**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales**

# "INGENIERÍA DE PRODUCTO DE UN BUQUE ATUNERO DE 1200 TONELADAS CON LA PROA INVERTIDA-CASO ESTRUCTURAL"

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO NAVAL**

LUIS DAVID ANGEL BURGOS

ANGEL ALEXANDER ROMERO ROSERO

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2017

# AGRADECIMIENTO

Al Msc. Ing. Naval Johnny Domínguez por habernos impartido sus conocimientos y experiencia, con quien se ha compartido gratos momentos, a quien sin su ayuda no habría sido posible realizar este proyecto, no queda más que agradecer por los todos los consejos y recomendaciones que nos ha dado no solo para realizar este proyecto sino también sobre la vida profesional que nos espera, a quien durante el tiempo que ha sido nuestro profesor y a su vez maestro nunca se negó en ayudarnos de una manera desinteresada sin importar el día ni la hora.

A los Señores representantes de ShipConstructor Ryan Dunn, Michael Palacio y Maximiliano Roth quienes nos han otorgado la licencia ShipConstructor durante todo el tiempo que fue necesario para la elaboración del proyecto.

Al PhD. Rubén Paredes, por sus conocimientos impartidos que nos han ayudado a aprender y aplicar el uso del ANSYS-CFX-R 17.2.

A nuestra universidad, ESPOL, y a los profesores que nos han dado sus conocimientos y nos han abierto las oportunidades para podernos convertir en profesionales.

**Angel Alexander Romero Rosero**

**Luis David Angel Burgos**

# AGRADECIMIENTO

A Dios

A mis amados padres

A mis queridos hermanos

A mi hija, Dana

A mi compañero y amigo Luis David Angel

Aquellos amigos que siempre han estado ahí.

**Angel Alexander Romero Rosero**

# AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por otorgarnos el don de la perseverancia y constancia para alcanzar los objetivos en la culminación de este proyecto.

Agradezco a mis padres Luis Angel y Nancy Burgos, y hermanos Luis Iván, Dayana y Ariana Angel Burgos, razón de mi vida, que con sus consejos y apoyo incondicional fue posible ofrecer lo mejor de mí y tomar las decisiones correctas que me llevaron hacia el éxito de esta etapa.

Sembrando una sincera amistad, probablemente el tiempo me permitirá disfrutar de una buena cosecha, es por lo que agradezco a mis compañeros y amigos presentes y pasados, que dentro de cada investigación y proyecto me permitieron disfrutar de los buenos y malos momentos que solo esta etapa nos trae.

Finalmente, agradezco a mi compañero y amigo Alexander Romero por el laborioso y arduo trabajo que realizamos para el presente proyecto de tesis durante todo este tiempo.

**Luis David Angel Burgos**

# DEDICATORIA

A Dios quien siempre está a mi lado, a mis amados Padres Rodrigo y Elena que son una bendición en mi vida por su constante apoyo y confianza, a mis hermanos Carolina y Christian quienes han sido mi soporte y ejemplo, a mi hija Dana mi personita especial quien con sus locuras y ocurrencias me ha cambiado el mundo, quien a pesar de su corta edad ha sabido comprender mis ausencias.

**Angel Alexander Romero Rosero**

# DEDICATORIA

Este proyecto de tesis va dedicado de manera primordial a Dios, quien es la fuente de inspiración en todos mis momentos, permitiendo ser lo que soy ahora.

La vida es un constante reto, si he sido capaz de llegar hasta aquí, entonces soy capaz de seguir adelante, pero nunca solo, es por lo que dedico esto a mi familia y amigos por creer en mí, por ser los estímulos permanentes para alcanzar mis metas, ya que en conjunto son parte de este gran logro que ha culminado, el cual al principio podría haber parecido una tarea interminable.

Finalmente, pero no menos importante, dedico a mi tutor y demás docentes, seres que fueron parte de mi instrucción, por haberse tomado el tiempo de transmitirme diversos conocimientos dentro y fuera del campo y lograr ser un buen profesional.

**Luis David Angel Burgos**

# TRIBUNAL DE EVALUACIÒN

| | |
|---|---|
| **Msc. Ing. Franklin Johnny Dominguez Ruiz** | **Msc. Ing. Nadia Rosenda Muñoz Agila** |
| PROFESOR EVALUADOR | PROFESOR EVALUADOR |

# DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que ESPOL y SSI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual".

Luis David Angel Burgos

Angel Alexander Romero Rosero

# RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo generar la ingeniera de producto para la estructura de un buque atunero utilizando como software: ShipConstructor versión 2017, especializado para la construcción naval.

La generación de la ingeniería de producto consiste en dos etapas: la primera en el diseño del casco y la segunda la generación de la ingeniería de producto de la estructura del barco-G100.

En la primera etapa, para las formas del casco se ha realizado un proceso de selección dentro de una nube de formas propuestas, usando el método exhaustivo, tal que la selección de la forma escogida ofrezca el mejor comportamiento del buque en el mar y una menor resistencia al avance. Para generar las formas del casco de los diferentes modelos se ha conservado las formas de la sección media de un buque atunero con formas del casco convencionales. La proa del buque atunero ha sido reemplazada por una proa del tipo invertida. La popa del buque atunero, en principio del tipo cerrada y timón con tintero, ha sido reemplazada por una popa tipo abierta, con bulbo de popa y timón suspendido. Se han propuesto varios modelos, con la ayuda del software Rhinoceros. La resistencia y comportamiento en el mar de los modelos fueron obtenidas a través de los módulos del software Maxsurf: Estabilidad, Resistencia, Movimiento. Una vez obtenido el modelo con mejor comportamiento, se ha validado la resistencia al avance mediante el software ANSYS-CFX-Computer Fluids Dynamic-CFD.

La segunda etapa consiste en el modelado 3D de la estructura del casco y superestructura. Para esto se han realizado los siguientes cálculos:

Para escantillonar, el software Special Service Craft de Lloyd’s Register. Para el arreglo estructural se tomó como referencia los arreglos desarrollados en los proyectos finales: “Construcción en Bloques de un Buque Atunero [1]” y “Definitive Design of Tuna Ship of 1200 Tons of Cargo [2]”, realizados en el curso de Construcciones Navales Metálicas y Diseño de Buques 2 respectivamente. Para esto, se ha dividido el buque en 8 bloques para una capacidad de grúa de 250 Toneladas.

Para generar la ingeniería de producto se ha usado el software ShipConstructor. En esta parte se ha modelado en 3D todos los componentes estructurales de casco, generación de los planos: ensamble, sub ensamble y sus respectivos planos de corte.

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO ..... II

AGRADECIMIENTO ..... III

AGRADECIMIENTO ..... IV

DEDICATORIA ..... V

DEDICATORIA ..... VI

TRIBUNAL DE EVALUACIÒN ..... VII

DECLARACIÓN EXPRESA ..... VIII

RESUMEN ..... IX

OBJETIVOS GENERALES ..... XXI

OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... XXI

CAPÍTULO 1 ..... 1

1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES. ..... 1

**1.1 Alcance del proyecto ..... 1**
1.1.1 Dimensiones principales y propuesta de las nuevas formas del casco ..... 1
1.1.2 Validación de la resistencia del casco mediante CFD ..... 1
1.1.3 Ingeniería de producto de estructura del buque ..... 2

**1.2 Consideraciones para el diseño ..... 2**
1.2.1 Dimensiones y Modificación de proa ..... 2
1.2.2 Selección de las Formas con proa invertida ..... 4
1.2.3 Verificación del plano diametral ..... 6
1.2.4 Modificación de Popa ..... 7
1.2.5 Formas finales de la Propuesta del buque atunero con proa invertida ..... 7
1.2.6 Resistencia ..... 10
1.2.7 Estabilidad ..... 11

CAPÍTULO 2 ..... 13

2 RESISTENCIA AL AVANCE MEDIANTE CFD Y COMPORTAMIENTO DEL BUQUE EN EL MAR. ..... 13

**2.1 Descripción del software ANSYS-CFX ..... 13**

**2.2 Análisis dimensional ..... 15**
2.2.1 Semejanza geométrica ..... 15
2.2.2 Semejanza dinámica ..... 16
2.2.3 Semejanza cinemática ..... 17

**2.3 Geometría ..... 17**

**2.4 Mallado ..... 19**

**2.5 Preprocesamiento ..... 21**

**2.6 Solver ..... 22**

**2.7 Post-procesamiento-Resultados ..... 24**

**2.8 Comportamiento del buque en el mar-proa invertida ..... 27**

CAPÍTULO 3 ..... 34

3 INGENIERÍA DE PRODUCTO DE ESTRUCTURA DEL BUQUE-PROA INVERTIDA. ..... 34

**3.1 Creación del proyecto y estándares de construcción ..... 34**
3.1.1 Creación del proyecto ..... 35
3.1.2 Estándares de construcción ..... 36

**3.2 Modelado estructural ..... 40**
3.2.1 Casco ..... 41
3.2.2 Estructura ..... 53

**3.3 Jerarquización de los componentes ..... 56**

**3.4 Elaboración de los planos de ensamble y sub-ensamble ..... 59**

**3.5 Elaboración de los planos de corte ..... 62**

CAPÍTULO 4 ..... 65

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS ..... 65

**4.1 Resistencia ..... 65**

**4.2 Comportamiento del buque en el mar ..... 66**

**4.3 Maniobrabilidad ..... 75**
4.3.1 Facilidad de Evolución ..... 77
4.3.2 Estabilidad de ruta ..... 77
4.3.3 Cambio de Rumbo ..... 78

**4.4 Estructura ..... 78**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 87

BIBLIOGRAFÍA ..... 90

ANEXOS ..... 91

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DIMENSIONES PRINCIPALES ..... 2
TABLA 2: VERIFICACIÓN DEL RANGO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO ..... 4
TABLA 3: CÁLCULOS HIDROSTÁTICOS ..... 9
TABLA 4: TABULACIÓN DE LOS VALORES DE RESISTENCIA AL AVANCE ..... 11
TABLA 5: RESULTADOS DE SEMEJANZA GEOMÉTRICA ..... 16
TABLA 6: RESULTADOS DE SEMEJANZA DINÁMICA ..... 17
TABLA 7: DISTANCIA DEL PRIMER NODO DE LA PARED ..... 20
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS DEL MALLADO ..... 20
TABLA 9: ESCALA DE TIEMPO FÍSICA ..... 22
TABLA 10: COEFICIENTES DE RESISTENCIA DEL BUQUE CONVENCIONAL Y BUQUE PROA INVERTIDA 26
TABLA 11: PUNTOS ANALIZADOS ..... 27
TABLA 12: RESULTADOS DE RESISTENCIA AL AVANCE-REGRESIONAL APLICANDO EL MÉTODO DE HOLTROP ..... 65
TABLA 13: RESULTADOS DE RESISTENCIA AL AVANCE MEDIANTE CFD ..... 66
TABLA 14: DIFERENCIA PORCENTUAL DE RESULTADOS OBTENIDOS A 15 NUDOS. ..... 66
TABLA 15: VARIABLES DE ENTRADA SEAKEAPING. ..... 67
TABLA 16: RESUMEN DE LAS ACELERACIONES ..... 73
TABLA 17: DATOS DEL PROPULSOR Y TIMÓN ..... 76
TABLA 18: DATOS PARA EL CÁLCULO DE MANIOBRABILIDAD ..... 76
TABLA 19: CÁLCULO DE FACILIDAD DE EVOLUCIÓN ..... 77
TABLA 20: CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE RUTA ..... 77
TABLA 21: CÁLCULO DE CAMBIO DE RUMBO ..... 78
TABLA 22: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 1 ..... 79
TABLA 23: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 2 ..... 80
TABLA 24:CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 3 ..... 80
TABLA 25: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 4 ..... 81
TABLA 26: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 5 ..... 82
TABLA 27: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 6 ..... 82
TABLA 28: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 7 ..... 83
TABLA 29: CARACTERÍSTICAS DEL BLOQUE 8 ..... 84
TABLA 30: CARACTERÍSTICAS DEL MÁSTIL ..... 84
TABLA 31: CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DEL BUQUE ..... 84
TABLA 32: COMPARACION DE PESOS OBTENIDOS EN LAS ETAPAS DE DISEÑO ..... 85
TABLA 33: PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE MATERIAL ..... 85
TABLA 34: PORCENTAJE DE DESPERDICIO PROMEDIO ..... 86
TABLA 35: TABLA DE PESOS PARA LA PRIMERA CONDICIÓN DE CARGA ..... 94
TABLA 36: CONDICIÓN DE EQUILIBRIO _ CONDICIÓN DE CARGA 1 ..... 95
TABLA 37: CRITERIOS DE ESTABILIDAD PARA LA PRIMERA CONDICIÓN DE CARGA ..... 96
TABLA 38: CRITERIO METEOROLÓGICO _ PRIMERA CONDICIÓN DE CARGA ..... 97
TABLA 39: TABLA DE PESOS PARA LA SEGUNDA CONDICIÓN DE CARGA ..... 100
TABLA 40: CONDICIÓN DE EQUILIBRIO _ CONDICIÓN DE CARGA 2 ..... 101
TABLA 41: CRITERIOS DE ESTABILIDAD PARA LA SEGUNDA CONDICIÓN DE CARGA ..... 102
TABLA 42: CRITERIO METEOROLÓGICO _ SEGUNDA CONDICIÓN DE CARGA ..... 103
TABLA 43: TABLA DE PESOS PARA LA TERCERA CONDICIÓN DE CARGA ..... 106

TABLA 44: CONDICIÓN DE EQUILIBRIO _ CONDICIÓN DE CARGA 3 ..... 107
TABLA 45: CRITERIOS DE ESTABILIDAD PARA LA TERCERA CONDICIÓN DE CARGA ..... 108
TABLA 46: CRITERIO METEOROLÓGICO _ TERCERA CONDICIÓN DE CARGA..... 109
TABLA 47: TABLA DE PESOS PARA LA CUARTA CONDICIÓN DE CARGA ..... 112
TABLA 48: CONDICIÓN DE EQUILIBRIO _ CONDICIÓN DE CARGA 4 ..... 113
TABLA 49: CRITERIOS DE ESTABILIDAD PARA LA CUARTA CONDICIÓN DE CARGA ..... 114
TABLA 50: CRITERIO METEOROLÓGICO _ CUARTA CONDICIÓN DE CARGA..... 115
TABLA 51: DIMENSIONES DE PLANCHAS..... 116
TABLA 52: BUQUE CON PROA CONVENCIONAL - OLAS DE ENCUENTRO 180 GRADOS ..... 124
TABLA 53: BUQUE CON PROA INVERTIDA - OLAS DE ENCUENTRO 180 GRADOS ..... 126
TABLA 54: BUQUE CON PROA CONVENCIONAL - OLAS DE ENCUENTRO 135 GRADOS ..... 128
TABLA 55: BUQUE CON PROA INVERTIDA - OLAS DE ENCUENTRO 135 GRADOS ..... 130
TABLA 56: BUQUE CON PROA CONVENCIONAL - OLAS DE ENCUENTRO 90 GRADOS ..... 132
TABLA 57: BUQUE CON PROA INVERTIDA- OLAS DE ENCUENTRO 90 GRADOS ..... 134
TABLA 58: BUQUE CON PROA CONVENCIONAL - OLAS DE ENCUENTRO 45 GRADOS ..... 136
TABLA 59: BUQUE CON PROA INVERTIDA - OLAS DE ENCUENTRO 45 GRADOS ..... 137
TABLA 60: BUQUE CON PROA CONVENCIONAL - OLAS DE ENCUENTRO 0 GRADOS ..... 139
TABLA 61: BUQUE CON PROA INVERTIDA - OLAS DE ENCUENTRO 0 GRADOS. ..... 141

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: PLANO DE FORMAS DE UN BUQUE ATUNERO CON PROA CONVENCIONAL---------- 3
FIGURA 1.2: FORMAS PROPUESTAS CON PROA INVERTIDA ---------- 3
FIGURA 1.3:COMPARACIÓN DE LAS CURVAS DE RESISTENCIA AL AVANCE-REGRESIONAL---------- 5
FIGURA 1.4: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL AVANCE A MÁXIMA VELOCIDAD DE DISEÑO ----- 6
FIGURA 1.5: PLANO DIAMETRAL DEL BUQUE 11---------- 7
FIGURA 1.6: PLANO DIAMETRAL CORREGIDO DEL BUQUE 11---------- 7
FIGURA 1.7: PROPUESTA DE FORMAS DE ATUNERO CON PROA INVERTIDA---------- 8
FIGURA 1.8: CURVA DE ÁREAS ---------- 9
FIGURA 1.9: MAQUETA 3D BUQUE ATUNERO CON PROA INVERTIDA ---------- 9
FIGURA 1.10: CURVA DE RESISTENCIA AL AVANCE-REGRESIONAL DEL BUQUE CON PROA INVERTIDA ----------10
FIGURA 2.1: ANÁLISIS DE CFD APLICANDO ANSYS-CFX----------13
FIGURA 2.2: SECUENCIA DE TRABAJO EN ANSYS-CFX----------14
FIGURA 2.3: CASCO DEL BUQUE CONVENCIONAL Y PROA INVERTIDA----------18
FIGURA 2.4: DIMENSIONES DEL DOMINIO PARA LA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL.----------18
FIGURA 2.5: YPLUS (Y+) ----------19
FIGURA 2.6: MALLADO DEL DOMINIO DEL BUQUE CONVENCIONAL Y PROA INVERTIDA----------20
FIGURA 2.7:RESIDUOS DE MASA Y MOMENTO (PROA INVERTIDA)----------24
FIGURA 2.8: RESIDUOS DE MASA Y MOMENTO (PROA CONVENCIONAL)----------24
FIGURA 2.9: DISTRIBUCIÓN DE YPLUS DEL BUQUE CONVENCIONAL ----------25
FIGURA 2.10: DISTRIBUCIÓN DE YPLUS DEL BUQUE PROA INVERTIDA ----------25
FIGURA 2.11: SUPERFICIE LIBRE (BUQUE CONVENCIONAL)----------26
FIGURA 2.12: SUPERFICIE LIBRE (PROA INVERTIDA) ----------26
FIGURA 2.13: SISTEMA DE REFERENCIA SOFTWARE MAXSURF ----------27
FIGURA 2.14: UBICACIÓN DE PUNTOS REMOTOS PARA MEDICIÓN DE ACELERACIONES----------28
FIGURA 2.15: OPERADOR DE AMPLITUD DE RESPUESTA – ENCUENTRO DE OLAS A 180 GRADOS-----28
FIGURA 2.16: INCIDENCIA DE MALESTAR POR MOVIMIENTO -ENCUENTRO DE OLAS A 180 GRADOS 29
FIGURA 2.17: OPERADOR DE AMPLITUD DE RESPUESTA – ENCUENTRO DE OLAS A 135 GRADOS-----29
FIGURA 2.18: INCIDENCIA DE MALESTAR POR MOVIMIENTO -ENCUENTRO DE OLAS A 135 GRADOS 30
FIGURA 2.19: OPERADOR DE AMPLITUD DE RESPUESTA – ENCUENTRO DE OLAS A 90 GRADOS ------30
FIGURA 2.20: INCIDENCIA DE MALESTAR POR MOVIMIENTO -ENCUENTRO DE OLAS A 90 GRADOS -31
FIGURA 2.21: OPERADOR DE AMPLITUD DE RESPUESTA – ENCUENTRO DE OLAS A 45 GRADOS ------31
FIGURA 2.22: INCIDENCIA DE MALESTAR POR MOVIMIENTO -ENCUENTRO DE OLAS A 45 GRADOS -32
FIGURA 2.23: OPERADOR DE AMPLITUD DE RESPUESTA – ENCUENTRO DE OLAS A 0 GRADOS --------32
FIGURA 2.24: INCIDENCIA DE MALESTAR POR MOVIMIENTO -ENCUENTRO DE OLAS A 0 GRADOS ---33
FIGURA 3.1: INGENIERÍA DE PRODUCTO UTILIZANDO EL SOFTWARE SHIPCONSTRUCTOR ----------34
FIGURA 3.2: CREACIÓN DEL PROYECTO EN SHIPCONSTRUCTOR ----------35
FIGURA 3.3: SHIPCONSTRUCTOR MANAGER----------36
FIGURA 3.4: PLANCHAS ----------37
FIGURA 3.5: EDICIÓN DE DIMENSIONES DE PLANCHA ----------37
FIGURA 3.6: EDICIÓN DE FORMAS DE CORTE ----------38
FIGURA 3.7: TRATAMIENTO DE ESQUINAS ----------38
FIGURA 3.8: BISELADO DE PLANCHAS----------39
FIGURA 3.9: SOBRANTES----------39

FIGURA 3.10: TERMINACIÓN DE PERFILES ----- 40
FIGURA 3.11: UNIDADES QUE CONFORMAN EL CASCO DEL BUQUE ----- 41
FIGURA 3.12: CREACIÓN DE ARCHIVO DE BLOQUES ----- 42
FIGURA 3.13: IMPORTACIÓN DEL CASCO ----- 42
FIGURA 3.14: BLOQUES IMPORTADOS ----- 43
FIGURA 3.15: LÍNEAS DE MARCA POR SECCIONES ----- 43
FIGURA 3.16: SECCIONES DE CUADERNAS EN BLOQUE 4 ----- 44
FIGURA 3.17: CREACIÓN DE GRUPOS PLANOS ----- 45
FIGURA 3.18. CREACIÓN DE CUBIERTAS ----- 45
FIGURA 3.19: CUBIERTA PRINCIPAL Y SUPERIOR ----- 46
FIGURA 3.20: CREACIÓN DE STRINGER SHELL ----- 46
FIGURA 3.21: STRINGER SHELL DE COSTADO ----- 47
FIGURA 3.22: CREACIÓN DE REFUERZOS LONGITUDINALES DE COSTADO ----- 47
FIGURA 3.23: REFUERZOS LONGITUDINALES DE COSTADO ----- 48
FIGURA 3.24: REFUERZOS LONGITUDINALES DE COSTADO, FONDO Y CUBIERTAS DEL BLOQUE 4 ----- 48
FIGURA 3.25: EXPORTACIÓN DE PERFILES AL MÓDULO ESTRUCTURA (STRUCTURE) ----- 49
FIGURA 3.26: SHELL EXPANSION DE CUBIERTA PRINCIPAL ----- 49
FIGURA 3.27: TRACADO DE CUBIERTA PRINCIPAL ----- 50
FIGURA 3.28: ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN DE PLANCHA POR CURVATURA ----- 51
FIGURA 3.29: CONFIGURACIÓN PARA LA EXPANSIÓN DE PLANCHA 1 ----- 51
FIGURA 3.30: CONFIGURACIÓN PARA LA EXPANSIÓN DE PLANCHA 2 ----- 52
FIGURA 3.31: CONFIGURACIÓN PARA LA EXPANSIÓN DE PLANCHA 3 ----- 52
FIGURA 3.32.CONFIGURACIÓN PARA LA EXPANSIÓN DE PLANCHA 4 ----- 53
FIGURA 3.33: PLANCHA EXPANDIDA ----- 53
FIGURA 3.34: CARPETAS CORRESPONDIENTES A LA UNIDAD 4 ----- 54
FIGURA 3.35: GRUPOS PLANOS CORRESPONDIENTAS A LA UNIDAD 4 ----- 54
FIGURA 3.36: GRUPOS PLANOS CORRESPONDIENTES A LA CARPETA FRAME ----- 55
FIGURA 3.37: LÍNEAS DE CONSTRUCCIÓN DEL MAMPARO TRANSVERSAL DE LA UNIDAD 4 ----- 55
FIGURA 3.38: MAMPARO TRANSVERSAL DE LA UNIDAD 4 ----- 56
FIGURA 3.39: UNIDADES COMO JERARQUÍA DE PRODUCTO ----- 57
FIGURA 3.40: CONFIGURACIÓN DE SUBNIVELES ----- 57
FIGURA 3.41:JERARQUIA DE PRODUCTO DEL PROYECTO ----- 58
FIGURA 3.42: CONFIGURACION DE CONVENCION DE NOMECLATURA ----- 59
FIGURA 3.43: CREACIÓN DE PLANTILLA PARA PLANOS DE ENSAMBLE ----- 59
FIGURA 3.44: CAMPOS DE LA LISTA DE MATERIALES ----- 60
FIGURA 3.45: PALABRAS CLAVES ----- 60
FIGURA 3.46: PLANTILLA PARA PLANOS DE ENSAMBLE ----- 61
FIGURA 3.47: VENTANA PARA CREACIÓN DE PLANOS DE ENSAMBLE ----- 61
FIGURA 3.48: PLANO DE ENSAMBLE ----- 62
FIGURA 3.49: VENTANA PARA LA GENERACIÓN DE PLANOS DE CORTE ----- 62
FIGURA 3.50: ASIGNACIÓN DE PLANCHA PARA EL ANIDADO ----- 63
FIGURA 3.51: PLANO DE CORTE ----- 64
FIGURA 4.1: RAO DE LOS BUQUES CON INCIDENCIA DE OLA A 180 GRADOS ----- 67
FIGURA 4.2: RESISTENCIA AÑADIDA DE LOS BUQUES CON INCIDENCIA DE OLA A 180 GRADOS ----- 68
FIGURA 4.3: RAO DE LOS BUQUES CON INCIDENCIA DE OLA A 135 GRADOS ----- 69
FIGURA 4.4: RAO DE LOS BUQUES CON INCIDENCIA DE OLA A 90 GRADOS ----- 70
FIGURA 4.5: RAO DE LOS BUQUES CON INCIDENCIA DE OLA A 45 GRADOS ----- 71
FIGURA 4.6: RESULTADOS DE RAO DE LOS BUQUES CON INCIDENCIA DE OLA A 0 GRADOS ----- 71

FIGURA 4.7: ESTRUCTURA DEL BOQUE 1----79
FIGURA 4.8: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 2 ----79
FIGURA 4.9: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 3 ----80
FIGURA 4.10: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 4----81
FIGURA 4.11: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 5----81
FIGURA 4.12: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 6----82
FIGURA 4.13: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 7----83
FIGURA 4.14: ESTRUCTURA DEL BLOQUE 8----83
FIGURA 4.15: ESTRUCTURA DEL MÁSTIL ----84
FIGURA 1: CURVAS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIÓN DE CARGA 1 ----96
FIGURA 2: CRITERIO METEOROLÓGICO PARA LA PRIMERA CONDICIÓN DE CARGA ----97
FIGURA 3: CURVAS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIÓN DE CARGA 2 ---- 102
FIGURA 4: CRITERIO METEOROLÓGICO PARA LA SEGUNDA CONDICIÓN DE CARGA---- 103
FIGURA 5: CURVAS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIÓN DE CARGA 3 ---- 108
FIGURA 6: CRITERIO METEOROLÓGICO PARA LA TERCERA CONDICIÓN DE CARGA---- 109
FIGURA 7: CURVAS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIÓN DE CARGA 4 ---- 114
FIGURA 8: CRITERIO METEOROLÓGICO PARA LA CUARTA CONDICIÓN DE CARGA---- 115
FIGURA 9: CATALOGO DE PLANCHAS ESTABLECIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN ---- 116
FIGURA 10: PERFILES L ---- 116
FIGURA 11: PERFILES HP---- 117
FIGURA 12: PERFILES FLAT BAR---- 117
FIGURA 13: PERFILES EN BARRA---- 118
FIGURA 14: PERFILES EN TUBO ---- 118
FIGURA 15: PERFILES T ---- 118
FIGURA 16: TERMINACIÓN DE PERFIL 1 ---- 118
FIGURA 17: TERMINACIÓN DE PERFIL 2 ---- 119
FIGURA 18: TERMINACIÓN DE PERFIL 3 ---- 119
FIGURA 19: TERMINACIÓN DE PERFIL 4 ---- 119
FIGURA 20: TERMINACIÓN DE PERFIL 5 ---- 120
FIGURA 21: TERMINACIÓN DE PERFIL 6 ---- 120
FIGURA 22:TERMINACIÓN DE PERFIL 7 ---- 120
FIGURA 23: TERMINACIÓN DE PERFIL 8 ---- 121
FIGURA 24: TERMINACIÓN DE PERFIL 9 ---- 121
FIGURA 25: TERMINACIÓN DE PERFIL 10---- 121
FIGURA 26: SHIPCONSTRUCTOR V17-R2 ---- 142

| Simbolo | Descripción | Unidad |
|---|---|---|
| $\delta$ | Estimación del ángulo de caña | grados |
| $\delta'$ | Estimación del ángulo de caña | radianes |
| λ | Factor de escala | --- |
| $\lambda_t$ | Relación entre la altura del timón y la cuerda media | --- |
| Δ | Desplazamiento | t |
| ∇ | Volumen desplazado | $m^3$ |
| $\Theta_1$ | Ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas | grados |
| $\Theta_2$ | Ángulo al que se produce inundación descendente o 50° | grados |
| ω | Coeficiente de estela | |
| ᵨ | Densidad del mar | $Kg/m^3$ |
| B | Manga | m |
| $A_R$ | Área del timón | $m^2$ |
| $B_{ML}$ | Radio Metacéntrico longitudinal desde la quilla | m |
| $B_{Mt}$ | Radio Metacéntrico transversal desde la quilla | m |
| $B_{WI}$ | Manga máxima en la eslora de flotación | m |
| $C_B$ | Coeficiente Block | --- |
| $C_{Ft}/\delta$ | Coeficiente de fuerza transversal por unidad de ángulo | |
| C | Constante empírica | |
| $C_f$ | Coeficiente friccional | --- |
| c | Cuerda del timón | m |
| $C_p$ | Coeficiente Prismático longitudinal | --- |
| $C_{wp}$ | Coeficiente del plano de flotación | --- |
| $C_m$ | Coeficiente de sección media | --- |
| CG | Centro de Gravedad | m |
| D | Diámetro de la hélice | m |
| DG | Diámetro de Giro | m |
| $D_m$ | Cubierta Principal | m |
| $D_u$ | Cubierta Superior | m |
| $F_n$ | Número de Froude | --- |
| $F_n/\delta$ | Fuerza normal por unidad de ángulo de timón en radianes | Kgs/rad |
| $F_t/\delta$ | Fuerza transversal por unidad de ángulo de timón en radianes | Kgs/rad |
| $F_v$ | Froude Volumétrico | --- |
| $GM_o$ | Altura Metacéntrica inicial | m |
| GML | Radio Metacéntrico longitudinal desde CG | m |
| GZ | Brazo Adrizante | m |
| Id | Profundidad de inmersión | m |
| J | Coeficiente de avance | |
| k | Factor correspondiente al fondo del buque, necesario para el cálculo del criterio meteorológico | |

| | | |
|---|---|---|
| KB | Altura del centro de boyantes | m |
| $K_i$ | Radio de inercia de masas del buque alrededor del eje vertical | |
| $K_j$ | Radio de inercia del agua arrastrada | |
| KMt | Altura Metacéntrica transversal | m |
| KML | Altura Metacéntrica longitudinal | m |
| $K_T$ | Coeficiente de empuje | |
| LOA | Eslora total | m |
| Lpp | Eslora entre perpendiculares | m |
| LCB | Posición longitudinal del centro de Boyantes | m |
| LCF | Posición longitudinal del centro de Flotación | m |
| lw1 | Brazo escorante 1 provocado por el viento | m |
| lw2 | Brazo escorante 2 provocado por el viento | m |
| Lwl | Eslora en la línea de flotación | m |
| M | Masa del buque | u.t.m |
| N | Revoluciones del motor | r.p.m |
| N’ | Revoluciones de la hélice | r.p.m |
| P | Número de Norrbin | --- |
| Pot | Potencia Instalada | HP |
| PBA | Máxima potencia en reversa | HP |
| Re | Número de Reynolds | --- |
| r | Factor para el cálculo del criterio meteorológico (se necesita interpolar) | |
| s | Factor para el cálculo del criterio meteorológico (se necesita interpolar) | |
| Sp | Altura del timón | m |
| t | Espesor del timón | m |
| t/c | Relación entre el máximo espesor del perfil y la cuerda | --- |
| T | Calado | m |
| Ts | Periodo de Balance del buque | Seg. |
| $T_{pp}$ | Calado en popa | m |
| $T_{pr}$ | Calado en proa | m |
| Th | Empuje | kN |
| Tm | Calado medio | |
| Tpc | Tonelada de inmersión por cada centímetro | t/cm |
| TRB | Tonelada de registro bruto | t |
| TRN | Tonelada de registro neto | t |
| V | Velocidad del buque | Nudos |
| Wa | Superficie mojada | $m^2$ |
| x1 | Factor para el cálculo del criterio meteorológico (se necesita interpolar) | --- |
| x2 | Factor para el cálculo del criterio meteorológico (se necesita interpolar) | --- |
| $y^+$ | Yplus | --- |

# OBJETIVOS GENERALES

- Proponer formas del casco de un buque atunero de 1200 toneladas de capacidad de carga para buscar un mejor desempeño de la nave.
- Modelar el diseño estructural de un buque atunero de 1200 toneladas de capacidad para generar la ingeniería de producto usando ShipConstructor versión 2017.

# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proponer formas del casco del buque atunero tipo proa invertida.
- Validar la resistencia al avance del casco mediante la aplicación de CFD.
- Modelar la estructura del buque usando el software ShipConstructor.
- Realizar planos de ensamble y sub-ensamble.
- Realizar planos de corte.

# CAPÍTULO 1

# 1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

Para el diseño del casco y estructura se han establecido algunas consideraciones para llevar a cabo el proyecto. En este capítulo se presenta el alcance del proyecto y las consideraciones preliminares para el desarrollo del mismo.

## 1.1 Alcance del proyecto

Proponer formas del casco de un buque atunero de 1200 toneladas de capacidad de carga y modelar su estructura en el programa ShipConstructor para obtener los planos 3D, ensamble, sub-ensamble y corte. Las fases del proyecto son:

### 1.1.1 Dimensiones principales y propuesta de las nuevas formas del casco

Las dimensiones de eslora, manga y puntal del buque se han obtenido del proyecto de la referencia [2], el cual ha consistido en la optimización de las dimensiones principales del buque.

Para las formas del buque, se ha cambiado la proa convencional por una proa tipo invertida. También se ha cambiado la popa cerrada con timón y codaste, por una proa abierta con timón suspendido. Finalmente, usando el software Maxsurf: resistencia, se ha evaluado en forma preliminar la resistencia al avance y comportamiento en el mar para los varios modelos creados en el software Rhinoceros.

### 1.1.2 Validación de la resistencia del casco mediante CFD

Se ha realizado un análisis de resistencia al avance usando el software ANSYS-CFX. Con este análisis, se ha validado los resultados obtenidos en Maxsurf y se ha realizado una comparación entre las formas originales del buque y las formas propuestas.

### 1.1.3 Ingeniería de producto de estructura del buque

Se ha modelado la estructura del buque, usando el escantillonado de la referencia [2], a través del software ShipConstructor. Se han realizado planos 3D de la estructura, planos de ensamble, sub-ensamble y planos de corte.

## 1.2 Consideraciones para el diseño

En la actualidad los buques pesqueros realizan capturas en zonas más alejadas de la costa, por lo que están sometidos a estados de mar irrestrictos, aumentando la resistencia al avance y produciéndose mayores aceleraciones a las que están somitidala tripulación.

En este proyecto se proponen formas no convencionales aplicables para buques atuneros, modificando la proa convencional con una proa del tipo invertida, con lo que se espera disminuir la resistencia para una velocidad de diseño (15 nudos) y mejorar el comportamiento en el mar.

En un buque pesquero con proa convencional se espera que la astilla muerta en la zona del pie de la roda sea elevada provocando mayor encabuzamiento. En las simulaciones de comportamiento en el mar que se han realizado para la proa invertida se aprecia una disminución de encabuzamiento

### 1.2.1 Dimensiones y Modificación de proa

Las dimensiones principales del buque han sido obtenidas del proyecto de la referencia [2], las cuales se presentan en la Tabla 1.

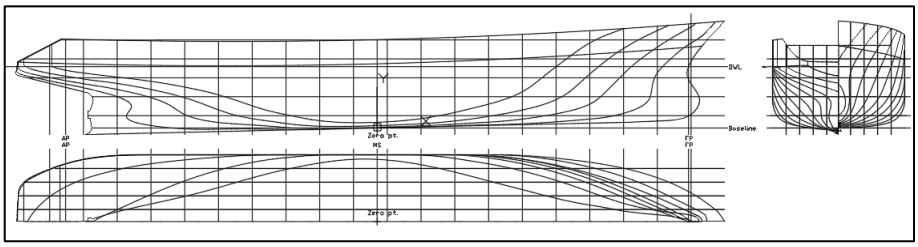
| | | |
|---|---|---|
| LOA | 74.90 | m |
| Lpp | 65.15 | m |
| B | 13.54 | m |
| Du | 8.96 | m |
| Dm | 6.36 | m |

Tabla 1: Dimensiones principales

Las líneas de formas que han servido como base para ser modificadas han sido seleccionadas de la referencia [3], el cual ha sido escogido por su mayor coeficiente de transporte. El plano de formas fue proporcionado

por la Subsecretaria de Puertos, Transporte Marítimo y Fluvial y se presenta en la Figura 1.1

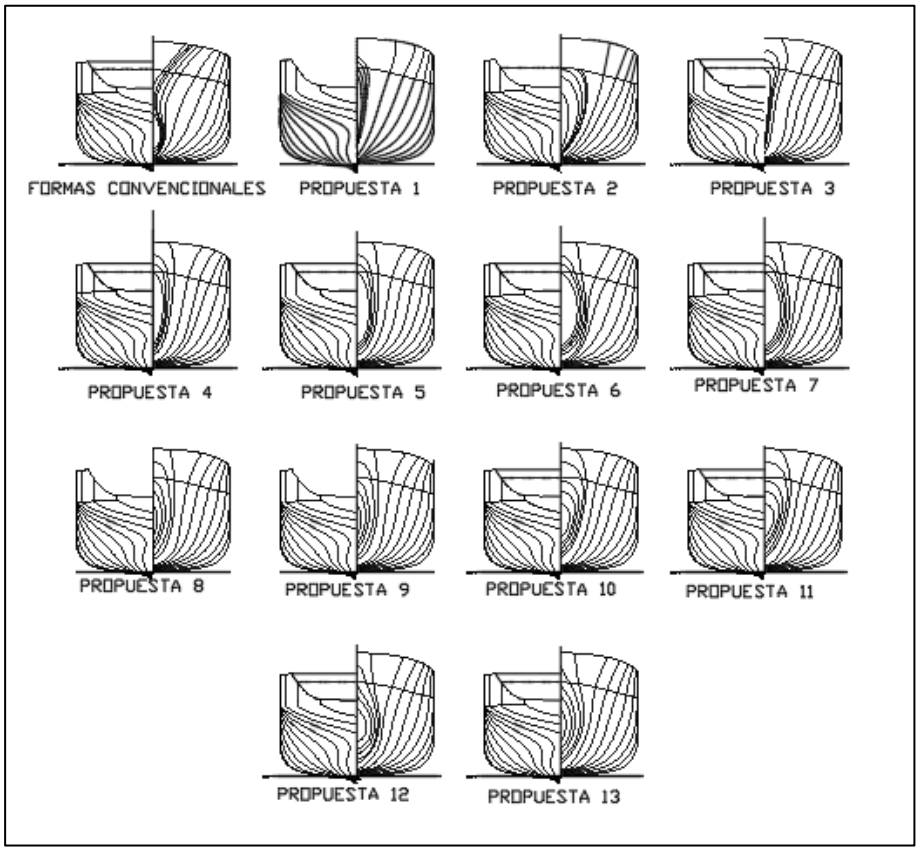
Figura 1.1: Plano de formas de un buque atunero con proa convencional



A partir de las formas seleccionadas se ha modificado la sección de proa, manteniendo las formas en sección media y popa. Todas las modificaciones han sido realizadas manteniendo el desplazamiento.

Las formas propuestas de buque con proa invertida se presentan en la Figura 1.2

Figura 1.2: Formas propuestas con proa invertida



### 1.2.2 Selección de las Formas con proa invertida

Para facilitar la selección en las formas propuestas, se ha estimado la resistencia mediante el método regresional de Holtrop & Mennen [4].

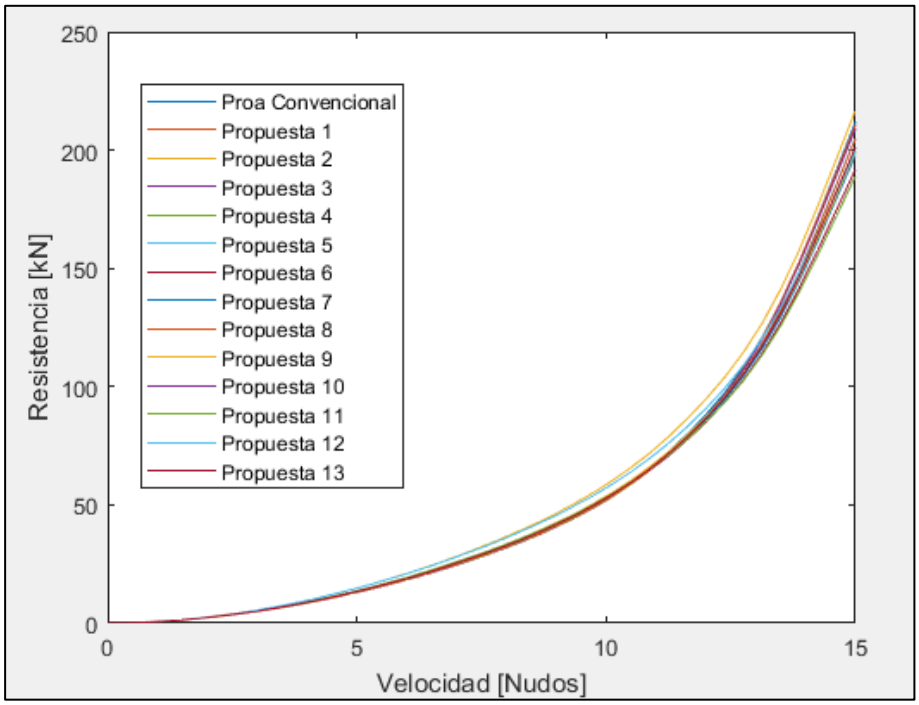
Para la aplicación del método estadístico regresional se ha comprobado que las variables estén dentro del rango de aplicación del método (Ver Tabla 2).

| | Froude | | $C_p$ | | L/B | | B/T | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Valor | Max Fn | Valor | Rango | Valor | Rango | Valor | Rango |
| Prototipo | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 1 | 0.30 | 0.38 | 0.60 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 2 | 0.30 | 0.38 | 0.63 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 3 | 0.30 | 0.38 | 0.61 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 4 | 0.30 | 0.38 | 0.61 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 5 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 6 | 0.30 | 0.38 | 0.61 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 7 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 8 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 9 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 10 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 11 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 12 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |
| Propuesta 13 | 0.30 | 0.38 | 0.62 | 0.55-0.65 | 5.08 | 3.9-6.3 | 2.17 | 2.1-3 |

Tabla 2: Verificación del rango de aplicación del método

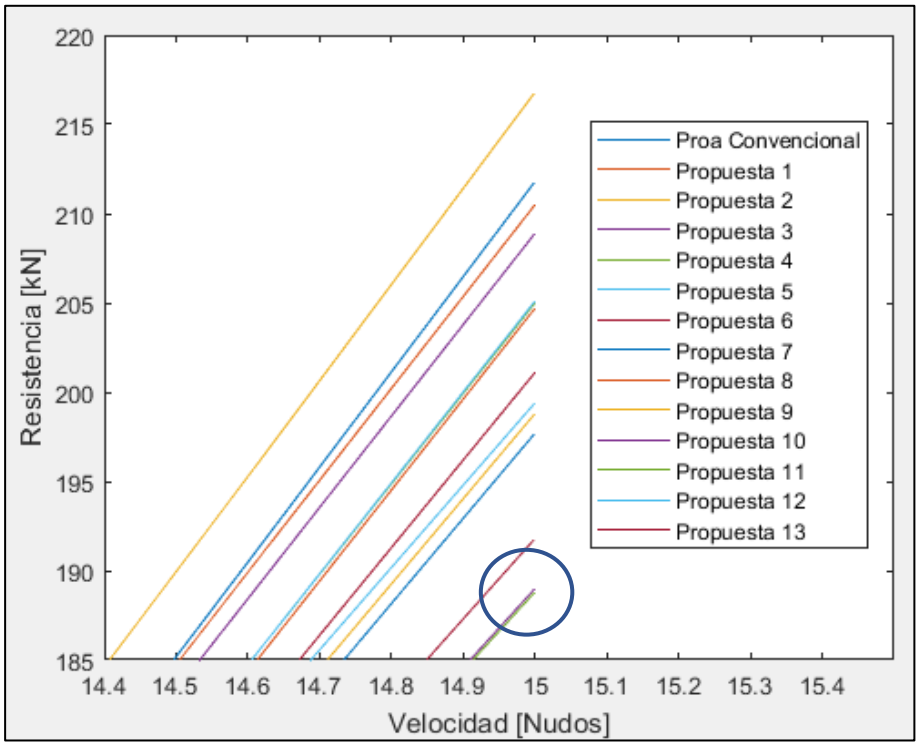
La comparación de las curvas de resistencia al avance para el buque con proa convencional y las diferentes propuestas se presentan en la Figura 1.3

Figura 1.3:Comparación de las curvas de resistencia al avance-regresional




La Figura 1.4 presenta las curvas de resistencia para máxima velocidad. Se ha seleccionado el buque con menor resistencia al avance correspondiendo a la propuesta número 11.

Figura 1.4: Comparación de la Resistencia al avance a máxima velocidad de diseño




### 1.2.3 Verificación del plano diametral

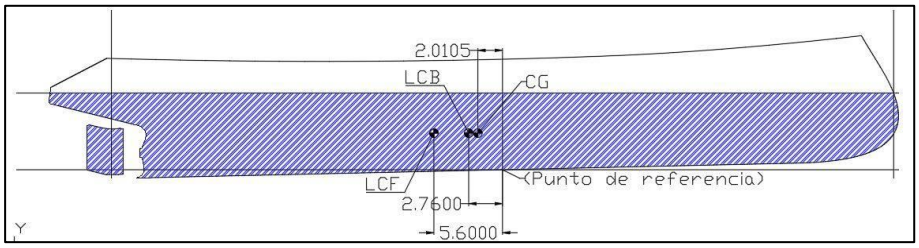
Del proceso de selección se ha obtenido el buque 11 que muestra las mejores cualidades, por esta razón se va a realizar la verificación del plano diametral, el cual incluye el área bajo la línea de flotación incluyendo área del timón.

Para balancear el plano diametral es necesario que el centroide de área de la superficie bajo la línea de flotación se encuentre entre el LCB y LCF del buque.

El área del timón ha sido estimada en la referencia [3]; esta área es 10.4 m². La Figura 1.5 muestra información de área y centroide de área obtenido mediante el software Rhinoceros.

.

Figura 1.5: Plano diametral del buque 11

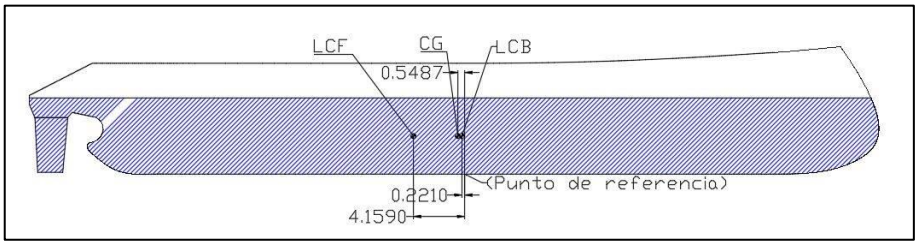



El centroide de área del buque propuesto se encuentra hacia proa, fuera del LCB y el LCF. Por esta razón se ha realizado modificaciones en la popa del buque para el balance del plano diametral.

### 1.2.4 Modificación de Popa

Debido al desbalance del plano diametral, ha sido necesario incrementar el área en popa. A la propuesta 11 se le ha incluido una orza. También se ha aprovechado esta modificación para incluir un bulbo de popa para mejorar la salida de agua hacia la hélice. La Figura 1.6 muestra el plano diametral de la forma propuesta con modificación en popa.

Figura 1.6: Plano diametral corregido del buque 11

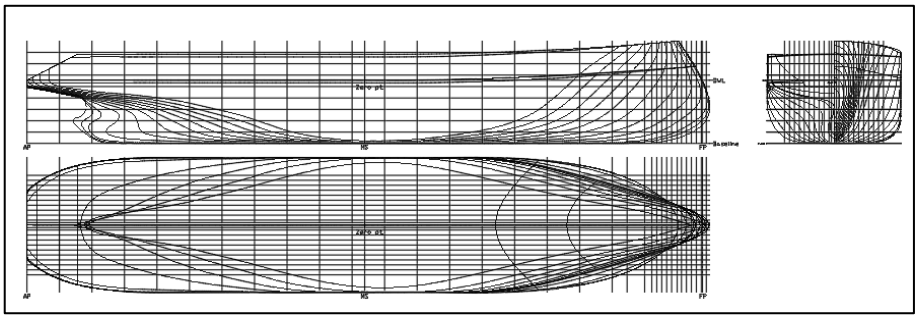



Se observa que el centroide de área está ubicado a -0.548 de sección media. Los valores de LCB y LCF son -0.221 y -4.159 respectivamente, con esto se ha confirmado el balance del plano diametral.

### 1.2.5 Formas finales de la Propuesta del buque atunero con proa invertida

La propuesta de las formas finales para un atunero con proa invertida, incluyendo el plano diametral balanceado, se muestra en la Figura 1.7.

Figura 1.7: Propuesta de formas de atunero con proa invertida



En la Tabla 3 se presentan los valores de cálculos hidrostáticos que se han obtenido mediante el software Maxsurf.

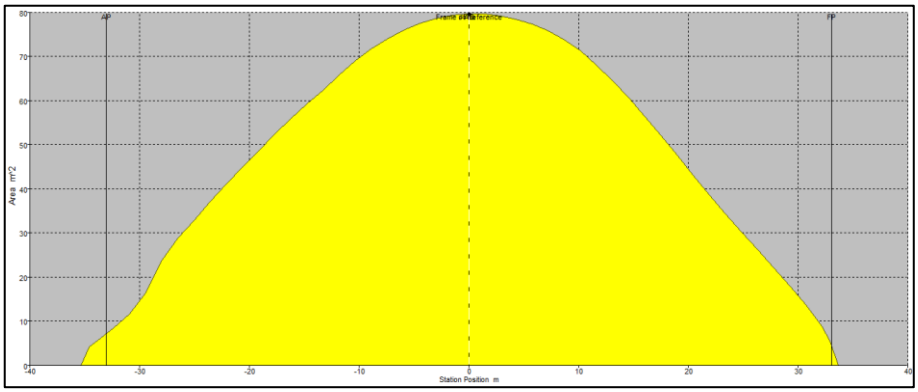
| | | |
|---|---|---|
| Δ | 3496 | t |
| ∇ | 3410.66 | m³ |
| T | 6.159 | m |
| Id | 6.172 | m |
| WL | 68.325 | m |
| BWL | 13.54 | m |
| Wa | 1303.01 | m² |
| Max sect. area | 79.75 | m² |
| Waterpl. Area | 788.27 | m² |
| (Cp) | 0.626 | |
| (Cb) | 0.599 | |
| (Cm) | 0.958 | |
| (Cwp) | 0.851 | |
| LCB | -0.221 | Desde el pto cero. (+ve fwd) m |
| LCF | -4.159 | Desde el pto cero. (+ve fwd) m |
| LCB % | -0.323 | Desde el pto cero. (+ve fwd) % Lwl |
| LCF % | -6.088 | Desde el pto cero. (+ve fwd) % Lwl |
| KB | 3.532 | m |
| BMt | 3.035 | m |
| BML | 71.17 | m |
| GMt corregido | 6.56 | m |
| GML | 74.70 | m |
| KMt | 6.56 | m |
| KML | 74.70 | m |
| TPc | 8.08 | t/cm |

| | | |
|---|---|---|
| MTc | 39.55 | t .m |
| L/B | 5.041 | |
| B/T | 2.496 | |

Tabla 3: Cálculos hidrostáticos

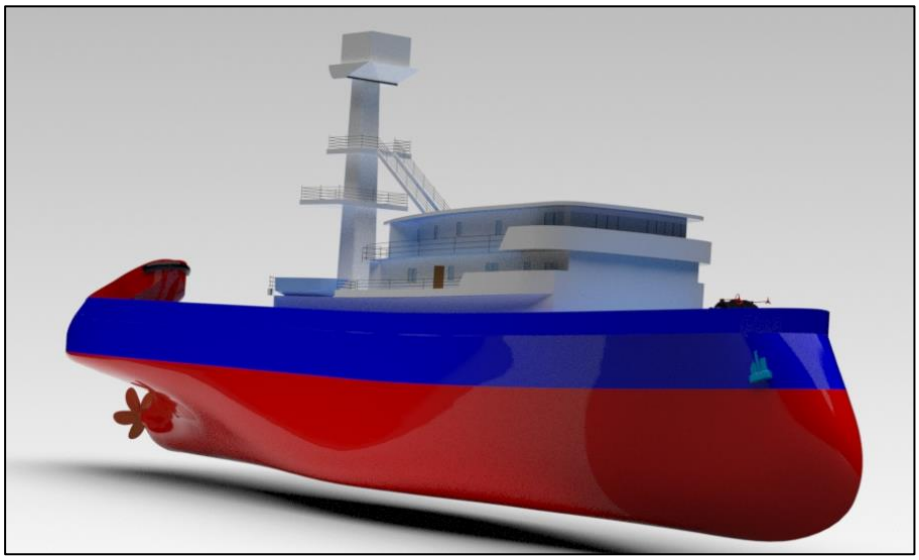
La Figura 1.8 muestra la respectiva curva de área para la propuesta de buque con proa invertida.

Figura 1.8: Curva de áreas




La Figura 1.9 muestra la maqueta 3D del buque atunero con proa invertida realizado en el software Rhinoceros

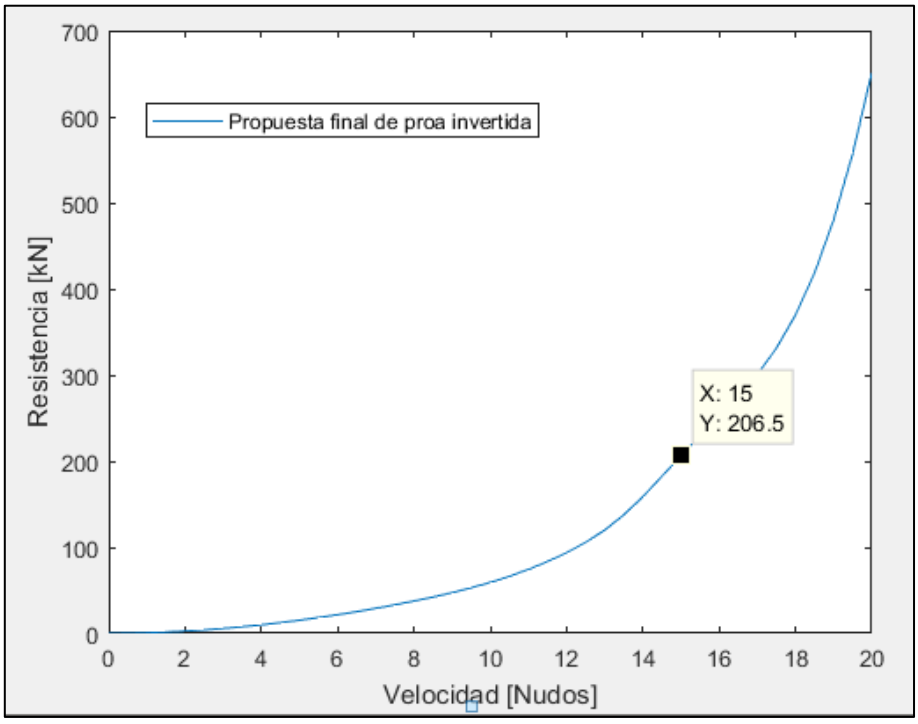
Figura 1.9: Maqueta 3D Buque Atunero con proa invertida



### 1.2.6 Resistencia

A continuación, se presentan los resultados de resistencia aplicando el método de Holtrop & Mennen [4] a las formas finales de la propuesta del buque con proa invertida. La Figura 1.10 se muestra la curva de resistencia al avance.

Figura 1.10: Curva de Resistencia al avance-regresional del buque con proa invertida




La Tabla 4 presenta la tabulación de los valores de resistencia.

| Velocidad | Resistencia | Potencia |
|---|---|---|
| Nudos | kN | [HP] |
| 0 | 0 | 0 |
| 0.5 | 0.2 | 0.046 |
| 1 | 0.7 | 0.345 |
| 1.5 | 1.5 | 1.128 |
| 2 | 2.6 | 2.632 |
| 2.5 | 4 | 5.092 |
| 3 | 5.7 | 8.738 |
| 3.5 | 7.7 | 13.792 |
| 4 | 9.9 | 20.463 |

| | | |
|---|---|---|
| 4.5 | 12.5 | 28.947 |
| 5 | 15.3 | 39.427 |
| 5.5 | 18.4 | 52.077 |
| 6 | 21.7 | 67.07 |
| 6.5 | 25.3 | 84.58 |
| 7 | 29.1 | 104.809 |
| 7.5 | 33.2 | 128.003 |
| 8 | 37.5 | 154.485 |
| 8.5 | 42.2 | 184.694 |
| 9 | 47.3 | 219.228 |
| 9.5 | 53 | 258.882 |
| 10 | 59.2 | 304.679 |
| 10.5 | 66.3 | 357.961 |
| 11 | 74.3 | 420.503 |
| 11.5 | 83.5 | 493.863 |
| 12 | 93.8 | 579.24 |
| 12.5 | 105.7 | 679.78 |
| 13 | 120 | 802.408 |
| 13.5 | 137.6 | 955.527 |
| 14 | 158.7 | 1143.225 |
| 14.5 | 182.3 | 1360.168 |
| 15 | 206.5 | 1593.347 |

Tabla 4: Tabulación de los valores de resistencia al avance

### 1.2.7 Estabilidad

Se han aplicado los criterios de estabilidad sin avería regido por la OMI [5], incluyendo el criterio meteorológico. Las condiciones típicas de carga para buques pesqueros son:

- Condición 1.- Salida hacia el caladero con abastecimiento completo de combustible, provisiones, hielo, artes de pesca, etc.
- Condición 2.- Salida del caladero con captura completa.
- Condición 3.- Llegada al puerto de origen con el 10% de provisiones, combustible, etc. Y captura completa.
- Condición 4.- Llegada al puerto de origen con el 10% de provisiones, combustible, etc. Y una captura mínima de normalmente el 20% de la captura completa, pero que podría ser

del 40% si a juicio de la Administración las pautas operacionales justifican dicho valor.

Además, se ha verificado que en todas las condiciones de carga el trimado no exceda el 1% de la eslora entre perpendiculares.

Los criterios de estabilidad generales recomendados por la OMI [5] son:

- El área bajo la curva de brazos adrizantes no debe ser inferior a 0.055 m.rad hasta un ángulo de escora Θ = 30° ni inferior a 0.09 m.rad hasta un ángulo de escora Θ= 40°, o hasta el ángulo de inundación Θf si es inferior a 40°. Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30° y 40° o de 30° y Θf, si este ángulo es inferior a 40°, no será menor a 0.03 m.rad.
- El brazo adrizante GZ tendrá un valor mínimo de 0.20 m a un ángulo de escora igual o superior a 30°.
- El máximo valor de brazo adrizante corresponderá a un ángulo de escora preferiblemente superior a 30° pero no inferior a 25°
- La altura metacéntrica en buques pesqueros de una sola cubierta no será inferior a 0.35m. En buques de superestructura corrida o cuya eslora sea igual o superior a 70 m, la altura metacéntrica podrá reducirse a un valor que sea satisfactorio a juicio de la Administración, pero en ningún caso inferior a 0.15 m.

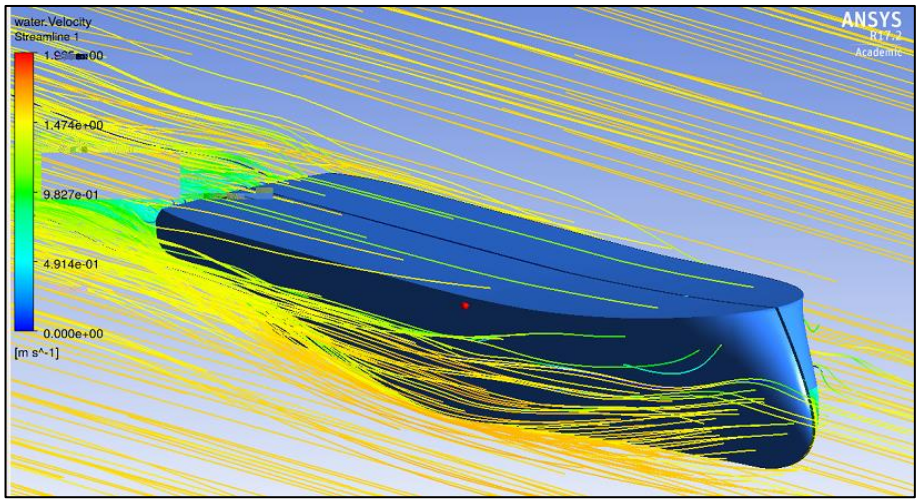
Todos los cálculos de estabilidad intacta se presentan en el Anexo A.

# CAPÍTULO 2

# 2 RESISTENCIA AL AVANCE MEDIANTE CFD Y COMPORTAMIENTO DEL BUQUE EN EL MAR.

El uso de softwares avanzados para CFD permiten determinar la resistencia del buque en forma precisa ya sea en aguas tranquilas o cualquier estado de mar. En este capítulo, se ha realizado la validación de la resistencia al avance del buque haciendo uso de CFX-ANSYS, por ser un software de alto rendimiento computacional.

Figura 2.1: Análisis de CFD aplicando ANSYS-CFX

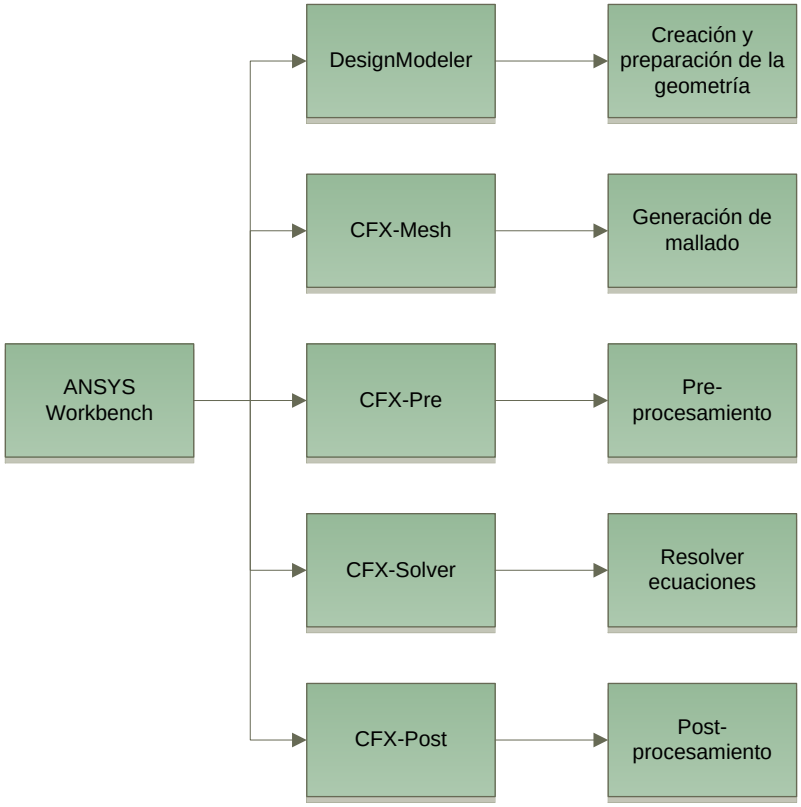



## 2.1 Descripción del software ANSYS-CFX

ANSYS CFX posee una tecnología de solver avanzada, la cual, combinada con una interfaz moderna hace que la dinámica de fluidos computacional sea accesible tanto a diseñadores con conocimientos generales y especialistas en CFD que requieren un control más profundo para la aplicación del método.

La secuencia de trabajo en ANSYS CFX puede clasificarse en cinco pasos los cuales son:

Figura 2.2: Secuencia de trabajo en ANSYS-CFX




- ANSYS DesignModeler: es un software creado específicamente para la creación y preparación de la geometría utilizada en la simulación. Es fácil de usar y cuenta con la opción de trabajar paramétricamente y con montajes de modelos, también soporta la mayoría de los archivos CAD.
- ANSYS CFX-Mesh: provee una multitud de tecnología de mallado en una sola aplicación que permite seleccionar a los diseñadores la mejor opción de malla para la simulación.
- ANSYS CFX-Pre: posee una moderna e intuitiva interfaz para preparar el análisis de CFD. Cuenta con un poderoso lenguaje el cual permite a los usuarios personalizar la definición del problema en varios aspectos, tales como: condiciones de fronteras complejas, propiedad del material de los modelos, o agregar ecuaciones de transporte.
- ANSYS CFX-Solver**:** es una avanzada tecnología de solver la cual permite lograr soluciones fiables y precisas de manera rápida y robusta. También

permite que los usuarios puedan seguir el proceso de la convergencia y monitorear dinámicamente la cantidad numérica y física de las soluciones.

- ANSYS CFX-Post: posee completas y poderosas capacidades de post-procesamiento de los resultados tanto como para análisis gráfico y cuantitativo.

## 2.2 Análisis dimensional

Para el análisis de CFD se han generado modelos a escala de los buques: convencional y proa invertida. Estos modelos se han obtenido tomando en consideración las siguientes leyes de semejanzas. Para realizar la comparación de resistencia al avance, se ha considerado que los barcos tengan igual desplazamiento.

### 2.2.1 Semejanza geométrica

Dos cuerpos son geométricamente semejantes si todas las correspondientes dimensiones lineales que la caracterizan son proporcionales.

$$L_p = \lambda * L_m \quad (2.1)$$

$$L_p{}^2 = \lambda^2 * L_m{}^2 \quad (2.2)$$

$$L_p{}^3 = \lambda^3 * L_m{}^3 \quad (2.3)$$

Siendo λ el factor de escala, Lp la dimensión del prototipo y Lm la dimensión del modelo.

Para el análisis dimensional se ha establecido un factor de escala de 24:1. El factor ha sido establecido para que el modelo trabaje en el régimen turbulento, es decir, el número de Reynolds sea superior a 3x10^6. La Tabla 5 presenta las dimensiones del prototipo y modelo con sus respectivas semejanzas geométricas.

| | | Unidades | Convencional | Proa invertida | Lambda |
|---|---|---|---|---|---|
| Prototipo | Eslora de flotación | m | 69.108 | 68.543 | |
| | Eslora entre perpendiculares | m | 64.368 | 66.348 | |
| | Manga | m | 13.540 | 13.540 | |
| | Calado | m | 6.152 | 5.969 | |
| | Superficie mojada | m^2 | 1277.195 | 1280.227 | |
| | Volumen de desplazamiento | m^3 | 3293.00 | 3293.000 | |
| Modelo | Eslora de flotación | m | 2.879 | 2.856 | 24 |
| | Eslora entre perpendiculares | m | 2.682 | 2.764 | 24 |
| | Manga | m | 0.564 | 0.564 | 24 |
| | Calado | m | 0.256 | 0.249 | 24 |
| | Superficie mojada | m^2 | 2.217 | 2.220 | 24 |
| | Volumen de desplazamiento | m^3 | 0.238 | 0.238 | 24 |

Tabla 5: Resultados de semejanza geométrica

### 2.2.2 Semejanza dinámica

Dos cuerpos poseen semejanza dinámica si las fuerzas en puntos homólogos son semejantes.

Debido a la naturaleza de superficie libre se considera que la fuerza predominante sea la gravedad, por esta razón se ha aplicado la semejanza de Froude. Igualando los números de Froude del prototipo y modelo se obtiene:

$$Fn_p = Fn_m \tag{2.4}$$

$$\frac{V_p}{\sqrt{g * Lpp_p}} = \frac{V_m}{\sqrt{g * Lpp_m}} \tag{2.5}$$

Finalmente:

$$\frac{V_p}{V_m} = \frac{\sqrt{Lpp_p}}{\sqrt{Lpp_m}} \tag{2.6}$$

$$\frac{V_p}{V_m} = \sqrt{\lambda} \tag{2.7}$$

La tabla a continuación presenta los resultados obtenidos.

| | | Buque convencional | Proa invertida |
|---|---|---|---|
| *Velocidad-prototipo* | m/s | 7.716 | 7.716 |
| *Eslora entre perpendiculares-prototipo* | m | 64.368 | 66.348 |
| *Gravedad* | m/s^2 | 9.800 | 9.800 |
| *Froude* | | 0.298 | 0.296 |
| *Eslora entre perpendiculares-modelo* | m | 2.682 | 2.764 |
| *Velocidad-modelo* | m/s | 1.583 | 1.565 |
| *Viscosidad cinemática* | m^2/s | 1.188E-06 | 1.188E-06 |
| *Reynolds* | | 3.835E+06 | 3.761E+06 |

Tabla 6: Resultados de semejanza dinámica

Se puede observar que se ha obtenido modelos que trabajan en régimen turbulento.

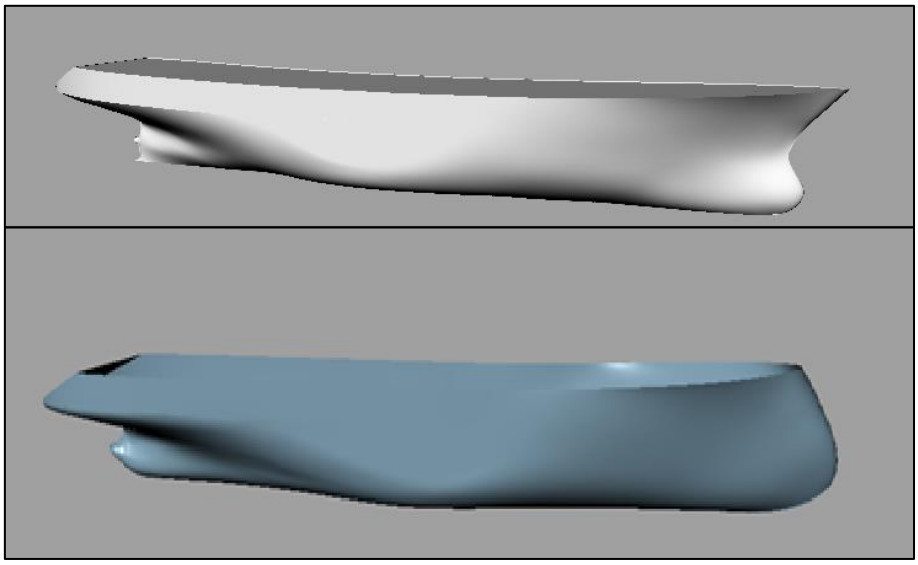
### 2.2.3 Semejanza cinemática

Dos corrientes de fluido son semejantes cuando las líneas de flujo de ambos cuerpos son homólogos, para esto es necesario que se cumpla la semejanza geométrica y dinámica.

## 2.3 Geometría

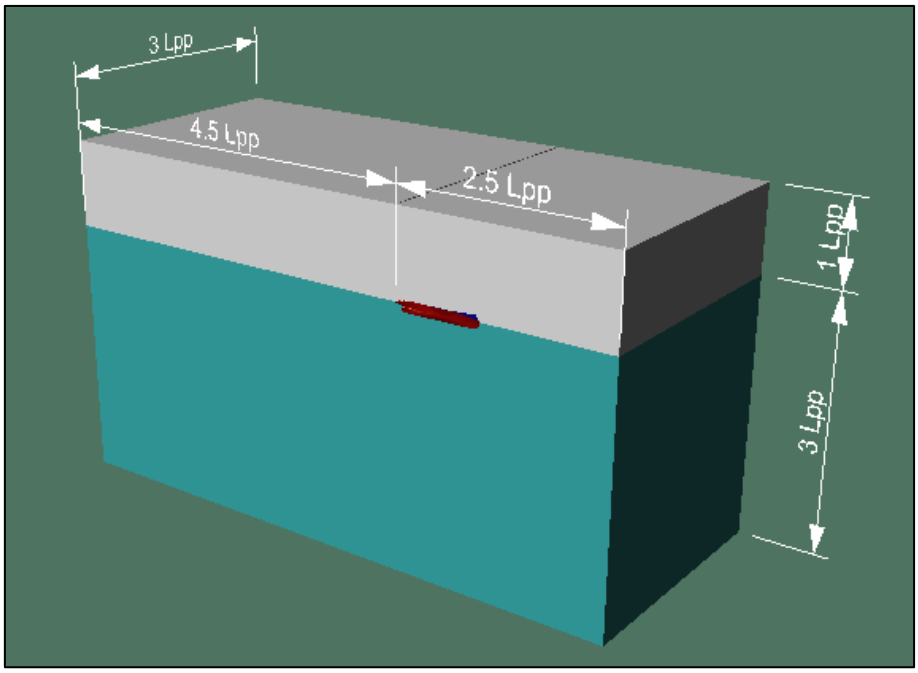
Las formas del casco han sido modeladas en Rhinoceros para luego definir el dominio en Ansys-Modeler. Los modelos se presentan en la Figura 2.3

Figura 2.3: Casco del buque convencional y proa invertida



Las dimensiones del dominio se muestran en la Figura 2.4.

Figura 2.4: Dimensiones del dominio para la simulación computacional.



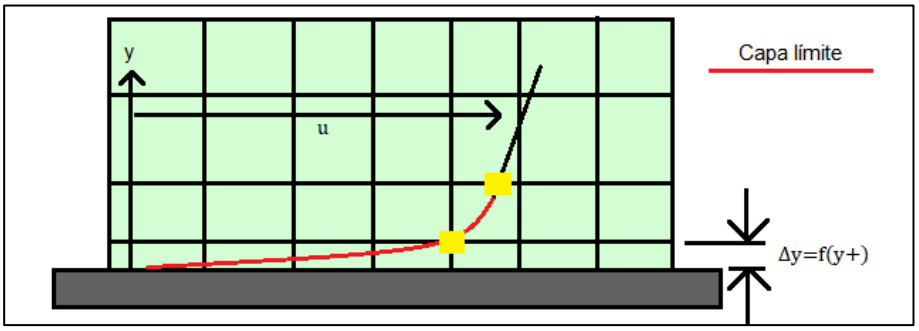

Para la simplificación del problema se ha considerado un análisis simétrico.

## 2.4 Mallado

Se han realizado en los modelos varios mallados para su discretización. Los resultados que se presentan corresponden al mallado final.

Para evitar errores de caída de presión y velocidad en la simulación, se ha considerado el análisis de Yplus. Este valor es una distancia no dimensional desde la pared hasta el primer nodo de la malla.

Figura 2.5: Yplus (Y+)




El grosor de la primera capa ha sido estimado con la siguiente ecuación recomendada por ITTC [6].

$$\Delta y = \frac{L_m * y^+}{Re_m * \sqrt{0.5 * Cf}} \quad (2.8)$$

Siendo ∆y la distancia del primer nodo de la pared, Lm la longitud de escala (modelo), y+ el valor de Yplus deseado, Rem el número de Reynolds del modelo y Cf el coeficiente de fricción.

$$C_f = \frac{0.075}{(\log_{10} Re_m - 2)^2} \quad (2.9)$$

El rango de Yplus recomendado es:

$$y^+ = 30\sim100 \quad (2.10)$$

El valor máximo de Yplus puede extenderse hasta 200 según lo descrito en las recomendaciones de CFX-foro. A continuación, se presentan los resultados para un valor promedio de Y plus de 60.

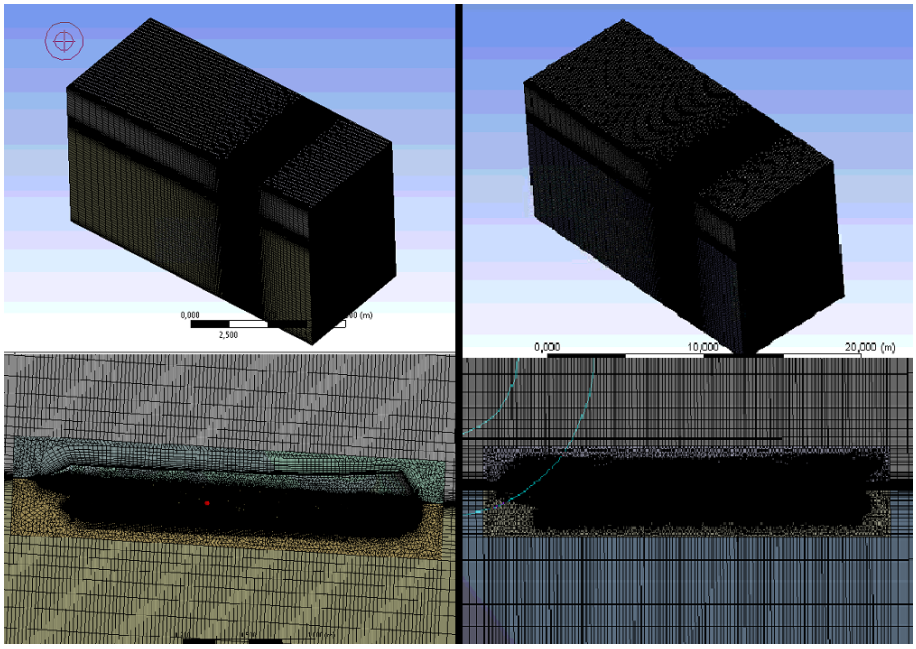
| | | Buque convencional | Proa invertida |
|---|---|---|---|
| Longitud de escala | m | 2.682 | 2.764 |
| Velocidad de escala | m/s | 1.583 | 1.565 |
| Viscosidad cinemática | m*s2 | 1.19E-06 | 1.19E-06 |
| Reynolds | | 3.57E+06 | 3.64E+06 |
| Cf_ittc | | 3.62E-03 | 3.61E-03 |
| Yplus | | 60.000 | 60.000 |
| y | mm | 1.059 | 1.073 |

Tabla 7: Distancia del primer nodo de la pared

Dado que las velocidades a lo largo del buque varían, los valores de Yplus también varían.

La estructura de la malla se muestra a continuación.

Figura 2.6: Mallado del dominio del buque convencional y proa invertida




Las características de la malla se presentan a continuación.

| | Buque Proa invertida | Buque Convencional |
|---|---|---|
| Número de elementos | 5104313 | 5130300 |
| Número de nodos | 3197318 | 3199530 |

Tabla 8: Características del mallado

## 2.5 Preprocesamiento

La simulación ha sido establecida del tipo estable (steady) y multi-fásica (multiphase), siendo los fluidos aire y agua los presentes en la simulación. Las ecuaciones utilizadas han sido del tipo RANS (Reynolds-average Navier Stokes).

Para el modelo de turbulencia, se ha seleccionado el modelo SST (Sheer Stress Transport), con una función de pared estándar. Los valores de energía cinética de turbulencia y tasa de disipación específica son k=0.002213 [m2/s2] y ω=0.4574 [1/s], respectivamente. Estos valores pueden ser estimados como se muestra a continuación:

$$I = \frac{u'}{u_{avg}} = 0.16 * (Re)^{-\frac{1}{8}} = 0.16 * (3.57E-6)^{-\frac{1}{8}} = 0.024 \quad (2.11)$$

$$I\% = 100 * I = 2.4\% \quad (2.12)$$

$$l = 0.07 * L = 0.07 * 2.682 = 0.1877\ [m] \quad (2.13)$$

Donde I% y l son la intensidad de turbulencia y escala de longitud de turbulencia respectivamente. Finalmente, los valores de k y ω son:

$$k = (\frac{I\%}{100})^2 * \frac{3}{2} * U^2 = (0.024)^2 * \frac{3}{2} * 1.58^2 = 0.00221\ [m2/s2] \quad (2.14)$$

$$\omega = \frac{\sqrt{k}}{l\sqrt[4]{C_u}} = \frac{\sqrt{0.002213}}{01877 * \sqrt[4]{0.09}} = 0.4574\ [1/s] \quad (2.15)$$

Para las condiciones de contorno se ha establecido lo siguiente:

**Inlet:** Velocidad de entrada del dominio con valores de 1.583 m/s y 1.565 m/s para los modelos convencional y proa invertida respectivamente.

**Outlet:** Presión estática a la salida del dominio. Esta presión ha sido ingresada como una función dependiente de la altura.

$$P_{outlet} = 997 * g * (h - z) * VOFWATER\ \ [N/m2] \quad (2.16)$$

Donde

$$VOFWATER = 1 - VOFAIR \quad (2.17)$$

$$VOFAIR = step\left(\frac{(z-h)}{1}\right) \quad (2.18)$$

**Wall:** Para el fondo, costado y cubierta del dominio, se ha establecido un contorno de pared con resbalamiento libre.

**Symmetry:** Para el plano de crujía se ha establecido un contorno de simetría.

**Interface:** Este contorno representa la interface entre el dominio de agua y aire.

## 2.6 Solver

Para el equilibrio de las ecuaciones, se ha establecido un total de 5000 iteraciones. Para la escala de tiempo se ha establecido una escala de 5 segundos al inicio y para el final se ha establecido la escala con la siguiente ecuación.

$$Timescale = \frac{1}{3} * \frac{Longitud\ de\ escala\ (L_m)}{Velocidad\ de\ escala\ (V_m)} \quad (2.19)$$

Dado que el análisis ha sido realizado solo para máxima velocidad, los valores de escala de tiempo física son:

| | Buque convencional | Buque proa invertida |
|---|---|---|
| Longitud de escala | 2.879 m | 2.856 m |
| Velocidad de escala | 1.583 m/s | 1.565 m/s |
| Escala de tiempo | 0.606 s | 0.608 s |

Tabla 9: Escala de tiempo física

Se ha realizado el monitoreo de los coeficientes de resistencia total, resistencia por viscosidad y resistencia por presión. Estos coeficientes se han determinado con las siguientes expresiones.

**Coeficiente de Resistencia Total** = ( 2.20)

2*2* (force_x() @Hull_water) / ((massFlowAve(Density) @Inlet_water) * ((massFlowAve(Velocity) @Inlet_water)^2) * (área mojada del casco))

**Coeficiente de Resistencia por viscosidad** = ( 2.21)

2*2* (areaInt(Wall Shear X) @Hull_water) / ((massFlowAve(Density) @Inlet_water) * ((massFlowAve(Velocity) @Inlet_water)^2) * (área mojada del casco))

**Coeficiente de Resistencia por presión** = ( 2.22)

2*2* (areaInt_x(Pressure) @Hull_water) / ((massFlowAve(Density) @Inlet_water) * ((massFlowAve(Velocity) @Inlet_water)^2) * (área mojada del casco))

Para el criterio de convergencia se ha establecido el residuo tipo RMS (Root Mean Square), con un objetivo residual de 1E-5.

Los residuos del buque convencional y proa invertida se presentan a continuación.

Figura 2.7:Residuos de masa y momento (proa invertida)

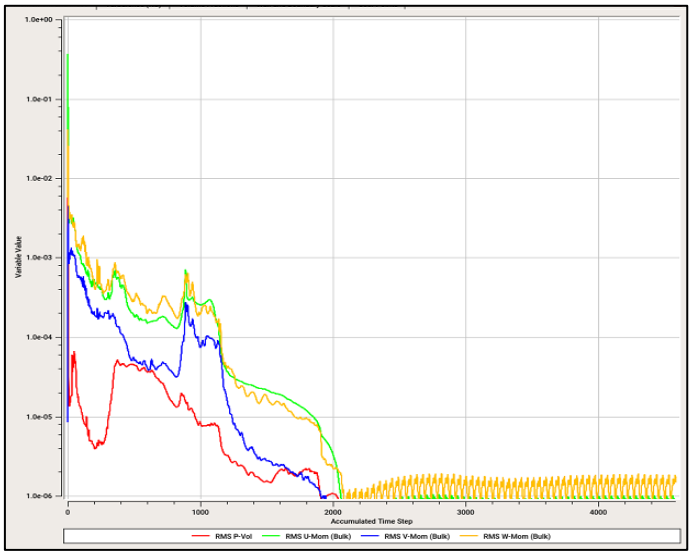
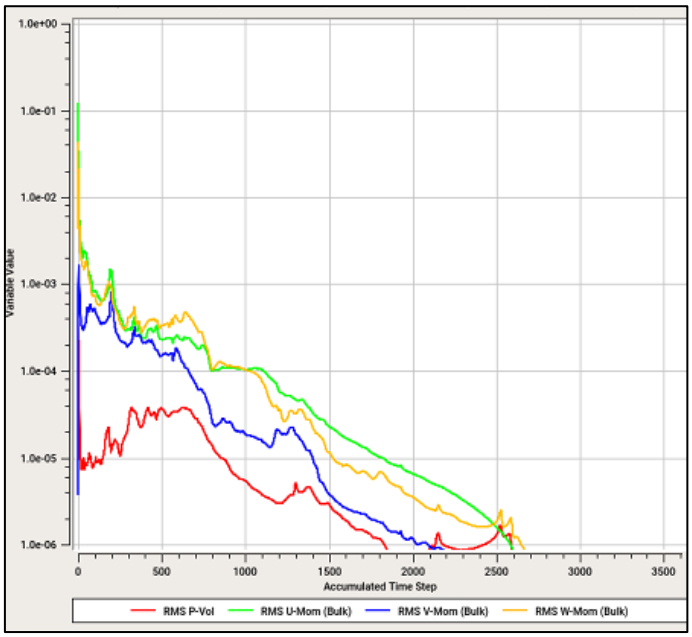



Figura 2.8: Residuos de masa y momento (proa convencional)




## 2.7 Post-procesamiento-Resultados

A continuación, se presentan los resultados gráficos y cuantitativos de los modelos.

Como primer resultado se obtiene la distribución de Yplus a lo largo de los buques para verificar que se ha trabajado en el rango adecuado. Las Figura 2.9 y Figura 2.10 muestra la distribución del Y plus para cada buque

Figura 2.9: Distribución de Yplus del buque convencional

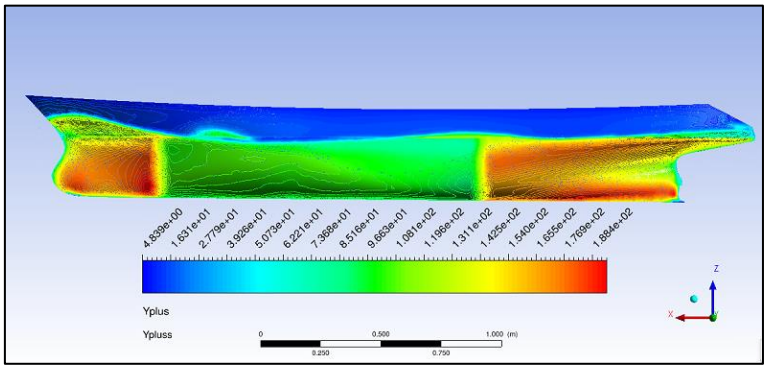
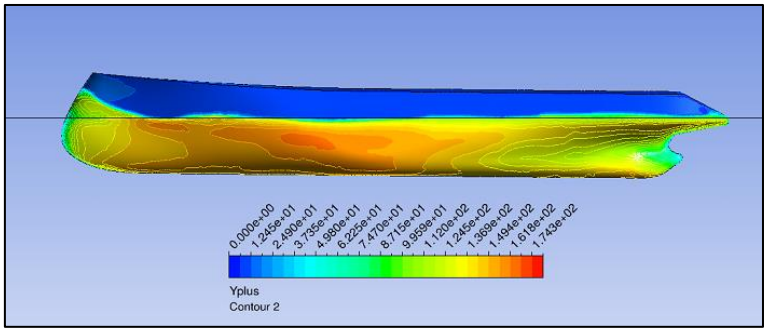



Figura 2.10: Distribución de Yplus del buque proa invertida




Se observa que los valores de Y plus en la obra viva de los modelos van desde 39 hasta 188 aproximadamente, los cuales están en un rango aceptable.

Otro resultado importarte ha sido la superficie libre.

Figura 2.11: Superficie libre (Buque convencional)

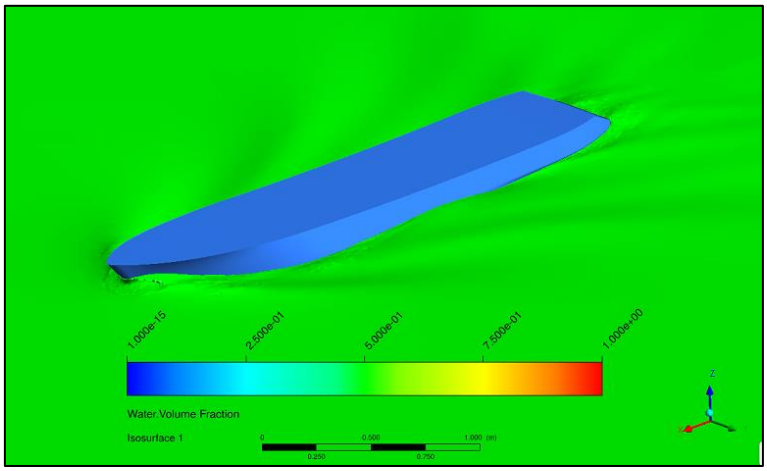
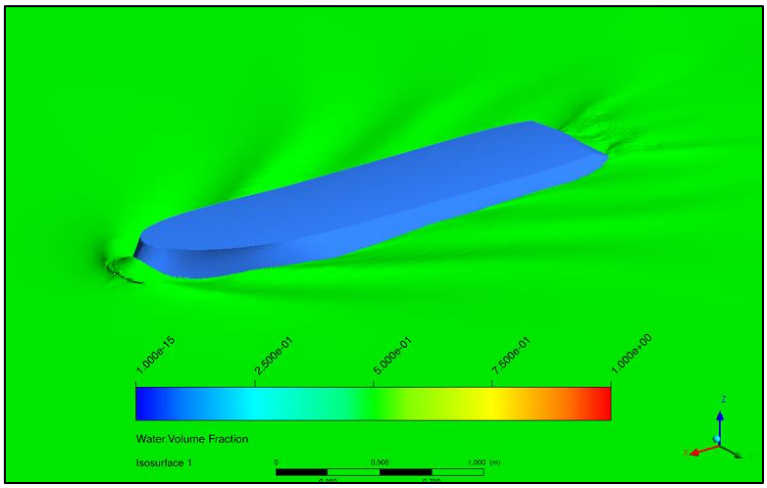



Figura 2.12: Superficie libre (Proa invertida)




Finalmente, se presentan los valores de resistencia de presión, viscosa y total de los modelos. Estos valores corresponden a los buques en su máxima velocidad de diseño.

| Coeficientes | Convencional | Proa invertida |
|---|---|---|
| Resistencia total | 0.0079124 | 0.0076572 |
| Resistencia de presión | 0.0032663 | 0.0032382 |
| Resistencia viscosa | 0.0046521 | 0.0044227 |

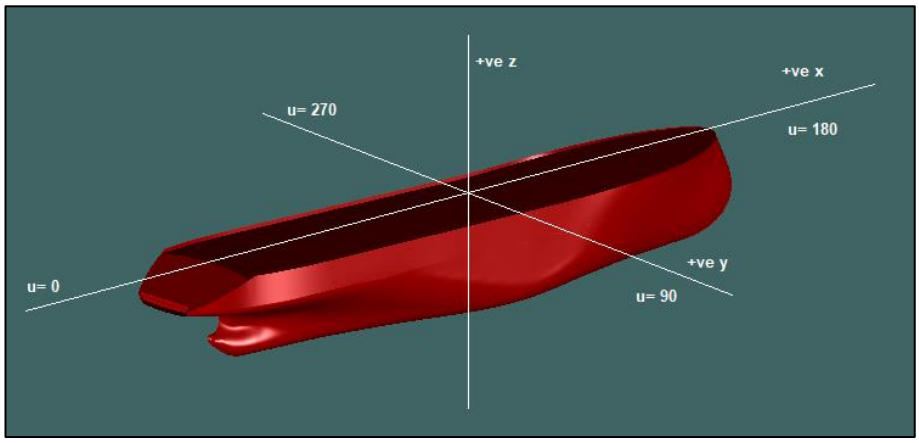
Tabla 10: Coeficientes de resistencia del buque convencional y buque proa invertida

## 2.8 Comportamiento del buque en el mar-proa invertida

Para medir el comportamiento del buque en el mar se ha realizado un análisis para la segunda condición de carga establecida en el capítulo 1, a una velocidad de 15 nudos, sometido al espectro de Jonswap, estado de mar siete al cual le corresponde una altura de ola de 7.5 m y un periodo de 14.997 segundos.

La Figura 2.13 muestra el sistema de referencia establecido por el software.

Figura 2.13: Sistema de Referencia software Maxsurf



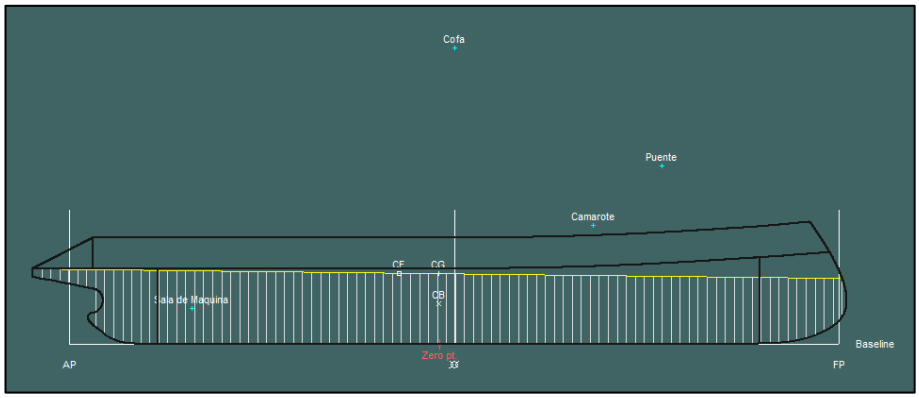

Para medir las aceleraciones verticales a las que está sometido el buque se han escogido cuatro puntos remotos a lo largo de la eslora los cuales se muestran en la Tabla 11.

| Ubicación | x | y | z |
|---|---|---|---|
| Sala de máquina | -21 | 0 | 3 |
| Puente de mando | 18.84 | 0 | 15 |
| Camarote | 13 | 0 | 10 |
| Cofa | 1.3 | 0 | 25 |

Tabla 11: Puntos analizados

Los puntos remotos de la Tabla 11 han sido medidos desde la sección media del buque. La Figura 2.14 muestra los puntos establecidos.

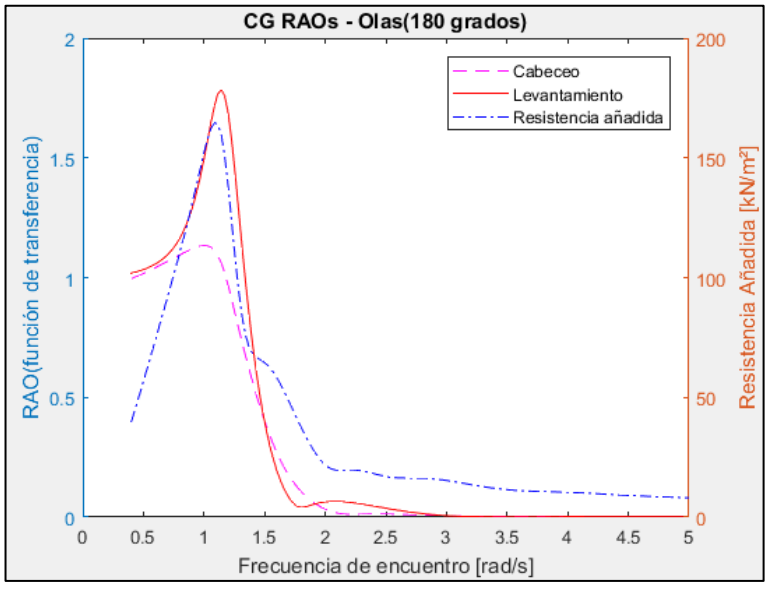
Figura 2.14: Ubicación de puntos remotos para medición de aceleraciones




A continuación, se presentan los resultados de RAO (Response Amplitude Operators) y MSI (Motion Sickness Incidence) del buque con olas de incidencia de encuentro a 180, 135, 90, 45 y 0 grados. Los resultados han sido obtenidos del software Maxsurf-Motion.

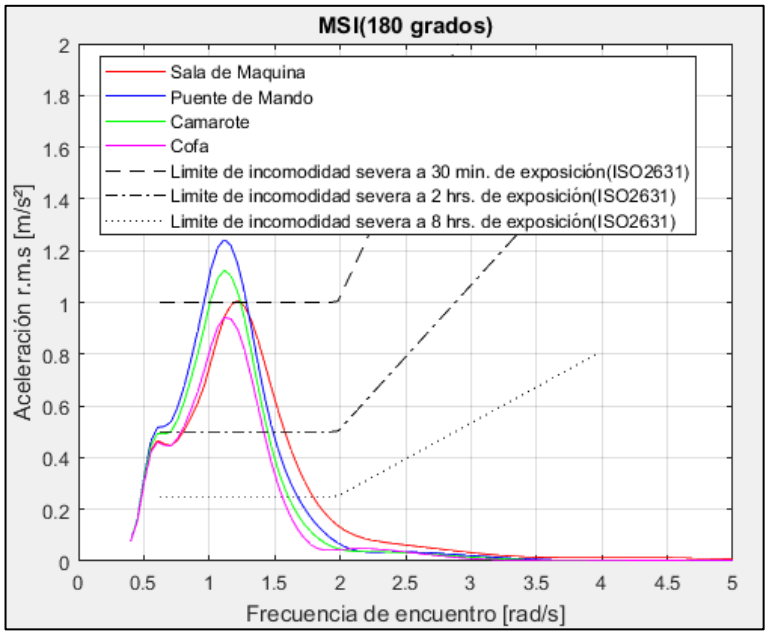
En la Figura 2.15 se muestran las curvas de levantamiento, cabeceo y resistencia añadida.

Figura 2.15: Operador de amplitud de respuesta – Encuentro de olas a 180 grados



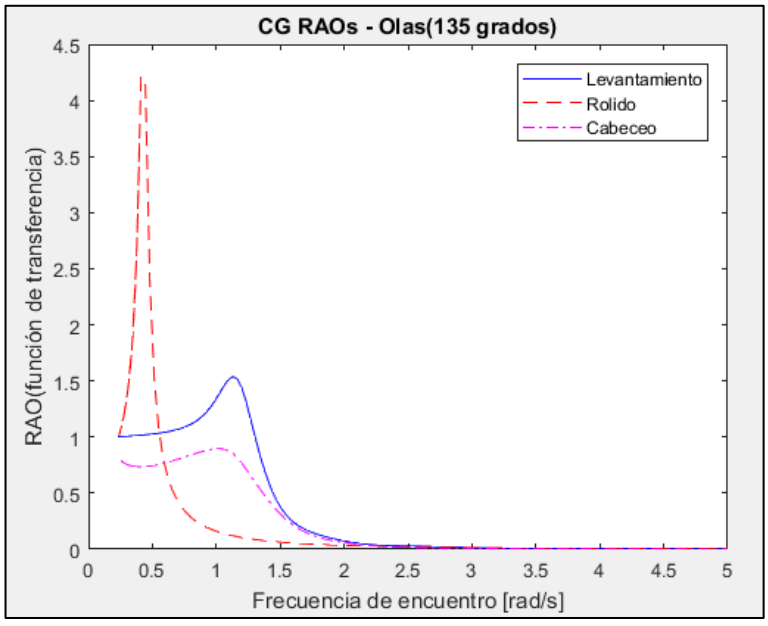

La Figura 2.16 muestra la incidencia de malestar por movimiento que se obtiene cuando el buque navega con una ola de incidencia de ola a 180 grados.

Figura 2.16: Incidencia de malestar por movimiento -Encuentro de olas a 180 grados



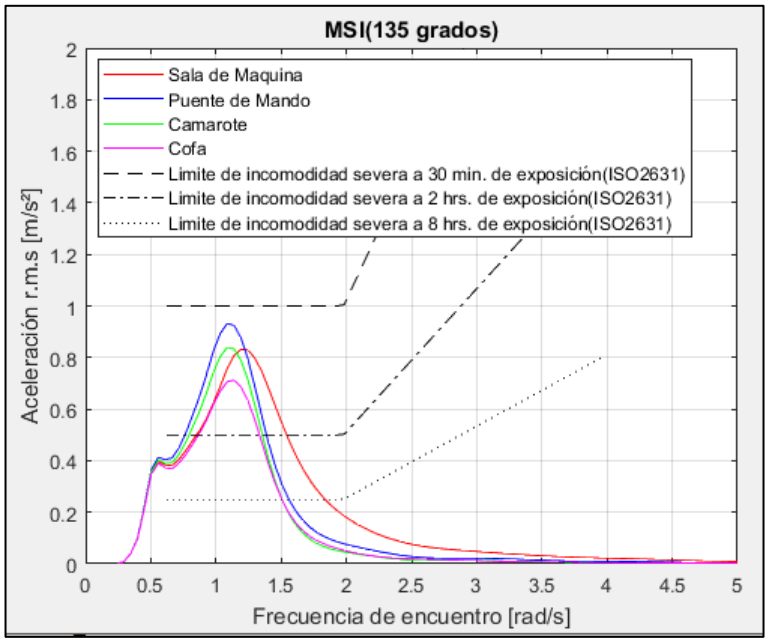

Para una incidencia de ola a 135 grados en la Figura 2.17 se muestran las curvas de respuesta del levantamiento, cabeceo y rolido.

Figura 2.17: Operador de amplitud de respuesta – Encuentro de olas a 135 grados



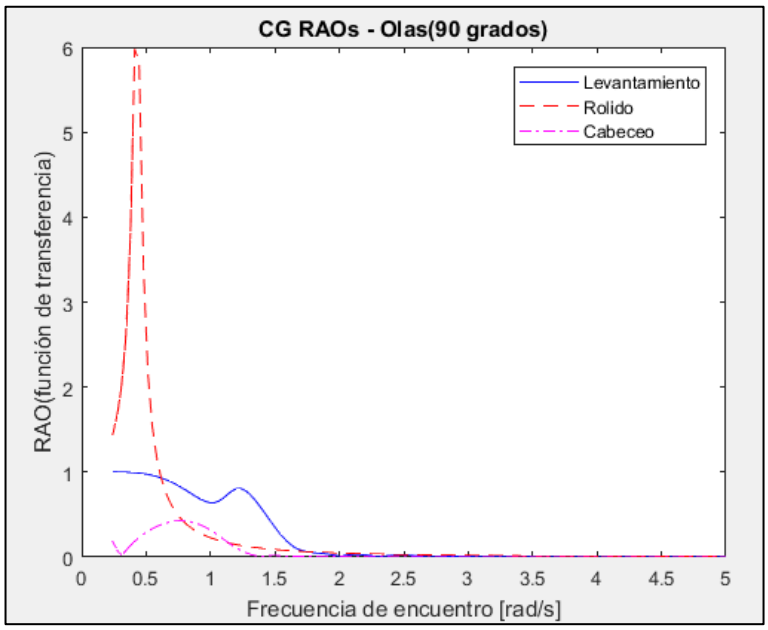

La Figura 2.18 muestra la incidencia de malestar por movimiento que se obtiene cuando el buque navega con una ola de incidencia de ola a 135 grados.

Figura 2.18: Incidencia de malestar por movimiento -Encuentro de olas a 135 grados



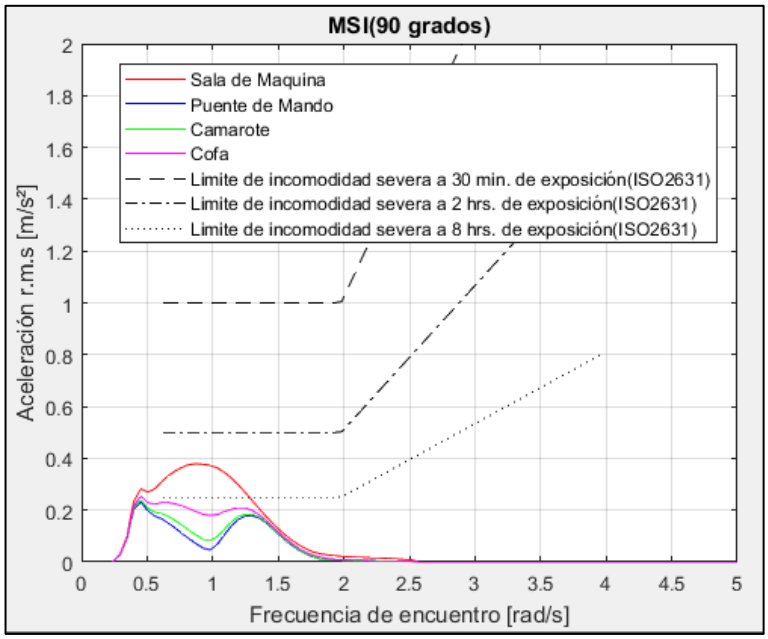

Para una incidencia de ola a 90 grados en la Figura 2.19 se muestran las curvas de respuesta del levantamiento, cabeceo y rolido.

Figura 2.19: Operador de amplitud de respuesta – Encuentro de olas a 90 grados



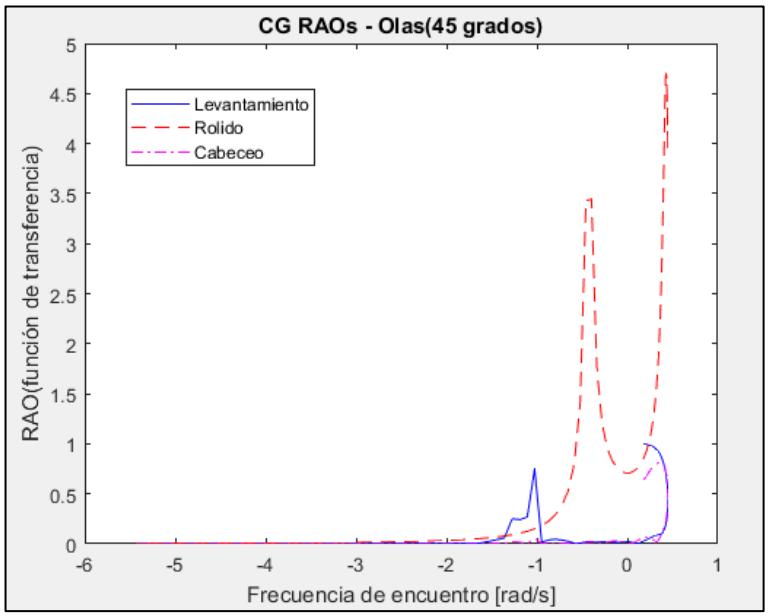

La Figura 2.20 muestra la incidencia de malestar por movimiento que se obtiene cuando el buque navega con una ola de incidencia de ola a 90 grados.

Figura 2.20: Incidencia de malestar por movimiento -Encuentro de olas a 90 grados



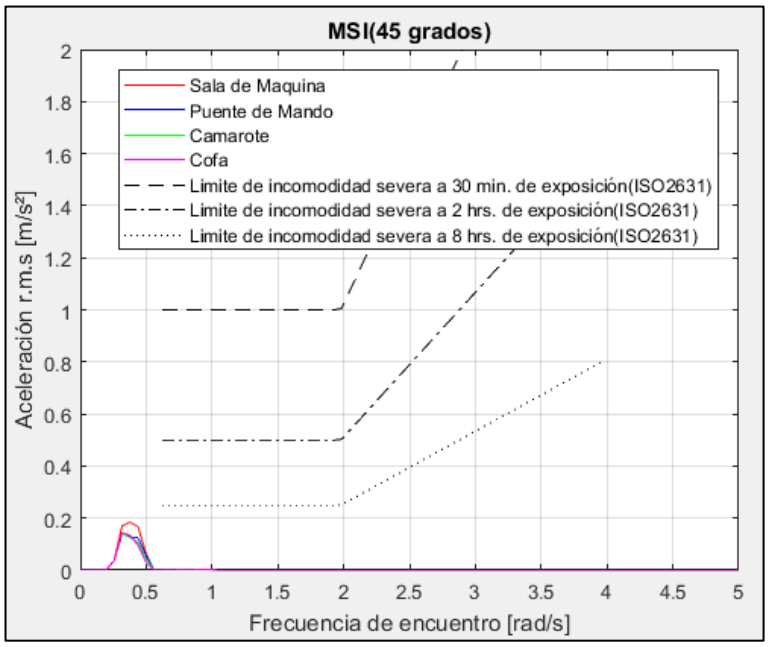

Para una incidencia de ola a 45 grados en la Figura 2.21 se muestran las curvas de respuesta del levantamiento, cabeceo y rolido.

Figura 2.21: Operador de amplitud de respuesta – Encuentro de olas a 45 grados



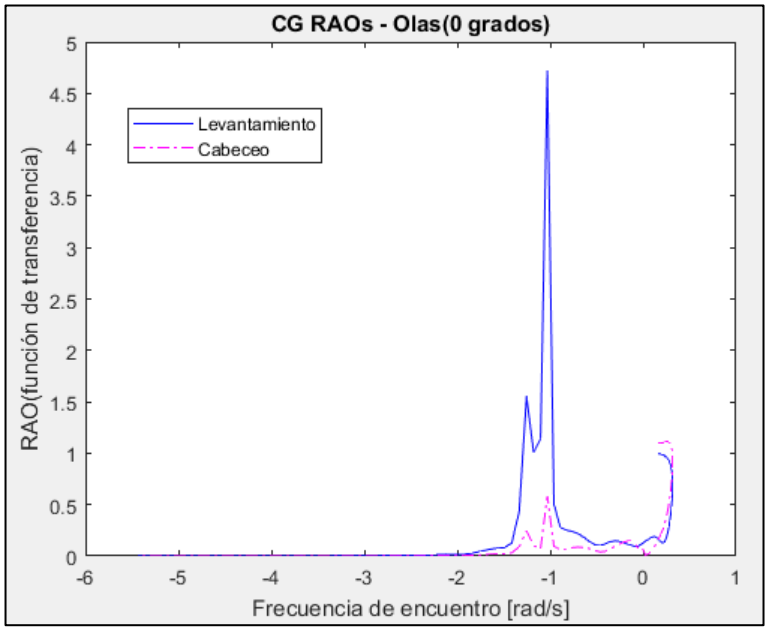

La Figura 2.22 muestra la incidencia de malestar por movimiento que se obtiene cuando el buque navega con una ola de incidencia de ola a 45 grados.

Figura 2.22: Incidencia de malestar por movimiento -Encuentro de olas a 45 grados



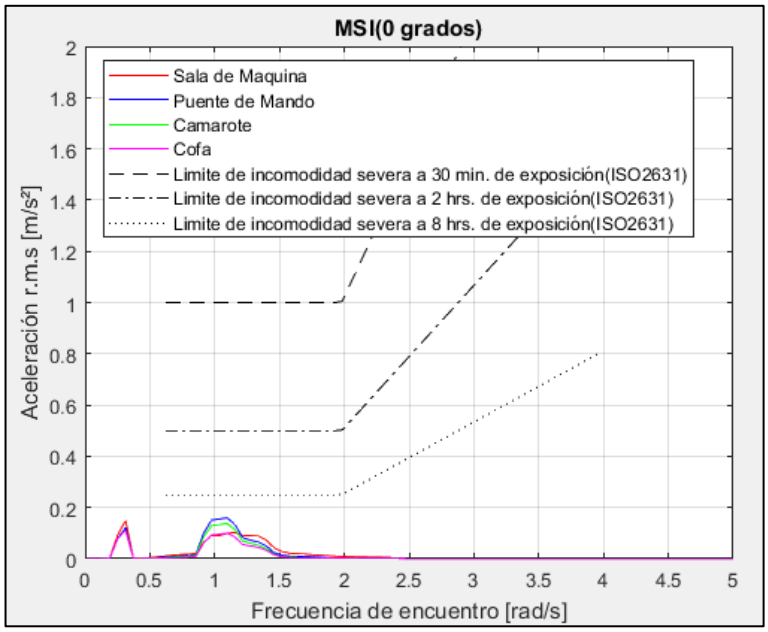

Para una incidencia de ola a 0 grados en la Figura 2.23 se muestran las curvas de respuesta del levantamiento, cabeceo y rolido.

Figura 2.23: Operador de amplitud de respuesta – Encuentro de olas a 0 grados




La Figura 2.24 muestra la incidencia de malestar por movimiento que se obtiene cuando el buque navega con una ola de incidencia de ola a 0 grados.

Figura 2.24: Incidencia de malestar por movimiento -Encuentro de olas a 0 grados

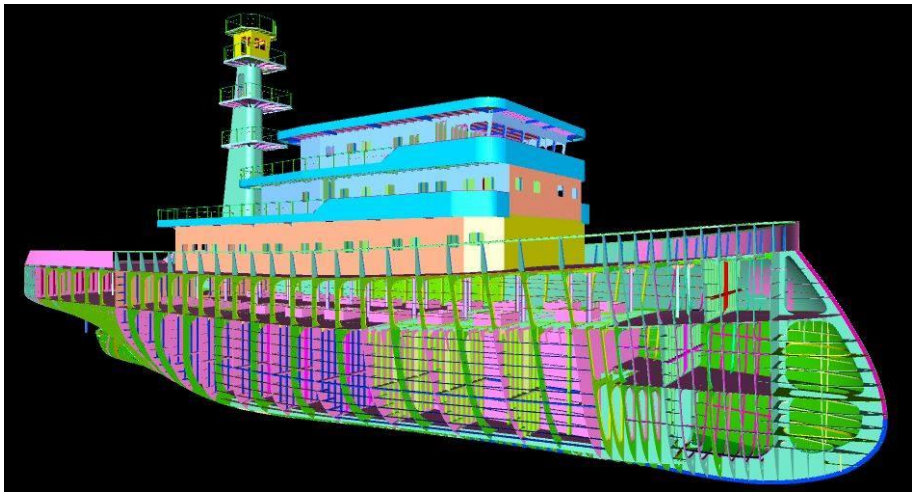


# CAPÍTULO 3

# 3 INGENIERÍA DE PRODUCTO DE ESTRUCTURA DEL BUQUE-PROA INVERTIDA.

Para la ingeniería de producto, se ha utilizado el software ShipConstructor 2017. Este software es un conjunto de productos basados en AutoCAD, diseñado para las áreas de ingeniería y construcción de la industria de construcción naval.

Figura 3.1: Ingeniería de producto utilizando el software ShipConstructor



Se ha dividido la ingeniería de producto en 5 partes las cuales son:

- Creación del proyecto y estándares de construcción
- Modelado estructural.
- Jerarquización de los componentes.
- Elaboración de los planos de ensamble y sub-ensamble.
- Elaboración de los planos de corte.

En este capítulo se presenta la forma en que se ha enfrentado el proceso de modelado de la estructura del buque

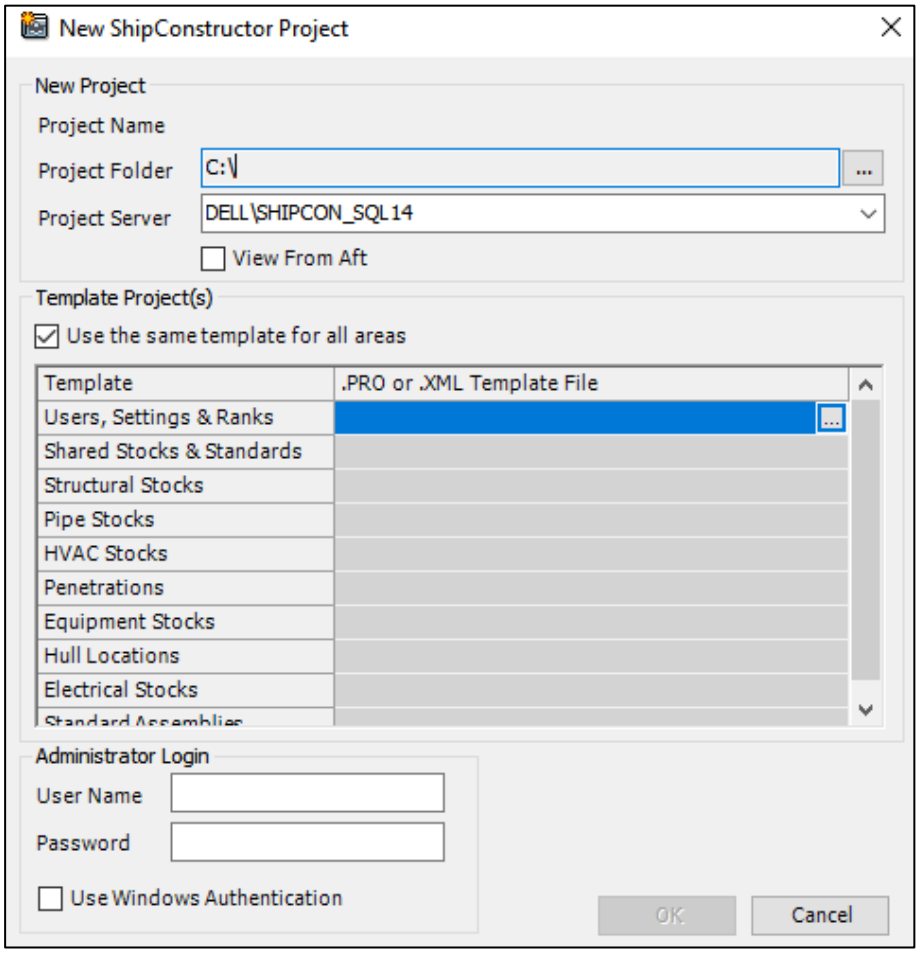
## 3.1 Creación del proyecto y estándares de construcción

Para realizar la ingeniería de producto, ha sido necesario crear el proyecto y definir los estándares para la construcción tales como stock de planchas, perfilería, recortes, penetraciones, etc.

### 3.1.1 Creación del proyecto

Para la creación del proyecto se debe de ingresar a ShipConstructor >Project>New Project.

Figura 3.2: Creación del proyecto en ShipConstructor




La Figura 3.2 muestra la ventana de creación del proyecto. En esta ventana se define la ruta del proyecto, servidor, plantillas, usuario y contraseña.

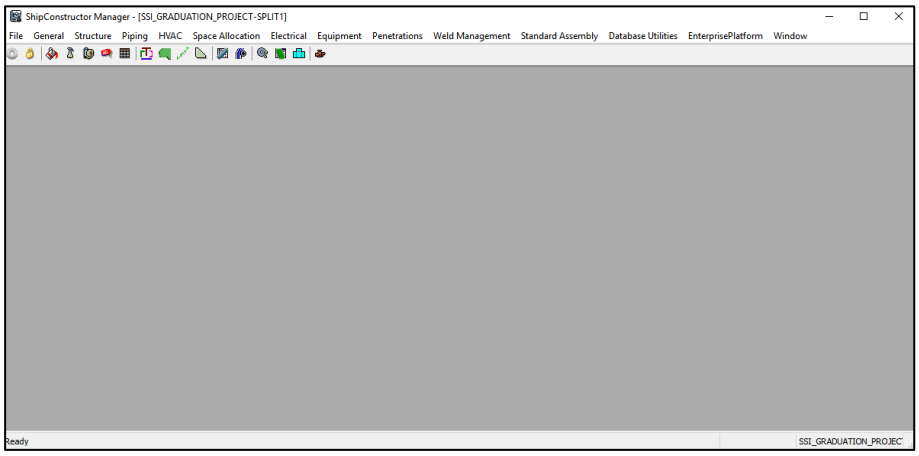
- Project Folder: En esta opción se selecciona la ruta del proyecto. Esta ruta corresponde al computador que sea el servidor. Dado que ShipConstructor puede compartir proyectos ya sea por conexión a red local o partición de proyecto, el proyecto principal debe de estar almacenado en el computador servidor.

- Project Server: Aquí se selecciona el servidor del computador principal.
- User, Settings & Ranks: Esta opción permite seleccionador las plantillas a utilizar. Para este proyecto se ha seleccionado la plantilla MetricProjectTemplate ubicada en C:\Program Files\SSI\ShipConstructor 2017 R2\ProjectTemplates**.** Esta es una plantilla estándar de ShipConstructor.
- User Name: En esta opción se introduce el nombre de usuario.
- Password: Esta opción permite establecer una contraseña para todo el proyecto.

### 3.1.2 Estándares de construcción

Creado el proyecto, se procede a establecer los estándares para la construcción. Para esto, se debe ingresar a ShipConstructor>Manager.

Figura 3.3: ShipConstructor Manager

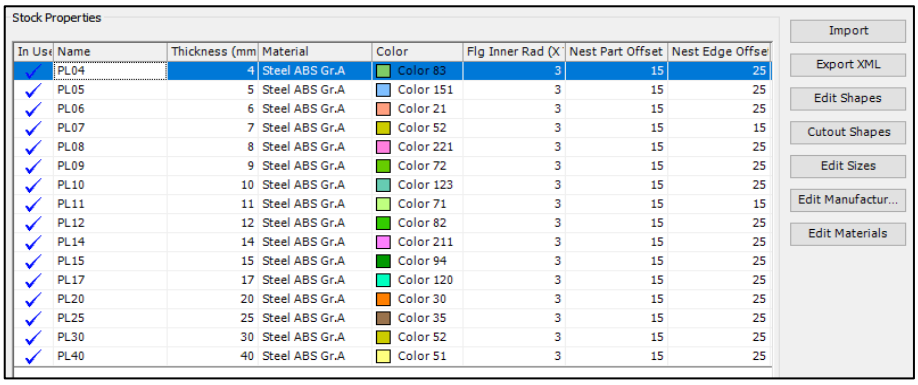



Esta ventana contiene varias pestañas que definen los estándares para la construcción. Para iniciar con el modelado estructural se ha definido la parte de estructura. En esta pestaña se encuentran las siguientes opciones:

### Stock Catalogue

Esta opción permite establecer un catálogo de planchas y perfilería. La Figura 3.4 presenta las planchas que han sido seleccionadas para la construcción.

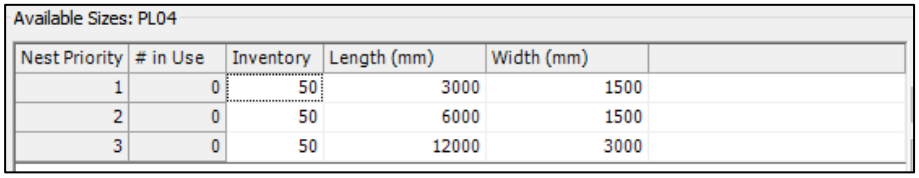
Figura 3.4: Planchas




| In Use | Name | Thickness (mm | Material | Color | Flg Inner Rad (X | Nest Part Offset | Nest Edge Offse |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ✓ | PL04 | 4 | Steel ABS Gr.A | Color 83 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL05 | 5 | Steel ABS Gr.A | Color 151 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL06 | 6 | Steel ABS Gr.A | Color 21 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL07 | 7 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 15 | 15 |
| ✓ | PL08 | 8 | Steel ABS Gr.A | Color 221 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL09 | 9 | Steel ABS Gr.A | Color 72 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL10 | 10 | Steel ABS Gr.A | Color 123 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL11 | 11 | Steel ABS Gr.A | Color 71 | 3 | 15 | 15 |
| ✓ | PL12 | 12 | Steel ABS Gr.A | Color 82 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL14 | 14 | Steel ABS Gr.A | Color 211 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL15 | 15 | Steel ABS Gr.A | Color 94 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL17 | 17 | Steel ABS Gr.A | Color 120 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL20 | 20 | Steel ABS Gr.A | Color 30 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL25 | 25 | Steel ABS Gr.A | Color 35 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL30 | 30 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 15 | 25 |
| ✓ | PL40 | 40 | Steel ABS Gr.A | Color 51 | 3 | 15 | 25 |

Las dimensiones y cantidad de planchas en el inventario pueden ser establecidas con el botón ‘Edit Sizes’ ubicado a la izquierda de la ventana.

Figura 3.5: Edición de dimensiones de plancha

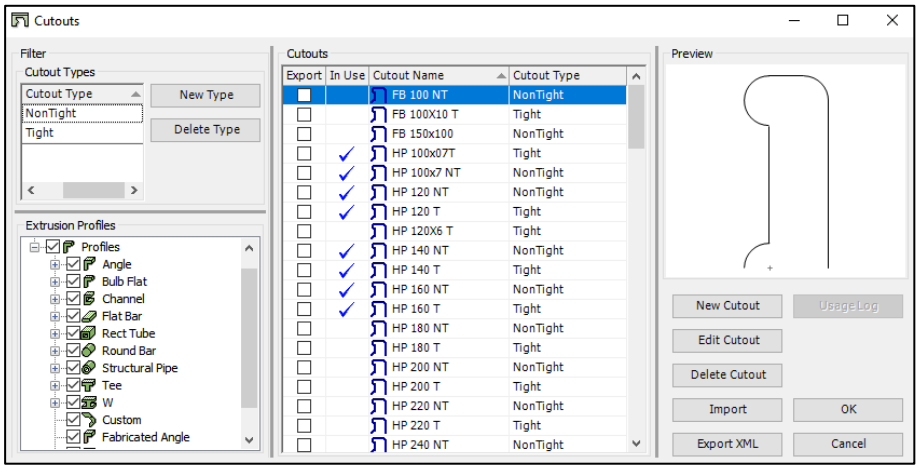



| Nest Priority | # in Use | Inventory | Length (mm) | Width (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 50 | 3000 | 1500 |
| 2 | 0 | 50 | 6000 | 1500 |
| 3 | 0 | 50 | 12000 | 3000 |

La Figura 3.5 presenta las dimensiones y cantidad para una plancha de 4 mm. Las dimensiones de plancha y perfilería seleccionada pueden ser consultada en el Anexo B.

Para los perfiles ha sido necesario definir formas de corte. La forma de corte se refiere a la forma de la abertura en una plancha debido a la presencia de un perfil. Estas formas pueden ser establecidas con el botón ‘Cutout Shapes’ ubicado a la izquierda de la Figura 3.4.

Figura 3.6: Edición de formas de corte

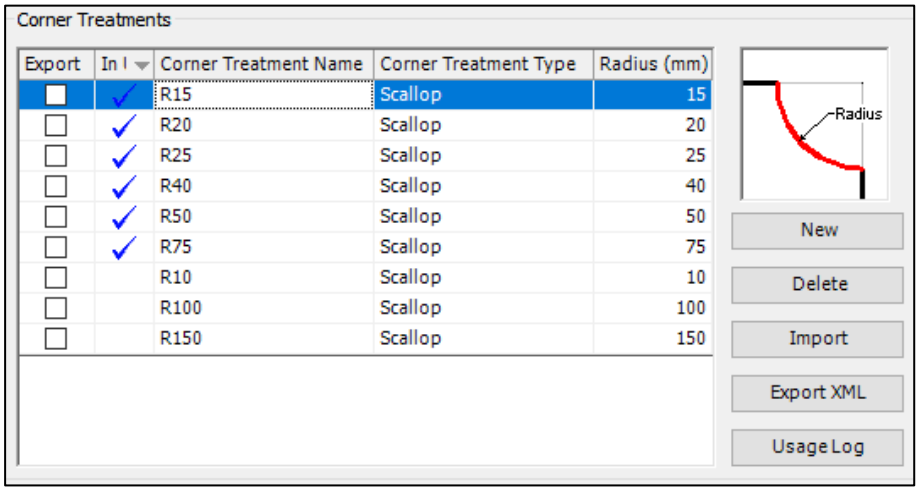



La Figura 3.6 muestra la ventana de edición de las formas de corte. Existen dos tipos de forma de cortes; estancas y no estancas.

**Plate>Corner treatments**

Esta opción permite establecer el radio de las groeras.

Figura 3.7: Tratamiento de esquinas

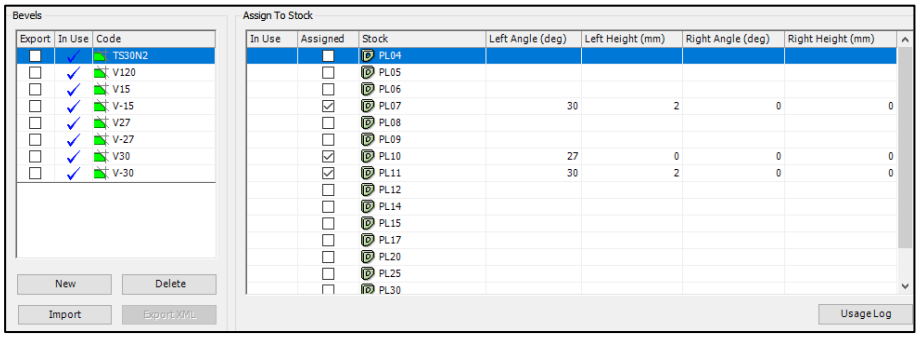



Las groeras de mayor uso han sido de radio 20 y 50 mm. Estas groeras han sido utilizadas para permitir el paso del cordón de soldadura (R20) y paso de líquidos (R50).

### Plate> Plate Bevel Standards

En esta opción se establece el tipo de bisel en cada plancha.

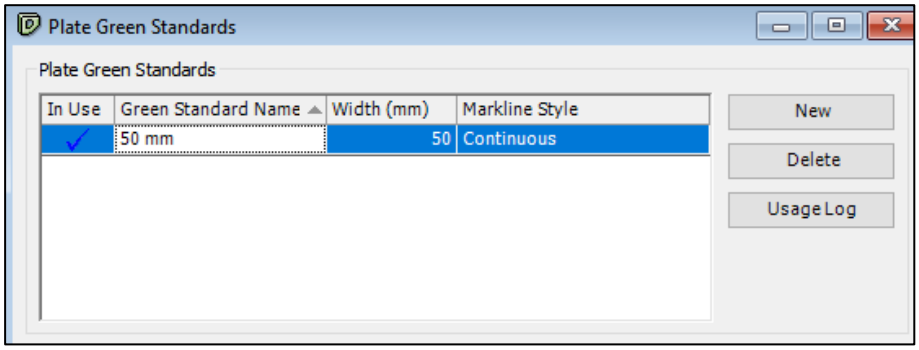
Figura 3.8: Biselado de planchas




### Plate>Green Standards

En esta opción se establecen los sobrantes en las planchas.

Figura 3.9: Sobrantes

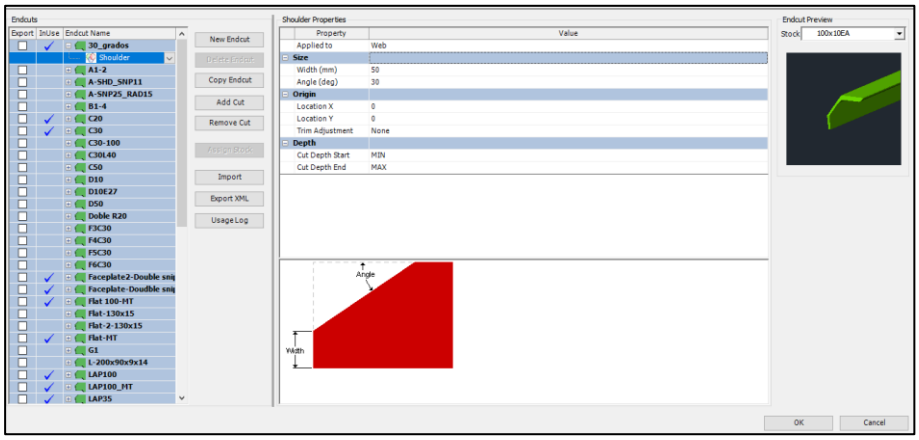



Debido a que la construcción es nueva no se ha considerado excedentes.

### Profiles>Endcut Catalog

Esta opción permite establecer las terminaciones de los perfiles.

Figura 3.10: Terminación de perfiles




Los cortes que han sido establecidos se presentan en el Anexo B.

## 3.2 Modelado estructural

Para el modelado estructural, ShipConstructor consiste en dos módulos; Casco (Hull) y Estructura (Structure). Para el desarrollo del proyecto se ha empezado con el módulo Casco. En el módulo Casco se han realizado las siguientes acciones.

- Importación del casco: El casco puede ser importado entero o por bloques. Se recomienda que la importación sea por bloques.
- Creación de líneas de marca: Las líneas de marcas sirven para realizar el rayado estructural del buque.
- Creación de grupos planos: Los grupos planos pueden ser contornos del casco donde van a ser creadas las cuadernas, bulárcamas, mamparos transversales, longitudinales y cubiertas planas.
- Creación de estructura con doble curvatura: Como estructura de doble curvatura están las cubiertas, planchas del casco, etc.
- Creación de estructura longitudinal del casco: La estructura longitudinal del casco se crea como Twisted Stiffeners.
- Expansión del casco: La expansión del casco (Shell expansion) sirve para extender las formas del casco en un plano y realizar el tracado.
- Expansión de la plancha: Todas las planchas creadas en el módulo Casco son exportadas al módulo Estructura. Para la exportación se

requiere la expansión de la plancha. Esta expansión es utilizada para el anidado de planchas.

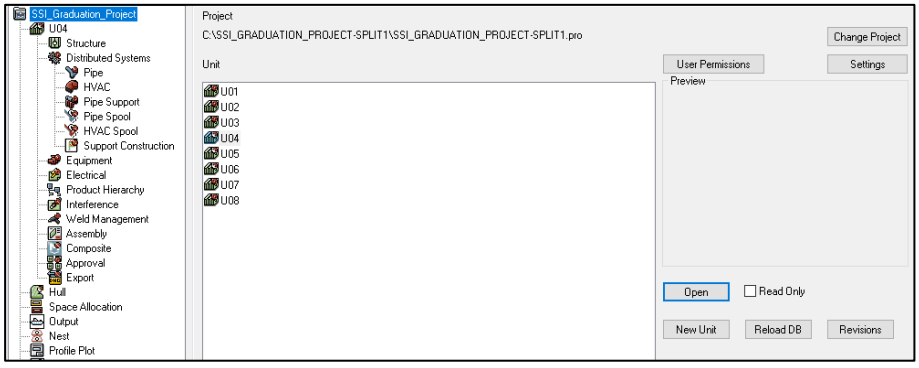
En el módulo Estructura se han realizado las siguientes acciones:

- Creación de estructura plana Transversal: Este grupo está conformado por bulárcamas, cuadernas, mamparos transversales, varengas, y cualquier estructura transversal.
- Creación de estructura plana longitudinal: Este grupo está conformado por mamparos longitudinales, vagras, esloras, paredes de tanques y cualquier estructura longitudinal.
- Creación de cubiertas planas: Este grupo está conformado por cubiertas con simple curvatura, doble fondo, plataformas, etc.
- Creación de grupos planos: A medida que el proyecto avanza pueden ser creado más grupos planos.

### 3.2.1 Casco

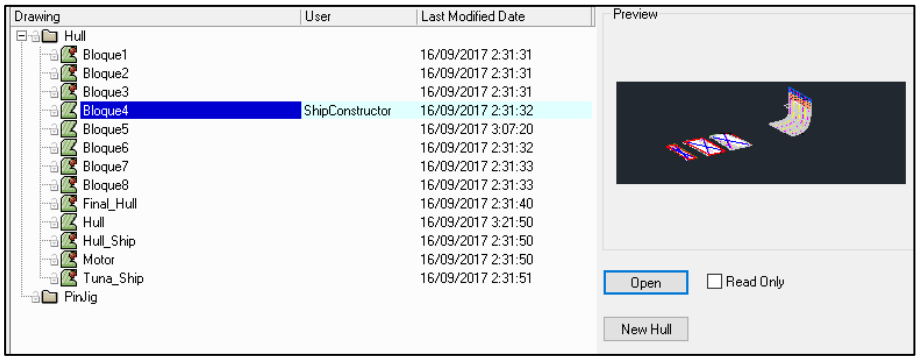
Para empezar con el modelado estructural, se han creado los archivos de unidades o bloques que conforman el casco. Estos archivos han sido creados en Navigator>SSI_(Nombre del proyecto)>New Unit.

Figura 3.11: Unidades que conforman el casco del buque



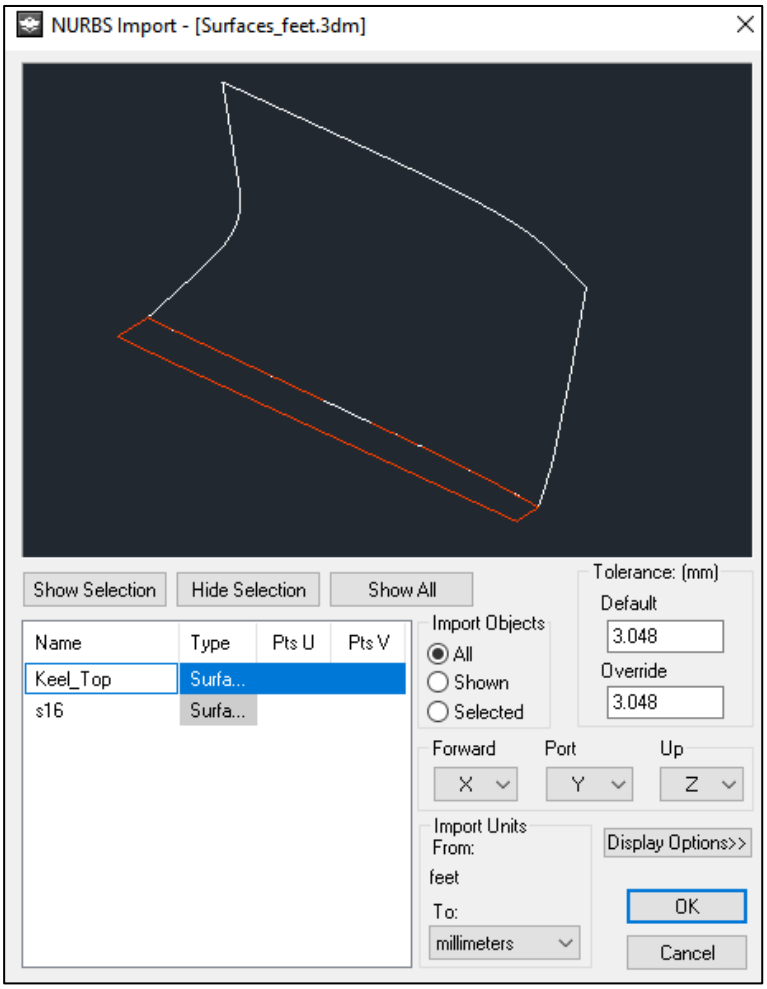

Definidas las unidades, se ha importado el casco por bloques. La creación de los bloques se ha realizado en Navigator>Hull>New Hull.

Figura 3.12: Creación de archivo de bloques



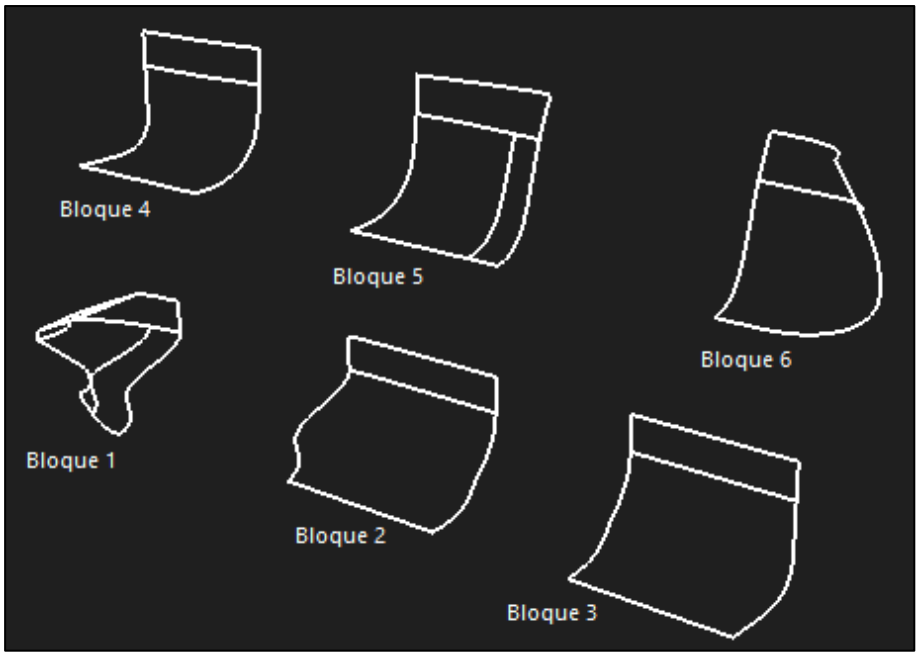

La cantidad de archivos creados es igual a la cantidad de bloques que conforman el buque. La importación del bloque se ha realizado en Hull Utilities>Import Rhino.

Figura 3.13: Importación del casco



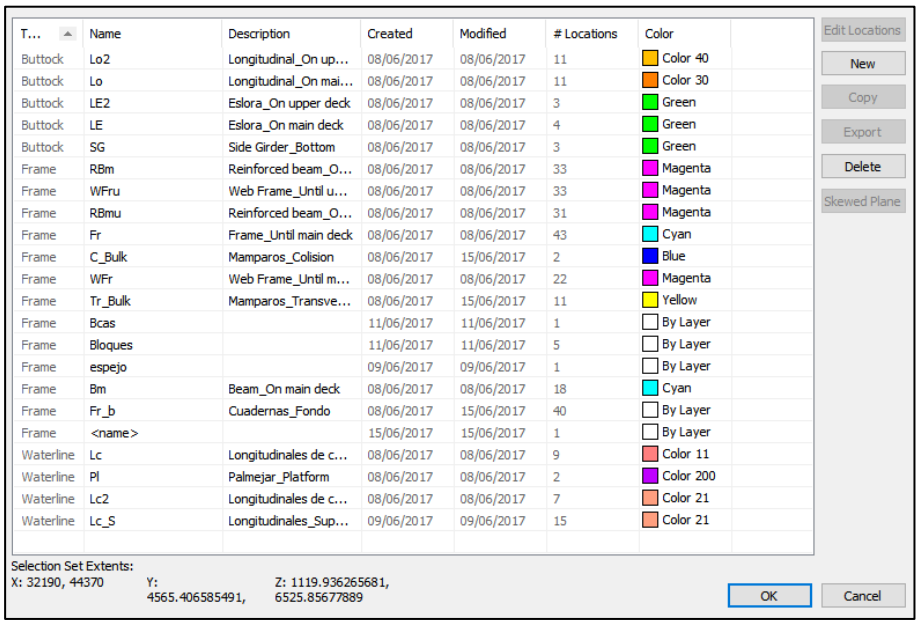
La Figura 3.14 muestra los bloques que han sido importados y conforman el buque.

Figura 3.14: Bloques importados



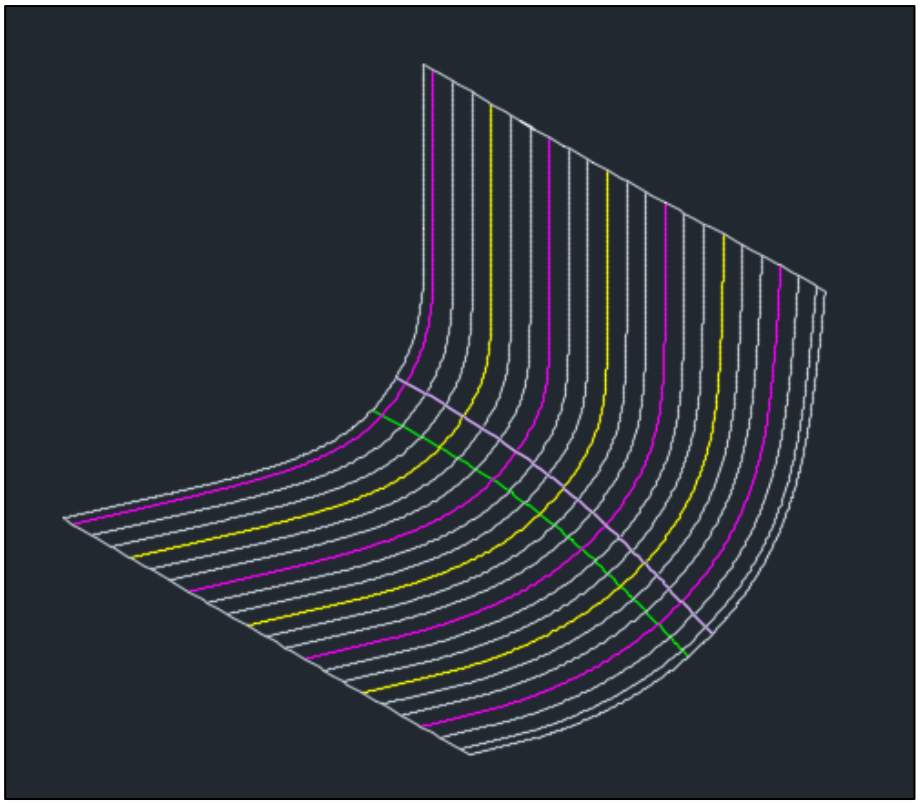

Después de la importación, se han creado las líneas de marcas (Markline) en Hull>Surface Marklines>New from Sections.

Figura 3.15: Líneas de marca por secciones



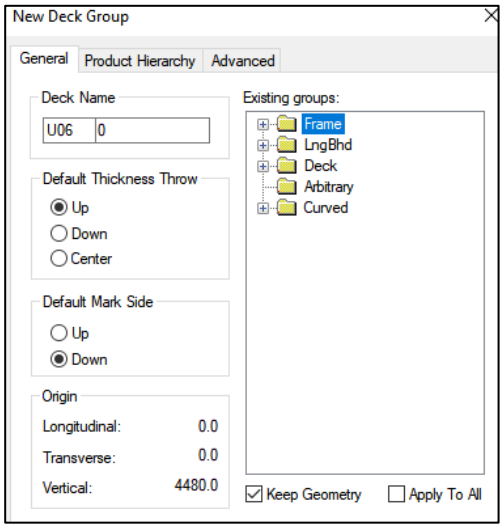
Las secciones han sido creadas con el botón ‘New’ ubicado en la esquina superior izquierda de la Figura 3.15.

Figura 3.16: Secciones de cuadernas en bloque 4



Establecidas las líneas de marca, se ha procedido a la creación de grupos planos. Los archivos de grupos planos son generados por el programa en el módulo. Estos han sido creados en Structure>Utilities>Create Planar Group.

Figura 3.17: Creación de grupos planos




Los grupos planos que se han generado en el proyecto son: Cuadernas (Frame), Mamparos longitudinales (Longitudinal bulkhead), Cubiertas (Deck) y Curvo (Curve).

Después de haber establecido el rayado estructural con líneas de marcas y haber creado los grupos planos, se han creado las cubiertas del buque. Estas han sido creadas en Hull>Hull Surfaces>Centerline Deck.

Figura 3.18. Creación de cubiertas

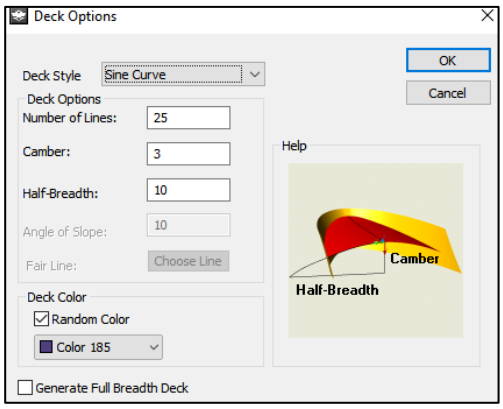
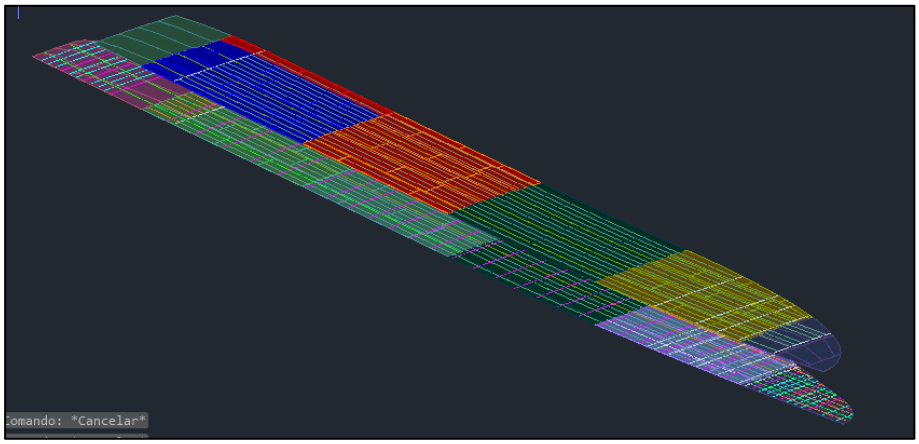


Figura 3.19: Cubierta principal y superior




Establecidas las cubiertas, se ha procedido a la creación de la estructura longitudinal del casco. Para esto ha sido necesario crear un Stringer Shell con Hull>Stringer Shell>New.

Figura 3.20: Creación de Stringer Shell

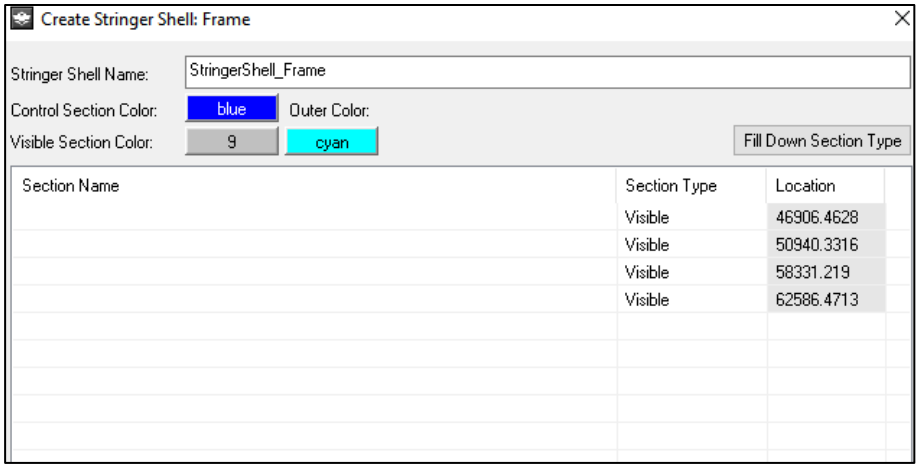
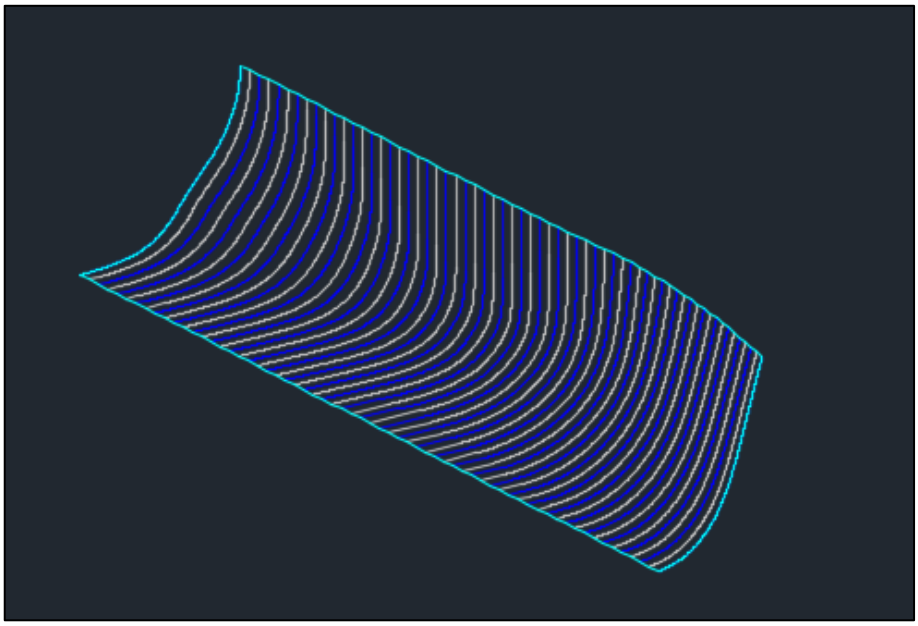
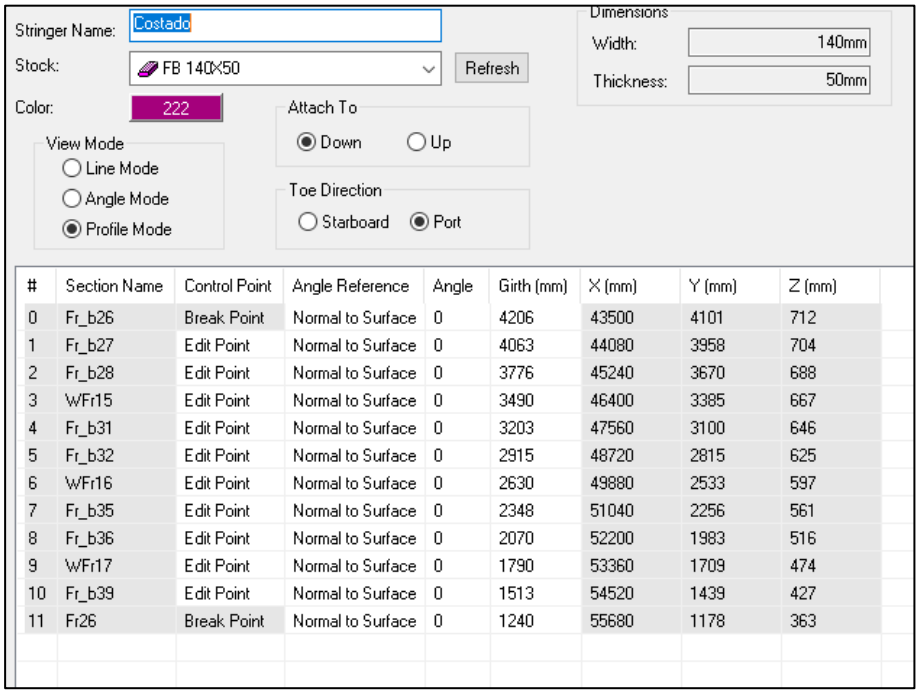


Figura 3.21: Stringer Shell de costado



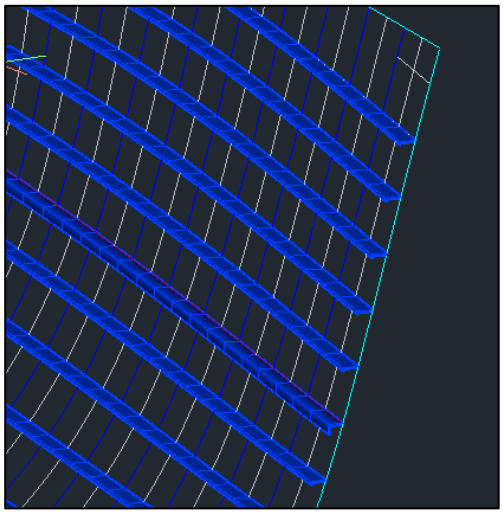
La Figura 3.21 muestra el Stringer Shell del costado de sección media. Este Stringer Shell ha sido creado utilizando líneas de marca de cuadernas. La estructura longitudinal ha sido creada en Hull>Stringers>New from Polyline.

Figura 3.22: Creación de refuerzos longitudinales de costado



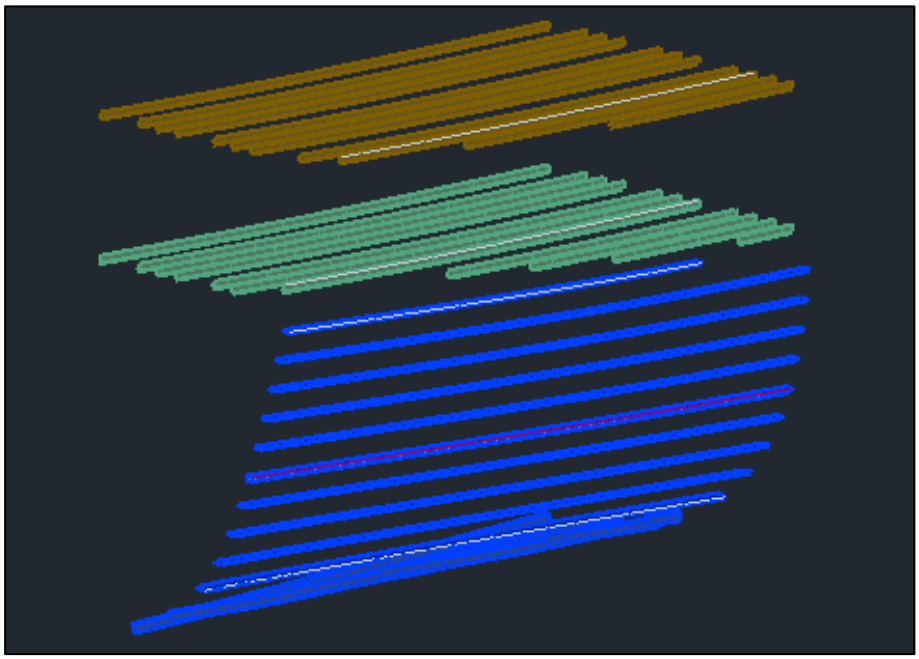

| # | Section Name | Control Point | Angle Reference | Angle | Girth (mm) | X (mm) | Y (mm) | Z (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Fr_b26 | Break Point | Normal to Surface | 0 | 4206 | 43500 | 4101 | 712 |
| 1 | Fr_b27 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 4063 | 44080 | 3958 | 704 |
| 2 | Fr_b28 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 3776 | 45240 | 3670 | 688 |
| 3 | WFr15 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 3490 | 46400 | 3385 | 667 |
| 4 | Fr_b31 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 3203 | 47560 | 3100 | 646 |
| 5 | Fr_b32 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 2915 | 48720 | 2815 | 625 |
| 6 | WFr16 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 2630 | 49880 | 2533 | 597 |
| 7 | Fr_b35 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 2348 | 51040 | 2256 | 561 |
| 8 | Fr_b36 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 2070 | 52200 | 1983 | 516 |
| 9 | WFr17 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 1790 | 53360 | 1709 | 474 |
| 10 | Fr_b39 | Edit Point | Normal to Surface | 0 | 1513 | 54520 | 1439 | 427 |
| 11 | Fr26 | Break Point | Normal to Surface | 0 | 1240 | 55680 | 1178 | 363 |

Figura 3.23: Refuerzos longitudinales de costado



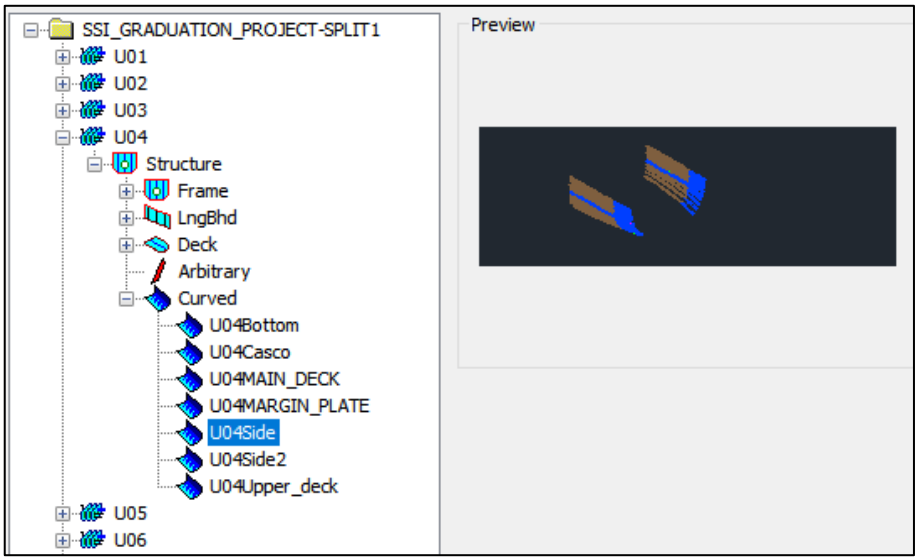
En este módulo se han creado los refuerzos longitudinales de costado, fondo y cubiertas.

Figura 3.24: Refuerzos longitudinales de costado, fondo y cubiertas del bloque 4



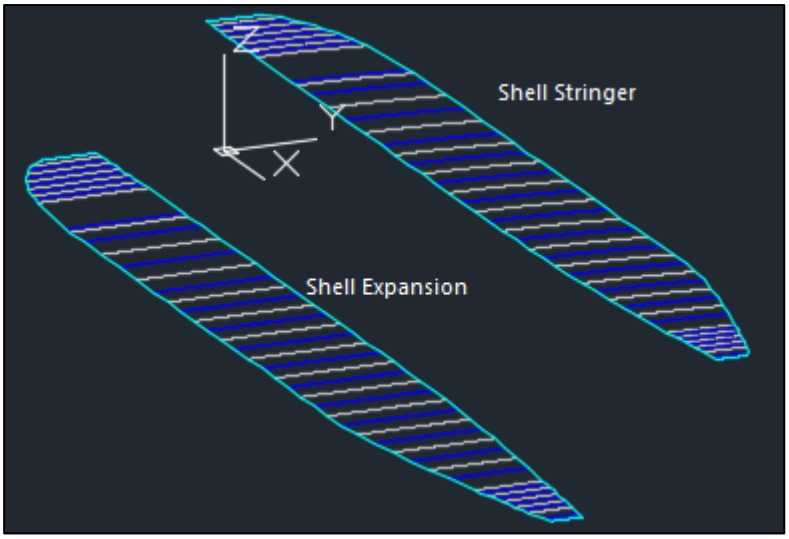
Toda la estructura creada en el módulo Casco debe de ser exportada al módulo Estructura. La exportación de los perfiles se ha realizado en Hull>Hull Utilities>Export to Structure.

Figura 3.25: Exportación de perfiles al módulo Estructura (Structure)




Para la exportación de las planchas ha sido necesario realizar el tracado y la expansión de planchas. Para el tracado se ha realizado la 'expansión de casco' (Shell Expansion). Esta expansión se la aplica a Shell Stringer.

Figura 3.26: Shell expansion de cubierta principal

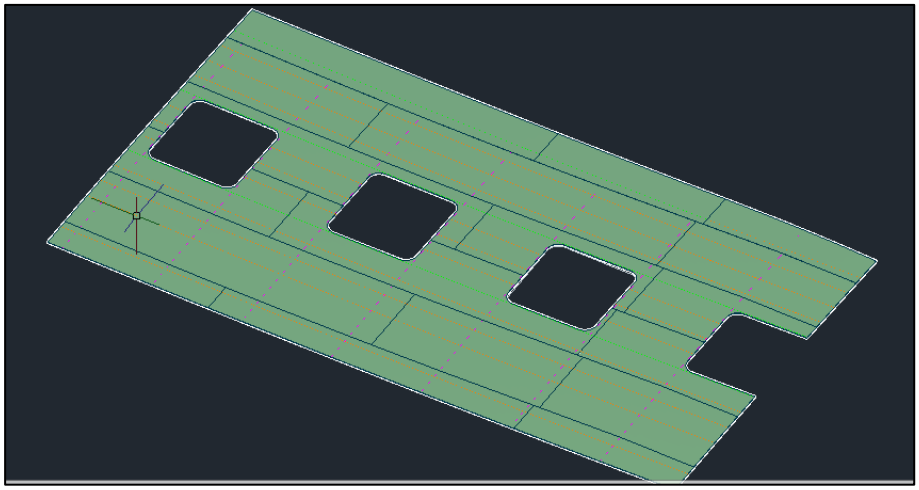



La expansion se la ha realizado en Hull>Stringer Shell>Show Shell and Expanded. Sobre la expansion se han trazado líneas que corresponde al tracado. Estas líneas han sido proyectadas y reflejas al Shell Stringer. Para la proyección se ha utilizado el comando Hull>Reflines>New from

Projection. Los reflejos de las líneas proyectadas son creados automáticamente con el software.

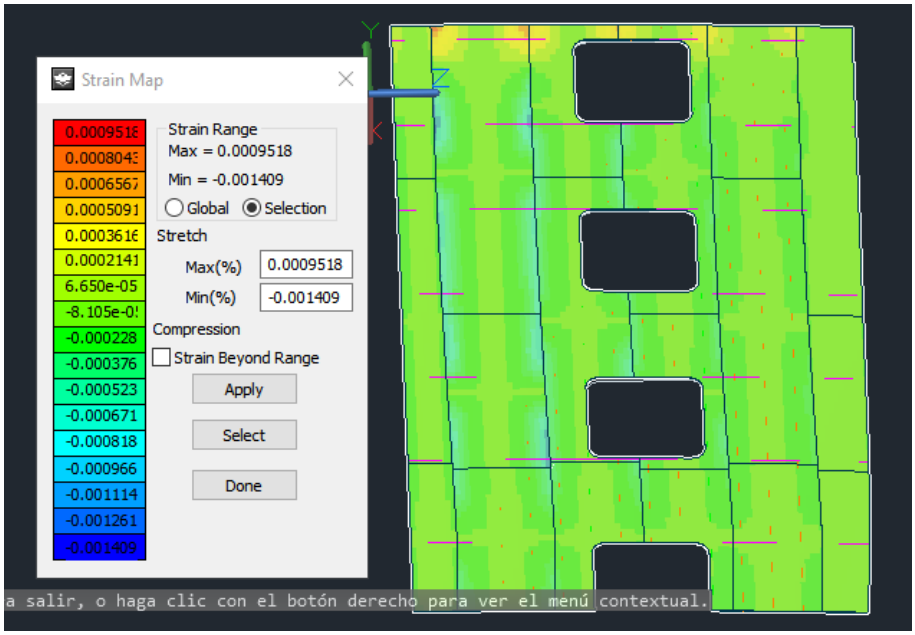
Con las líneas reflejadas, se ha procedido a cortar las superficies de la cubierta con el comando Hull>Hull Surfaces>Split Surface. El resultado final se muestra en la Figura 3.27.

Figura 3.27: Tracado de cubierta principal



Para llevar un control sobre la deformación de la plancha por curvatura el software permite un análisis de deformación. Este análisis puede ser realizado en el comando Hull>Hull Surfaces>Expand Surface Show Strain.

Figura 3.28: Análisis de deformación de plancha por curvatura




Para exportar las planchas al módulo Estructura, ha sido necesario la expansión de plancha (Plate Expansion). Esta expansión es utilizada por el software para la generación del anidado. La expansión ha sido realizada con el comando Hull>Hull Surfaces>Expand Surface. Las siguientes figuras muestran la configuración recomendada para la expansión.

Figura 3.29: Configuración para la expansión de plancha 1

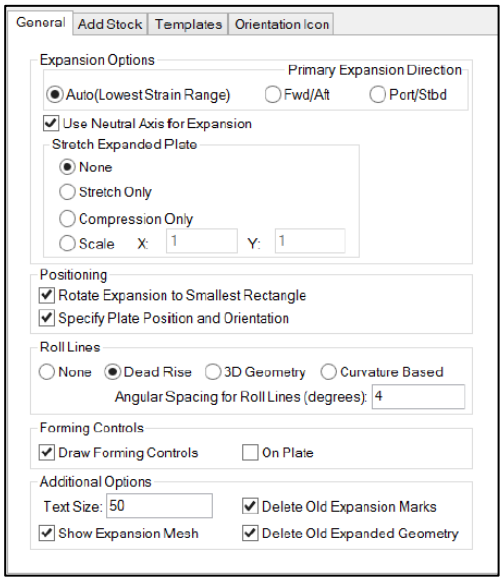


Figura 3.30: Configuración para la expansión de plancha 2

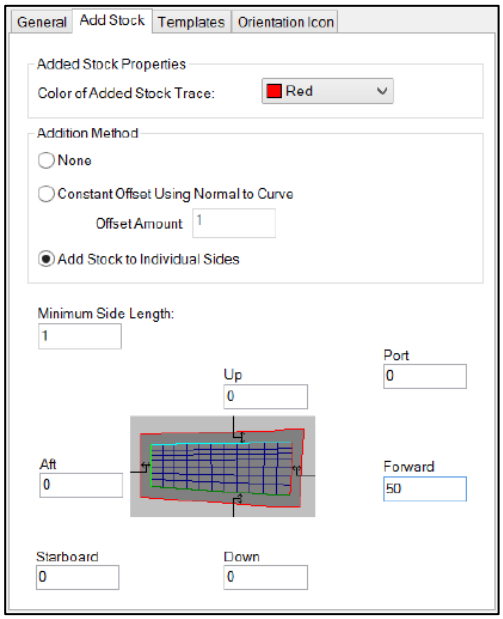



Figura 3.31: Configuración para la expansión de plancha 3

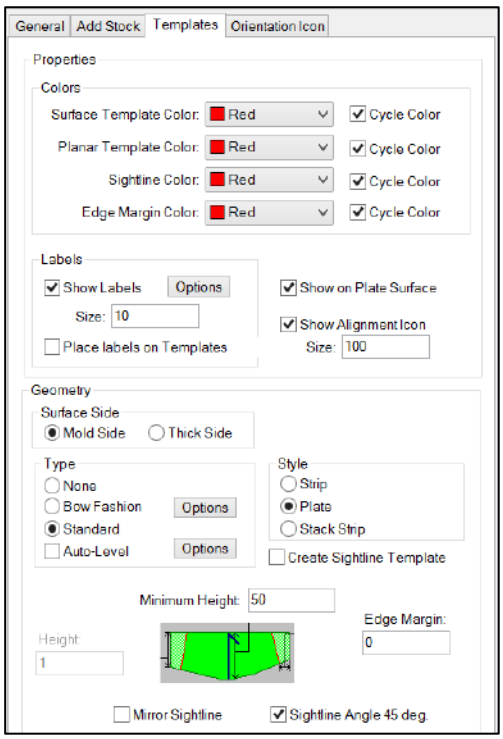
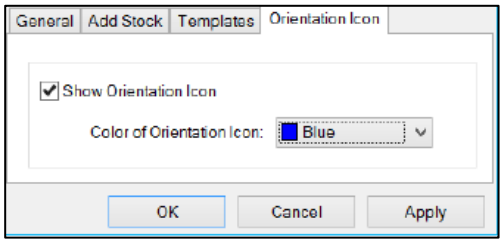
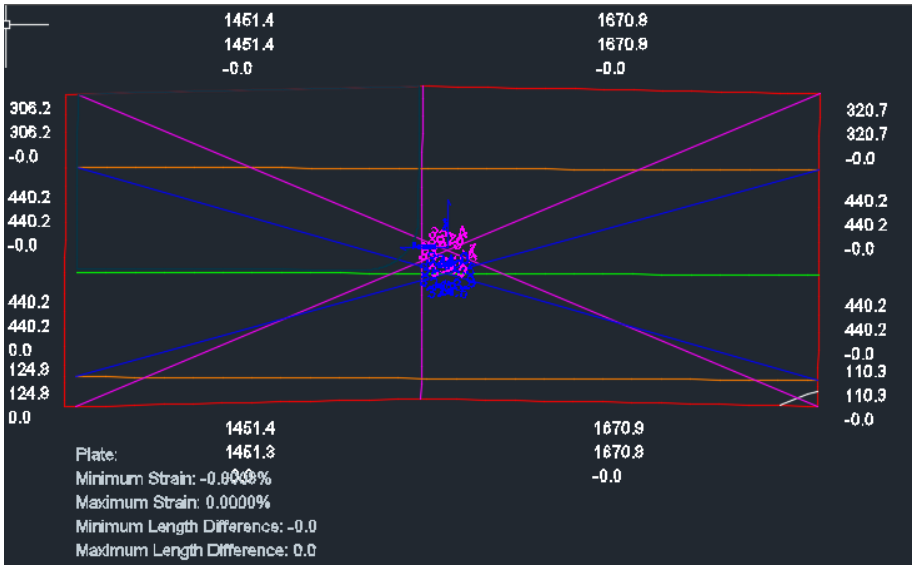


Figura 3.32.Configuración para la expansión de plancha 4




Finalmente, se presenta la expansión de plancha.

Figura 3.33: Plancha expandida

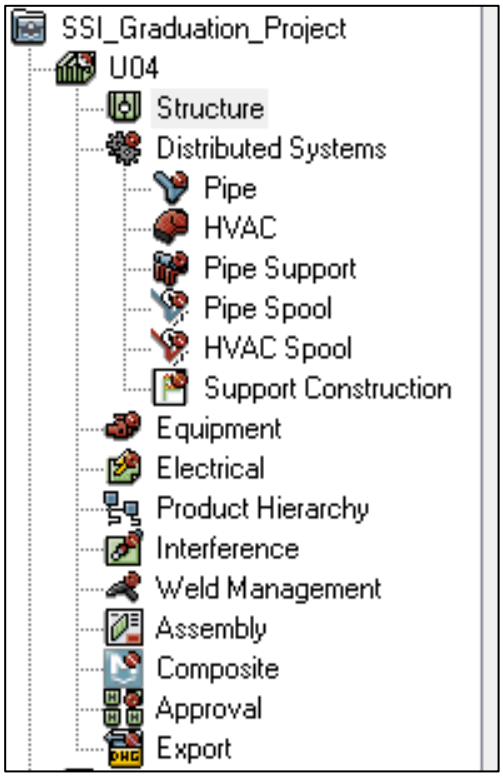



Con las planchas expandidas, se ha realizado la exportación al módulo Estructura.

### 3.2.2 Estructura

En el módulo Casco se han creado las unidades que conforman el casco del buque. Cada unidad contiene varios tipos de carpetas como Estructura, Distribución de sistemas, Equipos, etc.

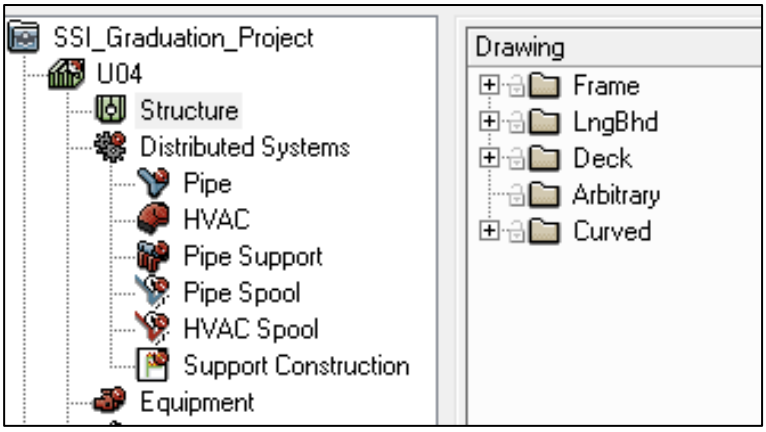
Figura 3.34: Carpetas correspondientes a la Unidad 4




La Figura 3.34 muestra las carpetas que se encuentran dentro de la Unidad 4. Este árbol de carpetas es el mismo para todas las unidades que han sido creadas.

Para el modelado de la estructura, se ha trabajado en la carpeta Estructura (Structure). Esta carpeta contiene a otras carpetas de grupos planos (Figura 3.35).

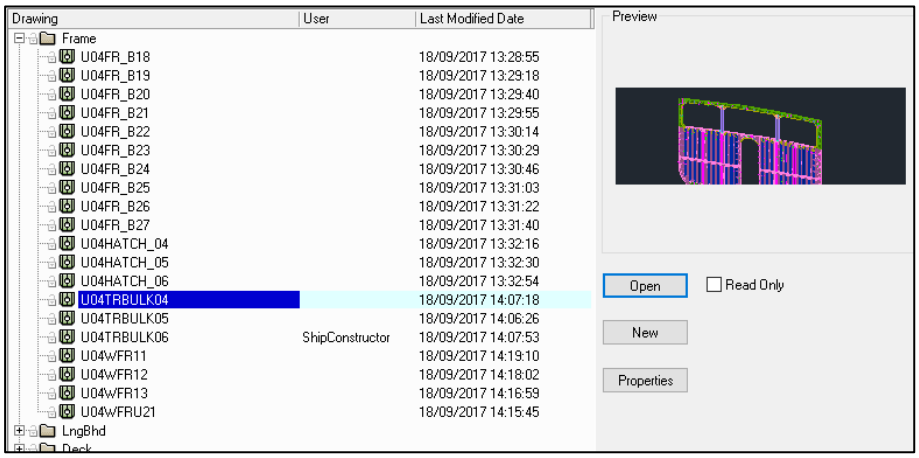
Figura 3.35: Grupos planos correspondientas a la unidad 4



Todas las carpetas de grupos planos contienen dibujos en el plano, a excepción de la carpeta Curvo (Curved) que contiene la estructura exportada del módulo Casco.

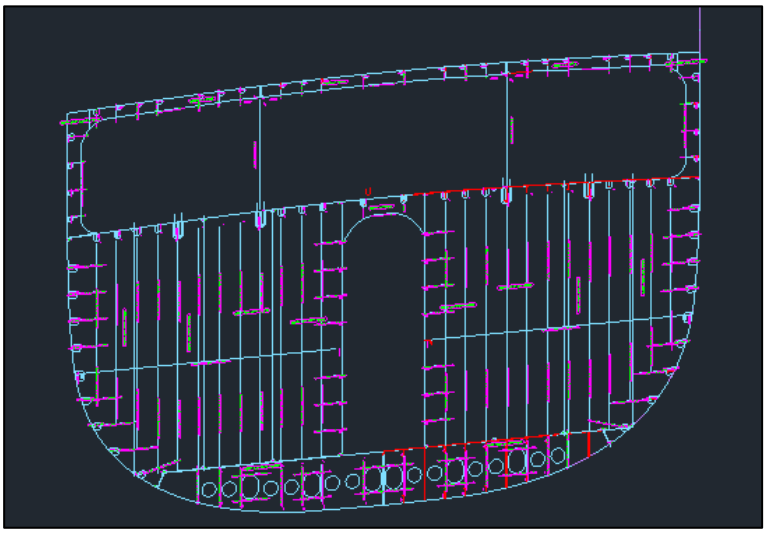
Dentro de las carpetas de grupos planos, se pueden observar los archivos de grupos creados en el módulo Casco. Estos archivos sirven para el modelado estructural de la unidad (Figura 3.36).

Figura 3.36: Grupos planos correspondientes a la carpeta Frame



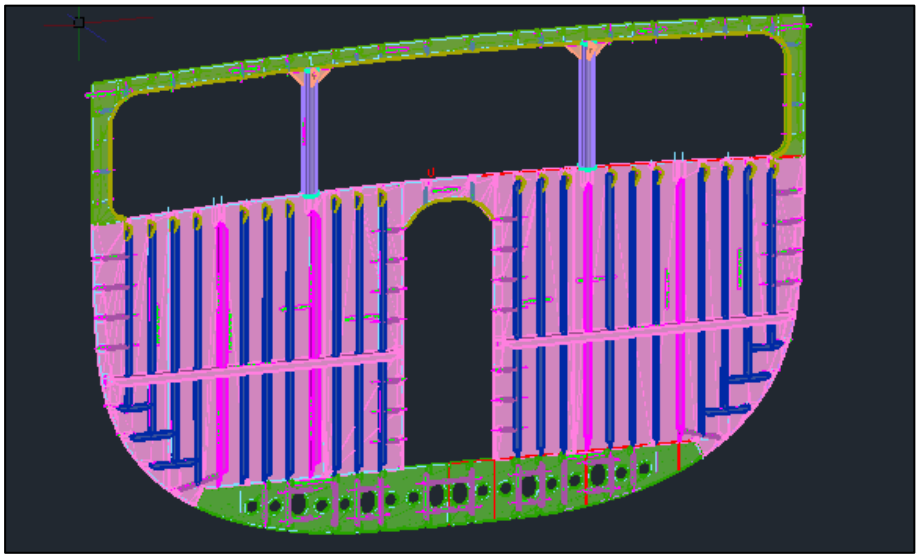

La siguiente figura muestra el archivo de grupo plano correspondiente a Frame. Dentro de este archivo se ha creado un mamparo transversal de la unidad 4

Figura 3.37: Líneas de construcción del mamparo transversal de la unidad 4



Definidas las líneas de construcción del mamparo, se ha procedido a la asignación de planchas y perfiles. Todo el inventario disponible ha sido establecido en estándares de construcción.

Figura 3.38: Mamparo transversal de la unidad 4



En esta sección no se pretende mostrar las herramientas de modelado. Estas herramientas pueden ser revisadas en la referencia [7].

## 3.3 Jerarquización de los componentes

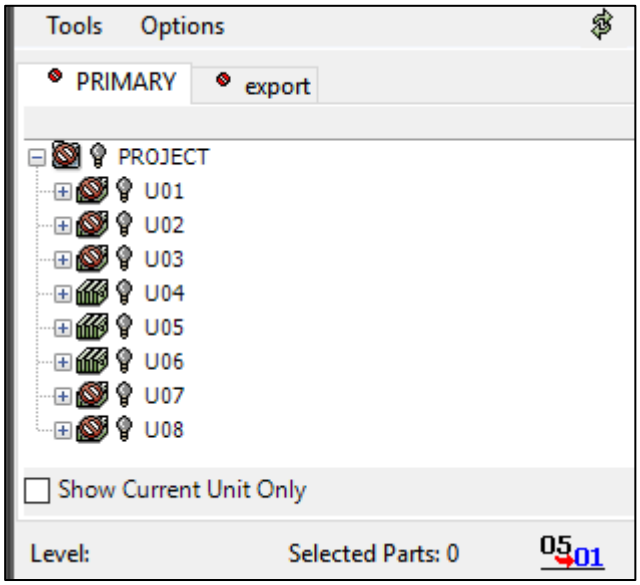
Realizada la estructura del buque, se ha realizado la jerarquización de los componente o jerarquía de producto (Product Hierarchy). Las jerarquías de productos son la secuencia de agrupar partes.

Las jerarquías de producto constan de varios niveles. En el nivel más bajo, las piezas individuales se ensamblan para formar conjuntos menores. En el siguiente nivel los conjuntos menores se agrupan para formar paneles. En los niveles siguientes, los paneles se combinan para formar conjuntos, los conjuntos se combinan para formar etapas, las etapas se combinan para formas unidades y las unidades se combinan para formar el proyecto final.

El primer paso para la jerarquía de producto ha sido dividir el proyecto en unidades. Esta división ha sido realizada al inicio de la sección Casco.

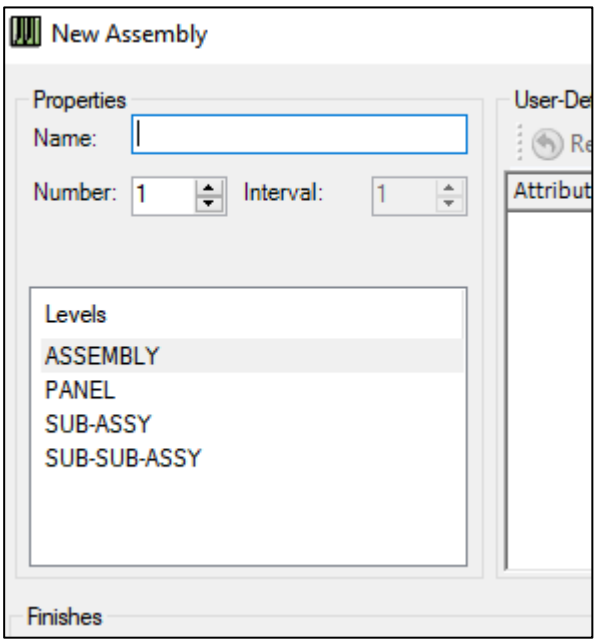
Las unidades pueden ser apreciadas como parte de la jerarquía de producto en Structure>Product Hierarchy

Figura 3.39: Unidades como jerarquía de producto




Como segundo paso se ha configurado los subniveles disponibles dentro de las unidades. Esto ha sido configurado en Structure>Product Hierarchy>Unit (Cualquiera de las unidades disponibles)>Click derecho>New.

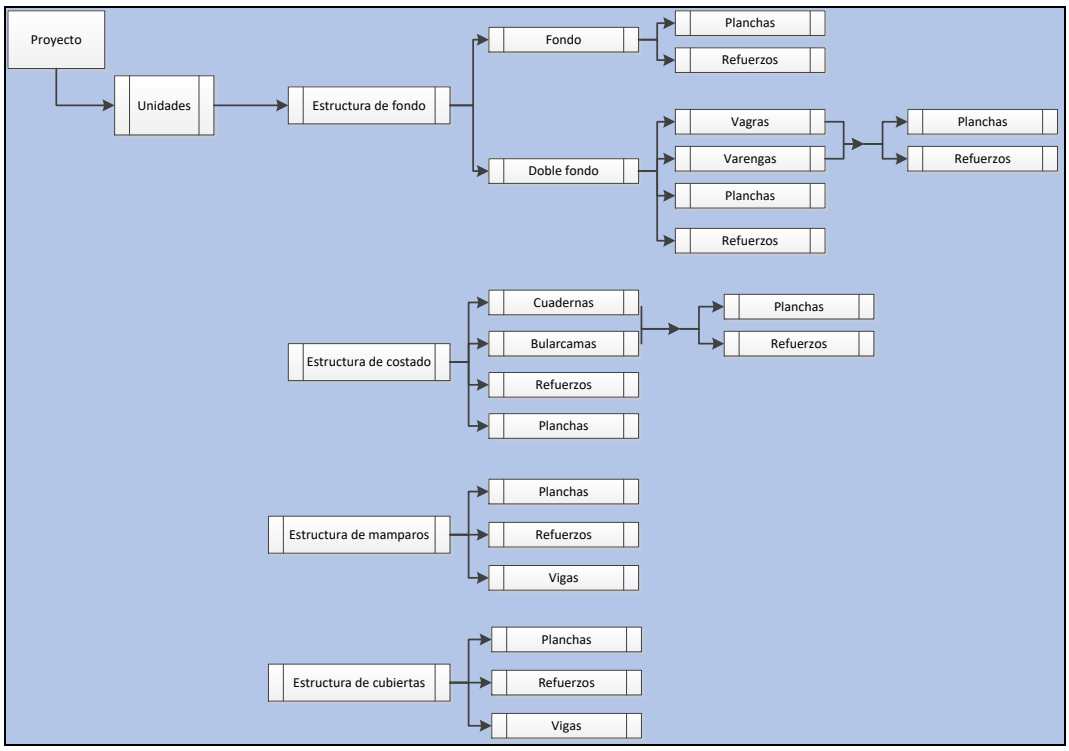
Figura 3.40: Configuración de subniveles




La Figura 3.40 muestra los subniveles disponibles dentro de las unidades. En este proyecto se han configurado hasta cinco niveles de ensamble. Unidad-

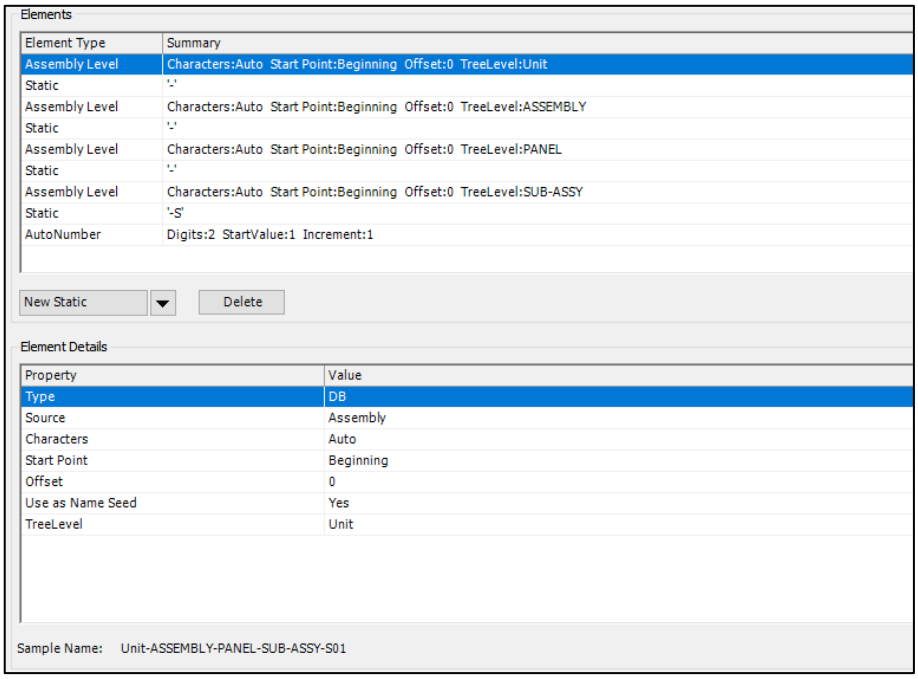
Ensamble-Panel-Sub_ensamble-Sub _sub_ensamble. De forma general se presenta a continuación la jerarquización del proyecto.

Figura 3.41:Jerarquia de producto del proyecto




En el proyecto, para cada tipo de objeto se debe definir una convención de nomenclatura. Esta nomenclatura servirá para la generación automática de nombres para los objetos y está ligada con la jerarquía de producto para una identificación más precisa. La configuración de nomenclatura ha sido realizada en ShipConstructor>Manager>General>Naming Conventions. La Figura 3.42 muestra la configuración establecida.

Figura 3.42: Configuracion de convencion de nomeclatura

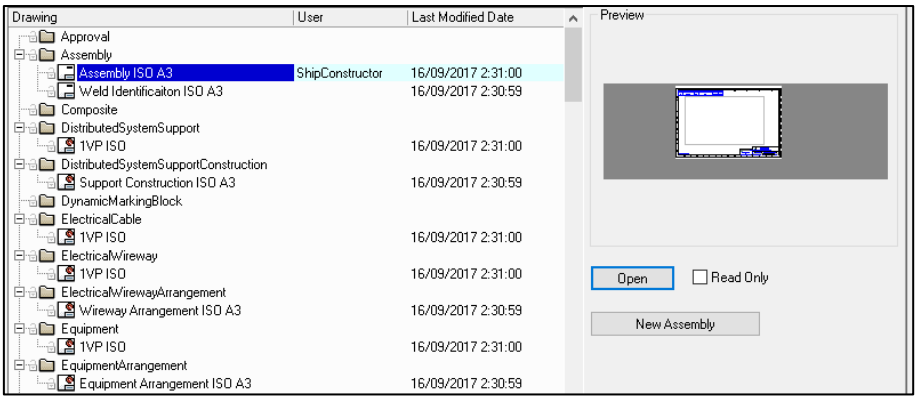



En la parte inferior izquierda de la Figura 3.42 se puede observar la convención de nombre.

## 3.4 Elaboración de los planos de ensamble y sub-ensamble

Para la elaboración de los planos se ha empezado elaborando la plantilla. Esta plantilla ha sido creada en ShipConstructor>Navigator>Templates>Assembly.

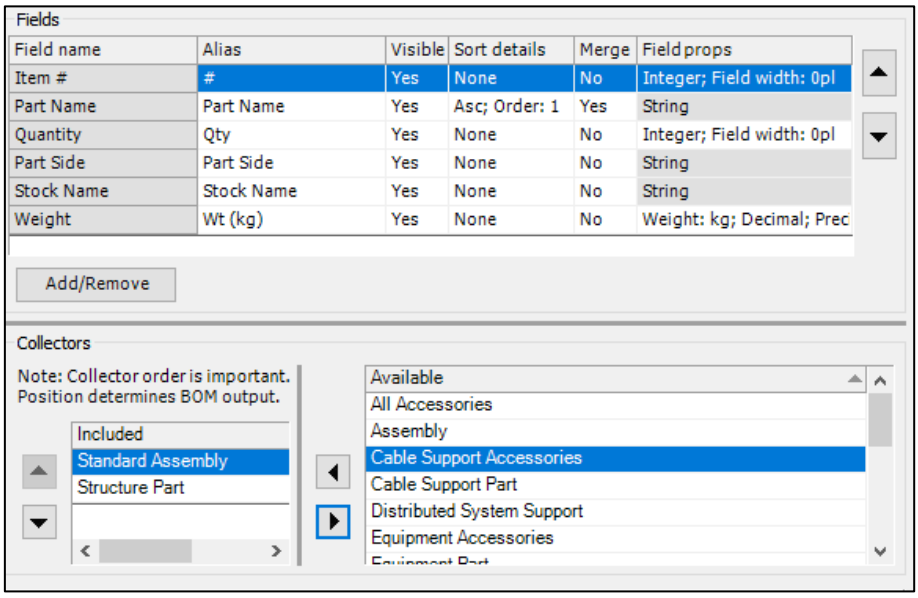
Figura 3.43: Creación de plantilla para planos de ensamble




El diseño de la plantilla ha sido el proporcionado por ShipConstructor. Dentro de la plantilla se han insertado una lista de tabla de materiales y palabras claves.

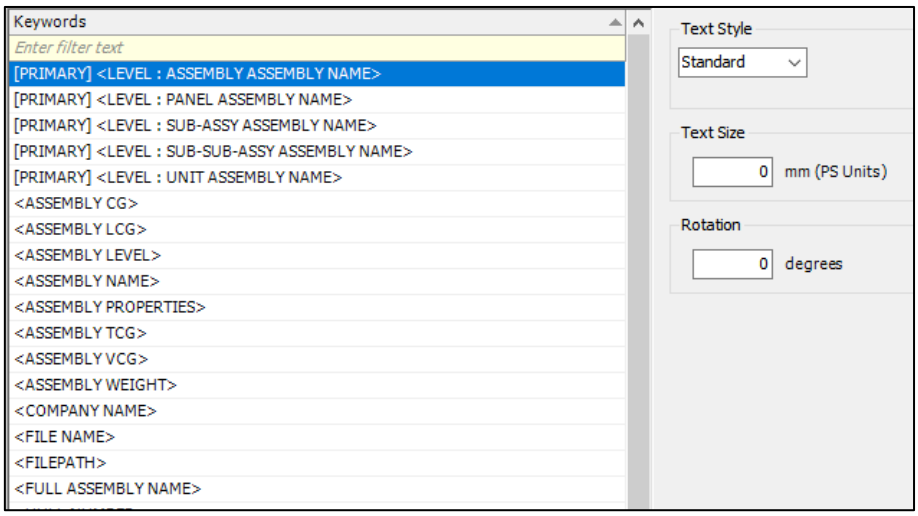
Los campos de la tabla han sido establecidos en ShipConstructor> Manager>General>Production Output>Bill of Material>General>.

Figura 3.44: Campos de la lista de materiales




Respecto a las palabras claves, estas son marcadores de posición para los campos que representan una propiedad en el dibujo. Cada dibujo de producción contiene un conjunto básico de palabras claves. Estas palabras claven han sido insertadas con SC Assembly Template>Insert Keyword.

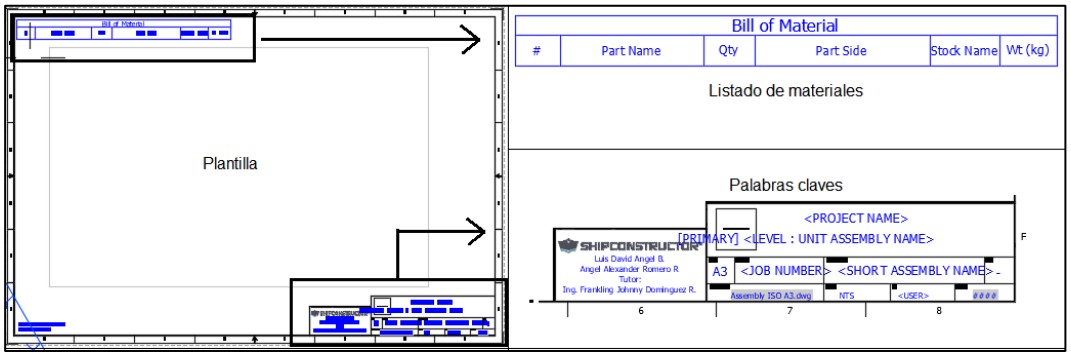
Figura 3.45: Palabras claves




En la Figura 3.45 se presentan algunas de las palabras claves disponibles.

La plantilla final se muestra a continuación.

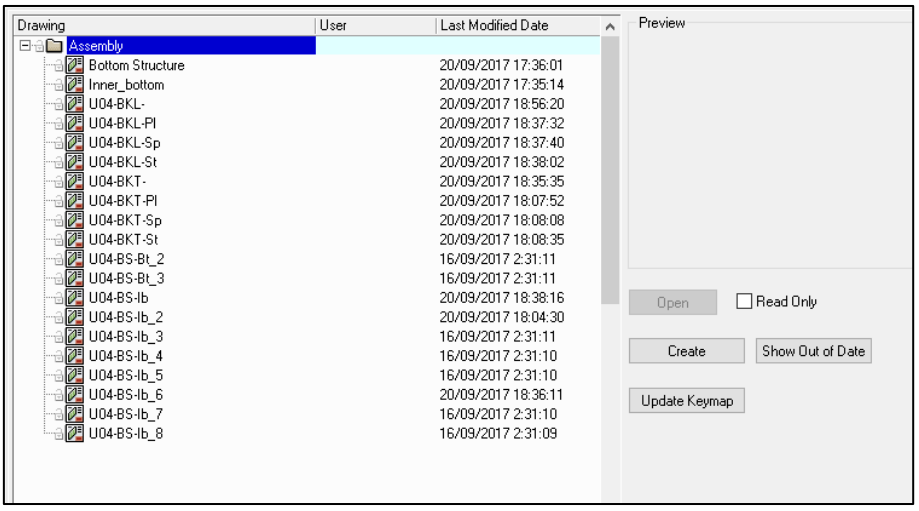
Figura 3.46: Plantilla para planos de ensamble




La plantilla utilizada para la elaboración de planos se presenta en el Anexo D.

Los planos de ensamble han sido generados en ShipConstructor>Navigator>Assembly>Create.

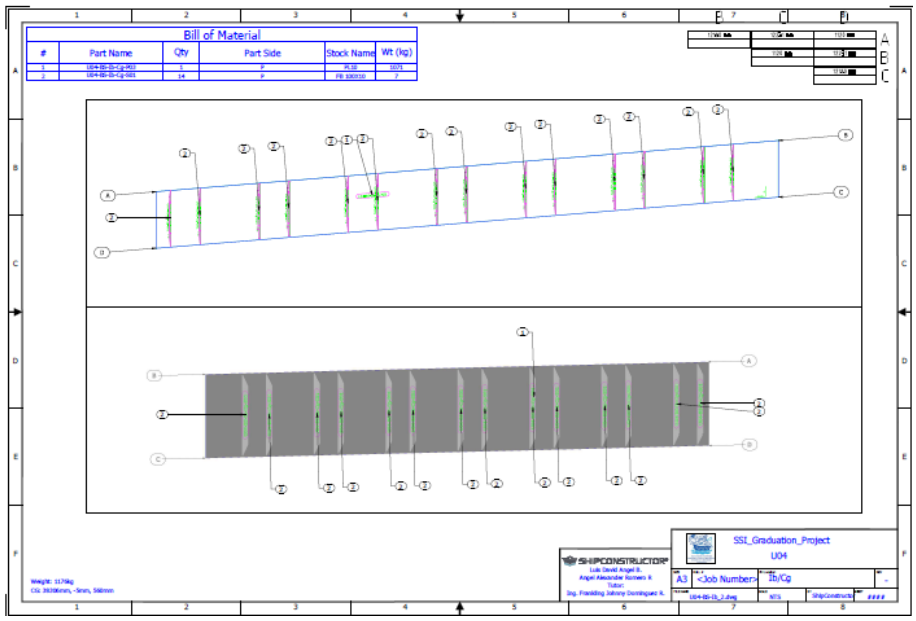
Figura 3.47: Ventana para creación de planos de ensamble




Al seleccionar ‘Crear’ el programa pide seleccionar la plantilla en la que se desea trabajar. La plantilla seleccionada ha sido la creada anteriormente.

Por último, el programa pide la sección del ensamble a dibujar. En esta parte se ha seleccionado los diferentes ensambles creados en jerarquía de producto.

Figura 3.48: Plano de ensamble

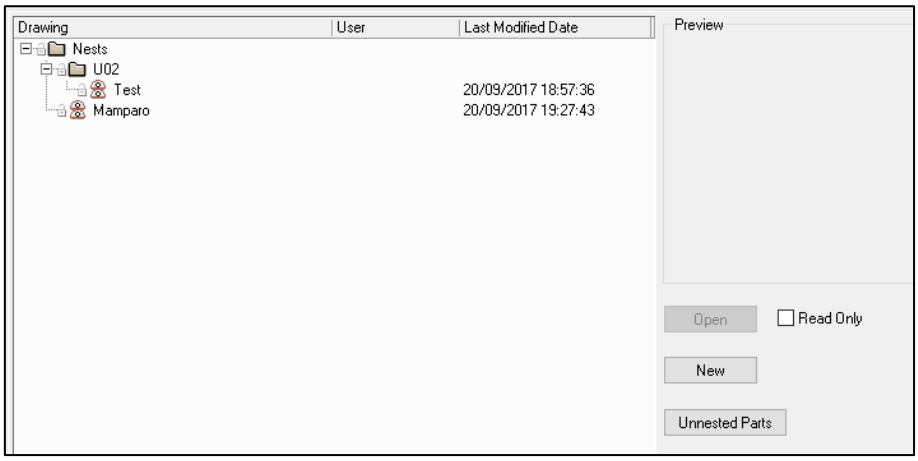



## 3.5 Elaboración de los planos de corte

El proceso de elaboración de plantillas para planos de corte es igual al de los planos de ensamble. La plantilla se presenta anexos.

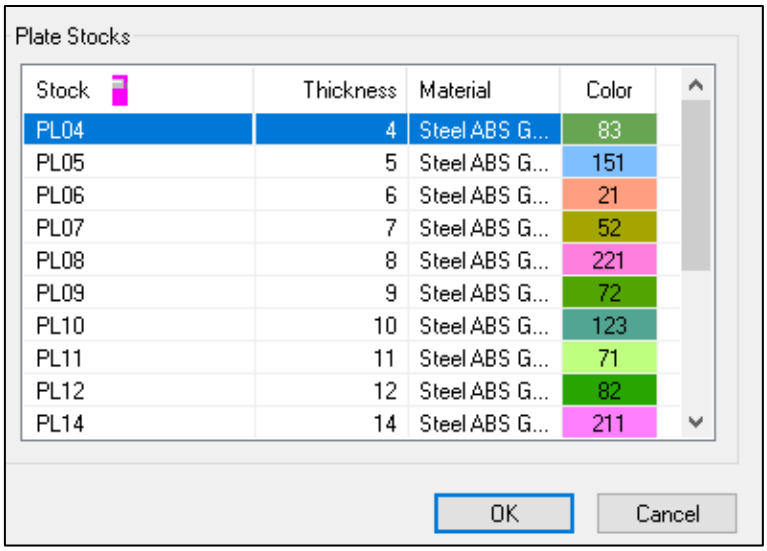
Los planos de ensamble han sido generados en ShipConstructor>Navigator>Nest>New.

Figura 3.49: Ventana para la generación de planos de corte



Al seleccionar ‘Nuevo’ el programa pide seleccionar la plantilla y el nombre del archivo. La plantilla seleccionada ha sido la creada anteriormente. Después de esto, el programa pide asignar la plancha a utilizar.

Figura 3.50: Asignación de plancha para el anidado

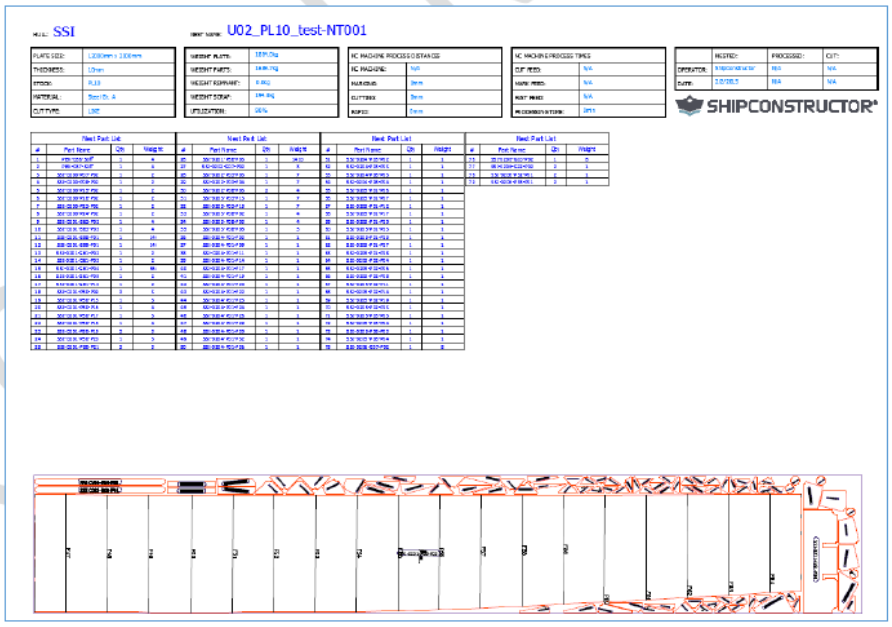



Para el anidado los siguientes pasos han sido realizados.

- Abrir archivo de nesting: Los archivos generados de nesting están ubicados en ShipConstructor>Navigator>Nest>Open.
- Insertar partes: Las partes son insertadas dentro del archivo de nest con Nest & profile plots>Plate Nest>Insert Part.
- Seleccionar la unidad y partes para nesting.

Finalmente, se obtiene el siguiente plano de corte.

Figura 3.51: Plano de corte




En la Figura 3.51 se aprecia la plancha marcada con las partes estructurales. Tambien se presentan los detalles de las piezas y el procentaje de utilización de la plancha.

# CAPÍTULO 4

# 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En el análisis de resultados se ha comparado los valores obtenidos para el buque con proa invertida con relación al buque con proa convencional, que comprende: resistencia, comportamiento del buque en el mar, maniobrabilidad y estructura.

## 4.1 Resistencia

Aplicando el método regresional de Holtrop se han obtenido los siguientes resultados para la resistencia al avance del buque convencional y proa invertida.

| | Buque proa invertida | Buque convencional |
|---|---|---|
| Velocidad (m/s) | 7.717 | 7.717 |
| Resistencia (KN) | 207.4 | 212.2 |

Tabla 12: Resultados de resistencia al avance-regresional aplicando el método de Holtrop

El porcentaje de diferencia entre las resistencias obtenidas es 2.26%. Para la validación de esta resistencia se ha realizado un análisis de CFD. Los resultados CFD se presentan a continuación.

| **Modelo** | Unidades | Proa invertida | Buque convencional |
|---|---|---|---|
| Coeficiente de resistencia viscosa | | 4.42E-03 | 4.65E-03 |
| Coeficiente de resistencia presión | | 3.23E-03 | 3.26E-03 |
| Coeficiente de resistencia total | | 7.75E-03 | 7.91E-03 |
| **Prototipo (escalado)** | | | |
| Coeficiente de resistencia (ITTC) | | 1.697E-03 | 1.695E-03 |
| Factor de formas | | 1.226 | 1.285 |
| Coeficiente de resistencia viscosa | | 2.08E-03 | 2.18E-03 |
| Coeficiente de resistencia presión | | 3.23E-03 | 3.26E-03 |
| Coeficiente de resistencia total | | 5.31E-03 | 5.44E-03 |
| Velocidad | m/s | 7.717 | 7.717 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Densidad | kg/m3 | 1025.000 | 1025.000 |
| Superficie mojada | m2 | 1280.227 | 1277.195 |
| Resistencia al avance | KN | 207.490 | 211.995 |

Tabla 13: Resultados de resistencia al avance mediante CFD

Los coeficientes de resistencia total obtenidos son 5.31E-03 y 5.44E-03 para los buques proa invertida y convencional respectivamente. Realizando un análisis dimensional, los valores de resistencia total son de 207.490 KN y 211.995 KN para los buques proa invertida y convencional respectivamente.

El porcentaje de diferencia entre las resistencias obtenidas en CFD (buque convencional y proa invertida) es de 2.12%. La diferencia porcentual entre el método de Holtrop y CFD se presentan en la siguiente tabla.

| Resistencia(KN) | Holtrop | CFD | %Diferencia |
|---|---|---|---|
| Proa invertida | 207.4 | 207.490 | 0.040% |
| Convencional | 212.2 | 211.995 | 0.096% |
| % Diferencia | 2.26 % | 2.12 % | |

Tabla 14: Diferencia porcentual de resultados obtenidos a 15 nudos.

De la Tabla 14 se puede observar que los valores obtenidos por el método regresional de Holtrop y por CFD difieren con un porcentaje máximo de 0.096%. Esto permite concluir que se ha logrado validar los resultados obtenidos por el método regresional.

Finalmente, con este análisis se ha demostrado que la modificación de las formas del buque convencional por unas del tipo proa invertida ha permitido reducir la resistencia al avance.

## 4.2 Comportamiento del buque en el mar

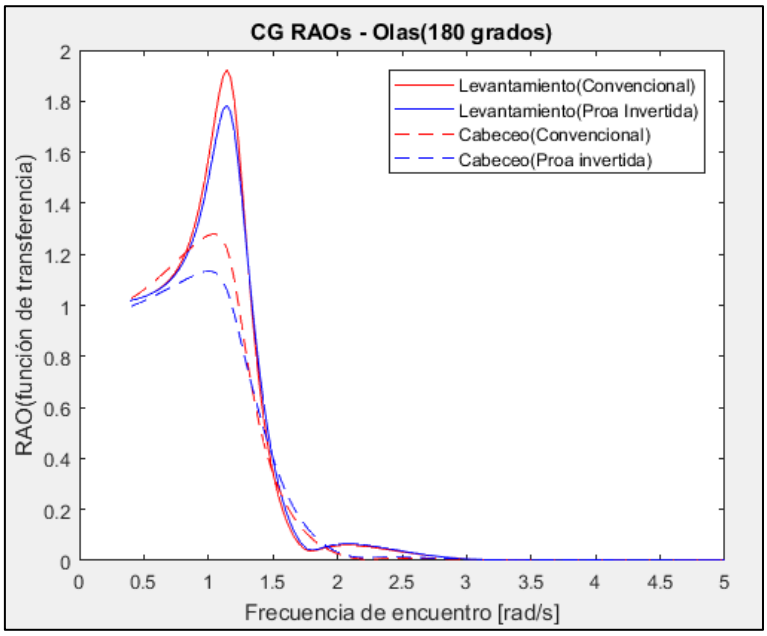
Para la comparación se ha considerado la segunda condición de carga de ambos barcos. Los datos iniciales para el análisis se muestran en la Tabla 15.

| Parámetros | Proa Convencional | Proa Invertida |
|---|---|---|
| Calado en sección media m | 6.175 | 6.098 |
| Desplazamiento t | 3473 | 3473 |
| Calado en proa m | 6.098 | 5.835 |
| Calado en popa m | 6.252 | 6.361 |
| LCB desde el punto cero pt. (+ve proa) m | -2.296 | -0.765 |
| KG m | 6.14 | 5.82 |

Tabla 15: Variables de entrada Seakeaping

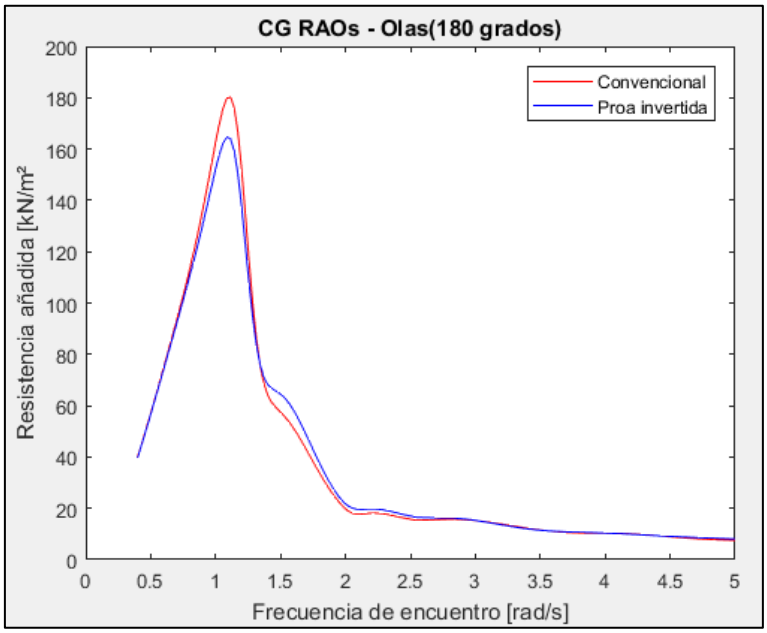
En la Figura 4.1 se muestra la comparación entre la respuesta por incidencia de olas a 180 grados de ambos barcos. La respuesta por incidencia de ola en el levantamiento y cabeceo del buque con proa invertida es menor que los resultados obtenidos con el buque convencional. Los máximos valores de RAO se presentan alrededor de una frecuencia de encuentro de 1.2 rad/s.

Figura 4.1: RAO de los buques con incidencia de ola a 180 grados



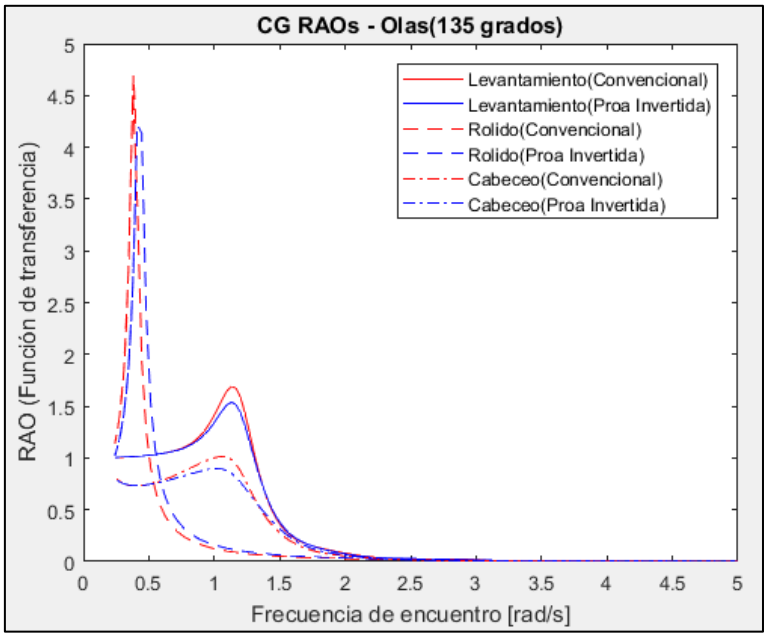

En la Figura 4.2 se muestra la resistencia añadida del buque proa invertida y convencional. Se observa que las formas propuestas tienen menor resistencia por la incidencia de olas. Los mayores valores de resistencia añadida se presentan alrededor de una frecuencia de encuentro de 1.2 rad/s.

Figura 4.2: Resistencia añadida de los buques con incidencia de ola a 180 grados



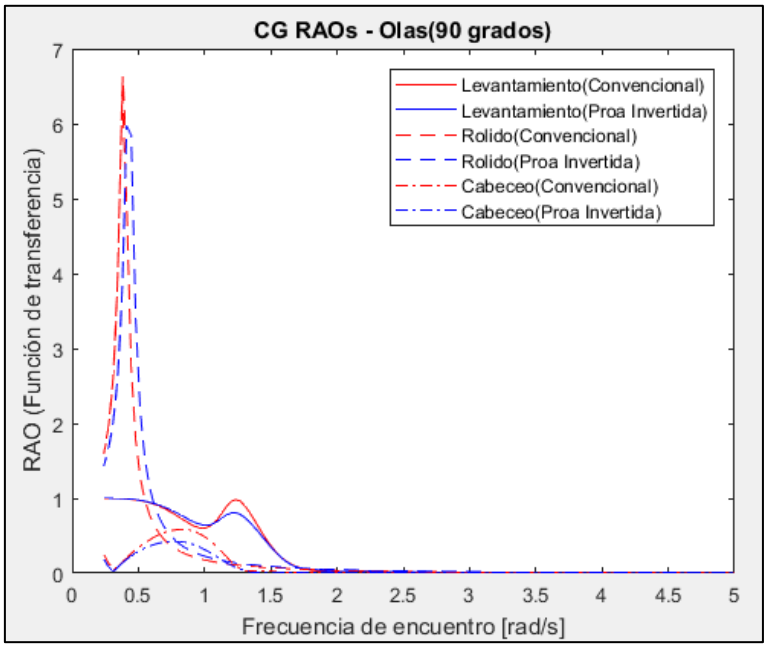

En la Figura 4.3 se muestra la comparación entre la respuesta por incidencia de olas a 135 grados de ambos barcos. Se observa que el buque proa invertida alcanza menores valores de RAO en levantamiento, cabeceo y rolido. Los valores máximos en rolido se presentan alrededor de una frecuencia de 0.4 rad/s. Para los movimientos de levantamiento y cabeceo los valores máximos se presentan alrededor de una frecuencia de encuentro de 1.1 rad/s.

Figura 4.3: RAO de los buques con incidencia de ola a 135 grados



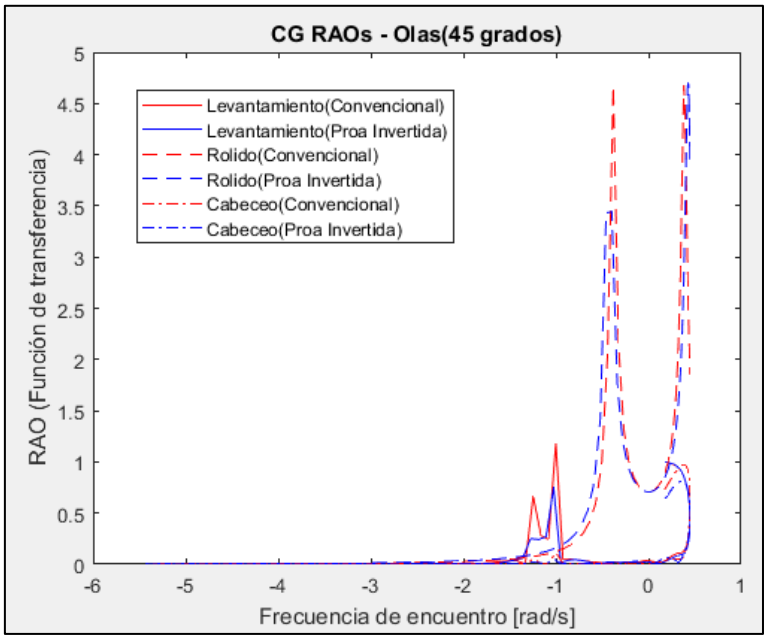

En la Figura 4.4 se muestra la respuesta a incidencia de olas a 90 grados. Los resultados son semejantes a los obtenidos por olas a 135 grados. Para el movimiento de rolido los máximos valores se presentan alrededor de una frecuencia de 0.4 rad/s. Para el movimiento de cabeceo los máximos valores de presentan alrededor de una frecuencia de encuentro de 1.1 rad/s, mientras que para el movimiento de levantamiento los máximos valores se presentan alrededor de una frecuencia de encuentro de 1.2 rad/s.

Figura 4.4: RAO de los buques con incidencia de ola a 90 grados



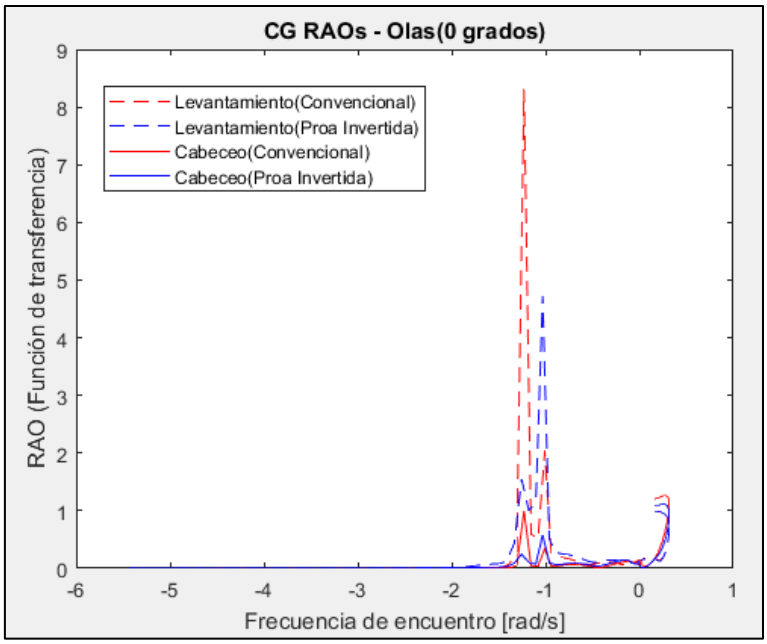

En la Figura 4.5 se muestra la respuesta a una incidencia de ola a 45 grados. Los valores de RAO para el buque proa invertida se mantienen por debajo de los valores del buque convencional. Para el movimiento de rolido los máximos valores aparecen alrededor de una frecuencia de encuentro de -0.5 rad/s. Para el movimiento de levantamiento los máximos valores se presentan alrededor de una frecuencia de encuentro de -1.1 rad/s.

Figura 4.5: RAO de los buques con incidencia de ola a 45 grados




En la Figura 4.6 se muestra la respuesta a una incidencia de ola a 0 grados. Se observa que el buque proa invertida sigue teniendo mejor comportamiento que el buque convencional. Los máximos valores aparecen para frecuencias de encuentro alrededor de -1.2 rad/s para los movimientos de cabeceo y levantamiento.

Figura 4.6: Resultados de RAO de los buques con incidencia de ola a 0 grados



Estos resultados de RAO demuestran que el buque proa invertida tiene un mejor comportamiento en el mar respecto al buque convencional.

La Tabla 16 muestra el resumen de las aceleraciones para cada punto remoto a lo largo del buque y para cada encuentro de ola analizado.

| Encuentro de ola | Ubicación | Proa Convencional | Proa invertida | Aceleraciones | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| 180 grados | Sala de Máquina | 1.484 | 1.491 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.163 | 0.155 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Puente de mando | 2.042 | 1.811 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.466 | 0.442 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Camarote | 1.827 | 1.630 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.240 | 0.197 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Cofa | 1.495 | 1.373 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.989 | 0.924 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| 135 grados | Sala de Máquina | 1.341 | 1.337 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.135 | 0.131 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.025 | 0.027 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Puente de mando | 1.601 | 1.426 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.388 | 0.373 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.072 | 0.077 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Camarote | 1.440 | 1.290 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.170 | 0.166 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.032 | 0.034 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Cofa | 1.218 | 1.125 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.824 | 0.779 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.153 | 0.160 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| 90 grados | Sala de Máquina | 0.843 | 0.775 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.060 | 0.041 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.046 | 0.050 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Puente de mando | 0.411 | 0.399 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.173 | 0.118 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.132 | 0.143 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Camarote | 0.416 | 0.437 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.076 | 0.052 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.058 | 0.063 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Cofa | 0.510 | 0.538 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.367 | 0.246 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.280 | 0.298 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| 45 grados | Sala de Máquina | 0.269 | 0.264 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.024 | 0.020 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.070 | 0.075 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Puente de mando | 0.223 | 0.200 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.068 | 0.057 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.201 | 0.212 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Camarote | 0.204 | 0.192 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.030 | 0.025 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.088 | 0.094 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Cofa | 0.192 | 0.195 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.144 | 0.118 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.426 | 0.444 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| 0 grados | Sala de Máquina | 0.179 | 0.199 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.017 | 0.019 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Puente de mando | 0.166 | 0.182 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.048 | 0.053 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Camarote | 0.150 | 0.165 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.021 | 0.024 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |
| | Cofa | 0.135 | 0.150 | Abs. Vert.acel. | m/s² |
| | | 0.102 | 0.111 | Long.(debido al cabeceo) | m/s² |
| | | 0.000 | 0.000 | Lat.(debido al rolido) | m/s² |

Tabla 16: Resumen de las aceleraciones

Se han obtenido los valores de las aceleraciones en los puntos remotos mostrados en la Tabla 11. Para el buque con proa invertida con olas de encuentro a 180 grados, la aceleración vertical en sala de máquina se ha incrementado en un 0.47%, la aceleraion debido al cabeceo se ha disminuido en 4.9% respecto del buque con proa convencional, mientras que en las ubicaciones de puente de mando la aceleración vertical y la aceleración debido al cabeceo ha sido disminuida en 11.31% y 5.15% respectivamente; para el camarote la aceleración vertical y la aceleración debido al cabeceo se ha disminuido en un 10.78% y

17.91% respectivamente, para la ubicación de la cofa se ha disminuido en un 8.16% y 6.57% la aceleración vertical y la acelarción debido al cabeceo respectivamente. .

Para olas de encuentro a 135 grados la aceleración del buque con proa invertida en sala de máquina se ha disminuido en un 0.29% la aceleración vertical y 2.96% la aceleración debido al cabeceo respecto al buque con proa convencional, mientras que para aceleraciones debido al rolido se ha incrementado en un 8 %; para el puente de mando se han disminuido las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 10.93% y 3.86% respectivamente, mientras que para aceleración debido al rolido se ha incrementado en un 6.94%; para el camarote se ha disminuido las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 10.41% y 2.35% respectivamente, mientras que para la aceleración debido al rolido se ha incrementado en 6.25%; para la cofa las aceleraciones vertical y debido al cabeceo se ha disminuido en un 7.63% y 5.46% respectivamente, mientras que para la aceleración debido al rolido se ha incrementado en un 4.57%.

Para olas de encuentro a 90 grados la aceleración del buque con proa invertida en sala de máquina se ha disminuido en un 8.06% la aceleración vertical y 31.66% la aceleración debido al cabeceo respecto al buque con proa convencional, mientras que para aceleracione debido al rolido ha sido incrementada en un 8.69 %; para el puente de mando se han disminuido las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 2.911% y 31.79% respectivamente, mientras que para aceleración debido al rolido se ha incrementado en un 8.33%; para el camarote se ha incrementado la aceleracion vertical en un 5.04% y en un 8.62% la aceleración debido al rolido, mientras que para la aceleración debido al cabeceo se ha disminuido en 31.57%; para la cofa se ha incrementado la aceleracion vertical en un 5.49% y en un 6.42% la aceleración debido al rolido, mientras que para la aceleración debido al cabeceo se ha disminuido en 32.97%.

Para olas de encuentro a 45 grados la aceleración del buque con proa invertida en sala de máquina se ha disminuido en un 1.85% la aceleración vertical y 16.66% la aceleración debido al cabeceo respecto al buque con proa convencional, mientras que para aceleracion debido al rolido ha sido

incrementada en un 7.14 %; para el puente de mando se han disminuido las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 10.31% y 16.17% respectivamente, mientras que para aceleración debido al rolido se ha incrementado en un 5.47%; para el camarote se ha disminuido las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 5.88% y 16.66% respectivamente, mientras que para la aceleración debido al rolido se ha incrementado en 6.81%; para la cofa se ha incrementado la aceleracion vertical en un 1.56% y en un 4.22% la aceleración debido al rolido, mientras que para la aceleración debido al cabeceo se ha disminuido en 18.05%.

Para olas de encuentro a 0 grados la aceleración del buque con proa invertida en sala de máquina se ha incrementado en un 11.17% la aceleración vertical y 11.76% la aceleración debido al cabeceo respecto al buque con proa convencional; para el puente de mando se han incrementado las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 9.63% y 10.41%; para el camarote se han incrementado las aceleraciones verticales y debido al cabeceo en un 10.00% y 14.28% respectivamente; para la cofa las aceleraciones vertical y debido al cabeceo se ha incrementado en un 11.11% y 8.82% respectivamente, mientras que para la aceleración debido al rolido se ha incrementado en un 4.57%.

## 4.3 Maniobrabilidad

Debido a la actividad que el buque pesquero desarrolla en el mar, es de mucha importancia que posea buenas características de maniobra.

En la referencia [8] se presentan formulaciones y se mencionan las cualidades de maniobrabilidad que debe de cumplir un buque atunero, las cuales son:

- Facilidad de evolución
- Estabilidad de ruta
- Facilidad de cambio de rumbo

Se ha evaluado la maniobrabilidad del buque con proa convencional y el buque con proa invertida para las cuatro condiciones de carga siguiendo las formulaciones de la referencia [8] .

La Tabla 17 muestra los datos de la hélice y timón para ambas embarcaciones.

| | Buque convencional | Proa invertida | Unidad |
|---|---|---|---|
| D | 3.86 | 3.86 | m |
| Th | 32516.92 | 32516.92 | Kg |
| Kt | 0.189 | 0.189 | |
| J | 0.586 | 0.586 | |
| N' | 2.724 | 2.724 | rps |
| w | 0.201 | 0.201 | |
| Sp | 3.750 | 4.410 | m |
| Ch | 2.780 | 2.350 | m |
| $\lambda_t$ | 1.349 | 1.877 | |
| t/c | 0.150 | 0.150 | |
| δs | 35 | 35 | grados |
| Ro | 104.485 | 104.485 | u.t.m |
| $_p$ | 1025.0 | 1025.0 | kg/m³ |

Tabla 17: Datos del propulsor y timón

Para realizar el cálculo de maniobrabilidad del buque se presenta en la Tabla 18 los datos de los buques para cada condición de carga, debido a que este cálculo varía para cada condición.

| | CONDICION DE CARGA 1 | | CONDICION DE CARGA 2 | | CONDICION DE CARGA 3 | | CONDICION DE CARGA 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv.. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Unidad |
| Lpp | 64.7 | 65.9 | 64.7 | 65.9 | 64.7 | 65.9 | 64.7 | 65.9 | m |
| B | 13.5 | 13.6 | 13.5 | 13.6 | 13.5 | 13.6 | 13.5 | 13.6 | m |
| Tpr | 5.70 | 5.41 | 6.10 | 5.84 | 6.02 | 5.61 | 5.52 | 5.68 | m |
| Tpp | 5.71 | 5.84 | 6.25 | 6.36 | 6.02 | 6.21 | 6.07 | 5.87 | m |
| T | 5.70 | 5.63 | 6.18 | 6.10 | 6.02 | 5.91 | 5.79 | 5.77 | m |
| CB | 0.51 | 0.56 | 0.53 | 0.58 | 0.52 | 0.57 | 0.50 | 0.57 | |
| Ar | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | m² |
| Δ | 3084.0 | 3092.0 | 3473.0 | 3473.0 | 3333.0 | 3329.0 | 3195.0 | 3195.0 | t |
| M | 314373.1 | 315188.6 | 354026.5 | 354026.5 | 339755.4 | 339347.6 | 325688.1 | 325688.1 | u.t.m |
| V | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | m/s |
| LCB | -1.71 | -0.23 | -2.30 | -0.77 | -1.98 | -0.7 | -2.47 | -0.08 | m |

Tabla 18: Datos para el cálculo de maniobrabilidad

### 4.3.1 Facilidad de Evolución

En la Tabla 19 se presenta el resumen del cálculo de la facilidad de evolución.

| | CONDICION DE CARGA 1 | | CONDICION DE CARGA 2 | | CONDICION DE CARGA 3 | | CONDICION DE CARGA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv.. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida |
| CFt/δ | 3.44 | 4.08 | 3.52 | 4.17 | 3.48 | 4.12 | 3.39 | 4.12 |
| Ft/δ | 71153.13 | 83894 | 72910.00 | 85845.21 | 72031.56 | 84869.7 | 70274.70 | 84869.7 |
| C | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.92 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Fn/δ | 79067.82 | 93226.12 | 81020.11 | 95394.17 | 80043.96 | 94310.14 | 78091.67 | 94310.14 |
| TD/Lpp | 4.19 | 3.41 | 4.49 | 3.59 | 4.28 | 3.70 | 5.52 | 3.10 |
| TD | 270.78 | 225.07 | 290.4 | 237.08 | 276.99 | 244.03 | 356.92 | 204.53 |

Tabla 19: Cálculo de Facilidad de Evolución

En el cálculo de la facilidad de evolución el diámetro de giro a 35° debe ser inferior a 4.25 esloras entre perpendiculares [8] . En el buque convencional solo para la condición de carga 1 cumple este requisito, mientras que en el buque con proa invertida este valor se cumple para todas las condiciones.

### 4.3.2 Estabilidad de ruta

En la Tabla 20 se presenta el cálculo de la estabilidad de ruta.

| | CONDICION DE CARGA 1 | | CONDICION DE CARGA 2 | | CONDICION DE CARGA 3 | | CONDICION DE CARGA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida |
| Ki | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 |
| Kj | 0.230 | 0.230 | 0.230 | 0.230 | 0.230 | 0.230 | 0.230 | 0.230 |
| F | 1.144 | 1.312 | 1.050 | 1.188 | 1.040 | 1.287 | 1.393 | 1.150 |
| I1/Lpp | 0.573 | 0.587 | 0.567 | 0.577 | 0.566 | 0.585 | 0.593 | 0.575 |
| d1 | 0.047 | 0.083 | 0.031 | 0.066 | 0.035 | 0.074 | 0.054 | 0.073 |
| G | 0.356 | 0.348 | 0.347 | 0.334 | 0.341 | 0.357 | 0.447 | 0.310 |
| T' | 1.803 | 1.028 | 2.759 | 1.315 | 2.440 | 1.147 | 1.488 | 1.201 |
| a | -7.629 | -27.033 | 1.289 | -17.1900 | -0.908 | -22.363 | -13.088 | -20.528 |

Tabla 20: Cálculo de Estabilidad de Ruta

Para la estabilidad de ruta, el ancho de ciclo de histéresis (variable a) debe ser nulo o negativo, para el buque prototipo esto se cumple solo

para las condiciones de carga 1,3 y 4, mientras que para el buque con proa invertida este valor es negativo para todas las condiciones de carga.

### 4.3.3 Cambio de Rumbo

En la Tabla 21 se presenta el cálculo del cambio de rumbo.

| | CONDICION DE CARGA 1 | | CONDICION DE CARGA 2 | | CONDICION DE CARGA 3 | | CONDICION DE CARGA 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Proa Conv.. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida | Proa Conv. | Proa Invertida |
| K'/T' | 0.693 | 0.829 | 0.630 | 0.755 | 0.649 | 0.779 | 0.660 | 0.812 |
| K' | 1.249 | 0.848 | 1.739 | 0.984 | 1.583 | 0.893 | 0.982 | 0.975 |
| P | 0.29 | 0.307 | 0.28 | 0.297 | 0.284 | 0.297 | 0.267 | 0.313 |

Tabla 21: Cálculo de Cambio de Rumbo

Para la facilidad del cambio de rumbo, el número de Norrbin debe ser superior a 0.272 [8], para el buque prototipo este valor no cumple para la condición de carga 4, mientras para que para el buque con proa invertida estos valores son superiores en cada condición de carga.

## 4.4 Estructura

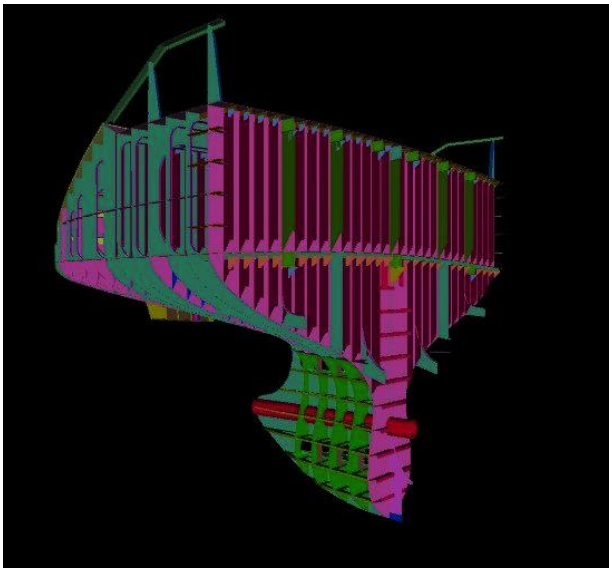
Se ha realizado el diseño estructural del buque atunero con proa invertida. El proyecto ha sido dividido 8 bloques; 6 correspondientes a la estructura del casco y 2 correspondientes a la superestructura.

Luego de haber realizado los pasos para el diseño de la estructura especificados en el Capítulo 3, se han obtenido los siguientes resultados.

Los centroides de cada bloque se han referenciado desde la perpendicular de popa. El plano de división de bloques se presenta en el Anexo D.

La Figura 4.7 muestra la estructura del bloque 1. Este bloque contiene la estructura de popa

Figura 4.7: Estructura del boque 1



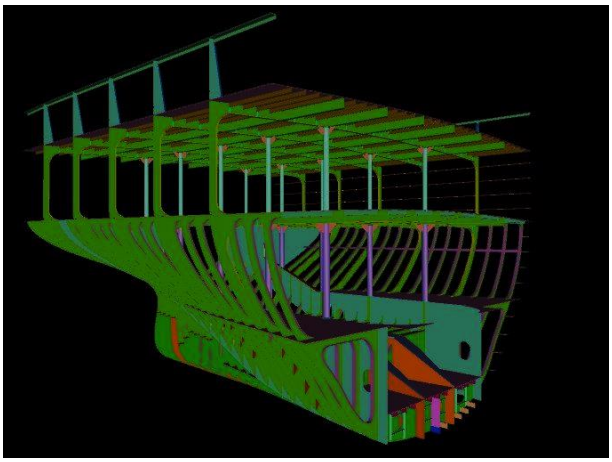
El bloque tiene una longitud de 9.1 metros y un peso de 95.6 toneladas. La Tabla 22 muestra las características del bloque, incluyendo el forro de la viga buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 9.152 | m |
| Peso | 95.656 | ton |
| Numero de Partes | 1982 | u |
| Centro de Gravedad | 2.744 , 0.001 , 6.162 | m |

Tabla 22: Características del bloque 1

La Figura 4.8 muestra la estructura del bloque 2. Este bloque corresponde a la sección donde se ubica la sala de máquinas.

Figura 4.8: Estructura del bloque 2



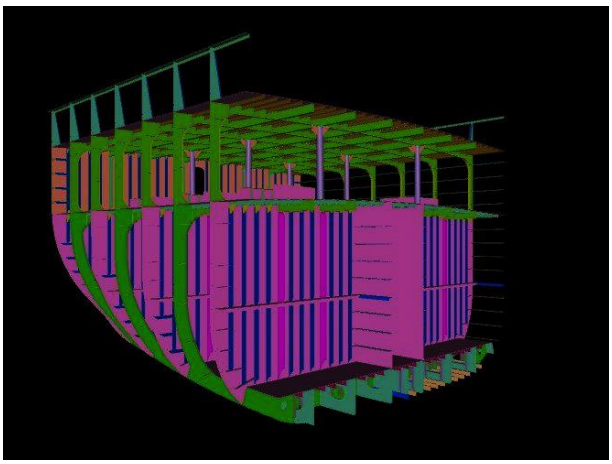
Este bloque tiene una longitud de 13.3 metros y un peso de 128 toneladas. Las características del bloque se presentan en la Tabla 23, incluyendo el forro de la viga buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 13.334 | m |
| Peso | 128.04 | ton |
| Numero de Partes | 2159 | u |
| Centro de Gravedad | 13.124 , 0.041 , 4.359 | m |

Tabla 23: Características del bloque 2

La Figura 4.9 muestra la estructura del bloque 3. Este bloque corresponde a la sección donde empieza la zona de cubas.

Figura 4.9: Estructura del bloque 3



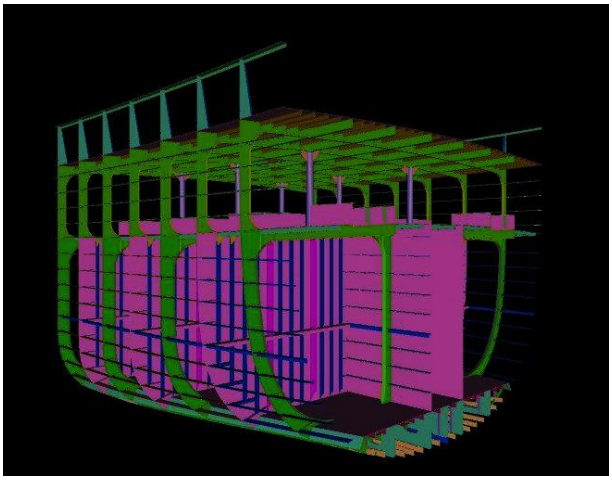
El bloque tiene una longitud de 12.1 metros y un peso de 135.9 toneladas. En la Tabla 24 se presentan las características del bloque, incluyendo el forro de la viga buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 12.18 | m |
| Peso | 135.987 | ton |
| Numero de Partes | 2886 | u |
| Centro de Gravedad | 26.025 , 0.112 , 4.237 | m |

Tabla 24:Características del bloque 3

La Figura 4.10 muestra la estructura del bloque 4. Este bloque corresponde a la sección media de la zona de cubas.

Figura 4.10: Estructura del bloque 4



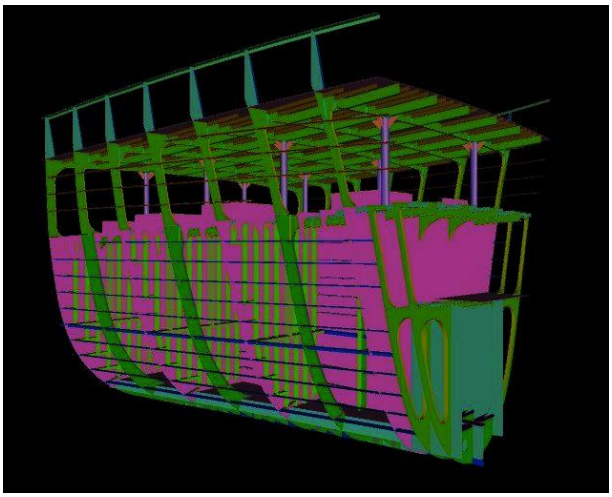
El bloque tiene una longitud de 12.1 metros y un peso de 132.1 toneladas. La Tabla 25 muestra las características del bloque, incluyendo el forro de la viga buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 12.18 | m |
| Peso | 132.099 | ton |
| Numero de Partes | 2924 | u |
| Centro de Gravedad | 38.038 , -0.047 , 4.09 | m |

Tabla 25: Características del bloque 4

La Figura 4.11 muestra la estructura del bloque 5. Este bloque corresponde a la sección final de la zona de cubas.

Figura 4.11: Estructura del bloque 5



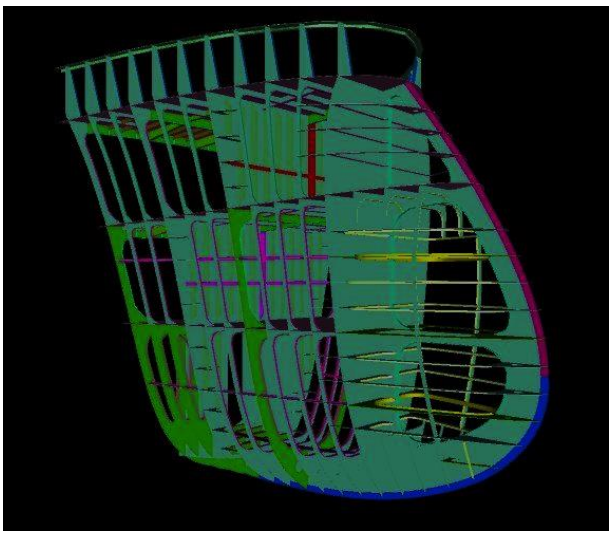
El bloque tiene una longitud de 12.1 metros y un peso de 129.6 toneladas. Las características del bloque se presentan en la Tabla 26, incluyendo el forro de la viga buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 12.18 | m |
| Peso | 129.604 | ton |
| Numero de Partes | 2594 | u |
| Centro de Gravedad | 50.015 , 0.5 , 4.584 | m |

Tabla 26: Características del bloque 5

La Figura 4.12 muestra la estructura del bloque 6. Este bloque corresponde a la estructura de proa del buque.

Figura 4.12: Estructura del bloque 6



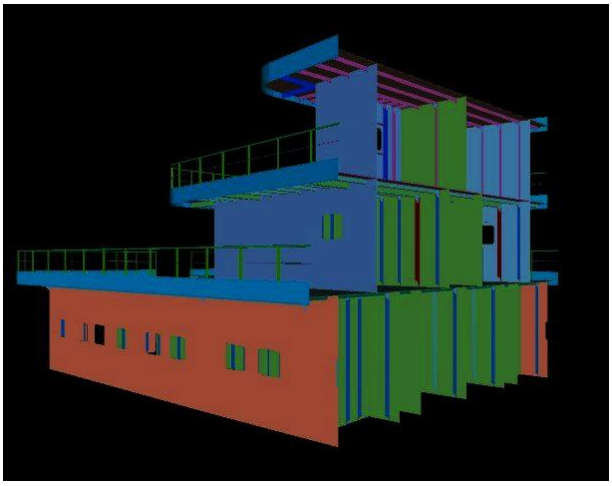
El bloque tiene una longitud de 9.9 metros y un peso de 58.2 toneladas. La Tabla 27 muestra las características del bloque, incluyendo el forro de la viga buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 9.956 | m |
| Peso | 58.252 | ton |
| Numero de Partes | 1083 | u |
| Centro de Gravedad | 60.509 , 0 , 5.702 | m |

Tabla 27: Características del bloque 6

La Figura 4.13 muestra la estructura del bloque 7. Este bloque corresponde a la sección inicial de la superestructura.

Figura 4.13: Estructura del bloque 7



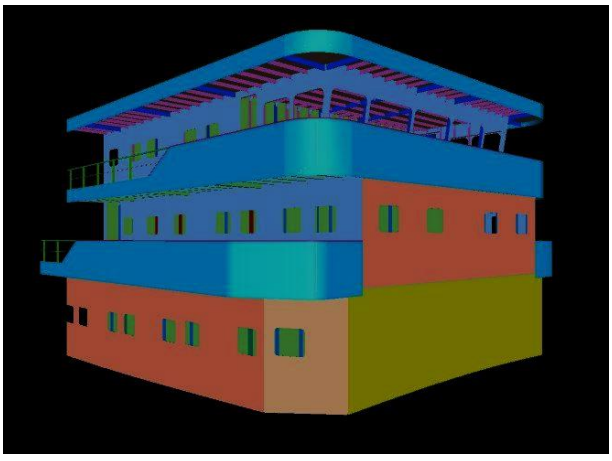
El bloque tiene una longitud de 13.0 metros y un peso de 46.4 toneladas. Las características del bloque se presentan en la Tabla 28.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 13.056 | m |
| Peso | 46.421 | ton |
| Numero de Partes | 1059 | u |
| Centro de Gravedad | 33.047 , -0.009 , 12.439 | m |

Tabla 28: Características del bloque 7

La Figura 4.14 muestra la estructura del bloque 8. Este bloque corresponde a la sección final de la superestructura.

Figura 4.14: Estructura del bloque 8



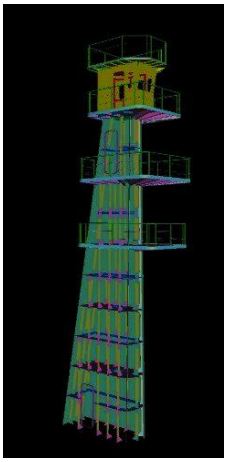
El bloque tiene una longitud de 13.0 metros y un peso de 75.5 toneladas. La Tabla 29 muestra las características del bloque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 13.055 | m |
| Peso | 75.576 | ton |
| Numero de Partes | 1725 | u |
| Centro de Gravedad | 45.353 , 0.004 , 13.372 | m |

Tabla 29: Características del bloque 8

La Figura 4.15 muestra la estructura del mástil.

Figura 4.15: Estructura del mástil



El bloque tiene una altura de 18.2 metros y un peso de 19.2 toneladas. La Tabla 30 muestra las características.

| | | |
|---|---|---|
| Altura | 18.231 | m |
| Peso | 19.217 | ton |
| Numero de Partes | 879 | u |
| Centro de Gravedad | 26.167 , 0.034 , 17.478 | m |

Tabla 30: Características del mástil

Con las características de cada bloque, se ha procedido a calcular las características de la estructura entera del buque.

| | | |
|---|---|---|
| Longitud | 68.958 | m |
| Peso | 820.852 | ton |
| Numero de Partes | 17291 | u |
| Centro de Gravedad | 31.647 , 0.097 , 6.23 | m |

Tabla 31: Características de la estructura del buque

De la Tabla 31 se observa que el buque tiene una eslora total de 68.958 metros. El peso estructural del buque (casco, superestructura y mástil) es de 820. 852 toneladas con un número de piezas de 17291 unidades. Finalmente se obtiene el centro de gravedad de la estructura con valores de 31.647 , 0.097 , 6.23 metros en la dirección X, Y, Z respectivamente.

Se han comparado los resultados con los obtenidos en la referencia [2]. La Tabla 32 muestra las dimensiones de los buques y su peso estructural total.

| | Unidades | Buque convencional | Proa invertida |
|---|---|---|---|
| Eslora | m | 74.9 | 68.96 |
| Manga | m | 13.54 | 13.54 |
| Puntal | m | 8.86 | 8.86 |
| Longitud superestructura | m | 28 | 26.11 |
| Peso total | ton | 874.19 | 820.85 |

Tabla 32: Comparación de pesos obtenidos en las etapas de diseño

La diferencia porcentual entre los pesos es 6.49%. Este resultado demuestra que las etapas de diseño se han realizado correctamente.

Con el modelo de la estructura finalizado se han realizado los planos de ensamble y sub-ensamble de partes de la estructura, los cuales se presentan en el Anexo D.

Finalmente, se han obtenido los planos de corte de la estructura del buque. La ventaja de utilizar máquinas de corte para la elaboración de las piezas radica en la reducción de desperdicio de material. Este porcentaje de desperdicio de material se presentan a continuación.

| | % Utilización | % Desperdicio |
|---|---|---|
| Bloque 1 | 91.2 | 8.8 |
| Bloque 2 | 91 | 9 |
| Bloque 3 | 93.2 | 6.8 |
| Bloque 4 | 91.2 | 8.8 |
| Bloque 5 | 90.5 | 9.5 |
| Bloque 6 | 91.2 | 8.8 |
| Bloque 7 | 93.4 | 6.6 |
| Bloque 8 | 90.1 | 9.9 |
| Mástil | 87.8 | 12.2 |

Tabla 33: Porcentaje de desperdicio de material

De la Tabla 33 se puede apreciar los porcentajes de desperdicio de material por bloque, siendo el valor máximo y mínimo de 12.8 % y 6.8 % respectivamente. El valor promedio de desperdicio se muestra en la Tabla 34.

| | Peso (ton) | % Desperdicio | Desperdicio x Peso |
|---|---|---|---|
| Bloque 1 | 95.656 | 8.800 | 8.417 |
| Bloque 2 | 128.040 | 9.000 | 11.523 |
| Bloque 3 | 135.987 | 6.000 | 8.159 |
| Bloque 4 | 132.099 | 8.800 | 11.624 |
| Bloque 5 | 129.604 | 9.500 | 12.312 |
| Bloque 6 | 58.252 | 8.800 | 5.126 |
| Bloque 7 | 46.421 | 6.600 | 3.063 |
| Bloque 8 | 75.576 | 9.900 | 7.482 |
| Mástil | 19.217 | 12.200 | 2.344 |
| **Suma** | **820.852 t** | | **70.054 t** |
| **% Desperdicio promedio** | | **8.534 %** | |

Tabla 34: Porcentaje de desperdicio promedio

De la Tabla 34 se observa que, para el buque atunero con 820.852 toneladas de peso estructural, el porcentaje de desperdicio promedio es de 8.53%.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

### Resistencia

- Se ha obtenido el valor de resistencia al avance del buque con proa invertida y buque convencional usando el método estadístico regresional de Holtrop & Mennen. Los valores de resistencia que se han obtenido para el buque proa invertida y convencional son 207.4 y 212.2 KN respectivamente, con una diferencia porcentual de 2.26%.
- Se ha realizado un análisis de resistencia aplicando la dinámica de fluidos computacional (CFD). Los valores de resistencia que se han obtenido para el buque proa invertida y convencional son 207.49 y 211.99 KN respectivamente, con una diferencia porcentual de 2.12%.
- Los valores de resistencia obtenidos por el método de Holtrop tienen una diferencia porcentual promedio respecto a los resultados obtenidos por CFD de 0.068%.
- La resistencia añadida del buque proa invertida para una ola de proa es menor que la resistencia añadida del buque convencional. La diferencia porcentual es de 2.12%.
- Los análisis de resistencia realizados muestran que el buque proa invertida presenta menor resistencia al avance.

### Comportamiento en el mar

- Al comparar las aceleraciones entre el buque con proa convencional con el buque con proa invertida, se tiene que las aceleraciones del buque proa invertida son menores, a excepción con incidencia de olas a 0 grados en donde las aceleraciones son mayores, pero estas aceleraciones no sobrepasan el valor de 1 m/s recomendado. Las curvas de malestar por movimiento en el buque con proa invertida en general están por debajo de las curvas del buque con proa convencional.
- Las respuestas (RAO) del buque proa invertida alcanzan menores valores que el buque convencional para todos los ángulos de encuentro analizados.

Esto ha permitido concluir que el buque proa invertida tiene mejor comportamiento en el mar.

**Maniobrabilidad**

- Al comparar las cualidades de maniobrabilidad entre los buques de proa invertida y el buque con proa convencional, se tiene que el buque de proa invertida supera en todos los valores y para todas las condiciones de carga analizadas al buque con proa convencional. En la mayoría de condiciones el buque con proa convencional no cumplió con el valor de 4.25 de la eslora entre perpendiculares [8].

**Estructura**

- Se ha realizado la ingeniería de producto del buque atunero. Se ha dividido el buque en 8 bloques. Los pesos de estructura de cada bloque son 95.65, 128.04, 135.98, 132.09, 129.60, 58.23, 46.42, 75.57 toneladas. También se ha realizado la estructura del mástil de peso: 19.2 toneladas, obteniendose un peso estructural total de 820.25 toneladas con un centro de gravedad de 31.64, 0.097, 6.23 metros en las direcciones X, Y, Z respectivamente.
- Estableciendo la jerarquía de producto, se ha realizado planos ensamble y sub-ensamble de la estructura del buque.
- Se han elaborado planos de corte, utilizando la herramienta de anidamiento de ShipConstructor, logrando minimizar el desperdicio de materia prima a un 8.53 %.
- Finalmente, se concluye que se ha desarrollado la ingeniería de producto del buque atunero, con formas del casco que favorecen al rendimiento en el mar, estableciendo una secuencia en el diseño de las partes estructurales y minimizando la cantidad de desperdicio de materia prima en el corte

**RECOMENDACIONES**

- El buque de pora invertida a demostrado mejor comportamiento en el mar por lo que se recomienda el uso de estas formas en barcos atuneros.
- Para asegurar la estabilidad intacta del buque, se recomienda aplicar los criterios de estabilidad de primer y segunda generación, para evitar el riesgo de zozobra.
- En este proyecto se ha demostrado que el uso de los métodos regresionales son aceptables siempre que las variables de entrada se encuentran dentro del rango aplicación.

# BIBLIOGRAFÍA

[1] A. A. Romero y L. D. Angel, «Construcción en Bloques de un Buque Atunero,» FIMCBOR-ESPOL, Guayaquil, 2016.

[2] A. A. Romero y L. D. Angel, «Definitive Design of Tuna Ship of 1200 Tons of Cargo,» FIMCBOR-ESPOL, Guayaquil, 2017.

[3] A. A. Romero y L. D. Angel, «Preliminary Design of Tuna Ship of 1200 Tons of Cargo,» FIMCBOR-ESPOL, Guayaquil, 2016.

[4] J. Holtrop y M. Mennen, «A Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data,» International Ship Building Progress, 1984.

[5] OMI, «Codigo de Estabilidad sin avería para todos los tipo de buques regidos por los instrumentos de la OMI,» Resolución A.749(18), 1993.

[6] ITTC, «Recommended Procedures and guidelines. "Practical Guidelines for Ship Resistance CFD",» 2014.

[7] A. R. Ltd., «ShipConstructor Structure Tutorial,» 2003. [En línea]. Available: http://www.ssi-corporate.com/documents/manuals/2004/structure_tutorial.pdf. [Último acceso: 21 Septiembre 2017].

[8] A. Baquero, «La Maniobrabilidad del Buque Pesquero,» Madrid, 1987.

# ANEXOS

# ANEXO A

## Cálculo de Estabilidad Intacta

A continuación, se presenta el cálculo de estabilidad intacta aplicando los criterios descritos por la OMI.

### Condición de carga 1: 100% Consumibles, 0% Pesca.

En la Tabla 35 se presenta la tabla de pesos de la primera condición de carga con sus respectivos centros de gravedad.

| DETALLE | CANT. | Tonelada de masa unitaria | Tonelada de masa total | Volumen unitario m³ | Volumen total m³ | LCG | TCG | VCG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longitudinal structure | 1.00 | 139.92 | 139.92 | | | 0.22 | 0.00 | 4.36 |
| Transversal structure | 1.00 | 260.62 | 260.62 | | | -4.65 | 0.00 | 5.40 |
| Hull and decks | 1.00 | 311.57 | 311.57 | | | -0.67 | 0.00 | 5.65 |
| Bulkheads | 1.00 | 175.75 | 175.75 | | | 1.05 | 0.00 | 5.35 |
| Superstructures | 1.00 | 145.00 | 145.00 | | | 10.97 | 0.00 | 11.08 |
| Subtotal | | | 1032.86 | | | 0.37 | 0.00 | 6.12 |
| Fishing supplies | 1.00 | 153.56 | 153.56 | | | -25.50 | 0.00 | 11.50 |
| Deck cranes | 1.00 | 8.25 | 8.25 | | | -5.00 | 0.00 | 12.00 |
| Refrigerating machine | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -17.00 | 0.00 | 7.40 |
| Government | 1.00 | 3.55 | 3.55 | | | -32.32 | 0.00 | 8.00 |
| Lined wooden decks | 1.00 | 11.85 | 11.85 | | | 0.00 | 0.00 | 9.00 |
| Rescue equipment | 1.00 | 10.45 | 10.45 | | | 0.60 | 0.00 | 10.50 |
| Panga | 1.00 | 56.76 | 56.76 | | | -33.07 | 0.00 | 9.00 |
| Fire protection system | 1.00 | 4.03 | 4.03 | | | -8.32 | 0.00 | 8.50 |
| Protection and paintings | 1.00 | 14.38 | 14.38 | | | 36.00 | 0.00 | 9.50 |
| Anchoring and mooring equipment | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | 29.67 | 0.00 | 9.80 |
| Fixed / ballast keel | 1.00 | 55.00 | 55.00 | | | -6.20 | 0.00 | 0.20 |
| Radios and lights | 1.00 | 16.50 | 16.50 | | | 11.85 | 0.00 | 13.00 |
| Closure elements | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 4.67 | 0.00 | 10.00 |
| Water treatment equipment | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | -8.00 | 0.00 | 7.20 |
| Plumbing equipment | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | 16.67 | 0.00 | 11.00 |
| isolations | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -1.50 | 0.00 | 5.00 |
| Stairways and ladders | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 8.67 | 0.00 | 11.00 |
| devices bridges | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 16.87 | 0.00 | 14.00 |
| Electricity | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -21.60 | 0.00 | 7.80 |
| Workshop | 1.00 | 4.40 | 4.40 | | | -22.60 | 0.00 | 7.40 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Regards | 1.00 | 33.00 | 33.00 | | | -2.00 | 0.00 | 7.80 |
| food stores | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 13.00 | 0.00 | 10.50 |
| Kitchens and furniture | 1.00 | 14.30 | 14.30 | | | 7.50 | 0.00 | 11.20 |
| Helicopter | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 14.40 | 0.00 | 16.00 |
| Subtotal | | | 546.62 | | | -8.86 | 0.00 | 8.87 |
| Crewmembers and effects | 1.00 | 3.30 | 3.30 | | | 11.00 | 0.00 | 11.00 |
| Staterooms official | 1.00 | 13.37 | 13.37 | | | 12.60 | 0.00 | 11.70 |
| Crew cabins | 1.00 | 27.08 | 27.08 | | | 11.70 | 0.00 | 11.00 |
| Dining Lounge | 1.00 | 13.20 | 13.20 | | | -2.00 | 0.00 | 9.50 |
| Hallways | 1.00 | 12.32 | 12.32 | | | 10.14 | 0.00 | 11.50 |
| washroom | 1.00 | 11.55 | 11.55 | | | 13.02 | 0.00 | 12.00 |
| Kitchens | 1.00 | 8.36 | 8.36 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| Public toilet | 1.00 | 6.60 | 6.60 | | | 16.00 | 0.00 | 9.70 |
| Lockers aft | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | -20.40 | 0.00 | 7.28 |
| Cable store | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 28.00 | 0.00 | 8.60 |
| Washing and drying | 1.00 | 1.65 | 1.65 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| stores | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | 4.76 | 0.00 | 10.00 |
| Subtotal | | | 120.53 | | | 7.19 | 0.00 | 10.43 |
| Main engine | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | -19.33 | 0.00 | 3.50 |
| Gear box | 1.00 | 10.20 | 10.20 | | | -22.48 | 0.00 | 1.84 |
| Propeller + shaft lines | 1.00 | 13.84 | 13.84 | | | -29.80 | 0.00 | 1.50 |
| Auxiliary engines +altern | 1.00 | 45.65 | 45.65 | | | -16.00 | 0.00 | 4.50 |
| Polín main engine | 1.00 | 8.91 | 8.91 | | | -16.50 | 0.00 | 2.00 |
| E. R services | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -15.60 | 0.00 | 3.50 |
| Salmuera | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 6.00 | 0.00 | 7.80 |
| fishing park | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 10.80 | 0.00 | 7.80 |
| deck machinery | 1.00 | 49.50 | 49.50 | | | -7.00 | 0.00 | 10.00 |
| thrusters | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 26.65 | 0.00 | 2.76 |
| Ventilation, extraction, A / A | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | -1.00 | 0.00 | 9.00 |
| Subtotal | | | 230.40 | | | -11.84 | 0.00 | 5.30 |
| Tk_01_C_ Fresh Water | 0.95 | 33.58 | 31.90 | 33.58 | 31.90 | 31.68 | 0.00 | 4.69 |
| Tk_01_C_MDO | 0.95 | 1.35 | 1.28 | 1.61 | 1.53 | 27.76 | 0.00 | 0.50 |
| Tk_02_P_MDO | 0.95 | 9.57 | 9.09 | 11.39 | 10.82 | 24.94 | -1.94 | 2.96 |
| Tk_03_S_MDO | 0.95 | 9.57 | 9.09 | 11.39 | 10.82 | 24.94 | 1.94 | 2.96 |
| Tk_04_P_MDO | 0.95 | 13.35 | 12.68 | 15.89 | 15.10 | 16.71 | -1.80 | 0.69 |
| Tk_05_S_MDO | 0.95 | 13.35 | 12.68 | 15.89 | 15.10 | 16.71 | 1.80 | 0.69 |
| Tk_06_P_MDO | 0.95 | 48.35 | 45.93 | 57.56 | 54.68 | 4.86 | -2.89 | 0.61 |
| Tk_07_S_MDO | 0.95 | 48.35 | 45.93 | 57.56 | 54.68 | 4.86 | 2.89 | 0.61 |
| Tk_08_P_MDO | 0.95 | 34.23 | 32.52 | 40.75 | 38.71 | -5.92 | -2.80 | 0.61 |
| Tk_09_S_MDO | 0.95 | 34.23 | 32.52 | 40.75 | 38.71 | -5.92 | 2.80 | 0.61 |
| Subtotal | 0.95 | 245.92 | 233.62 | 286.36 | 272.04 | 8.49 | 0.00 | 1.36 |
| CH_01_P_Fishtank | 0.95 | 49.45 | 46.98 | 58.87 | 55.93 | 21.22 | -2.39 | 4.26 |
| CH_02_S_Fishtank | 0.95 | 49.45 | 46.98 | 58.87 | 55.93 | 21.22 | 2.39 | 4.26 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CH_03_P_Fishtank | 0.95 | 62.78 | 59.64 | 74.74 | 71.00 | 17.77 | -2.83 | 4.09 |
| CH_04_S_Fishtank | 0.95 | 62.78 | 59.64 | 74.73 | 71.00 | 17.77 | 2.83 | 4.09 |
| CH_05_P_Fishtank | 0.95 | 74.34 | 70.63 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | -3.22 | 3.96 |
| CH_06_S_Fishtank | 0.95 | 74.34 | 70.63 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | 3.22 | 3.96 |
| CH_07_P_Fishtank | 0.95 | 101.49 | 96.42 | 99.02 | 94.07 | 10.85 | -3.54 | 3.82 |
| CH_08_S_Fishtank | 0.95 | 101.48 | 96.41 | 99.01 | 94.06 | 10.85 | 3.54 | 3.82 |
| CH_09_P_Fishtank | 0.75 | 106.91 | 80.18 | 104.30 | 78.23 | 7.38 | -3.69 | 3.19 |
| CH_10_S_Fishtank | 0.75 | 106.90 | 80.17 | 104.29 | 78.22 | 7.38 | 3.69 | 3.19 |
| CH_11_P_Fishtank | 0.00 | 74.37 | 0.00 | 106.24 | 0.00 | 3.89 | -3.48 | 1.12 |
| CH_12_S_Fishtank | 0.00 | 74.36 | 0.00 | 106.23 | 0.00 | 3.89 | 3.48 | 1.12 |
| CH_13_P_Fishtank | 0.00 | 89.64 | 0.00 | 106.71 | 0.00 | 0.44 | -3.57 | 1.12 |
| CH_14_S_Fishtank | 0.00 | 89.64 | 0.00 | 106.71 | 0.00 | 0.44 | 3.57 | 1.12 |
| CH_15_P_Fishtank | 0.00 | 88.80 | 0.00 | 105.72 | 0.00 | -3.02 | -3.46 | 1.12 |
| CH_16_S_Fishtank | 0.00 | 88.79 | 0.00 | 105.71 | 0.00 | -3.02 | 3.46 | 1.12 |
| CH_17_P_Fishtank | 0.00 | 86.25 | 0.00 | 102.68 | 0.00 | -6.48 | -3.17 | 1.12 |
| CH_18_S_Fishtank | 0.00 | 86.24 | 0.00 | 102.67 | 0.00 | -6.48 | 3.17 | 1.12 |
| CH_19_P_Fishtank | 0.00 | 67.46 | 0.00 | 96.38 | 0.00 | -9.93 | -2.75 | 1.12 |
| CH_20_S_Fishtank | 0.00 | 67.46 | 0.00 | 96.38 | 0.00 | -9.93 | 2.75 | 1.12 |
| Tk_01_P_Overflow | 0.00 | 14.01 | 0.00 | 15.23 | 0.00 | -11.76 | -2.20 | 0.18 |
| Tk_02_S_Overflow | 0.00 | 14.01 | 0.00 | 15.23 | 0.00 | -11.76 | 2.20 | 0.18 |
| Tk_01_P_Hydraulic oil | 0.95 | 13.83 | 13.14 | 15.04 | 14.29 | -15.62 | -3.11 | 2.25 |
| Tk_01_S_Lubricant oil | 0.95 | 17.56 | 16.68 | 19.09 | 18.13 | -16.19 | 3.05 | 2.30 |
| Tk_01_P_Gearbox oil | 0.95 | 3.72 | 3.54 | 4.05 | 3.85 | -18.33 | -2.82 | 2.49 |
| Tk_01_C_Dirty oil | 0.00 | 3.56 | 0.00 | 3.87 | 0.00 | -12.92 | 0.00 | 0.00 |
| Tk_01_P_Aux oil | 0.95 | 3.49 | 3.32 | 3.80 | 3.61 | -15.99 | -1.30 | 0.56 |
| Tk_02_S_Lubricant oil | 0.95 | 3.49 | 3.32 | 3.80 | 3.61 | -15.99 | 1.30 | 0.56 |
| Tk_02_C_Dirty oil | 0.00 | 8.14 | 0.00 | 8.85 | 0.00 | -25.64 | 0.00 | -0.01 |
| Tk_01_C_Water | 0.95 | 20.92 | 19.87 | 20.92 | 19.87 | -27.13 | 0.00 | 2.01 |
| Tk_02_P_Fresh Water | 0.95 | 27.45 | 26.08 | 27.45 | 26.08 | -23.83 | -3.57 | 5.08 |
| Tk_03_S_Fresh Water | 0.95 | 27.45 | 26.08 | 27.45 | 26.08 | -23.83 | 3.57 | 5.08 |
| Tk_01_P_Sediment | 0.00 | 17.73 | 0.00 | 19.27 | 0.00 | -26.71 | -2.34 | 4.37 |
| Tk_02_S_Sediment | 0.00 | 17.73 | 0.00 | 19.27 | 0.00 | -26.71 | 2.34 | 4.37 |
| Tk_10_C_MDO | 0.95 | 21.80 | 20.71 | 25.95 | 24.66 | -27.36 | 0.00 | 4.97 |
| Tk_11_P_MDO | 0.95 | 45.91 | 43.61 | 54.65 | 51.92 | -31.19 | -3.60 | 6.73 |
| Tk_12_S_MDO | 0.95 | 45.87 | 43.57 | 54.61 | 51.87 | -31.19 | 3.60 | 6.73 |
| Tk_01_C_Stabilizer | 0.00 | 103.87 | 0.00 | 103.87 | 0.00 | -27.68 | 0.00 | 6.09 |
| Total Loadcase | | | 3091.60 | 2614.98 | 1282.56 | -0.21 | 0.00 | 5.74 |
| FS correction | | | | | | | | 0.31 |
| VCG fluid | | | | | | | | 6.04 |

Tabla 35: Tabla de pesos para la primera condición de carga

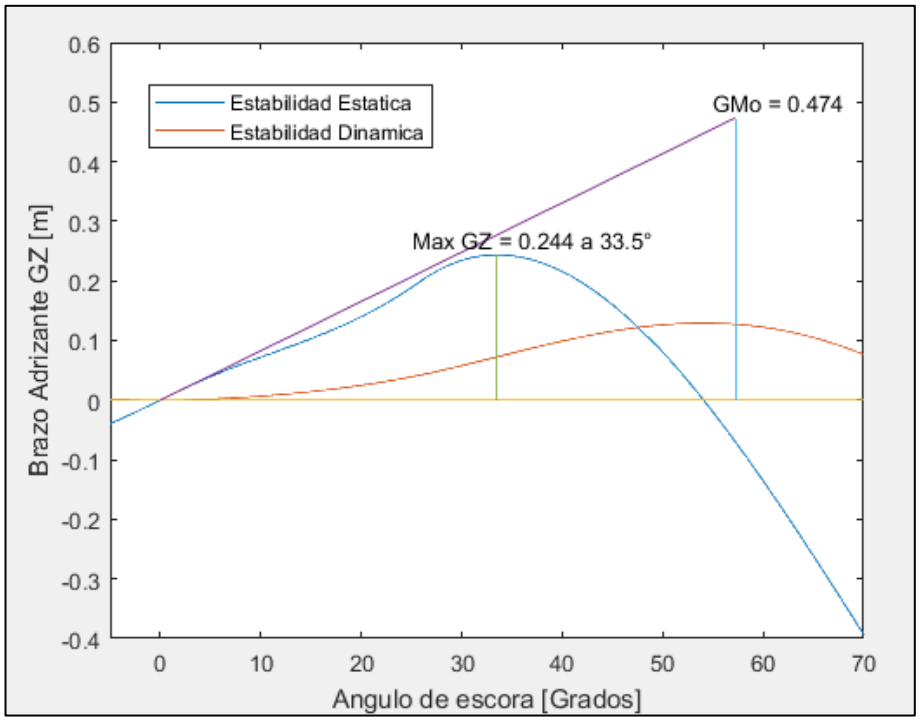
En la Tabla 36 se presenta el cálculo de la condición de equilibrio obtenido mediante Maxsurf para la condición de carga asignada.

| | | |
|---|---|---|
| Calado en sección media | 5.627 | m |
| Desplazamiento | 3092 | t |
| Angulo de escora | 0 | grados |
| Calado den proa | 5.411 | m |
| Calado en popa | 5.844 | m |
| Calado en LCF | 5.654 | m |
| Trimado | 0.433 | m |
| Eslora de flotación | 68.629 | m |
| Máxima manga en Lwl | 13.525 | m |
| Área mojada | 1205.927 | m² |
| Área del plano de flotación | 773.841 | m² |
| Coeficiente Prismático | 0.606 | --- |
| Coeficiente Bloque | 0.559 | --- |
| Coeficiente de sección media | 0.954 | --- |
| Coeficiente de plano de flotación | 0.834 | --- |
| LCF desde punto cero (+ve a proa) | -0.229 | m |
| LCB desde punto cero (+ve a proa) | -4.084 | m |
| KB | 3.223 | m |
| KG corregido por sup. Libre | 6.033 | m |
| BMt | 3.284 | m |
| BML | 77.86 | m |
| GMt corregido | 0.474 | m |
| GML | 75.05 | m |
| KMt | 6.507 | m |
| KML | 81.081 | m |
| Angulo de trimado (+ve a popa) | 0.3756 | grados |

Tabla 36: Condición de equilibrio _ Condición de carga 1

La Figura 1 muestra las curvas de estabilidad, altura metacéntrica inicial y el máximo brazo adrizante para la primera condición de carga.

Figura 1: Curvas de estabilidad para condición de carga 1




La Tabla 37 muestra el resumen de los valores recomendados por la OMI y los valores obtenidos para el cálculo de estabilidad intacta.

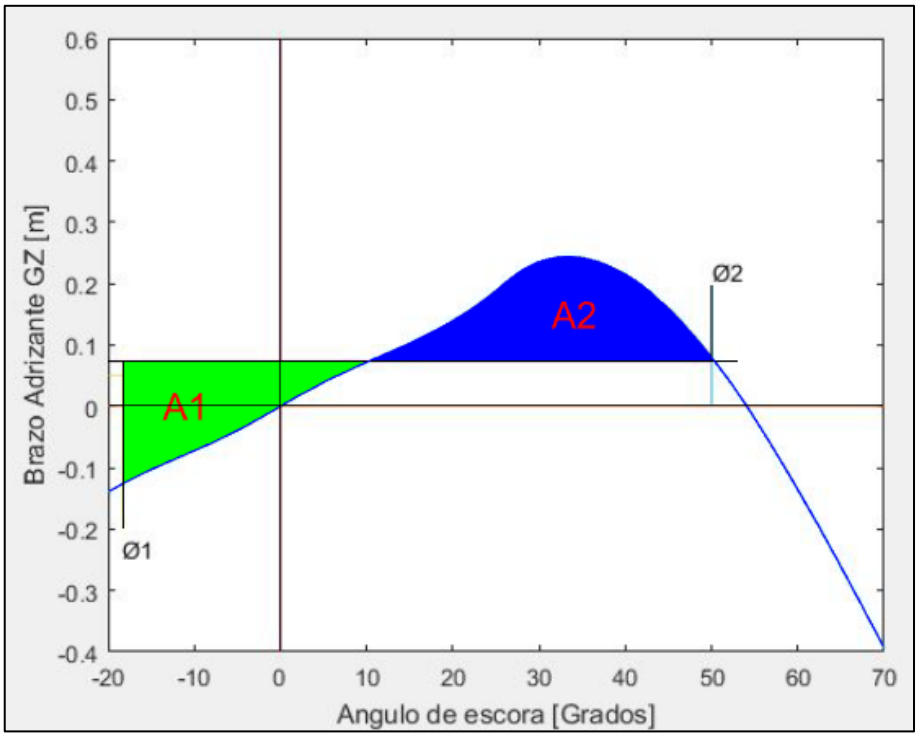
| Criterio | Requerido | Actual | Unidades |
|---|---|---|---|
| Área de 0-30° | 0.055 | 0.0578 | m.rad |
| Área de 0-40° | 0.09 | 0.099 | m.rad |
| Área de 30-40° | 0.03 | 0.041 | m.rad |
| Angulo de máximo GZ | 30 | 33.5 | grados |
| Gz no debe ser menor a | 0.2 | 0.244 | m |
| Al tura metacéntrica inicial | 0.35 | 0.474 | m |

Tabla 37: Criterios de estabilidad para la primera condición de carga

**Criterio Meteorológico**

En la Figura 2 se muestran las áreas y ángulos obtenidos aplicando el criterio meteorológico para la primera condición de carga.

Figura 2: Criterio meteorológico para la primera condición de carga




La Tabla 38 muestra el resumen de los valores obtenidos. Se observa que el área 2 es menor al área 1, cumpliendo de esta manera este criterio para la condición de carga asignada.

| | | |
|---|---|---|
| lw1 | 0.0491 | m |
| lw2 | 0.0737 | m |
| Θ1 | 18.3 | grados |
| Θ2 | 50 | grados |
| X1 | 0.997 | |
| X2 | 0.901 | |
| k | 1 | |
| r | 0.773 | |
| s | 0.045 | |
| Ts | 15.763 | seg. |
| A1 | 2.925 | m.grados |
| A2 | 3.952 | m.grados |

Tabla 38: Criterio meteorológico _ Primera condición de carga

**CONDICION 2: 35% Consumibles ,100 % Pesca**

En la Tabla 39 se presenta la tabla de pesos de la segunda condición de carga recomendada por la OMI con sus respectivos centros de gravedad.

| DETALLE | CANT. | Tonelada de masa unitaria | Tonelada de masa total | Volumen unitario m³ | Volumen total m³ | LCG | TCG | VCG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longitudinal structure | 1.00 | 139.92 | 139.92 | | | 0.22 | 0.00 | 4.36 |
| Transversal structure | 1.00 | 260.62 | 260.62 | | | -4.65 | 0.00 | 5.40 |
| Hull and decks | 1.00 | 311.57 | 311.57 | | | -0.67 | 0.00 | 5.65 |
| Bulkheads | 1.00 | 175.75 | 175.75 | | | 1.05 | 0.00 | 5.35 |
| Superstructures | 1.00 | 145.00 | 145.00 | | | 10.97 | 0.00 | 11.08 |
| Subtotal | | | 1032.86 | | | 0.37 | 0.00 | 6.12 |
| Fishing supplies | 1.00 | 153.56 | 153.56 | | | -25.50 | 0.00 | 11.50 |
| Deck cranes | 1.00 | 8.25 | 8.25 | | | -5.00 | 0.00 | 12.00 |
| Refrigerating machine | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -17.00 | 0.00 | 7.40 |
| Government | 1.00 | 3.55 | 3.55 | | | -32.32 | 0.00 | 8.00 |
| Lined wooden decks | 1.00 | 11.85 | 11.85 | | | 0.00 | 0.00 | 9.00 |
| Rescue equipment | 1.00 | 10.45 | 10.45 | | | 0.60 | 0.00 | 10.50 |
| Panga | 1.00 | 56.76 | 56.76 | | | -33.07 | 0.00 | 9.00 |
| Fire protection system | 1.00 | 4.03 | 4.03 | | | -8.32 | 0.00 | 8.50 |
| Protection and paintings | 1.00 | 14.38 | 14.38 | | | 36.00 | 0.00 | 9.50 |
| Anchoring and mooring equipment | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | 29.67 | 0.00 | 9.80 |
| Fixed / ballast keel | 1.00 | 55.00 | 55.00 | | | -6.20 | 0.00 | 0.20 |
| Radios and lights | 1.00 | 16.50 | 16.50 | | | 11.85 | 0.00 | 13.00 |
| Closure elements | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 4.67 | 0.00 | 10.00 |
| Water treatment equipment | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | -8.00 | 0.00 | 7.20 |
| Plumbing equipment | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | 16.67 | 0.00 | 11.00 |
| isolations | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -1.50 | 0.00 | 5.00 |
| Stairways and ladders | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 8.67 | 0.00 | 11.00 |
| devices bridges | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 16.87 | 0.00 | 14.00 |
| Electricity | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -21.60 | 0.00 | 7.80 |
| Workshop | 1.00 | 4.40 | 4.40 | | | -22.60 | 0.00 | 7.40 |
| Regards | 1.00 | 33.00 | 33.00 | | | -2.00 | 0.00 | 7.80 |
| food stores | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 13.00 | 0.00 | 10.50 |
| Kitchens and furniture | 1.00 | 14.30 | 14.30 | | | 7.50 | 0.00 | 11.20 |
| Helicopter | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 14.40 | 0.00 | 16.00 |
| Subtotal | | | 546.62 | | | -8.86 | 0.00 | 8.87 |
| Crewmembers and effects | 1.00 | 3.30 | 3.30 | | | 11.00 | 0.00 | 11.00 |
| Staterooms official | 1.00 | 13.37 | 13.37 | | | 12.60 | 0.00 | 11.70 |
| Crew cabins | 1.00 | 27.08 | 27.08 | | | 11.70 | 0.00 | 11.00 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dining Lounge | 1.00 | 13.20 | 13.20 | | | -2.00 | 0.00 | 9.50 |
| Hallways | 1.00 | 12.32 | 12.32 | | | 10.14 | 0.00 | 11.50 |
| washroom | 1.00 | 11.55 | 11.55 | | | 13.02 | 0.00 | 12.00 |
| Kitchens | 1.00 | 8.36 | 8.36 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| Public toilet | 1.00 | 6.60 | 6.60 | | | 16.00 | 0.00 | 9.70 |
| Lockers aft | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | -20.40 | 0.00 | 7.28 |
| Cable store | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 28.00 | 0.00 | 8.60 |
| Washing and drying | 1.00 | 1.65 | 1.65 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| stores | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | 4.76 | 0.00 | 10.00 |
| Subtotal | | | 120.53 | | | 7.19 | 0.00 | 10.43 |
| Main engine | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | -19.33 | 0.00 | 3.50 |
| Gear box | 1.00 | 10.20 | 10.20 | | | -22.48 | 0.00 | 1.84 |
| Propeller + shaft lines | 1.00 | 13.84 | 13.84 | | | -29.80 | 0.00 | 1.50 |
| Auxiliary engines +altern | 1.00 | 45.65 | 45.65 | | | -16.00 | 0.00 | 4.50 |
| Polín main engine | 1.00 | 8.91 | 8.91 | | | -16.50 | 0.00 | 2.00 |
| E. R services | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -15.60 | 0.00 | 3.50 |
| Salmuera | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 6.00 | 0.00 | 7.80 |
| fishing park | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 10.80 | 0.00 | 7.80 |
| deck machinery | 1.00 | 49.50 | 49.50 | | | -7.00 | 0.00 | 10.00 |
| thrusters | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 26.65 | 0.00 | 2.76 |
| Ventilation, extraction, A / A | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | -1.00 | 0.00 | 9.00 |
| Subtotal | | | 230.40 | | | -11.84 | 0.00 | 5.30 |
| Tk_01_C_ Fresh Water | 0.35 | 33.58 | 11.75 | 33.58 | 11.75 | 31.70 | 0.00 | 3.09 |
| Tk_01_C_MDO | 0.35 | 1.35 | 0.47 | 1.61 | 0.56 | 27.51 | 0.00 | 0.33 |
| Tk_02_P_MDO | 0.35 | 9.57 | 3.35 | 11.39 | 3.99 | 24.88 | -1.76 | 1.94 |
| Tk_03_S_MDO | 0.35 | 9.57 | 3.35 | 11.39 | 3.99 | 24.88 | 1.76 | 1.94 |
| Tk_04_P_MDO | 0.90 | 13.35 | 12.02 | 15.89 | 14.30 | 16.59 | -1.80 | 0.67 |
| Tk_05_S_MDO | 0.90 | 13.35 | 12.01 | 15.89 | 14.30 | 16.59 | 1.80 | 0.67 |
| Tk_06_P_MDO | 0.95 | 48.35 | 45.93 | 57.56 | 54.68 | 4.71 | -2.90 | 0.61 |
| Tk_07_S_MDO | 0.95 | 48.35 | 45.93 | 57.56 | 54.68 | 4.71 | 2.90 | 0.61 |
| Tk_08_P_MDO | 0.35 | 34.23 | 11.98 | 40.75 | 14.26 | -5.91 | -2.45 | 0.30 |
| Tk_09_S_MDO | 0.35 | 34.23 | 11.98 | 40.75 | 14.26 | -5.91 | 2.45 | 0.30 |
| Subtotal | 0.65 | 245.92 | 158.78 | 286.36 | 186.78 | 7.82 | 0.00 | 0.81 |
| CH_01_P_Fishtank | 0.95 | 41.21 | 39.15 | 58.87 | 55.93 | 21.22 | -2.40 | 4.26 |
| CH_02_S_Fishtank | 0.95 | 41.21 | 39.15 | 58.87 | 55.93 | 21.22 | 2.40 | 4.26 |
| CH_03_P_Fishtank | 0.95 | 52.32 | 49.70 | 74.74 | 71.00 | 17.77 | -2.83 | 4.09 |
| CH_04_S_Fishtank | 0.95 | 52.31 | 49.70 | 74.73 | 71.00 | 17.77 | 2.83 | 4.09 |
| CH_05_P_Fishtank | 0.95 | 61.95 | 58.85 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | -3.22 | 3.96 |
| CH_06_S_Fishtank | 0.95 | 61.95 | 58.85 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | 3.22 | 3.96 |
| CH_07_P_Fishtank | 0.95 | 69.31 | 65.85 | 99.02 | 94.07 | 10.84 | -3.54 | 3.82 |
| CH_08_S_Fishtank | 0.95 | 69.31 | 65.84 | 99.01 | 94.06 | 10.84 | 3.54 | 3.82 |
| CH_09_P_Fishtank | 0.95 | 73.01 | 69.36 | 104.30 | 99.09 | 7.38 | -3.72 | 3.71 |
| CH_10_S_Fishtank | 0.95 | 73.00 | 69.35 | 104.29 | 99.08 | 7.38 | 3.72 | 3.71 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CH_11_P_Fishtank | 0.95 | 74.37 | 70.65 | 106.24 | 100.93 | 3.91 | -3.78 | 3.64 |
| CH_12_S_Fishtank | 0.95 | 74.36 | 70.64 | 106.23 | 100.92 | 3.91 | 3.78 | 3.64 |
| CH_13_P_Fishtank | 0.95 | 74.70 | 70.97 | 106.71 | 101.38 | 0.44 | -3.80 | 3.64 |
| CH_14_S_Fishtank | 0.95 | 74.70 | 70.97 | 106.71 | 101.38 | 0.44 | 3.80 | 3.64 |
| CH_15_P_Fishtank | 0.95 | 74.00 | 70.30 | 105.72 | 100.43 | -3.04 | -3.77 | 3.66 |
| CH_16_S_Fishtank | 0.95 | 73.99 | 70.29 | 105.71 | 100.42 | -3.04 | 3.77 | 3.66 |
| CH_17_P_Fishtank | 0.95 | 71.87 | 68.28 | 102.68 | 97.54 | -6.51 | -3.69 | 3.71 |
| CH_18_S_Fishtank | 0.95 | 71.87 | 68.27 | 102.67 | 97.53 | -6.51 | 3.69 | 3.71 |
| CH_19_P_Fishtank | 0.95 | 67.46 | 64.09 | 96.38 | 91.56 | -9.98 | -3.54 | 3.81 |
| CH_20_S_Fishtank | 0.95 | 67.46 | 64.09 | 96.38 | 91.56 | -9.98 | 3.54 | 3.81 |
| Tk_01_P_Overflow | 0.65 | 14.01 | 9.11 | 15.23 | 9.90 | -12.84 | -3.24 | 1.71 |
| Tk_02_S_Overflow | 0.65 | 14.01 | 9.11 | 15.23 | 9.90 | -12.84 | 3.24 | 1.71 |
| Tk_01_P_Hydraulic oil | 0.35 | 13.83 | 4.84 | 15.04 | 5.26 | -15.55 | -2.78 | 1.44 |
| Tk_01_S_Lubricant oil | 0.35 | 17.56 | 6.15 | 19.09 | 6.68 | -15.98 | 2.75 | 1.51 |
| Tk_01_P_Gearbox oil | 0.35 | 3.72 | 1.30 | 4.05 | 1.42 | -18.29 | -2.55 | 1.82 |
| Tk_01_C_Dirty oil | 0.65 | 3.56 | 2.31 | 3.87 | 2.51 | -12.90 | 0.00 | 0.35 |
| Tk_01_P_Aux oil | 0.35 | 3.49 | 1.22 | 3.80 | 1.33 | -15.88 | -1.26 | 0.30 |
| Tk_02_S_Lubricant oil | 0.35 | 3.49 | 1.22 | 3.80 | 1.33 | -15.88 | 1.26 | 0.30 |
| Tk_02_C_Dirty oil | 0.65 | 8.14 | 5.29 | 8.85 | 5.75 | -21.92 | 0.00 | 0.29 |
| Tk_01_C_Water | 0.35 | 20.92 | 7.32 | 20.92 | 7.32 | -27.10 | 0.00 | 0.95 |
| Tk_02_P_Fresh Water | 0.35 | 27.45 | 9.61 | 27.45 | 9.61 | -23.73 | -2.94 | 4.37 |
| Tk_03_S_Fresh Water | 0.35 | 27.45 | 9.61 | 27.45 | 9.61 | -23.73 | 2.94 | 4.37 |
| Tk_01_P_Sediment | 0.65 | 17.73 | 11.53 | 19.27 | 12.53 | -27.30 | -3.38 | 5.15 |
| Tk_02_S_Sediment | 0.65 | 17.73 | 11.53 | 19.27 | 12.53 | -27.30 | 3.38 | 5.15 |
| Tk_10_C_MDO | 0.35 | 21.80 | 7.63 | 25.95 | 9.08 | -27.31 | 0.00 | 4.33 |
| Tk_11_P_MDO | 0.35 | 45.91 | 16.07 | 54.65 | 19.13 | -31.31 | -3.38 | 5.80 |
| Tk_12_S_MDO | 0.35 | 45.95 | 16.08 | 54.71 | 19.15 | -31.31 | 3.38 | 5.80 |
| Tk_01_C_Stabilizer | 0.00 | 103.87 | 0.00 | 103.87 | 0.00 | -29.13 | 0.00 | 6.09 |
| Total Loadcase | | | 3473.45 | 2615.08 | 2121.74 | -0.75 | 0.00 | 5.48 |
| FS correction | | | | | | | | 0.34 |
| VCG fluid | | | | | | | | 5.82 |

Tabla 39: Tabla de pesos para la segunda condición de carga

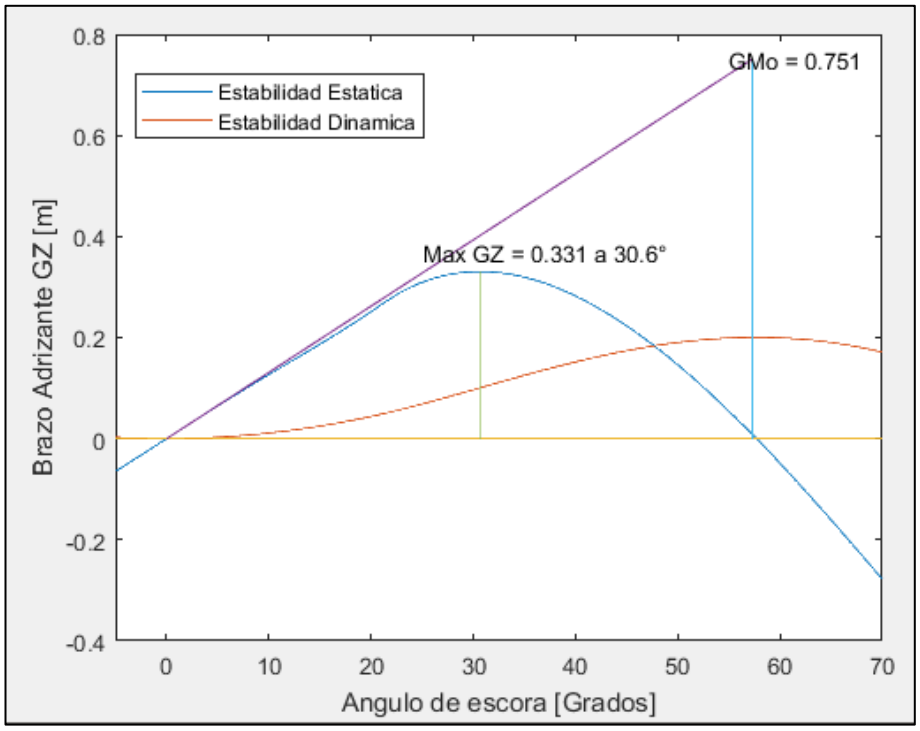
En la Tabla 40 se presenta el cálculo de la condición de equilibrio obtenido mediante el software Maxsurf.

| | | |
|---|---|---|
| Calado en sección media | 6.098 | m |
| Desplazamiento | 3473 | t |
| Angulo de escora | 0 | grados |
| Calado den proa | 5.835 | m |
| Calado en popa | 6.361 | m |
| Calado en LCF | 6.131 | m |
| Trimado | 0.526 | m |
| Eslora de flotación | 68.43 | m |
| Máxima manga en Lwl | 13.547 | m |
| Área mojada | 1274.001 | m² |
| Área del plano de flotación | 787.273 | m² |
| Coeficiente Prismático | 0.627 | --- |
| Coeficiente Bloque | 0.579 | --- |
| Coeficiente de sección media | 0.957 | --- |
| Coeficiente de plano de flotación | 0.849 | --- |
| LCF desde punto cero (+ve a proa) | -0.765 | m |
| LCB desde punto cero (+ve a proa) | -4.23 | m |
| KB | 3.518 | m |
| KG corregido por sup. Libre | 5.82 | m |
| BMt | 3.054 | m |
| BML | 71.437 | m |
| GMt corregido | 0.751 | m |
| GML | 69.135 | m |
| KMt | 6.571 | m |
| KML | 74.953 | m |
| Angulo de trimado (+ve a popa) | 0.456 | grados |

Tabla 40: Condición de equilibrio _ Condición de carga 2

La Figura 3 muestra las curvas de estabilidad, altura metacéntrica inicial y el máximo brazo adrizante para la segunda condición de carga.

Figura 3: Curvas de estabilidad para condición de carga 2




La Tabla 41 muestra el resumen de los valores recomendados por la OMI y los valores obtenidos para el cálculo de estabilidad intacta.

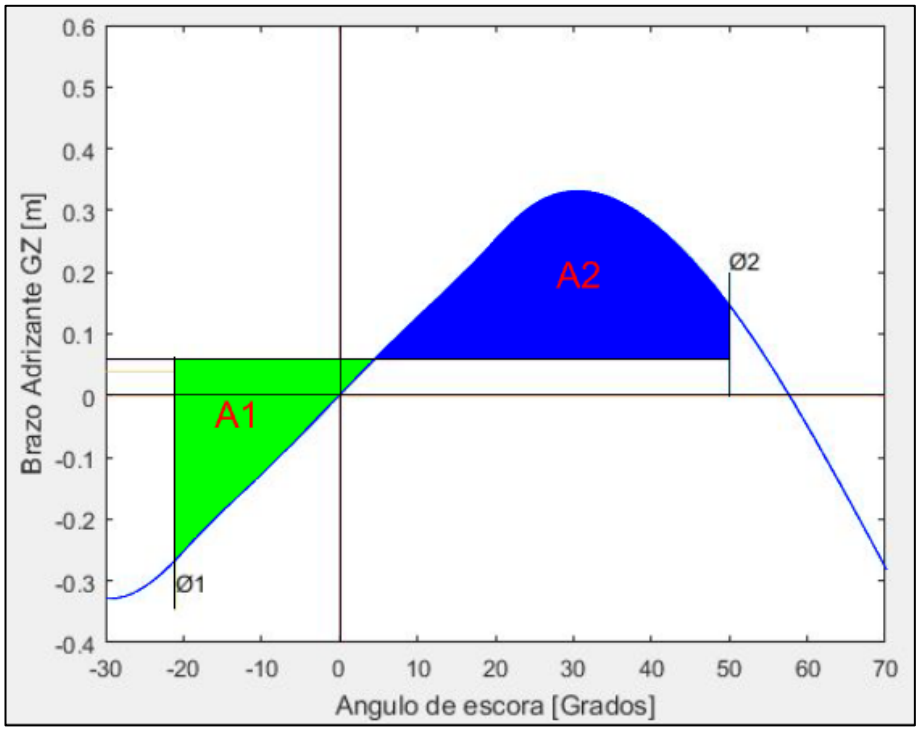
| Criterio | Requerido | Actual | Unidades |
|---|---|---|---|
| Área de 0-30° | 0.055 | 0.0968 | m.rad |
| Área de 0-40° | 0.09 | 0.1518 | m.rad |
| Área de 30-40° | 0.03 | 0.055 | m.rad |
| Angulo de máximo GZ | 30 | 30.6 | grados |
| Gz no debe ser menor a | 0.2 | 0.331 | m |
| Al tura metacéntrica inicial | 0.35 | 0.751 | m |

Tabla 41: Criterios de estabilidad para la segunda condición de carga

**Criterio Meteorológico**

En la Figura 4 se muestran las áreas y ángulos obtenidos aplicando el criterio meteorológico para la segunda condición de carga.

Figura 4: Criterio meteorológico para la segunda condición de carga




La Tabla 42 muestra el resumen de los valores obtenidos. Se observa que el área 2 es menor al área 1, cumpliendo de esta manera este criterio para la condición de carga asignada.

| | | |
|---|---|---|
| lw1 | 0.0402 | m |
| lw2 | 0.0603 | m |
| Θ1 | 21.1 | grados |
| Θ2 | 50 | grados |
| X1 | 1 | |
| X2 | 0.924 | |
| k | 1 | |
| r | 0.703 | |
| s | 0.063 | |
| Ts | 12.389 | seg. |
| A1 | 3.952 | m.grados |
| A2 | 7.748 | m.grados |

Tabla 42: Criterio meteorológico _ Segunda condición de carga

**CONDICION 3: 10% Consumibles, 100% Pesca**

En la Tabla 43 se presenta la tabla de pesos de la tercera condición de carga recomendada por la OMI con sus respectivos centros de gravedad.

| DETALLE | CANT. | Tonelada de masa unitaria | Tonelada de masa total | Volumen unitario $m^3$ | Volumen total $m^3$ | LCG | TCG | VCG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longitudinal structure | 1.00 | 139.92 | 139.92 | | | 0.22 | 0.00 | 4.36 |
| Transversal structure | 1.00 | 260.62 | 260.62 | | | -4.65 | 0.00 | 5.40 |
| Hull and decks | 1.00 | 311.57 | 311.57 | | | -0.67 | 0.00 | 5.65 |
| Bulkheads | 1.00 | 175.75 | 175.75 | | | 1.05 | 0.00 | 5.35 |
| Superstructures | 1.00 | 145.00 | 145.00 | | | 10.97 | 0.00 | 11.08 |
| Subtotal | | | 1032.86 | | | 0.37 | 0.00 | 6.12 |
| Fishing supplies | 1.00 | 153.56 | 153.56 | | | -25.50 | 0.00 | 11.50 |
| Deck cranes | 1.00 | 8.25 | 8.25 | | | -5.00 | 0.00 | 12.00 |
| Refrigerating machine | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -17.00 | 0.00 | 7.40 |
| Government | 1.00 | 3.55 | 3.55 | | | -32.32 | 0.00 | 8.00 |
| Lined wooden decks | 1.00 | 11.85 | 11.85 | | | 0.00 | 0.00 | 9.00 |
| Rescue equipment | 1.00 | 10.45 | 10.45 | | | 0.60 | 0.00 | 10.50 |
| Panga | 1.00 | 56.76 | 56.76 | | | -33.07 | 0.00 | 9.00 |
| Fire protection system | 1.00 | 4.03 | 4.03 | | | -8.32 | 0.00 | 8.50 |
| Protection and paintings | 1.00 | 14.38 | 14.38 | | | 36.00 | 0.00 | 9.50 |
| Anchoring and mooring equipment | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | 29.67 | 0.00 | 9.80 |
| Fixed / ballast keel | 1.00 | 55.00 | 55.00 | | | -6.20 | 0.00 | 0.20 |
| Radios and lights | 1.00 | 16.50 | 16.50 | | | 11.85 | 0.00 | 13.00 |
| Closure elements | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 4.67 | 0.00 | 10.00 |
| Water treatment equipment | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | -8.00 | 0.00 | 7.20 |
| Plumbing equipment | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | 16.67 | 0.00 | 11.00 |
| isolations | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -1.50 | 0.00 | 5.00 |
| Stairways and ladders | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 8.67 | 0.00 | 11.00 |
| devices bridges | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 16.87 | 0.00 | 14.00 |
| Electricity | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -21.60 | 0.00 | 7.80 |
| Workshop | 1.00 | 4.40 | 4.40 | | | -22.60 | 0.00 | 7.40 |
| Regards | 1.00 | 33.00 | 33.00 | | | -2.00 | 0.00 | 7.80 |
| food stores | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 13.00 | 0.00 | 10.50 |
| Kitchens and furniture | 1.00 | 14.30 | 14.30 | | | 7.50 | 0.00 | 11.20 |
| Helicopter | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 14.40 | 0.00 | 16.00 |
| Subtotal | | | 546.62 | | | -8.86 | 0.00 | 8.87 |
| Crewmembers and effects | 1.00 | 3.30 | 3.30 | | | 11.00 | 0.00 | 11.00 |
| Staterooms official | 1.00 | 13.37 | 13.37 | | | 12.60 | 0.00 | 11.70 |
| Crew cabins | 1.00 | 27.08 | 27.08 | | | 11.70 | 0.00 | 11.00 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dining Lounge | 1.00 | 13.20 | 13.20 | | | -2.00 | 0.00 | 9.50 |
| Hallways | 1.00 | 12.32 | 12.32 | | | 10.14 | 0.00 | 11.50 |
| washroom | 1.00 | 11.55 | 11.55 | | | 13.02 | 0.00 | 12.00 |
| Kitchens | 1.00 | 8.36 | 8.36 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| Public toilet | 1.00 | 6.60 | 6.60 | | | 16.00 | 0.00 | 9.70 |
| Lockers aft | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | -20.40 | 0.00 | 7.28 |
| Cable store | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 28.00 | 0.00 | 8.60 |
| Washing and drying | 1.00 | 1.65 | 1.65 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| stores | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | 4.76 | 0.00 | 10.00 |
| Subtotal | | | 120.53 | | | 7.19 | 0.00 | 10.43 |
| Main engine | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | -19.33 | 0.00 | 3.50 |
| Gear box | 1.00 | 10.20 | 10.20 | | | -22.48 | 0.00 | 1.84 |
| Propeller + shaft lines | 1.00 | 13.84 | 13.84 | | | -29.80 | 0.00 | 1.50 |
| Auxiliary engines +altern | 1.00 | 45.65 | 45.65 | | | -16.00 | 0.00 | 4.50 |
| Polín main engine | 1.00 | 8.91 | 8.91 | | | -16.50 | 0.00 | 2.00 |
| E. R services | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -15.60 | 0.00 | 3.50 |
| Salmuera | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 6.00 | 0.00 | 7.80 |
| fishing park | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 10.80 | 0.00 | 7.80 |
| deck machinery | 1.00 | 49.50 | 49.50 | | | -7.00 | 0.00 | 10.00 |
| thrusters | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 26.65 | 0.00 | 2.76 |
| Ventilation, extraction, A / A | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | -1.00 | 0.00 | 9.00 |
| Subtotal | | | 230.40 | | | -11.84 | 0.00 | 5.30 |
| Tk_01_C_ Fresh Water | 0.10 | 33.58 | 3.36 | 33.58 | 3.36 | 31.49 | 0.00 | 2.08 |
| Tk_01_C_MDO | 0.10 | 1.35 | 0.14 | 1.61 | 0.16 | 27.32 | 0.00 | 0.20 |
| Tk_02_P_MDO | 0.10 | 9.57 | 0.96 | 11.39 | 1.14 | 24.77 | -1.60 | 1.30 |
| Tk_03_S_MDO | 0.10 | 9.57 | 0.96 | 11.39 | 1.14 | 24.77 | 1.60 | 1.30 |
| Tk_04_P_MDO | 0.35 | 13.35 | 4.67 | 15.89 | 5.56 | 16.38 | -1.56 | 0.40 |
| Tk_05_S_MDO | 0.35 | 13.35 | 4.67 | 15.89 | 5.56 | 16.38 | 1.56 | 0.40 |
| Tk_06_P_MDO | 0.35 | 48.35 | 16.92 | 57.56 | 20.15 | 4.58 | -2.53 | 0.29 |
| Tk_07_S_MDO | 0.35 | 48.35 | 16.92 | 57.56 | 20.15 | 4.58 | 2.53 | 0.29 |
| Tk_08_P_MDO | 0.10 | 34.23 | 3.42 | 40.75 | 4.08 | -5.42 | -2.11 | 0.13 |
| Tk_09_S_MDO | 0.10 | 34.23 | 3.42 | 40.75 | 4.08 | -5.42 | 2.11 | 0.13 |
| Subtotal | 0.23 | 245.92 | 55.44 | 286.36 | 65.36 | 7.72 | 0.00 | 0.43 |
| CH_01_P_Fishtank | 0.95 | 41.21 | 39.15 | 58.87 | 55.93 | 21.22 | -2.39 | 4.26 |
| CH_02_S_Fishtank | 0.95 | 41.21 | 39.15 | 58.87 | 55.93 | 21.22 | 2.39 | 4.26 |
| CH_03_P_Fishtank | 0.95 | 52.32 | 49.70 | 74.74 | 71.00 | 17.77 | -2.83 | 4.09 |
| CH_04_S_Fishtank | 0.95 | 52.31 | 49.70 | 74.73 | 71.00 | 17.77 | 2.83 | 4.09 |
| CH_05_P_Fishtank | 0.95 | 61.95 | 58.85 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | -3.22 | 3.96 |
| CH_06_S_Fishtank | 0.95 | 61.95 | 58.85 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | 3.22 | 3.96 |
| CH_07_P_Fishtank | 0.95 | 69.31 | 65.85 | 99.02 | 94.07 | 10.85 | -3.54 | 3.82 |
| CH_08_S_Fishtank | 0.95 | 69.31 | 65.84 | 99.01 | 94.06 | 10.85 | 3.54 | 3.82 |
| CH_09_P_Fishtank | 0.95 | 73.01 | 69.36 | 104.30 | 99.09 | 7.38 | -3.72 | 3.71 |
| CH_10_S_Fishtank | 0.95 | 73.00 | 69.35 | 104.29 | 99.08 | 7.39 | 3.72 | 3.71 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CH_11_P_Fishtank | 0.95 | 74.37 | 70.65 | 106.24 | 100.93 | 3.91 | -3.78 | 3.64 |
| CH_12_S_Fishtank | 0.95 | 74.36 | 70.64 | 106.23 | 100.92 | 3.91 | 3.78 | 3.64 |
| CH_13_P_Fishtank | 0.95 | 74.70 | 70.97 | 106.71 | 101.38 | 0.44 | -3.80 | 3.64 |
| CH_14_S_Fishtank | 0.95 | 74.70 | 70.97 | 106.71 | 101.38 | 0.44 | 3.80 | 3.64 |
| CH_15_P_Fishtank | 0.95 | 74.00 | 70.30 | 105.72 | 100.43 | -3.04 | -3.77 | 3.66 |
| CH_16_S_Fishtank | 0.95 | 73.99 | 70.29 | 105.71 | 100.42 | -3.04 | 3.77 | 3.66 |
| CH_17_P_Fishtank | 0.95 | 71.87 | 68.28 | 102.68 | 97.54 | -6.51 | -3.69 | 3.71 |
| CH_18_S_Fishtank | 0.95 | 71.87 | 68.27 | 102.67 | 97.53 | -6.51 | 3.69 | 3.71 |
| CH_19_P_Fishtank | 0.95 | 67.46 | 64.09 | 96.38 | 91.56 | -9.98 | -3.54 | 3.81 |
| CH_20_S_Fishtank | 0.95 | 67.46 | 64.09 | 96.38 | 91.56 | -9.98 | 3.54 | 3.81 |
| Tk_01_P_Overflow | 0.90 | 14.01 | 12.61 | 15.23 | 13.71 | -12.84 | -3.38 | 2.04 |
| Tk_02_S_Overflow | 0.90 | 14.01 | 12.61 | 15.23 | 13.70 | -12.84 | 3.38 | 2.04 |
| Tk_01_P_Hydraulic oil | 0.10 | 13.83 | 1.38 | 15.04 | 1.50 | -15.40 | -2.58 | 0.90 |
| Tk_01_S_Lubricant oil | 0.10 | 17.56 | 1.76 | 19.09 | 1.91 | -15.64 | 2.58 | 0.96 |
| Tk_01_P_Gearbox oil | 0.10 | 3.72 | 0.37 | 4.05 | 0.41 | -18.21 | -2.41 | 1.31 |
| Tk_01_C_Dirty oil | 0.90 | 3.56 | 3.20 | 3.87 | 3.48 | -12.90 | 0.00 | 0.47 |
| Tk_01_P_Aux oil | 0.10 | 3.49 | 0.35 | 3.80 | 0.38 | -15.46 | -1.18 | 0.17 |
| Tk_02_S_Lubricant oil | 0.10 | 3.49 | 0.35 | 3.80 | 0.38 | -15.46 | 1.18 | 0.17 |
| Tk_02_C_Dirty oil | 0.90 | 8.14 | 7.33 | 8.85 | 7.96 | -21.83 | 0.00 | 0.36 |
| Tk_01_C_Water | 0.10 | 20.92 | 2.09 | 20.92 | 2.09 | -26.83 | 0.00 | 0.47 |
| Tk_02_P_Fresh Water | 0.10 | 27.45 | 2.75 | 27.45 | 2.75 | -23.48 | -2.44 | 3.85 |
| Tk_03_S_Fresh Water | 0.10 | 27.45 | 2.75 | 27.45 | 2.75 | -23.48 | 2.44 | 3.85 |
| Tk_01_P_Sediment | 0.90 | 17.73 | 15.96 | 19.27 | 17.35 | -27.31 | -3.55 | 5.34 |
| Tk_02_S_Sediment | 0.90 | 17.73 | 15.96 | 19.27 | 17.35 | -27.31 | 3.55 | 5.34 |
| Tk_10_C_MDO | 0.00 | 21.80 | 0.00 | 25.95 | 0.00 | -27.05 | 0.00 | 3.90 |
| Tk_11_P_MDO | 0.10 | 45.91 | 4.59 | 54.65 | 5.47 | -30.73 | -2.99 | 5.33 |
| Tk_12_S_MDO | 0.10 | 45.87 | 4.59 | 54.61 | 5.46 | -30.72 | 2.99 | 5.33 |
| Tk_01_C_Stabilizer | 0.00 | 103.87 | 0.00 | 103.87 | 0.00 | -27.68 | 0.00 | 6.09 |
| Total Loadcase | | | 3328.83 | 2614.98 | 1953.93 | -0.67 | 0.00 | 5.63 |
| FS correction | | | | | | | | 0.30 |
| VCG fluid | | | | | | | | 5.93 |

Tabla 43: Tabla de pesos para la tercera condición de carga

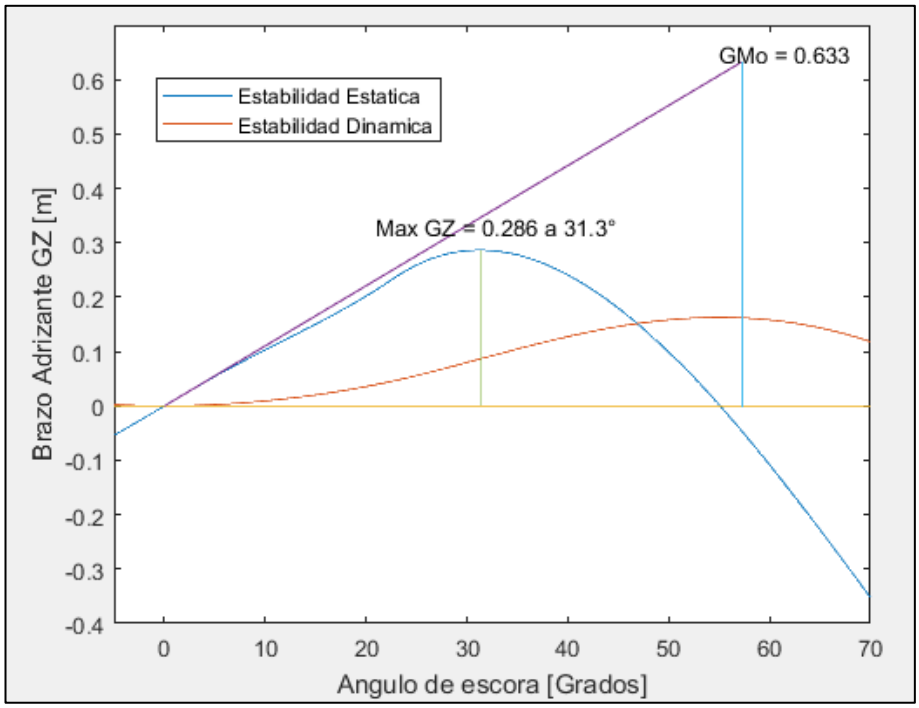
En la Tabla 44 se presenta el cálculo de la condición de equilibrio obtenido mediante el software Maxsurf.

| | | |
|---|---|---|
| Calado en sección media | 5.913 | m |
| Desplazamiento | 3329 | t |
| Angulo de escora | 0 | grados |
| Calado den proa | 5.613 | m |
| Calado en popa | 6.214 | m |
| Calado en LCF | 5.952 | m |
| Trimado | 0.6 | m |
| Eslora de flotación | 68.555 | m |
| Máxima manga en Lwl | 13.537 | m |
| Área mojada | 1248.51 | m² |
| Área del plano de flotación | 784.455 | m² |
| Coeficiente Prismático | 0.62 | --- |
| Coeficiente Bloque | 0.568 | --- |
| Coeficiente de sección media | 0.956 | --- |
| Coeficiente de plano de flotación | 0.845 | --- |
| LCF desde punto cero (+ve a proa) | -0.698 | m |
| LCB desde punto cero (+ve a proa) | -4.262 | m |
| KB | 3.409 | m |
| KG corregido por sup. Libre | 5.932 | m |
| BMt | 3.157 | m |
| BML | 74.148 | m |
| GMt corregido | 0.633 | m |
| GML | 71.625 | m |
| KMt | 6.565 | m |
| KML | 77.554 | m |
| Angulo de trimado (+ve a popa) | 0.521 | grados |

Tabla 44: Condición de equilibrio _ Condición de carga 3

La Figura 5 muestra las curvas de estabilidad, altura metacéntrica inicial y el máximo brazo adrizante para la tercera condición de carga.

Figura 5: Curvas de estabilidad para condición de carga 3




La Tabla 45 muestra el resumen de los valores recomendados por la OMI y los valores obtenidos para el cálculo de estabilidad intacta.

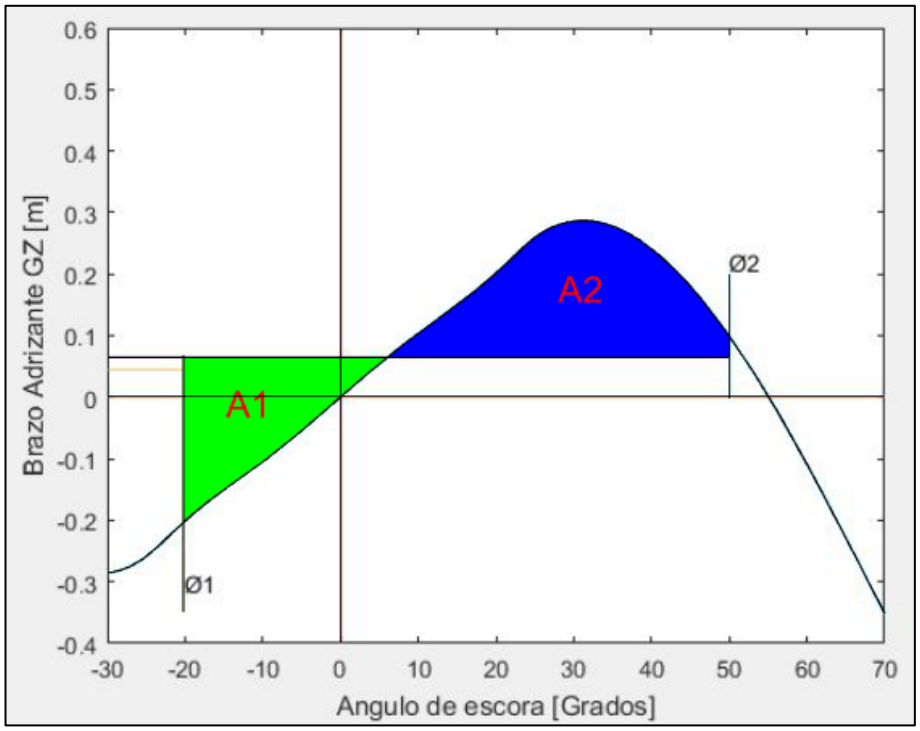
| Criterio | Requerido | Actual | Unidades |
|---|---|---|---|
| Área de 0-30° | 0.055 | 0.0798 | m.rad |
| Área de 0-40° | 0.09 | 0.1274 | m.rad |
| Área de 30-40° | 0.03 | 0.0476 | m.rad |
| Angulo de máximo GZ | 30 | 31.3 | grados |
| Gz no debe ser menor a | 0.2 | 0.286 | m |
| Al tura metacéntrica inicial | 0.35 | 0.633 | m |

Tabla 45: Criterios de estabilidad para la tercera condición de carga

**Criterio Meteorológico**

En la Figura 6 se muestran las áreas y ángulos obtenidos aplicando el criterio meteorológico para la tercera condición de carga.

Figura 6: Criterio meteorológico para la tercera condición de carga




La Tabla 46 muestra el resumen de los valores obtenidos. Se observa que el área 2 es menor al área 1, cumpliendo de esta manera este criterio para la condición de carga asignada.

| | | |
|---|---|---|
| lw1 | 0.0402 | m |
| lw2 | 0.0603 | m |
| Θ1 | 20.1 | grados |
| Θ2 | 50 | grados |
| X1 | 1 | |
| X2 | 0.911 | |
| k | 1 | |
| r | 0.732 | |
| s | 0.056 | |
| Ts | 13.547 | seg. |
| A1 | 2.324 | m.grados |
| A2 | 6.003 | m.grados |

Tabla 46: Criterio meteorológico _ Tercera condición de carga

**CONDICION 4: 10% Consumibles 20% Pesca**

En la Tabla 47 se presenta la tabla de pesos de la cuarta condición de carga recomendada por la OMI con sus respectivos centros de gravedad.

| DETALLE | CANT. | Tonelada de masa unitaria | Tonelada de masa total | Volumen unitario $m^3$ | Volumen total $m^3$ | LCG | TCG | VCG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Longitudinal structure | 1.00 | 139.92 | 139.92 | | | 0.22 | 0.00 | 4.36 |
| Transversal structure | 1.00 | 260.62 | 260.62 | | | -4.65 | 0.00 | 5.40 |
| Hull and decks | 1.00 | 311.57 | 311.57 | | | -0.67 | 0.00 | 5.65 |
| Bulkheads | 1.00 | 175.75 | 175.75 | | | 1.05 | 0.00 | 5.35 |
| Superstructures | 1.00 | 145.00 | 145.00 | | | 10.97 | 0.00 | 11.08 |
| Subtotal | | | 1032.86 | | | 0.37 | 0.00 | 6.12 |
| Fishing supplies | 1.00 | 153.56 | 153.56 | | | -25.50 | 0.00 | 11.50 |
| Deck cranes | 1.00 | 8.25 | 8.25 | | | -5.00 | 0.00 | 12.00 |
| Refrigerating machine | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -17.00 | 0.00 | 7.40 |
| Government | 1.00 | 3.55 | 3.55 | | | -32.32 | 0.00 | 8.00 |
| Lined wooden decks | 1.00 | 11.85 | 11.85 | | | 0.00 | 0.00 | 9.00 |
| Rescue equipment | 1.00 | 10.45 | 10.45 | | | 0.60 | 0.00 | 10.50 |
| Panga | 1.00 | 56.76 | 56.76 | | | -33.07 | 0.00 | 9.00 |
| Fire protection system | 1.00 | 4.03 | 4.03 | | | -8.32 | 0.00 | 8.50 |
| Protection and paintings | 1.00 | 14.38 | 14.38 | | | 36.00 | 0.00 | 9.50 |
| Anchoring and mooring equipment | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | 29.67 | 0.00 | 9.80 |
| Fixed / ballast keel | 1.00 | 55.00 | 55.00 | | | -6.20 | 0.00 | 0.20 |
| Radios and lights | 1.00 | 16.50 | 16.50 | | | 11.85 | 0.00 | 13.00 |
| Closure elements | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 4.67 | 0.00 | 10.00 |
| Water treatment equipment | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | -8.00 | 0.00 | 7.20 |
| Plumbing equipment | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | 16.67 | 0.00 | 11.00 |
| isolations | 1.00 | 27.50 | 27.50 | | | -1.50 | 0.00 | 5.00 |
| Stairways and ladders | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 8.67 | 0.00 | 11.00 |
| devices bridges | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 16.87 | 0.00 | 14.00 |
| Electricity | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -21.60 | 0.00 | 7.80 |
| Workshop | 1.00 | 4.40 | 4.40 | | | -22.60 | 0.00 | 7.40 |
| Regards | 1.00 | 33.00 | 33.00 | | | -2.00 | 0.00 | 7.80 |
| food stores | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 13.00 | 0.00 | 10.50 |
| Kitchens and furniture | 1.00 | 14.30 | 14.30 | | | 7.50 | 0.00 | 11.20 |
| Helicopter | 1.00 | 2.20 | 2.20 | | | 14.40 | 0.00 | 16.00 |
| Subtotal | | | 546.62 | | | -8.86 | 0.00 | 8.87 |
| Crewmembers and effects | 1.00 | 3.30 | 3.30 | | | 11.00 | 0.00 | 11.00 |
| Staterooms official | 1.00 | 13.37 | 13.37 | | | 12.60 | 0.00 | 11.70 |
| Crew cabins | 1.00 | 27.08 | 27.08 | | | 11.70 | 0.00 | 11.00 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dining Lounge | 1.00 | 13.20 | 13.20 | | | -2.00 | 0.00 | 9.50 |
| Hallways | 1.00 | 12.32 | 12.32 | | | 10.14 | 0.00 | 11.50 |
| washroom | 1.00 | 11.55 | 11.55 | | | 13.02 | 0.00 | 12.00 |
| Kitchens | 1.00 | 8.36 | 8.36 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| Public toilet | 1.00 | 6.60 | 6.60 | | | 16.00 | 0.00 | 9.70 |
| Lockers aft | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | -20.40 | 0.00 | 7.28 |
| Cable store | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 28.00 | 0.00 | 8.60 |
| Washing and drying | 1.00 | 1.65 | 1.65 | | | -2.62 | 0.00 | 9.70 |
| stores | 1.00 | 8.80 | 8.80 | | | 4.76 | 0.00 | 10.00 |
| Subtotal | | | 120.53 | | | 7.19 | 0.00 | 10.43 |
| Main engine | 1.00 | 46.20 | 46.20 | | | -19.33 | 0.00 | 3.50 |
| Gear box | 1.00 | 10.20 | 10.20 | | | -22.48 | 0.00 | 1.84 |
| Propeller + shaft lines | 1.00 | 13.84 | 13.84 | | | -29.80 | 0.00 | 1.50 |
| Auxiliary engines +altern | 1.00 | 45.65 | 45.65 | | | -16.00 | 0.00 | 4.50 |
| Polín main engine | 1.00 | 8.91 | 8.91 | | | -16.50 | 0.00 | 2.00 |
| E. R services | 1.00 | 22.00 | 22.00 | | | -15.60 | 0.00 | 3.50 |
| Salmuera | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 6.00 | 0.00 | 7.80 |
| fishing park | 1.00 | 5.50 | 5.50 | | | 10.80 | 0.00 | 7.80 |
| deck machinery | 1.00 | 49.50 | 49.50 | | | -7.00 | 0.00 | 10.00 |
| thrusters | 1.00 | 11.00 | 11.00 | | | 26.65 | 0.00 | 2.76 |
| Ventilation, extraction, A / A | 1.00 | 12.10 | 12.10 | | | -1.00 | 0.00 | 9.00 |
| Subtotal | | | 230.40 | | | -11.84 | 0.00 | 5.30 |
| Tk_01_C_ Fresh Water | 0.10 | 33.58 | 3.36 | 33.58 | 3.36 | 31.48 | 0.00 | 2.08 |
| Tk_01_C_MDO | 0.10 | 1.35 | 0.14 | 1.61 | 0.16 | 27.31 | 0.00 | 0.20 |
| Tk_02_P_MDO | 0.10 | 9.57 | 0.96 | 11.39 | 1.14 | 24.76 | -1.60 | 1.30 |
| Tk_03_S_MDO | 0.10 | 9.57 | 0.96 | 11.39 | 1.14 | 24.77 | 1.60 | 1.30 |
| Tk_04_P_MDO | 0.95 | 13.35 | 12.68 | 15.89 | 15.10 | 16.67 | -1.81 | 0.69 |
| Tk_05_S_MDO | 0.95 | 13.35 | 12.68 | 15.89 | 15.10 | 16.67 | 1.81 | 0.69 |
| Tk_06_P_MDO | 0.95 | 48.35 | 45.93 | 57.56 | 54.68 | 4.80 | -2.89 | 0.61 |
| Tk_07_S_MDO | 0.95 | 48.35 | 45.93 | 57.56 | 54.68 | 4.80 | 2.89 | 0.61 |
| Tk_08_P_MDO | 0.10 | 34.23 | 3.42 | 40.75 | 4.08 | -5.59 | -2.09 | 0.13 |
| Tk_09_S_MDO | 0.10 | 34.23 | 3.42 | 40.75 | 4.08 | -5.59 | 2.09 | 0.13 |
| Subtotal | 0.53 | 245.92 | 129.48 | 286.36 | 153.51 | 7.59 | 0.00 | 0.65 |
| CH_01_P_Fishtank | 0.20 | 41.21 | 8.24 | 58.87 | 11.77 | 21.20 | -1.95 | 2.00 |
| CH_02_S_Fishtank | 0.20 | 41.21 | 8.24 | 58.87 | 11.77 | 21.20 | 1.95 | 2.00 |
| CH_03_P_Fishtank | 0.20 | 52.32 | 10.46 | 74.74 | 14.95 | 17.75 | -2.35 | 1.92 |
| CH_04_S_Fishtank | 0.20 | 52.31 | 10.46 | 74.73 | 14.95 | 17.75 | 2.35 | 1.92 |
| CH_05_P_Fishtank | 0.95 | 90.72 | 86.18 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | -3.22 | 3.96 |
| CH_06_S_Fishtank | 0.95 | 90.72 | 86.18 | 88.50 | 84.08 | 14.31 | 3.22 | 3.96 |
| CH_07_P_Fishtank | 0.95 | 101.49 | 96.42 | 99.02 | 94.07 | 10.85 | -3.54 | 3.82 |
| CH_08_S_Fishtank | 0.95 | 101.48 | 96.41 | 99.01 | 94.06 | 10.85 | 3.54 | 3.82 |
| CH_09_P_Fishtank | 0.95 | 106.91 | 101.56 | 104.30 | 99.09 | 7.38 | -3.72 | 3.71 |
| CH_10_S_Fishtank | 0.95 | 106.90 | 101.55 | 104.29 | 99.08 | 7.38 | 3.72 | 3.71 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CH_11_P_Fishtank | 0.95 | 108.90 | 103.45 | 106.24 | 100.93 | 3.91 | -3.78 | 3.64 |
| CH_12_S_Fishtank | 0.95 | 108.89 | 103.44 | 106.23 | 100.92 | 3.91 | 3.78 | 3.64 |
| CH_13_P_Fishtank | 0.95 | 74.70 | 70.97 | 106.71 | 101.38 | 0.44 | -3.80 | 3.64 |
| CH_14_S_Fishtank | 0.95 | 74.70 | 70.97 | 106.71 | 101.38 | 0.44 | 3.80 | 3.64 |
| CH_15_P_Fishtank | 0.20 | 74.00 | 14.80 | 105.72 | 21.14 | -3.03 | -3.62 | 1.68 |
| CH_16_S_Fishtank | 0.20 | 73.99 | 14.80 | 105.71 | 21.14 | -3.03 | 3.62 | 1.68 |
| CH_17_P_Fishtank | 0.20 | 71.87 | 14.38 | 102.68 | 20.54 | -6.49 | -3.39 | 1.73 |
| CH_18_S_Fishtank | 0.20 | 71.87 | 14.37 | 102.67 | 20.53 | -6.49 | 3.39 | 1.73 |
| CH_19_P_Fishtank | 0.25 | 67.46 | 16.87 | 96.38 | 24.09 | -9.95 | -3.09 | 1.95 |
| CH_20_S_Fishtank | 0.25 | 67.46 | 16.87 | 96.38 | 24.09 | -9.95 | 3.09 | 1.95 |
| Tk_01_P_Overflow | 0.90 | 14.01 | 12.61 | 15.23 | 13.71 | -12.85 | -3.38 | 2.04 |
| Tk_02_S_Overflow | 0.90 | 14.01 | 12.61 | 15.23 | 13.70 | -12.84 | 3.38 | 2.04 |
| Tk_01_P_Hydraulic oil | 0.10 | 13.83 | 1.38 | 15.04 | 1.50 | -15.41 | -2.58 | 0.90 |
| Tk_01_S_Lubricant oil | 0.10 | 17.56 | 1.76 | 19.09 | 1.91 | -15.65 | 2.58 | 0.96 |
| Tk_01_P_Gearbox oil | 0.10 | 3.72 | 0.37 | 4.05 | 0.41 | -18.21 | -2.41 | 1.31 |
| Tk_01_C_Dirty oil | 0.90 | 3.56 | 3.20 | 3.87 | 3.48 | -12.90 | 0.00 | 0.47 |
| Tk_01_P_Aux oil | 0.10 | 3.49 | 0.35 | 3.80 | 0.38 | -15.51 | -1.17 | 0.17 |
| Tk_02_S_Lubricant oil | 0.10 | 3.49 | 0.35 | 3.80 | 0.38 | -15.51 | 1.17 | 0.17 |
| Tk_02_C_Dirty oil | 0.90 | 8.14 | 7.33 | 8.85 | 7.96 | -21.86 | 0.00 | 0.36 |
| Tk_01_C_Water | 0.10 | 20.92 | 2.09 | 20.92 | 2.09 | -26.83 | 0.00 | 0.47 |
| Tk_02_P_Fresh Water | 0.10 | 27.45 | 2.75 | 27.45 | 2.75 | -23.49 | -2.43 | 3.85 |
| Tk_03_S_Fresh Water | 0.10 | 27.45 | 2.75 | 27.45 | 2.75 | -23.49 | 2.43 | 3.85 |
| Tk_01_P_Sediment | 0.90 | 17.73 | 15.96 | 19.27 | 17.35 | -27.32 | -3.55 | 5.34 |
| Tk_02_S_Sediment | 0.90 | 17.73 | 15.96 | 19.27 | 17.35 | -27.32 | 3.55 | 5.34 |
| Tk_10_C_MDO | 0.00 | 21.80 | 0.00 | 25.95 | 0.00 | -29.12 | 0.00 | 3.90 |
| Tk_11_P_MDO | 0.10 | 45.91 | 4.59 | 54.65 | 5.47 | -30.74 | -2.99 | 5.33 |
| Tk_12_S_MDO | 0.10 | 45.95 | 4.60 | 54.71 | 5.47 | -30.74 | 2.99 | 5.33 |
| Tk_01_C_Stabilizer | 0.00 | 103.87 | 0.00 | 103.87 | 0.00 | -29.13 | 0.00 | 6.09 |
| Total Loadcase | | | 3195.13 | 2615.08 | 1394.17 | -0.07 | 0.00 | 5.55 |
| FS correction | | | | | | | | 0.36 |
| VCG fluid | | | | | | | | 5.91 |

Tabla 47: Tabla de pesos para la cuarta condición de carga

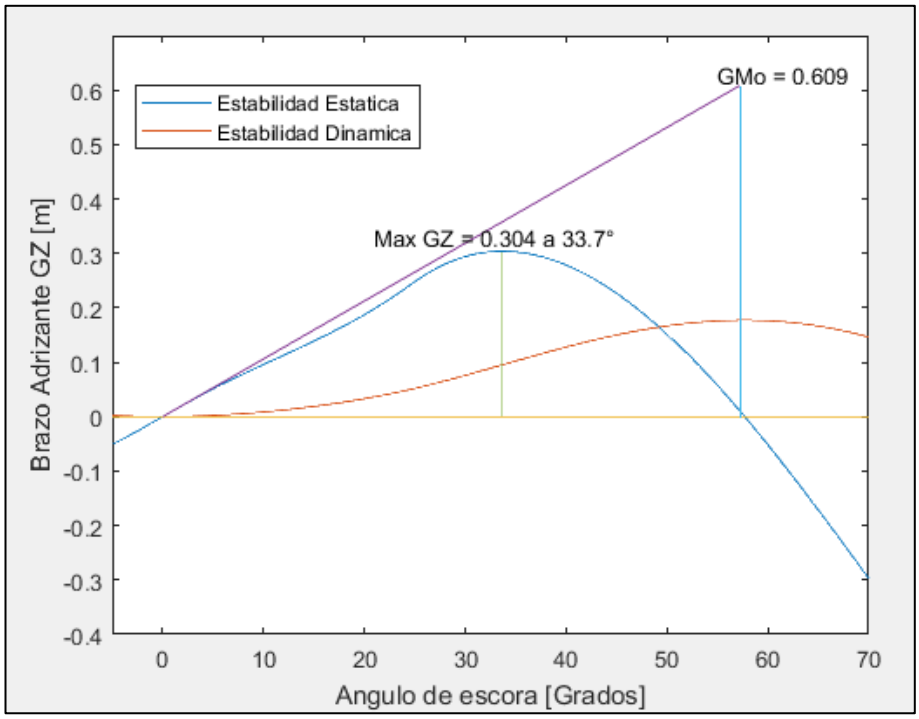
En la Tabla 48 se presenta el cálculo de la condición de equilibrio obtenido mediante el software Maxsurf.

| | | |
|---|---|---|
| Calado en sección media | 5.772 | m |
| Desplazamiento | 3195 | t |
| Angulo de escora | 0 | grados |
| Calado den proa | 5.676 | m |
| Calado en popa | 5.869 | m |
| Calado en LCF | 5.784 | m |
| Trimado | 0.193 | m |
| Eslora de flotación | 68.529 | m |
| Máxima manga en Lwl | 13.533 | m |
| Área mojada | 1226.183 | m² |
| Área del plano de flotación | 777.438 | m² |
| Coeficiente Prismático | 0.61 | --- |
| Coeficiente Bloque | 0.574 | --- |
| Coeficiente de sección media | 0.955 | --- |
| Coeficiente de plano de flotación | 0.838 | --- |
| LCF desde punto cero (+ve a proa) | -0.078 | m |
| LCB desde punto cero (+ve a proa) | -4.064 | m |
| KB | 3.303 | m |
| KG corregido por sup. Libre | 5.906 | m |
| BMt | 3.212 | m |
| BML | 75.952 | m |
| GMt corregido | 0.609 | m |
| GML | 73.349 | m |
| KMt | 6.515 | m |
| KML | 79.255 | m |
| Angulo de trimado (+ve a popa) | 0.1672 | grados |

Tabla 48: Condición de equilibrio _ Condición de carga 4

La Figura 7 muestra las curvas de estabilidad, altura metacéntrica inicial y el máximo brazo adrizante para la cuarta condición de carga.

Figura 7: Curvas de estabilidad para condición de carga 4




La Tabla 49 muestra el resumen de los valores recomendados por la OMI y los valores obtenidos para el cálculo de estabilidad intacta.

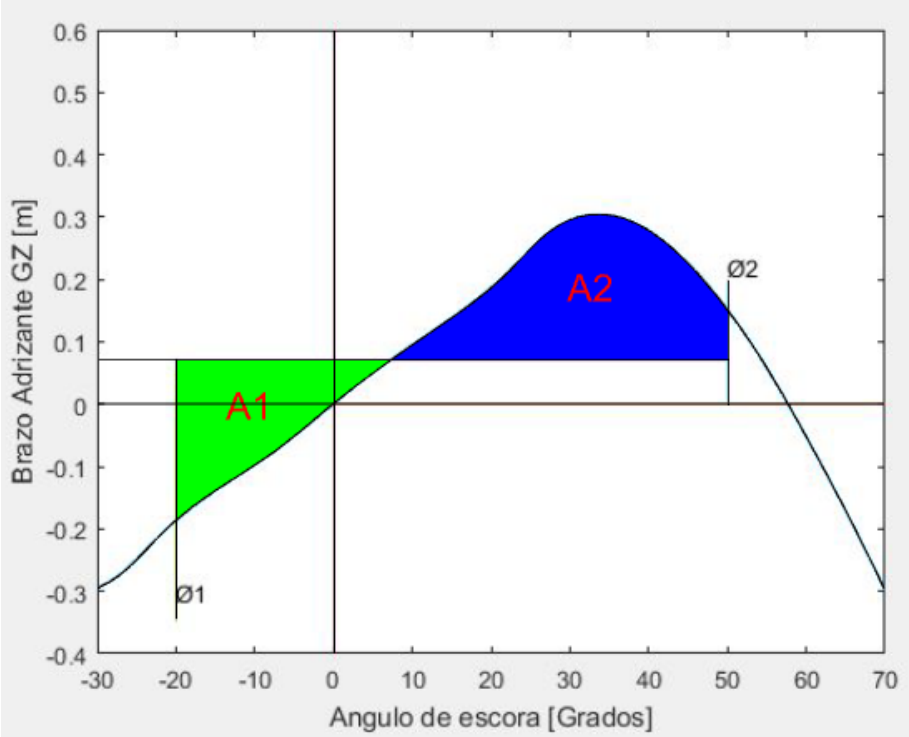
| Criterio | Requerido | Actual | Unidades |
|---|---|---|---|
| Área de 0-30° | 0.055 | 0.076 | m.rad |
| Área de 0-40° | 0.09 | 0.1278 | m.rad |
| Área de 30-40° | 0.03 | 0.0519 | m.rad |
| Angulo de máximo GZ | 30 | 33.7 | grados |
| Gz no debe ser menor a | 0.2 | 0.304 | m |
| Al tura metacéntrica inicial | 0.35 | 0.609 | m |

Tabla 49: Criterios de estabilidad para la cuarta condición de carga

**Criterio Meteorológico**

En la Figura 8 se muestran las áreas y ángulos obtenidos aplicando el criterio meteorológico para la cuarta condición de carga.

Figura 8: Criterio meteorológico para la cuarta condición de carga




La Tabla 50 muestra el resumen de los valores obtenidos. Se observa que el área 2 es menor al área 1, cumpliendo de esta manera este criterio para la condición de carga asignada.

| | | |
|---|---|---|
| lw1 | 0.0464 | m |
| lw2 | 0.0696 | m |
| Θ1 | 20 | grados |
| Θ2 | 50 | grados |
| X1 | 1 | |
| X2 | 0.918 | |
| k | 1 | |
| r | 0.744 | |
| s | 0.054 | |
| Ts | 13.863 | seg. |
| A1 | 3.033 | m.grados |
| A2 | 5.854 | m.grados |

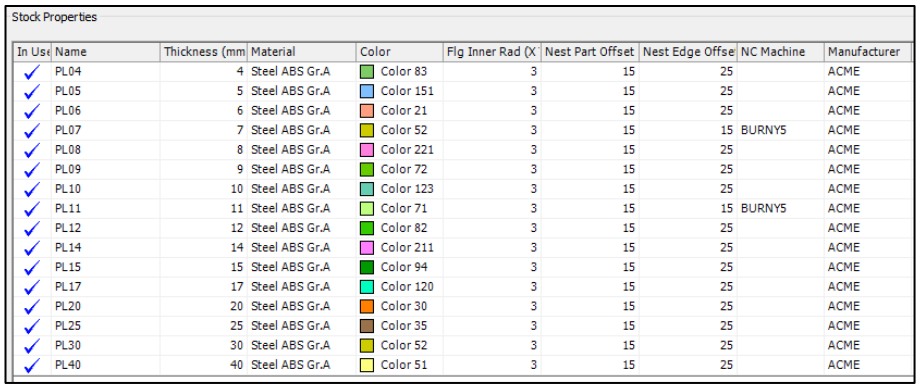
Tabla 50: Criterio meteorológico _ Cuarta condición de carga

# ANEXO B

## Catálogo de Planchas y Perfiles Establecidos Para la Construcción

A continuación, se presenta el catálogo de planchas y perfiles establecidos para la construcción de la estructura del buque atunero.

Figura 9: Catalogo de planchas establecido para la construcción



Stock Properties

| In Use | Name | Thickness (mm | Material | Color | Flg Inner Rad (X | Nest Part Offset | Nest Edge Offse | NC Machine | Manufacturer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ✓ | PL04 | 4 | Steel ABS Gr.A | Color 83 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL05 | 5 | Steel ABS Gr.A | Color 151 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL06 | 6 | Steel ABS Gr.A | Color 21 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL07 | 7 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 15 | 15 | BURNY5 | ACME |
| ✓ | PL08 | 8 | Steel ABS Gr.A | Color 221 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL09 | 9 | Steel ABS Gr.A | Color 72 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL10 | 10 | Steel ABS Gr.A | Color 123 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL11 | 11 | Steel ABS Gr.A | Color 71 | 3 | 15 | 15 | BURNY5 | ACME |
| ✓ | PL12 | 12 | Steel ABS Gr.A | Color 82 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL14 | 14 | Steel ABS Gr.A | Color 211 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL15 | 15 | Steel ABS Gr.A | Color 94 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL17 | 17 | Steel ABS Gr.A | Color 120 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL20 | 20 | Steel ABS Gr.A | Color 30 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL25 | 25 | Steel ABS Gr.A | Color 35 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL30 | 30 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 15 | 25 | | ACME |
| ✓ | PL40 | 40 | Steel ABS Gr.A | Color 51 | 3 | 15 | 25 | | ACME |

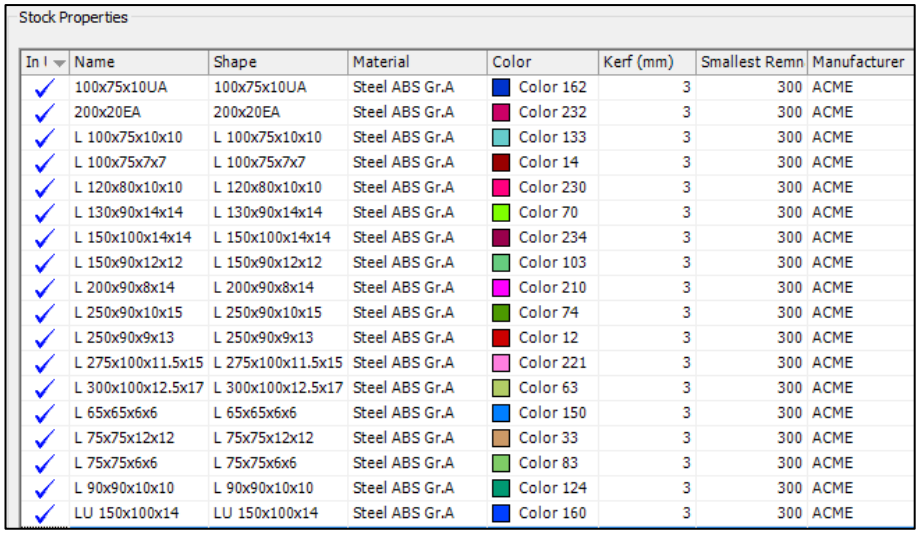
Las dimensiones de las planchas de la Figura 9 se muestran en la Tabla 51.

| Longitud (mm) | Ancho (mm) |
|---|---|
| 3000 | 1500 |
| 6000 | 1500 |
| 12000 | 3000 |

Tabla 51: Dimensiones de planchas

Los perfiles seleccionados para la construcción han sido los siguientes:

Figura 10: Perfiles L



Stock Properties

| In I | Name | Shape | Material | Color | Kerf (mm) | Smallest Remn | Manufacturer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ✓ | 100x75x10UA | 100x75x10UA | Steel ABS Gr.A | Color 162 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | 200x20EA | 200x20EA | Steel ABS Gr.A | Color 232 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 100x75x10x10 | L 100x75x10x10 | Steel ABS Gr.A | Color 133 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 100x75x7x7 | L 100x75x7x7 | Steel ABS Gr.A | Color 14 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 120x80x10x10 | L 120x80x10x10 | Steel ABS Gr.A | Color 230 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 130x90x14x14 | L 130x90x14x14 | Steel ABS Gr.A | Color 70 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 150x100x14x14 | L 150x100x14x14 | Steel ABS Gr.A | Color 234 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 150x90x12x12 | L 150x90x12x12 | Steel ABS Gr.A | Color 103 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 200x90x8x14 | L 200x90x8x14 | Steel ABS Gr.A | Color 210 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 250x90x10x15 | L 250x90x10x15 | Steel ABS Gr.A | Color 74 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 250x90x9x13 | L 250x90x9x13 | Steel ABS Gr.A | Color 12 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 275x100x11.5x15 | L 275x100x11.5x15 | Steel ABS Gr.A | Color 221 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 300x100x12.5x17 | L 300x100x12.5x17 | Steel ABS Gr.A | Color 63 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 65x65x6x6 | L 65x65x6x6 | Steel ABS Gr.A | Color 150 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 75x75x12x12 | L 75x75x12x12 | Steel ABS Gr.A | Color 33 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 75x75x6x6 | L 75x75x6x6 | Steel ABS Gr.A | Color 83 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | L 90x90x10x10 | L 90x90x10x10 | Steel ABS Gr.A | Color 124 | 3 | 300 | ACME |
| ✓ | LU 150x100x14 | LU 150x100x14 | Steel ABS Gr.A | Color 160 | 3 | 300 | ACME |

Figura 11: Perfiles HP

Stock Properties

| In l | Name | Shape | Material | Color | Kerf (mm) | Smallest Remn | Manufacturer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ✓ | HP 100x07 | HP 100x07 | Steel ABS Gr.A | Color 44 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 120x06 | HP 120x06 | Steel ABS Gr.A | Color 113 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 120x07 | HP 120x07 | Steel ABS Gr.A | Color 183 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 120x08 | HP 120x08 | Steel ABS Gr.A | Color 32 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 140x08 | HP 140x08 | Steel ABS Gr.A | Color 232 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 160x07 | HP 160x07 | Steel ABS Gr.A | Color 31 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 160x08 | HP 160x08 | Steel ABS Gr.A | Color 35 | 4 | 100 | ACME |
| ✓ | HP 160x11.5 | HP 160x11.5 | Steel ABS Gr.A | Color 160 | 4 | 100 | ACME |

Figura 12: Perfiles Flat Bar

Stock Properties

| In l | Name | Shape | Material | Color | Kerf (mm) | Smallest Remn | Manufacturer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ✓ | FB 100X10 | FB 100X10 | Steel ABS Gr.A | Color 213 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 100X12 | FB 100X12 | Steel ABS Gr.A | Color 233 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 100X14 | FB 100X14 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 100x7 | FB 100x7 | Steel ABS Gr.A | Color 103 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 100x8 | FB 100x8 | Steel ABS Gr.A | Color 152 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 1160x5 | FB 1160x5 | Steel ABS Gr.A | Color 140 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 120X10 | FB 120X10 | Steel ABS Gr.A | Color 214 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 120X12 | FB 120X12 | Steel ABS Gr.A | Color 164 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 120X15 | FB 120X15 | Steel ABS Gr.A | Color 70 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 120x25 | FB 120x25 | Steel ABS Gr.A | Color 85 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 130X15 | FB 130X15 | Steel ABS Gr.A | Color 73 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 140x12 | FB 140x12 | Steel ABS Gr.A | Color 160 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 140X50 | FB 140X50 | Steel ABS Gr.A | Color 222 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 150X10 | FB 150X10 | Steel ABS Gr.A | Color 53 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 150X12 | FB 150X12 | Steel ABS Gr.A | Color 213 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 150X15 | FB 150X15 | Steel ABS Gr.A | Color 22 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 150x30 | FB 150x30 | Steel ABS Gr.A | Color 24 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 150x7 | FB 150x7 | Steel ABS Gr.A | Color 141 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 160X50 | FB 160X50 | Steel ABS Gr.A | Color 160 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | Fb 250x20 | FB 250x20 | Steel ABS Gr.A | Color 204 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 40X5 | FB 40X5 | Steel ABS Gr.A | Color 131 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 40X6 | FB 40X6 | Steel ABS Gr.A | Color 153 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 40x9 | FB 40x9 | Steel ABS Gr.A | Cyan | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 460x5 | FB 460x5 | Steel ABS Gr.A | Color 140 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 500x30 | FB 500x30 | Steel ABS Gr.A | Color 175 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 500x40 | FB 500x40 | Steel ABS Gr.A | Color 151 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50X10 | FB 50X10 | Steel ABS Gr.A | Color 61 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50X12 | FB 50X12 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50x7 | FB 50x7 | Steel ABS Gr.A | Color 110 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 500x30 | FB 500x30 | Steel ABS Gr.A | Color 175 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 500x40 | FB 500x40 | Steel ABS Gr.A | Color 151 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50X10 | FB 50X10 | Steel ABS Gr.A | Color 61 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50X12 | FB 50X12 | Steel ABS Gr.A | Color 52 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50x7 | FB 50x7 | Steel ABS Gr.A | Color 110 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 50X8 | FB 50X8 | Steel ABS Gr.A | Color 110 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 60X10 | FB 60X10 | Steel ABS Gr.A | Color 122 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 60x12 | FB 60x12 | Steel ABS Gr.A | Color 121 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 60X8 | FB 60X8 | Steel ABS Gr.A | Color 241 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 62x8 | FB 62x8 | Steel ABS Gr.A | Color 91 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 65x6 | FB 65x6 | Steel ABS Gr.A | Color 53 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 70x14 | FB 70x14 | Steel ABS Gr.A | Color 121 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 70x7 | FB 70x7 | Steel ABS Gr.A | Color 33 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 80X10 | FB 80X10 | Steel ABS Gr.A | Color 220 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 80X8 | FB 80X8 | Steel ABS Gr.A | Color 102 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 90X12 | FB 90X12 | Steel ABS Gr.A | Color 120 | 3 | 150 | ACME |
| ✓ | FB 90X14 | FB 90X14 | Steel ABS Gr.A | Color 92 | 3 | 150 | ACME |

Figura 13: Perfiles en Barra

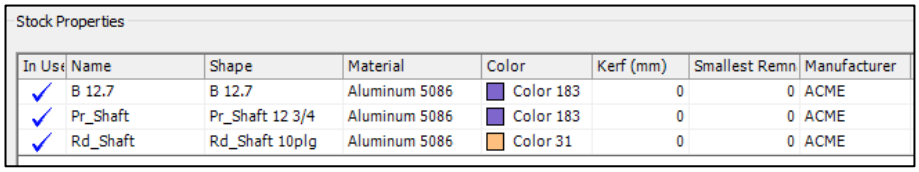



Figura 14: Perfiles en Tubo

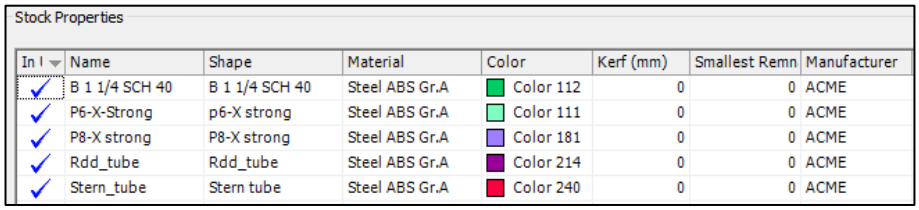
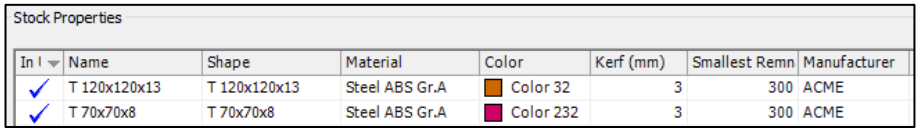



Figura 15: Perfiles T




Las terminaciones de los perfiles presentados anteriormente se muestran a continuación.

Figura 16: Terminación de perfil 1

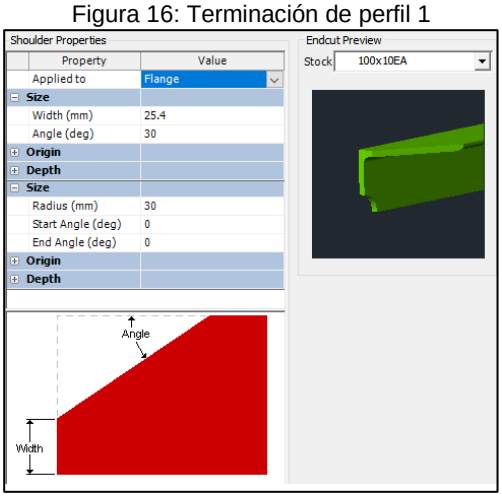


Figura 17: Terminación de perfil 2

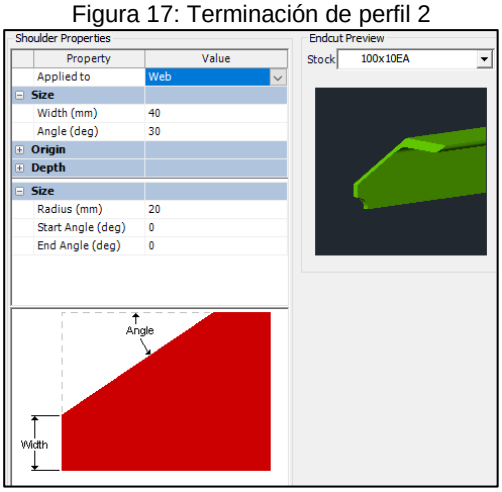



Figura 18: Terminación de perfil 3

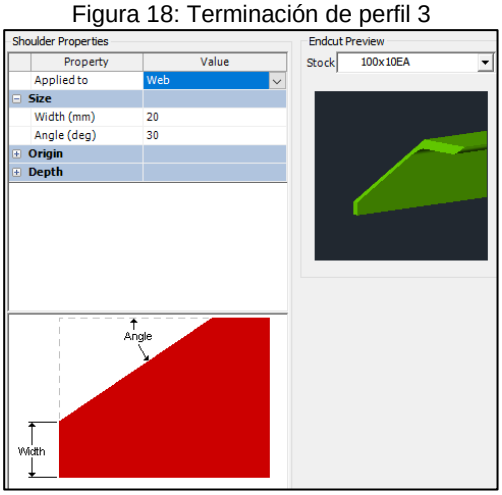



Figura 19: Terminación de perfil 4

Figura 20: Terminación de perfil 5

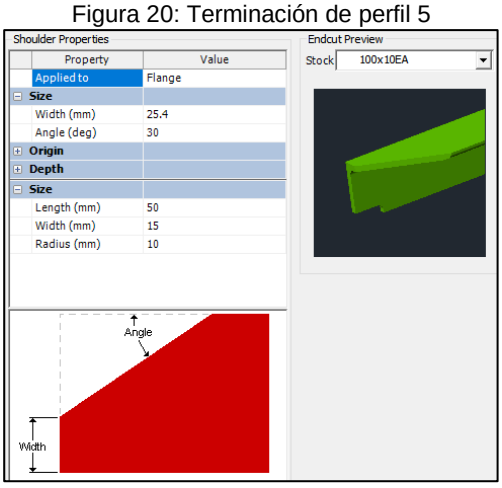



Figura 21: Terminación de perfil 6

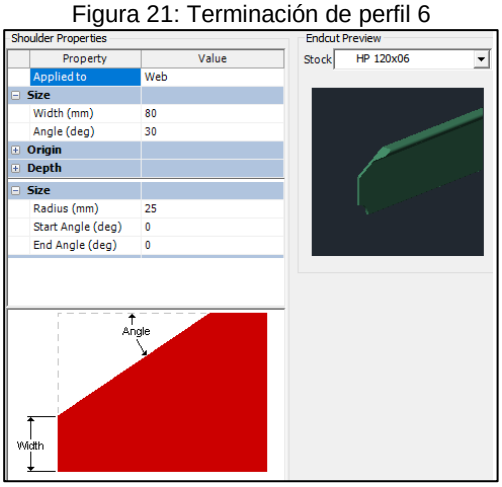



Figura 22:Terminación de perfil 7

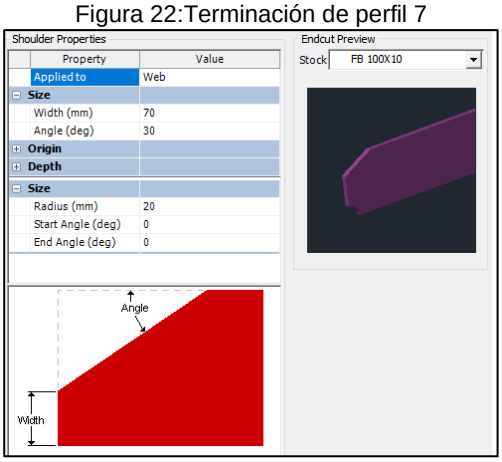


Figura 23: Terminación de perfil 8

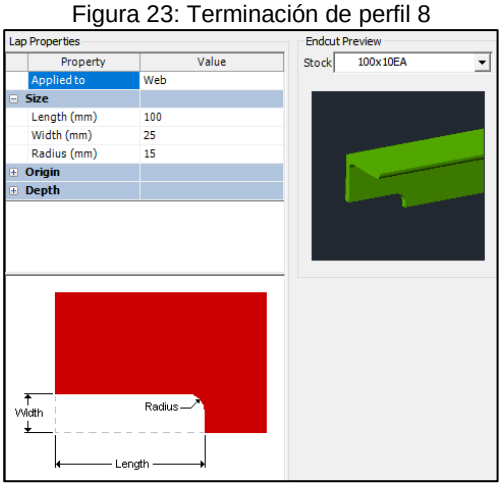



Figura 24: Terminación de perfil 9

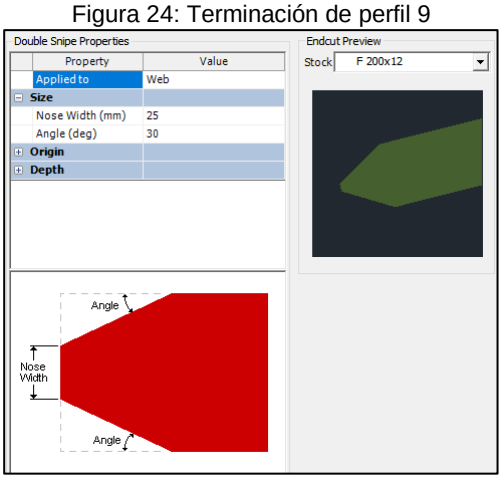
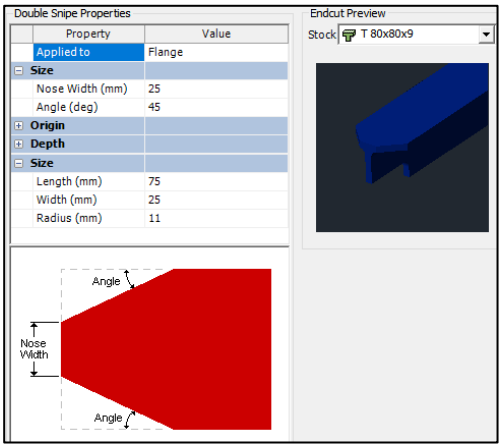



Figura 25: Terminación de perfil 10



# ANEXO C

## Comportamiento del Buque en el Mar

A continuación, se presentan los resultados del comportamiento en el mar de los buques convencional y proa invertida para olas con ángulo de encuentro de 0, 45, 90, 135, 180 grados.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.994 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 180 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3387.652 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.586 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.1 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 18.165 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.417 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 571.207 | kN | -- | |
| Heave motion | 4.394 | m^2 | 2.096 | m |
| Roll motion | 0 | deg^2 | 0 | deg |
| Pitch motion | 9.85 | deg^2 | 3.14 | deg |
| Heave velocity | 2.472 | m^2/s^2 | 1.572 | m/s |
| Roll velocity | 0 | (rad/s)^2 | 0 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00243 | (rad/s)^2 | 0.04927 | rad/s |
| Heave acceleration | 2.036 | m^2/s^4 | 1.427 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0 | (rad/s/s)^2 | 0 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00261 | (rad/s/s)^2 | 0.0511 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.408 | m^2 | 2.1 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.634 | m^2 | 0.796 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 2.496 | m^2/s^2 | 1.58 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 1.511 | m^2/s^2 | 1.229 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 2.181 | m^2/s^4 | 1.477 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 7.125 | m^2/s^4 | 2.669 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.03 | m^2 | 0.175 | m |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.025 | m^2/s^2 | 0.157 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.026 | m^2/s^4 | 0.163 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 10.841 | SM | 39.814 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 6.902 | m^2 | 2.627 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 2.63 | m^2 | 1.622 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 4.485 | m^2/s^2 | 2.118 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 3.834 | m^2/s^2 | 1.958 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 4.066 | m^2/s^4 | 2.016 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 10.001 | m^2/s^4 | 3.162 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.238 | m^2 | 0.488 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.193 | m^2/s^2 | 0.439 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.207 | m^2/s^4 | 0.455 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 16.996 | SM | 53.282 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 5.942 | m^2 | 2.438 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 1.825 | m^2 | 1.351 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 3.713 | m^2/s^2 | 1.927 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 2.893 | m^2/s^2 | 1.701 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 3.273 | m^2/s^4 | 1.809 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 8.684 | m^2/s^4 | 2.947 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.046 | m^2 | 0.214 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.037 | m^2/s^2 | 0.192 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.04 | m^2/s^4 | 0.199 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 14.509 | SM | 48.52 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 4.629 | m^2 | 2.151 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.92 | m^2 | 0.959 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 2.659 | m^2/s^2 | 1.631 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 1.798 | m^2/s^2 | 1.341 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 2.214 | m^2/s^4 | 1.488 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 7.178 | m^2/s^4 | 2.679 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 1.069 | m^2 | 1.034 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.864 | m^2/s^2 | 0.93 | m/s |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.929 | m^2/s^4 | 0.964 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 10.892 | SM | 39.974 | % |

Tabla 52: Buque con proa convencional - olas de encuentro 180 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.995 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 180 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3390.419 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.726 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.3 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 17.242 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.436 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 559.095 | kN | -- | |
| Heave motion | 4.277 | m^2 | 2.068 | m |
| Roll motion | 0 | deg^2 | 0 | deg |
| Pitch motion | 8.38 | deg^2 | 2.89 | deg |
| Heave velocity | 2.35 | m^2/s^2 | 1.533 | m/s |
| Roll velocity | 0 | (rad/s)^2 | 0 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00207 | (rad/s)^2 | 0.0455 | rad/s |
| Heave acceleration | 1.904 | m^2/s^4 | 1.38 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0 | (rad/s/s)^2 | 0 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00231 | (rad/s/s)^2 | 0.04803 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.423 | m^2 | 2.103 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.524 | m^2 | 0.724 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 2.556 | m^2/s^2 | 1.599 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 1.356 | m^2/s^2 | 1.165 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 2.333 | m^2/s^4 | 1.527 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 6.924 | m^2/s^4 | 2.631 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.023 | m^2 | 0.151 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.018 | m^2/s^2 | 0.136 | m/s |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.021 | m^2/s^4 | 0.143 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 11.442 | SM | 41.363 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 6.034 | m^2 | 2.456 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 1.903 | m^2 | 1.38 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 3.698 | m^2/s^2 | 1.923 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 2.979 | m^2/s^2 | 1.726 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 3.231 | m^2/s^4 | 1.798 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 8.895 | m^2/s^4 | 2.982 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.218 | m^2 | 0.467 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.177 | m^2/s^2 | 0.421 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.197 | m^2/s^4 | 0.444 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 14.374 | SM | 48.245 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 5.295 | m^2 | 2.301 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 1.317 | m^2 | 1.148 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 3.122 | m^2/s^2 | 1.767 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 2.27 | m^2/s^2 | 1.507 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 2.645 | m^2/s^4 | 1.626 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 7.848 | m^2/s^4 | 2.801 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.045 | m^2 | 0.213 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.037 | m^2/s^2 | 0.192 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.041 | m^2/s^4 | 0.202 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 12.407 | SM | 43.831 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 4.325 | m^2 | 2.08 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.714 | m^2 | 0.845 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 2.385 | m^2/s^2 | 1.544 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 1.54 | m^2/s^2 | 1.241 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 1.934 | m^2/s^4 | 1.391 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 6.843 | m^2/s^4 | 2.616 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.936 | m^2 | 0.967 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.759 | m^2/s^2 | 0.871 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.845 | m^2/s^4 | 0.919 | m/s^2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 9.857 | SM | 37.081 | % |

Tabla 53: Buque con proa invertida - olas de encuentro 180 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.994 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 135 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3387.652 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.586 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.1 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 18.165 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.417 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 556.467 | kN | -- | |
| Heave motion | 4.004 | m^2 | 2.001 | m |
| Roll motion | 3.66 | deg^2 | 1.91 | deg |
| Pitch motion | 6.32 | deg^2 | 2.51 | deg |
| Heave velocity | 1.879 | m^2/s^2 | 1.371 | m/s |
| Roll velocity | 0.00028 | (rad/s)^2 | 0.01661 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.0016 | (rad/s)^2 | 0.04002 | rad/s |
| Heave acceleration | 1.372 | m^2/s^4 | 1.171 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0.00012 | (rad/s/s)^2 | 0.01112 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00179 | (rad/s/s)^2 | 0.04227 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.239 | m^2 | 2.059 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.503 | m^2 | 0.709 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 2.12 | m^2/s^2 | 1.456 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 1.171 | m^2/s^2 | 1.082 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 1.754 | m^2/s^4 | 1.325 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 5.024 | m^2/s^4 | 2.241 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.02 | m^2 | 0.14 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.016 | m^2/s^2 | 0.127 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.018 | m^2/s^4 | 0.135 | m/s^2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0.012 | m^2 | 0.109 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0.003 | m^2/s^2 | 0.053 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.035 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.004 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 9.214 | SM | 35.159 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 5.359 | m^2 | 2.315 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 1.151 | m^2 | 1.073 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 2.953 | m^2/s^2 | 1.718 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 1.858 | m^2/s^2 | 1.363 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 2.441 | m^2/s^4 | 1.562 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 5.651 | m^2/s^4 | 2.377 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.153 | m^2 | 0.391 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.127 | m^2/s^2 | 0.357 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.142 | m^2/s^4 | 0.377 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 0.092 | m^2 | 0.304 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0.022 | m^2/s^2 | 0.149 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0.01 | m^2/s^4 | 0.099 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.002 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 11.664 | SM | 41.998 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 4.813 | m^2 | 2.194 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.815 | m^2 | 0.903 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 2.514 | m^2/s^2 | 1.585 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 1.455 | m^2/s^2 | 1.206 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 1.987 | m^2/s^4 | 1.409 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 5.124 | m^2/s^4 | 2.264 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.029 | m^2 | 0.171 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.024 | m^2/s^2 | 0.156 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.027 | m^2/s^4 | 0.165 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0.018 | m^2 | 0.133 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0.004 | m^2/s^2 | 0.065 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0.002 | m^2/s^4 | 0.043 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.004 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 9.999 | SM | 37.489 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 4.112 | m^2 | 2.028 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.488 | m^2 | 0.699 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 1.959 | m^2/s^2 | 1.4 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 1.069 | m^2/s^2 | 1.034 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 1.44 | m^2/s^4 | 1.2 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 4.616 | m^2/s^4 | 2.149 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.686 | m^2 | 0.829 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.57 | m^2/s^2 | 0.755 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.636 | m^2/s^4 | 0.797 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 0.414 | m^2 | 0.644 | m |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0.1 | m^2/s^2 | 0.316 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0.044 | m^2/s^4 | 0.21 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 7.843 | SM | 30.701 | % |

Tabla 54: Buque con proa convencional - olas de encuentro 135 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.995 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 135 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3390.419 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.726 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.3 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 17.242 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.436 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 547.664 | kN | -- | |
| Heave motion | 3.92 | m^2 | 1.98 | m |
| Roll motion | 8.47 | deg^2 | 2.91 | deg |
| Pitch motion | 5.6 | deg^2 | 2.37 | deg |
| Heave velocity | 1.782 | m^2/s^2 | 1.335 | m/s |
| Roll velocity | 0.00065 | (rad/s)^2 | 0.02558 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00139 | (rad/s)^2 | 0.03733 | rad/s |
| Heave acceleration | 1.255 | m^2/s^4 | 1.12 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0.00025 | (rad/s/s)^2 | 0.0159 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00159 | (rad/s/s)^2 | 0.0399 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.234 | m^2 | 2.058 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.423 | m^2 | 0.65 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 2.126 | m^2/s^2 | 1.458 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 1.057 | m^2/s^2 | 1.028 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 1.807 | m^2/s^4 | 1.344 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 4.864 | m^2/s^4 | 2.205 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.015 | m^2 | 0.123 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.012 | m^2/s^2 | 0.111 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.014 | m^2/s^4 | 0.119 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0.023 | m^2 | 0.152 | m |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0.006 | m^2/s^2 | 0.076 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0.002 | m^2/s^4 | 0.047 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.085 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 9.453 | SM | 35.876 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 4.906 | m^2 | 2.215 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.808 | m^2 | 0.899 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 2.51 | m^2/s^2 | 1.584 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 1.432 | m^2/s^2 | 1.197 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 1.947 | m^2/s^4 | 1.395 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 5.097 | m^2/s^4 | 2.258 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.146 | m^2 | 0.382 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.119 | m^2/s^2 | 0.345 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.136 | m^2/s^4 | 0.369 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 0.222 | m^2 | 0.471 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0.056 | m^2/s^2 | 0.236 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0.022 | m^2/s^4 | 0.147 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.023 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 9.836 | SM | 37.012 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 4.471 | m^2 | 2.114 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.579 | m^2 | 0.761 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 2.179 | m^2/s^2 | 1.476 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 1.154 | m^2/s^2 | 1.074 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 1.613 | m^2/s^4 | 1.27 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 4.711 | m^2/s^4 | 2.17 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.03 | m^2 | 0.174 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.025 | m^2/s^2 | 0.157 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.028 | m^2/s^4 | 0.168 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0.046 | m^2 | 0.215 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0.012 | m^2/s^2 | 0.108 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0.004 | m^2/s^4 | 0.067 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.061 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 8.524 | SM | 32.961 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 3.942 | m^2 | 1.986 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.39 | m^2 | 0.624 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 1.796 | m^2/s^2 | 1.34 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.942 | m^2/s^2 | 0.97 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 1.264 | m^2/s^4 | 1.124 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 4.444 | m^2/s^4 | 2.108 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.626 | m^2 | 0.791 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.511 | m^2/s^2 | 0.715 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.583 | m^2/s^4 | 0.764 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 0.952 | m^2 | 0.976 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0.239 | m^2/s^2 | 0.489 | m/s |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0.092 | m^2/s^4 | 0.304 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 7.091 | SM | 28.025 | % |

Tabla 55: Buque con proa invertida - olas de encuentro 135 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.994 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 90 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3387.652 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.586 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.1 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 18.165 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.417 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 514.688 | kN | -- | |
| Heave motion | 3.229 | m^2 | 1.797 | m |
| Roll motion | 43.69 | deg^2 | 6.61 | deg |
| Pitch motion | 2.33 | deg^2 | 1.53 | deg |
| Heave velocity | 0.787 | m^2/s^2 | 0.887 | m/s |
| Roll velocity | 0.0024 | (rad/s)^2 | 0.04896 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00045 | (rad/s)^2 | 0.02127 | rad/s |
| Heave acceleration | 0.297 | m^2/s^4 | 0.545 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0.00056 | (rad/s/s)^2 | 0.0236 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00035 | (rad/s/s)^2 | 0.01863 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.547 | m^2 | 2.132 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.416 | m^2 | 0.645 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 1.385 | m^2/s^2 | 1.177 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 0.465 | m^2/s^2 | 0.682 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 0.677 | m^2/s^4 | 0.823 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 0.71 | m^2/s^4 | 0.842 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.007 | m^2 | 0.085 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.005 | m^2/s^2 | 0.068 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.004 | m^2/s^4 | 0.059 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0.153 | m^2 | 0.391 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0.026 | m^2/s^2 | 0.162 | m/s |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0.006 | m^2/s^4 | 0.077 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 2.437 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 4.101 | SM | 15.201 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 2.339 | m^2 | 1.529 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.519 | m^2 | 0.72 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 0.492 | m^2/s^2 | 0.701 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 0.436 | m^2/s^2 | 0.661 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 0.16 | m^2/s^4 | 0.4 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 0.593 | m^2/s^4 | 0.77 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.057 | m^2 | 0.238 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.036 | m^2/s^2 | 0.19 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.028 | m^2/s^4 | 0.166 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 1.195 | m^2 | 1.093 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0.206 | m^2/s^2 | 0.454 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0.046 | m^2/s^4 | 0.215 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 1.724 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 1.243 | SM | 2.192 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 2.521 | m^2 | 1.588 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.363 | m^2 | 0.602 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 0.533 | m^2/s^2 | 0.73 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 0.351 | m^2/s^2 | 0.592 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 0.167 | m^2/s^4 | 0.409 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 0.541 | m^2/s^4 | 0.736 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.011 | m^2 | 0.104 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.007 | m^2/s^2 | 0.083 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.005 | m^2/s^4 | 0.073 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0.229 | m^2 | 0.478 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0.039 | m^2/s^2 | 0.199 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0.009 | m^2/s^4 | 0.094 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 2.272 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 1.26 | SM | 2.193 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 3.035 | m^2 | 1.742 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.195 | m^2 | 0.442 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 0.709 | m^2/s^2 | 0.842 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.272 | m^2/s^2 | 0.521 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 0.253 | m^2/s^4 | 0.503 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 0.509 | m^2/s^4 | 0.713 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.253 | m^2 | 0.503 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.161 | m^2/s^2 | 0.402 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.123 | m^2/s^4 | 0.351 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 5.358 | m^2 | 2.315 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0.924 | m^2/s^2 | 0.961 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0.206 | m^2/s^4 | 0.454 | m/s^2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0.882 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 1.794 | SM | 4.329 | % |

Tabla 56: Buque con proa convencional - olas de encuentro 90 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.995 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 90 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3390.419 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.726 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.3 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 17.242 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.436 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 509.317 | kN | -- | |
| Heave motion | 3.254 | m^2 | 1.804 | m |
| Roll motion | 72.38 | deg^2 | 8.51 | deg |
| Pitch motion | 1.28 | deg^2 | 1.13 | deg |
| Heave velocity | 0.79 | m^2/s^2 | 0.889 | m/s |
| Roll velocity | 0.00436 | (rad/s)^2 | 0.06605 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00023 | (rad/s)^2 | 0.01517 | rad/s |
| Heave acceleration | 0.288 | m^2/s^4 | 0.537 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0.00106 | (rad/s/s)^2 | 0.0326 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00017 | (rad/s/s)^2 | 0.0129 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.445 | m^2 | 2.108 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.355 | m^2 | 0.596 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 1.285 | m^2/s^2 | 1.133 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 0.39 | m^2/s^2 | 0.625 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 0.578 | m^2/s^4 | 0.76 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 0.615 | m^2/s^4 | 0.784 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.003 | m^2 | 0.059 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.002 | m^2/s^2 | 0.045 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.038 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0.208 | m^2 | 0.456 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0.04 | m^2/s^2 | 0.2 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0.01 | m^2/s^4 | 0.098 | m/s^2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.002 | MII/h | 4.045 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 3.561 | SM | 12.569 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 2.501 | m^2 | 1.581 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.34 | m^2 | 0.583 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 0.527 | m^2/s^2 | 0.726 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 0.35 | m^2/s^2 | 0.591 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 0.157 | m^2/s^4 | 0.396 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 0.552 | m^2/s^4 | 0.743 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.034 | m^2 | 0.183 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.02 | m^2/s^2 | 0.14 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.014 | m^2/s^4 | 0.119 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 1.994 | m^2 | 1.412 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0.385 | m^2/s^2 | 0.62 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0.092 | m^2/s^4 | 0.303 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 3.178 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 1.173 | SM | 1.85 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 2.707 | m^2 | 1.645 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.265 | m^2 | 0.514 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 0.593 | m^2/s^2 | 0.77 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 0.31 | m^2/s^2 | 0.557 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 0.185 | m^2/s^4 | 0.43 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 0.528 | m^2/s^4 | 0.727 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.007 | m^2 | 0.083 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.004 | m^2/s^2 | 0.064 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.003 | m^2/s^4 | 0.054 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0.414 | m^2 | 0.643 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0.08 | m^2/s^2 | 0.283 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0.019 | m^2/s^4 | 0.138 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 3.838 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 1.356 | SM | 2.499 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 3.208 | m^2 | 1.791 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.193 | m^2 | 0.44 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 0.772 | m^2/s^2 | 0.879 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.278 | m^2/s^2 | 0.527 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 0.278 | m^2/s^4 | 0.527 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 0.515 | m^2/s^4 | 0.717 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.144 | m^2 | 0.379 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.084 | m^2/s^2 | 0.291 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.061 | m^2/s^4 | 0.247 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 8.551 | m^2 | 2.924 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 1.651 | m^2/s^2 | 1.285 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0.395 | m^2/s^4 | 0.628 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 2.044 | MII/h |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 1.932 | SM | 4.895 | % |

Tabla 57: Buque con proa invertida- olas de encuentro 90 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.994 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 45 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3387.652 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.586 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.1 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 18.165 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.417 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.525 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 490.26 | kN | -- | |
| Heave motion | 2.756 | m^2 | 1.66 | m |
| Roll motion | 129.34 | deg^2 | 11.37 | deg |
| Pitch motion | 7.37 | deg^2 | 2.72 | deg |
| Heave velocity | 0.313 | m^2/s^2 | 0.56 | m/s |
| Roll velocity | 0.00596 | (rad/s)^2 | 0.07717 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00034 | (rad/s)^2 | 0.01857 | rad/s |
| Heave acceleration | 0.038 | m^2/s^4 | 0.194 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0.00095 | (rad/s/s)^2 | 0.03085 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00006 | (rad/s/s)^2 | 0.0075 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.235 | m^2 | 2.058 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.174 | m^2 | 0.417 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 0.524 | m^2/s^2 | 0.724 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 0.028 | m^2/s^2 | 0.168 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 0.07 | m^2/s^4 | 0.264 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 0.005 | m^2/s^4 | 0.072 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.023 | m^2 | 0.151 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.004 | m^2/s^2 | 0.059 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.024 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0.401 | m^2 | 0.633 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0.061 | m^2/s^2 | 0.246 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0.01 | m^2/s^4 | 0.098 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.028 | MII/h | 12.959 | MII/h |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.421 | SM | 0.061 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 2.976 | m^2 | 1.725 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.38 | m^2 | 0.616 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 0.365 | m^2/s^2 | 0.604 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 0.06 | m^2/s^2 | 0.245 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 0.049 | m^2/s^4 | 0.221 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 0.01 | m^2/s^4 | 0.102 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.179 | m^2 | 0.423 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.027 | m^2/s^2 | 0.166 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.004 | m^2/s^4 | 0.067 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 3.138 | m^2 | 1.771 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0.474 | m^2/s^2 | 0.688 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0.076 | m^2/s^4 | 0.275 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.007 | MII/h | 11.93 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.327 | SM | 0.031 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 2.715 | m^2 | 1.648 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.357 | m^2 | 0.597 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 0.32 | m^2/s^2 | 0.566 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 0.058 | m^2/s^2 | 0.241 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 0.041 | m^2/s^4 | 0.202 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 0.011 | m^2/s^4 | 0.103 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.034 | m^2 | 0.185 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.005 | m^2/s^2 | 0.072 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.029 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0.6 | m^2 | 0.775 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0.091 | m^2/s^2 | 0.301 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0.014 | m^2/s^4 | 0.12 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.021 | MII/h | 12.844 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.279 | SM | 0.017 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 2.653 | m^2 | 1.629 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.263 | m^2 | 0.513 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 0.3 | m^2/s^2 | 0.548 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.044 | m^2/s^2 | 0.21 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 0.036 | m^2/s^4 | 0.19 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 0.008 | m^2/s^4 | 0.091 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.801 | m^2 | 0.895 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.123 | m^2/s^2 | 0.351 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.02 | m^2/s^4 | 0.142 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 14.068 | m^2 | 3.751 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 2.125 | m^2/s^2 | 1.458 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0.339 | m^2/s^4 | 0.582 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 9.58 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.246 | SM | 0.01 | % |

Tabla 58: Buque con proa convencional - olas de encuentro 45 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.995 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 45 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3390.419 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.726 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.3 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 17.242 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.436 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.525 | m^2 | 1.878 | m |
| Added resistance | 486.738 | kN | -- | |
| Heave motion | 2.768 | m^2 | 1.664 | m |
| Roll motion | 180.05 | deg^2 | 13.42 | deg |
| Pitch motion | 4.98 | deg^2 | 2.23 | deg |
| Heave velocity | 0.314 | m^2/s^2 | 0.561 | m/s |
| Roll velocity | 0.00964 | (rad/s)^2 | 0.09816 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00023 | (rad/s)^2 | 0.01512 | rad/s |
| Heave acceleration | 0.038 | m^2/s^4 | 0.194 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0.00176 | (rad/s/s)^2 | 0.0419 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00004 | (rad/s/s)^2 | 0.00605 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.225 | m^2 | 2.055 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.212 | m^2 | 0.46 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 0.515 | m^2/s^2 | 0.718 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 0.035 | m^2/s^2 | 0.187 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 0.067 | m^2/s^4 | 0.259 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 0.006 | m^2/s^4 | 0.08 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.014 | m^2 | 0.116 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.002 | m^2/s^2 | 0.045 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0 | m^2/s^4 | 0.018 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0.49 | m^2 | 0.7 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0.086 | m^2/s^2 | 0.293 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0.016 | m^2/s^4 | 0.125 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.142 | MII/h | 13.985 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.406 | SM | 0.053 | % |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Puente: Abs. vert. motion | 2.613 | m^2 | 1.616 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.25 | m^2 | 0.5 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 0.307 | m^2/s^2 | 0.554 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 0.038 | m^2/s^2 | 0.195 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 0.039 | m^2/s^4 | 0.197 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 0.007 | m^2/s^4 | 0.082 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.13 | m^2 | 0.36 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.02 | m^2/s^2 | 0.14 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.003 | m^2/s^4 | 0.056 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 4.697 | m^2 | 2.167 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0.825 | m^2/s^2 | 0.908 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0.15 | m^2/s^4 | 0.388 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.035 | MII/h | 12.896 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.269 | SM | 0.016 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 2.549 | m^2 | 1.596 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.262 | m^2 | 0.512 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 0.292 | m^2/s^2 | 0.541 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 0.042 | m^2/s^2 | 0.204 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 0.036 | m^2/s^4 | 0.189 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 0.007 | m^2/s^4 | 0.086 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.027 | m^2 | 0.164 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.004 | m^2/s^2 | 0.064 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.025 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0.975 | m^2 | 0.987 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0.171 | m^2/s^2 | 0.414 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0.031 | m^2/s^4 | 0.177 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.107 | MII/h | 13.796 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.249 | SM | 0.011 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 2.734 | m^2 | 1.653 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.22 | m^2 | 0.469 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 0.31 | m^2/s^2 | 0.557 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.037 | m^2/s^2 | 0.191 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 0.037 | m^2/s^4 | 0.193 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 0.007 | m^2/s^4 | 0.083 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.556 | m^2 | 0.746 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.084 | m^2/s^2 | 0.289 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.013 | m^2/s^4 | 0.116 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 20.146 | m^2 | 4.488 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 3.538 | m^2/s^2 | 1.881 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0.645 | m^2/s^4 | 0.803 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0.001 | MII/h | 10.374 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.252 | SM | 0.011 | % |

Tabla 59: Buque con proa invertida - olas de encuentro 45 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.994 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 0 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3387.652 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.586 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.1 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 18.165 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.417 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.525 | m^2 | 1.877 | m |
| Added resistance | 467.582 | kN | -- | |
| Heave motion | 2.553 | m^2 | 1.598 | m |
| Roll motion | 0 | deg^2 | 0 | deg |
| Pitch motion | 10.48 | deg^2 | 3.24 | deg |
| Heave velocity | 0.232 | m^2/s^2 | 0.482 | m/s |
| Roll velocity | 0 | (rad/s)^2 | 0 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00034 | (rad/s)^2 | 0.01857 | rad/s |
| Heave acceleration | 0.056 | m^2/s^4 | 0.237 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0 | (rad/s/s)^2 | 0 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00012 | (rad/s/s)^2 | 0.01113 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.141 | m^2 | 2.035 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.206 | m^2 | 0.454 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 0.405 | m^2/s^2 | 0.636 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 0.093 | m^2/s^2 | 0.305 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 0.122 | m^2/s^4 | 0.35 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 0.141 | m^2/s^4 | 0.376 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.032 | m^2 | 0.18 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.003 | m^2/s^2 | 0.059 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.035 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.999 | SM | 1.39 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 3.445 | m^2 | 1.856 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.224 | m^2 | 0.474 | m |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Puente: Abs. vert. velocity | 0.326 | m^2/s^2 | 0.571 | m/s |
| Puente: Rel. vert. velocity | 0.063 | m^2/s^2 | 0.25 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 0.085 | m^2/s^4 | 0.291 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 0.085 | m^2/s^4 | 0.292 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.254 | m^2 | 0.504 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.027 | m^2/s^2 | 0.165 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.01 | m^2/s^4 | 0.099 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.714 | SM | 0.615 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 2.914 | m^2 | 1.707 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.238 | m^2 | 0.487 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 0.27 | m^2/s^2 | 0.519 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 0.059 | m^2/s^2 | 0.244 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 0.066 | m^2/s^4 | 0.257 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 0.08 | m^2/s^4 | 0.283 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.049 | m^2 | 0.22 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.005 | m^2/s^2 | 0.072 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.002 | m^2/s^4 | 0.043 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.577 | SM | 0.359 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 2.504 | m^2 | 1.582 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.322 | m^2 | 0.567 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 0.226 | m^2/s^2 | 0.476 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.049 | m^2/s^2 | 0.222 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 0.053 | m^2/s^4 | 0.23 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 0.06 | m^2/s^4 | 0.245 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 1.137 | m^2 | 1.066 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.123 | m^2/s^2 | 0.35 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.044 | m^2/s^4 | 0.21 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.484 | SM | 0.227 | % |

Tabla 60: Buque con proa convencional - olas de encuentro 0 grados

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Modal period | 14.995 | s | -- | |
| Characteristic wave height | 7.5 | m | -- | |
| Spectrum type | JONSWAP | | -- | |
| Wave heading | 0 | deg | -- | |
| Vessel Speed | 15 | kn | -- | |
| Vessel displacement | 3390.419 | m^3 | Monohull | |
| Vessel GMt | 0.726 | m | -- | |
| Vessel trim | 0.3 | deg | -- | |
| Vessel heel | 0 | deg | -- | |
| Transom method | Transom terms | | -- | |
| Wave force method | Arbitrary wave heading | | -- | |
| Added res. method | Salvesen | | -- | |
| Pitch gyradius | 17.242 | m | -- | |
| Roll gyradius | 5.436 | m | -- | |
| Wave spectrum | 3.526 | m^2 | 1.878 | m |
| Encountered wave spectrum | 3.525 | m^2 | 1.877 | m |
| Added resistance | 465.292 | kN | -- | |
| Heave motion | 2.558 | m^2 | 1.599 | m |
| Roll motion | 0 | deg^2 | 0 | deg |
| Pitch motion | 7.41 | deg^2 | 2.72 | deg |
| Heave velocity | 0.216 | m^2/s^2 | 0.465 | m/s |
| Roll velocity | 0 | (rad/s)^2 | 0 | rad/s |
| Pitch velocity | 0.00022 | (rad/s)^2 | 0.01494 | rad/s |
| Heave acceleration | 0.028 | m^2/s^4 | 0.168 | m/s^2 |
| Roll acceleration | 0 | (rad/s/s)^2 | 0 | rad/s/s |
| Pitch acceleration | 0.00005 | (rad/s/s)^2 | 0.00702 | rad/s/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. motion | 4.13 | m^2 | 2.032 | m |
| Sala de Maquina: Rel. vert. motion | 0.212 | m^2 | 0.461 | m |
| Sala de Maquina: Abs. vert. velocity | 0.357 | m^2/s^2 | 0.597 | m/s |
| Sala de Maquina: Rel. vert. velocity | 0.041 | m^2/s^2 | 0.201 | m/s |
| Sala de Maquina: Abs. vert. accel | 0.046 | m^2/s^4 | 0.215 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Rel. vert. accel | 0.055 | m^2/s^4 | 0.235 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) motion | 0.02 | m^2 | 0.142 | m |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) velocity | 0.002 | m^2/s^2 | 0.045 | m/s |
| Sala de Maquina: Long. (due to pitch) accel | 0 | m^2/s^4 | 0.021 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Sala de Maquina: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Sala de Maquina: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Sala de Maquina: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.309 | SM | 0.025 | % |
| Puente: Abs. vert. motion | 2.849 | m^2 | 1.688 | m |
| Puente: Rel. vert. motion | 0.164 | m^2 | 0.405 | m |
| Puente: Abs. vert. velocity | 0.258 | m^2/s^2 | 0.508 | m/s |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Puente: Rel. vert. velocity | 0.041 | m^2/s^2 | 0.201 | m/s |
| Puente: Abs. vert. accel | 0.049 | m^2/s^4 | 0.221 | m/s^2 |
| Puente: Rel. vert. accel | 0.053 | m^2/s^4 | 0.231 | m/s^2 |
| Puente: Long. (due to pitch) motion | 0.193 | m^2 | 0.439 | m |
| Puente: Long. (due to pitch) velocity | 0.019 | m^2/s^2 | 0.138 | m/s |
| Puente: Long. (due to pitch) accel | 0.004 | m^2/s^4 | 0.065 | m/s^2 |
| Puente: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Puente: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Puente: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Puente: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Puente: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.401 | SM | 0.104 | % |
| Camarote: Abs. vert. motion | 2.59 | m^2 | 1.609 | m |
| Camarote: Rel. vert. motion | 0.233 | m^2 | 0.482 | m |
| Camarote: Abs. vert. velocity | 0.229 | m^2/s^2 | 0.478 | m/s |
| Camarote: Rel. vert. velocity | 0.056 | m^2/s^2 | 0.237 | m/s |
| Camarote: Abs. vert. accel | 0.039 | m^2/s^4 | 0.196 | m/s^2 |
| Camarote: Rel. vert. accel | 0.067 | m^2/s^4 | 0.26 | m/s^2 |
| Camarote: Long. (due to pitch) motion | 0.04 | m^2 | 0.2 | m |
| Camarote: Long. (due to pitch) velocity | 0.004 | m^2/s^2 | 0.063 | m/s |
| Camarote: Long. (due to pitch) accel | 0.001 | m^2/s^4 | 0.03 | m/s^2 |
| Camarote: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Camarote: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Camarote: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Camarote: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Camarote: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.319 | SM | 0.047 | % |
| Cofa: Abs. vert. motion | 2.534 | m^2 | 1.592 | m |
| Cofa: Rel. vert. motion | 0.303 | m^2 | 0.551 | m |
| Cofa: Abs. vert. velocity | 0.215 | m^2/s^2 | 0.463 | m/s |
| Cofa: Rel. vert. velocity | 0.042 | m^2/s^2 | 0.205 | m/s |
| Cofa: Abs. vert. accel | 0.028 | m^2/s^4 | 0.169 | m/s^2 |
| Cofa: Rel. vert. accel | 0.047 | m^2/s^4 | 0.216 | m/s^2 |
| Cofa: Long. (due to pitch) motion | 0.827 | m^2 | 0.91 | m |
| Cofa: Long. (due to pitch) velocity | 0.082 | m^2/s^2 | 0.286 | m/s |
| Cofa: Long. (due to pitch) accel | 0.018 | m^2/s^4 | 0.134 | m/s^2 |
| Cofa: Lat. (due to roll) motion | 0 | m^2 | 0 | m |
| Cofa: Lat. (due to roll) velocity | 0 | m^2/s^2 | 0 | m/s |
| Cofa: Lat. (due to roll) accel | 0 | m^2/s^4 | 0 | m/s^2 |
| Cofa: MII slide; tip f/a; tip s/s | 0 | MII/h | 0 | MII/h |
| Cofa: SM; MSI 120 min.; MSI 120 min. | 0.221 | SM | 0.01 | % |

Tabla 61: Buque con proa invertida - olas de encuentro 0 grados.

# ANEXO D

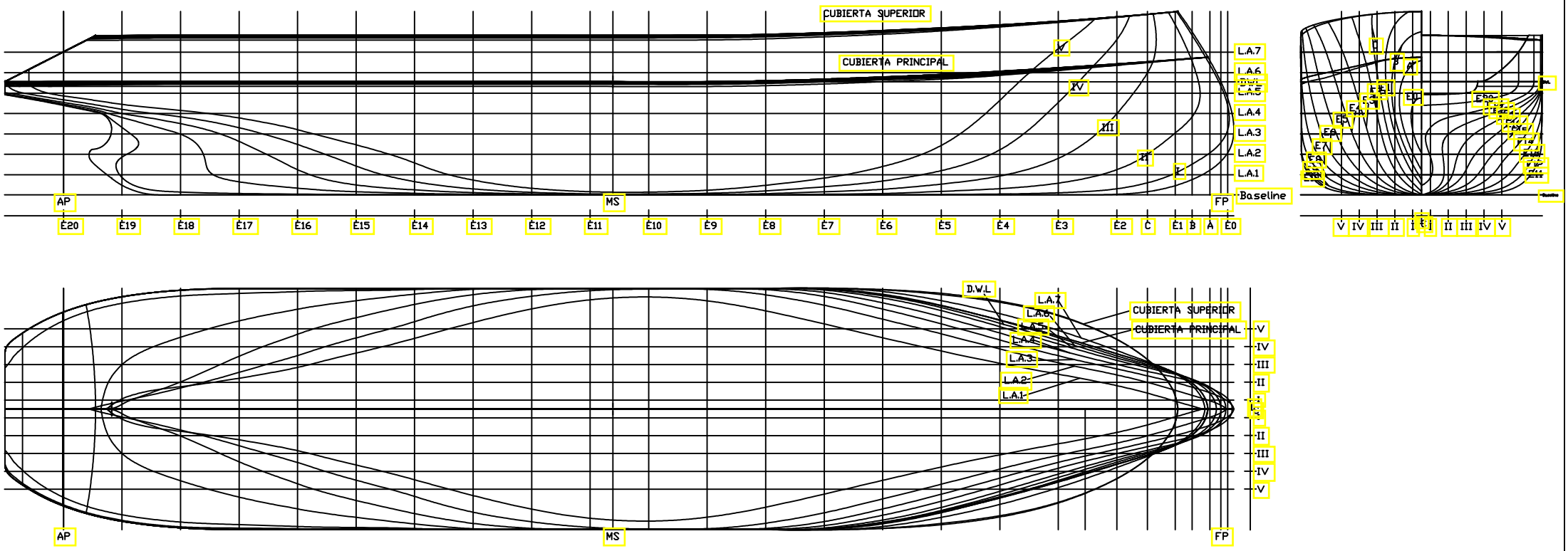
## Planos de Distribución de Bloques, Ensamble, Sub-Ensamble y Corte.

A continuación, se presentan los planos de división de bloques con sus respectivos centros de gravedad y longitud. También se presentan los planos de ensamble, sub-ensamble y corte de algunas partes de la estructura del buque.

Figura 26: ShipConstructor V17-R2

Auspicio de SSI, Canada

# Planos de Formas, Distribución General y División de Bloques




| DIMENSIONES PRINCIPALES | |
|---|---|
| Eslora Total | 68.96 m |
| Eslora Lpp | 65.15 m |
| Manga | 13.54 m |
| Puntal Cub. Sup. | 8.86 m |
| Puntal Cub. Ppal. | 6.36 m |
| Calado | 6.21 m |
| Desplazamiento | 3496 T |
| Cb | 0.599 |
| Cp | 0.622 |
| Cm | 0.958 |
| Cwp | 0.851 |

ARMADOR:

# ESPOL-FIMCBOR

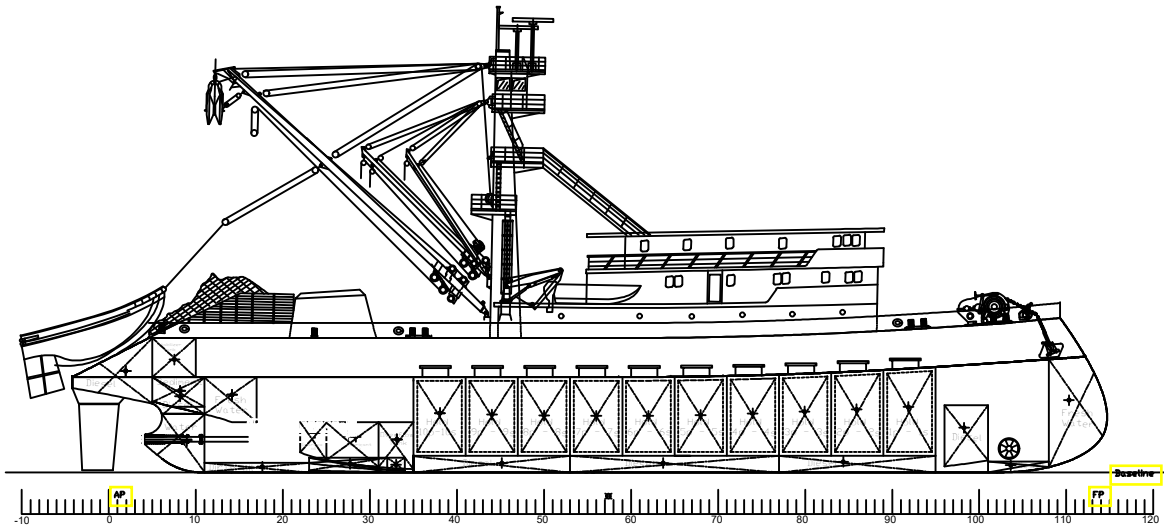
PROYECTO:

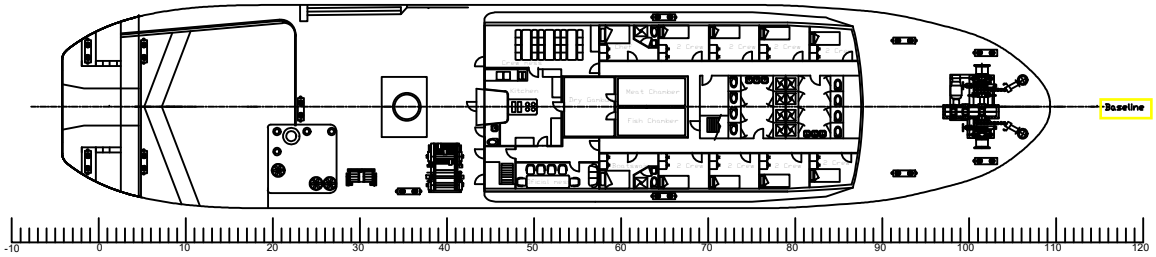
## B/P NANCY ELENA

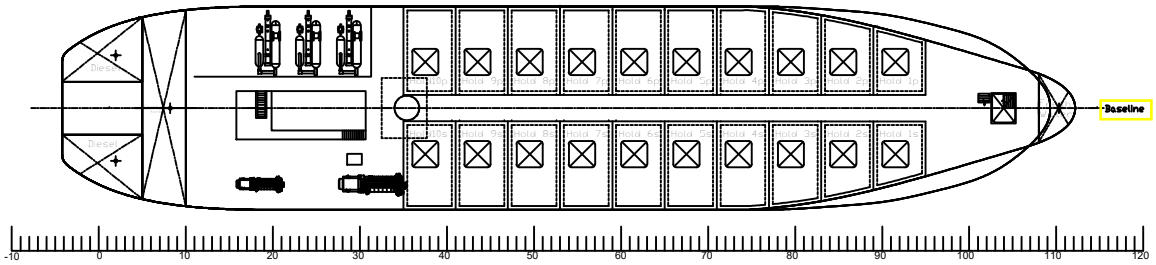
PLANO DE :

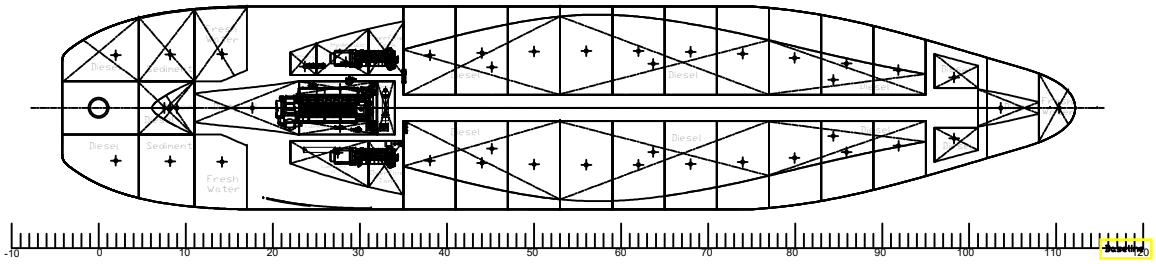
## LINEAS DE FORMAS

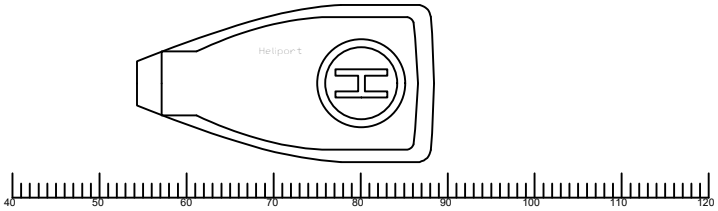
| | | |
|---|---|---|
| DIBUJADO POR: Alexander Romero & Luis Angel | | ESCALA 1:300 |
| REVISADO POR: Msc. Ing. Naval Johnny Domínguez | | |
| FECHA: 01/11/2017 | APROVADO POR: ----- | FORMATO A4 / PAGINA 1 – 1 |

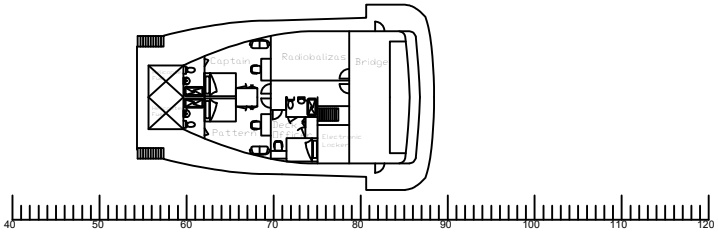


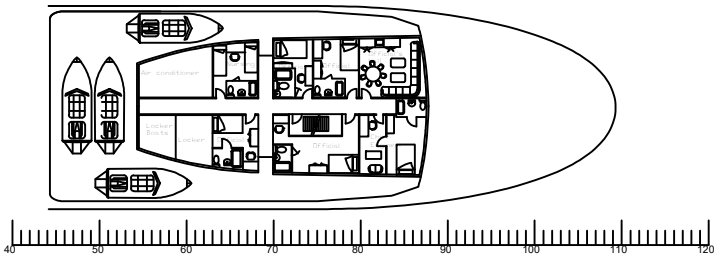



| Dimensiones principales | |
|---|---|
| Eslora Total | 68.96 m |
| Eslora Lpp | 65.15 m |
| Manga | 13.54 m |
| Puntal Cub. Sup. | 8.96 m |
| Puntal Cub. Ppal. | 6.36 m |
| Calado | 6.21 m |

ARMADOR:

# ESPOL-FIMCBOR

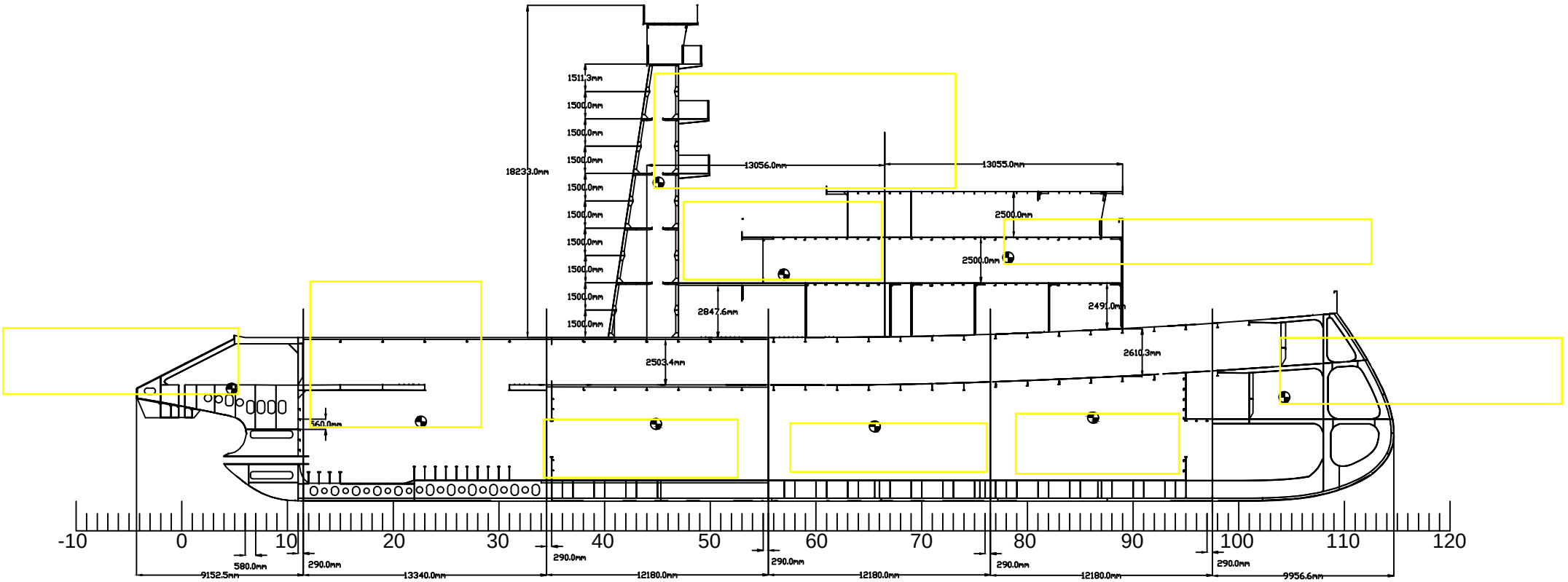
PROYECTO:

## B/P NANCY ELENA

PLANO DE :

## DISTRIBUCION GENERAL

| | | |
|---|---|---|
| DIBUJADO POR: Alexander Romero & Luis Angel | | ESCALA 1:500 |
| REVISADO POR: Msc. Ing. Naval Johnny Domínguez | | |
| FECHA: 01/11/2017 | APROVADO POR: ----- | FORMATO A4 / PAGINA 1-1 |




ARMADOR:

# ESPOL-FIMCBOR

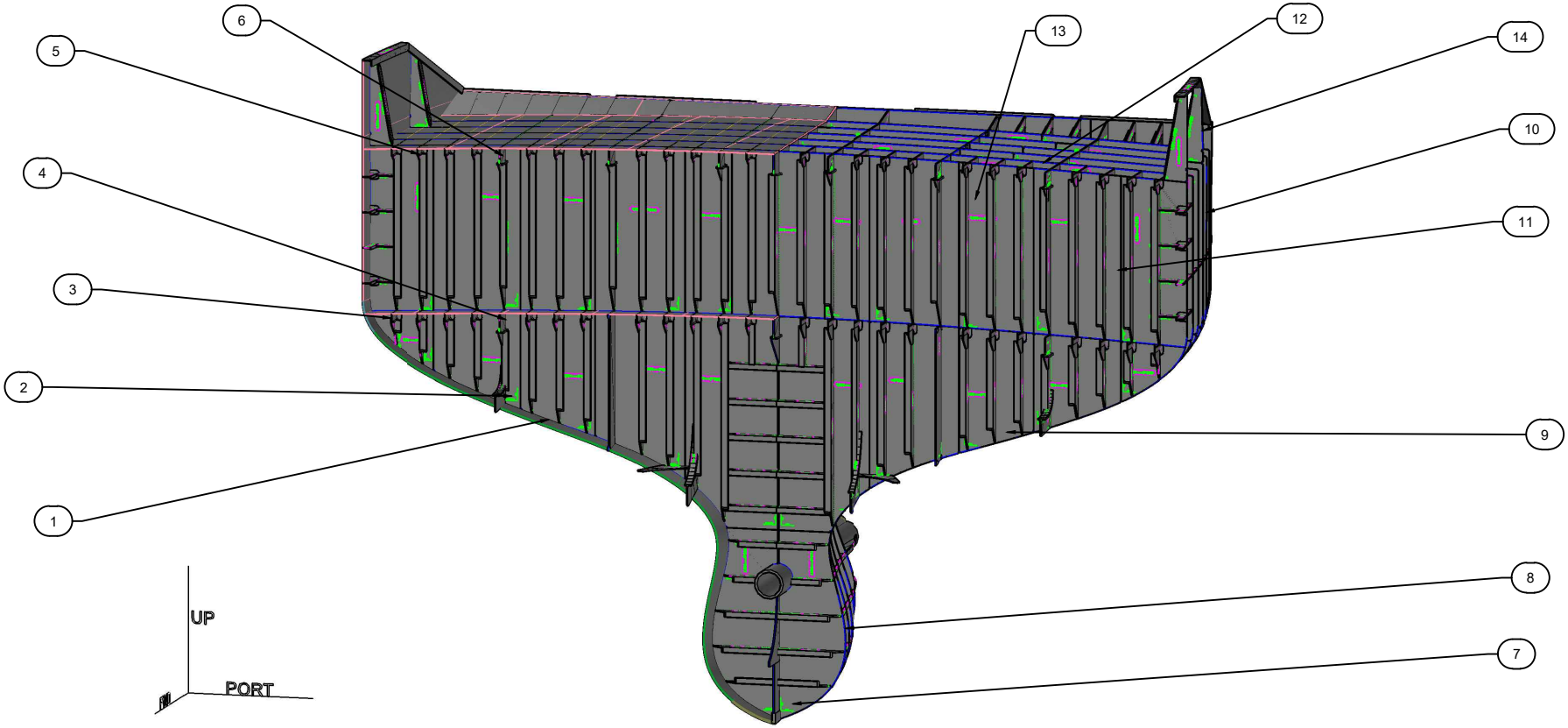
PROYECTO:

## B/P NANCY ELENA

PLANO DE :

## DIVISION DE BLOQUES

| | | | |
|---|---|---|---|
| DIBUJADO POR: Alexander Romero & Luis Angel | | ESCALA 1:300 | |
| REVISADO POR: Msc. Ing. Navy | | | |
| FECHA: 01/11/2017 | APROVADO POR: ----- | FORMATO A4 | PAGINA 1-1 |




| ITEM | NOMBRE | STOCK |
|---|---|---|
| 1 | Mamparo | PL 8 |
| 2 | Vagra | PL 10 |
| 3 | Refuerzo Longitudinal Cubierta Principal | Hp 120x6 |
| 4 | Eslora Cubierta Principal | T 350x100x10x10 |
| 5 | Refuerzo Longitudinal Cubierta Superior | Hp 100x7 |
| 6 | Eslora Cubierta Superior | T300x100x10x10 |
| 7 | Mamparo Longitudinal | PL 10 |
| 8 | Buzarda Intercostal | PL 12 |
| 9 | Varenga | PL 12 |
| 10 | Cuaderna | T 120x100x10x10 |
| 11 | Bularcama | T 300x100x10x10 |
| 12 | Bao de Cuaderna | T 150x100x10x10 |
| 13 | Bao de Bularcama | T 350x100x10x10x |
| 14 | Refuerzo de Amurada | PL 10; FB 100X8 |

CG: 2739mm, 1mm, 6088mm

Weight: 97100kg

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

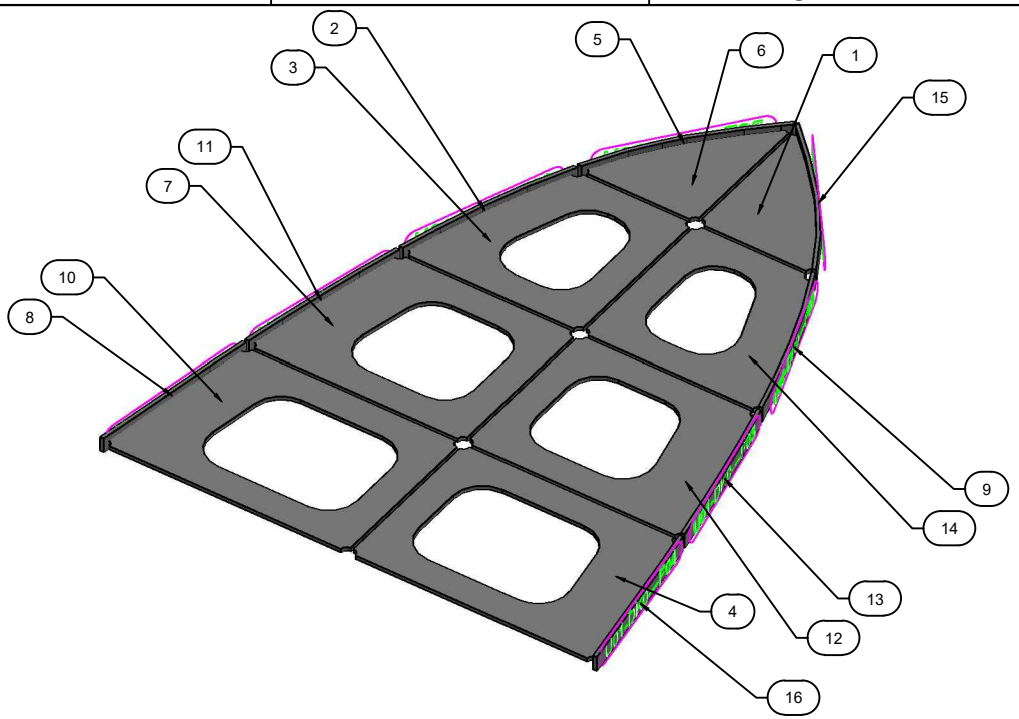
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 01

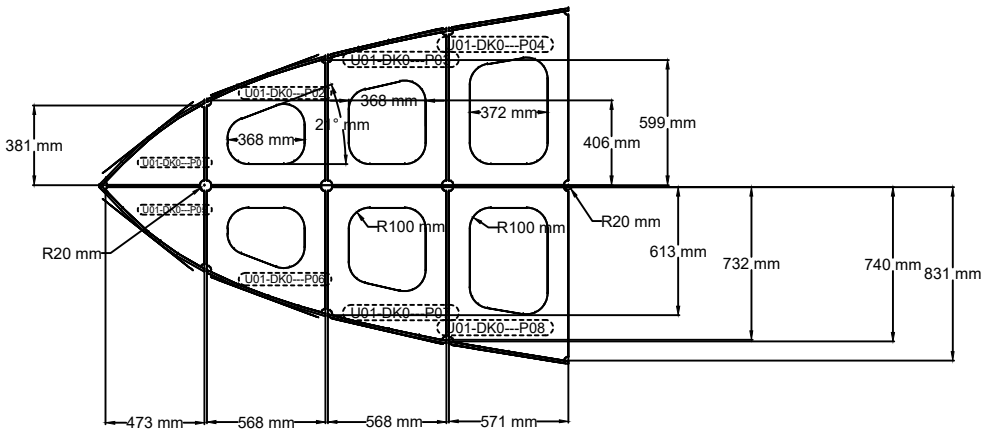
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U01 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U01--.dwg | 4/11/2017 | |




## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U01-DK0---P01 | 1 | PL12 | 10 |
| 2 | U01-DK0---F06 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 3 | U01-DK0---P06 | 1 | PL12 | 19 |
| 4 | U01-DK0---P04 | 1 | PL12 | 26 |
| 5 | U01-DK0---F05 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 6 | U01-DK0---P05 | 1 | PL12 | 10 |
| 7 | U01-DK0---P07 | 1 | PL12 | 24 |
| 8 | U01-DK0---F08 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 9 | U01-DK0---F02 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 10 | U01-DK0---P08 | 1 | PL12 | 26 |
| 11 | U01-DK0---F07 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 12 | U01-DK0---P03 | 1 | PL12 | 24 |
| 13 | U01-DK0---F03 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 14 | U01-DK0---P02 | 1 | PL12 | 19 |
| 15 | U01-DK0---F01 | 1 | FB 50X12 | 3 |
| 16 | U01-DK0---F04 | 1 | FB 50X12 | 3 |




CG: 5402mm, 0mm, 566mm

Weight: 180kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

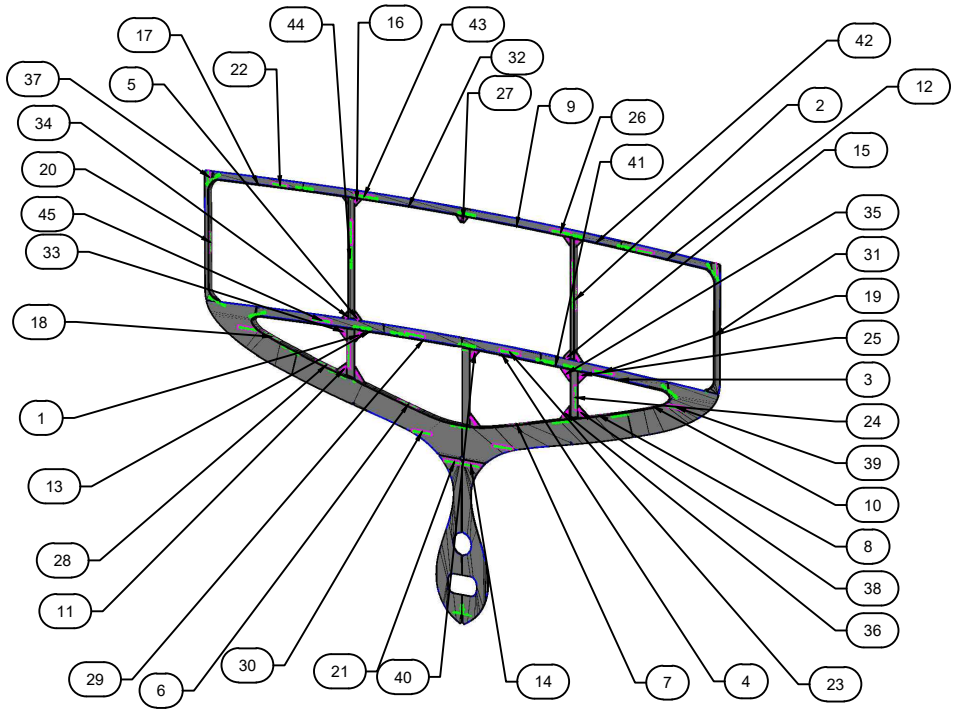
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

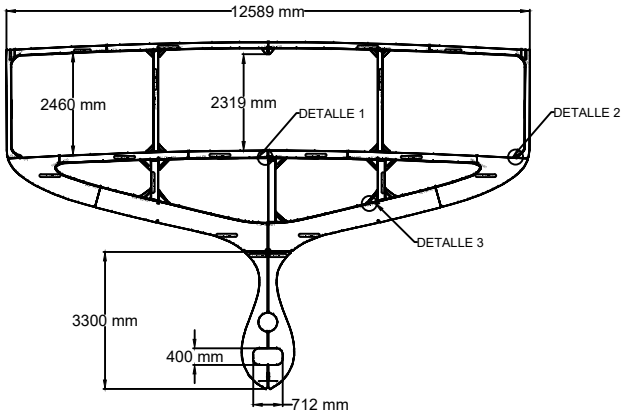
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 01

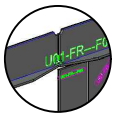
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BUZARDA | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U01-BUZARDA.dwg | 4/11/2017 | |

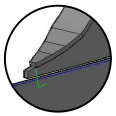


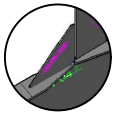

DETALLE 1



DETALLE 2



DETALLE 3



CG: 4055mm, 2mm, 5612mm

Weight: 1530kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U01-FR---P40 | 1 | PL06 | 2 |
| 2 | U01-FR---F11 | 1 | FB 80X10 | 15 |
| 3 | U01-FR---F09 | 1 | FB 120X10 | 22 |
| 4 | U01-FR---F07 | 1 | FB 120X10 | 17 |
| 5 | U01-FR---P34 | 1 | PL05 | 1 |
| 6 | U01-FR---F15 | 1 | FB 120X12 | 29 |
| 7 | U01-FR---F04 | 1 | FB 120X12 | 29 |
| 8 | U01-FR---F05 | 1 | FB 120X12 | 15 |
| 9 | U01-FR---F10 | 1 | FB 80X10 | 16 |
| 10 | U01-FR---F06 | 1 | FB 120X12 | 15 |
| 11 | U01-FR---P25 | 1 | PL06 | 2 |
| 12 | U01-FR---F02 | 1 | FB 80X10 | 14 |
| 13 | U01-FR---F19 | 1 | FB 120X10 | 6 |
| 14 | U01-FR---P01 | 1 | PL12 | 107 |
| 15 | U01-FR---P14 | 1 | PL05 | 1 |
| 16 | U01-FR---P31 | 1 | PL05 | 1 |
| 17 | U01-FR---F13 | 1 | FB 80X10 | 14 |
| 18 | U01-FR---F17 | 1 | FB 120X12 | 15 |
| 19 | U01-FR---P18 | 1 | PL10 | 41 |
| 20 | U01-FR---F12 | 1 | FB 80X10 | 15 |
| 21 | U01-FR---P02 | 1 | PL12 | 107 |
| 22 | U01-FR---P27 | 1 | PL10 | 24 |
| 23 | U01-FR---P19 | 1 | PL10 | 25 |
| 24 | U01-FR---P08 | 1 | PL10 | 12 |
| 25 | U01-FR---P23 | 1 | PL06 | 2 |
| 26 | U01-FR---P07 | 1 | PL10 | 43 |
| 27 | U01-FR---P15 | 1 | PL05 | 0 |
| 28 | U01-FR---F16 | 1 | FB 120X12 | 15 |
| 29 | U01-FR---F18 | 1 | FB 120X10 | 17 |
| 30 | U01-FR---P30 | 1 | PL10 | 175 |
| 31 | U01-FR---F01 | 1 | FB 80X10 | 15 |
| 32 | U01-FR---F21 | 1 | FB 80X10 | 16 |
| 33 | U01-FR---P41 | 1 | PL06 | 2 |
| 34 | U01-FR---P33 | 1 | PL05 | 1 |
| 35 | U01-FR---P22 | 1 | PL06 | 2 |
| 36 | U01-FR---P03 | 1 | PL06 | 2 |
| 37 | U01-FR---P26 | 1 | PL10 | 26 |
| 38 | U01-FR---P04 | 1 | PL06 | 2 |
| 39 | U01-FR---P16 | 1 | PL10 | 96 |
| 40 | U01-FR---P21 | 1 | PL06 | 2 |
| 41 | U01-FR---F08 | 1 | FB 120X10 | 6 |
| 42 | U01-FR---F03 | 1 | FB 80X10 | 7 |
| 43 | U01-FR---P28 | 1 | PL10 | 43 |
| 44 | U01-FR---F22 | 1 | FB 80X10 | 15 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

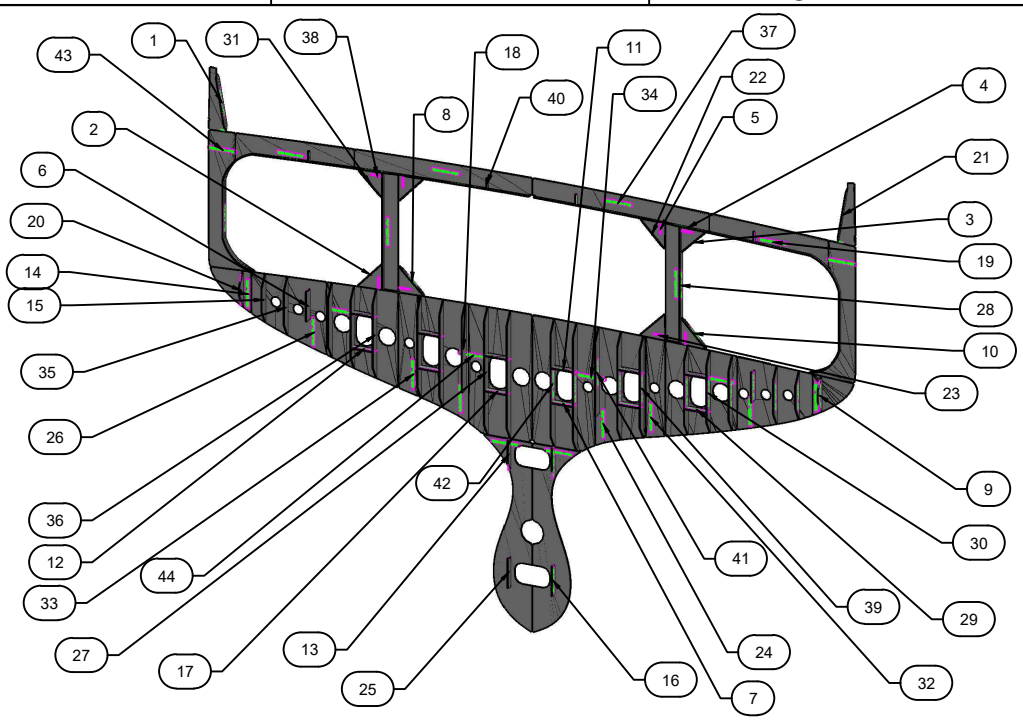
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

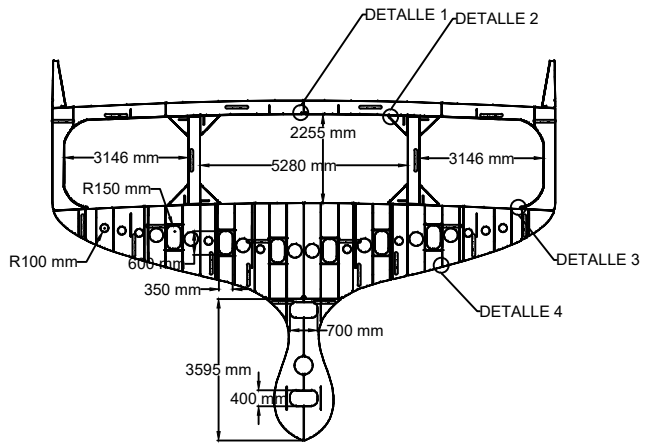
SHIPCONSTRUCTOR

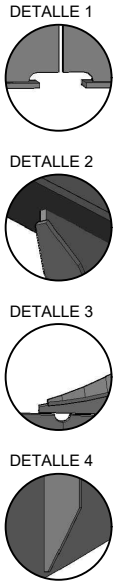
UNIT 01

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | CUADERNA 05 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U01-CUADERNA.dwg | 4/11/2017 | |




CG: 4648mm, 0mm, 5853mm

Weight: 2818kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U01-WFR---F14 | 1 | FB 100x8 | 6 |
| 2 | U01-WFR---F11 | 1 | FB 50X8 | 2 |
| 3 | U01-WFR---F01 | 1 | FB 50X8 | 2 |
| 4 | U01-WFR---F06 | 1 | FB 100X10 | 6 |
| 5 | U01-WFR---P03 | 1 | PL08 | 8 |
| 6 | U01-WFR---S40 | 1 | FB 140x12 | 7 |
| 7 | U01-WFR---S05 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 8 | U01-WFR---F20 | 1 | FB 50X8 | 2 |
| 9 | U01-WFR---S21 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 10 | U01-WFR---F02 | 1 | FB 50X8 | 2 |
| 11 | U01-WFR---S03 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 12 | U01-WFR---S29 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 13 | U01-WFR---S43 | 1 | FB 100X12 | 5 |
| 14 | U01-WFR---P23 | 1 | PL08 | 25 |
| 15 | U01-WFR---S42 | 1 | FB 140x12 | 9 |
| 16 | U01-WFR---S01 | 1 | FB 100X12 | 5 |
| 17 | U01-WFR---S26 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 18 | U01-WFR---S34 | 1 | FB 140x12 | 20 |
| 19 | U01-WFR---P08 | 1 | PL10 | 65 |
| 20 | U01-WFR---S44 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 21 | U01-WFR---F13 | 1 | FB 100x8 | 6 |
| 22 | U01-WFR---F04 | 1 | FB 50X8 | 2 |
| 23 | U01-WFR---P06 | 1 | PL08 | 8 |
| 24 | U01-WFR---P19 | 1 | PL08 | 111 |
| 25 | U01-WFR---S02 | 1 | FB 100X12 | 5 |
| 26 | U01-WFR---P24 | 1 | PL08 | 98 |
| 27 | U01-WFR---S33 | 1 | FB 140x12 | 29 |
| 28 | U01-WFR---F03 | 1 | FB 100X10 | 17 |
| 29 | U01-WFR---S08 | 1 | FB 140x12 | 6 |
| 30 | U01-WFR---S15 | 1 | FB 140x12 | 17 |
| 31 | U01-WFR---F10 | 1 | FB 50X8 | 2 |
| 32 | U01-WFR---P20 | 1 | PL08 | 43 |
| 33 | U01-WFR---P25 | 1 | PL08 | 43 |
| 34 | U01-WFR---P11 | 1 | PL08 | 167 |
| 35 | U01-WFR---S41 | 1 | FB 140x12 | 12 |
| 36 | U01-WFR---S37 | 1 | FB 140x12 | 19 |
| 37 | U01-WFR---P18 | 1 | PL10 | 93 |
| 38 | U01-WFR---P30 | 1 | PL08 | 8 |
| 39 | U01-WFR---S13 | 1 | FB 140x12 | 22 |
| 40 | U01-WFR---S31 | 1 | FB 50X8 | 1 |
| 41 | U01-WFR---S11 | 1 | FB 140x12 | 20 |
| 42 | U01-WFR---S09 | 1 | FB 140x12 | 29 |
| 43 | U01-WFR---P16 | 1 | PL10 | 80 |
| 44 | U01-WFR---P32 | 1 | PL08 | 167 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

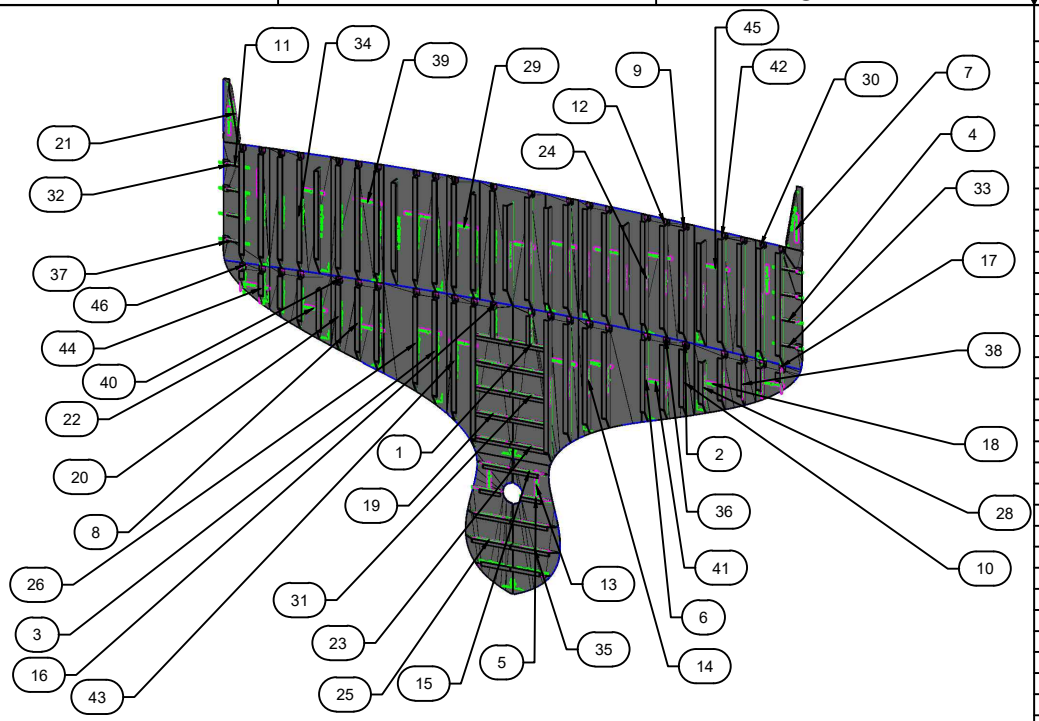
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

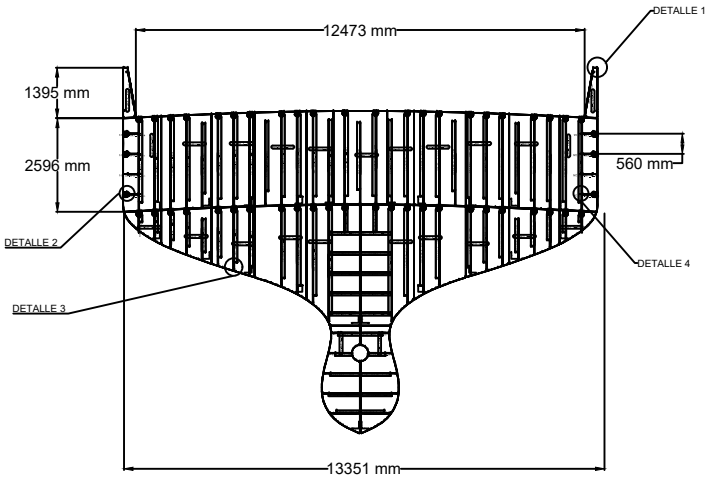
SHIPCONSTRUCTOR

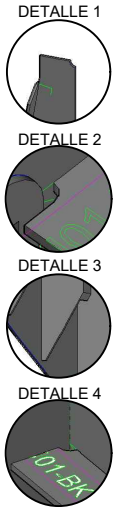
UNIT 01

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BULARCAMA 02 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U01-BULARCAMA.dwg | 4/11/2017 | |




CG: 6420mm, -0mm, 6339mm

Weight: 7053kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U01-BKT_T---S12 | 1 | L 120x80x10x10 | 13 |
| 2 | U01-BKT_T---P05 | 1 | PL08 | 1 |
| 3 | U01-BKT_T---S55 | 1 | L 150x100x14x14 | 56 |
| 4 | U01-BKT_T---S37 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 5 | U01-BKT_T---S17 | 1 | L 120x80x10x10 | 8 |
| 6 | U01-BKT_T---S07 | 1 | L 150x100x14x14 | 43 |
| 7 | U01-BKT_T---P74 | 1 | PL10 | 26 |
| 8 | U01-BKT_T---S52 | 1 | L 150x100x14x14 | 38 |
| 9 | U01-BKT_T---P17 | 1 | PL08 | 1 |
| 10 | U01-BKT_T---S05 | 1 | L 150x100x14x14 | 34 |
| 11 | U01-BKT_T---S44 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 12 | U01-BKT_T---P18 | 1 | PL08 | 1 |
| 13 | U01-BKT_T---P63 | 1 | PL08 | 157 |
| 14 | U01-BKT_T---S09 | 1 | L 150x100x14x14 | 56 |
| 15 | U01-BKT_T---S16 | 1 | L 120x80x10x10 | 10 |
| 16 | U01-BKT_T---P42 | 1 | PL08 | 1 |
| 17 | U01-BKT_T---P01 | 1 | PL08 | 1 |
| 18 | U01-BKT_T---P51 | 1 | PL08 | 110 |
| 19 | U01-BKT_T---S61 | 1 | L 120x80x10x10 | 13 |
| 20 | U01-BKT_T---S51 | 1 | L 150x100x14x14 | 34 |
| 21 | U01-BKT_T---F02 | 1 | FB 100x8 | 8 |
| 22 | U01-BKT_T---P66 | 1 | PL08 | 110 |
| 23 | U01-BKT_T---S21 | 1 | L 120x80x10x10 | 13 |
| 24 | U01-BKT_T---S30 | 1 | L 150x100x14x14 | 60 |
| 25 | U01-BKT_T---S65 | 1 | L 120x80x10x10 | 14 |
| 26 | U01-BKT_T---S54 | 1 | L 150x100x14x14 | 51 |
| 27 | U01-BKT_T---S69 | 1 | L 150x100x14x14 | 25 |
| 28 | U01-BKT_T---S23 | 1 | L 150x100x14x14 | 25 |
| 29 | U01-BKT_T---P68 | 1 | PL08 | 122 |
| 30 | U01-BKT_T---P14 | 1 | PL08 | 1 |
| 31 | U01-BKT_T---S14 | 1 | L 120x80x10x10 | 13 |
| 32 | U01-BKT_T---P55 | 1 | PL08 | 1 |
| 33 | U01-BKT_T---S38 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 34 | U01-BKT_T---S73 | 1 | L 150x100x14x14 | 60 |
| 35 | U01-BKT_T---S19 | 1 | L 120x80x10x10 | 14 |
| 36 | U01-BKT_T---P06 | 1 | PL08 | 1 |
| 37 | U01-BKT_T---P57 | 1 | PL08 | 1 |
| 38 | U01-BKT_T---S03 | 1 | L 150x100x14x14 | 20 |
| 39 | U01-BKT_T---P69 | 1 | PL08 | 194 |
| 40 | U01-BKT_T---P34 | 1 | PL08 | 1 |
| 41 | U01-BKT_T---P40 | 1 | PL08 | 131 |
| 42 | U01-BKT_T---P16 | 1 | PL08 | 1 |
| 43 | U01-BKT_T---S56 | 1 | L 150x100x14x14 | 64 |
| 44 | U01-BKT_T---S48 | 1 | L 150x100x14x14 | 14 |
| 45 | U01-BKT_T---P61 | 1 | PL08 | 227 |
| 46 | U01-BKT_T---P30 | 1 | PL08 | 1 |

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

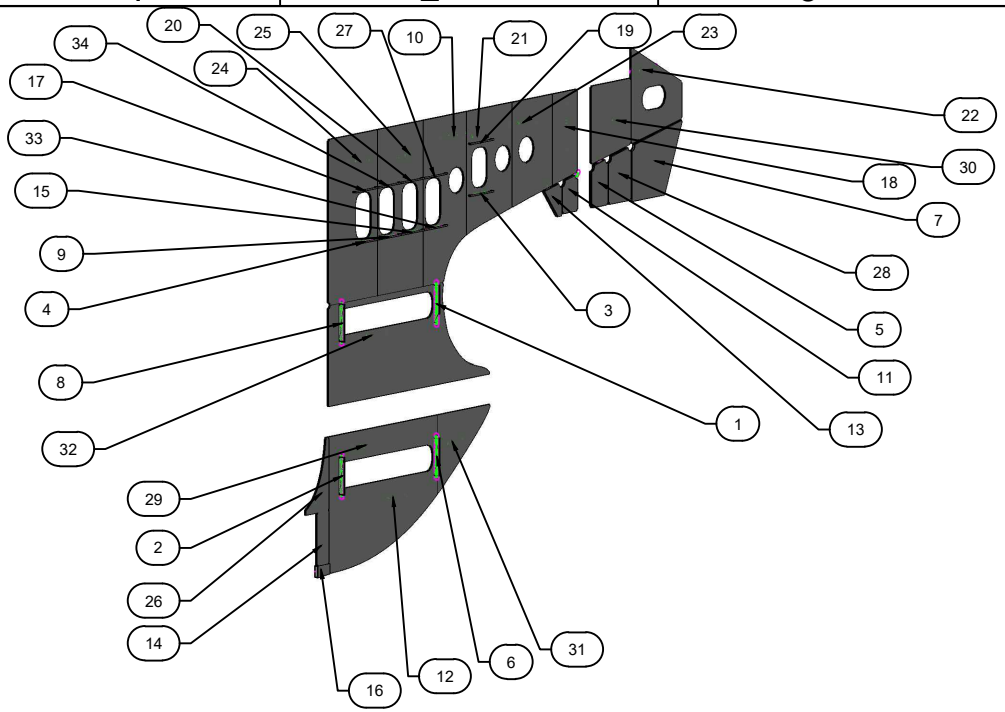
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

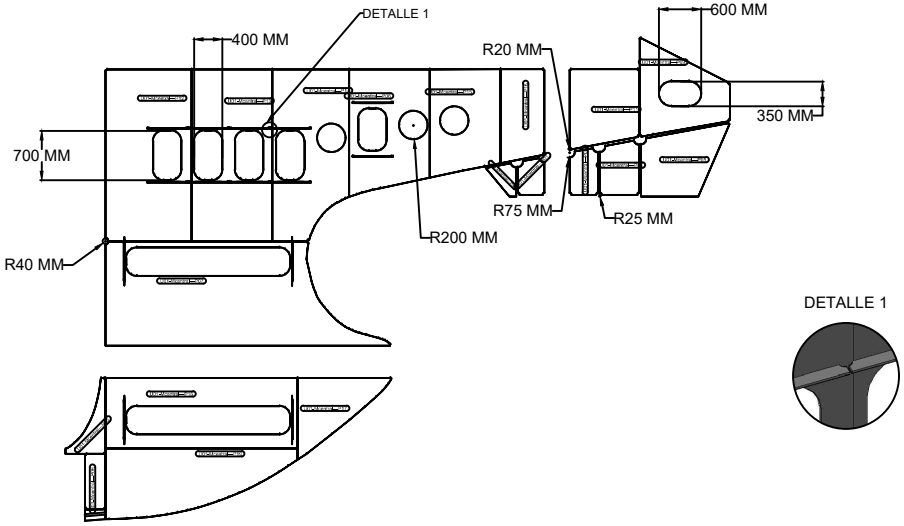
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 01

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | MAMPARO | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U01-BKT_T-.dwg | 4/11/2017 | |







CG: 2821mm, 1mm, 4135mm

Weight: 2176kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U01-Mcentral---S15 | 1 | FB 100X10 | 4 |
| 2 | U01-Mcentral---S03 | 1 | FB 100X10 | 4 |
| 3 | U01-Mcentral---S04 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 4 | U01-Mcentral---S08 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 5 | U01-Mcentral---P02 | 1 | PL25 | 48 |
| 6 | U01-Mcentral---S02 | 1 | FB 100X10 | 4 |
| 7 | U01-Mcentral---P05 | 1 | PL30 | 219 |
| 8 | U01-Mcentral---S01 | 1 | FB 100X10 | 4 |
| 9 | U01-Mcentral---S07 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 10 | U01-Mcentral---P14 | 1 | PL10 | 158 |
| 11 | U01-Mcentral---P01 | 1 | PL25 | 35 |
| 12 | U01-Mcentral---P19 | 1 | PL10 | 157 |
| 13 | U01-Mcentral---P04 | 1 | PL30 | 28 |
| 14 | U01-Mcentral---P06 | 1 | PL14 | 25 |
| 15 | U01-Mcentral---S06 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 16 | U01-Mcentral---S14 | 1 | FB 160X50 | 17 |
| 17 | U01-Mcentral---S13 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 18 | U01-Mcentral---P16 | 1 | PL10 | 62 |
| 19 | U01-Mcentral---S09 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 20 | U01-Mcentral---S11 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 21 | U01-Mcentral---P08 | 1 | PL10 | 121 |
| 22 | U01-Mcentral---P09 | 1 | PL12 | 99 |
| 23 | U01-Mcentral---P15 | 1 | PL10 | 102 |
| 24 | U01-Mcentral---P12 | 1 | PL10 | 211 |
| 25 | U01-Mcentral---P13 | 1 | PL10 | 176 |
| 26 | U01-Mcentral---P10 | 1 | PL14 | 28 |
| 27 | U01-Mcentral---S10 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 28 | U01-Mcentral---P03 | 1 | PL25 | 77 |
| 29 | U01-Mcentral---P18 | 1 | PL10 | 141 |
| 30 | U01-Mcentral---P11 | 1 | PL10 | 81 |
| 31 | U01-Mcentral---P17 | 1 | PL10 | 66 |
| 32 | U01-Mcentral---P07 | 1 | PL10 | 287 |
| 33 | U01-Mcentral---S05 | 1 | FB 50X10 | 2 |
| 34 | U01-Mcentral---S12 | 1 | FB 50X10 | 2 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

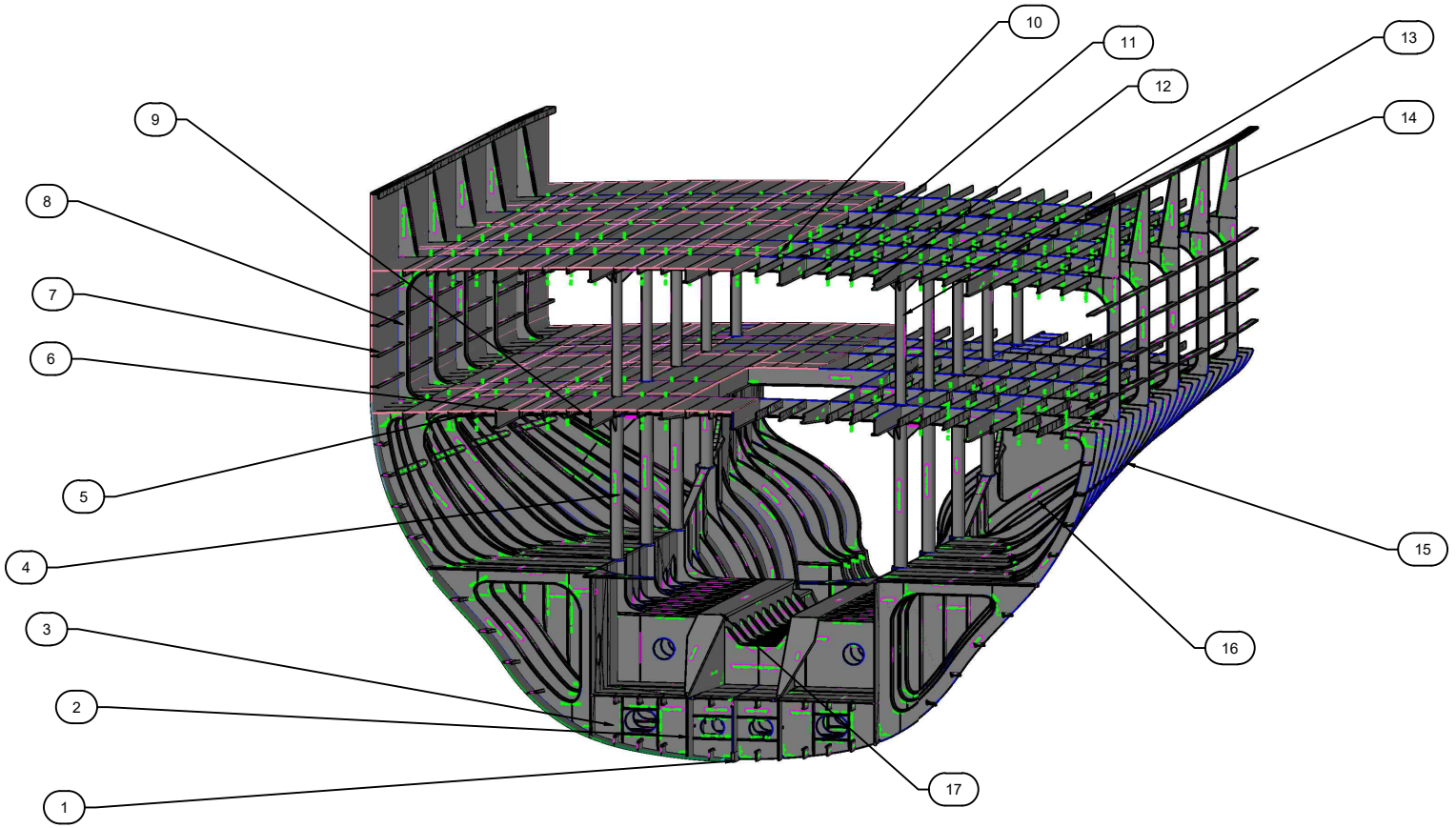
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 01

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | MAMPARO CENTRAL | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U01-MAMPARO CENTRAL.dwg | 4/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 2




| ITEM | NOMBRE | STOCK |
|---|---|---|
| 1 | Quilla | FB 160x50 |
| 2 | Varenga | PL 20 |
| 3 | Vagra | PL 12 |
| 4 | Pilar bajo Cubierta Principal | Ø 8 in x Strong |
| 5 | Refuerzo Longitudinal Cubierta Principal | Hp 120x6 |
| 6 | Bao Cubierta Principal | T 200x100x9x14 |
| 7 | Refuerzo Longitudinal Costado 2 | Hp 160x8 |
| 8 | Bularcama 2 | T 200x100x9x14 |
| 9 | Eslora Cubierta Principal | T 200x10x9x14 |
| 10 | Refuerzo Longitudinal Cubierta Superior | Hp 100x7 |
| 11 | Bao Cubierta Superior | T 250x100x9x14 |
| 12 | Eslora Cubierta Superior | T 250x100x9x14 |
| 13 | Pilar bajo Cubierta Superior | Ø 6 in x Strong |
| 14 | Refuerzo de Amurada | PL 10; FB100x8 |
| 15 | Cuaderna | T200x100x910 |
| 16 | Bularcama 1 | T 300x100x9x14 |
| 17 | Base de Maquina | PL 20 ; FB 500x40 |

CG: 13714mm, 0mm, 4192mm

Weight: 127213kg

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

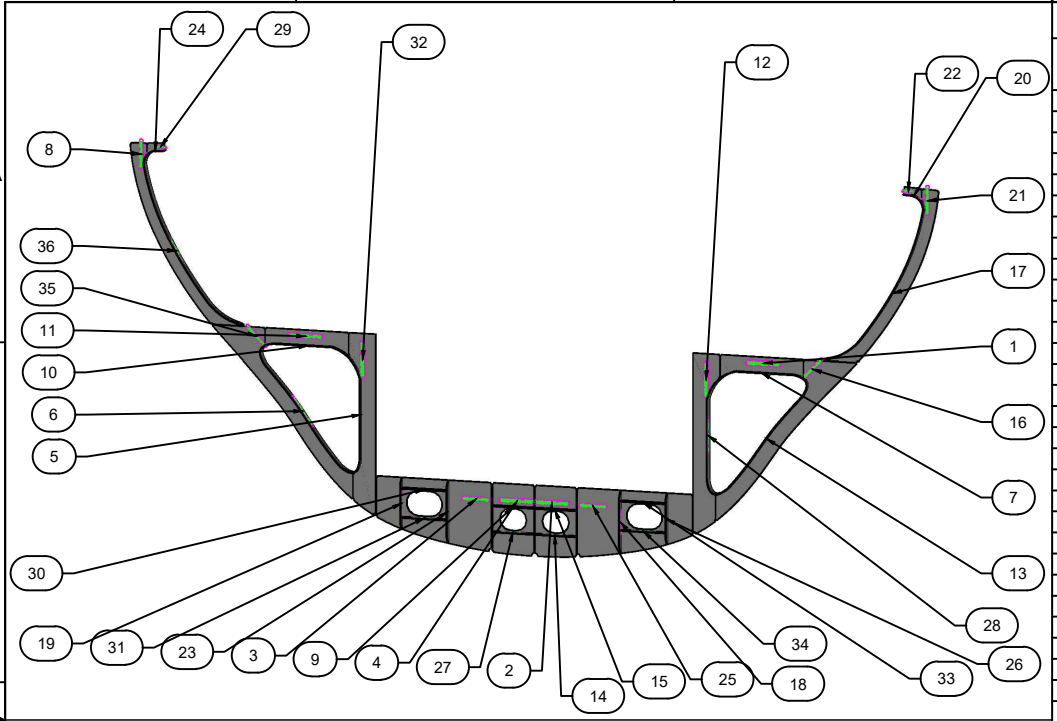
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

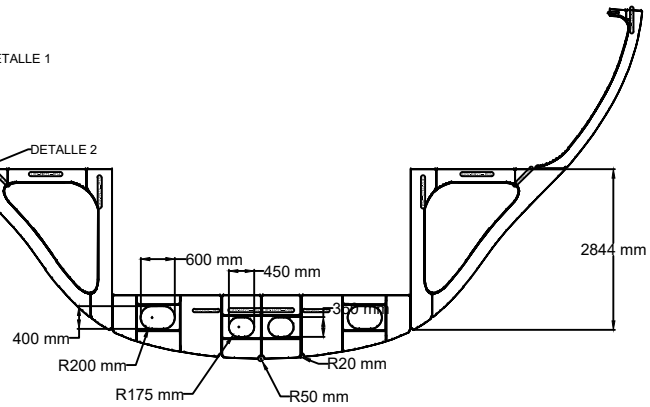
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 02

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U02 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U02--.dwg | 5/11/2017 | |




CG: 18557mm, 0mm, 1901mm

Weight: 1007kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U02-FR23---P05 | 1 | PL09 | 24 |
| 2 | U02-FR23---P09 | 1 | PL12 | 59 |
| 3 | U02-FR23---P12 | 1 | PL12 | 147 |
| 4 | U02-FR23---P07 | 1 | PL12 | 59 |
| 5 | U02-FR23---F10 | 1 | FB 100X10 | 15 |
| 6 | U02-FR23---F08 | 1 | FB 100X10 | 20 |
| 7 | U02-FR23---F04 | 1 | FB 100X10 | 11 |
| 8 | U02-FR23---P08 | 1 | PL09 | 46 |
| 9 | U02-FR23---S11 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 10 | U02-FR23---F09 | 1 | FB 100X10 | 11 |
| 11 | U02-FR23---P14 | 1 | PL09 | 24 |
| 12 | U02-FR23---P04 | 1 | PL09 | 60 |
| 13 | U02-FR23---F03 | 1 | FB 100X10 | 20 |
| 14 | U02-FR23---S02 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 15 | U02-FR23---S01 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 16 | U02-FR23---P02 | 1 | PL09 | 67 |
| 17 | U02-FR23---F02 | 1 | FB 100X10 | 25 |
| 18 | U02-FR23---S03 | 1 | FB 60x12 | 5 |
| 19 | U02-FR23---S08 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 20 | U02-FR23---F01 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 21 | U02-FR23---P01 | 1 | PL09 | 46 |
| 22 | U02-FR23---P03 | 1 | PL09 | 3 |
| 23 | U02-FR23---S07 | 1 | FB 60x12 | 5 |
| 24 | U02-FR23---F06 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 25 | U02-FR23---P06 | 1 | PL12 | 147 |
| 26 | U02-FR23---S04 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 27 | U02-FR23---S12 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 28 | U02-FR23---F05 | 1 | FB 100X10 | 15 |
| 29 | U02-FR23---P11 | 1 | PL09 | 3 |
| 30 | U02-FR23---S10 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 31 | U02-FR23---S09 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 32 | U02-FR23---P13 | 1 | PL09 | 60 |
| 33 | U02-FR23---S06 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 34 | U02-FR23---S05 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 35 | U02-FR23---P10 | 1 | PL09 | 67 |
| 36 | U02-FR23---F07 | 1 | FB 100X10 | 25 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

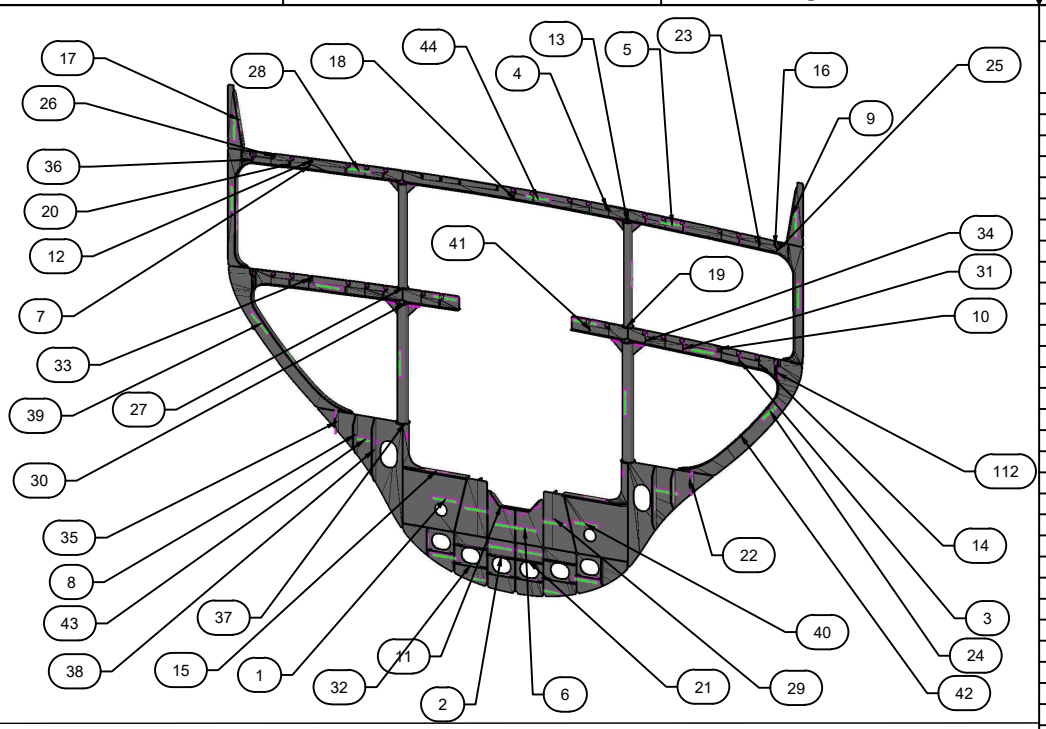
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

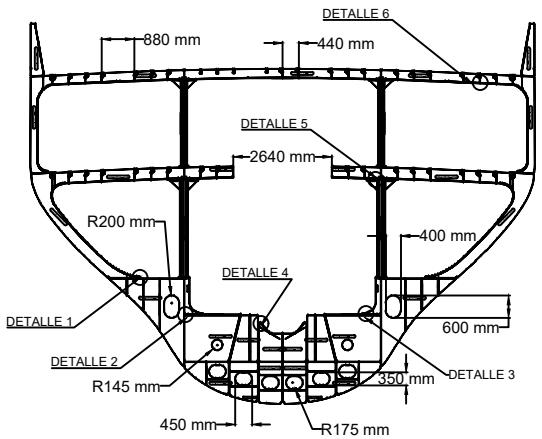
SHIPCONSTRUCTOR

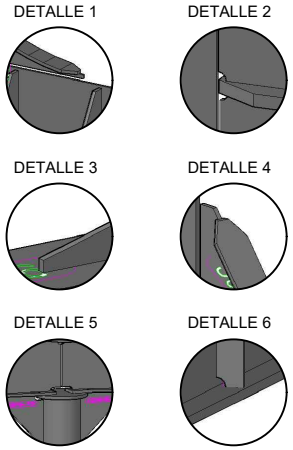
UNIT 02

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | CUADERNA 23 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U02-FR23-.dwg | 5/11/2017 | |




CG: 15656mm, 1mm, 4335mm

Weight: 3216kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U02-WF06---P35 | 1 | PL12 | 149 |
| 2 | U02-WF06---S47 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 3 | U02-WF06---S24 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 4 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 5 | U02-WF06---P12 | 1 | PL09 | 61 |
| 6 | U02-WF06---P03 | 1 | PL12 | 49 |
| 7 | U02-WF06---S53 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 8 | U02-WF06---S44 | 1 | FB 150X15 | 13 |
| 9 | U02-WF06---F16 | 1 | FB 100x8 | 8 |
| 10 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 11 | U02-WF06---F09 | 1 | FB 100X10 | 5 |
| 12 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 13 | Pl-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 14 | U02-WF06---S25 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 15 | U02-WF06---F14 | 1 | FB 150x30 | 52 |
| 16 | U02-WF06---P04 | 1 | PL09 | 1 |
| 17 | U02-WF06---F17 | 1 | FB 100x8 | 8 |
| 18 | U02-WF06---F11 | 1 | FB 100X14 | 57 |
| 19 | Pl-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 20 | U02-WF06---S32 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 21 | U02-WF06---S11 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 22 | U02-WF06---S07 | 1 | FB 150X15 | 5 |
| 23 | U02-WF06---S15 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 24 | U02-WF06---P01 | 1 | PL09 | 86 |
| 25 | U02-WF06---S14 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 26 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 27 | Pl-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 28 | U02-WF06---P34 | 1 | PL09 | 61 |
| 29 | U02-WF06---S09 | 1 | FB 150X15 | 20 |
| 30 | PL-8Xstr | 1 | PL17 | 9 |
| 31 | U02-WF06---S22 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 32 | U02-WF06---S49 | 1 | FB 60x12 | 4 |
| 33 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 34 | U02-WF06---S06 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 35 | U02-WF06---S43 | 1 | FB 150X15 | 5 |
| 36 | U02-WF06---S51 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 37 | PL-8Xstr | 1 | PL17 | 9 |
| 38 | U02-WF06---S42 | 1 | FB 150X15 | 22 |
| 39 | U02-WF06---P22 | 1 | PL09 | 86 |
| 40 | U02-WF06---P13 | 1 | PL12 | 149 |
| 41 | U02-WF06---S02 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 42 | U02-WF06---F03 | 1 | FB 100X14 | 39 |
| 43 | U02-WF06---P31 | 1 | PL09 | 134 |
| 44 | U02-WF06---P21 | 1 | PL09 | 85 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

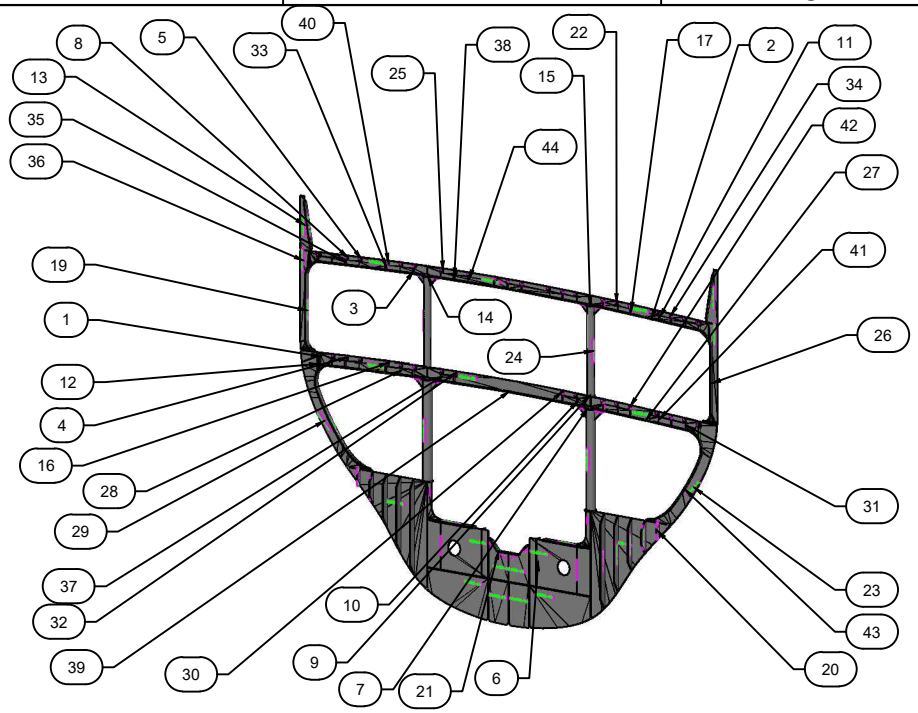
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

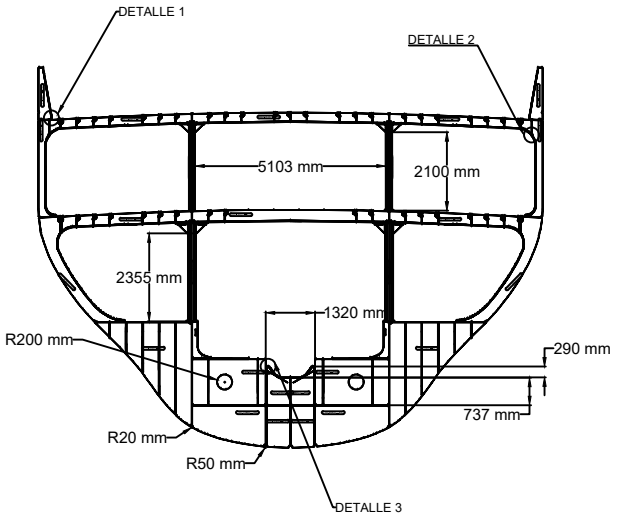
SHIPCONSTRUCTOR®

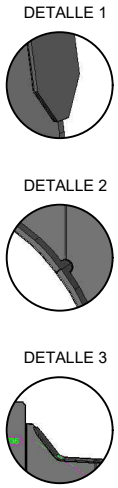
UNIT 02

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BULARCAMA 06 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U02-WF06-.dwg | 5/11/2017 | |




CG: 17979mm, 4mm, 4081mm

Weight: 3701kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U02-WB07---P40 | 1 | PL09 | 1 |
| 2 | U02-WB07---F02 | 1 | FB 100X14 | 42 |
| 3 | U02-WB07---S20 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 4 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 5 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 6 | U02-WB07---S08 | 1 | FB 150X15 | 20 |
| 7 | PL-8Xstr | 1 | PL17 | 9 |
| 8 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 9 | Pl-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 10 | U02-WB07---S25 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 11 | U02-WB07---S13 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 12 | U02-WB07---S38 | 1 | FB 40x9 | 1 |
| 13 | U02-WB07---P19 | 1 | PL10 | 26 |
| 14 | Pl-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 15 | Pl-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 16 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 17 | U02-WB07---S10 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 18 | U02-WB07---S32 | 1 | FB 150X15 | 20 |
| 19 | U02-WB07---F07 | 1 | FB 100X14 | 25 |
| 20 | U02-WB07---S03 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 21 | U02-WB07---F11 | 1 | FB 100X10 | 5 |
| 22 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 23 | U02-WB07---P02 | 1 | PL09 | 80 |
| 24 | U02-WB07---S02 | 1 | P6-X-Strong | 99 |
| 25 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 26 | U02-WB07---F01 | 1 | FB 100X14 | 25 |
| 27 | U02-WB07---F05 | 1 | FB 100X14 | 38 |
| 28 | U02-WB07---S22 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 29 | U02-WB07---P24 | 1 | PL09 | 80 |
| 30 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 31 | U02-WB07---S49 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 32 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 33 | U02-WB07---S20 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 34 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 35 | U02-WB07---S20 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 36 | U02-WB07---P26 | 1 | PL09 | 39 |
| 37 | U02-WB07---S19 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 38 | U02-WB07---S20 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 39 | U02-WB07---F12 | 1 | FB 100X14 | 57 |
| 40 | HP 100X7 | 1 | PL07 | 0 |
| 41 | U02-WB07---S47 | 1 | FB 40x9 | 0 |
| 42 | HP 120x8 | 1 | PL08 | 0 |
| 43 | U02-WB07---F03 | 1 | FB 100X14 | 35 |
| 44 | U02-WB07---S44 | 1 | FB 40x9 | 0 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

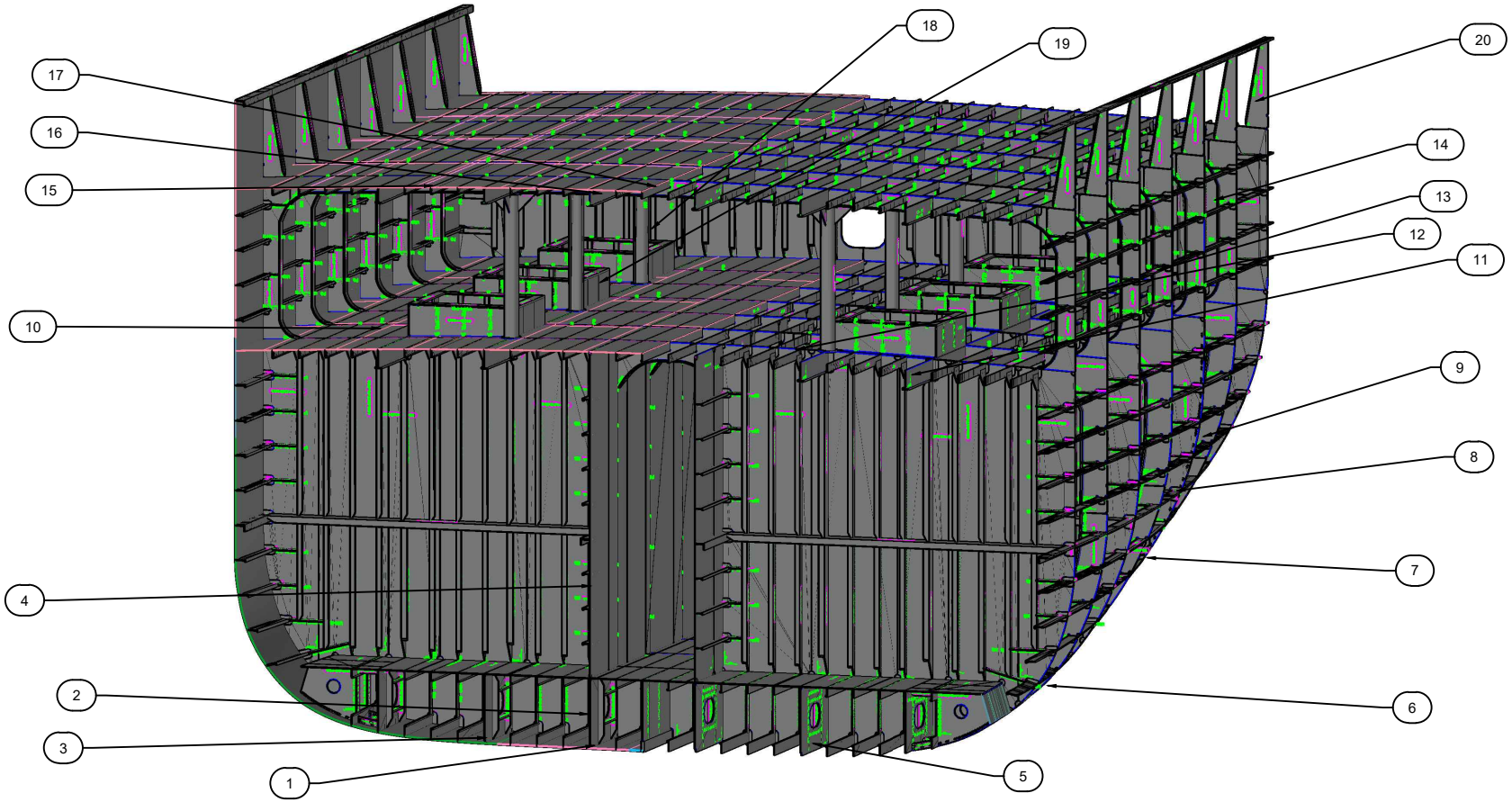
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 02

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BULARCAMA 07 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U02-WB07-.dwg | 5/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 3




| | | |
|---|---|---|
| 1 | Quilla | FB 160X50 |
| 2 | Viga Central | PL 10 |
| 3 | Refuerzo Longitudinal de Fondo | Hp 160x7 |
| 4 | Mamparo Longitudinal | PL 8 |
| 5 | Varenga | PL 10 |
| 6 | Plancha Marginal | PL 10 |
| 7 | Refuerzo Longitudinal de Costado 1 | Hp 160x8 |
| 8 | Palmejar | LU 150X100X14 |
| 9 | Bularcama 1 | T 425X120X12X25 |
| 10 | Refuerzo Longitudinal de Cubierta Principal | Hp 120X6 |
| 11 | Eslora de Cubierta Principal | T 300X100X9X14 |
| 12 | Bao de Cubierta Principal | T 300X100X9X14 |
| 13 | Refuerzo longitudinal de Costado 2 | Hp 120x6 |
| 14 | Bularcama 2 | T 300X100X9X14 |
| 15 | Refuerzo Longitudinal de Cubierta Superior | Hp 100X7 |
| 16 | Eslora de Cubierta Superior | T 250X100X9X14 |
| 17 | Bao de Cubierta Superior | T 250X100X9X14 |
| 18 | Pilar | Ø 8 in x Strong |
| 19 | Escotilla | PL 10; FB150X10 |
| 20 | Refuerzo de Amurada | PL 10; FB 100X8 |

CG: 26026mm, -15mm, 4071mm

Weight: 137290kg

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

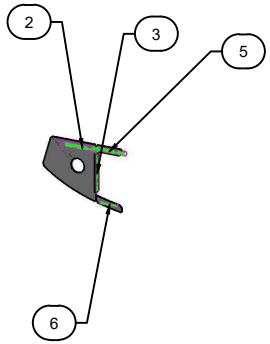
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

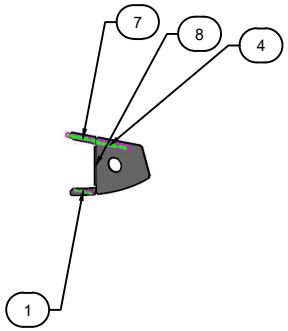
SHIPCONSTRUCTOR®

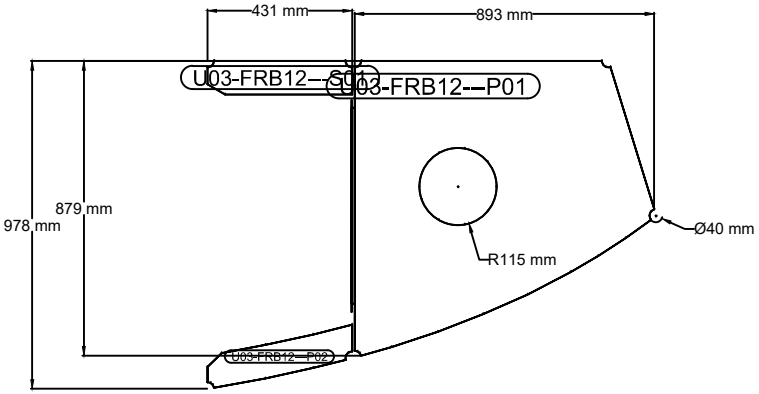
UNIT 03

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U03 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U03--.dwg | 5/11/2017 | |




## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U03-FRB12---P02 | 1 | PL10 | 3 |
| 2 | U03-FRB12---P03 | 1 | PL12 | 53 |
| 3 | U03-FRB12---F02 | 1 | FB 100X10 | 5 |
| 4 | U03-FRB12---P01 | 1 | PL12 | 53 |
| 5 | U03-FRB12---S02 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 6 | U03-FRB12---P04 | 1 | PL10 | 3 |
| 7 | U03-FRB12---S01 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 8 | U03-FRB12---F01 | 1 | FB 100X10 | 5 |

CG: 31314mm, 0mm, 730mm

Weight: 128kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

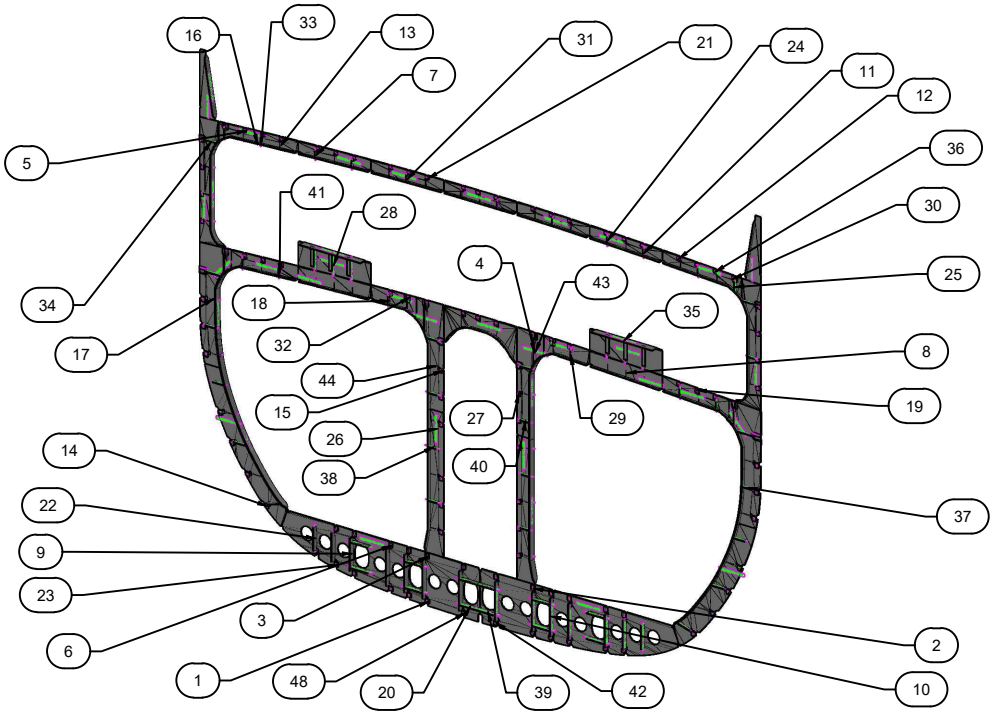
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

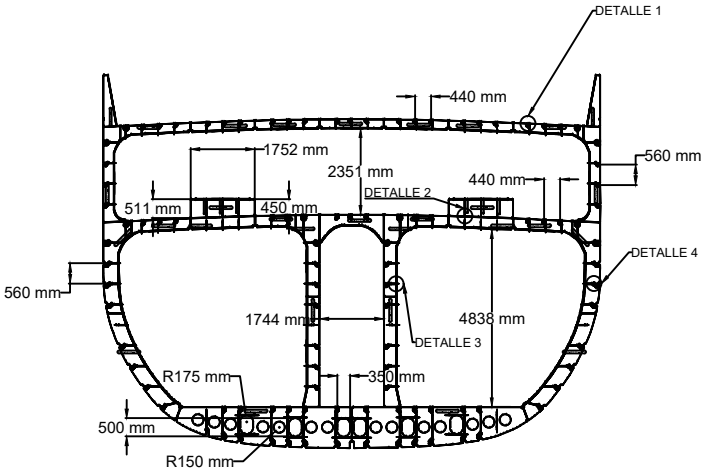
SHIPCONSTRUCTOR

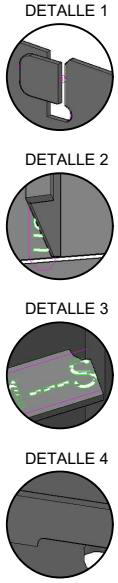
UNIT 03

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | ESCUADRA DE CONFORMADO FR 12 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U03-FRB12-.dwg | 5/11/2017 | |




CG: 25519mm, -32mm, 4160mm

Weight: 3222kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | HP-160X11.5 | 1 | PL12 | 1 |
| 2 | HP 140X8 | 1 | PL12 | 1 |
| 3 | HP 140X8 | 1 | PL12 | 1 |
| 4 | U03-WB 11---S75 | 1 | FB 50X12 | 2 |
| 5 | U03-WB 11---P41 | 1 | PL09 | 0 |
| 6 | HP 140X8 | 1 | PL12 | 1 |
| 7 | U03-WB 11---S23 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 8 | U03-WB 11---S74 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 9 | U03-WB 11---S42 | 1 | FB 100X10 | 5 |
| 10 | U03-WB 11---S37 | 1 | FB 100X10 | 6 |
| 11 | U03-WB 11---S03 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 12 | U03-WB 11---P13 | 1 | PL09 | 0 |
| 13 | U03-WB 11---S24 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 14 | U03-WB 11---P61 | 1 | PL12 | 1 |
| 15 | U03-WB 11---P49 | 1 | PL12 | 1 |
| 16 | U03-WB 11---F11 | 1 | FB 100X14 | 21 |
| 17 | U03-WB 11---S114 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 18 | U03-WB 11---S102 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 19 | U03-WB 11---P50 | 1 | PL09 | 1 |
| 20 | U03-WB 11---S60 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 21 | U03-WB 11---P29 | 1 | PL09 | 0 |
| 22 | U03-WB 11---S44 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 23 | HP-160X11.5 | 1 | PL12 | 1 |
| 24 | U03-WB 11---S13 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 25 | U03-WB 11---S04 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 26 | U03-WB 11---P78 | 1 | PL12 | 95 |
| 27 | U03-WB 11---P51 | 1 | PL12 | 1 |
| 28 | U03-WB 11---S32 | 1 | L 75x75x6x6 | 3 |
| 29 | U03-WB 11---S79 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 30 | U03-WB 11---P14 | 1 | PL09 | 1 |
| 31 | U03-WB 11---S30 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 32 | U03-WB 11---P63 | 1 | PL09 | 1 |
| 33 | U03-WB 11---S25 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 34 | U03-WB 11---S17 | 1 | FB 40X6 | 1 |
| 35 | U03-WB 11---F03 | 1 | FB 150X10 | 17 |
| 36 | U03-WB 11---P15 | 1 | PL09 | 0 |
| 37 | U03-WB 11---S80 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 38 | U03-WB 11---S100 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 39 | U03-WB 11---S50 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 40 | U03-WB 11---S81 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 41 | U03-WB 11---S110 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 42 | HP-160X11.5 | 1 | PL12 | 1 |
| 43 | U03-WB 11---P75 | 1 | PL12 | 84 |
| 44 | U03-WB 11---S105 | 1 | FB 50X12 | 1 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

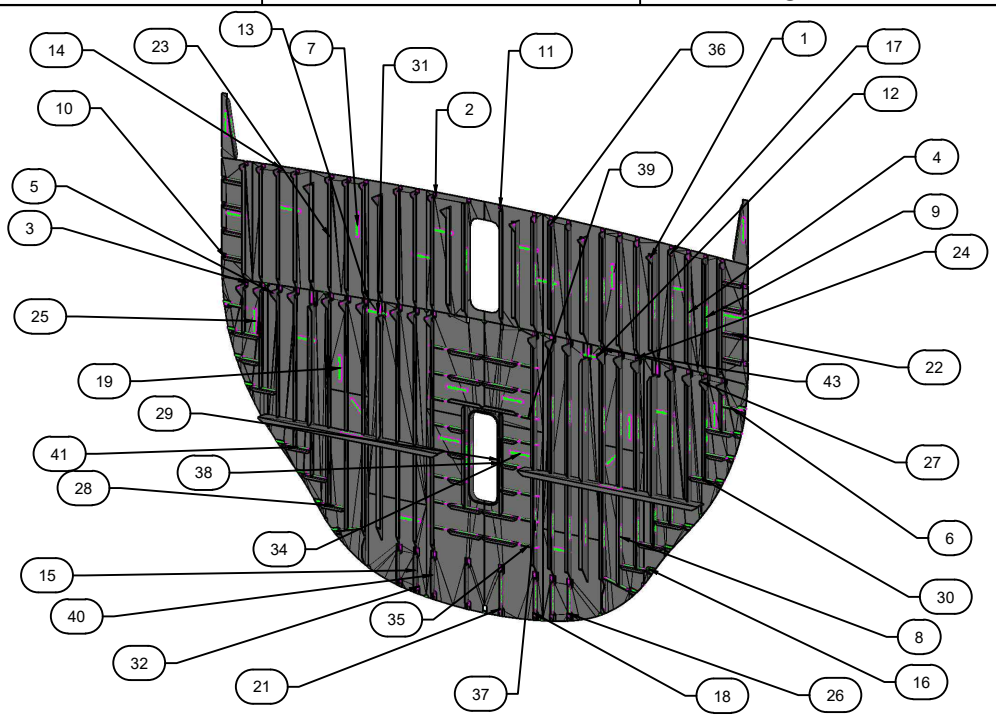
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

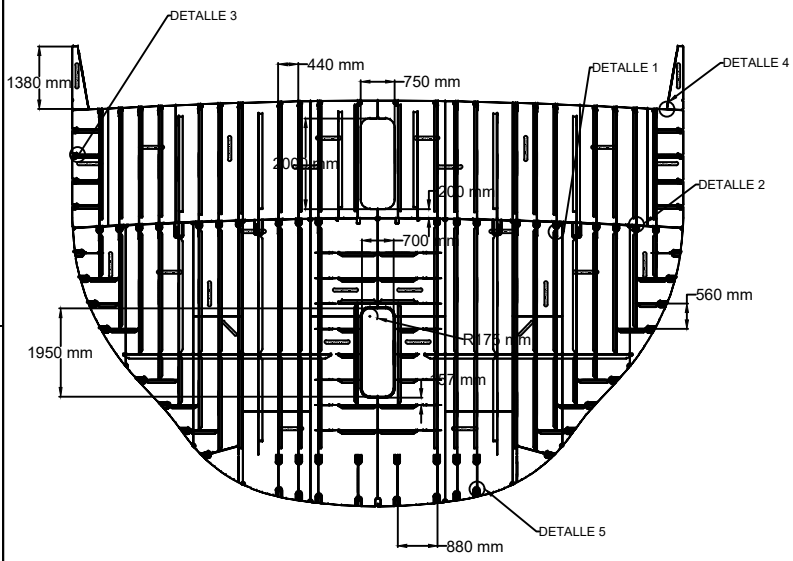
SHIPCONSTRUCTOR

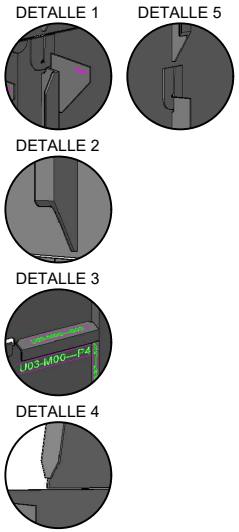
UNIT 03

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BULARCAMA 11 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U03-WB 11-.dwg | 5/11/2017 | |




CG: 20329mm, 0mm, 4849mm

Weight: 8967kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | BTK 210 | 1 | PL05 | 1 |
| 2 | U03-M00---P20 | 1 | PL09 | 0 |
| 3 | U03-M00---P113 | 1 | PL08 | 1 |
| 4 | U03-M00---S14 | 1 | 100x75x10UA | 31 |
| 5 | 182_STIFF_BULKHEAD_2 | 1 | PL07 | 3 |
| 6 | U03-M00---S109 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 7 | U03-M00---P40 | 1 | PL06 | 181 |
| 8 | U03-M00---S72 | 1 | 100x75x10UA | 27 |
| 9 | U03-M00---S15 | 1 | 100x75x10UA | 31 |
| 10 | U03-M00---P22 | 1 | PL09 | 1 |
| 11 | U03-M00---P10 | 1 | PL09 | 0 |
| 12 | 182_STIFF_BULKHEAD_2 | 1 | PL07 | 3 |
| 13 | U03-M00---P47 | 1 | PL08 | 0 |
| 14 | U03-M00---P17 | 1 | PL09 | 0 |
| 15 | U03-M00---S78 | 1 | FB 100X10 | 5 |
| 16 | U03-M00---P97 | 1 | PL08 | 1 |
| 17 | BKT-140 | 1 | PL05 | 1 |
| 18 | U03-M00---P100 | 1 | PL08 | 2 |
| 19 | U03-M00---P69 | 1 | PL08 | 143 |
| 20 | BKT-140 | 1 | PL05 | 1 |
| 21 | U03-M00---P102 | 1 | PL08 | 2 |
| 22 | U03-M00---S22 | 1 | 100x75x10UA | 6 |
| 23 | U03-M00---S29 | 1 | 100x75x10UA | 31 |
| 24 | U03-M00---P86 | 1 | PL08 | 1 |
| 25 | U03-M00---P72 | 1 | PL08 | 147 |
| 26 | U03-M00---P101 | 1 | PL08 | 2 |
| 27 | 182_STIFF_BULKHEAD_2 | 1 | PL07 | 3 |
| 28 | U03-M00---S66 | 1 | 100x75x10UA | 8 |
| 29 | U03-M00---F03 | 1 | FB 120x25 | 60 |
| 30 | U03-M00---S100 | 1 | 100x75x10UA | 8 |
| 31 | U03-M00---P76 | 1 | PL08 | 392 |
| 32 | U03-M00---P109 | 1 | PL08 | 2 |
| 33 | 182_STIFF_BULKHEAD_2 | 1 | PL07 | 3 |
| 34 | U03-M00---P66 | 1 | PL08 | 344 |
| 35 | U03-M00---S806 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 36 | BKT-140 | 1 | PL05 | 1 |
| 37 | U03-M00---S83 | 1 | 100x75x10UA | 27 |
| 38 | U03-M00---S45 | 1 | 100x75x10UA | 29 |
| 39 | U03-M00---S806 | 1 | FB 100X10 | 2 |
| 40 | U03-M00---S77 | 1 | FB 100X10 | 6 |

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

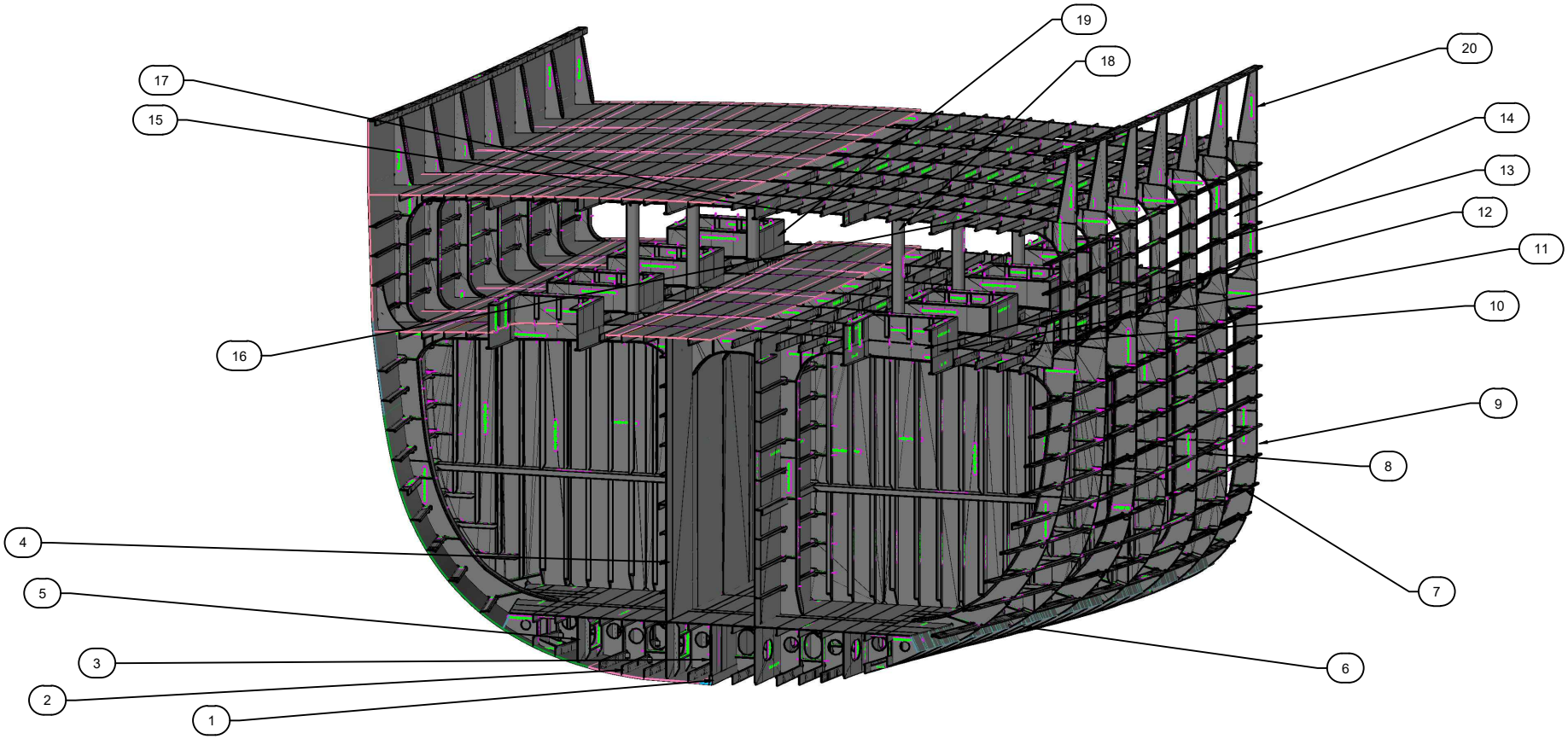
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 03

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | MAMPARO 0 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U03-M00-.dwg | 5/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 4




| | | |
|---|---|---|
| 1 | Quilla | FB 160X50 |
| 2 | Viga Central | PL 10 |
| 3 | Refuerzo Longitudinal de Fondo | Hp 160X7 |
| 4 | Mamparo Longitudinal | PL 8 |
| 5 | Varenga | PL 10 |
| 6 | Plancha Marginal | PL 10 |
| 7 | Refuerzo Longitudinal de Costado 1 | Hp 160X8 |
| 8 | Palmejar | LU 150X100X14 |
| 9 | Bularcama 1 | T 425X120X12X25 |
| 10 | Refuerzo Longitudinal de Cubierta Principal | Hp 120X6 |
| 11 | Eslora de Cubierta Principal | T 300X100X9X14 |
| 12 | Bao de Cubierta Principal | T 300X100X9X14 |
| 13 | Refuerzo longitdudinal de Costado 2 | Hp 120X6 |
| 14 | Bularcama 2 | T 300X100X9X14 |
| 15 | Refuerzo Longitudinal de Cubierta Superior | Hp 100X7 |
| 16 | Eslora de Cubierta Superior | T 250X100X9X14 |
| 17 | Bao de Cubierta Superior | T 250X100X9X14 |
| 18 | Pilar | Ø 8 in X Strong |
| 19 | Escotilla | PL 10; FB 150X10 |
| 20 | Refuerzo de Amurada | PL 10; FB 100X8 |

CG: 38045mm, -46mm, 4031mm

Weight: 134191kg

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

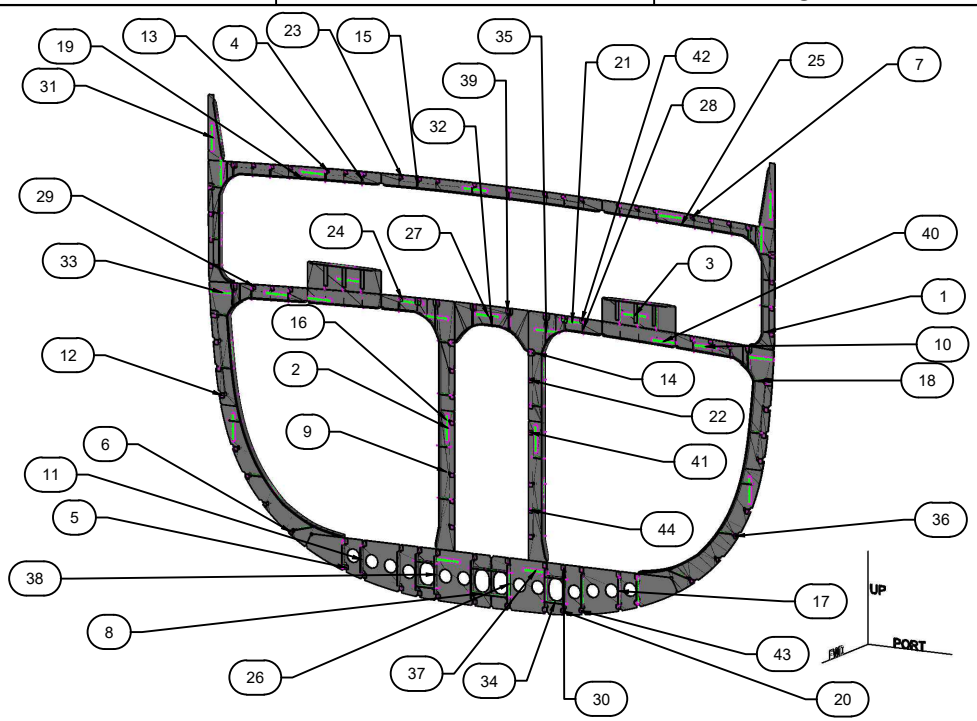
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

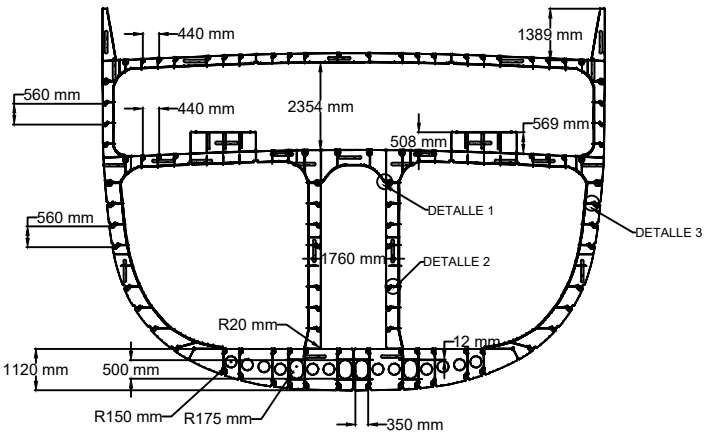
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 04

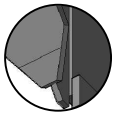
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U04 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| Unit U04--.dwg | 5/11/2017 | |

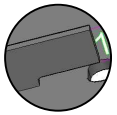


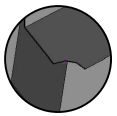

DETALLE 1



DETALLE 2



DETALLE 3



CG: 42918mm, -0mm, 4336mm

Weight: 3196kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U04-WB14---S84 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 2 | U04-WB14---P09 | 1 | PL12 | 95 |
| 3 | U04-WB14---P20 | 1 | PL08 | 59 |
| 4 | U04-WB14---S90 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 5 | HP-160X11.5 | 1 | PL12 | 1 |
| 6 | U04-WB14---P49 | 1 | PL12 | 0 |
| 7 | U04-WB14---P75 | 1 | PL09 | 0 |
| 8 | U04-WB14---S57 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 9 | U04-WB14---S19 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 10 | U04-WB14---P23 | 1 | PL09 | 32 |
| 11 | U04-WB14---S25 | 1 | FB 100X10 | 4 |
| 12 | U04-WB14---P43 | 1 | PL12 | 1 |
| 13 | U04-WB14---P65 | 1 | PL09 | 0 |
| 14 | U04-WB14---S06 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 15 | U04-WB14---S89 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 16 | U04-WB14---S15 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 17 | U04-WB14---S30 | 1 | FB 100X10 | 4 |
| 18 | U04-WB14---S58 | 1 | FB 50X12 | 1 |
| 19 | U04-WB14---F04 | 1 | FB 100X14 | 40 |
| 20 | HP-160X11.5 | 1 | PL12 | 1 |
| 21 | U04-WB14---P25 | 1 | PL09 | 22 |
| 22 | U04-WB14---P11 | 1 | PL12 | 1 |
| 23 | U04-WB14---P79 | 1 | PL09 | 0 |
| 24 | U04-WB14---P28 | 1 | PL09 | 1 |
| 25 | U04-WB14---F02 | 1 | FB 100X14 | 40 |
| 26 | U04-WB14---S32 | 1 | FB 100X10 | 6 |
| 27 | U04-WB14---P06 | 1 | PL08 | 57 |
| 28 | U04-WB14---S41 | 1 | FB 40X6 | 0 |
| 29 | U04-WB14---P28 | 1 | PL09 | 1 |
| 30 | HP 140X8 | 1 | PL12 | 1 |
| 31 | U04-WB14---P03 | 1 | PL10 | 26 |
| 32 | U04-WB14---F03 | 1 | FB 100X14 | 22 |
| 33 | U04-WB14---P44 | 1 | PL12 | 109 |
| 34 | U04-WB14---S62 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 35 | U04-WB14---S04 | 1 | FB 50X12 | 2 |
| 36 | U04-WB14---P35 | 1 | PL12 | 1 |
| 37 | U04-WB14---P18 | 1 | PL12 | 299 |
| 38 | U04-WB14---S22 | 1 | FB 100X10 | 6 |
| 39 | U04-WB14---P24 | 1 | PL08 | 1 |
| 40 | U04-WB14---P26 | 1 | PL09 | 35 |
| 41 | U04-WB14---P11 | 1 | PL12 | 1 |
| 42 | U04-WB14---P22 | 1 | PL09 | 1 |
| 43 | HP-160X11.5 | 1 | PL12 | 1 |
| 44 | U04-WB14---P11 | 1 | PL12 | 1 |

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

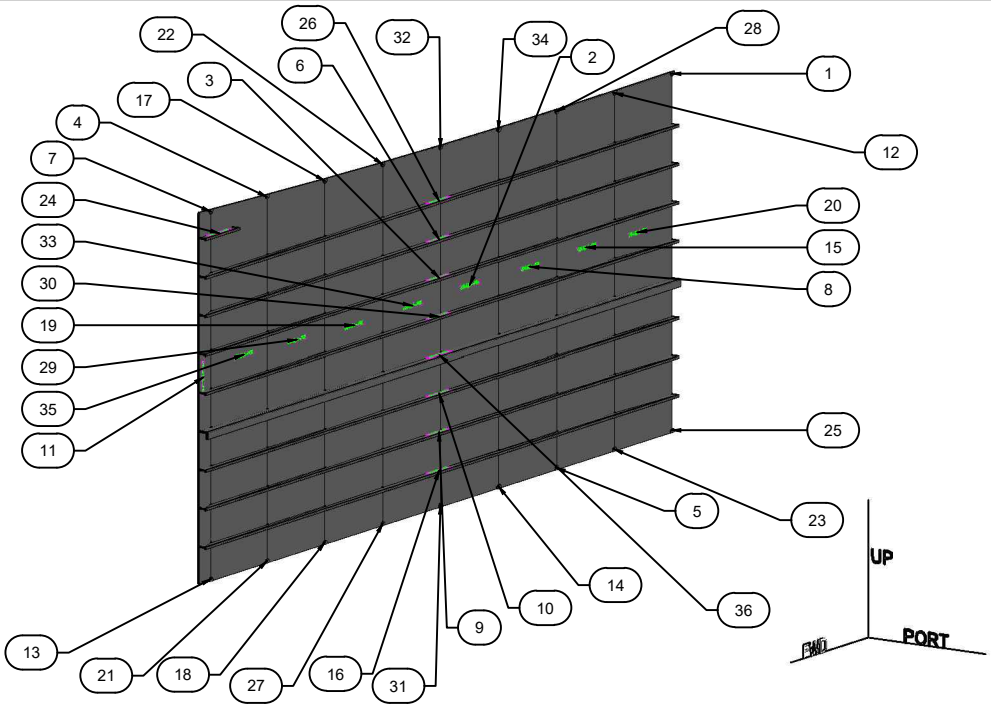
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 04

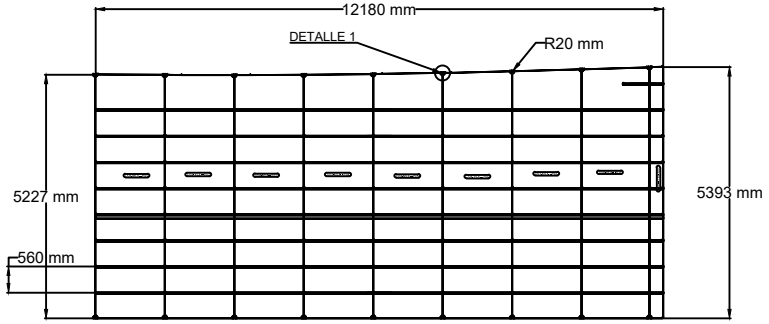
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BULARCAMA 14 | |

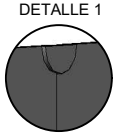
| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U04-WB14-.dwg | 6/11/2017 | |




## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 2 | U04-ML4---P04 | 1 | PL08 | 489 |
| 3 | U04-ML4---S04 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 4 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 5 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 6 | U04-ML4---S03 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 7 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 8 | U04-ML4---P03 | 1 | PL08 | 488 |
| 9 | U04-ML4---S07 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 10 | U04-ML4---S06 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 11 | U04-ML4---P09 | 1 | PL08 | 101 |
| 12 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 13 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 14 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 15 | U04-ML4---P02 | 1 | PL08 | 488 |
| 16 | U04-ML4---S08 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 17 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 18 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 19 | U04-ML4---P06 | 1 | PL08 | 494 |
| 20 | U04-ML4---P01 | 1 | PL08 | 489 |
| 21 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 22 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 23 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 24 | U04-ML4---S01 | 1 | HP 120x07 | 7 |
| 25 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 26 | U04-ML4---S02 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 27 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 28 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 29 | U04-ML4---P07 | 1 | PL08 | 497 |
| 30 | U04-ML4---S05 | 1 | HP 120x07 | 100 |
| 31 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 32 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 33 | U04-ML4---P05 | 1 | PL08 | 491 |
| 34 | U04-ML4---P10 | 1 | PL08 | 0 |
| 35 | U04-ML4---P08 | 1 | PL08 | 488 |
| 36 | U04-ML4---S09 | 1 | LU 150x100x14 | 318 |




CG: 38313mm, 893mm, 3725mm

Weight: 5058kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

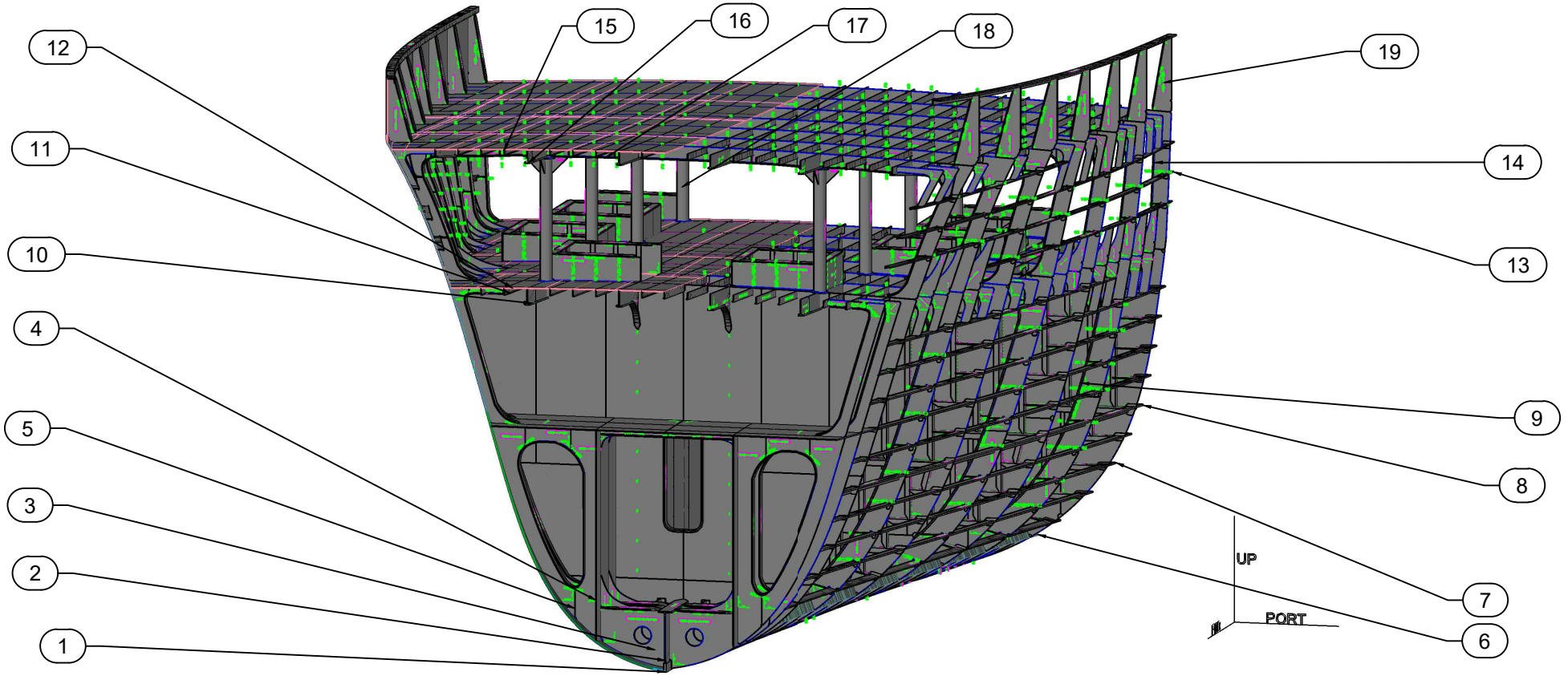
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 04

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | MAMPARO LONGITUDINAL | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U04-ML4-.dwg | 6/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 5




| ITEM | NOMBRE | STOCK |
|---|---|---|
| 1 | Quilla | FB 160x50 |
| 2 | Viga central | PL 10 |
| 3 | Refuerzo longitudinal del Fondo | Hp 160x11.5 |
| 4 | Mamaparo Longitudinal de Tanque | PL 10 |
| 5 | Varenga | PL 10 |
| 6 | Plancha Marginal | PL 10 |
| 7 | Refuerzo longitudinal de Costado 1 | Hp 160x11.5 |
| 8 | Palmejar | LU 150x100x14 |
| 9 | Bularcama 1 | T 425x120x12x25 |
| 10 | Refuerzo Longitudinal de Cubierta Principal | Hp 120x6 |
| 11 | Eslora de Cubierta Principal | T 300x100x9x14 |
| 12 | Bao de Cubierta Principal | T 300x100x9x14 |
| 13 | Refuerzo longtudinal de Costado 2 | Hp 120x8 |
| 14 | Bularcama 2 | T 300x100x9x14 |
| 15 | Refuerzo Longitudinal de Cubierta Superior | Hp 100x7 |
| 16 | Eslora de Cubierta Superior | T 250x100x9x14 |
| 17 | Bao de Cubierta Superior | T 250x100x9x14 |
| 18 | Pilar | Ø 8 in x Strong |
| 19 | Refuerzo de Amurada | PL10; FB 100x8 |

CG: 50047mm, 0mm, 4780mm

Weight: 128871kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

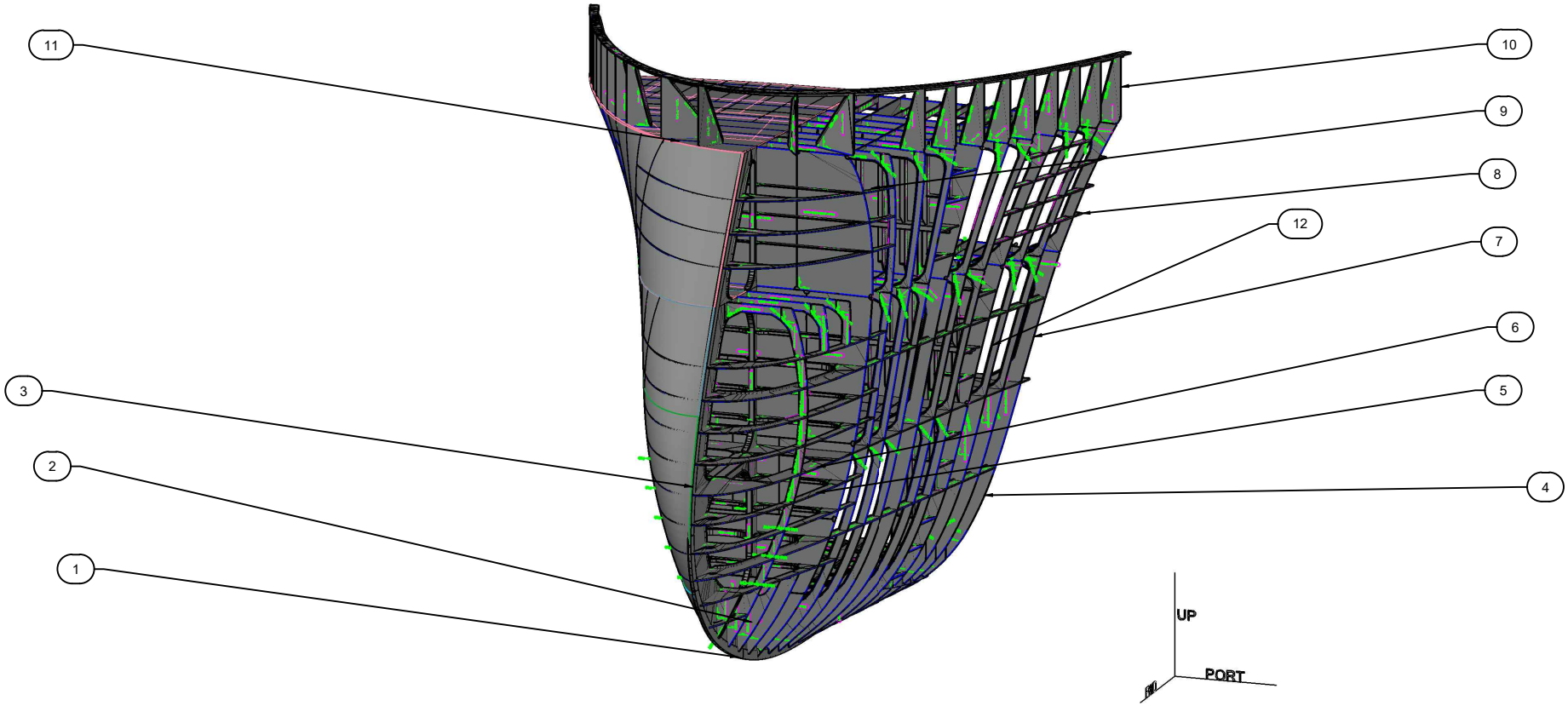
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 05

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U05 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U05--.dwg | 4/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 6




| ITEM | NOMBRE | STOCK |
|---|---|---|
| 1 | Quilla | FB 160x50 |
| 2 | Verenga | PL 12 |
| 3 | Quilla | FB 140x50 |
| 4 | Bularcama 1 | T 300x100x9x14 |
| 5 | Buzarda | T 150x50x10x10 |
| 6 | Buzarda | PL 8 |
| 7 | Bularcama 2 | T 300x100x9x14 |
| 8 | RefuerzosLongitudinales de Costado | Hp 120x8 |
| 9 | Pilar | Ø 6 in x Strong |
| 10 | Refuerzo de Amurada | PL10;FB 100x8 |
| 11 | Eslora Cubierta Superior | T 250x100x9x14 |
| 12 | Cuaderna | T 150x80x10x10 |

CG: 60506mm, 37mm, 5658mm
Weight: 59836kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

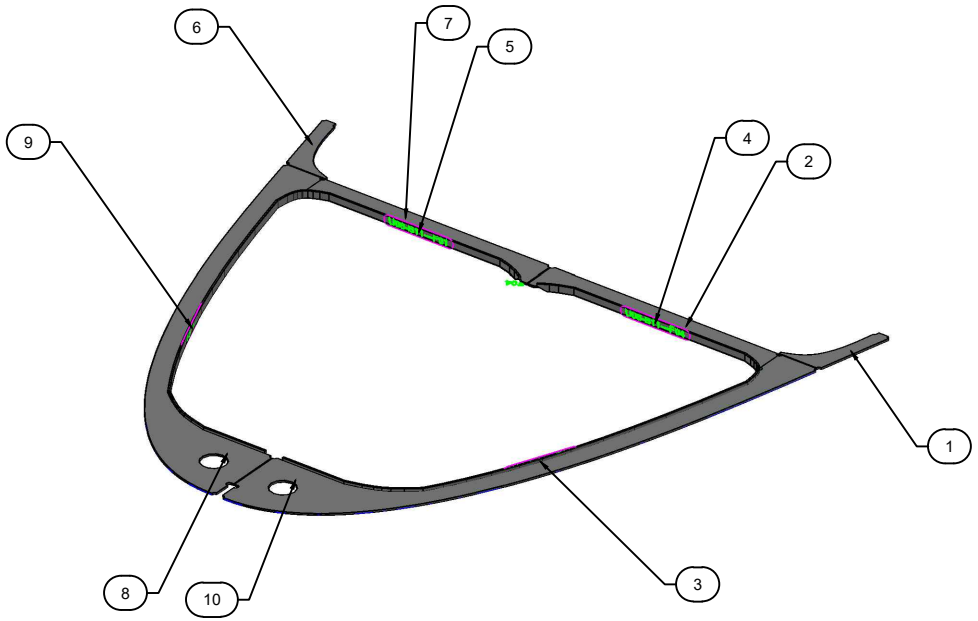
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

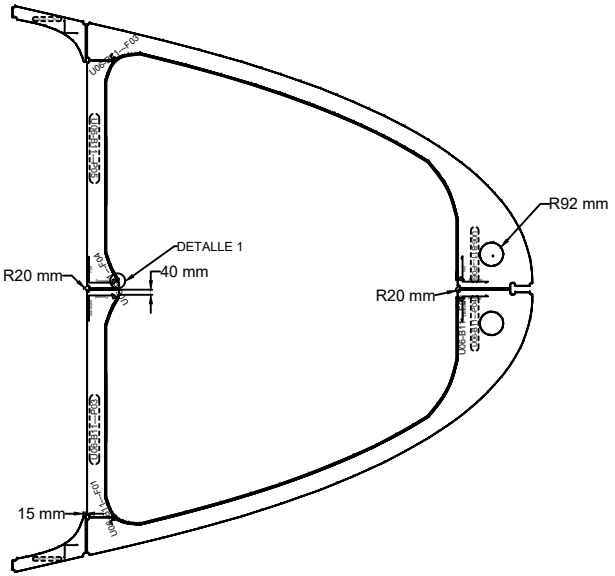
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 06

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U06 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| Unit U06--.dwg | 4/11/2017 | |



## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U06-B11---P01 | 1 | PL10 | 6 |
| 2 | U06-B11---P05 | 1 | PL10 | 21 |
| 3 | U06-B11---F03 | 1 | FB 50X10 | 14 |
| 4 | U06-B11---F04 | 1 | FB 50X10 | 7 |
| 5 | U06-B11---F01 | 1 | FB 50X10 | 7 |
| 6 | U06-B11---P02 | 1 | PL10 | 6 |
| 7 | U06-B11---P03 | 1 | PL10 | 21 |
| 8 | U06-B11---P04 | 1 | PL10 | 68 |
| 9 | U06-B11---F02 | 1 | FB 50X10 | 14 |
| 10 | U06-B11---P06 | 1 | PL10 | 68 |

CG: 64147mm, 0mm, 5605mm

Weight: 231kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

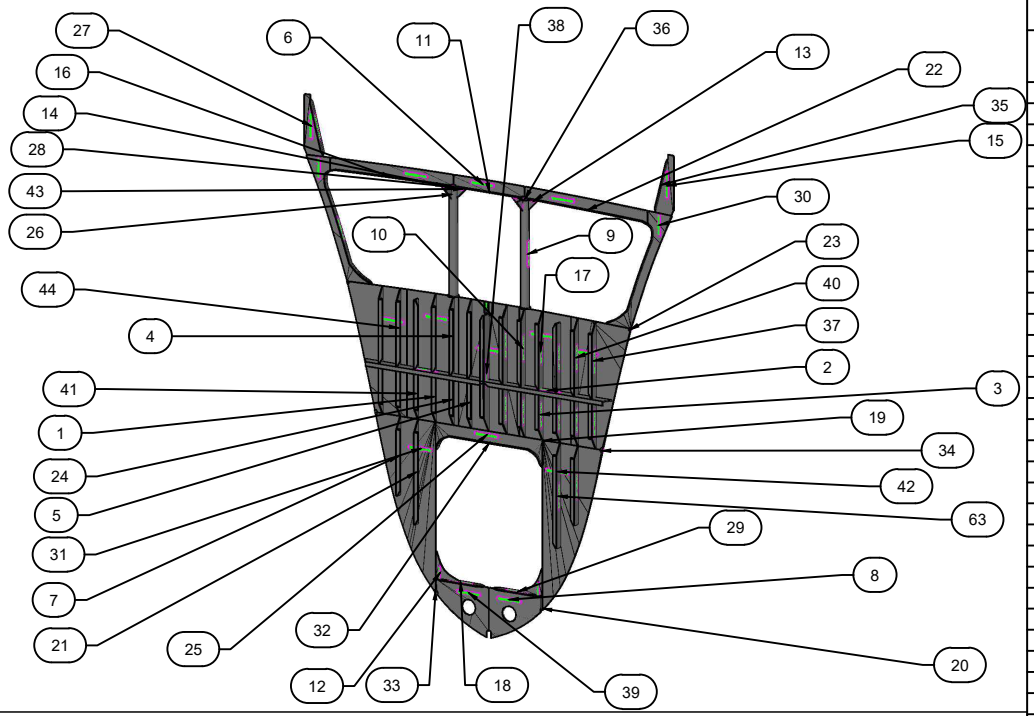
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

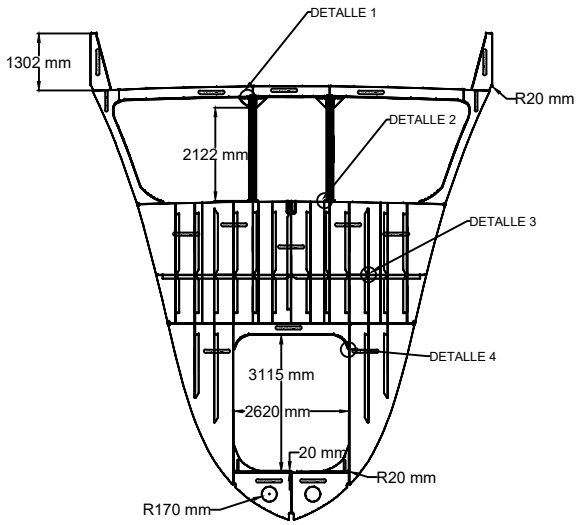
SHIPCONSTRUCTOR

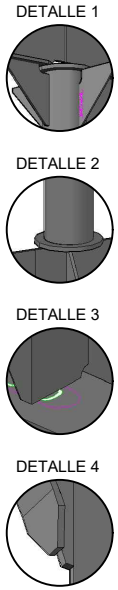
UNIT 06

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BUZARDA 11 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U06-B11-.dwg | 6/11/2017 | |




CG: 58602mm, -0mm, 5641mm

Weight: 3844kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U06-FR30---S31 | 1 | L 150x90x12x12 | 20 |
| 2 | U06-FR30---S10 | 1 | L 200x90x8x14 | 64 |
| 3 | U06-FR30---S18 | 1 | L 150x90x12x12 | 20 |
| 4 | U06-FR30---S29 | 1 | L 150x90x12x12 | 32 |
| 5 | U06-FR30---S24 | 1 | L 150x90x12x12 | 20 |
| 6 | U06-FR30---P05 | 1 | PL12 | 38 |
| 7 | U06-FR30---S06 | 1 | L 150x90x12x12 | 32 |
| 8 | U06-FR30---P08 | 1 | PL12 | 85 |
| 9 | U06-FR30---S01 | 1 | P6-X-Strong | 100 |
| 10 | U06-FR30---S12 | 1 | L 150x90x12x12 | 32 |
| 11 | U06-FR30---F03 | 1 | FB 90X12 | 13 |
| 12 | U06-FR30---P11 | 1 | PL10 | 9 |
| 13 | BTT-P6 | 1 | PL06 | 1 |
| 14 | BTT-P6 | 1 | PL06 | 1 |
| 15 | U06-FR30---P01 | 1 | PL10 | 30 |
| 16 | U06-FR30---F02 | 1 | FB 90X12 | 25 |
| 17 | U06-FR30---S13 | 1 | L 150x90x12x12 | 32 |
| 18 | U06-FR30---F07 | 1 | FB 150X15 | 19 |
| 19 | U06-FR30---P23 | 1 | PL10 | 0 |
| 20 | U06-FR30---P09 | 1 | PL10 | 0 |
| 21 | U06-FR30---S05 | 1 | L 150x90x12x12 | 44 |
| 22 | U06-FR30---F06 | 1 | FB 90X12 | 25 |
| 23 | U06-FR30---P15 | 1 | PL10 | 0 |
| 24 | U06-FR30---S32 | 1 | L 150x90x12x12 | 20 |
| 25 | U06-FR30---P03 | 1 | PL12 | 67 |
| 26 | BTT-P6 | 1 | PL06 | 1 |
| 27 | U06-FR30---P02 | 1 | PL10 | 30 |
| 28 | PI-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 29 | U06-FR30---F08 | 1 | FB 150X15 | 19 |
| 30 | U06-FR30---P28 | 1 | PL10 | 56 |
| 31 | U06-FR30---P12 | 1 | PL10 | 267 |
| 32 | U06-FR30---F01 | 1 | FB 90X12 | 24 |
| 33 | U06-FR30---P14 | 1 | PL10 | 0 |
| 34 | U06-FR30---P24 | 1 | PL10 | 0 |
| 35 | U06-FR30---F04 | 1 | FB 100x8 | 7 |
| 36 | PI-6Xstr | 1 | PL15 | 5 |
| 37 | U06-FR30---S14 | 1 | L 150x90x12x12 | 31 |
| 38 | U06-FR30---S17 | 1 | L 200x90x8x14 | 49 |
| 39 | U06-FR30---P13 | 1 | PL12 | 85 |
| 40 | U06-FR30---S15 | 1 | L 150x90x12x12 | 31 |
| 41 | U06-FR30---S30 | 1 | L 150x90x12x12 | 20 |
| 42 | U06-FR30---P10 | 1 | PL10 | 267 |
| 43 | BTT-P6 | 1 | PL06 | 1 |
| 44 | U06-FR30---S23 | 1 | L 150x90x12x12 | 31 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

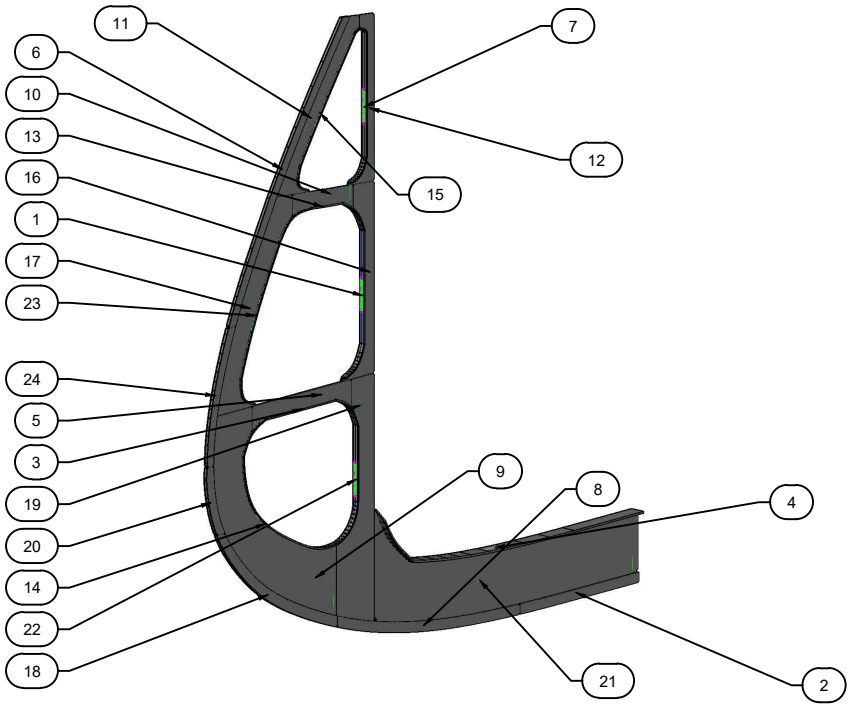
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

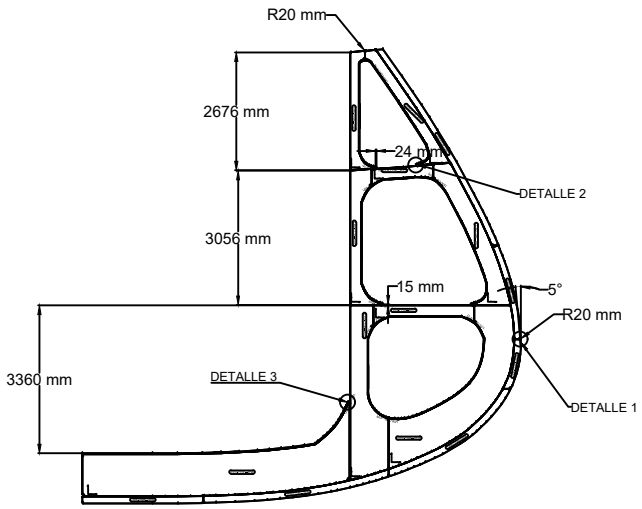
SHIPCONSTRUCTOR®

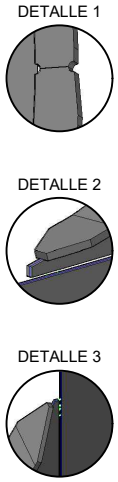
UNIT 06

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | BULARCAMA 16 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U06-FR30-.dwg | 6/11/2017 | |




CG: 62672mm, 0mm, 3092mm

Weight: 2900kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U06-CGR---F07 | 1 | FB 90X12 | 25 |
| 2 | U06-CGR---S06 | 1 | FB 160X50 | 173 |
| 3 | U06-CGR---F02 | 1 | FB 90X12 | 20 |
| 4 | U06-CGR---F03 | 1 | Fb 250x20 | 253 |
| 5 | U06-CGR---P04 | 1 | PL10 | 49 |
| 6 | U06-CGR---S01 | 1 | FB 140X50 | 286 |
| 7 | U06-CGR---F05 | 1 | FB 90X12 | 23 |
| 8 | U06-CGR---S05 | 1 | FB 160X50 | 268 |
| 9 | U06-CGR---P05 | 1 | PL10 | 287 |
| 10 | U06-CGR---P03 | 1 | PL10 | 30 |
| 11 | U06-CGR---P07 | 1 | PL10 | 65 |
| 12 | U06-CGR---P06 | 1 | PL10 | 48 |
| 13 | U06-CGR---F08 | 1 | FB 90X12 | 12 |
| 14 | U06-CGR---F01 | 1 | FB 90X12 | 30 |
| 15 | U06-CGR---F04 | 1 | FB 90X12 | 25 |
| 16 | U06-CGR---P01 | 1 | PL10 | 76 |
| 17 | U06-CGR---P02 | 1 | PL10 | 118 |
| 18 | U06-CGR---S04 | 1 | FB 160X50 | 212 |
| 19 | U06-CGR---P09 | 1 | PL10 | 181 |
| 20 | U06-CGR---S03 | 1 | FB 160X50 | 72 |
| 21 | U06-CGR---P08 | 1 | PL10 | 480 |
| 22 | U06-CGR---F09 | 1 | FB 90X12 | 20 |
| 23 | U06-CGR---F06 | 1 | FB 90X12 | 28 |
| 24 | U06-CGR---S02 | 1 | FB 140X50 | 121 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

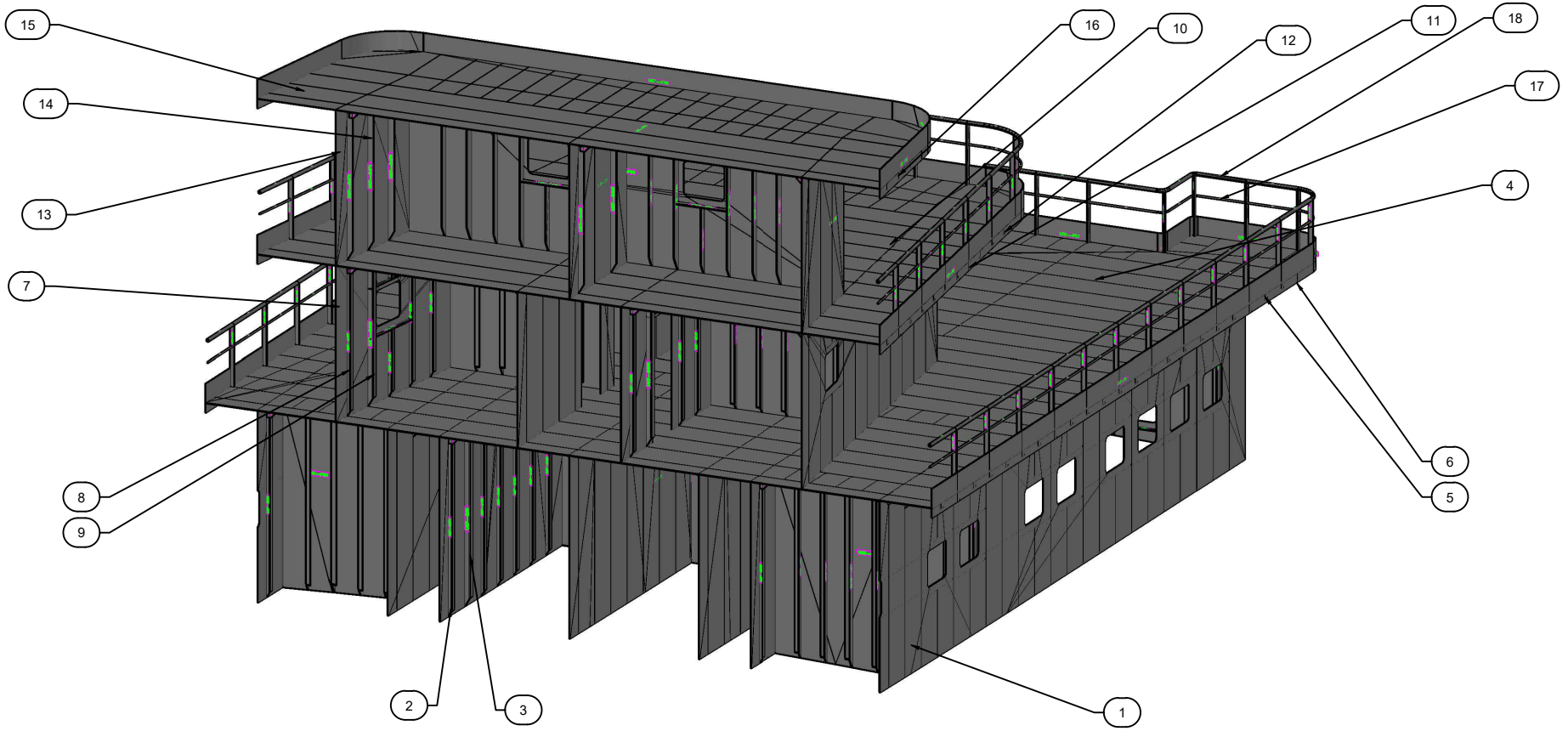
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 06

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | ESTRUCTURA DE PROA | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U06-CGR-.dwg | 6/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 7




| | | |
|---|---|---|
| 1 | Costado 1 | PL 6 |
| 2 | Cuaderna Costado 1 | L 65X65X6X6 |
| 3 | Bularcama Costado 1 | L 100X75X7X7 |
| 4 | Cubierta 1 | PL 10 |
| 5 | Bao Cubierta 1 | L 90X90X10X10 |
| 6 | Bao Fuerte Cubierta 1 | L 150X100X14X14 |
| 7 | Costado 2 | PL 5 |
| 8 | Cuaderna Costado 2 | L 65X65X6X6 |
| 9 | Bularcama Costado 2 | L 100X75X7X7 |
| 10 | Cubierta 2 | PL 8 |
| 11 | Bao Cubierta 2 | L 100X75X7X7 |
| 12 | Bao Fuerte Cubierta 2 | L 150X90X12X12 |
| 13 | Costado 3 | PL 5 |
| 14 | Cuaderna Costado 3 | FB 100X10 |
| 15 | Cubierta 3 | PL 6 |
| 16 | Bao Cubierta 3 | FB 140X12 |
| 17 | Proteccion 1 | ROUND BAR Ø 1/2 in |
| 18 | Proteccion 2 | PIPE 1 $\frac{1}{4}$ SCH 40 |

CG: 33047mm, -9mm, 12439mm

Weight: 46421kg

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

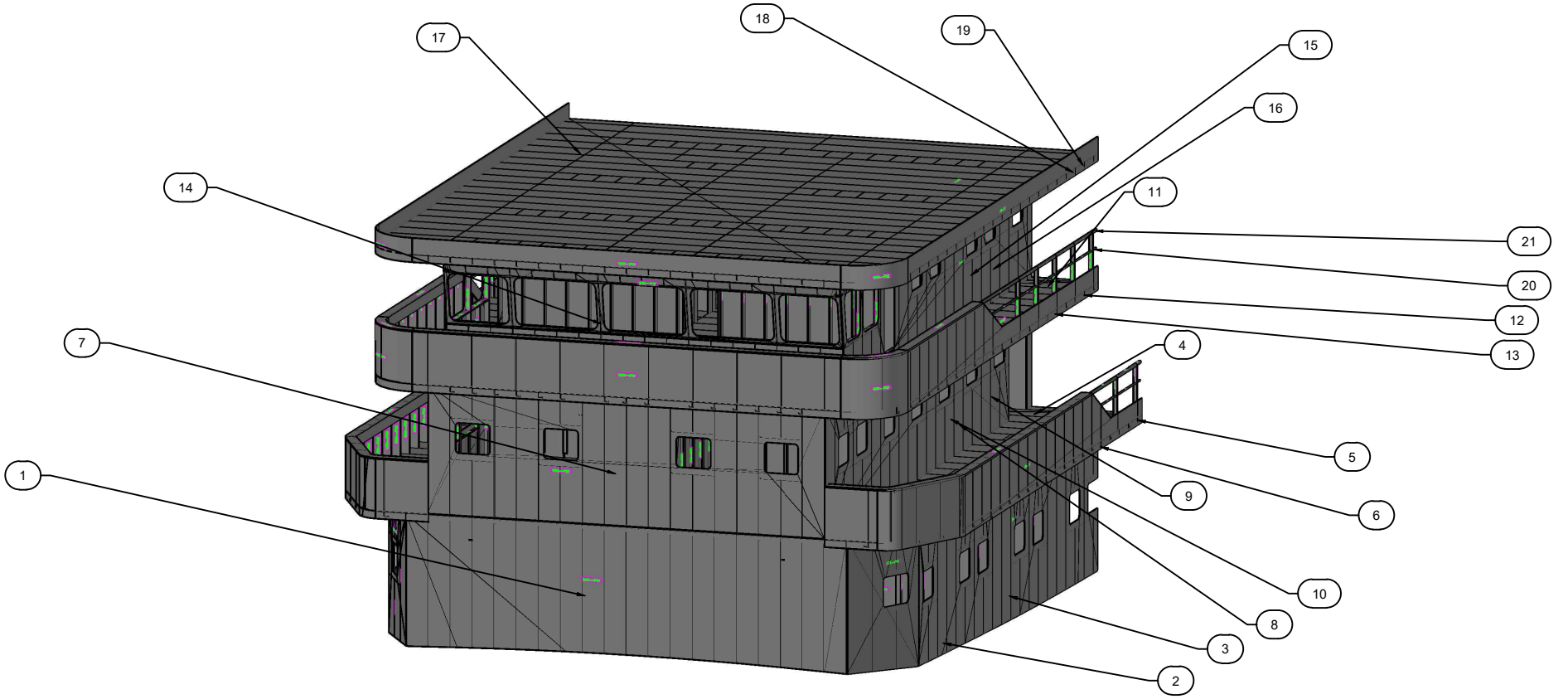
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 07

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U07 | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U07--.dwg | 5/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Bloque 8




| ITEM | NOMBRE | STOCK |
|---|---|---|
| 1 | Frente 1 | PL 7 |
| 2 | Costado 1 | PL 6 |
| 3 | Cuaderna Costado 1 | L 65X65X6X6 |
| 4 | Cubierta 1 | PL 10 |
| 5 | Bao Cubierta 1 | L 90X90X10X10 |
| 6 | Bao Fuerte Cubierta 1 | L 150X100X14X14 |
| 7 | Frente 2 | PL 6 |
| 8 | Costado 2 | PL 5 |
| 9 | Cuaderna Costado 2 | L 65X65X6X6 |
| 10 | Bularcama Costado 2 | L 100X75X7X7 |
| 11 | Cubierta 2 | PL 8 |
| 12 | Bao Cubierta 2 | L 100X75X7X7 |
| 13 | Bao Fuerte Cubierta 2 | L 150X90X12X12 |
| 14 | Frente 3 | PL 5 |
| 15 | Costado 3 | PL 5 |
| 16 | Cuaderna Costado 3 | FB 100X10 |
| 17 | Cubierta 3 | PL 6 |
| 18 | Bao Cubierta 3 | FB 100X10 |
| 19 | Bao Fuerte Cubierta 3 | FB 140X12 |
| 20 | Proteccion 1 | ROUND BAR Ø $\frac{1}{2}$ in |
| 21 | Proteccion 2 | PIPE Ø 1 $\frac{1}{4}$ in SCH 40 |

CG: 45353mm, 4mm, 13372mm

Weight: 75576kg

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

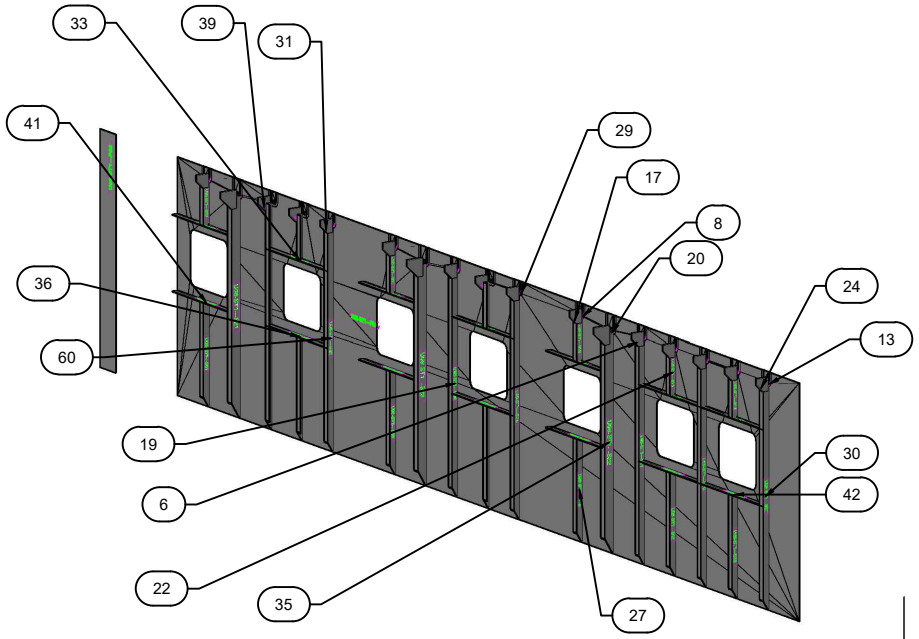
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

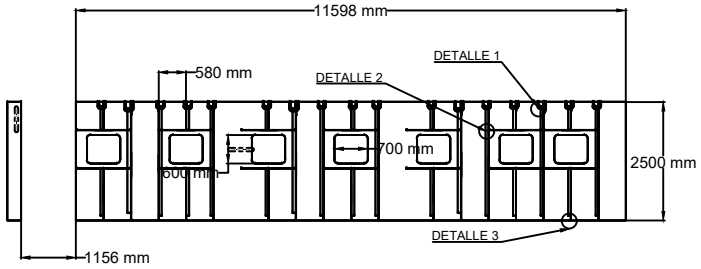
SHIPCONSTRUCTOR®

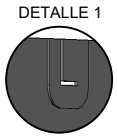
UNIT 08

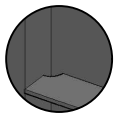
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/U08 | |

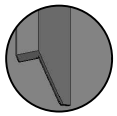
| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U08--.dwg | 5/11/2017 | |





DETALLE 1


DETALLE 2


DETALLE 3

FWD

CG: 45653mm, -21mm, 13202mm

Weight: 2689kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 2 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 3 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 4 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 5 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 6 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 7 | U08-ST1---S50 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 8 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 9 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 10 | U08-ST1---S44 | 1 | L 65x65x6x6 | 13 |
| 11 | U08-ST1---S66 | 1 | L 65x65x6x6 | 3 |
| 12 | U08-ST1---S75 | 1 | L 65x65x6x6 | 6 |
| 13 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 14 | U08-ST1---S40 | 1 | L 65x65x6x6 | 13 |
| 15 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 16 | U08-ST1---S52 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 17 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 18 | U08-ST1---S57 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 19 | U08-ST1---S04 | 1 | L 65x65x6x6 | 13 |
| 20 | L 150x90x12x12 | 1 | PL05 | 1 |
| 21 | U08-ST1---S67 | 1 | L 65x65x6x6 | 3 |
| 22 | U08-ST1---S15 | 1 | L 65x65x6x6 | 3 |
| 23 | U08-ST1---S45 | 1 | L 100x75x7x7 | 20 |
| 24 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 25 | U08-ST1---S39 | 1 | L 65x65x6x6 | 13 |
| 26 | U08-ST1---S42 | 1 | L 65x65x6x6 | 13 |
| 27 | U08-ST1---S10 | 1 | L 65x65x6x6 | 6 |
| 28 | U08-ST1---S54 | 1 | FB 65x6 | 4 |
| 29 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 30 | U08-ST1---S07 | 1 | L 65x65x6x6 | 13 |
| 31 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 32 | Btt-140-2 | 1 | PL05 | 1 |
| 33 | U08-ST1---S28 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 34 | U08-ST1---S53 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 35 | U08-ST1---S22 | 1 | L 100x75x7x7 | 20 |
| 36 | U08-ST1---S29 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 37 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 38 | L 100x75x10x10 | 1 | PL05 | 1 |
| 39 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 40 | U08-ST1---S61 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 41 | U08-ST1---S38 | 1 | FB 65x6 | 4 |
| 42 | U08-ST1---S32 | 1 | FB 65x6 | 3 |
| 43 | U08-ST1---S74 | 1 | L 65x65x6x6 | 3 |
| 44 | Btt-140-2 | 1 | PL05 | 1 |

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

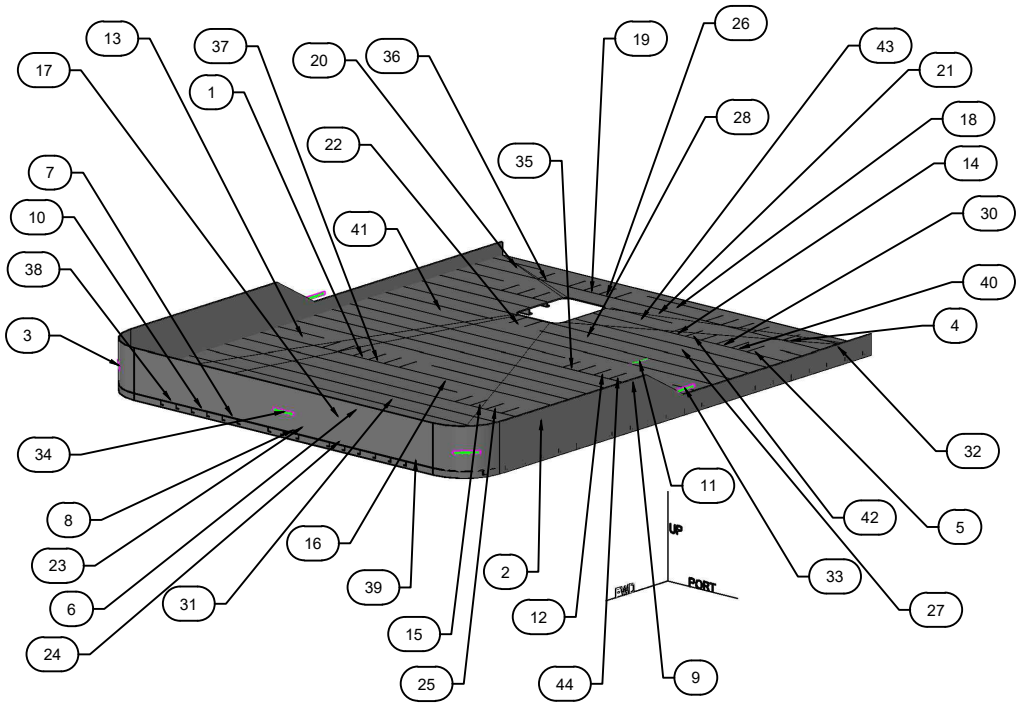
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

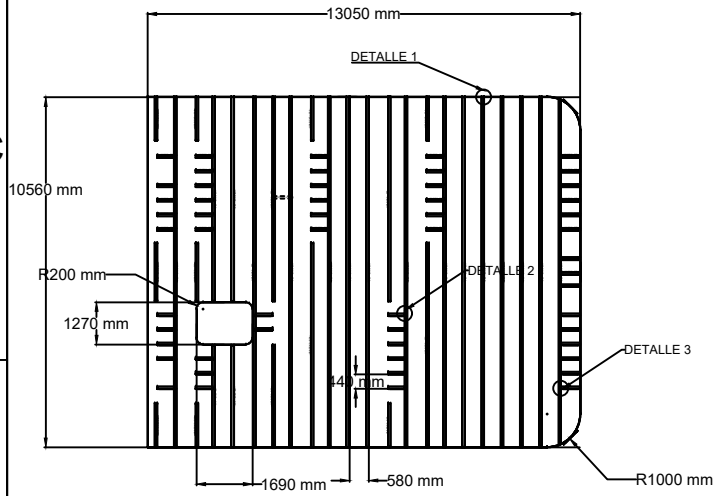
SHIPCONSTRUCTOR

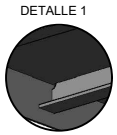
UNIT 08

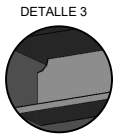
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | COSTADO DE SUPERESTRUCTURA NIVEL II | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U08-ST1-.dwg | 6/11/2017 | |






CG: 45474mm, 25mm, 14476mm  Weight: 13073kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U08-DCK2---S44 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 2 | U08-DCK2---S49 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 3 | U08-DCK2---F02 | 1 | FB 1160x5 | 72 |
| 4 | U08-DCK2---S67 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 5 | U08-DCK2---S61 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 6 | U08-DCK2---S11 | 1 | L 100x75x10x10 | 137 |
| 7 | U08-DCK2---S82 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 8 | U08-DCK2---S79 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 9 | U08-DCK2---S56 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 10 | U08-DCK2---S84 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 11 | U08-DCK2---P01 | 1 | PL08 | 8495 |
| 12 | U08-DCK2---S58 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 13 | U08-DCK2---S25 | 1 | L 100x75x10x10 | 17 |
| 14 | U08-DCK2---S66 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 15 | U08-DCK2---S53 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 16 | U08-DCK2---S06 | 1 | L 100x75x10x10 | 137 |
| 17 | U08-DCK2---S10 | 1 | L 100x75x10x10 | 137 |
| 18 | U08-DCK2---S16 | 1 | L 100x75x10x10 | 23 |
| 19 | U08-DCK2---S36 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 20 | U08-DCK2---S13 | 1 | L 100x75x10x10 | 17 |
| 21 | U08-DCK2---S01 | 1 | L 100x75x10x10 | 137 |
| 22 | U08-DCK2---S48 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 23 | U08-DCK2---S08 | 1 | L 100x75x10x10 | 135 |
| 24 | U08-DCK2---S77 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 25 | U08-DCK2---S52 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 26 | U08-DCK2---S35 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 27 | U08-DCK2---S29 | 1 | L 150x90x12x12 | 132 |
| 28 | U08-DCK2---S02 | 1 | L 100x75x10x10 | 137 |
| 29 | U08-DCK2---S75 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 30 | U08-DCK2---S63 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 31 | U08-DCK2---S31 | 1 | L 150x90x12x12 | 227 |
| 32 | U08-DCK2---S17 | 1 | L 100x75x10x10 | 17 |
| 33 | U08-DCK2---F05 | 1 | FB 1160x5 | 365 |
| 34 | U08-DCK2---F03 | 1 | FB 1160x5 | 390 |
| 35 | U08-DCK2---S60 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 36 | U08-DCK2---S38 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 37 | U08-DCK2---S43 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 38 | U08-DCK2---S86 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 39 | U08-DCK2---S72 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 40 | U08-DCK2---S62 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 41 | U08-DCK2---S21 | 1 | L 100x75x10x10 | 40 |
| 42 | U08-DCK2---S65 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |
| 43 | U08-DCK2---S19 | 1 | L 100x75x10x10 | 23 |
| 44 | U08-DCK2---S57 | 1 | L 100x75x10x10 | 7 |

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

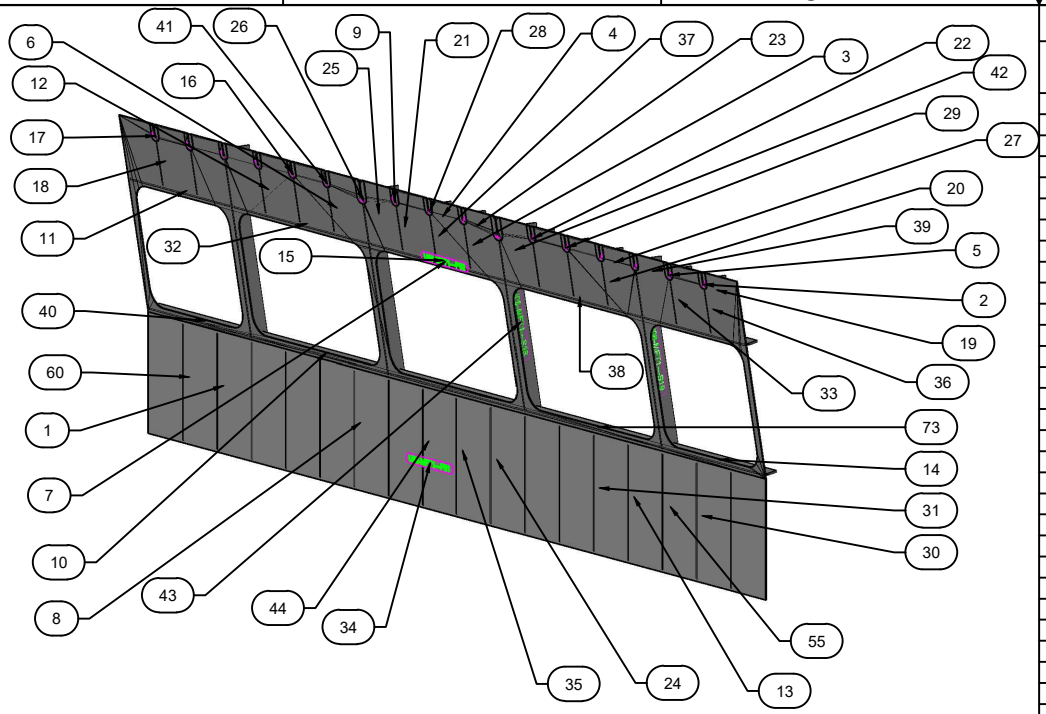
TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

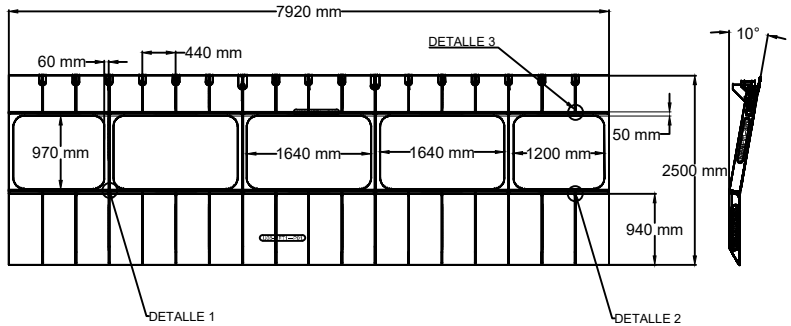
SHIPCONSTRUCTOR

UNIT 08

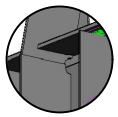
| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA NIVEL II | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U08-DCK2-.dwg | 6/11/2017 | |

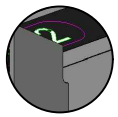


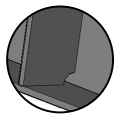

DETALLE 1



DETALLE 2



DETALLE 3



CG: 50516mm, 9mm, 15666mm

Weight: 892kg

## Bill of Material

| Item # | Part Name | Quantity | Stock Name | Weight |
|---|---|---|---|---|
| 1 | U08-MFT1---S16 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 2 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 3 | U08-MFT1---S32 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 4 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 5 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 6 | U08-MFT1---S42 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 7 | U08-MFT1---P02 | 1 | PL05 | 212 |
| 8 | U08-MFT1---S14 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 9 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 10 | U08-MFT1---S25 | 1 | FB 100X10 | 14 |
| 11 | U08-MFT1---S31 | 1 | FB 100X10 | 10 |
| 12 | U08-MFT1---S40 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 13 | U08-MFT1---S03 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 14 | U08-MFT1---S22 | 1 | FB 100X10 | 10 |
| 15 | U08-MFT1---S29 | 1 | FB 100X10 | 14 |
| 16 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 17 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 18 | U08-MFT1---S43 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 19 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 20 | U08-MFT1---S34 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 21 | U08-MFT1---S39 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 22 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 23 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 24 | U08-MFT1---S01 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 25 | BTT-196 | 1 | PL05 | 2 |
| 26 | FB 140x12 | 1 | PL05 | 1 |
| 27 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 28 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 29 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 30 | U08-MFT1---S07 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 31 | U08-MFT1---S04 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 32 | U08-MFT1---S30 | 1 | FB 100X10 | 14 |
| 33 | U08-MFT1---S38 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 34 | U08-MFT1---P01 | 1 | PL05 | 292 |
| 35 | U08-MFT1---S02 | 1 | FB 100X10 | 7 |
| 36 | U08-MFT1---S37 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 37 | U08-MFT1---S33 | 1 | FB 100X10 | 3 |
| 38 | U08-MFT1---S28 | 1 | FB 100X10 | 14 |
| 39 | BTT-91 | 1 | PL05 | 1 |
| 40 | U08-MFT1---S26 | 1 | FB 100X10 | 10 |
| 41 | FB 100x10 | 1 | PL05 | 0 |
| 42 | BTT-196 | 1 | PL05 | 2 |
| 43 | U08-MFT1---S18 | 1 | FB 140x12 | 19 |
| 44 | U08-MFT1---S17 | 1 | FB 100X10 | 7 |

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

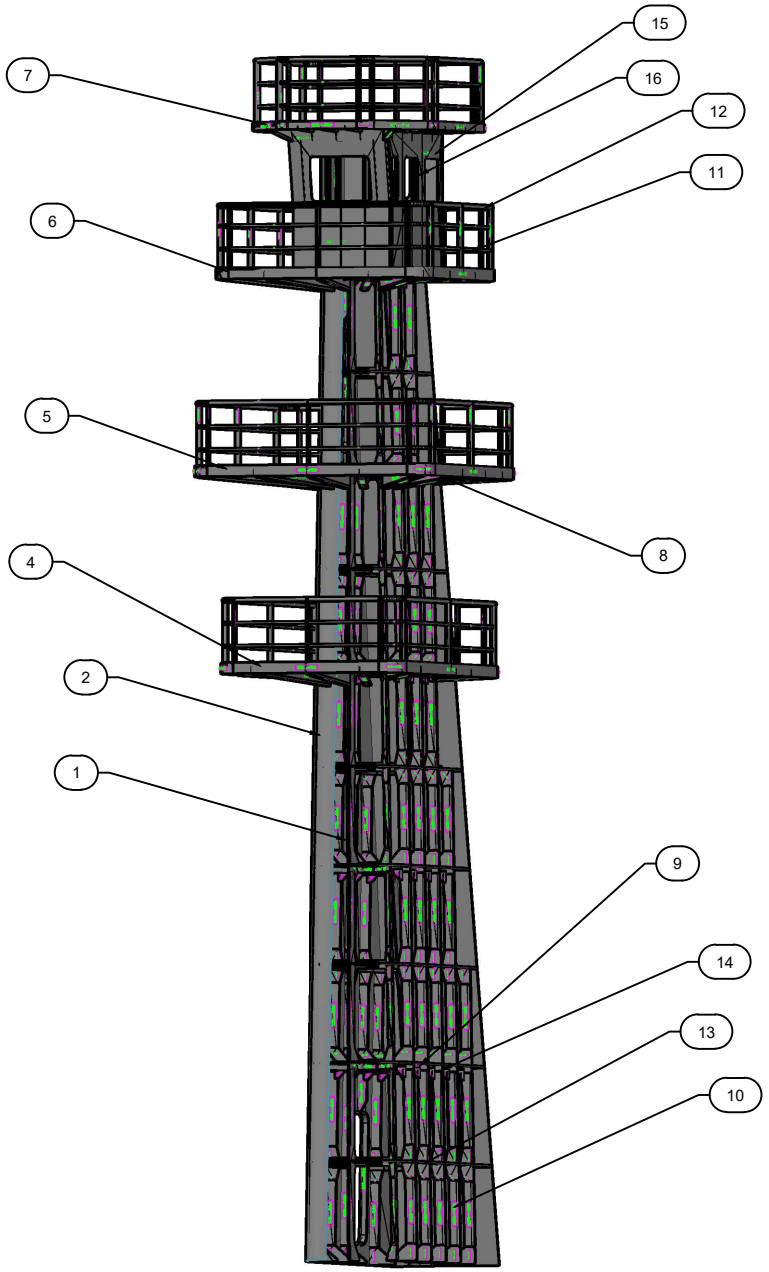
SHIPCONSTRUCTOR®

UNIT 08

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | FRENTE SUPERESTRUCTURA NIVEL III | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| U08-MFT1-.dwg | 6/11/2017 | |

# Planos de Ensamble y Sub-Ensamble del Mástil




| ITEM | NOMBRE | STOCK |
|---|---|---|
| 1 | Plancha Frontal | PL 10 |
| 2 | Plancha Costado | PL 10 |
| 3 | Plancha Posterior | PL 10 |
| 4 | Plataforma 1 | PL 8 |
| 5 | Plataforma 2 | PL 8 |
| 6 | Plataforma 3 | PL 8 |
| 7 | Plataforma 4 | PL 7 |
| 8 | Refuerzo de Plataforma | PL 8; FB 100X10 |
| 9 | Plataforma interna | PL 8 |
| 10 | Cuaderna | FB 150X10 |
| 11 | Proteccion 1 | ROUND BAR Ø $\frac{1}{2}$ in |
| 12 | Proteccion 2 | PIPE 1 $\frac{1}{4}$ in SCH 40 |
| 13 | Buzarda | PL 8; FB 100X8 |
| 14 | Refuerzo de Plataforma interna | FB 80X8 |
| 15 | Plancha de Caseta | PL 7 |
| 16 | Refuerzo de Caseta | T 70x70x8 |

CG: 26167mm, 34mm, 17478mm

Weight: 19217kg

ARMADOR: ESPOL - FIMCBOR

DIBUJADO POR: Luis David Angel Burgos
Angel Alexander Romero Rosero

TUTOR: MSC.Ing. Naval Franklin Johnny Dominguez Ruiz

SHIPCONSTRUCTOR

MAST

| SIZE | PH Location | REV |
|---|---|---|
| A4 | PROJECT/MS | |

| FILE NAME | DATE | SCALE |
|---|---|---|
| MS--.dwg | 5/11/2017 | |

# Planos de Corte

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT: | SSI_Graduation_Project | | |
| FILE: | PL8 | | |
| NEST: | U01-PL8-001 | | |
| MADE BY: | ANGEL ALEXANDER ROMERO R./LUIS DAVID ANGEL B. | | |
| TUTOR: | MSC. ING. NAVAL FRANKLIN JOHNNY DOMINGUEZ R. | | |
| OPERATOR: | ShipConstructor | N/A | N/A |
| DATE: | 02/10/2017 | N/A | N/A |

| | |
|---|---|
| SIZE: | 3000mm x 1500mm |
| THICKNESS: | 8mm |
| STOCK: | PL08 |
| MATERIAL: | Steel ABS Gr.A |
| NC MACHINE: | N/A |
| AREA : | 4041689 mm2 |
| UTILIZATION: | 90% |

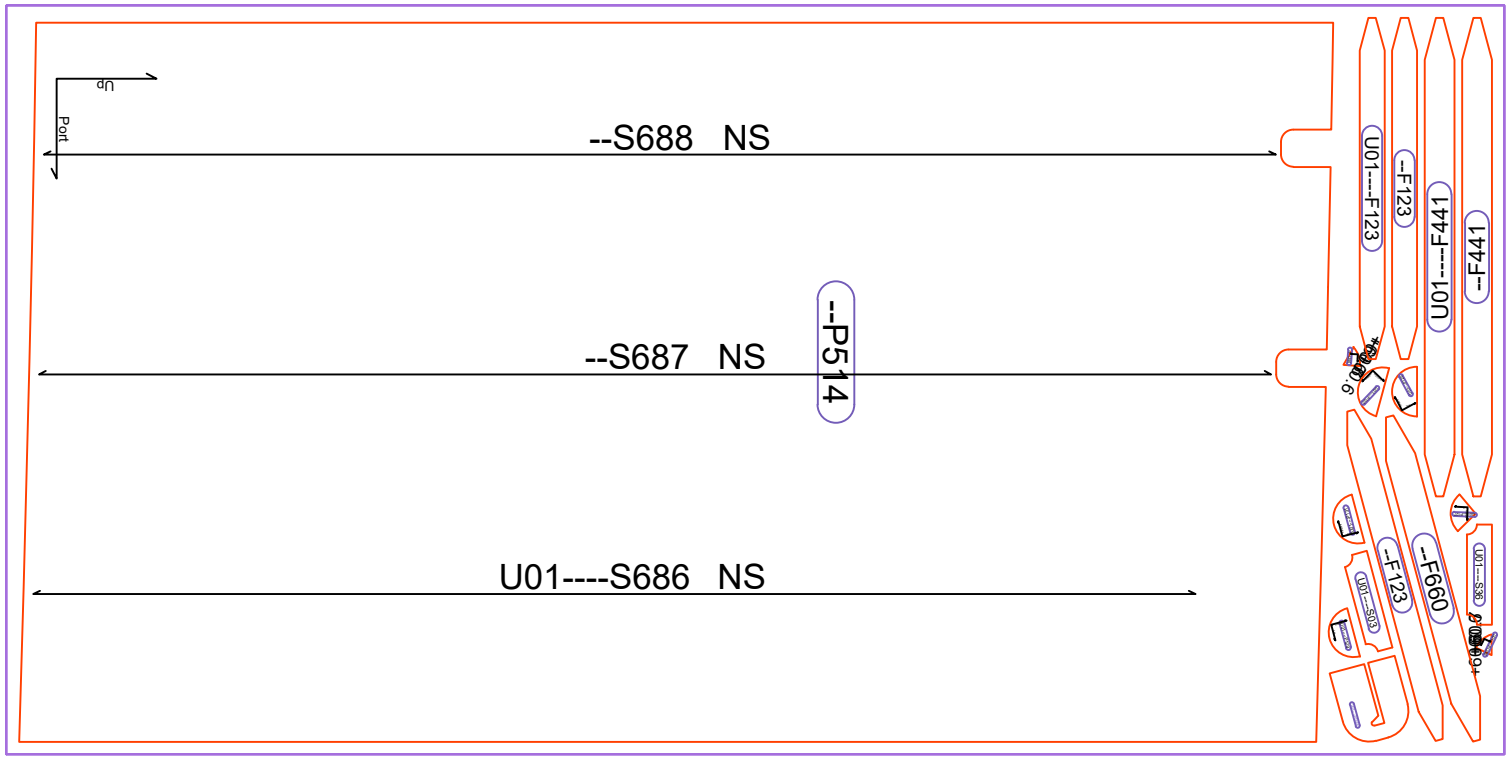
| | |
|---|---|
| WEIGHT PLATE: | 283kg |
| WEIGHT PARTS: | 253kg |
| WEIGHT REMNANT: | 0kg |
| WEIGHT SCRAP: | 30kg |

SHIPCONSTRUCTOR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL

Nest Part List

| Item | Part Name | Qty | Wt |
|---|---|---|---|
| 1 | --F123 | 2 | 2 |
| 2 | --F441 | 1 | 3 |
| 3 | --F660 | 1 | 2 |
| 4 | --P1396 | 1 | 0 |
| 5 | --P514 | 1 | 234 |
| 6 | U01----F123 | 1 | 2 |
| 7 | U01----F441 | 1 | 3 |
| 8 | U01----P127 | 1 | 0 |
| 9 | U01----P128 | 1 | 0 |
| 10 | U01----P129 | 1 | 0 |
| 11 | U01----P130 | 1 | 0 |
| 12 | U01----P131 | 1 | 0 |
| 13 | U01----P1396 | 1 | 0 |
| 14 | U01----P1688 | 1 | 1 |
| 15 | U01----S03 | 1 | 1 |
| 16 | U01----S36 | 1 | 1 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT: | SSI_Graduation_Project | | |
| FILE: | PL8 | | |
| NEST: | U02-PL8-001 | | |
| MADE BY: | ANGEL ALEXANDER ROMERO R./LUIS DAVID ANGEL B. | | |
| TUTOR: | MSC. ING. NAVAL FRANKLIN JOHNNY DOMINGUEZ R. | | |
| OPERATOR: | ShipConstructor | N/A | N/A |
| DATE: | 25/10/2017 | N/A | N/A |

| | |
|---|---|
| SIZE: | 6000mm x 1500mm |
| THICKNESS: | 8mm |
| STOCK: | PL08 |
| MATERIAL: | Steel ABS Gr.A |
| NC MACHINE: | N/A |
| AREA : | 8025423 mm2 |
| UTILIZATION: | 89% |

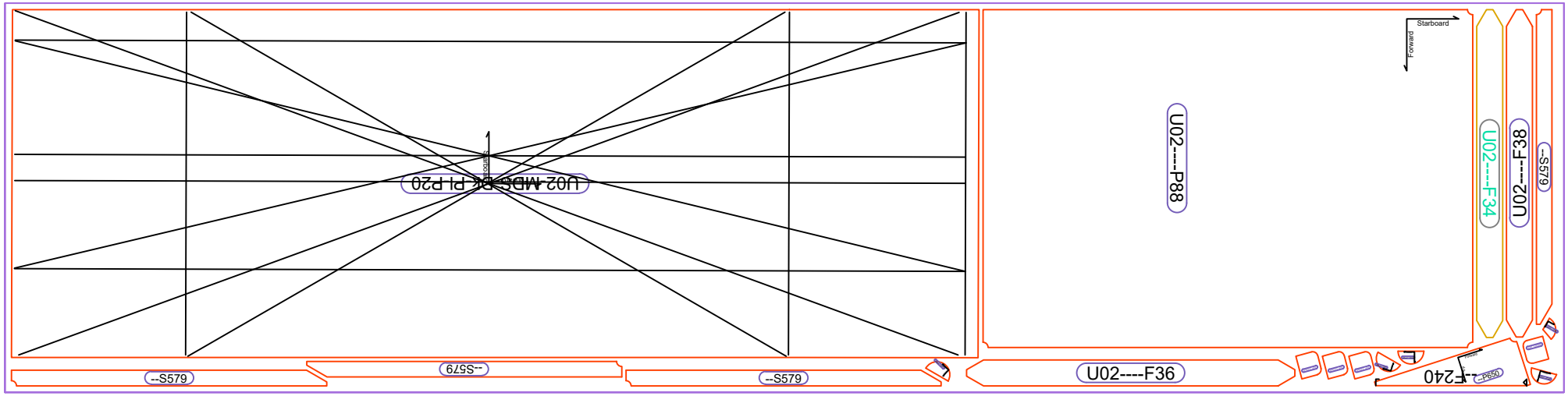
| | |
|---|---|
| WEIGHT PLATE: | 565kg |
| WEIGHT PARTS: | 507kg |
| WEIGHT REMNANT: | 0kg |
| WEIGHT SCRAP: | 58kg |

SHIPCONSTRUCTOR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL

Nest Part List

| Item | Part Name | Qty | Wt |
|---|---|---|---|
| 1 | HP 120x8 | 4 | 0 |
| 2 | --P650 | 1 | 4 |
| 3 | --S579 | 4 | 4 |
| 4 | U02----F36 | 1 | 8 |
| 5 | U02----F38 | 1 | 8 |
| 6 | U02-MDS-Dk-Pl-P20 | 1 | 309 |
| 7 | U02----P165 | 1 | 0 |
| 8 | U02----P173 | 1 | 0 |
| 9 | U02----P180 | 1 | 0 |
| 10 | U02----P190 | 1 | 0 |
| 11 | U02----P192 | 1 | 0 |
| 12 | U02----P88 | 1 | 154 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT: | SSI_Graduation_Project | | |
| FILE: | PL8 | | |
| NEST: | U03-PL8-005 | | |
| MADE BY: | ANGEL ALEXANDER ROMERO R./LUIS DAVID ANGEL B. | | |
| TUTOR: | MSC. ING. NAVAL FRANKLIN JOHNNY DOMINGUEZ R. | | |
| OPERATOR: | ShipConstructor | N/A | N/A |
| DATE: | 25/10/2017 | N/A | N/A |

| | |
|---|---|
| SIZE: | 6000mm x 1500mm |
| THICKNESS: | 8mm |
| STOCK: | PL08 |
| MATERIAL: | Steel ABS Gr.A |
| NC MACHINE: | N/A |
| AREA : | 8373433 mm2 |
| UTILIZATION: | 93% |

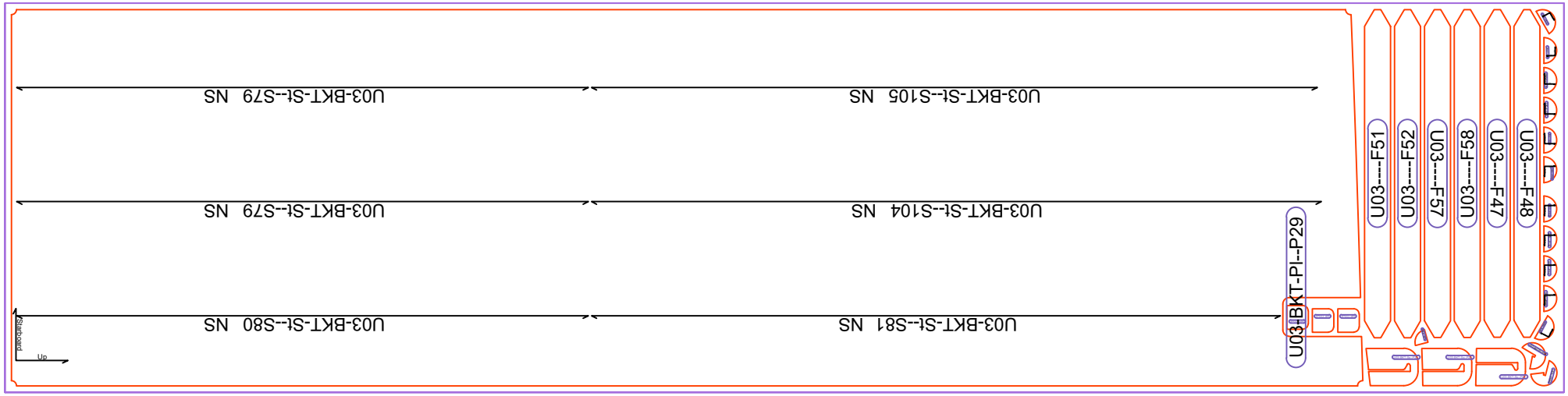
| | |
|---|---|
| WEIGHT PLATE: | 565kg |
| WEIGHT PARTS: | 524kg |
| WEIGHT REMNANT: | 0kg |
| WEIGHT SCRAP: | 41kg |

SHIPCONSTRUCTOR®

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL

Nest Part List

| Item | Part Name | Qty | Wt |
|---|---|---|---|
| 1 | HP 120x8 | 3 | 0 |
| 2 | U03-BKT-Pl--P29 | 1 | 469 |
| 3 | U03-BKT-Sp--P24 | 1 | 2 |
| 4 | U03-BKT-Sp--P26 | 1 | 2 |
| 5 | U03-BKT-Sp--P65 | 1 | 2 |
| 6 | U03-BKT-St--P09 | 1 | 0 |
| 7 | U03----F47 | 1 | 8 |
| 8 | U03----F48 | 1 | 8 |
| 9 | U03----F51 | 1 | 8 |
| 10 | U03----F52 | 1 | 8 |
| 11 | U03----F57 | 1 | 8 |
| 12 | U03----F58 | 1 | 8 |
| 13 | U03----P109 | 1 | 0 |
| 14 | U03----P110 | 1 | 0 |
| 15 | U03----P112 | 1 | 0 |
| 16 | U03----P113 | 1 | 0 |
| 17 | U03----P140 | 1 | 0 |
| 18 | U03----P146 | 1 | 0 |
| 19 | U03----P147 | 1 | 0 |
| 20 | U03----P254 | 1 | 0 |
| 21 | U03----P261 | 1 | 0 |
| 22 | U03----P262 | 1 | 0 |
| 23 | U03----P263 | 1 | 0 |
| 24 | U03----P89 | 1 | 0 |
| 25 | U03----P898 | 1 | 0 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT: | SSI_Graduation_Project | | |
| FILE: | PL8 | | |
| NEST: | U04-PL8-030 | | |
| MADE BY: | ANGEL ALEXANDER ROMERO R./LUIS DAVID ANGEL B. | | |
| TUTOR: | MSC. ING. FRANKLIN JOHNNY DOMINGUEZ R. | | |
| OPERATOR: | ShipConstructor | N/A | N/A |
| DATE: | 25/10/2017 | N/A | N/A |

| | |
|---|---|
| SIZE: | 12000mm x 3000mm |
| THICKNESS: | 8mm |
| STOCK: | PL08 |
| MATERIAL: | Steel ABS Gr.A |
| NC MACHINE: | N/A |
| AREA : | 32434810 mm2 |
| UTILIZATION: | 90% |

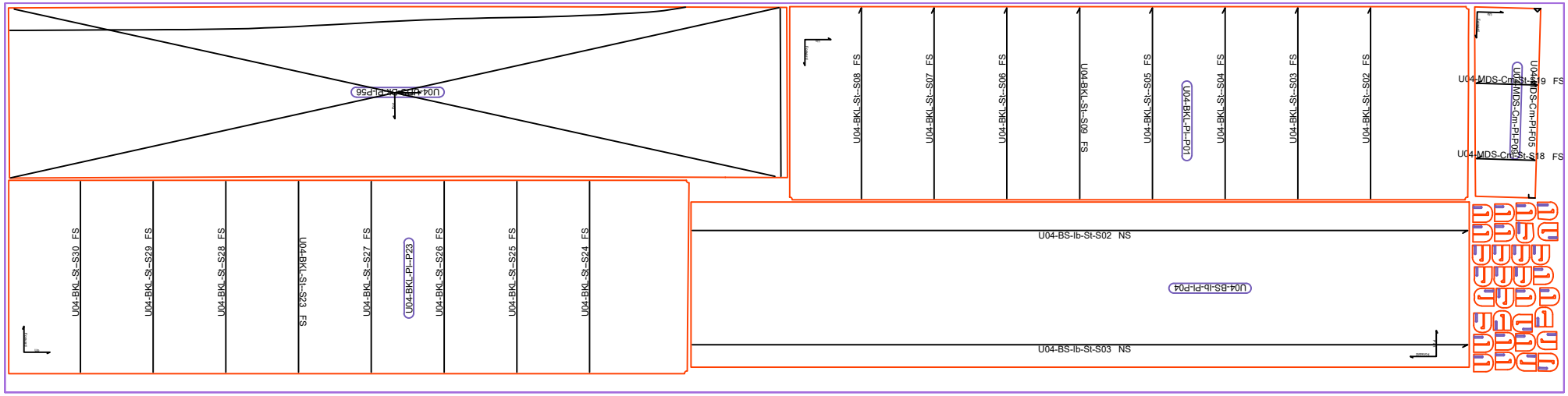
| | |
|---|---|
| WEIGHT PLATE: | 2261kg |
| WEIGHT PARTS: | 2041kg |
| WEIGHT REMNANT: | 0kg |
| WEIGHT SCRAP: | 220kg |

SHIPCONSTRUCTOR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

Nest Part List

| Item | Part Name | Qty | Wt |
|---|---|---|---|
| 1 | Hp 120X6 (1) | 39 | 1 |
| 2 | U04-BKL-Pl--P01 | 1 | 489 |
| 3 | U04-BKL-Pl--P23 | 1 | 489 |
| 4 | U04-BKT-Sp--P10 | 1 | 1 |
| 5 | U04-BKT-Sp--P63 | 1 | 1 |
| 6 | U04-BS-Ib-Pl-P04 | 1 | 479 |
| 7 | U04-MDS-Cm-Pl-P09 | 1 | 44 |
| 8 | U04-UDS-Dk-Pl-P56 | 1 | 489 |



| | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT: | SSI_Graduation_Project | | |
| FILE: | PL8 | | |
| NEST: | U05-PL8-019 | | |
| MADE BY: | ANGEL ALEXANDER ROMERO R./LUIS DAVID ANGEL B. | | |
| TUTOR: | MSC. ING. FRANKLIN JOHNNY DOMINGUEZ R. | | |
| OPERATOR: | ShipConstructor | N/A | N/A |
| DATE: | 25/10/2017 | N/A | N/A |

| | |
|---|---|
| SIZE: | 12000mm x 3000mm |
| THICKNESS: | 8mm |
| STOCK: | PL08 |
| MATERIAL: | Steel ABS Gr.A |
| NC MACHINE: | N/A |
| AREA : | 33164947 mm2 |
| UTILIZATION: | 92% |

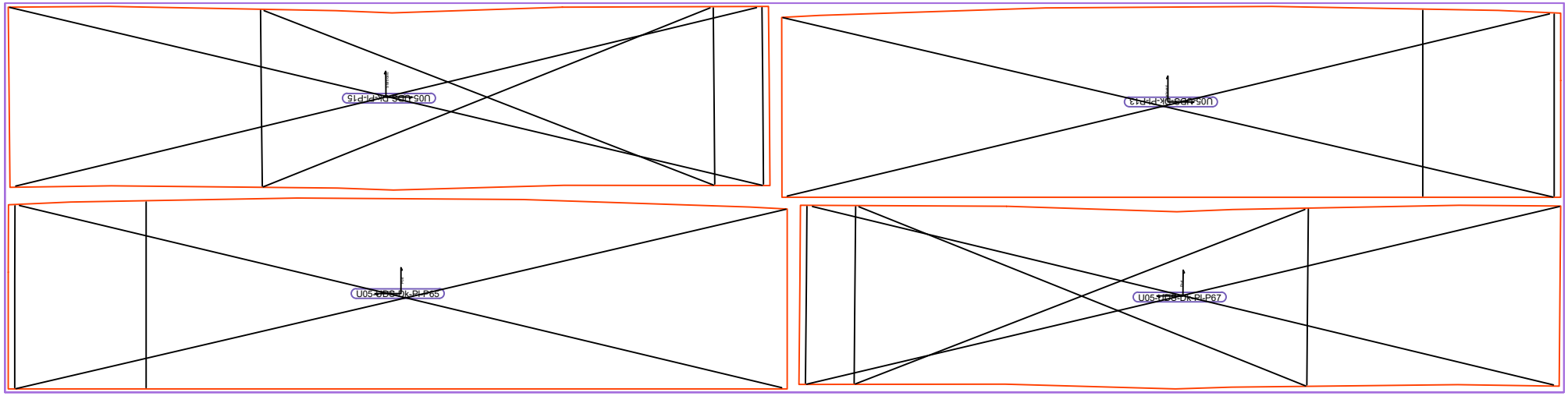
| | |
|---|---|
| WEIGHT PLATE: | 2261kg |
| WEIGHT PARTS: | 2100kg |
| WEIGHT REMNANT: | 0kg |
| WEIGHT SCRAP: | 160kg |

SHIPCONSTRUCTOR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
ESPOL

Nest Part List

| Item | Part Name | Qty | Wt |
|---|---|---|---|
| 1 | U05-UDS-Dk-Pl-P13 | 1 | 540 |
| 2 | U05-UDS-Dk-Pl-P15 | 1 | 501 |
| 3 | U05-UDS-Dk-Pl-P65 | 1 | 540 |
| 4 | U05-UDS-Dk-Pl-P67 | 1 | 501 |



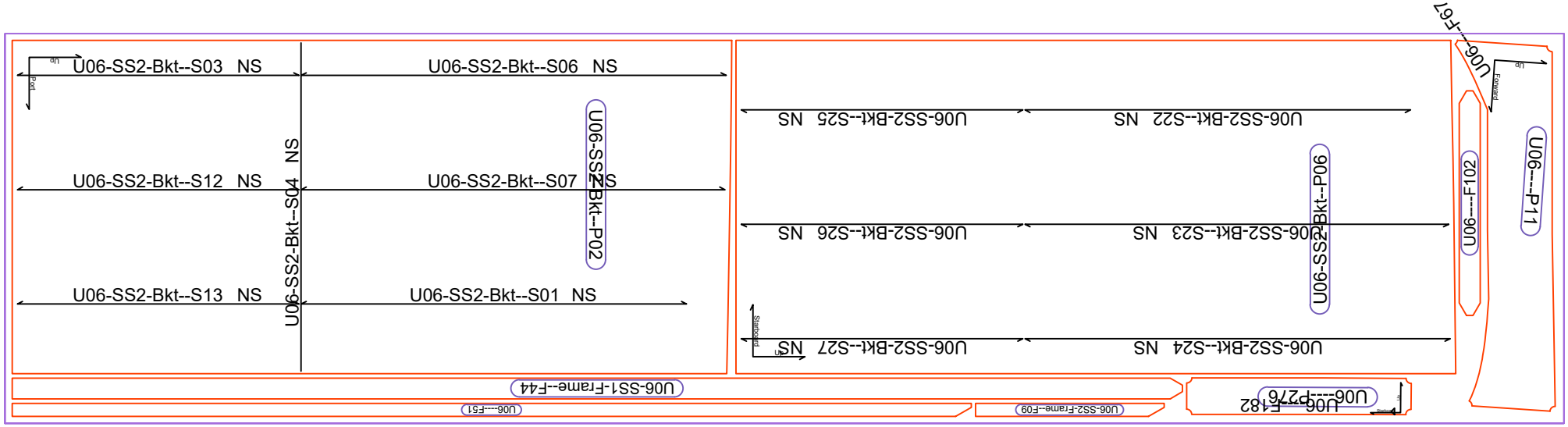
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROJECT: | SSI_Graduation_Project | | |
| FILE: | PI10 | | |
| NEST: | U06-PI10-005 | | |
| MADE BY: | ANGEL ALEXANDER ROMERO R./LUIS DAVID ANGEL B. | | |
| TUTOR: | MSC. ING. FRANKLIN JOHNNY DOMINGUEZ R. | | |
| OPERATOR: | ShipConstructor | N/A | N/A |
| DATE: | 25/10/2017 | N/A | N/A |

| | |
|---|---|
| SIZE: | 6000mm x 1500mm |
| THICKNESS: | 10mm |
| STOCK: | PL10 |
| MATERIAL: | Steel ABS Gr.A |
| NC MACHINE: | N/A |
| AREA : | 8233579 mm2 |
| UTILIZATION: | 91% |

| | |
|---|---|
| WEIGHT PLATE: | 707kg |
| WEIGHT PARTS: | 646kg |
| WEIGHT REMNANT: | 0kg |
| WEIGHT SCRAP: | 61kg |

SHIPCONSTRUCTOR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL

Nest Part List

| Item | Part Name | Qty | Wt |
|---|---|---|---|
| 1 | U06----F102 | 1 | 5 |
| 2 | U06----F51 | 1 | 14 |
| 3 | U06----P11 | 1 | 30 |
| 4 | U06----P276 | 1 | 9 |
| 5 | U06-SS1-Frame--F44 | 1 | 28 |
| 6 | U06-SS2-Bkt--P02 | 1 | 278 |
| 7 | U06-SS2-Bkt--P06 | 1 | 278 |
| 8 | U06-SS2-Frame--F09 | 1 | 3 |