

Tema 11

Determinación de la profundidad del canal

Versión 1.0

Bibliografía

- PIANC – “Underkeel clearance for large ships in maritime fairways with hard bottom” – Supplement to Bulletin N° 51 – 1985 –
- Vlemmix W et al. 1985 “Reception and discharge of very large coal carriers” PIANC 26 Int Nav Congress Section II Subject 1
- “Probability assessment for deep-draft navigation channel design” Michael J. Briggs, Leon E. Borgman, Eivind Bratteland

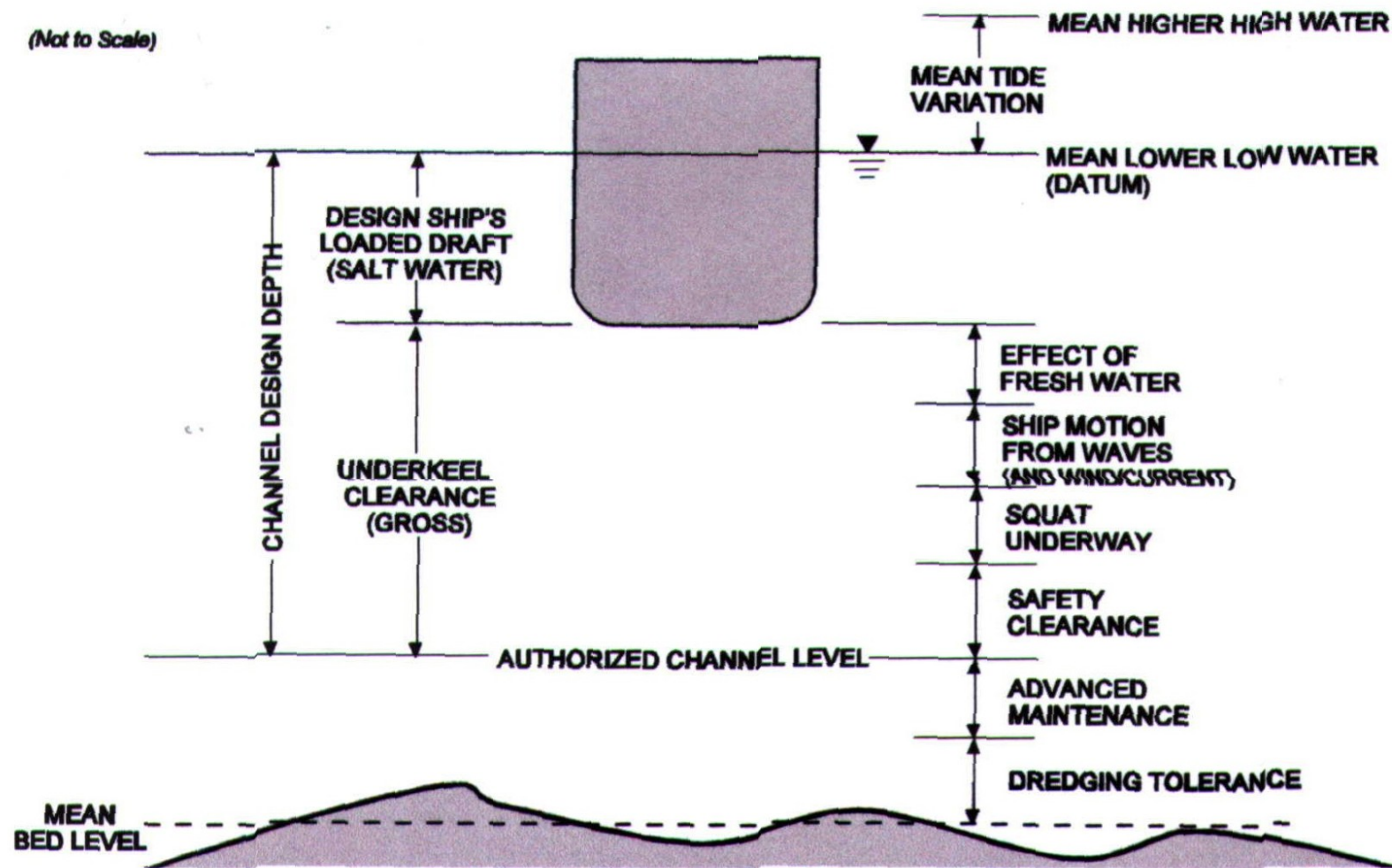
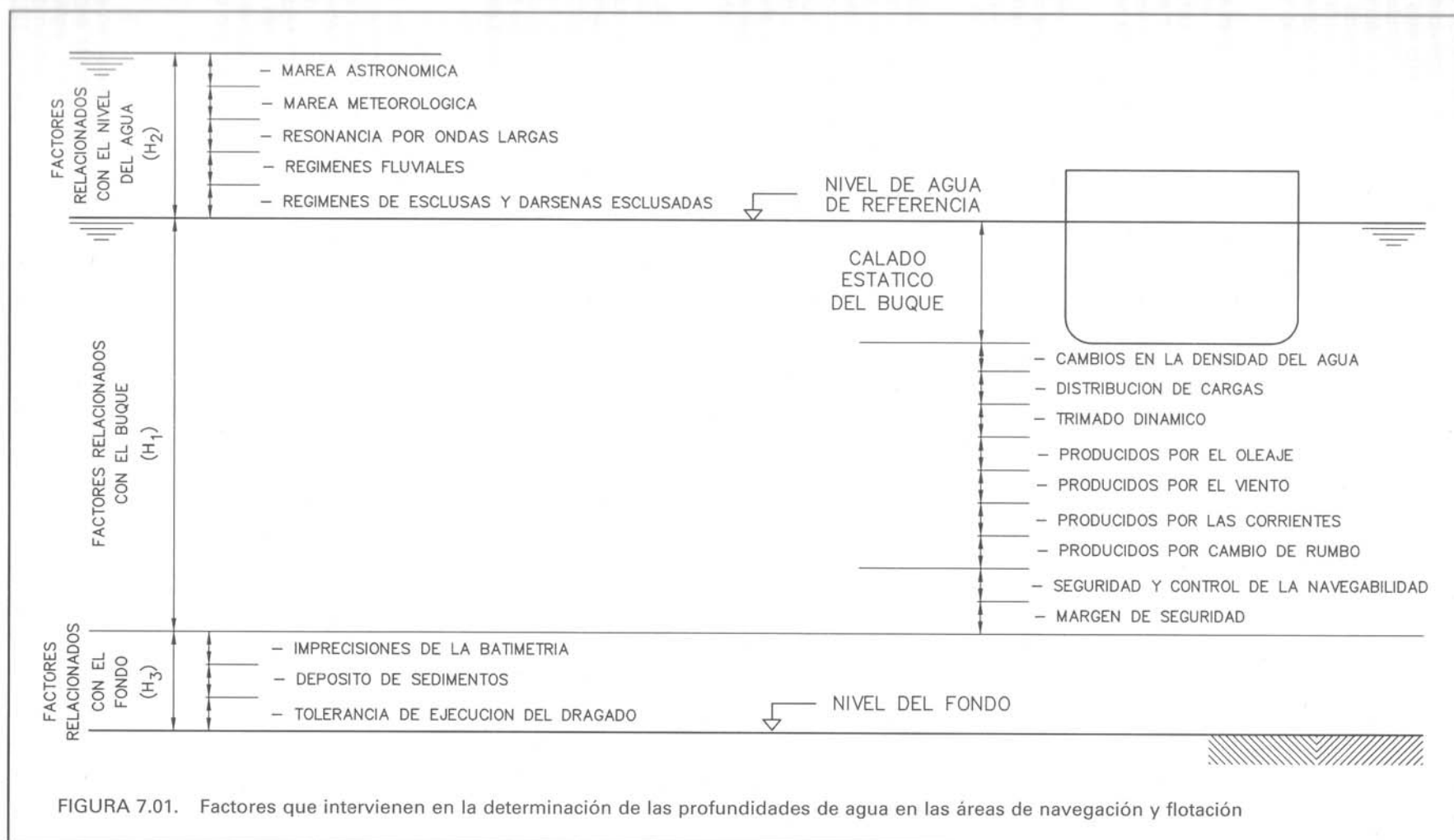
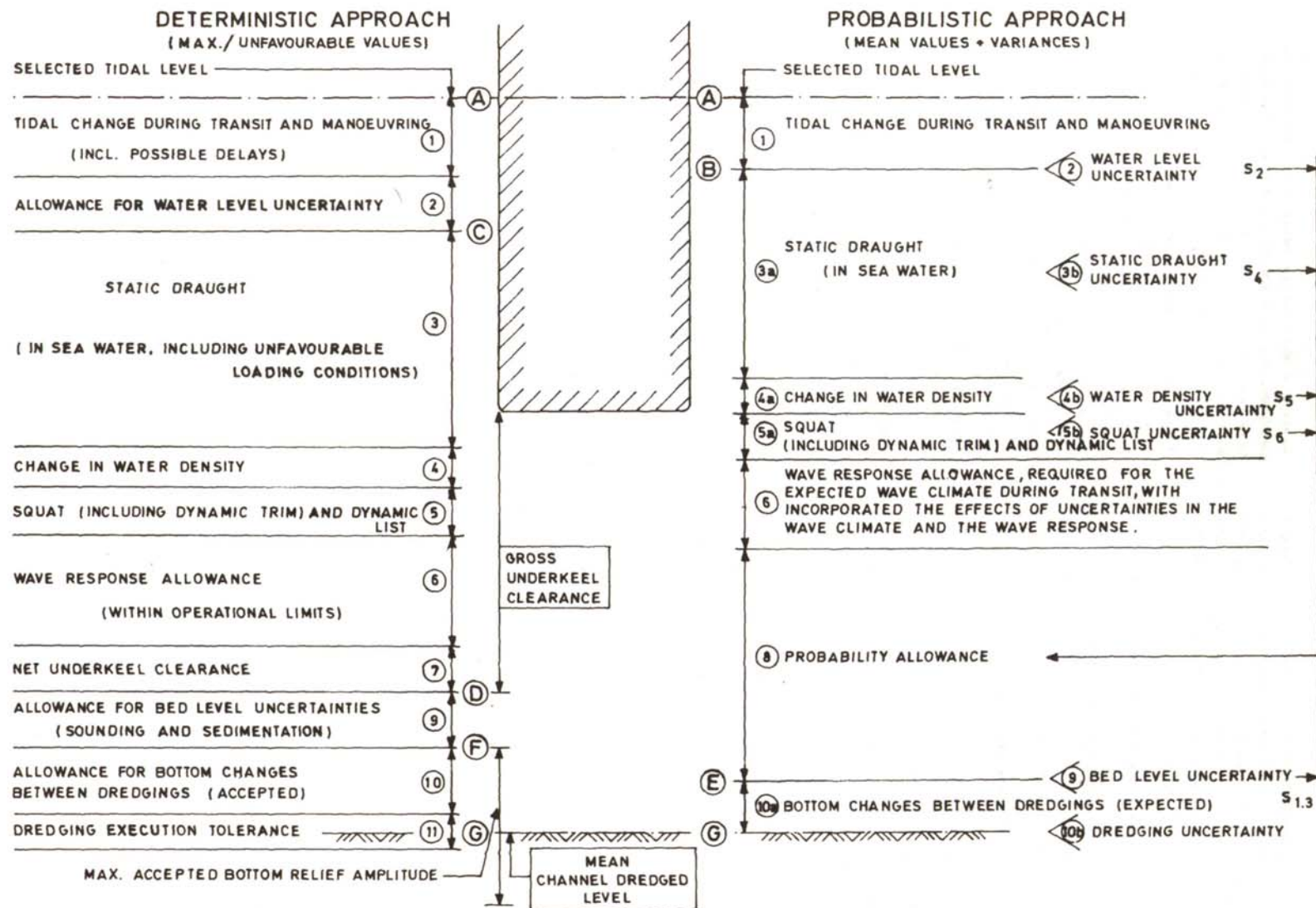


Figure 2.2. Typical Allowances for Channel Depth (from [3]).

Factores involucrados en la determinación de las profundidades de agua en las áreas de navegación y flotación





SYNOPSIS OF DETERMINISTIC AND PROBABILISTIC APPROACH

Revancha bajo quilla

- Para que un buque pueda navegar en condiciones de seguridad tiene que tener una revancha adecuada (clearance) bajo la quilla
- En el diseño y operación de buques y en el diseño y operación de puertos y vías navegables la determinación de la revancha bajo quilla constituye una consideración muy importante tanto desde el punto de vista económico como de seguridad
- Revancha bajo quilla (UKC=Under Keel Clearance) se define como la distancia entre el casco del barco y el lecho del canal.
- La revancha bajo quilla necesaria depende de una serie de factores que están relacionados con el buque, con el fondo del canal y con los niveles de agua
- Ver Figura – Nivel de agua de referencia – calado estático en agua de mar – nivel de fondo nominal = UKC bruto

Niveles de agua de referencia

- Se define primero el nivel de agua disponible por la condición de marea elegida (Ver Características Físicas)
- Se tienen en cuenta (se descuentan) los siguientes efectos
 - Variación de los niveles de marea durante el tránsito en el canal
 - Incertidumbre del momento de iniciar la navegación (p.ej “ horas antes de la creciente)
 - Incertidumbre del tiempo requerido para efectuar el tránsito
 - Posibilidad de condiciones meteorológicas desfavorables
 - Falta de precisión en el pronóstico de niveles
- Se llega así al nivel de agua de referencia . Ojo. Este nivel es diferente al Chart Datum

Nivel de fondo nominal

- Es el nivel por encima del cual no se deben encontrar obstáculos a la navegación.
- El nivel real del fondo se encuentra mas abajo. Incluye los siguientes factores:
 - Imprecisión de los sondeos
 - Tolerancia del dragado
 - Reserva para sedimentación entre campañas de dragado
 - Dunas de fondo (Formas de fondo)

Revancha bajo quilla bruta

- La revancha bajo quilla bruta incluye todos los factores relacionados con el buque (menos el calado estático) a saber:
 - Incremento de calado por efecto de la carga no uniforme del barco (trim and list angle) asiento longitudinal y transversal
 - Squat
 - Respuesta al viento y a las olas
 - Un margen de seguridad (UKC net)

Revancha bajo quilla neta

- Revancha bajo quilla neta es (en el enfoque determinístico el mínimo margen que queda entre el nivel de fondo nominal y la quilla del buque en la posición más desfavorable bajo condiciones de diseño. Si todos los elementos incluidos en la revancha bajo quilla bruta tienen asignados valores máximos, entonces, la revancha bajo quilla neta puede considerarse como un factor de seguridad adicional
- Este análisis también puede realizarse asignando distribuciones de probabilidad a las variables.

Calado estático:

- En aguas calmas la carga determina el calado del buque (en cada punto de la quilla). La distribución de la carga determina el asiento (*trim*) y la escora (*list*)
 - El calado estático depende de la salinidad (densidad) del agua
 - Calado, asiento (*trim*) y escora (*list*) cambian durante el viaje debido al consumo de combustible o transferencia de líquidos.
 - En los estuarios es importante tener en cuenta los cambios de salinidad ya que el calado aumenta entrando y disminuye saliendo.
 - El calado se mide a proa, a popa y a mitad del barco.
 - Al margen de si el calado se obtiene por observación o por cálculo, el valor obtenido incluye siempre un determinado error

Squat

- Se define como un hundimiento del buque relativo al nivel de agua original no perturbado causado por el movimiento del buque a una determinada velocidad. Incluye el hundimiento vertical del buque y el asiento (trim) de navegación.
 - La historia del desarrollo teórico se puede consultar en UKC
- Este tema se desarrolla en detalle en una clase posterior

Movimientos del buque

- Los movimientos del buque producidos por la acción del oleaje se tratan en detalle en una clase posterior

Secciones del canal

- Al usar cualquier procedimiento es útil dividir el área en estudio en secciones geográficas donde las condiciones son aproximadamente semejantes. Por ejemplo, un puerto típico protegido puede ser dividido en el canal de acceso exterior, la zona protegida del canal, el círculo de maniobra y la zona de muelles.
- Pueden incluso presentarse áreas que por sus condiciones naturales no presenten problemas de revancha bajo quilla, como son por ejemplo, zonas naturalmente profundas del canal
- Hay dos métodos de cálculo de la revancha bajo quilla: método determinístico y método probabilístico.

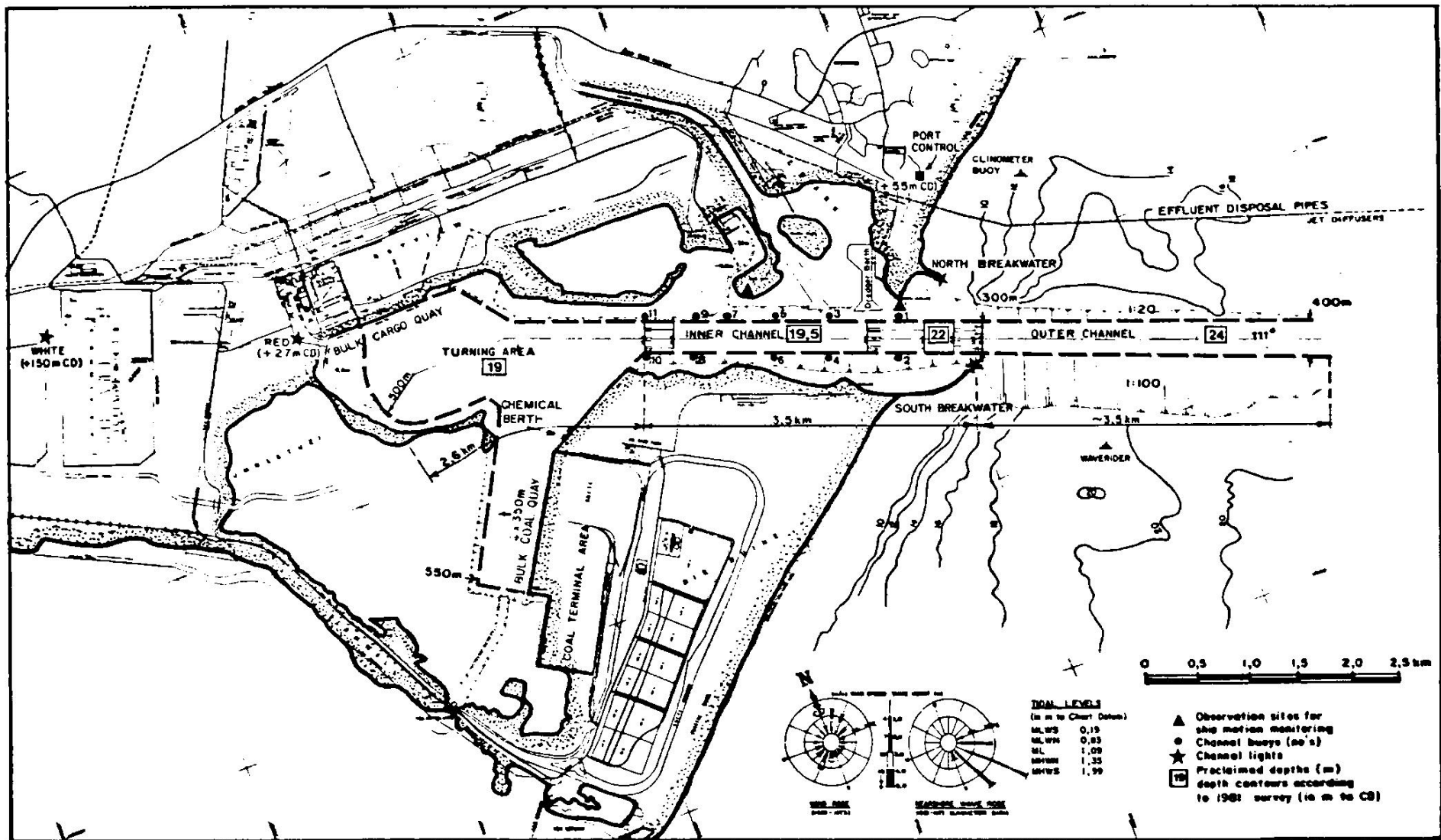


Fig. 3 RICHARDS BAY HARBOUR LAYOUT

Aspectos económicos

- Los aspectos vinculados con los aspectos económicos del canal son:
 - El nivel de fondo del canal
 - El calado con el puede entrar el buque
 - El downtime del puerto
- La maniobrabilidad del buque está asociada a la revancha bajo quilla. Cuando disminuye de un cierto valor se pierde la maniobrabilidad. Por eso se llama “margen de maniobrabilidad”
- Las incertidumbres de los datos incrementan la revancha bajo quilla. Por ejemplo, si se dispone de un sistema que informe los niveles de agua reales a lo largo del canal se elimina la incertidumbre acerca de los niveles de agua lo que permite ampliar la ventana de marea.

Condiciones de borde

- Igualmente el conocimiento de las profundidades con relevamientos recientes y eventuales sobre profundizaciones.
- En el método determinístico el margen de seguridad aplicado es la revancha bajo quilla neta mínima, cuando se dan el resto de los factores de acuerdo al cálculo efectuado. Icorels recomienda un valor mínimo de 0,50 m y sugiere valores de 1,0 m cuando las consecuencias de tocar el fondo son graves. Por ejemplo, en el caso de fondo de rocas
- Se acepta que inaccuracies, uncertainties, errors and variations están incluidas en los valores determinados para cada factor.
- Hay que definir 4 condiciones de borde
 - Nivel de agua de referencia
 - Nivel nominal del fondo
 - Condiciones operativas límites
 - Calado del buque/Velocidades de tránsito

Relación profundidad/calado (h/T)

- PIANC recomienda para el análisis expeditivo utilizar este criterio
- Una forma simple para tener en cuenta el squat, el calado y las incertidumbres de sondajes y también tener un margen de seguridad es establecer un valor mínimo de la relación h/T
- Para los cálculos preliminares es necesario establecer un valor de la relación h/T . Se elige un valor mínimo. En muchos lugares del mundo un valor $h/T=1,10$ es aceptable si bien se encuentran valores de 1,15. Estos valores son para aguas calmas. Si el canal está sujeto a la acción del oleaje el valor a utilizar es del orden de 1,30
- A medida que h/T se aproxima a 1, el buque es cada vez mas estable direccionalmente y por lo tanto su respuesta es cada vez mas lenta. Para tener este aspecto en cuenta se aumenta el ancho.

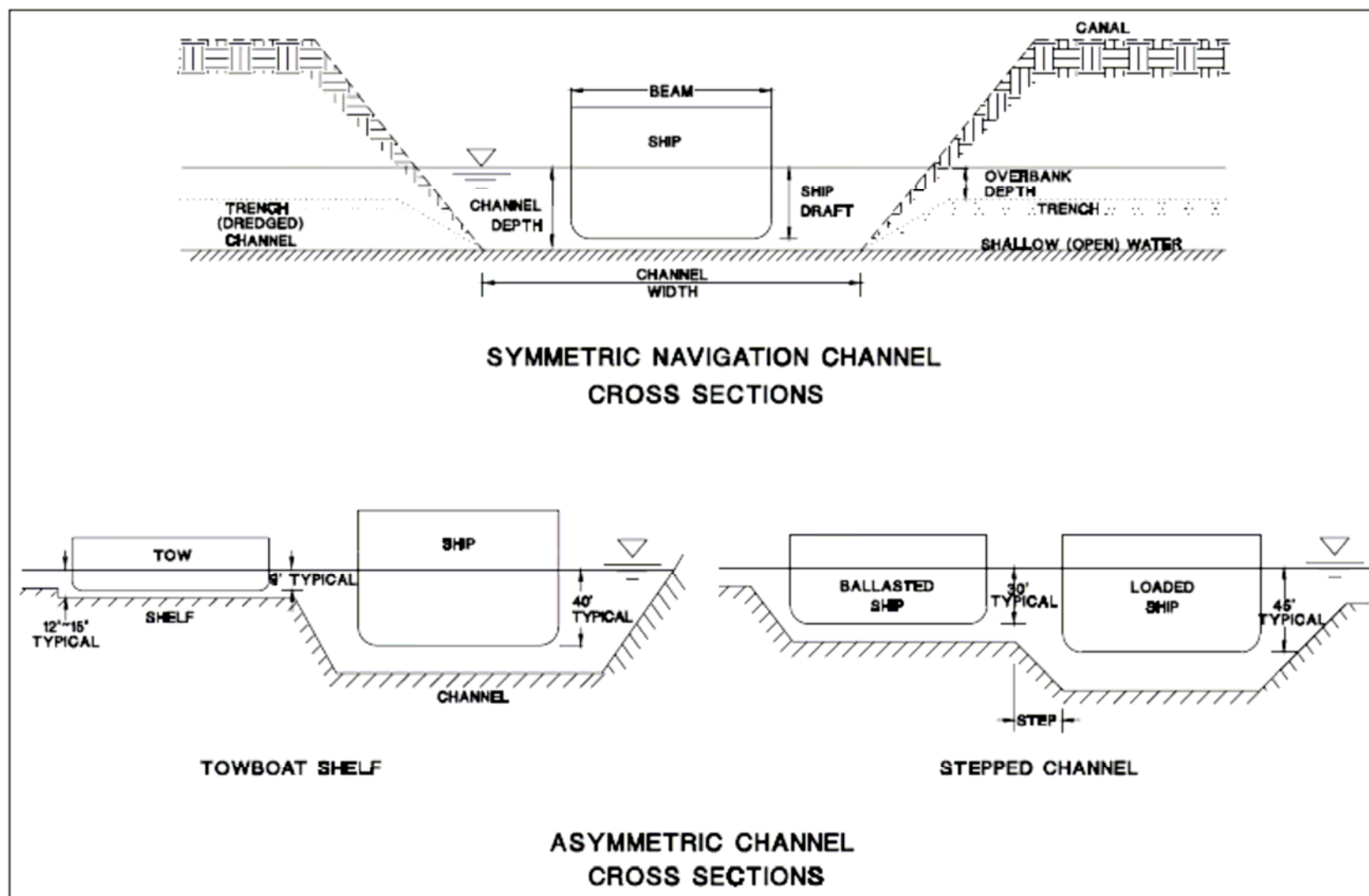


Figure 6-4. Channel cross sections

NETS

- Tide Cycle Analysis & Underkeel Clearance (UKC) Verification
programm Ver Fact sheet adjunta