

Diseño de Vías Navegables

- Modelo SHIPMA



Diseño de Vías Navegables

- **Modelo SHIPMA**
- **Es una herramienta para evaluar casos o alternativas a través de la simulación de maniobra de buques.**
 - Entradas a puertos
 - Pasaje a través de puentes
 - Navegación en canales
 - Entradas a dársenas
 - Operaciones Offshore
- **Evalúa la factibilidad de las maniobras bajo la acción de condiciones ambientales predefinidas.**
- **Determina las consecuencias de un cierto diseño o infraestructura.**
- **Determina la necesidad de la utilización de asistencia**

Diseño de Vías Navegables

- **Modelo SHIPMA**
- **Características**
 - Es un modelo Fast – Time (Primer Orden)
 - Maniobrado por un piloto automático
- **Ventajas**
 - Todas las condiciones físicas incorporadas
 - Las corridas pueden reproducirse y compararse
 - Rápida obtención de resultados
- **Desventajas**
 - No hay participación humana en la maniobra
 - No hay posibilidad de interacción entre buques

Diseño de Vías Navegables

- **Modelo SHIPMA tiene en cuenta**
 - **Las características de maniobra del buque**
 - **La maniobra y deriva deseadas**
 - **Acciones de motor y hélice**
 - **Asistencia de remolcadores**
 - **Viento, olas y corrientes**
 - **Efecto de Aguas poco profundas**
 - **Succión de Bancos**

Diseño de Vías Navegables

- **Interfase del usuario**
- **Manejo de Proyecto**
 - Para crear y editar el proyecto
- **Manejo de Caso**
(distinto número de archivos de información)
 - Para manejo de datos
 - Para correr el programa
 - Para visualización de resultados
- **Modulo SHIPMA**
 - Modelo Matemático
- **DELFT GPP**
 - Visualización de resultados

Diseño de Vías Navegables

- **Modelo SHIPMA Inputs**
- **Diseño en Planta del Puerto**
- **Batimetrías de las zona de estudio, bancos**
- **Corrientes y mareas**
- **Dirección y velocidad del viento**
- **Olas**
- **Modelo matemático del Buque (3 archivos)**
- **Remolcadores**
- **Definición de la maniobra del buque a seguir por el piloto Automático**

Diseño de Vías Navegables

- **Modelo SHIPMA Inputs**
- **Todos distintos archivos**
 - **.MAN** : descripción de la maniobra del buque
 - **.SHP** : dimensiones del buque y coeficientes de viento
 - **.CFT** : coeficientes hidrodinámicos (Modelos físicos), varían para cada relación h/t
 - **.BNK** : coeficientes de succión de bancos
 - **.CUR** : Datos de corriente
 - **.WND** : Datos de viento
 - **.WAV** : Datos de olas
 - **.BOT** : Datos Geométricos del lecho
 - **.SWT** : Configuración de los remolcadores

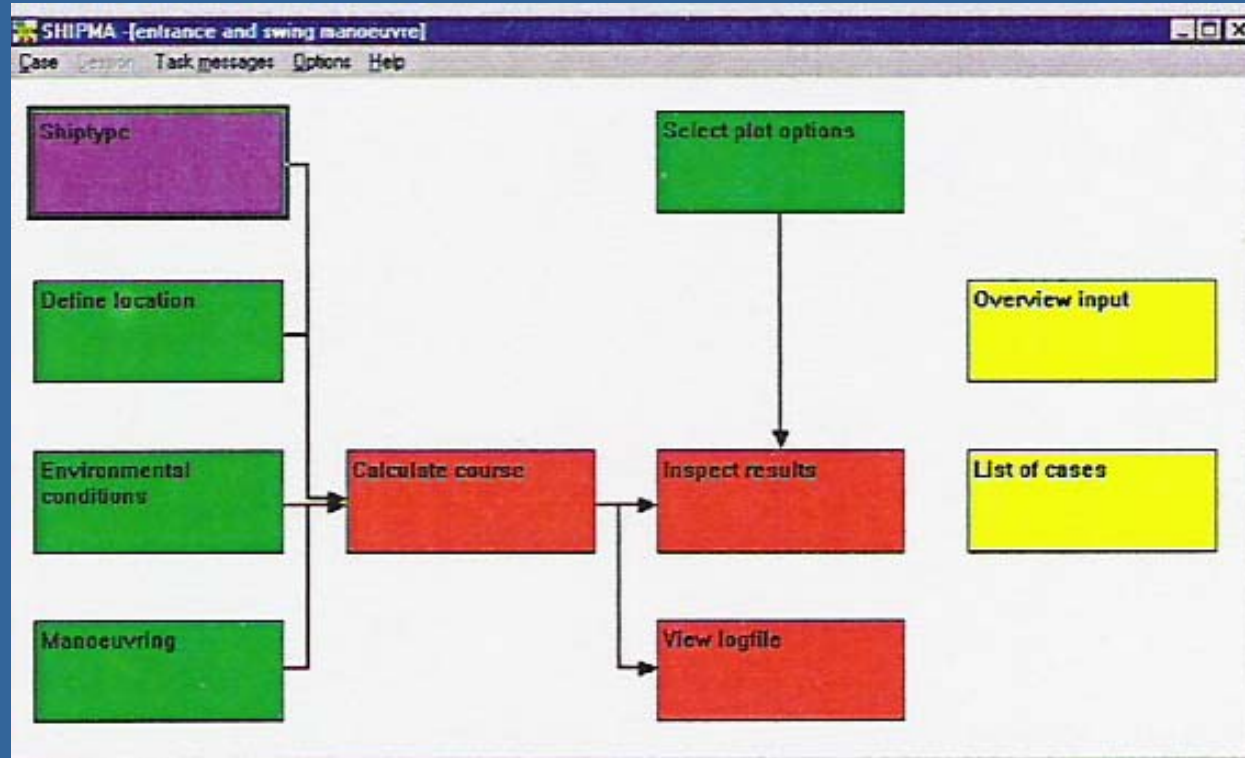
Diseño de Vías Navegables

.MAN : descripción de la maniobra del buque

- **1 Título**
- **2 Coordenadas y radios a emplear**
- **3 Coordenadas de inicio**
- **4 Escalas de tiempo**
- **5 Criterios de detención**
 - Velocidad mínima
 - Distancia relativa
 - Angulo de deriva relativos
 - Mínimo UKC
- **6 Descripción de la maniobra**
- **7 Tipo de maniobra**
 - Seguir una definida
 - Circulo de giro
 - Zig – Zag
- **8 Remolcadores**

Diseño de Vías Navegables

- Interfase del usuario



Selección del buque

Selección del lugar

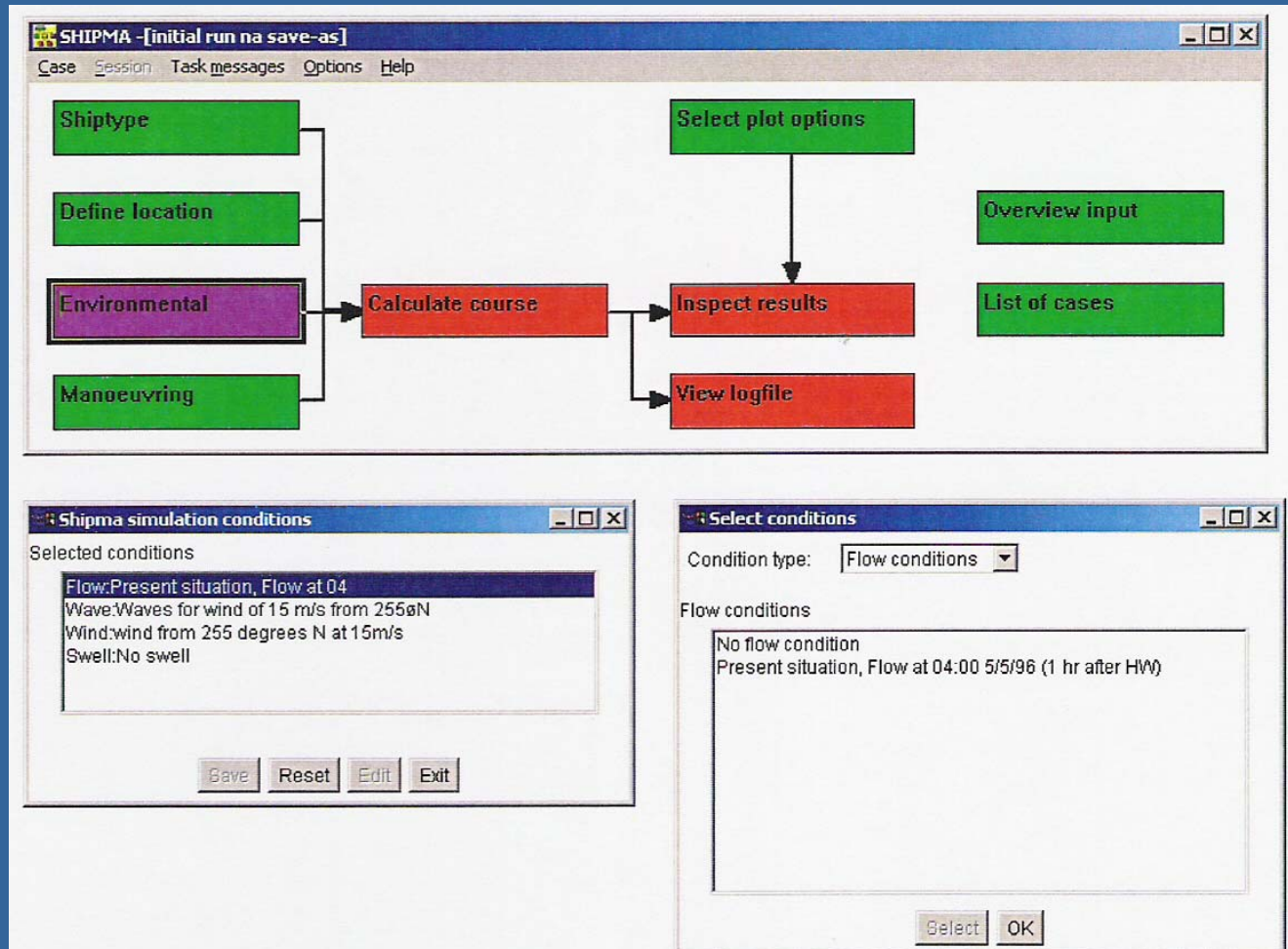
Condiciones
Ambientales

Características de la
maniobra

Correr el Programa

Diseño de Vías Navegables

- Interfase del usuario



Diseño de Vías Navegables

- Modelo matemático del Buque

Ship's type		CONTAINER Vessel
Length over all	[m]	382.00
Length between perpendiculars	[m]	364.85
Beam	[m]	57.02
Depth	[m]	30.00
Draught amid ship's (light loaded/ fully loaded)	[m]	14.5/17
Draught forward (light loaded/ fully loaded)	[m]	14.5/17
Draught after (light loaded/ fully loaded)	[m]	14.5/17
Displacement (light loaded/ fully loaded)	[tons]	197,900/ 242,856
Dead Weight tonnage	[m ³]	168,200
Maximum draught (fully loaded)	[m]	17.00
Engine type	[-]	Diesel
Power	[kW]	103,000
Number of revolutions	[rpm]	94
Service speed	[kn]	22.8
Number of propellers	[-]	1
DIAMETER OF PROPELLER	[m]	10.43
Pitch ratio	[-]	0.892
Number of Blades	[-]	6
Number of rudders	[-]	1
Rudder Type	[-]	Semi-balanced
Rudder Area	[m ²]	150
Bow Thruster	[kW]	3,000
Stem Thruster	[kW]	-
Frontal wind area (light loaded/ fully loaded)	[m ²]	2654/2514
Lateral wind area (light loaded/ fully loaded)	[m ²]	14366/13466

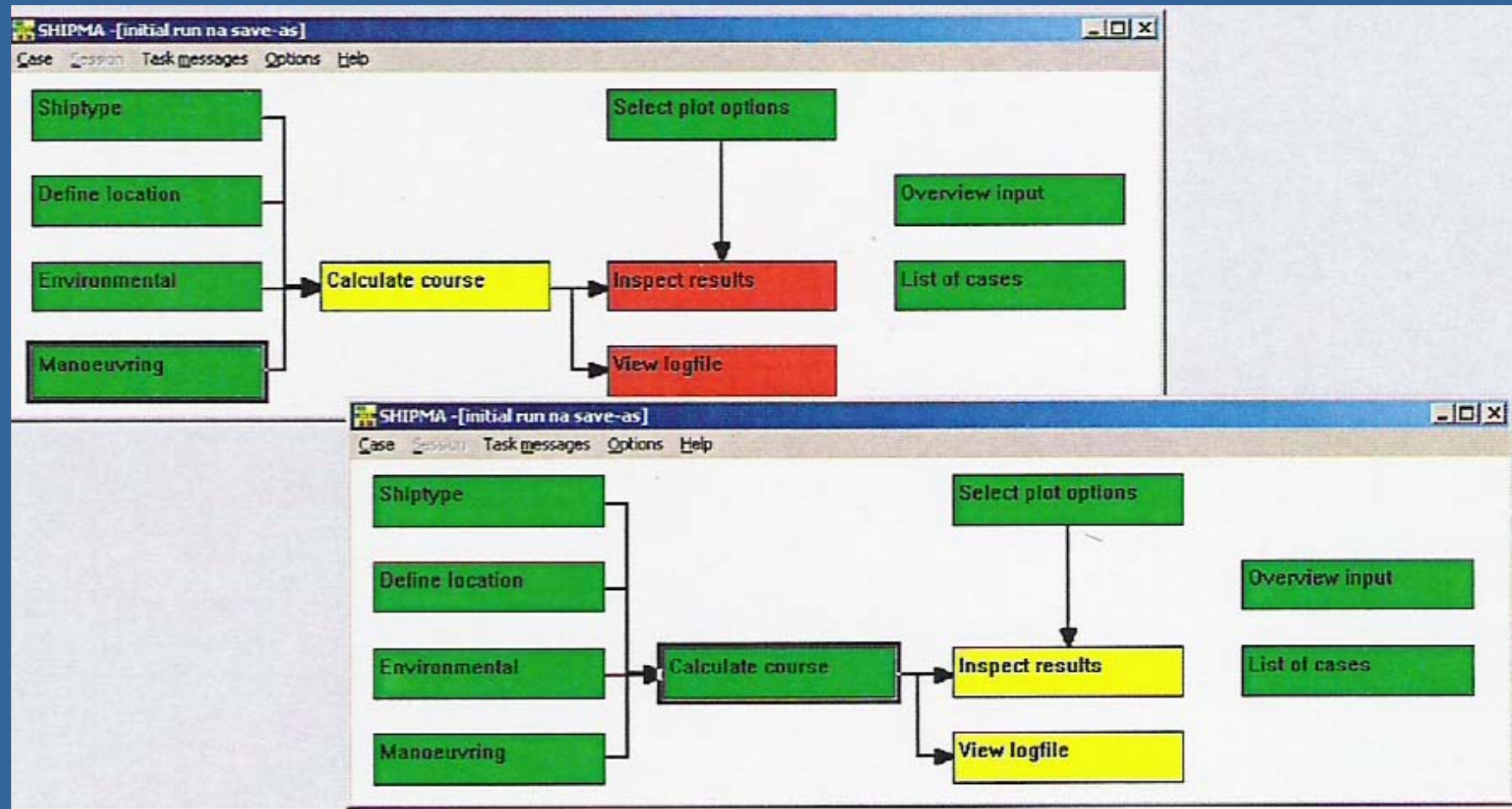
Diseño de Vías Navegables

- Remolcadores

Ship's type		ASD tug
Length over all	[m]	39.00
Length between perpendiculars	[m]	37.00
Beam	[m]	13.5
Draught amid ship's	[m]	5.4
Displacement (light loaded/ fully loaded)	[tons]	1100
Engine type	[-]	Diesel
Power	[kW]	2 x 3,300
Service speed	[kn]	13.5
Number of propellers	[-]	2

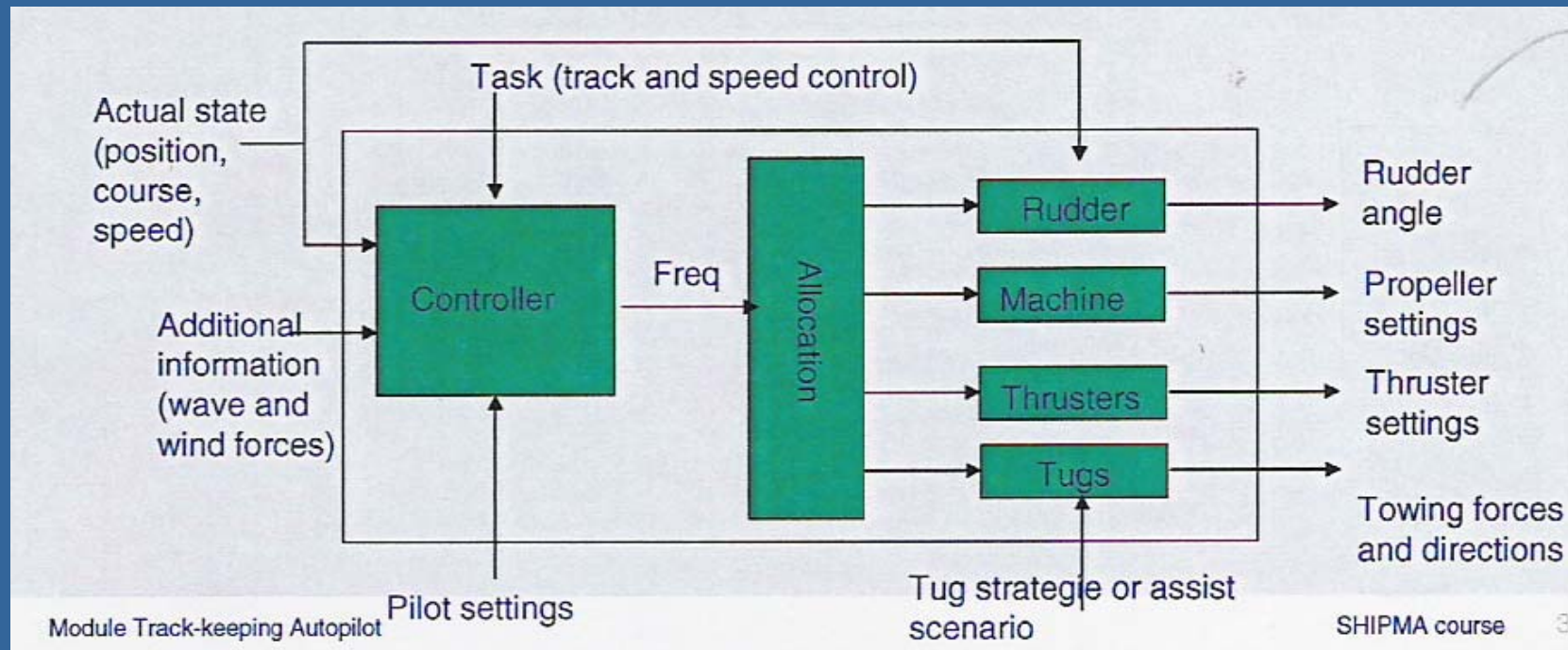
Diseño de Vías Navegables

- Interfase del usuario



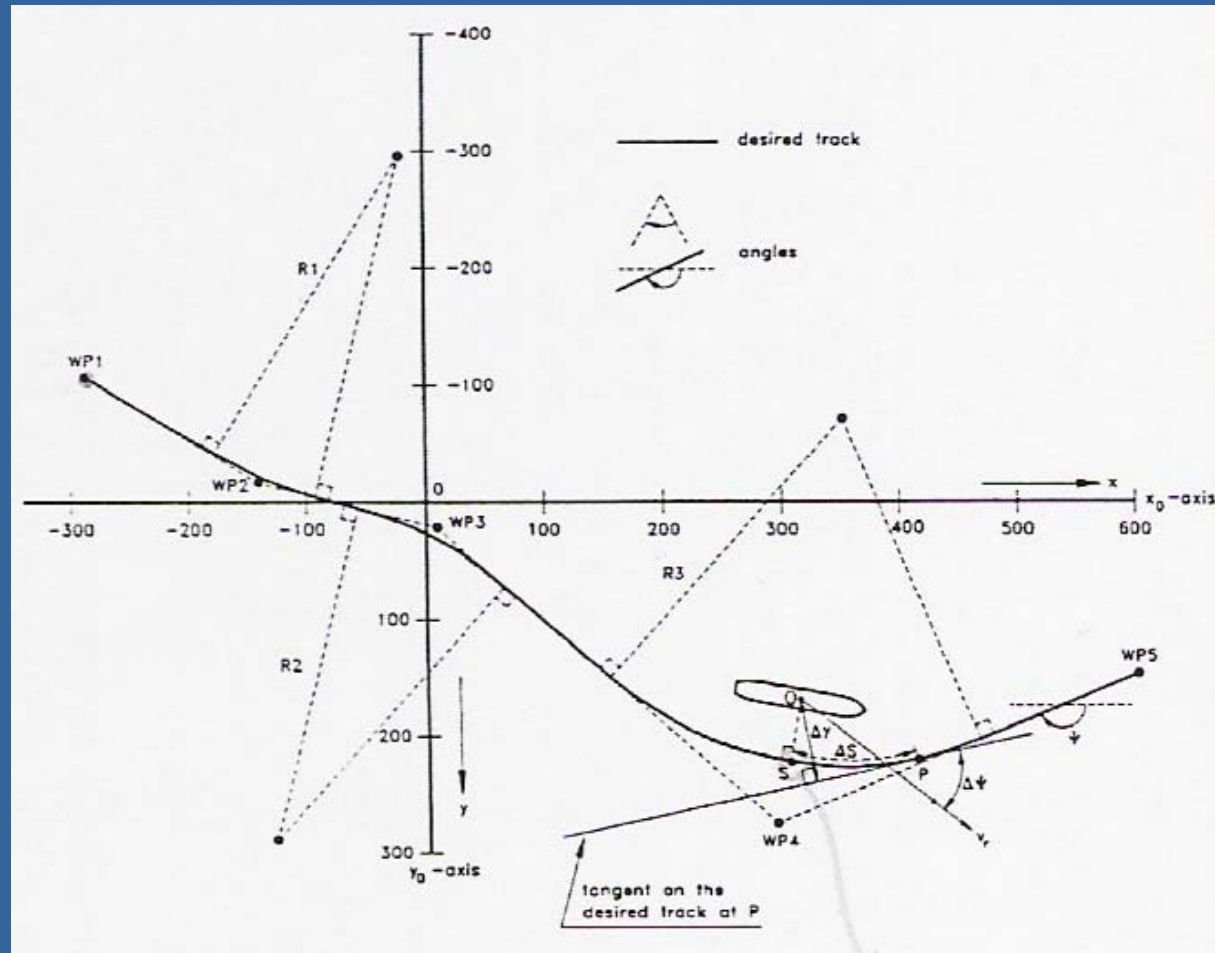
Diseño de Vías Navegables

- Piloto Automático



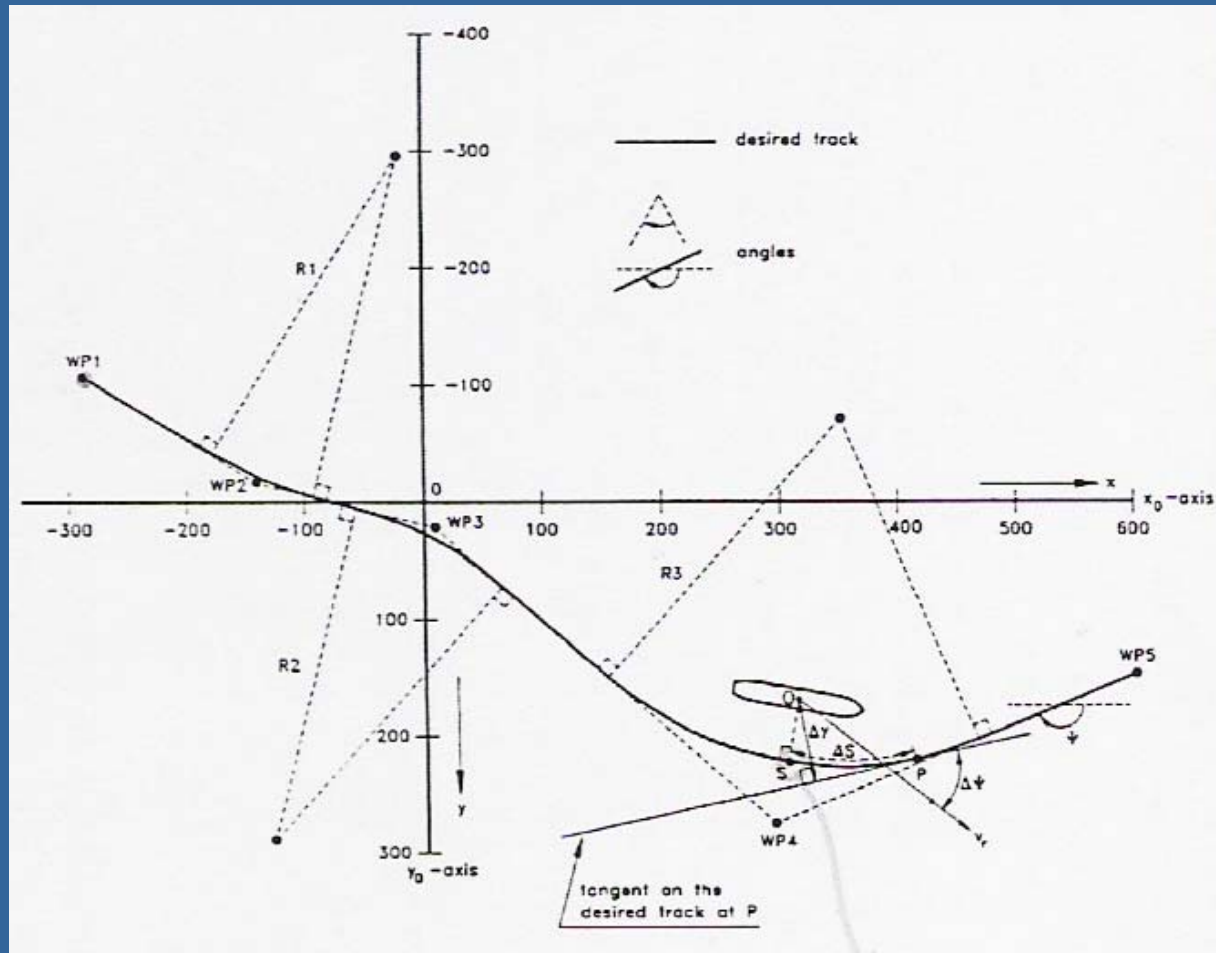
Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo – Piloto Automático



Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo – Piloto Automático



ID

% de uso de herramientas

Distancia de anticipación

Coeficientes del Piloto Automático (sensitivo)

1 para avance

5 para deriva

5 para rotación o giro

Diseño de Vías Navegables

•Piloto Automático

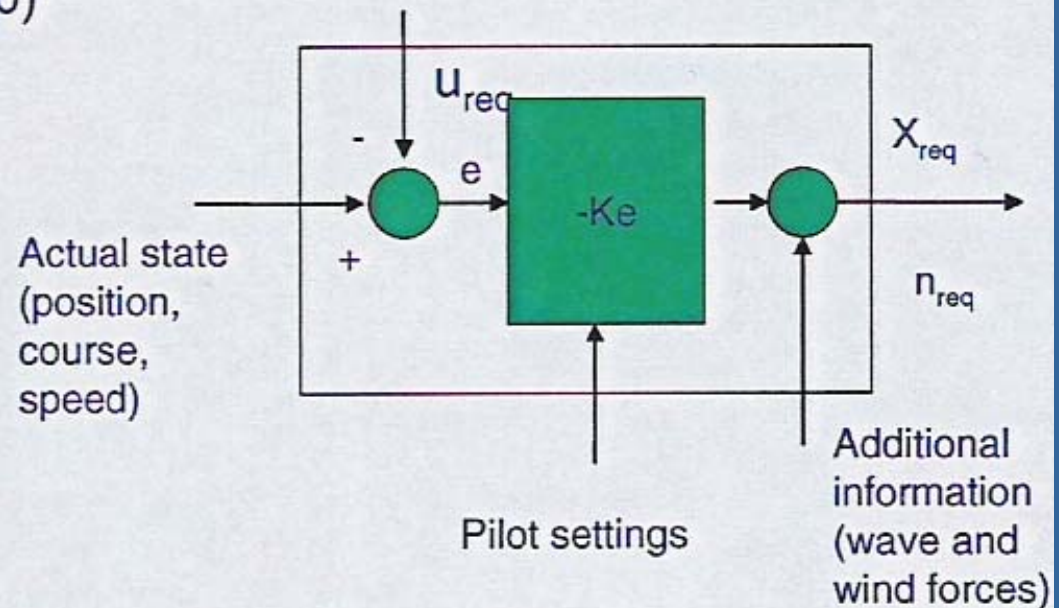
Responde a desviaciones de curso o de deriva deseados, el piloto automático se anticipa utilizando una distancia de anticipación definida por el usuario

$$n_{req} = f(u_{req}) - 2 * k_1 * c_1(u, L_{pp}, AD) * \Delta u$$

$$X_{req} = \max(F_{prop}(n_{req}) - F_{prop}(n_{max}), 0)$$

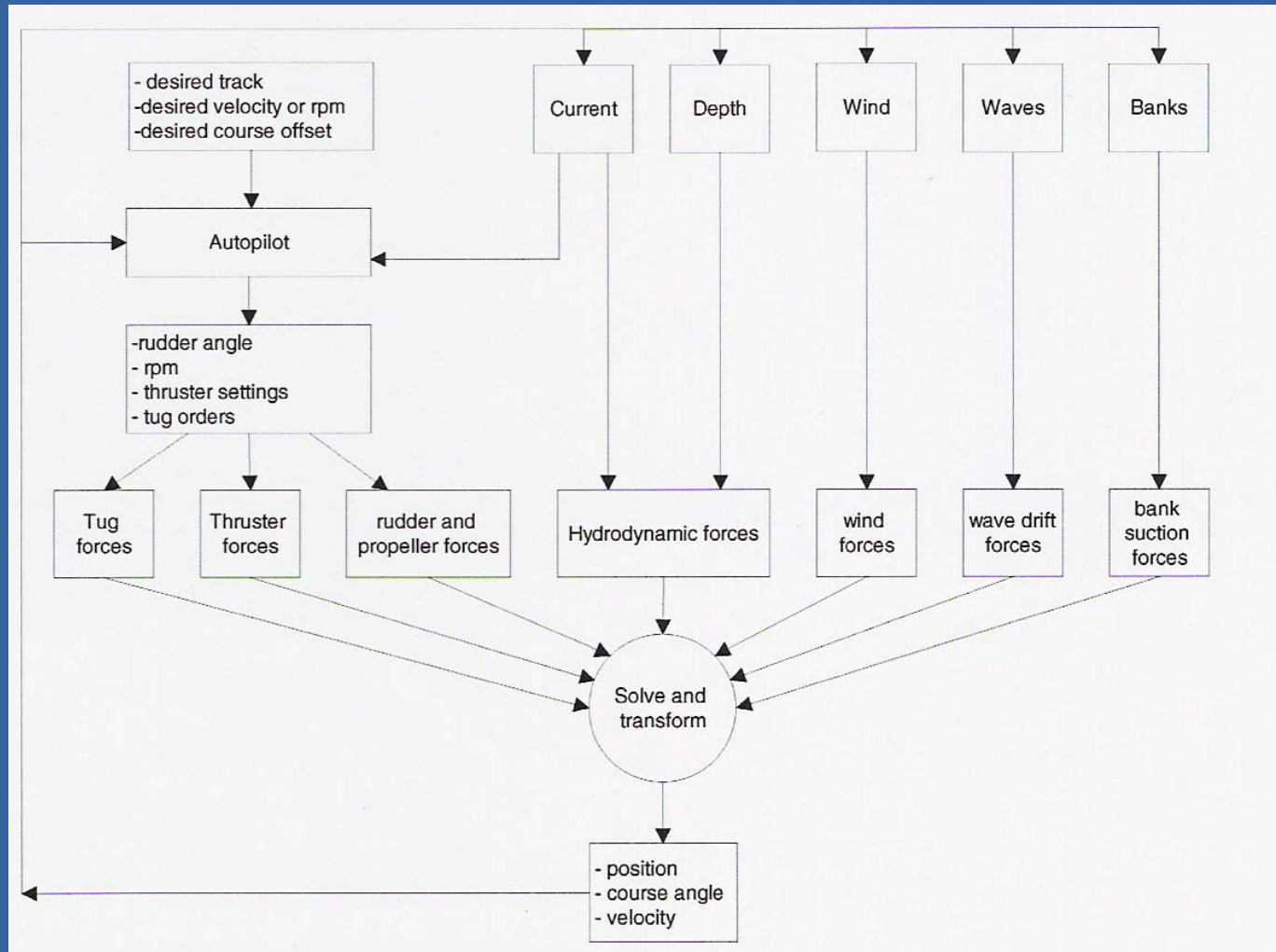
with:

- Δu the forward velocity deviation;
- u the forward velocity;
- L_{pp} the shiplength;
- AD the anticipation distance



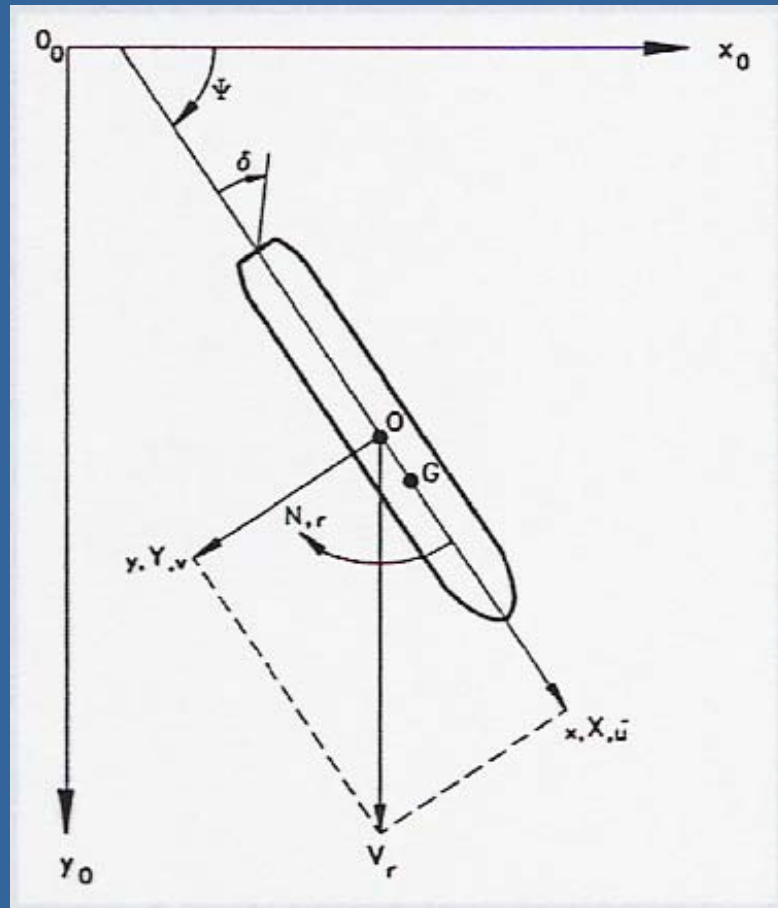
Diseño de Vías Navegables

- Iteración Matemática (Modelo de Arkowitz 1964)



Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo (segunda ley de Newton)



$$X_o = m \cdot \ddot{x}_{oG}$$

$$Y_o = m \cdot \ddot{y}_{oG}$$

$$N = I_{zz} \ddot{\psi}$$

$$X = m (\dot{u} - vr - x_G r^2)$$

$$Y = m (\dot{v} - ur - x_G \dot{r})$$

$$N = I_{zz} \dot{r} + m x_G (\dot{v} + ur)$$

$$m(\dot{u} - vr - x_G r^2) =$$

$$X_{hull} + X_{screw} + X_{rudder} + X_{wind} + X_{waves} + X_{bank\ suct.} + X_{tugs}$$

$$m(\dot{v} + ur + x_G \dot{r}) =$$

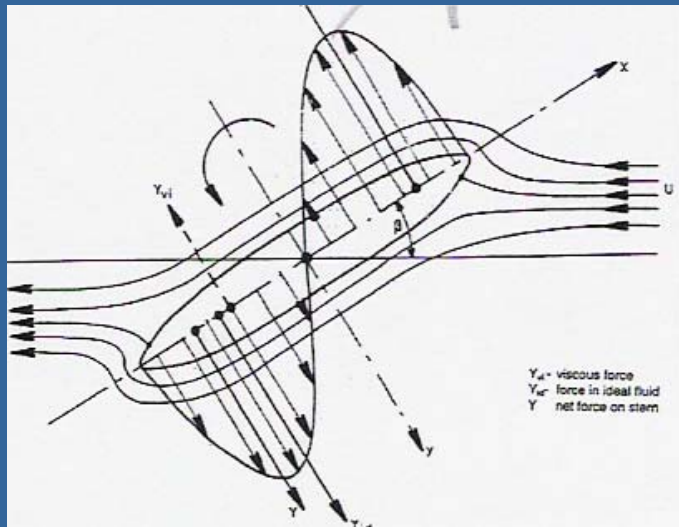
$$Y_{hull} + Y_{screw} + Y_{rudder} + Y_{wind} + Y_{waves} + N_{bank\ suct.} + Y_{tugs}$$

$$I_{zz} \dot{r} + m x_G (\dot{v} + ru) =$$

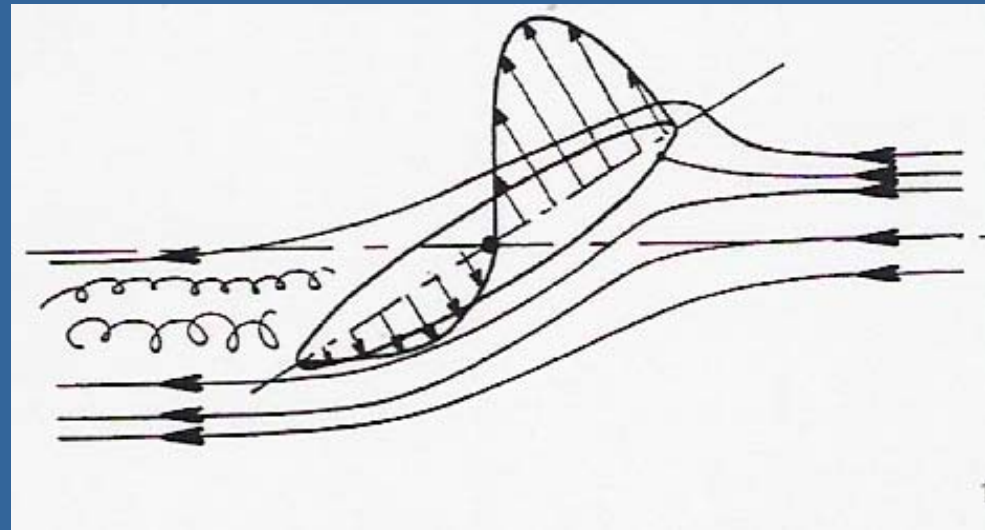
$$N_{hull} + N_{screw} + N_{rudder} + N_{wind} + N_{waves} + N_{bank\ suct.} + N_{tugs}$$

Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo
- Influencia de la corriente



Fluido ideal



Fluido viscoso

Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo

$$F_L = \frac{1}{2} \rho C_L(\beta) L T V_s^2$$

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_D(\beta) L T V_s^2$$

$$C_L = a \beta$$

$$C_D = b + c \beta^2$$

$$X = F_L \sin \beta - F_D \cos \beta$$

$$Y = F_L \cos \beta + F_D \sin \beta$$

$$X \approx \frac{1}{2} \rho L T V_s^2 (-b + (a - c) \beta^2) \approx \frac{1}{2} \rho L T \{-b u^2 + (a - c) v^2\}$$

$$Y \approx \frac{1}{2} \rho L T V_s^2 ((a + b) \beta + c \beta^3) \approx \frac{1}{2} \rho L T \{(a + b) u v + c \frac{v^3}{V_s}\}$$

or

$$X = X_{uu} u^2 + X_{vv} v^2$$

and

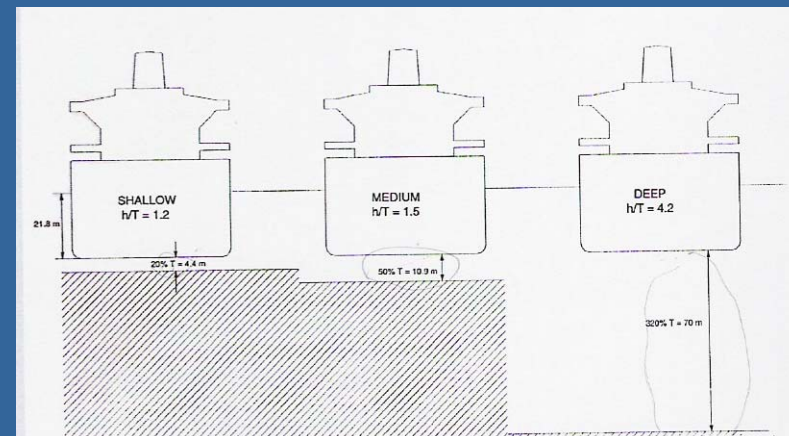
$$Y = Y_{uv} uv + Y_{vvv} / V_s v^3 / V_s$$

$$X(u, v, r) = X_{uu} u^2 + X_{vv} v^2 + X_{rr} r^2 + X_{vr} vr$$

$$Y(u, v, r) = Y_{uv} uv + Y_{v|v|} |v| |v| + Y_{ur} ur + Y_{r|r|} |r| |r| + Y_{v|r|} |v| |r| + Y_{r|v|} |r| |v| + Y_{vvv} v^3 / V_s + Y_{rrr} r^3 / V_s + Y_{vrr} v r r / V_s + Y_{rvv} r v v / V_s$$

$$N(u, v, r) = N_{uv} uv + N_{v|v|} |v| |v| + N_{ur} ur + N_{r|r|} |r| |r| + N_{v|r|} |v| |r| + N_{r|v|} |r| |v| + N_{vvv} v^3 / V_s + N_{rrr} r^3 / V_s + N_{vrr} v r r / V_s + N_{rvv} r v v / V_s$$

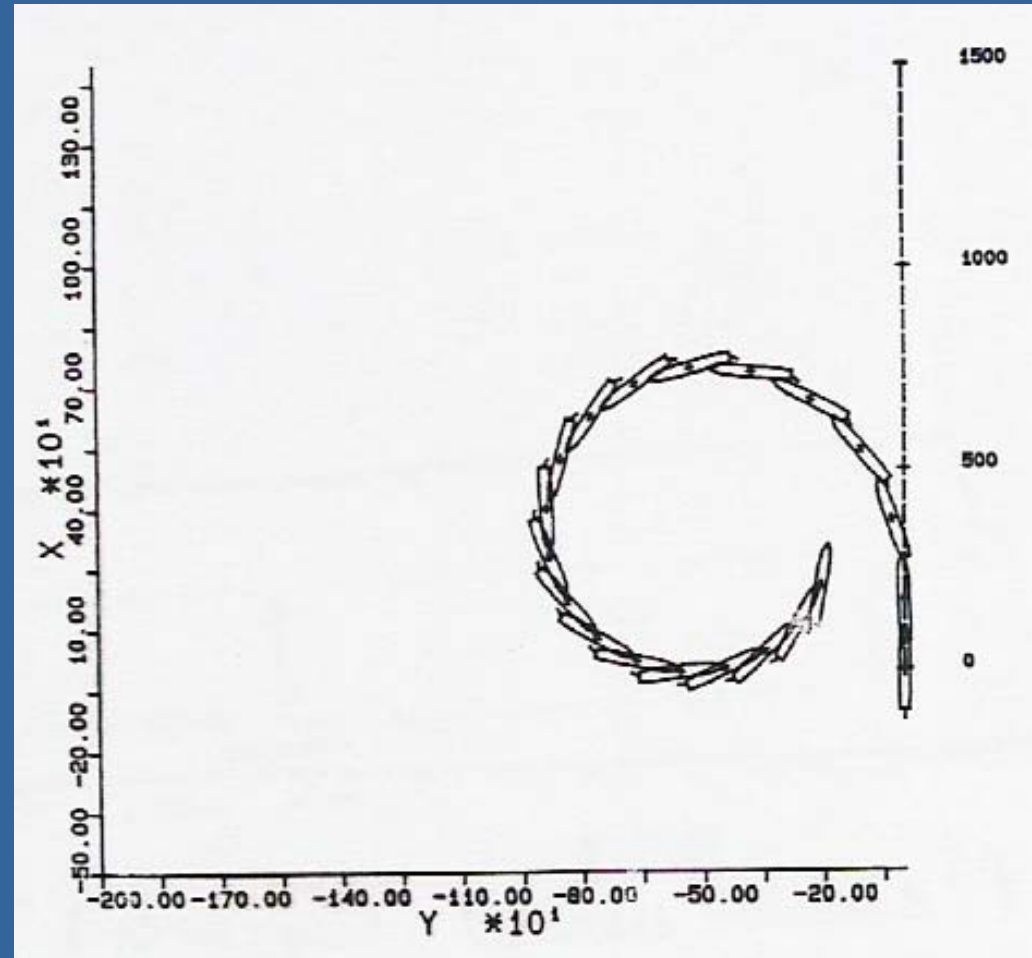
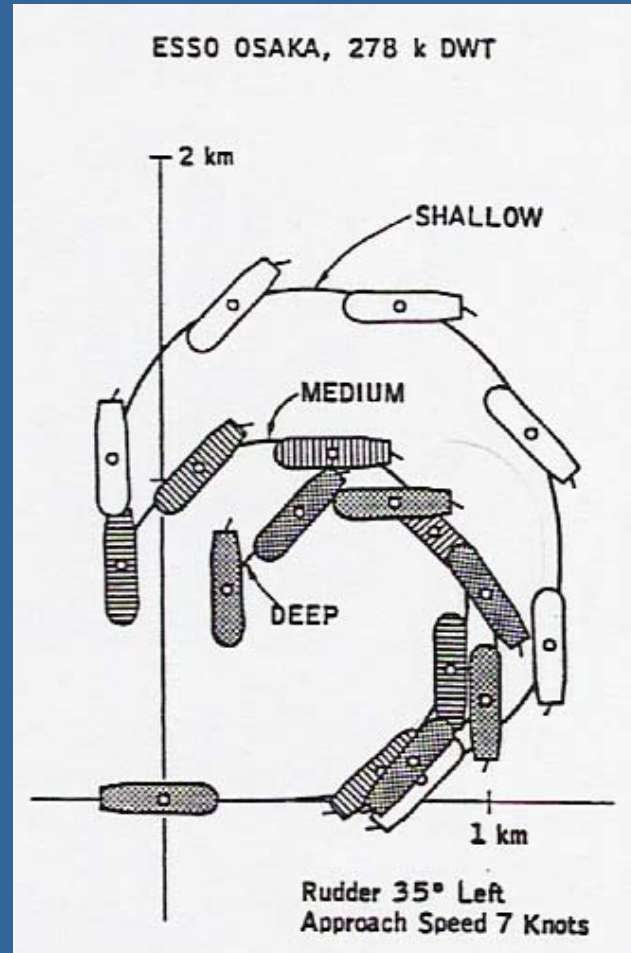
Bernoulli (presión y succión)



Coeficientes obtenidos de modelos físicos

Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo (validación de los coeficientes)



Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo
- Corriente

Viento

$$u_r = u - u_c$$

$$v_r = v - v_c$$

$$r_r = r - r_c$$

$$\dot{u}_r = \dot{u} - \dot{u}_c$$

$$\dot{v}_r = \dot{v} - \dot{v}_c$$

$$\dot{r}_r = \dot{r} - \dot{r}_c$$

$$u_c = \frac{1}{L} \int_{-\frac{1}{2}L}^{\frac{1}{2}L} u_c(x) dx$$

$$v_c = \frac{1}{L} \int_{-\frac{1}{2}L}^{\frac{1}{2}L} v_c(x) dx$$

$$r_c = \frac{12}{L^3} \int_{-\frac{1}{2}L}^{\frac{1}{2}L} v_c(x) x dx$$

$$X_{wind} = \frac{1}{2} \rho_a V_{rw}^2 \cdot C_{xw}(u) A_{wx}$$

$$Y_{wind} = \frac{1}{2} \rho_a V_{rw}^2 \cdot C_{yw}(u) A_{wy}$$

$$N_{wind} = \frac{1}{2} \rho_a V_{rw}^2 \cdot C_{nw}(u) A_{wy} \cdot L$$

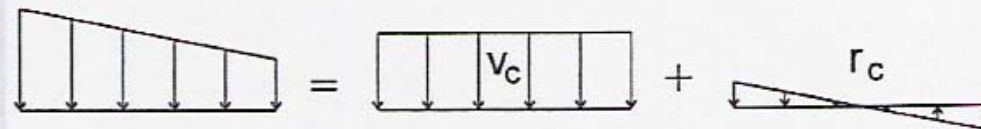
$$V_w(t) = (1 + gust) \bar{V}_w$$

$$X_{waves} = H_{\frac{1}{3}}^2 \cdot C_{xg}(\alpha)$$

$$y_{waves} = H_{\frac{1}{3}}^2 \cdot C_{yg}(\alpha)$$

$$N_{waves} = H_{\frac{1}{3}}^2 \cdot C_{ng}(\alpha)$$

$$(m - X_{\dot{u}})\dot{u} - mvr - x_G r^2 = f_X(u - u_c, v - v_c, r - r_c, -\dot{u}_c, \delta, n; h)$$



Diseño de Vías Navegables

- Teoría del modelo

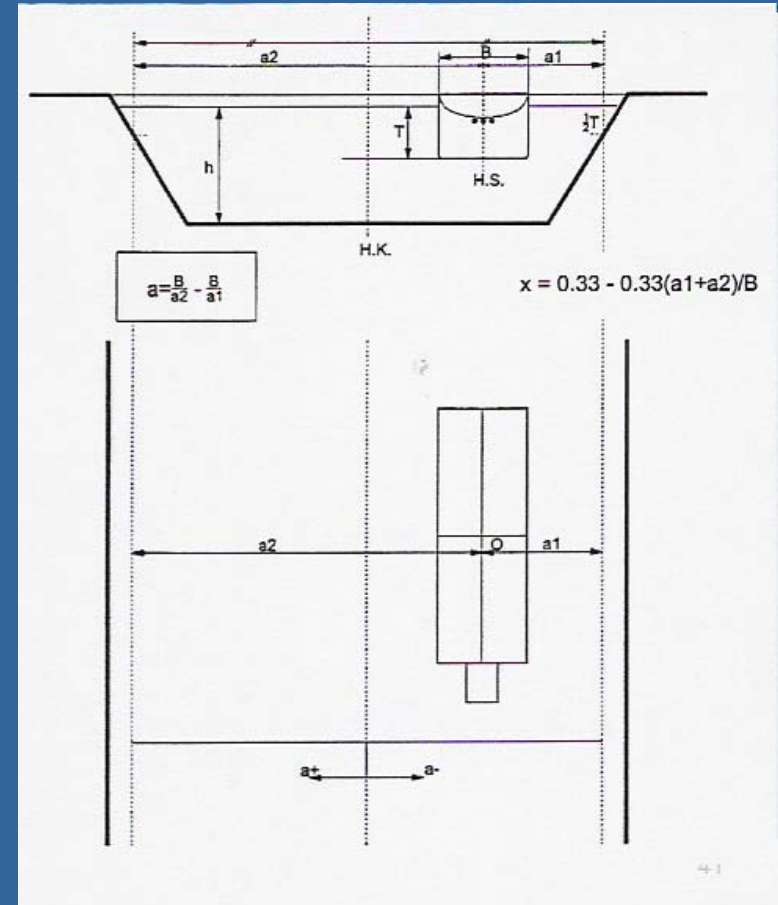
- Succión de bancos

$$X_{suc} = X_{uvx/bm} U^3 / ((a1+a2) \cdot h) + X_{u|v|B/tr} U|V|B / (a1+a2)$$

$$Y_{suc} = Y_{uvx} uvx + Y_{auu} au^2 + Y_{aaaau} a^3u^2 + Y_{aauv} a^2uv$$

$$N_{suc} = N_{uvx} uvx + N_{auu} au^2 + N_{aaaau} a^3u^2 + N_{aauv} a^2uv$$

- Coeficientes de modelo físico

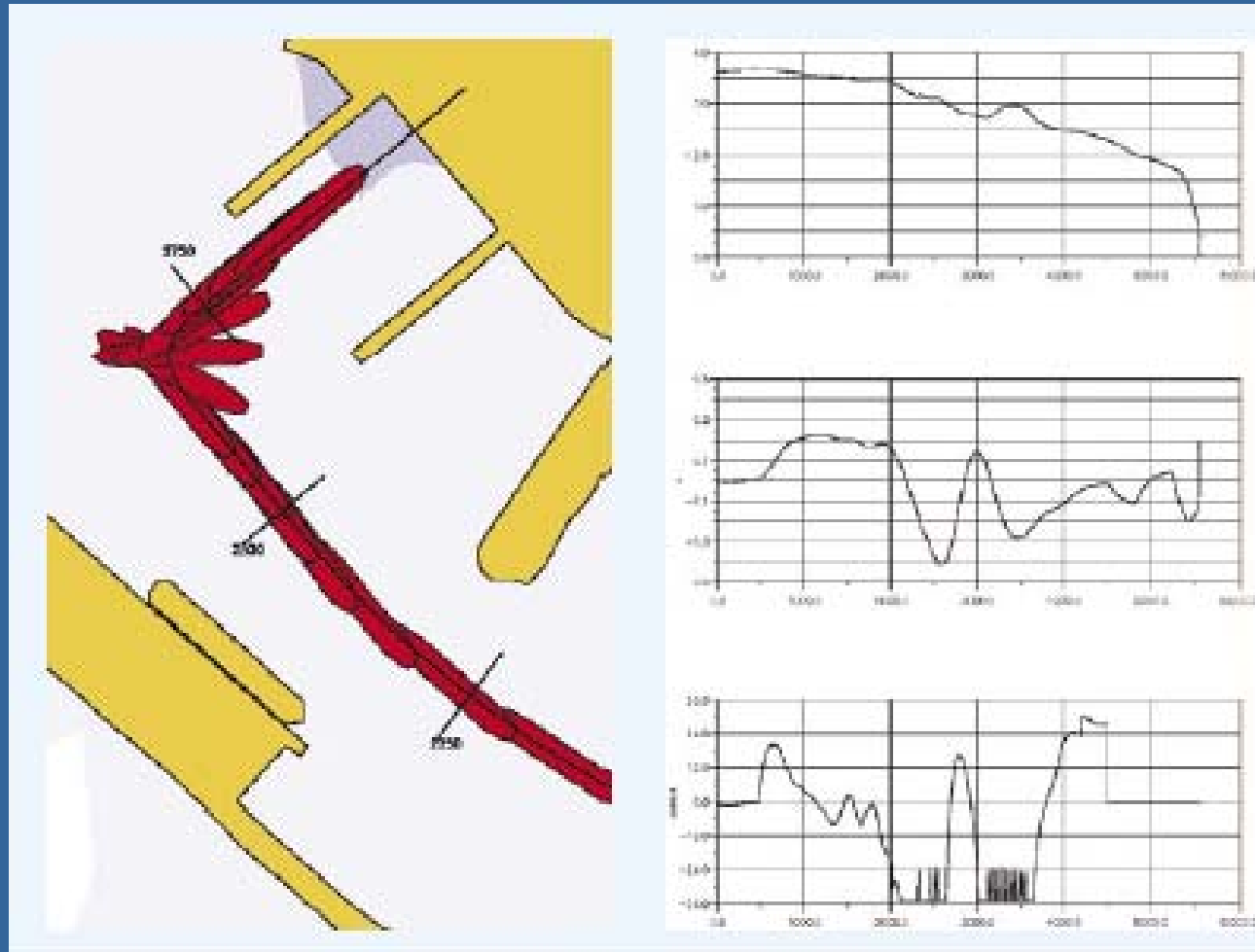


Diseño de Vías Navegables

- **Análisis y Presentación de las corridas**
- **Criterios de Análisis**
 - Swept path
 - Distancia de paso con respecto a buques amarrados
 - Distancia de paso a bancos, boyas, etc
 - Control del buque
 - Precisión en la maniobra
 - Precisión en la ubicación

Diseño de Vías Navegables

- Resultados



Diseño de Vías Navegables

- Resultados

