



# Transporte de cargas por método no convencional. Ventajas del remolque por "empuje" marítimo

## 1. Tipo de remolques

El remolque es la acción por la cual un buque, denominado "remolcador", tracciona por medio de un cable o cabo, empuja o transporta a otro amarrado a su costado, llamado "remolcado", con el fin de trasladarlo. A este conjunto formado por el o los buques remolcadores o empujadores y los buques remolcados o empujados se lo denomina "Convoy".

Los "Remolcadores y Empujadores" deben contar con una "potencia de tiro" (Bollard Pull) suficiente como para poder dominar en la maniobra al Remolcado o a las Barcazas Empujadas, teniendo en cuenta las condiciones hidrometeorológicas.

La actividad de remolque la podemos clasificar en:

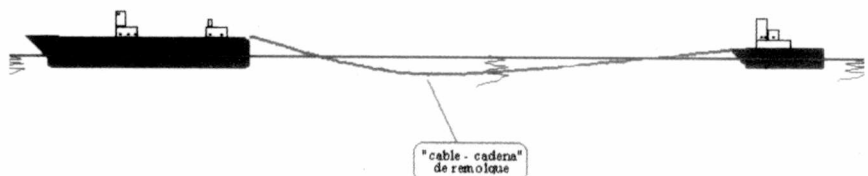
- **Remolque – maniobra:** Que involucra las tareas que efectúan los remolcadores en la zona portuaria, para brindar seguridad a las maniobras de atraque, zarpada y transporte (portuario) a los buques de porte. Dichas evoluciones, resultan imposibles o muy peligrosas de realizar por barcos de determinado tamaño sin apoyo y en espacios generalmente reducidos como los portuarios (contemplado en

la Ley de la Navegación Nro. 20.094 – Art. 97, 355 y 356).

- **Remolque transporte:** Se lo utiliza para trasladar a un buque, barcaza o artefacto naval de un punto a otro espacio acuático (contemplado en la Ley de la Navegación Nro. 20.094 – Art. 97 y 354). Este otro tipo de servicio se lo puede dividir en:

**a) Remolque por "largo" o "tiro", marítimo o fluvial:** La tracción se ejerce por popa desde el remolcador mediante una combinación de un cabo, cable o cadena, según corresponda, al barco o barcaza remolcada. (fig 1.A)

Fig 1.A



**b) Remolque por "empuje":** El "Remolcador Empujador" es toda embarcación provista de medios mecánicos de propulsión y de gobierno des-

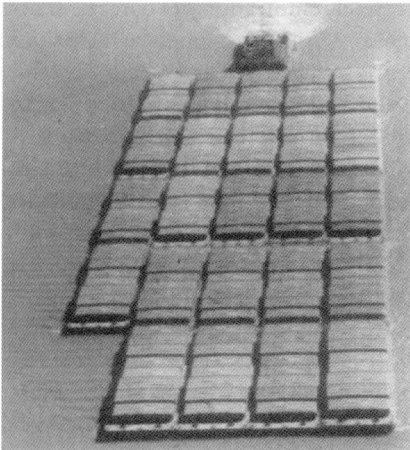
tinada por su construcción y dispositivos, a mover "barcazas de empuje". La fuerza del empujador se realiza en forma frontal mediante dos puntos de apoyo.

Se denomina "Barcaza de Empuje" (considerada en la Ley de la Navegación como artefacto naval) a toda embarcación sin propulsión propia, construida para ser empujada por la popa y para retransmitir, si fuera necesario, el empuje a otra barcaza que forme parte del convoy, significando este último, el conjunto remolcador barcaza.

Este tipo de actividad puede ser fluvial

requiriéndose la cohesión flexible entre varias barcazas, conformando un tren de empuje con remolcador -como las del tipo "Mississippi" -. (fig 1.B)

Fig 1.B

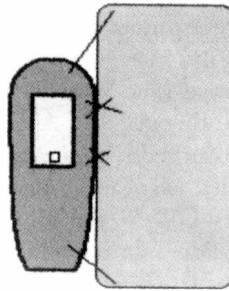


También existen para la navegación de ultramar, en donde la proa del remolcador se ubica en un nicho o dársena especialmente diseñada en la popa, de una única y gran barcaza como se ve en el esquema. La barcaza y el remolcador se amarran mediante un dispositivo de conexión, formando una unidad compuesta que navega y opera como si fuese un barco. El tráfico más frecuente se realiza en el Golfo de México, ambas costas de América del Norte y mar del Norte. En nuestro país operan sólo seis.



**c) Remolque "acoderado" o "abarloado":** Es aquel que se realiza mediante el amarre de buques o barcazas al costado o a ambas bandas del remolcador. Este sistema se puede utilizar en forma simultánea con el anterior, siempre y cuando no dificulte la plena capacidad de maniobra del Remolcador Empujador. (fig 1.C)

Fig 1.C



## 2. Empuje marítimo

El transporte no convencional como el "Sistema Integrado de conexión Remolcador – Barcaza (Integrated Tug Barge System - I.T.B.-), puede ofrecer importantes beneficios al armador u operador si el tamaño, el sistema de acoplamiento, la potencia del remolcador y las características del servicio son realmente comprendidas. Esta es la única forma de lograr una real viabilidad económica del emprendimiento.

El uso de esta combinación para el transporte marítimo se ha incrementado notoriamente. Este interés ha desarrollado la creación de distintos dispositivos de conexión entre ambos. El criterio aplicado en este tipo de construcción es separar el sector de carga (barcaza) del de propulsión y habitabilidad (remolcador). Actualmente en EE.UU. se construyen y tripulan con reglas más flexibles que para buques convencionales.

Está probado que para sacarle mayor provecho económico, el remolcador de empuje no puede perder tiempo en puerto esperando la descarga o carga de la barcaza o moverla para reubicarla.

El estado del mar es el principal elemento a tener en cuenta durante el derrotero en que se realizará el viaje. El impacto de las olas influyen en la velocidad y la seguridad del sistema de encluche, por lo tanto también incide en el factor económico del negocio.

El empuje marítimo ha transitado por tres tipos de generaciones. Cada una de ellas tiene una aplicación específica respecto a los buques convencionales.

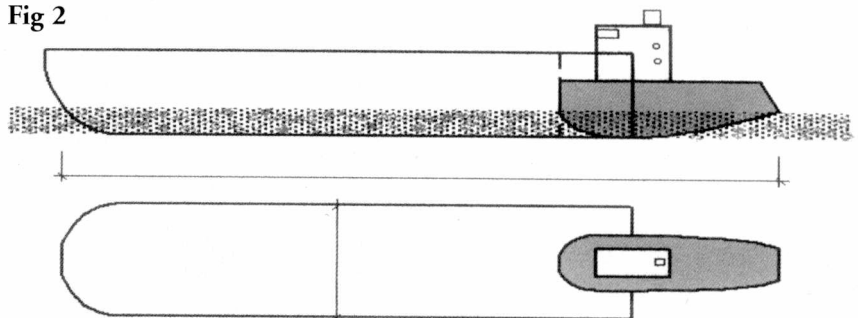
**1º Generación:** La barcaza es remolcada "por largo" el 90 % de las veces y comienza un vestigio de "hendidura o dársena en popa" para el empuje en puertos o en aguas resguardadas.

**2º Generación:** El diseño de las barcazas con "dársena en popa" permite la utilización del sistema en un 70 % de las horas de operación.

**3º Generación:** La conexión rígida o articulada entre el remolcador y la barcaza permite el empuje el 100% del tiempo.

El uso predominante se generó con el flete de hidrocarburos y de granos. (fig. 2)

Fig 2



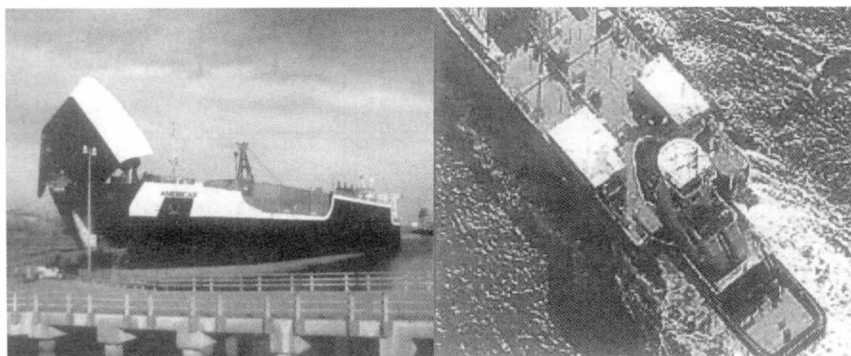
**2.1. Ventajas del "remolcador - barcaza" respecto al "buque mercante convencional" (fig 2.1)**

- La planta propulsora de un buque tiene un costo de las dos terceras partes del costo total de capital invertido, debido a su gran tamaño para desarrollar la potencia necesaria para desplazar el gran porte del barco.
- En un buque la costosa planta de propulsión se encuentra ociosa durante la transferencia de carga en el puerto.
- La separación de la barcaza y del remolcador permite que la unidad con la propulsión se encuentre continuamente produciendo; pues mientras se deja en Puerto de Destino una Barcaza para su descarga, en pocos minutos el Remolcador puede llevarse otra vacía o cargada, repitiendo la operación en otro puerto. Esto representa ventajas para ambos. En un barco carguero convencional, no se pueden desdoblar físicamente las funciones enunciadas.

El sistema se lo divide en dos (según las regulaciones Norteamericanas NVIC 2-81, USCG) y se encuentra basado en las diferentes exigencias estructurales, estabilidad y de equipamiento:

- 1. Modo de Empuje (Conexión Rígida).**
- 2. Modo Dual (Conexión Articulada - En Argentina, conocida como Semirígida).**

Fig 2.1



**2.2. Antecedentes históricos**

El registro del primer patentamiento de un conjunto integrado fue realizado por Thomas Mac Sweney en Londres (Gran Bretaña) en Agosto de 1853 y fue bautizado "connector" (Eslora: 110 pies, Manga: 8,5 pies, Punta: 3,5 pies – DW: 90 tons). El prototipo construido transportaba carbón entre Newcastle / Tyne y Londres.

En EE.UU. la primera patente de este tipo de sistema fue registrada el 22 de Febrero de 1859, con el número 23010. Su inventor fue B.Burling y lo llamó "Screw propeller".

**2.3. Ventajas del remolque por "empuje" respecto al de por "largo o tiro"**

1. La velocidad se incrementa en un 33 %.
2. El consumo de combustible merma en un 25 % .
3. Mejora la capacidad de maniobra .
4. Menor largo total del conjunto (convoy).
5. Mayor rapidez en la conexión de barcasas.
6. La conexión en el remolque por empuje se puede realizar mediante cables o dispositivos mecánicos. Estos últimos brindan las siguientes facilidades:

- Las conexiones mecánicas se pueden diseñar para cualquier tipo de servicio, en oposición a las que se realizan con cables.

- La tarea de conectar con cables de acero el remolcador y la barcaza es intensa y peligrosa; pues se necesitan entre 5 a 8 tripulantes para hacerlo. Además, los hombres se deben cruzar del remolcador hacia la barcaza y luego volver, exponiéndose a las inclemencias del tiempo y al movimiento de aquellas.

**2.4.- Modo de empuje:**

I.T.B. con Conexión Rígida: Este sistema de encluche entre el Remolcador y la Barcaza se utiliza en navegación marítima y con condiciones hidrometeorológicas tales que no produzcan efectos de movimiento severo. La desconexión se puede realizar rápidamente para caso de emergencia o de operativa portuaria.

Este tipo de acople rígido se logra conectar en forma tal que el conjunto actúa como si fuese una sola unidad, por lo que la eslora se la considera como de una sola embarcación. El costo de construcción es alto y la velocidad obtenida es la misma que para un buque convencional.

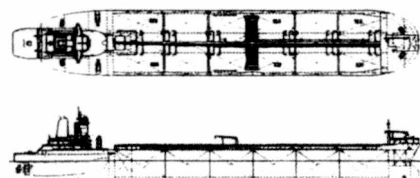
Ejemplos:

**1) WALLER (fig 2.4.a)**

Características:

- La barcaza cuenta en su popa con una dársena con rampa de varadura, en donde el remolcador vara su proa.
- El sistema asegura a ambos mediante dispositivos fijos.

Fig 2.4.a

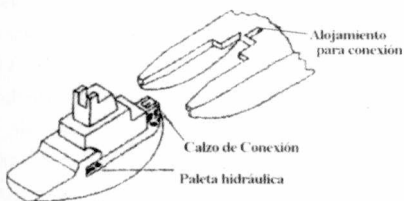


## 2) INTERTUG (fig. 2.4.b)

Características:

- La barcaza tiene en su popa una dársena que en su centro posee un alojamiento para un calzo que cuenta el remolcador en su proa para asegurar la conexión.
- La dársena cuenta además con estructuras con forma de guía en su parte superior que encastran en los costados del empujador, y se conectan mediante paletas hidráulicas que tiene éste en sus costados, para mejorar el calce.

Fig 2.4.b



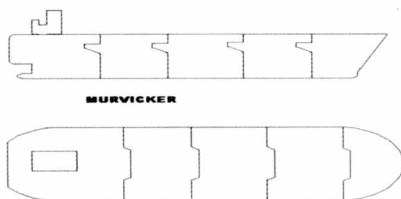
## 3) MURVICKER (fig 2.4.c)

El invento se realizó en 1971 por Gainsley.

Características:

- El sistema se integra con varias barcasas interconectadas por sus proas y popas, en forma tal que unidas conforman un barco convencional.
- La barcasas intermedias cuentan con un diseño que en proa tienen en su parte céntrica, una prominencia estructural vertical que abarca su altura, y en su popa con una hendidura como para que calce la proa de otra barcaza gemela.
- La barcaza proel (la que va ubicada en la proa del conjunto) la proa es la de un buque convencional, pero la popa tiene la forma de la hendidura descrita anteriormente.
- El remolcador va conectado a la última, y su proa está diseñada para que encastre en la popa de ésta.

Fig 2.4.c



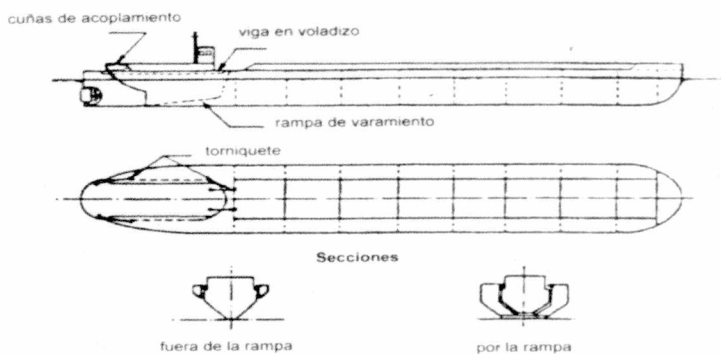
## 4) CARPORT / BREIT - INGRAM (fig 2.4.d)

El primero se empezó a construir en la década del 50', y BREIT en 1969, fabricándose 9 unidades.

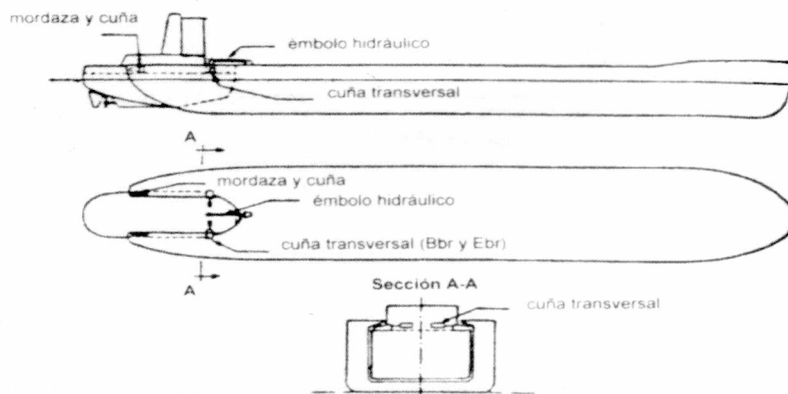
Características:

- La barcaza cuenta en su popa con una dársena con rampa de varadura para que se aloje el remolcador. El nicho se encuentra protegido con madera en el fondo de la rampa, al igual

Fig 2.4.d CARPORT



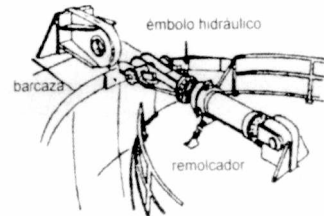
## BREIT - INGRAM



que los dos voladizos longitudinales en el borde superior, para que no sufra el casco del remolcador.

- El empujador vara mediante su propulsión en la rampa. Una vez dentro las embarcaciones se aseguran entre sí utilizando gatos hidráulicos portátiles para lograr el correcto encastre, y mediante el ceñido de torniquetes en proa y proa del remolcador con destino a la barcaza, se finaliza el amarre.
- Para efectuar el acoplamiento el empujador se debe lastrar para igualar los calados de la barcaza.
- En el sistema BREIT - INGRAM el ajuste final se realiza por un potente

CONEXIÓN BREIT-INGRAM



émbolo hidráulico ubicado en la proa del remolcador, por el cual se hace firme en una estructura en el centro de la dársena y luego los aproxima.

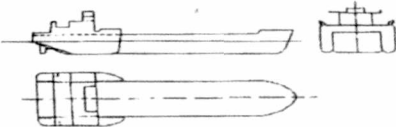
- Ambos resisten olas de 10 metros de altura y han navegado a través de huracanes satisfactoriamente.

**5) STRADDLE (fig 2.4.e)**

Características:

- El remolcador es un catamarán, cuyos cascos están separados en forma tal que permite el ingreso de una barcaza convencional dentro de él. Cada casco tiene propulsión propia.
- El sistema se asegura a ambos mediante dispositivos de tensión fijos.

**Fig 2.4.e**

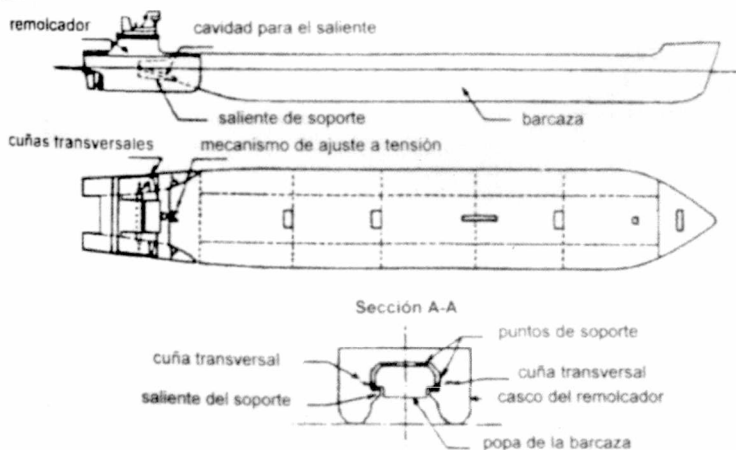


**6) CATUG (fig 2.4.f)**

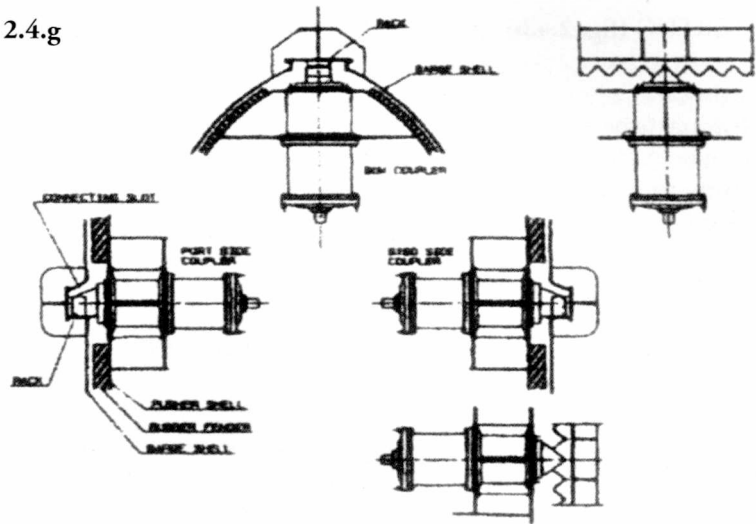
Características:

- El remolcador es un catamarán, o sea con doble casco y propulsión en cada uno de ellos.
- La barcaza tiene una sección transversal de ancho decreciente en la popa.

**Fig 2.4.f**



**Fig 2.4.g**



pa, la que se aloja entre los cascos del empujador.

- Al tener dos hélices tiene buena maniobra y este diseño cuenta con baja resistencia hidrodinámica y óptima estabilidad en mar gruesa.
- En la proa del remolcador tiene un mecanismo de ajuste a tensión que lo une a la barcaza.

**7) TRIOFIX (fig 2.4.g)**

Características:

- El remolcador se aloja ajustadamente en la dársena de popa de la barcaza, dando al convoy mejor hidrodinamia.
- La conexión se realiza mediante tres pasadores hidráulicos retráctiles; estos se encuentran instalados en el empu-

jador, dos en forma perpendicular a la línea longitudinal de crujía y el tercero en la proa.

- La barcaza cuenta con alojamientos para cada eje, con un dispositivo de conexión que los fija .

**2.5.- Modo dual**

I.T.B. con Conexión Articulada / Semirígida (conocido también como 'Articulated Tug Barge' - A.T.B.-): Este otro tipo de acoplamiento permite un número variable de grados de libertad de movimiento (debido al espacio entre cascos) entre el remolcador y la barcaza, permitiéndole navegar con peores condiciones meteorológicas que el ITB (conexión. rígida). Es decir, que casi todos los movimientos relativos son eliminados, excepto el de guiñada y los de oscilación lateral y longitudinal. Este sistema de encluche lentamente va desplazando al otro I.T.B.. Esto queda evidenciado por la mayor cantidad de unidades de A.T.B. que se encuentran operando.

El encluche se realiza mediante cables, cadenas y/o dispositivos mecánicos. En algunos diseños la barcaza cuenta en la popa con una dársena o hendidura, en la cual se aloja un remolcador específico. En otros casos, la conexión se efectúa con otro tipo de acoplamiento utilizando cualquier

remolcador y barcaza convencional.

La conexión articulada debe encontrarse proyectada para transmitir el empuje del remolcador y el par de fuerzas causada por el timón de éste, para el gobierno del conjunto.

A este modo se le suma al ya descrito la posibilidad de utilizar equipamiento como para remolcar por largo a la barcaza, ante condiciones hidrometeorológicas adversas, de allí su denominación DUAL.

Las principales exigencias son:

- a) El casco del remolcador debe estar construido con un formato que permita el remolque por largo con seguridad mediante un cable a tal efecto.
- b) El remolcador debe reunir un criterio de estabilidad que permita el remolque por largo.
- c) El remolcador y la barcaza deben estar equipados con los aparejos y elementos necesarios para el remolque por tiro. Esto incluye guinche para el cable de remolque, bitas, equipo de freno, cable de remolque, sistema de fondeo para la barcaza, etc.

d) El remolcador debe demostrar capacidad de desconexión de la barcaza en forma segura y rápida ante un determinado estado de mar. Una demora de 5 minutos en la desconexión se considera aceptable. Además, debe poder continuar la navegación remolcando por largo a la barcaza.

Los A.T.B. son los que mencionamos a continuación:

### 1) DEEP NOTCH (Dársena Profunda a Popa de la Barcaza). (fig 2.5.a)

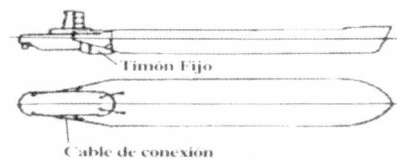
Características:

- Simple y robusta.
- Se conecta con cables de acero ajustados

por cabrestantes o equipos hidráulicos.

- Permite que el remolcador encluche o desencluche con cualquier calado que tenga la barcaza.
- Permite la utilización de varios tipos de remolcador convencionales
- Entre el 28 al 50 % de la eslora del remolcador penetra en la popa de la barcaza.
- Se utilizan defensas entre los cascos de ambos.
- Transportan hidrocarburos y carga general. Tienen un Porte Bruto aproximado de 30.000 Tn. y navegan a 14 nudos.

Fig 2.5.a

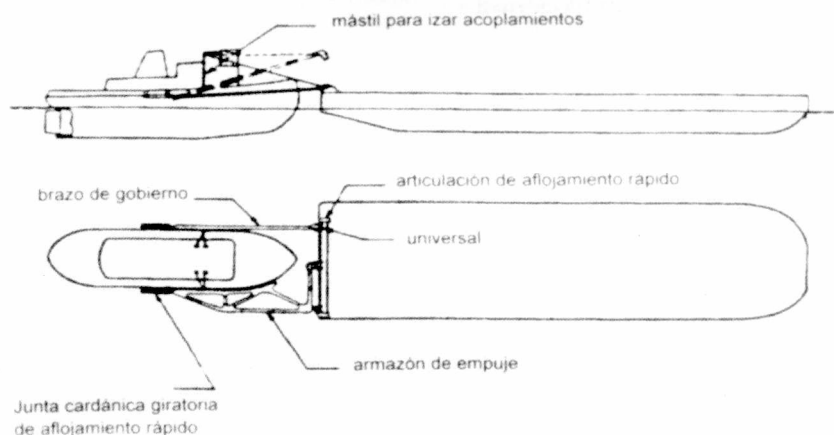


### 2) SEALINK (fig 2.5.b)

Características:

- Las barcasas deben poseer en la popa un eje transversal, en el cual se acopla por medio de goznes un armazón que se hace firme en la popa y que sobrepasa al remolcador y se utiliza para empujar. Por la otra banda del remolcador existe una viga que

Fig 2.5.b



apoya en el eje de la barcaza y permite el gobierno del convoy.

- El sistema fue diseñado para la navegación con marejada y le da libertad de movimiento relativo entre remolcador y barcaza, sobre todo en la oscilación vertical y cabeceo.
- Este sistema se puede instalar en cualquier barcaza o remolcador. La desconexión se realiza por medio de una pluma del remolcador.

### 3) ARTUBAR / ARTICOUPE INTERCON / BARK-RIVER PERE-MARQUETTE / ACOMARIN / SEA LINK 2 (fig 2.5.c)

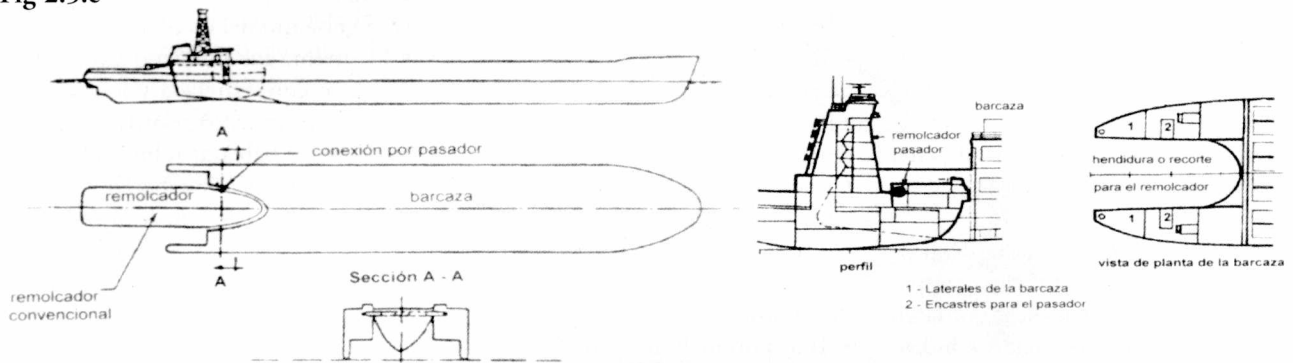
Los sistemas enumerados son variantes.

Características:

- El remolcador cuenta en cada amura (costado delantero a 45° de la proa), con un eje (pasador de 2 mts. de diámetro) hidráulico retráctil, instalado axialmente, que se inserta en alojamientos especialmente diseñados en la popa de la barcaza.
- La barcaza cuenta con 2 alojamientos para el eje o pasador por banda; los de arriba para la condición de carga y los de abajo para la de lastre.
- Este dispositivo le permite mas libertad en los movimientos (entre Remolcador y Barcaza) producidos por el oleaje.
- El sistema le permite navegar con



Fig 2.5.c



peores condiciones meteorológicas que con los sistemas ITB (rígidos), pudiéndolo hacer con olas de alturas entre 3,5 a 7 m.

- Articuloupe es uno de los sistemas últimamente con más unidades construidas y en servicio. En una pileta de simulación se ha testado y se dijo que "aún sigue empujando con las de 35 pies (10,64 mts.)".

- No se necesita personal en cubierta para desconectar y conectar, todas las funciones son operadas desde el puente de mando.

ARTUBAR patentado por E. H. Fletcher en 1970, EE.UU..

ARTICOUPE inventado por T. Yamaguchi en 1974, Japón.

**4) LUNDE / MITSUBISHI / SEE-BECK (fig 2.5.d)**

Estos sistemas son variantes entre si. Los dos primeros se utilizaron en Japón en la década del 60. El último fue desarrollado por Alemania Occidental.

Características:

- Concebido para navegación costera.
- El sistema permite pasar fácilmente de empujar a remolcar por tiro.
- Barcaza de popa plana que cuenta en el centro con una viga curva vertical. En ésta actúa una barra horizontal cilíndrica de empuje (con sistema de amortiguación) ubicada en la proa del remolcador. La barra tiene una articulación de tipo rótula en un extremo, que le permite los movimientos

de cabeceo y rolado entre las embarcaciones, y un cilindro de amortiguación en el otro.

- Además, existe un cable de acero por banda que une la popa de la barcaza con la del remolcador. En éste se unen a cilindros hidráulicos que transmiten a la barcaza el efecto del timón, ya que cuando uno de los cables se acorta enrollándose, el otro se alarga.

- Las diferencias de calados entre embarcaciones no tienen injerencia en la navegación.

**5) HYDROPAD / ODYSSEA / BLUDWORTH (fig 2.5.e)**

Estos sistemas son variantes.

Características:

- El remolcador tiene uno/dos dispositivo/s de empuje en cada banda. Estas son estructuras transversales (como paletas) que sobresalen del casco

y se ensamblan en la dársena de popa de la barcaza.

- En el caso BLUDWORTH, éste cuenta con la paleta de Babor que es hidráulica y queda mecánicamente asegurada al momento del ensamble. La de estribor es fija.

- El remolcador tiene la punta de la proa plana y retraída hacia atrás para quedar libre durante los movimientos, al no rozar la barcaza; debajo de aquella se encuentra instalado un prominente dispositivo hidráulico que apoya en la barcaza y permite pivotar al remolcador durante el movimiento.

- Las paletas se deben lubricar periódicamente.

- Los alojamientos de la barcaza se construyen para que resistan las presiones de las paletas del remolcador.

- Las olas con las que puede navegar son hasta de 4,2 metros de altura.

Fig 2.5.d

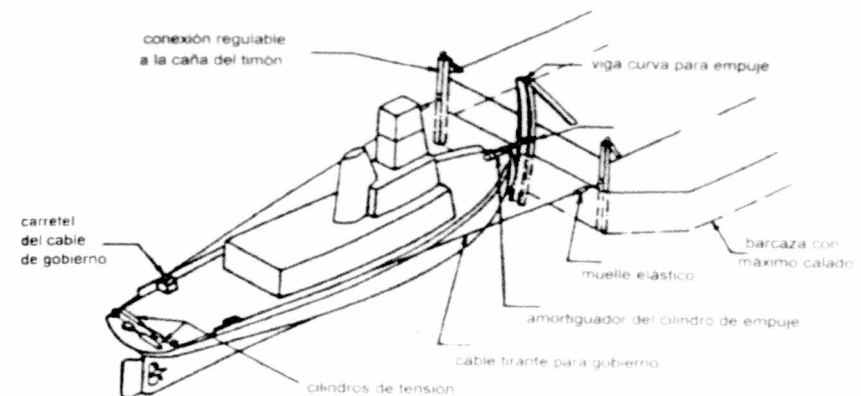
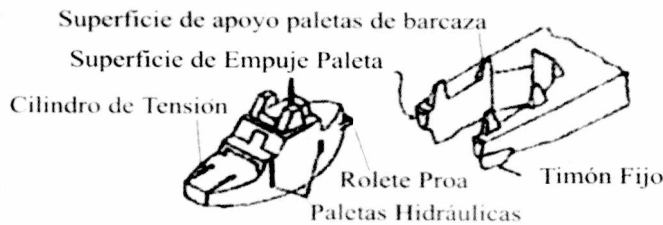


Fig 2.5.e



El HYDROPAD – ACB – fue patentado en 1984.  
El BLUDWORTH en 1975.

**2.6. Ventajas entre el A.T.B. y el Buque Mercante Convencional**

- La tripulación del buque varía de 18 a 27 personas. La del A.T.B. (Articulate Tug Barge) de 7 a 14, esto tiene efecto directo en las comodidades, servicios y aprovisionamiento.
- El bajo costo de capital del sistema

A.T.B. sumado a la menor tripulación, elementos de amarre para el acoplamiento y costo de instalación del dispositivo de conexión, lo hacen muy conveniente.

- Reducción de la eficiencia en la Propulsión del ATB:
  - El incremento de la Resistencia al Avance como resultado del espacio entre cascos del remolcador y la barcaza.
  - Menor diámetro de la hélice, por lo que es menos eficiente.

	Costos Anuales-Diferencias (U.S.A.)	
	A.T. B. (1 Remolcador, 3 barcasas)	Buque Convencional (3 unidades)
1. Tripulación y gastos relacionados	1	7,88
2. Soporte de tierra (puerto, etc.)	1	0,75
3. Mantenimiento y reparaciones	1	1,79
4. Seguro	1	0,75
5. Otros aprovisionamientos	1	3,0
<b>Costo anual</b>	<b>1</b>	<b>1,63</b>

Tonelaje de distintos sistemas (barcasas)		
Sistema	Promedio DW (t.)	Rango DW (t.)
Articouple	3.700	de 95 á 15.000
Triofix	5.000	de 650 á 30.000
Bludworth	15.100	de 6.000 á 30.000
Intercon	28.620	de 18.000 á 42.400
Catug	45.200	de 36.000 á 47.100

DW= Dead Weight = Peso Bruto

**1. Los costos de la tripulación se dividen en:**

- Remolcador: 8 tripulantes.
- Barcaza: 1 sereno nocturno, 2 operativos para atender la carga en cada puerto.
- Buque: 21 tripulantes.
- Vituallas y aprovisionamiento.

**2. Los costos portuarios son:**

- El barco tiene un gasto de un día promedio de puerto.
- La barcaza (cuando no la tiene a cargo el remolcador) debe realizar la carga o descarga y esperar a ser retirada por el empujador; como consecuencia de esto puede tener que pagar cargos por ocupar muelle.

**3. Mantenimiento y reparaciones:**

- Generalmente la tripulación extra embarcada en el buque se encarga de casi todas las reparaciones y del mantenimiento a bordo, en pocas ocasiones se envían elementos a reparar a talleres de tierra.
- En el ATB el personal de abordaje solo está para tareas operativas, no cuenta con tiempo para mantenimiento y reparaciones, por lo que es necesario el soporte de tierra para esas tareas.

**4. Costo de Seguro:**

- Las unidades ATB son de menor valor a asegurar que el del buque.

**5. Costo del Combustible:**

- Los buques consumen en navegación IFO y GO para los generadores, en puerto consumen GO.
- Los ATB utilizan GO permanentemente, lo que los encarece en este aspecto.

**6. Diagrama básico operativo:**

En el I.T.B / A.T.B. es necesario 1 remolcador y 3 barcasas, logrando que siempre una barcaza esté siendo transportada por el empujador, mientras las otras cargan o descargan. En Argentina, operan de diferentes empresas un equipo de 1 remolcador con 3 barcasas en cada una.



## Bibliografía

- a) Artubar. [www.oceantugbarge.com](http://www.oceantugbarge.com)
- b) A tug & barge system for sea and river service . The society of naval architects and marine engineers. [www.sname.org](http://www.sname.org)
- c) Decreto Nacional nº 502/90. Régimen de la navegación marítima, fluvial y lacustre. (Reginave). Título 3 . Capítulo 3. "De los convoyes de remolque y de empuje".
- d) Integrated tug-barge (itb) combinations intended to operate on the great lakes - Guide for building and classing – 2002 – American Bureau of Shipping
- e) Ley Nacional Nº 20.094. de la Navegación.
- f) Navigation and vessel inspection – Circular Nº 2-81 (U.S.C.G.).
- g) Panama canal vessel requirements. [www.cbfenton.com](http://www.cbfenton.com)
- h) García Arguijo, Alejandro R. "Remolque oceánico". Revista Guardacostas Nº 107. Diciembre 2001.
- i) Rules for the classification of steel ships. Integrated tu & sol; barge combination. Bureau Veritas. [www.veristar.com](http://www.veristar.com)
- j) Campi, Ricardo F. Sistemas integrados y semi-integrados de remolcador / barcaza. 1990 . P.N.A.
- k) Tugs – barge: an update. Lloyd's Register – Sname. [www.sname.org](http://www.sname.org)
- l) Hill, Robert P. Why the Intercon AT/B? [www.oceantugbarge.com](http://www.oceantugbarge.com)