

# Tema 1

Generalidades / Importancia de  
los canales de navegación

Versión 1.1

# Justificación de la materia

- La materia Diseño de Canales de Navegación se incorporó a la curricula de la Carrera de Especialización por la importancia que tienen las vías navegables en la Argentina. En la Argentina todo el comercio exterior se mueve por canales de navegación.
- Los canales principales que tiene la Argentina son:
  - La vía navegable troncal que permite el acceso al Puerto de Buenos Aires desde el Océano con 250 Km de longitud y desde allí continúa a los puertos fluviales
  - El canal de acceso al Puerto de Bahía Blanca con 100 Km de longitud
- Otras materias de la Carrera relacionadas con el tema son: Implementación de Sistemas de Ayudas a la Navegación, Teoría y Práctica de la Navegación Fluvial e Ingeniería de Dragado

# Economía del transporte

- Importancia del transporte por agua
- El movimiento de mercaderías en embarcaciones mediante transporte por agua se ha realizado desde el comienzo de los tiempos.
- Sin duda los primeros que se navegaron fueron los ríos, o sea, navegación fluvial. Todo curso de agua es navegable. Hay que elegir la embarcación mas adecuada para el curso, o en etapas mas avanzadas, adaptar el curso de agua a la embarcación.
- En las figuras siguientes se muestran las ventajas que presenta el transporte por agua frente a otros medios de transporte

**1 Ship**

can move the  
equivalent of



**100 Small Barges**

or

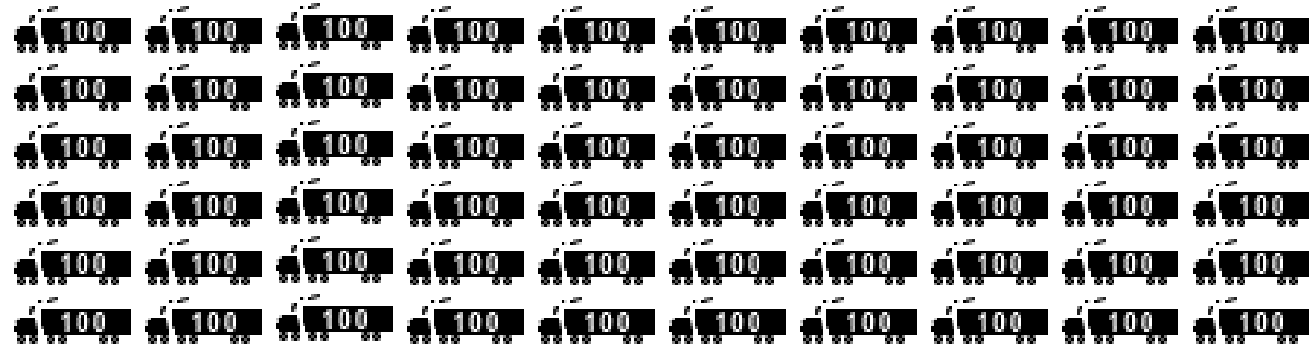


**1500 Rail Cars**

or



**6000  
Semi Trucks**



# Compare...

Source: Iowa Department of Transportation • 800 Lincoln Way • Ames, IA 50010 • 515-281-1272

## Cargo Capacity



## Equivalent Units

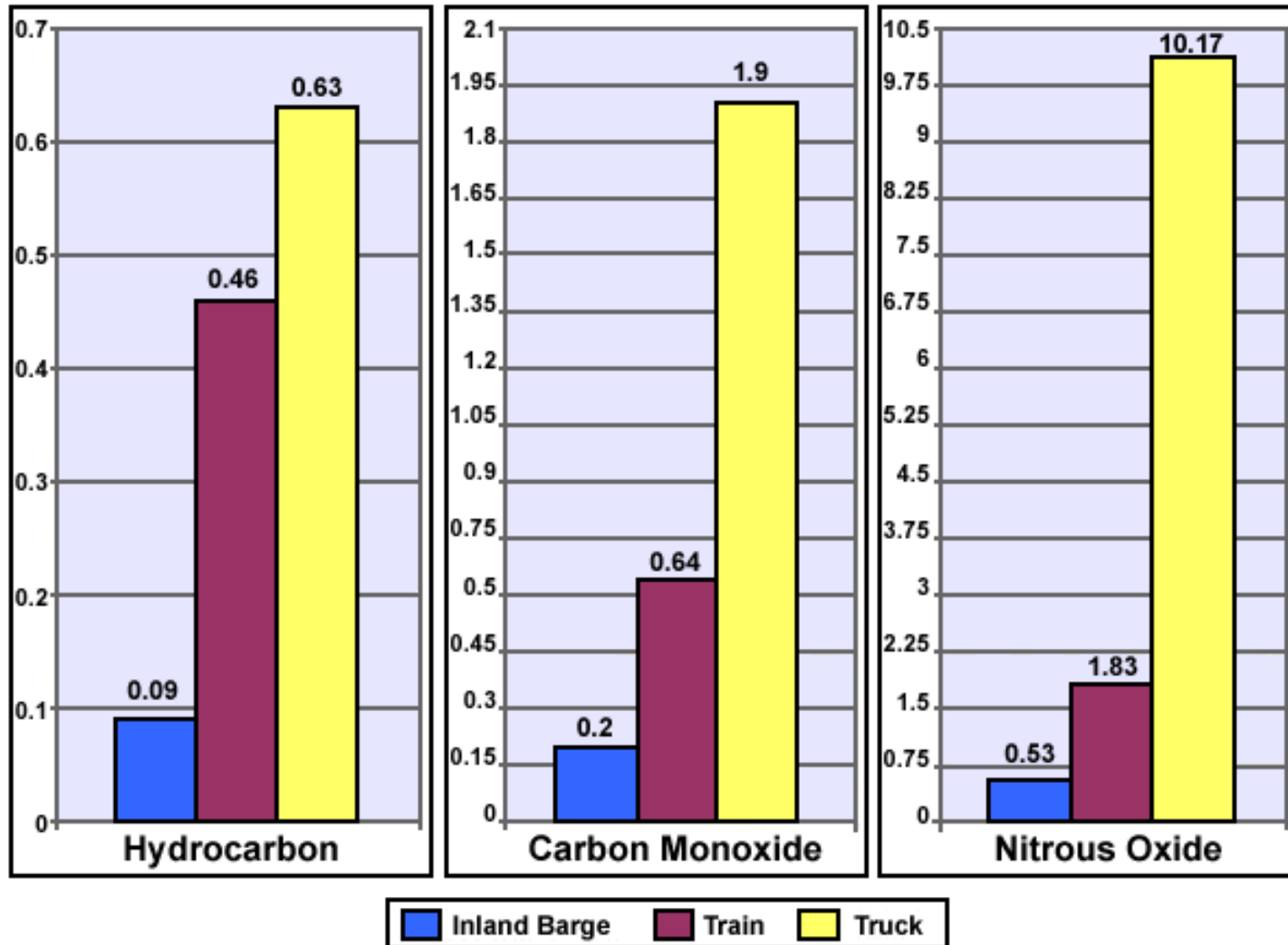


## Equivalent Lengths

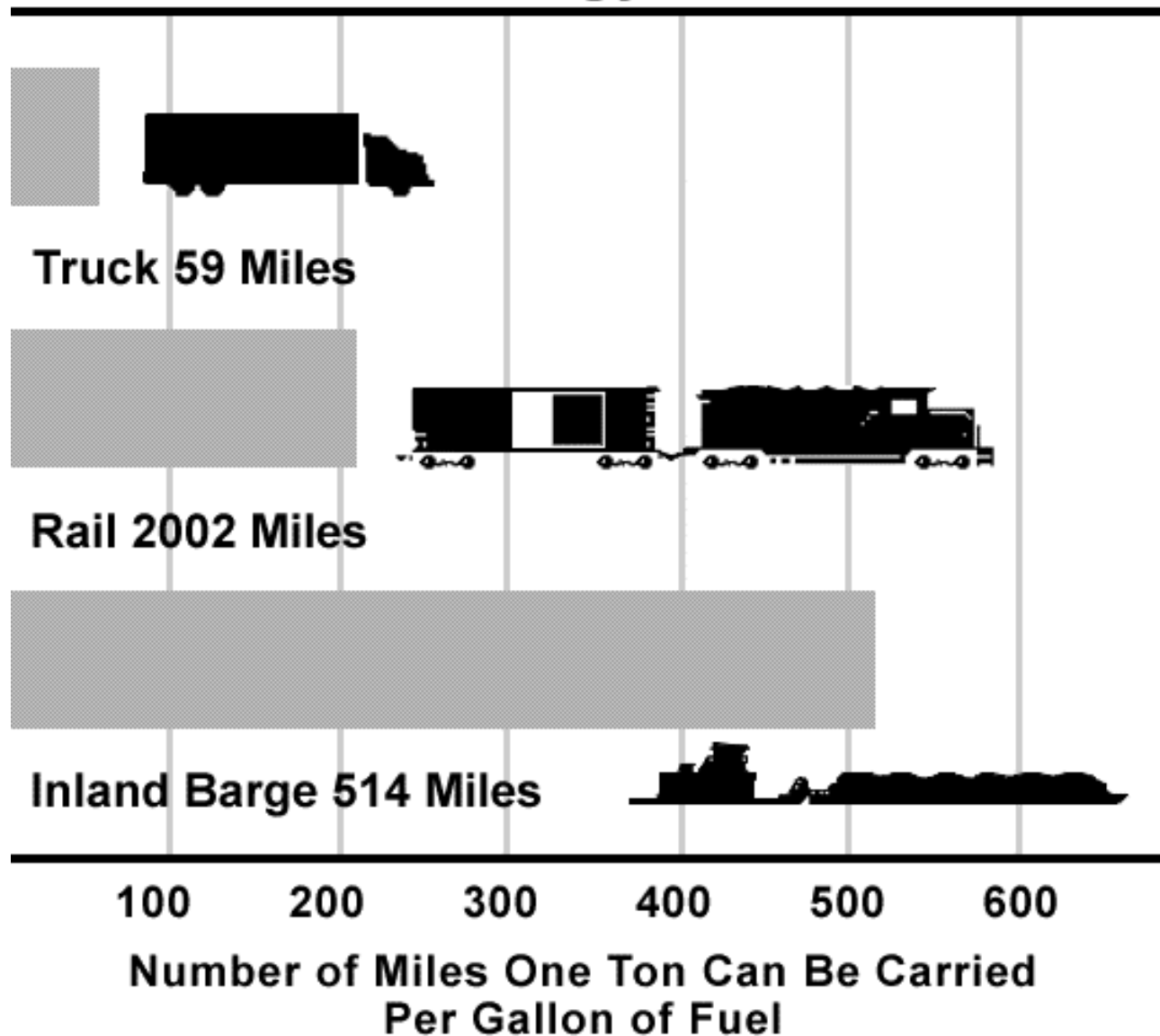


## Emissions Produced

Pollutants (in pounds) produced in moving one ton of cargo 1,000 miles



## Relative Energy Efficiencies



# Clasificación de vías navegables

- Por su ubicación geográfica
  - Fluviales
  - En estuario
  - Marítimas
- Por el tipo de buques
  - De navegación interior
  - De ultramar / de navegación oceánica
- Por su naturaleza
  - Naturales
  - Artificiales

# Vías navegables naturales

- Las vías navegables pueden ser naturales, como el caso del Río Paraná o artificiales, o una combinación entre ambas.
- Los vías navegables naturales son los ríos. Tienen un cauce natural, pendiente del fondo y de la superficie libre, corrientes, cauces cambiantes, movimiento de sedimentos. La alimentación de agua es producto del ciclo hidrológico, con variaciones de niveles a lo largo del año. En nuestro país tenemos muchas vías navegables naturales para desarrollar todavía.
- En este curso nos vamos a referir a casos donde buscamos aprovechar al máximo las condiciones naturales. Por ello partimos de un cauce natural que se profundiza o mejora.
- En algunos casos es suficiente señalar adecuadamente la vía navegable para que pueda ser utilizada

# Canales artificiales

- Los canales artificiales tienen fondo horizontal, con obras para salvar los saltos topográficos, que se denominan esclusas.
- No tienen corrientes, no tienen transporte de sedimentos, la sección es la mínima posible, la alimentación de agua está limitada a la renovación de las pérdidas.
- En Europa se dan muchos ejemplos de canales artificiales, por ejemplo, el que conecta el Rin y el Escalda.
- Muchos canales de navegación son una combinación de mejoramiento de la vía natural y tramos totalmente construidos como el caso del Rin – Danubio que conecta el Mar del Norte y el Mar Negro.
- La única esclusa en funcionamiento en la Argentina es la esclusa de Yacyretá – Leer archivo **Esclusas argentinas** adjunto
- Ver funcionamiento de una esclusa en archivo **Animlock** adjunto
- Consultar: Planning and Design of Navigation Locks – US Army Corps of Engineers – EM 1110-2-2602 – 1995

# Canal de Panamá

- Uno de los canales artificiales con esclusas mas importantes y mas famosos del mundo es el Canal de Panamá
- En las imágenes siguientes se presentan sus características y funcionamiento
- Ver Video **Canal de Panamá** en Can\_Videos. Muy bueno. Presenta la historia, el canal actual y el proyecto del canal futuro

# CANAL DE PANAMÁ

## ► CARACTERÍSTICAS

AÑO DE HABILITACIÓN	1914
LONGITUD	81,3 km
TRÁFICO TOTAL (2002)	13 185
NAVES DE GRAN CALADO	11 862
NAVES PEQUEÑAS	1 323

## UBICACIÓN



## PRINCIPALES RUTAS COMERCIALES QUE UTILIZAN EL CANAL

- Del este de EE.UU. a Oriente.
- Del este de EE.UU. al oeste de Sudamérica.
- De Europa al oeste de EE.UU. y Canadá.

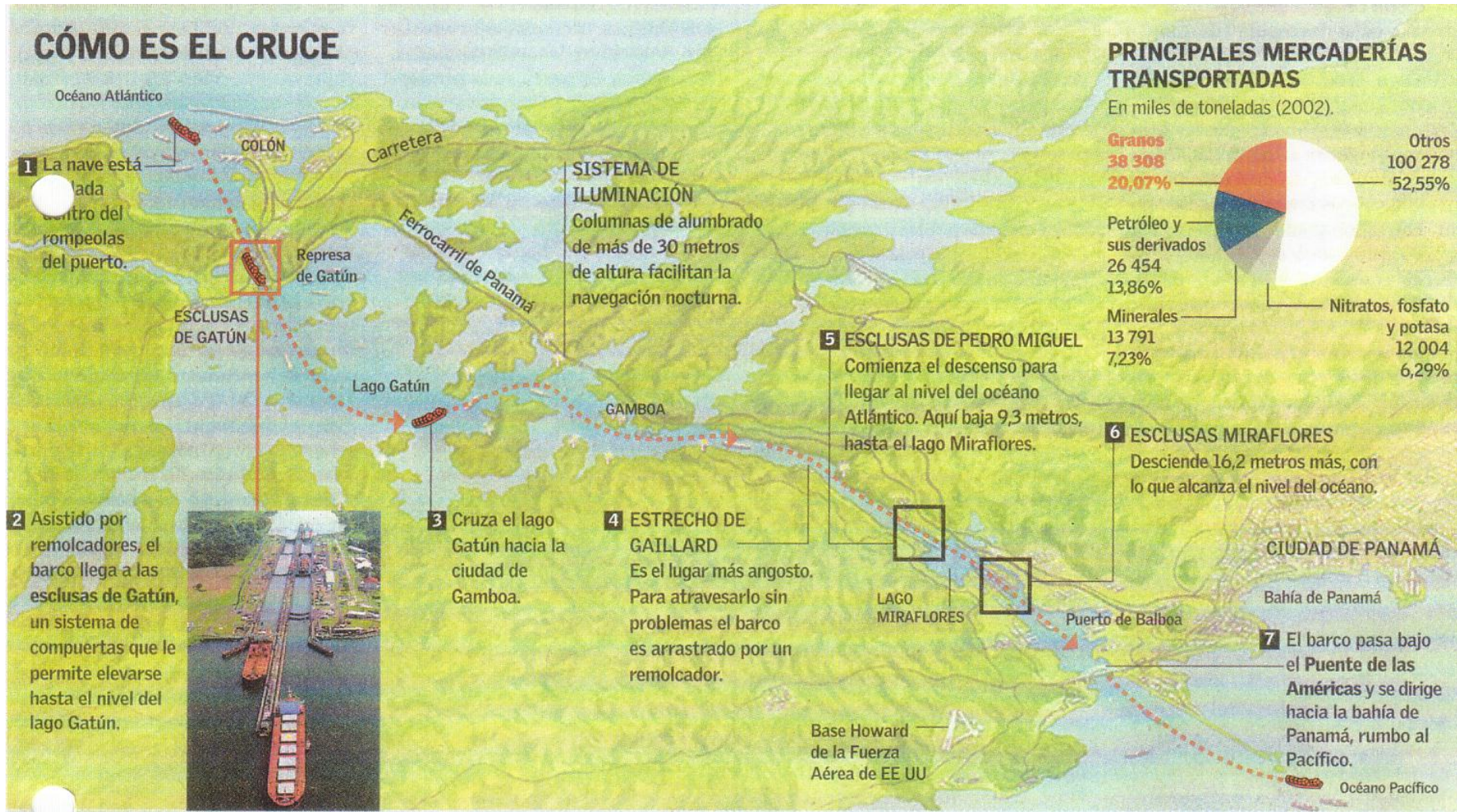


## LOS BARCOS Dimensiones máximas permitidas



# CANAL DE PANAMA

## CÓMO ES EL CRUCE



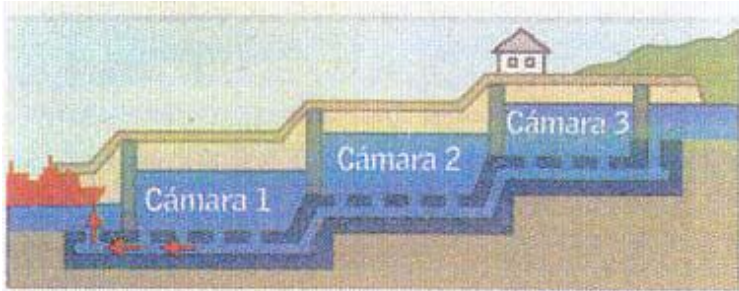
## CORTE TRANSVERSAL



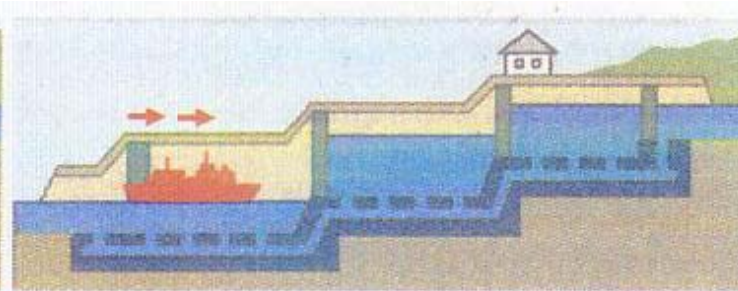
# CANAL DE PANAMA

## LAS ESCLUSAS DE GATUN

Funcionan como elevadores de agua, permitiendo que el barco suba hasta el nivel del lago Gatún

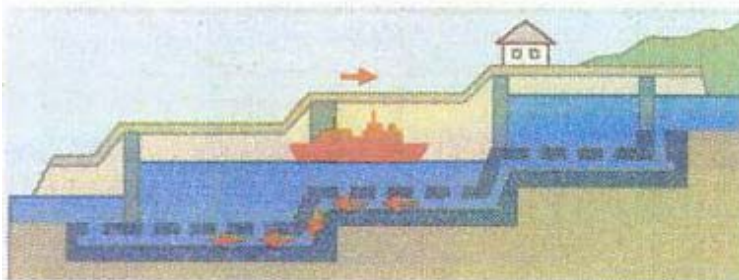


**1** El barco llega hasta la esclusa. Se abren las válvulas y la puerta. El agua comienza a ingresar.

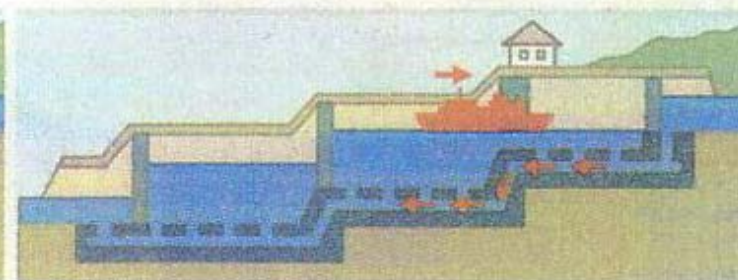


**2** El agua fluye desde la primera cámara y el barco sube. El buque ingresa a ella.

MEDIDAS DE CADA CÁMARA	ALTO <b>25,3 m</b>	LARGO <b>305 m</b>	ANCHO <b>33,5 m</b>
------------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------



**3** Se abren las válvulas y la puerta de la segunda cámara para igualar el nivel del agua con la anterior. El buque ingresa a la siguiente cámara.



**4** Se abren las válvulas y la puerta de la tercera cámara. El nivel del agua de ambas cámaras queda igual. Permite el ingreso del buque a la tercera cámara, por donde saldrá de la esclusa.

# Modelos de manejo de la carga

- Modelo 1: La carga al buque
- Modelo 2: El buque a la carga

# Modelos

- La problemática del transporte por agua en buques de mayor porte que el que aceptan las vías navegables en su condición natural es un tema en discusión y análisis desde hace muchos años en la Argentina.
- Hay dos modelos que se pueden aplicar para resolver este problema. Un modelo lleva el buque hasta el puerto cercano al lugar donde se genera la carga (buque hacia la carga) y el segundo modelo lleva la carga hasta un lugar donde pueda llegar el buque (carga hacia el buque)
- En el primer caso hay que dragar la vía navegable
- En el segundo caso se utiliza la vía navegable en su condición natural, o casi, y se construye un gran puerto en la desembocadura o donde se encuentren aguas de profundidad adecuada.

## Comparación entre modelos

- Un aspecto importante a considerar es la diferencia de precio de los fletes en los diferentes modos de transporte. El medio más barato de todos es el buque de ultramar y luego lo sigue el transporte por barcazas, el transporte por ferrocarril y el transporte por camión.
- Por lo tanto si llevamos el buque de ultramar lo mas aguas arriba posible, el desplazamiento de la carga tiene costos menores

# Comparación

- Otro aspecto es que los puertos sobre la vía navegable son de muchos dueños, privados o públicos, en los que cada uno se ocupa de realizar la inversión mas conveniente.
- Otro aspecto está vinculado con la logística necesaria para enviar toda la mercadería a un solo puerto comparada con la logística necesaria para enviar la mercadería a 20 puertos distribuidos linealmente
- La conclusión final es que, para la situación del Río Paraná es mucho mas conveniente el dragado de la vía navegable que la construcción de un puerto en la desembocadura.

## Dimensiones máximas

- Canal de Panamá

- $E < 289,6$  m

- $B < 32,20$  m

- $D < 39,5$  ft

*El buque con dimensiones similares a las máximas que permite el Canal de Panama se denomina “Panamax”*

- Canal de Suez

- E no tiene restricciones

- $B < 64$  m

- $C < 53.0$  ft

*Recordar que el calado puede variar entre el calado máximo de diseño del buque y el calado en lastre en función de la cantidad de carga*

# Aguas restringidas

- Debemos destacar la diferencia en la navegación de un buque en alta mar y en aguas restringidas. Se denomina así cuando la masa de agua que se encuentra alrededor del buque está limitada por límites sólidos. Para que ello suceda se deben dar las siguientes relaciones:  $h/D < 2$  y/o  $W/B < 10$
- Cuando la navegación se efectúa en un canal se determina la relación entre la sección mojada del buque  $A_s$  en la relación con la sección mojada del canal  $A_c$
- Para realizar el diseño de un canal es necesario saber mucho de embarcaciones, sus características físicas, los factores que afectan la maniobrabilidad, la controlabilidad de los buques en aguas restringidas.
- Vamos a ampliar este concepto cuando veamos squat

Ubicación en  
Latinoamérica  
de la  
Hidrovía  
Paraná-  
Paraguay



# Hidrovías Paraná - Paraguay y Paraná - Tieté



# Tramo Argentino de la Hidrovía Paraná-Paraguay





## Canal Martín García

# Puerto de Aguas Profundas

- Como ejemplo del Modelo 1: La carga al buque, pueden mencionarse los estudios realizados hasta 1983 por COPUAP (Complejo Portuario de Ultramar en Aguas Profundas)
- En la figura siguiente se muestran los lugares estudiados por COPUAP a nivel de pre-factibilidad
- De esos sitios se recomendó como sitio mas adecuado al correspondiente a Punta Médanos cuyo proyecto se llevó, en diversas etapas, hasta el nivel de proyecto ejecutivo

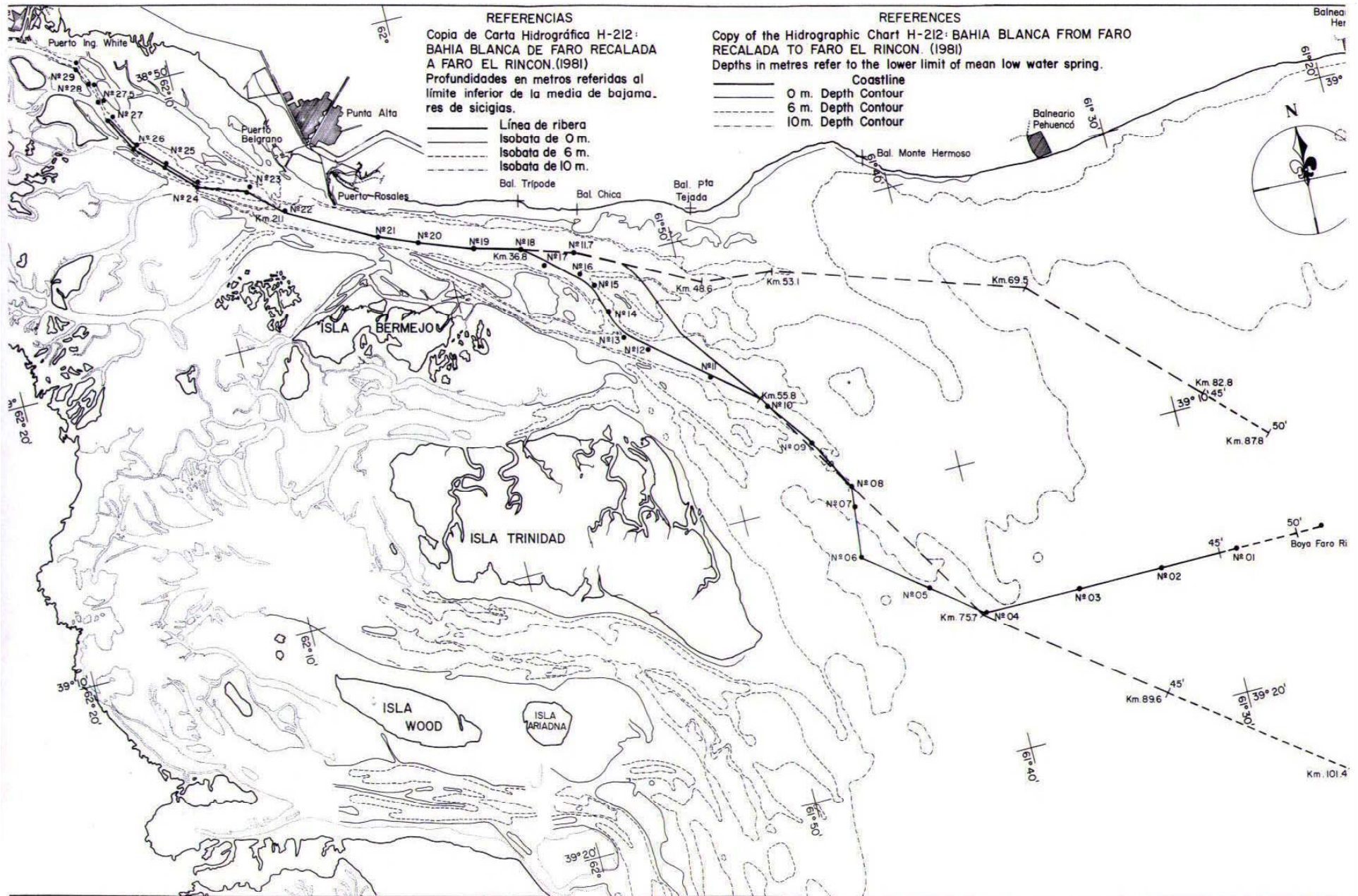
# Zonas estudiadas por COPUAP



# Puerto de Bahía Blanca

- El Puerto de Bahía Blanca tiene un canal de acceso de aproximadamente 100 km de longitud y 45 pies de calado navegable
- En las figuras siguientes se muestran las alternativas estudiadas en la etapa de profundización del canal y la finalmente construida
- El proyecto ejecutivo de la obra de profundización se realizó entre 1980 y 1983. Se recomienda consultar: **“Estudio de dragado del Canal de Acceso al Puerto de Bahía Blanca” Consorcio NEDECO – ARCONSULT – Volumen I, II, y III, DNCPyVN, Octubre 1983**

# Croquis Bahía Blanca



# Bibliografía

- Nicolas Boscovich – Geoestrategia para la integración regional – Ejes fluviales claves y complementarios para el protagonismo argentino en la integración física del Mercosur Ciudad argentina – Buenos Aires - 1999 – [www.ciudadargentina.com](http://www.ciudadargentina.com)
- Planning and Design of Navigation Locks – US Army Corps of Engineers – EM 1110-2-2602 – 1995 Como es un EM del USACE se puede bajar de  
– [www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals](http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals)
- “Estudio de dragado del Canal de Acceso al Puerto de Bahía Blanca” Consorcio NEDECO – ARCONSULT – Volumen I, II, y III, DNCPyVN, Octubre 1983
- Boletín de la Bolsa de Comercio de Rosario – Publica periódicamente artículos referidos a las ventajas del transporte por agua