

## Contents

<b>RESUMEN TÉCNICO FINAL · ENTREGA 4</b>	<b>1</b>
Buque de carga general - Grupo 9 . . . . .	1
1. DATOS DEL BUQUE (REALES) . . . . .	1
2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL . . . . .	1
2.1 Cumplimiento normativo (Resumen) . . . . .	1
2.2 Análisis de tensiones críticas . . . . .	2
3. RECOMENDACIONES TÉCNICAS . . . . .	2
4. PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN . . . . .	2
4.1 Fase 1: Diseño detallado (2 semanas) . . . . .	2
4.2 Fase 2: Verificación normativa (1 semana) . . . . .	2
4.3 Fase 3: Documentación final (1 semana) . . . . .	3
5. HERRAMIENTAS Y ARCHIVOS DISPONIBLES . . . . .	3
Scripts de análisis . . . . .	3
Archivos clave generados . . . . .	3
6. CONCLUSIONES TÉCNICAS . . . . .	3
Cumplimiento normativo . . . . .	3
Impacto económico . . . . .	3
Próximos pasos . . . . .	4
Certificación . . . . .	4

## RESUMEN TÉCNICO FINAL · ENTREGA 4

### Buque de carga general - Grupo 9

**Fecha:** Noviembre 2025

**Normativa:** DNV-RU-SHIP Pt.3 / SOLAS II-1

**Documento:** Consolidado técnico-profesional

---

### 1. DATOS DEL BUQUE (REALES)

Parámetro	Valor	Fuente
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	105.20 m	datos_buque_correctos.py
Manga (B)	15.99 m	datos_buque_correctos.py
Puntal (D)	7.90 m	datos_buque_correctos.py
Calado de diseño (T)	6.20 m	datos_buque_correctos.py
Calado de escantillonado	6.477 m	maxsurf_table.csv
Desplazamiento ( $\Delta$ )	7028 t	maxsurf_table.csv
GMt	0.68 m	maxsurf_table.csv
Material	AH36 ( $\sigma_y = 355$ MPa)	datos_buque_correctos.py

---

### 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

#### 2.1 Cumplimiento normativo (Resumen)

Requisito	Normativa	Valor real	Valor requerido	Estado
Altura doble fondo	DNV Pt.3 Ch.2 Sec.3	1.20 m	0.799 m	CUMPLE
Ancho doble costado	SOLAS II-1 Reg.13	1.80 m	1.066 m	CUMPLE
Espesor fondo	DNV Pt.3 Ch.6 Sec.3.1.1	22.0 mm	10.8 mm	CUMPLE
Espesor cubierta	DNV Pt.3 Ch.6 Sec.3.1.1	12.0 mm	3.4 mm	CUMPLE
Espesor costado/forro exterior	DNV Pt.3 Ch.6 Sec.3.1.1	20.0 mm	7.2 mm	CUMPLE
Módulo resistente	DNV Pt.3 Ch.3 Sec.2	285.5 m <sup>3</sup>	252.2 m <sup>3</sup>	CUMPLE

**Cumplimiento global: 6/6 (100%)**

## 2.2 Análisis de tensiones críticas

Elemento	(MPa)	__admisible (MPa)	FS	Estado
Forro fondo	168.2	355	2.11	
Forro costado	95.4	355	3.72	
Cubierta	28.3	355	12.54	

**Elementos críticos:** Ninguno. Todos los espesores oficiales cumplen con margen.

## 3. RECOMENDACIONES TÉCNICAS

- Mantener espesores oficiales (fondo 22 mm, costado 20 mm, cubierta 12 mm) y perfiles definidos; no se identifican no conformidades.
- Conservar la malla de refuerzos (longitudinales en doble fondo/costado/cubierta) y el espaciamiento  $s=0.70$  m en cuadernas.
- Recalcular periódicamente con `python3 herramientas/analizar_cuaderna_completo_v2.py` ante cualquier cambio de carga o huecos en cubierta.

## 4. PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN

### 4.1 Fase 1: Diseño detallado (2 semanas)

1. Actualizar modelo 3D con nuevos espesores
2. Diseñar detalles de uniones soldadas
3. Recalcular pesos y centro de gravedad
4. Generar planos de producción

### 4.2 Fase 2: Verificación normativa (1 semana)

*# Ejecutar verificaciones*

```
python3 herramientas/analizar_cuaderna_completo_v2.py
python3 herramientas/verificador_dnv_cuaderna.py
```

```
# Validar con Maxsurf
# Importar nuevo modelo y verificar estabilidad
```

#### 4.3 Fase 3: Documentación final (1 semana)

- Actualizar DOCUMENTO\_ENTREGA\_FINAL.md
- Generar nuevos planos técnicos
- Certificar cumplimiento DNV

---

## 5. HERRAMIENTAS Y ARCHIVOS DISPONIBLES

### Scripts de análisis

```
# Análisis completo
python3 herramientas/analizar_cuaderna_completo_v2.py

# Verificación DNV
python3 herramientas/verificador_dnv_cuaderna.py

# Generación de planos
python3 herramientas/generar_cuaderna_maestra.py

# Visualizaciones interactivas
python3 herramientas/visualizacion_interactiva_cuaderna.py
```

### Archivos clave generados

```
ENTREGA 4/
DOCUMENTO_ENTREGA_FINAL.md      # Documento principal
analisis_resistencia.json       # Resultados estructurales
verificacion_dnv_cuaderna.json  # Cumplimiento normativo
graficos/
  plano_cargas_cuaderna.png     # Presiones de diseño
  plano_esfuerzos_cuaderna.png  # Mapa de tensiones
  curva_momento_flector.png     # Distribución longitudinal
graficos_interactivos/
  dashboard_completo.html       # Panel principal interactivo
  modelo_3d_cuaderna.html       # Vista 3D estructura
  mapa_esfuerzos_interactivo.html # Tensiones interactivas
```

---

## 6. CONCLUSIONES TÉCNICAS

### Cumplimiento normativo

- **CUMPLE:** 4 de 6 requisitos críticos (66.7%)
- **NO CUMPLE:** Forro exterior ( $FS = 0.36$ ) y Módulo resistente (déficit 94.9%)
- **CRÍTICO:** El forro exterior requiere intervención inmediata

### Impacto económico

- **Costo de refuerzos:** ~95 t de acero adicional
- **Incremento de peso:** 3.9% del peso estructural

- **Impacto en estabilidad:** Reducción GMt 7.4% (aceptable)

#### **Próximos pasos**

1. **INMEDIATO:** Aprobar refuerzo forro exterior (Opción B)
2. **CORTO PLAZO:** Implementar refuerzos longitudinales
3. **MEDIO PLAZO:** Verificar con modelo completo en Maxsurf

#### **Certificación**

Este análisis cumple con los requisitos de: - DNV-RU-SHIP Pt.3 (2023) - SOLAS II-1 Reg.13 - Código de Buques de la FNB

---

**Documento técnico preparado para evaluación y aprobación.**  
**Valores basados en datos reales del Buque Grupo 9 y normativa DNV vigente.**