: 60 m
- Manga 16 m
- Calado: 2,65 m
- Capacidad del balde: 7,5 m<sup>3</sup> – 19,5 m<sup>3</sup>
- Potencia: 1600 kW

Fecha de entrega: Junio 2005

Se pueden ver detalles de la draga en la página de JDN [www.idn.com](http://www.idn.com)

Figura 8.15 – Draga “Il Principe”



#### 8.10.3.2 Draga “Backacter”

Los problemas de mantenimiento y reparaciones asociados con las dragas tipo retroexcavadoras existentes se originan en como las dragas se han desarrollado históricamente. La gran mayoría consiste en una máquina retroexcavadora colocada sobre un pontón flotante. Las máquinas retroexcavadoras son diseñadas en general para la industria minera y no diseñadas específicamente para tareas de dragado y a pesar de muchas modificaciones introducidas a lo largo de los años siguen mostrando limitaciones.

La mayoría de los problemas surge del hecho que la retroexcavadoras son equipos muy compactos y que todos los componentes principales, motores, sistemas hidráulicos y sistemas electrónicos, están alojados en cuarto de máquinas muy pequeño. Este cuarto de máquinas, como parte inseparable de la retroexcavadora se ubica arriba del pontón y queda expuesto a la acción de los elementos ambientales, que en el caso del ambiente salino marítimo es muy perjudicial.

El componente mas vulnerable y que causa la mayoría de las roturas es el sistema hidráulico. Los principales motivos son dos:

a) cavitación

Una parte importante de cualquier instalación hidráulica es el tanque de almacenamiento de aceite el que tiene que tener suficiente capacidad para darle tiempo a las burbujas de aire a escapar del flujo de aceite y para que las partículas sólidas decanten y no sean transportadas por el flujo. Para funcionar adecuadamente la capacidad del tanque de aceite debe ser dos a tres veces mayor que el flujo de aceite en litros por minuto. En las actuales retroexcavadoras esta relación es muchas veces inferior a uno debido a la falta de espacio en el cuarto de máquinas. Esta baja relación se compensa presurizando el aceite con un compresor lo que aumenta significativamente el riesgo de que queden burbujas atrapadas en el aceite y por lo tanto causando cavitación en las bombas de aceite

b) alta temperatura del aceite

Para asegurar que un equipo funcione adecuadamente es vital un enfriador de aceite. Cuando la temperatura del aceite supera los 60° C a 70 °C se pierden las propiedades lubricantes reduciendo la vida operativa del aceite un 50 % y por lo tanto reduciendo también la vida útil de componentes

importantes en la instalación hidráulica. Dentro de las dimensiones limitadas del cuarto de máquinas el enfriamiento por aire es solo posible utilizando radiadores que son extremadamente vulnerables a los shocks que se encuentran en el proceso normal de dragado, aunque estén montados sobre amortiguadores.

A los efectos de solucionar estos inconvenientes el astillero De Donge encaró el diseño de una draga tipo retroexcavadora que se denomina Backacter, desde cero con el objeto de optimizar su funcionamiento especialmente para la industria del dragado.

El aspecto mas importante es la separación del cuarto de máquinas de la excavadora ubicándolo en un espacio adecuado en el pontón flotante. Las ventajas de esta disposición son:

- El tanque de aceite puede tener la capacidad suficiente sin necesidad de ser presurizado y eliminando el riesgo de cavitación
- Los motores y sistema hidráulico pueden ser enfriados a agua
- Las tareas de inspección, mantenimiento y reparación se pueden realizar en el cuarto de máquinas separado mientras la draga esta totalmente operativa y por lo tanto disminuyendo los tiempos muertos.

Otro aspecto de importancia es que al diseñar todo desde cero no hay limitación de tamaño por lo que las nuevas dragas pueden tener dimensiones mayores a las existentes. Un aspecto es que no hay limitación en cuanto a las medidas a transportar por carretera desde las fábricas de origen.

Las características de la draga mas grande de la serie, modelo 1100 son las siguientes:

- Peso: 515 toneladas
- Fuerza de penetración: Hasta 205 toneladas
- Producción: 1000 m<sup>3</sup> de suelo duro en 45 minutos de dragado efectivo
- Profundidad de dragado: hasta – 33 m
- Capacidad del balde: 25 m<sup>3</sup> a –18 m
- Potencia total instalada: 2 x 1730 kW

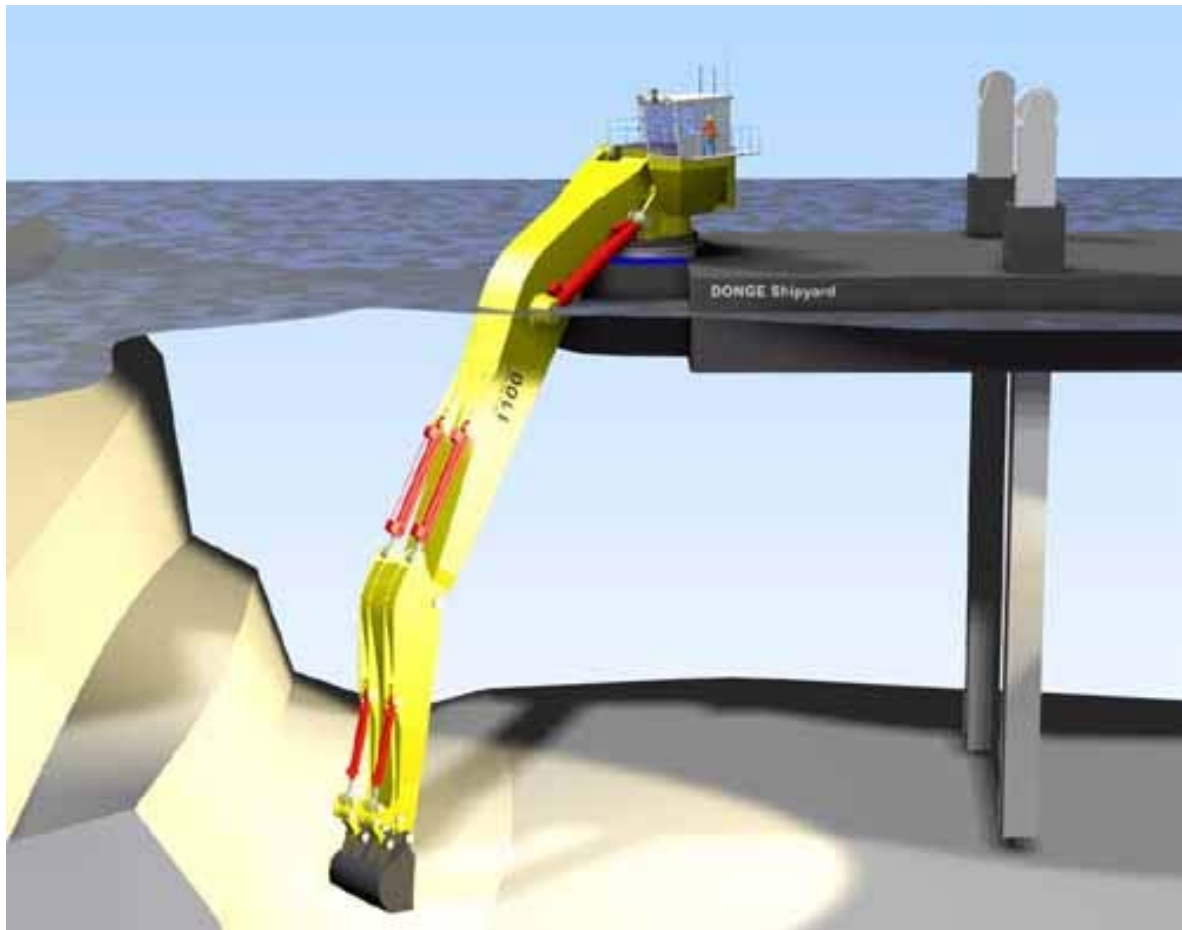
Se puede ampliar el tema en la página del astillero [www.shipyarddedonge.nl](http://www.shipyarddedonge.nl)

## 8.11 ASTILLEROS

Hay astilleros que se especializan en la construcción de dragas y algunos de ellos tienen en particular la especialización en dragas tipo retroexcavadora (Visser 2006) Entre ellos puede mencionarse al astillero De Donge donde en los últimos 25 años se han construido mas de 80 de estas dragas y dragas de este tipo construidas en astilleros de los Estados Unidos muchas han sido con licencia de De Donge.

Por otra parte los grandes proveedores de equipos tipo retroexcavadora para todo tipo de operaciones, no solo de dragado, son Liebherr y Komatsu.

Figura 8.16 – Draga Backacter 1100



## 8.12 BIBLIOGRAFIA

- 8.12.1 Bray, R.N., Bates, A.D, and Land, J.M., (1997) "Dredging, a handbook for engineers", Second edition, John Wiley and Sons – Chapter 7 pp 202-207
- 8.12.2 Dredgers of the World – Edition 3 - October 2001 – Oilfield Publications Inc. – [www.oilpubs.com](http://www.oilpubs.com)
- 8.12.3 Sitio Internet de Bert Visser ([www.dredgers.nl](http://www.dredgers.nl)) Muy bueno Presenta información muy actualizada y muy completa sobre dragas. Bert Visser trabaja para la revista DPC
- 8.12.4 [www.ihcholland.com](http://www.ihcholland.com) Sitio Internet de IHC – Muy bueno
- 8.12.5 Visser, B. "Birth of a Monster" Dredging and Port Construction, August 2006, pp 12-14
- 8.12.6 [www.shipyarddedonge.nl](http://www.shipyarddedonge.nl) En este astillero se está construyendo la draga "Backacter" de nuevo diseño