

# INTRODUCCIÓN DEL PROGRAMA POSEIDÓN EN EL DISEÑO y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS NAVALES

M. Salas<sup>1</sup> [msalas@uach.cl](mailto:msalas@uach.cl), C. Del Río<sup>1</sup>, M. Hesse<sup>2</sup>, V. Bertram<sup>2</sup> and B. Castro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Navales y Marítimas, Universidad Austral de Chile.

<sup>2</sup> Germanischer Lloyd, Hamburgo

## RESUMEN

El presente trabajo muestra aplicaciones del programa POSEIDON, desarrollado por el Germanischer Lloyd, en el diseño y cálculo de Estructuras Navales en la carrera de Ingeniería Naval de la Universidad Austral de Chile. Para facilitar los cálculos involucrados en el diseño estructural, este software permite diseñar la estructura de un buque gráficamente, para tal se cuenta con plantillas apropiadas para buques característicos, tales como petroleros, bulk carriers o portacontenedores, también se puede generar otro tipo de buque según la necesidad del diseñador. Una vez generadas las estructuras, es decir planchas y refuerzos con sus respectivas dimensiones, es posible comparar de forma automática el escantillonado con los requerimientos mínimos de las reglas de clasificación. La relativa rapidez con que puede realizarse esta comprobación hace de POSEIDON una herramienta muy efectiva para optimizar las estructuras.

## 1. INTRODUCCIÓN

Poseidón está diseñado para apoyar el cálculo de estructuras de buques, durante el diseño y proceso de construcción. El criterio de escantillonado, es decir, el cálculo de las dimensiones necesarias y materiales, se basa en el reglamento de Clasificación y Construcción de Buques del Germanischer Lloyd, además pueden realizarse cálculos basados en el Método de Elementos Finitos. Ambos procedimientos utilizan la misma estructura y descripciones de las cargas.

Poseidon puede usarse, como un programa independiente o en combinación con programas de terceros, en el diseño de buques especializados. El programa es capaz de acelerar significativamente la fase preliminar de diseño estructural de los buques y conduce a una mejora del casco y la seguridad estructural. Además de ahorro de tiempo y mejora de la

calidad, Poseidon también permite la evaluación de diversas variaciones en el diseño, aspectos económicos, así como la utilización óptima de los materiales y la identificación de las zonas críticas de la estructura.

El programa también puede usarse en reparaciones navales o para realizar una evaluación de la condición de un buque en servicio basado en los valores de espesores en la vida útil esperada de la nave.

## **2. PROCEDIMIENTO DE ESCANTILLONADO**

Primeramente se deben definir las dimensiones principales, el tipo de barco, el sistema de construcción y la distribución de volúmenes, con esos datos se puede ingresar al programa y calcular espesores de planchas, refuerzos, mamparos, etc.

Para modelar la cuaderna maestra se puede utilizar una plantilla integrada del programa, esta plantilla presta una asistencia para escantillonar tres tipos de buques: Bulk Carriers, Portacontenedores y Buques Tanque. Ingresando las dimensiones requeridas por el programa y los datos característicos correspondientes del buque a diseñar, la herramienta entrega una sección típica con los elementos transversales y longitudinales correspondientes, además de refuerzos y aligeramientos. Para el caso de otros buques se puede generar la estructura ingresando la cuaderna típica del buque a diseñar.

En el diseño de la cuaderna maestra y cuerpo paralelo si lo hubiere, se puede realizar la modelación de los tipos de refuerzos, identificación de elementos, geometría y por último aberturas. Este método cumple una función extraordinaria ya que disminuye notablemente los tiempos de modelación, pudiéndose concentrar los esfuerzos en verificaciones diseño de detalles o en optimización estructural, sin embargo, Poseidón es un programa especializado que requiere de bastante experiencia para su correcta aplicación y máximo beneficio.

## **3. MODELACIÓN**

Uno de los primeros pasos es definir la distribución de bodegas y la sección maestra, estanques, clara de cuadernas, tipo de construcción y zona de navegación del buque a diseñar. Existen criterios de diseño particulares según las cargas a las que se encuentra sometido el buque, por ejemplo la carga en cubierta o en cada bodega, sin embargo en este trabajo solo se considerarán las cargas generales previstas para aguas tranquilas y navegación en olas.

La definición de la cantidad de bodegas, tipo de estructura, longitudinal o transversal, así como la disposición de las principales estructuras tales como quilla y vagras se hizo de acuerdo a la arquitectura naval típica del buque a diseñar, es decir no se han introducido cambios que impliquen un desvío de buques similares, aunque nada impide que se experimente con diseños que se aparten del arreglo general de los buques tradicionales.

La clara entre cuadernas se asignó usando valores comúnmente usados en los tipos de buques diseñados.

### **3.1- Modelación de Bulk Carrier**

Las directrices para el modelo estuvieron basadas en la plantilla entregada por el programa y las recomendaciones entregadas por la enciclopedia Wartsila ref. [1]. A partir de esta información se obtuvo la cuaderna maestra y configuración de refuerzos.

Se utilizó el sistema de construcción longitudinal en base a las solicitaciones de carga.

**Tabla 1: Características de Bulk Carrier**

Eslora entre perpendiculares (m)	110.4
Eslora en flotación (m)	115
Manga (m)	20
Puntal (m)	12
Calado (m)	8
Coefficiente de Block	0.8
Velocidad de servicio (kn)	12
Clara entre cuadernas (mm)	600
Cantidad de bodegas	5
Ancho escotilla de carga (m)	10
Largo de escotilla de carga (m)	12

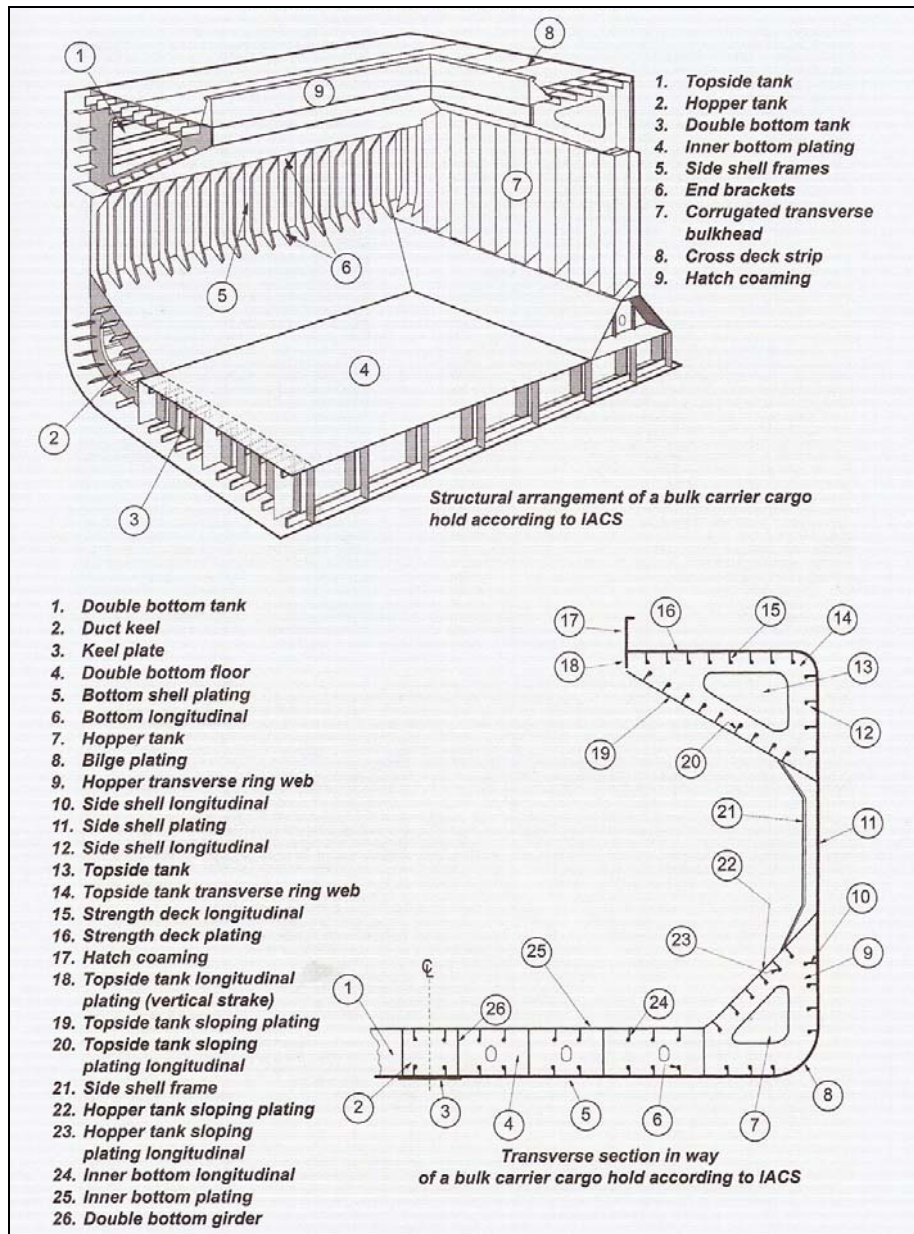


Figura 1. Sección típica para Bulk Carriers de acuerdo a IACS. Fuente ref. [1]

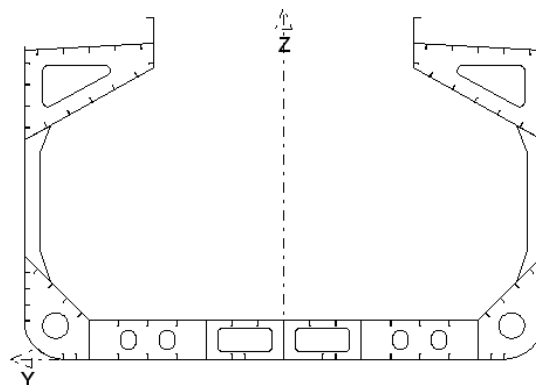


Figura 2. Cuaderna maestra diseñada con POSEIDON.

Una vez obtenida la cuaderna maestra se puede proceder a modelar todo el buque, sin embargo, debido a los fines simplemente pedagógicos de las aplicaciones del curso, la modelación se limitó al cuerpo paralelo del buque, incluyéndose también las bodegas de carga, según la capacidad de carga requerida. En las figuras 3 a 6 se aprecian las etapas de la modelación estructural.

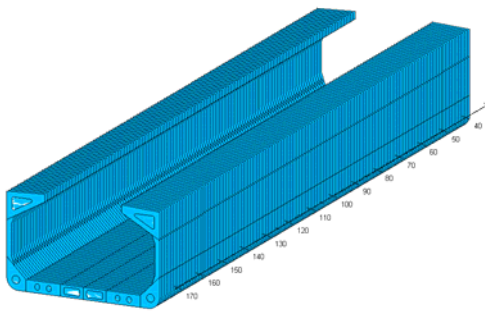


Figura 3. Cuerpo paralelo.

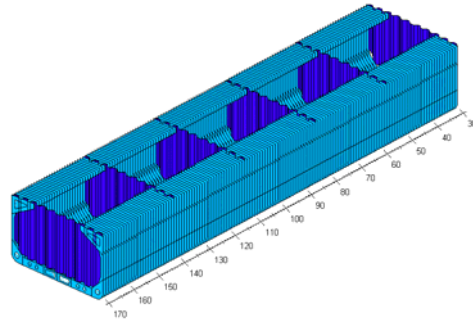


Figura 4. Distribución de bodegas.

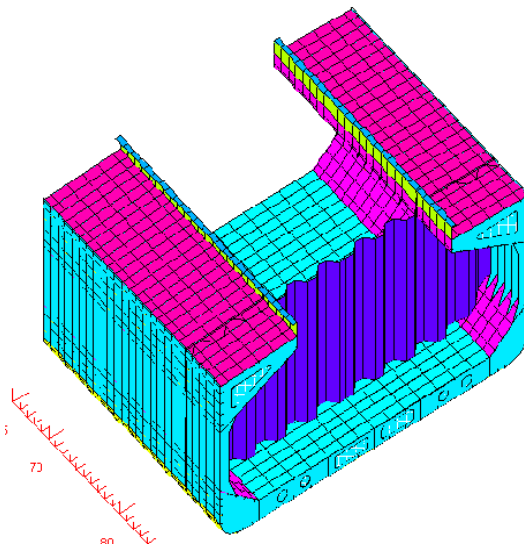


Figura 5. Bloque representativo.

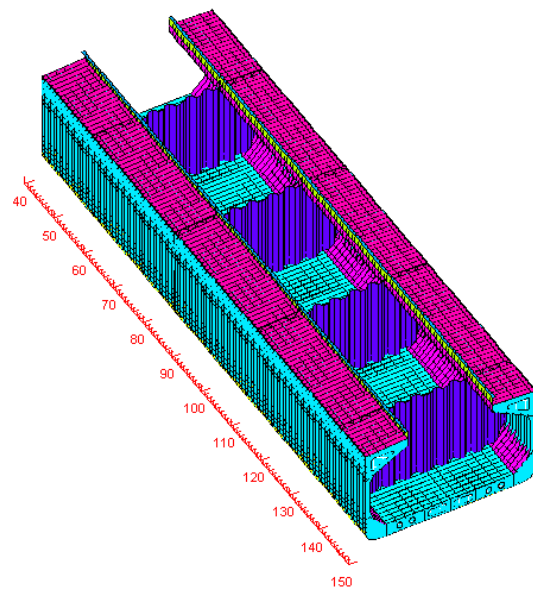


Figura 6. Bloque completo.

Una vez completa la modelación estructural se procede a aplicar las condiciones de carga según el reglamento de GL, de este modo se obtienen los espesores de plancha, y requerimientos de módulo de sección de los refuerzos, los cuales al ser comparados con los requerimientos mínimos del GL permiten optimizar la estructura mediante un proceso iterativo.

El proceso incluye la determinación de los módulos de sección en diferentes posiciones de la eslora, considerando los esfuerzos de corte y los momentos de flexión inducidos por la

combinación de los momentos en aguas calmas y en olas, según valores prescritos por el reglamento del GL. Mediante la optimización y verificación de las secciones afectadas por estos esfuerzos se logra obtener un escantillonado final.

Tabla 2: **Resultados de dimensionamiento estructural de Bulk Carrier**

Elementos longitudinales	Espesor (mm)	Refuerzos longitudinales	Tipo de refuerzo
Keel	11.5	IB	HP 60*6.0
Longitudinal girder 1	9.0	IB	HP 60*6.0
Longitudinal girder 2	9.0	Shell1	HP 180*8.0
IB	9.0	Shell1	HP 180*8.0
Hopper	11	Shell1	HP 160*7.0
Shell1	25	Hopper	HP 80*5.0
Shell2	11	Shell3	HP 100*6.0
Shell3	11	Shell3	HP 140*6.0
TOPSID	11	DK_1	HP 60*5.0
DK_1	9.0	TOPSID	HP 100*6.0
Hatchc	8.0	Mamparo corrugado	CV500*500
Hatchp	8.0		
Módulo de sección mínimo	2.081 m <sup>3</sup>	Módulo de sección obtenido	2.941 m <sup>3</sup>
Peso por sección	9.927 ton/m	Peso cuerpo total	833.8 ton

### 3.2 Modelación de Porta Contenedores

Para el cálculo de escantillonado se modeló la cuaderna maestra y posteriormente el cuerpo central del buque porta contenedores, para lo cual se empleó un sistema estructural de tipo longitudinal, la porción del buque modelado corresponde al 40% de la eslora en flotación. Esta longitud permite modelar cuatro bodegas con capacidad de 98 TEUs cada una, para lo cual se incorporaron los contenedores en el modelo, los que sirvieron de referencia en el proceso del diseño; de esta forma se buscó una distribución de la estructura y refuerzos que permitan soportar la carga de los contenedores en el espacio apropiado.

Tabla 4: Características de Buque Portacontenedores

Eslora entre perpendiculares (m)	128.64
Eslora en flotación (m)	134
Manga (m)	21
Puntal (m)	10.5
Calado (m)	6
Coefficiente de Block	0.75
Velocidad de servicio (Kn)	15
Clara entre cuadernas (mm)	765
Cantidad de bodegas	4

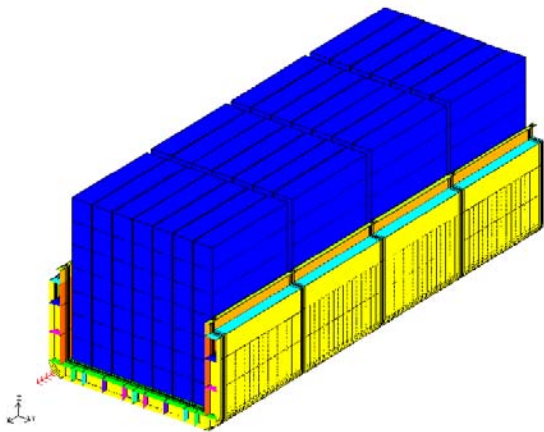


Figura 7. Disposición de contenedores.

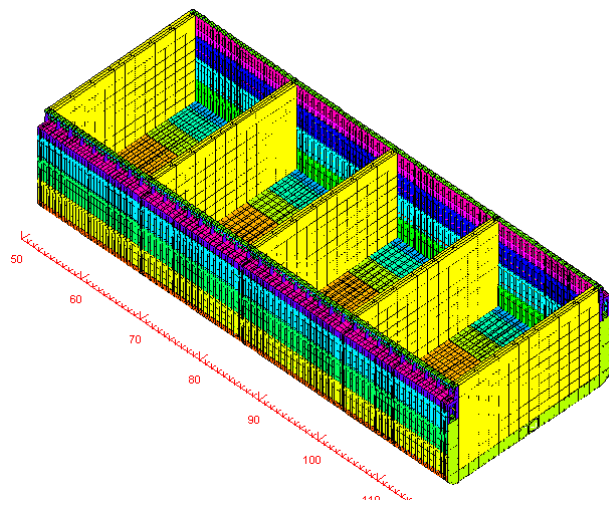


Figura 8. Distribución de bodegas.

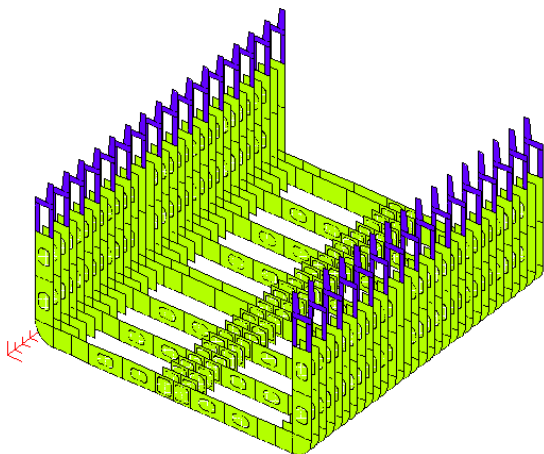


Figura 9. Detalles estructurales.

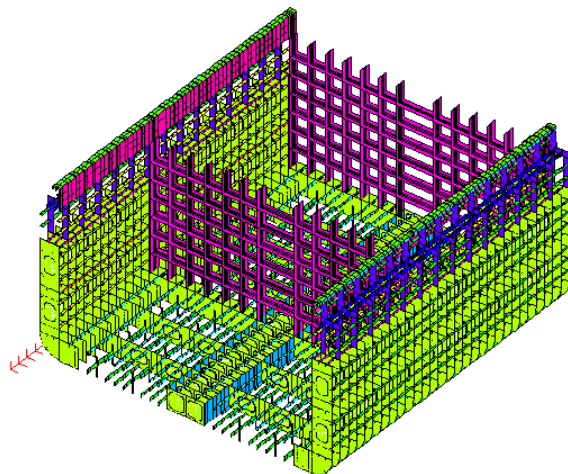


Figura 10. Detalles estructurales.

Al igual que en el caso anterior se procede, después de modelar el buque, a calcular el escantillonado. La optimización de la estructura se basó principalmente en dos criterios: los

espesores mínimos requeridos según el reglamento y el módulo de sección mínimo de acuerdo al GL.

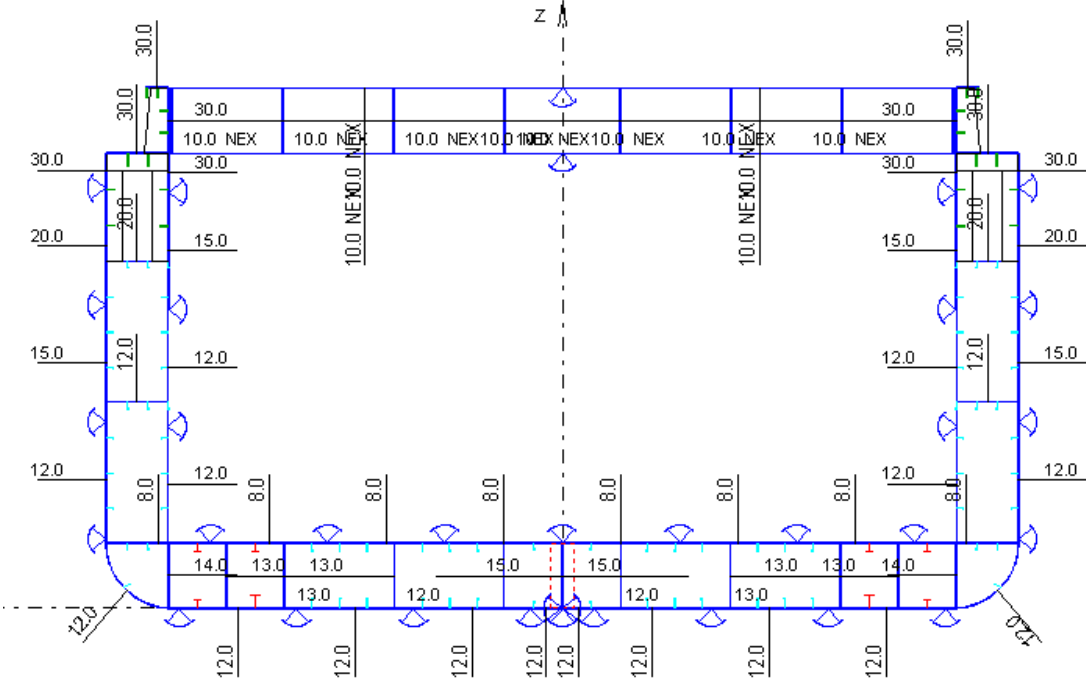


Figura 11. Espesores de planchas de portacontenedor

### 3.3.- Modelación de Buque Tanque

En este caso se dispone de una cuaderna maestra típica de un buque tanque la cual se requiere modelar y escantillonar utilizando el software de diseño naval POSEIDON, para lo cual se ha provisto de una configuración típica de clara de cuadernas, varengas y longitudinales apropiados para un sistema de construcción mixta.

Tabla 5: Características de Buque Tanque

Eslora entre perpendiculares (m)	110.4
Eslora en flotación (m)	115
Manga (m)	15.4
Puntal (m)	8
Calado (m)	5
Coefficiente de Block	0.85
Velocidad de servicio (kn)	13
Clara entre cuadernas (mm)	600
Clara entre Varengas (mm)	2400
Clara Longitudinales de fondo (mm)	625
Clara Longitudinales de costado (mm)	1600
Clara Longitudinales de Cubierta (mm)	775

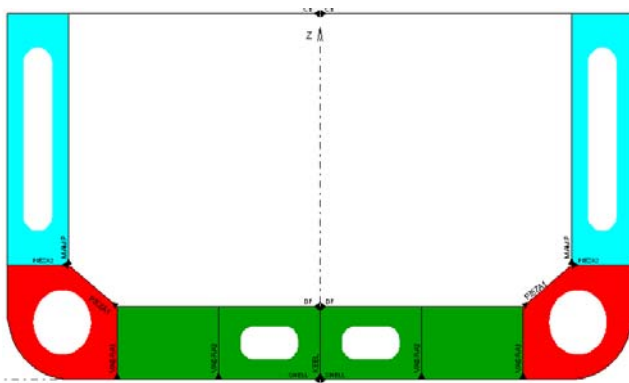


Figura 12. Cuaderna maestra POSEIDON

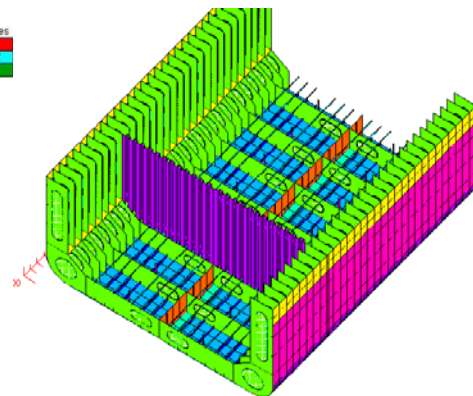


Figura 13. Detalles estructurales

La capacidad de las bodegas puede asignarse arbitrariamente según el número de mamparos dispuestos en el bloque a diseñar, en este caso, por simplicidad, se definieron dos bodegas solamente. Esto puede ser modificado sin mayor dificultad cambiando la posición de los mamparos diseñados o aumentando o disminuyendo su número

Como se puede observar en las figuras anteriores las cuadernas y elementos longitudinales primarios y secundarios se diseñaron de acuerdo a la configuración típica de un buque tanque, obteniéndose la distribución de espesores y refuerzos que se muestra en las figuras 14 y 15.

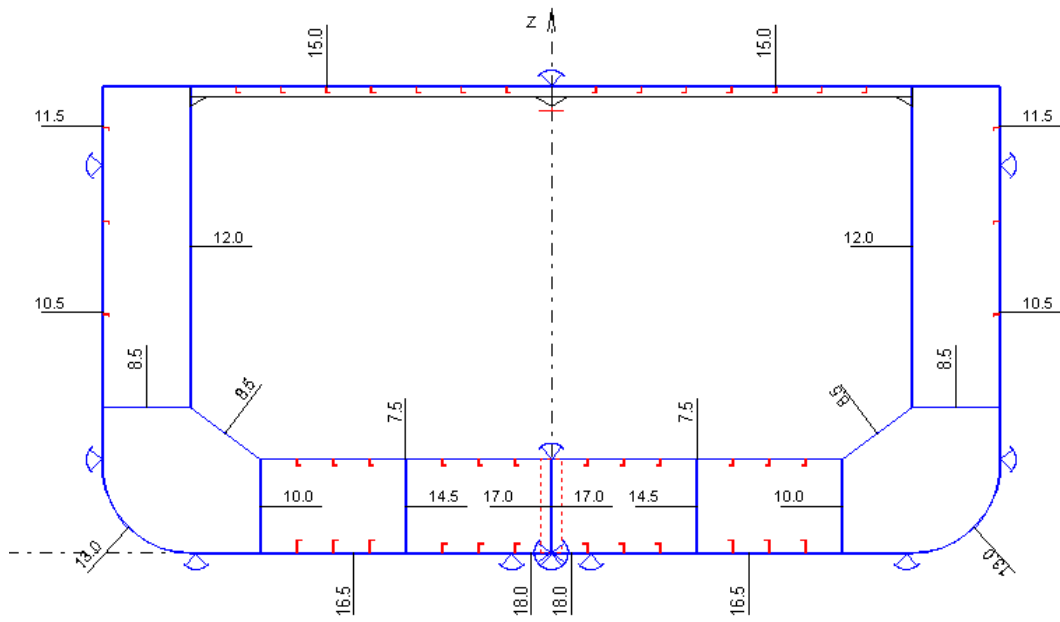


Figura 14. Espesores de planchas en la sección maestra.

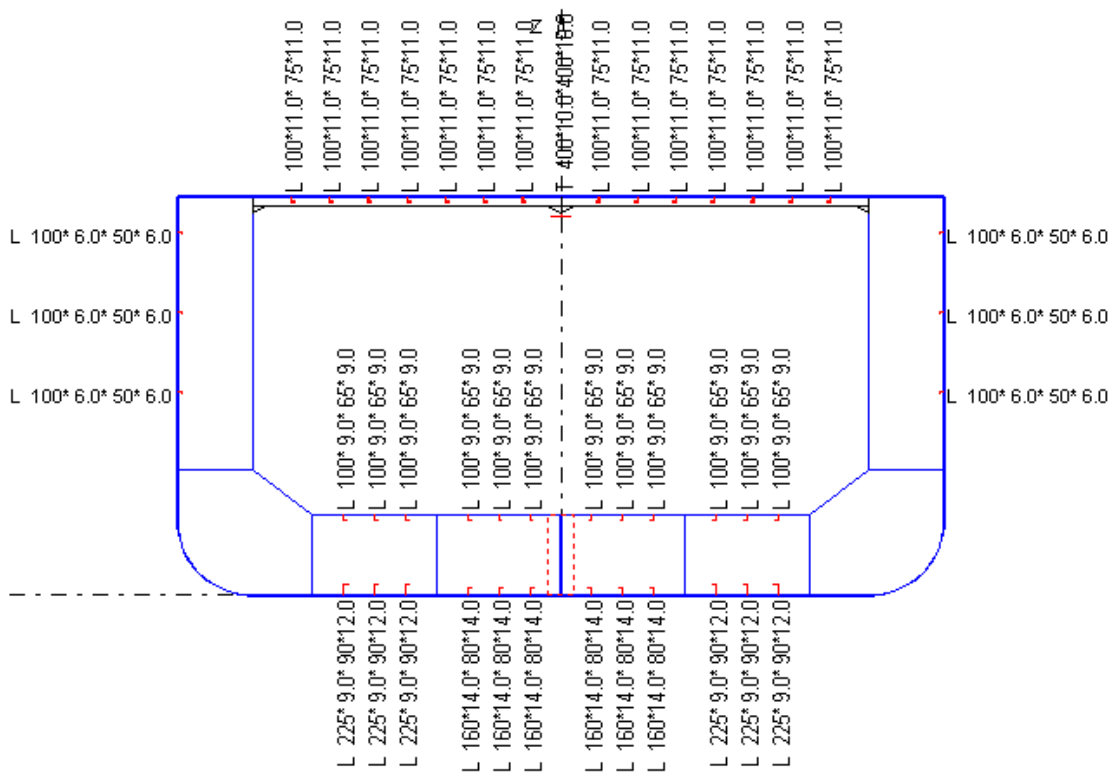


Figura 15. Perfiles longitudinales.

#### **4.- CONCLUSIONES**

El dimensionamiento estructural de un buque no es un proceso trivial , ya que depende de muchos factores que interactúan dinámicamente, tales como el tipo de buque diseñado, los espacios entre refuerzos, el tipo de construcción sea este transversal, longitudinal o mixto, la disposición de mamparos y bodegas. Más aún el proceso es necesariamente iterativo si se requiere optimizar la estructura en términos de peso, sin desatender la optimización de costo constructivo lo que implica diseñar estructuras cuya construcción sea a la vez eficaz y económica. Para esto el software POSEIDON resulta muy útil para acelerar el proceso de optimización y con resultados tridimensionales fáciles de visualizar, constituyéndose de tal forma en una herramienta de diseño estructural eficaz.

#### **REFERENCIAS**

- [1] “Wärtsilä Encyclopedia of Ship Technology” J. Babicz, Published by Baobab Naval Consultancy, GDANSK 2008.
- [2] “POSEIDON ND Tutorial” de Germanischer Lloyd.
- [3] “Informes seminarios POSEIDON”. Estructura de la Nave II. Universidad Austral de Chile 2009.
- [4] “El Proyecto Básico del Buque Mercante” R. Alvariño, J. Azpiroz, M. Meizoso, FEIN, Madrid 1997.