



## TRABAJO DE FIN DE GRADO

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

**Universidad de La Laguna**

**Escuela Politécnica Superior de Ingeniería - Sección de Náutica,  
Máquinas y Radioelectrónica Naval**

**Samuel González Marrero**

**Julio 2019**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



Samuel González Marrero

Grado en Tecnologías Marinas

Julio 2019

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

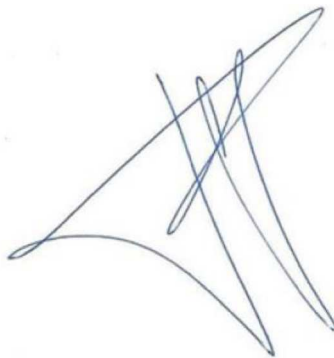
Dr. D. Federico Padrón Martín, profesor contratado Doctor tipo I del área de Ingeniería de los procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna hago constar que.

D. Samuel González Marrero, ha realizado el Trabajo de Fin de Grado bajo mi dirección con el título:

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea asignado para su lectura.

En Santa Cruz de Tenerife a 26 de junio del 2019.



Fdo. Federico Padrón Martín.  
Director del Trabajo de Fin de Grado.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

D. Santiago Rodríguez Sánchez, profesor asociado del área de Ingeniería de los procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna hago constar que.

D. Samuel González Marrero, ha realizado el Trabajo de Fin de Grado bajo mi dirección con el título:

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea asignado para su lectura.

En Santa Cruz de Tenerife a 26 de junio del 2019.

A handwritten signature in black ink, reading "Santiago J. Rodríguez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line that extends across the width of the signature.

Fdo. Santiago Rodríguez Sánchez.  
Co-Director del Trabajo de Fin de Grado.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

## **Agradecimientos.**

Quiero agradecer en primer lugar a los directores de mi Trabajo de Fin de Grado D. Federico Padrón Martín y D. Santiago J. Rodríguez Sánchez por su atención, ayuda y dirección durante todo el proceso de desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.

También dar las gracias a las empresas: “Servicios auxiliares Bony S.L.”, “Contenerfrut, S.A.”, “Transportes y grúas Carballo S.L.” y sin olvidarme de sus trabajadores, por abrirme sus puertas y mostrarme el desarrollo de su actividad profesional.

Por último quiero agradecer el apoyo de mi familia y amigos, en especial a mi padre Felipe, y mi hermano Felipe Eugenio, sin cuyas máquinas-herramientas y consejos no hubiera sido posible la realización de la maqueta-grúa con el grado de sofisticación final alcanzado.

Mis más sinceras gracias a todos.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

# ÍNDICE

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



## **ÍNDICE**

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
<b>III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES.....</b>	<b>31</b>
3.1 GRÚAS EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE A LO LARGO DE SU HISTORIA.....	33
3.1.1 PRIMEROS PESCANTES.....	33
3.1.2 GRÚAS “TITÁN”.....	34
3.1.3 SIGLO XX.....	35
3.1.4 GRÚA DE VAPOR “TENERIFE”.....	37
3.2 GRÚAS ACTUALES EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE.....	38
3.2.1 TERMINAL DE CONTENEDORES.....	38
3.2.2 GRÚAS MÓVILES AUTOPROPULSADAS.....	41
3.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACION DE LAS GRUAS MÓVILES AUTOPROPULSADAS.....	43
3.3.1 CHASIS.....	43
3.3.2 CORONA DE ORIENTACIÓN.....	47
3.3.3 ESTRUCTURA GIRATORIA.....	48
3.3.4 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN UNA GRÚA MÓVIL AUTOPROPULSADA.....	52
3.3.5 GRÚAS MÓVILES AUTOPROPULSADAS PRESENTES EN LAS MANIOBRAS DE VARADA Y BOTADURA.....	54
3.4 ÚTILES DE ELEVACIÓN DE CARGAS.....	59
3.4.1 ESLINGAS TEXTILES.....	59
3.4.2 ESTROBOS DE CABLE DE ACERO.....	60
3.4.3 ESLINGAS DE CADENAS.....	61
3.4.4 SEPARADORES O BALANCINES.....	63
3.4.5 GRILLETES.....	63

<b>IV. METODOLOGÍA</b> .....	67
4.1 DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	69
4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	69
4.3 MARCO REFERENCIAL.....	69
<b>V. RESULTADOS</b> .....	71
5.1 PUERTOS AMBITO DE LAS MANIOBRAS.....	73
5.1.1 PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE.....	74
5.1.2 PUERTO MARINA SAN MIGUEL.....	75
5.1.3 PUERTO DE PLAYA SAN JUAN.....	76
5.2 EMPRESAS RESPONSABLES DE LAS MANIOBRAS.....	76
5.2.1 CONTENERFRUT, S.A.....	77
5.2.2 TRANSPORTES Y GRÚAS CARBALLO S.L.....	78
5.2.3 SERVICIOS AUXILIARES BONY S.L.....	79
5.3 EJEMPLOS DE MANIOBRAS DE VARADAS Y BOTADURAS DE BUQUES..	80
5.3.1 VARADA DEL BUQUE DE PESCA “JOSE Y ALBANO” .....	80
5.3.2 VARADA DEL BUQUE DE PESCA “HNOS VALDIVIA DOS” .....	90
5.3.3 VARADA DEL BUQUE TURÍSTICO “FLIPPER UNO” .....	97
5.3.4 BOTADURA DEL BUQUE DE PESCA “EL MACIZO” .....	103
5.3.5 BOTADURA DEL BUQUE TURÍSTICO “BAHRIYELI” .....	111
5.3.6 BOTADURA DEL CATAMARÁN “COCO LOCO PRIMERO” .....	122
5.3.7 CUADROS COMPARATIVOS DE LAS MANIOBRAS.....	129
5.4 PROCESO Y ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA-GRÚA..	132
5.4.1 PLUMA.....	132
5.4.2 SUPERESTRUCTURA.....	140
5.4.3 CABLES FIJADORES.....	142
5.4.4 PASTECA.....	143
5.4.5 DISPOSICIÓN FINAL.....	144
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	145
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	149

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración nº 1. Pescantes en el desembarcadero de Los Platillos.....	33
Ilustración nº 2. Primera grúa “Titán” trabajando en la remodelación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, finales del siglo XIX.....	34
Ilustración nº 3. Recepción de la segunda grúa “Titán” en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, finales del siglo XIX.....	35
Ilustración nº 4. Grúas “Titán” trabajando en la remodelación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, finales del siglo XIX.....	35
Ilustración nº 5. Descarga en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en el siglo XX.....	35
Ilustración nº 6. Desguace de las antiguas grúas eléctricas de pórtico 6T-2, 6T-3 y 6T-4 (2015).....	36
Ilustración nº 7. Antigua grúa eléctrica de pórtico 6T-1 restaurada (2014).....	36
Ilustración nº 8. Grúa flotante “Tenerife” en 1969.....	37
Ilustración nº 9. Antigua grúa de vapor “Tenerife” en su ubicación actual.....	37
Ilustración nº 10. Dársena del Este, ubicación de la terminal de contenedores.....	38
Ilustración nº 11. Partes de una grúa portainer.....	39
Ilustración nº 12. Panorámica de la terminal de contenedores de Boluda.....	40
Ilustración nº 13. Descarga de barras de acero para la construcción.....	41
Ilustración nº 14. Descarga de un buque granelero empleando una cuchara bivalva y una tolva.....	41
Ilustración nº 15. Maniobra de varada del buque “Atlantshipservice Dos” empleando la grúa “Liebherr LR 1600/2”.....	42
Ilustración nº 16. Grúas telescópicas realizando una maniobra de elevación en tándem en un puerto.....	42
Ilustración nº 17. Partes de una grúa móvil autopropulsada.....	43
Ilustración nº 18. Grúa móvil autopropulsada con sistema de traslación sobre ruedas neumáticas.....	44
Ilustración nº 19. Grúa móvil autopropulsada con sistema de traslación sobre orugas.....	44
Ilustración nº 20. Programas de dirección de una grúa móvil autopropulsada modelo “Liebherr LTM 1200-5.1”.....	45
Ilustración nº 21. Cabina de conducción de una grúa móvil autopropulsada.....	45
Ilustración nº 22. Detalle de un estabilizador.....	46
Ilustración nº 23. Correcto despliegue de los estabilizadores.....	46
Ilustración nº 24. Uso de calzos en suelo irregular.....	47
Ilustración nº 25. Correcta colocación de los calzos.....	47
Ilustración nº 26. Corona de orientación de la grúa móvil autopropulsada “Liebherr LR 1600/2”.....	47
Ilustración nº 27. Detalle de una corona de orientación.....	47
Ilustración nº 28. Detalle tramo pluma de celosía.....	48
Ilustración nº 29. Pluma telescópica desplegada.....	49
Ilustración nº 30. Gancho doble y sencillo.....	49
Ilustración nº 31. Electroimán.....	49
Ilustración nº 32. Cuchara bivalva.....	49

Ilustración nº 33. Partes de una pasteca.....	50
Ilustración nº 34. Cabestrantes de la grúa móvil autopropulsada “Liebherr LR 1600/2”.....	51
Ilustración nº 35. Colocación de contrapesos en una grúa móvil autopropulsada.....	51
Ilustración nº 36. Cabina del operador y conductor de un modelo de grúa.....	52
Ilustración nº 37. Sistema de seguridad final de carrera de elevación del órgano de aprehensión.....	53
Ilustración nº 38. Gancho con pestillo de seguridad.....	42
Ilustración nº 39. Grúa de pluma de celosía y de traslación sobre ruedas neumáticas.....	55
Ilustración nº 40. Grúa de perfil.....	55
Ilustración nº 41. Sistema de inclinación de una pluma de celosía.....	56
Ilustración nº 42. Grúa de pluma telescópica y de traslación sobre ruedas neumáticas.....	57
Ilustración nº 43. Eslinga plana.....	59
Ilustración nº 44. Eslinga tubular.....	59
Ilustración nº 45. Color y C.M.U. correspondiente para las eslingas textiles reutilizables..	60
Ilustración nº 46. Configuración de estrobos o eslingas de cable de acero.....	60
Ilustración nº 47. Tipos de ojales de estrobos de cable de.....	60
Ilustración nº 48. Eslingas de cadenas de unos o varios ramales.....	61
Ilustración nº 49. Anilla de lados paralelos.....	61
Ilustración nº 50. Anilla con forma de pera.....	61
Ilustración nº 51. Ganchos para eslingas de cadenas.....	62
Ilustración nº 52. Eslabón de conexión o hammerlock.....	62
Ilustración nº 53. Separador fijo.....	63
Ilustración nº 54. Separador de anclajes variables.....	63
Ilustración nº 55. Clasificación de los grilletes.....	64
Ilustración nº 56. Disposición de los útiles de elevación.....	65
Ilustración nº 57. Localización de los puertos ámbito de las maniobras de varada y botadura de buques en la isla de Tenerife.....	73
Ilustración nº 58. Imagen satelital del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.....	74
Ilustración nº 59. Imagen satelital de la Dársena de los Llanos.....	75
Ilustración nº 60. Imagen satelital del Puerto Marina San Miguel.....	75
Ilustración nº 61. Imagen satelital del Puerto de Playa San Juan.....	76
Ilustración nº 62. Cartel de “CONTENERFRUT, S.A.”.....	76
Ilustración nº 63. Cartel de “TRANSPORTES Y GRÚAS CARBALLO S.L.”.....	77
Ilustración nº 64. Cartel de “SERVICIOS AUXILIARES BONY S.L.”.....	77
Ilustración nº 65. Maniobra de estiba con jaula y grúa.....	78
Ilustración nº 66. Carretilla elevadora maniobrando en puerto.....	78
Ilustración nº 67. Transporte de la grúa “Titán”.....	79
Ilustración nº 68. Maniobras de elevación en puerto.....	79
Ilustración nº 69. Tipos y configuraciones de grúas.....	80
Ilustración nº 70. Buque de pesca “JOSE Y ALBANO”.....	81
Ilustración nº 71. Colocación de planchas de acero debajo de los estabilizadores.....	81
Ilustración nº 72. Retirando defensa marina del muelle.....	82
Ilustración nº 73. Operarios disponiendo las eslingas sobre el muelle.....	82
Ilustración nº 74. Eslingas dobles amarradas entre sí.....	82
Ilustración nº 75. Uniendo eslingas a los estrobos de izado.....	83
Ilustración nº 76. Guiando aparejos de izado.....	83

Ilustración nº 77. Eslingas en el agua.....	84
Ilustración nº 78. Buque en posición.....	84
Ilustración nº 79. Buque ligeramente escorado a estribor.....	85
Ilustración nº 80. Izando buque fuera del agua.....	85
Ilustración nº 81. Trasladando el buque.....	86
Ilustración nº 82. Buque en su posición final aproximada.....	86
Ilustración nº 83. Transportando los maderos de varada.....	86
Ilustración nº 84. Colocando los maderos de varada empleando carretillas elevadoras.....	86
Ilustración nº 85. Aproximando el buque a los maderos de varada.....	87
Ilustración nº 86. Ajustando asiento de la quilla sobre los maderos de varada.....	87
Ilustración nº 87. Burra de varada en posición.....	88
Ilustración nº 88. Partes burra de varada.....	88
Ilustración nº 89. Burra de varada con suplementos y cuñas de madera.....	89
Ilustración nº 90. Tensor de cadena con chicharra.....	89
Ilustración nº 91. Buque “JOSE Y ALBANO” sobre su cama de varada.....	90
Ilustración nº 92. Buque de pesca “HNOS VALDIVIA DOS”.....	91
Ilustración nº 93. Grúa de celosía en su ubicación final.....	91
Ilustración nº 94. Dispositivo de traslado de grúa con celosía montada.....	92
Ilustración nº 95. Colocando contrapesos en grúa de celosía.....	92
Ilustración nº 96. Preparando aparejos de izado.....	93
Ilustración nº 97. Izando aparejos.....	93
Ilustración nº 98. Girando aparejos de izado.....	93
Ilustración nº 99. Buque aproximándose a los aparejos de izado.....	94
Ilustración nº 100. Buque listo para comenzar el izado.....	94
Ilustración nº 101. Izando buque.....	94
Ilustración nº 102. Girando el buque.....	95
Ilustración nº 103. Buque en su posición final aproximada.....	95
Ilustración nº 104. Colocando maderos de varada.....	95
Ilustración nº 105. Quilla asentada sobre los maderos de varada.....	95
Ilustración nº 106. Burra de varada de asiento paralelo.....	96
Ilustración nº 107. Burra de varada de asiento longitudinal en posición.....	96
Ilustración nº 108. Buque “HNOS VALDIVIA DOS” sobre su cama de varada.....	96
Ilustración nº 109. Buque turístico “FLIPPER UNO”.....	97
Ilustración nº 110. Grúa telescópica a proa “Liebherr LTM 1250-6.1”.....	98
Ilustración nº 111. Grúa telescópica a popa “Liebherr LTM 1200-5.1”.....	98
Ilustración nº 112. Disposición de los aparejos de izado.....	99
Ilustración nº 113. Elevando aparejos de izado.....	99
Ilustración nº 114. Llevando las eslingas a su sitio.....	100
Ilustración nº 115. Izando el buque.....	100
Ilustración nº 116. Buque sobre los maderos de varada.....	101
Ilustración nº 117. Burra de varada.....	101
Ilustración nº 118. Quitando grilletes para soltar eslingas.....	102
Ilustración nº 119. Grilletes.....	102
Ilustración nº 120. Retirando separador de popa.....	102
Ilustración nº 121. Lavando eslingas en agua dulce.....	102
Ilustración nº 122. Buque de pesca “EL MACIZO”.....	103

Ilustración nº 123. Contrapesos dispuestos sobre el muelle.....	103
Ilustración nº 124. Colocando contrapesos.....	104
Ilustración nº 125. Grúa contrapesada.....	104
Ilustración nº 126. Izando los separadores.....	105
Ilustración nº 127. Separadores en posición.....	105
Ilustración nº 128. Eslingas dispuestas bajo la quilla.....	106
Ilustración nº 129. Disposición de los aparejos de izado.....	106
Ilustración nº 130. Tensando aparejos de izado.....	107
Ilustración nº 131. Burras de varada.....	107
Ilustración nº 132. Retocando el casco del buque.....	108
Ilustración nº 133. Retocando la quilla.....	108
Ilustración nº 134. Maderos de varada donde asentó la quilla.....	108
Ilustración nº 135. Girando buque.....	109
Ilustración nº 136. Buque en el agua.....	109
Ilustración nº 137. Buque en el agua.....	110
Ilustración nº 138. Aparejos sobre el muelle.....	110
Ilustración nº 139. Buque turístico “BAHRIYELI”.....	111
Ilustración nº 140. Grúa “Liebherr LTM 1250-5.1” situada a proa-babor del buque.....	111
Ilustración nº 141. Grúa “Liebherr LTM 1400-7.1” situada a popa-estribor del buque....	111
Ilustración nº 142. Grúa LTM 1250 con estabilizador calzado.....	112
Ilustración nº 143. Grúa LTM 1400 izando las bandejas de apoyo.....	112
Ilustración nº 144. Grúa LTM 1400 izando cama de contrapesos.....	112
Ilustración nº 145. Cama de contrapesos desacoplada.....	113
Ilustración nº 146. Cama de contrapesos acoplada.....	113
Ilustración nº 147. Operario guiando contrapeso.....	113
Ilustración nº 148. Útil para izado de contrapesos.....	113
Ilustración nº 149. Secuencia de contrapesado de una grúa telescópica.....	114
Ilustración nº 150. Sistema de lastre de la grúa LTM 1250.....	115
Ilustración nº 151. Grúa LTM 1250, colocando contrapesos centrales.....	115
Ilustración nº 152. Grúa LTM 1250, colocando contrapesos laterales.....	115
Ilustración nº 153. Camión grúa.....	116
Ilustración nº 154. Disponiendo aparejos de izado de proa.....	116
Ilustración nº 155. Disponiendo aparejos de izado de popa.....	117
Ilustración nº 156. Buque listo para ser izado.....	117
Ilustración nº 157. Gestos codificados.....	118
Ilustración nº 158. Retirando burras y puntales de varada.....	118
Ilustración nº 159. Burra y puntal de varada.....	119
Ilustración nº 160. Buque suspendido.....	119
Ilustración nº 161. Girando buque.....	120
Ilustración nº 162. Buque en el agua.....	120
Ilustración nº 163. Soltando eslingas de popa.....	121
Ilustración nº 164. Retirando separador de popa.....	121
Ilustración nº 165. Retirando resto de los aparejos de izado.....	122
Ilustración nº 166. Catamarán “COCO LOCO PRIMERO”.....	123
Ilustración nº 167. Grúa “Liebherr LTM 1220-5.1” en posición y con los estabilizadores desplegados.....	123

Ilustración nº 168. Grúa LTM 1220 lastrada.....	124
Ilustración nº 169. Desplegando tramos del brazo telescópico.....	124
Ilustración nº 170. Operador de la grúa enganchando los pulpos de cadena.....	125
Ilustración nº 171. Acercando aparejos de izado.....	125
Ilustración nº 172. Preparando eslingas sobre la embarcación.....	126
Ilustración nº 173. Eslingas dispuestas sobre la embarcación.....	126
Ilustración nº 174. Izando embarcación.....	126
Ilustración nº 175. Girando embarcación.....	127
Ilustración nº 176. Embarcación en el agua.....	127
Ilustración nº 177. Asegurando embarcación.....	127
Ilustración nº 178. Soltando eslingas.....	128
Ilustración nº 179. Guardando pulpos de cadenas.....	128
Ilustración nº 180. Grúa lista para partir.....	129
Ilustración nº 181. Boceto del primer tramo pluma de celosía.....	132
Ilustración nº 182. Sierra ingletadora.....	133
Ilustración nº 183. Taladro de columna.....	133
Ilustración nº 184. Listones de pino y palos de bambú.....	134
Ilustración nº 185. Primer tramo de pluma montado.....	134
Ilustración nº 186. Lijadora.....	135
Ilustración nº 187. Taladrando tramo base.....	135
Ilustración nº 188. Uniendo tramo base a pluma.....	136
Ilustración nº 189. Montando el segundo tramo de pluma.....	136
Ilustración nº 190. Boceto tercer tramo de la pluma de celosía.....	137
Ilustración nº 191. Tercer tramo de pluma de celosía montado.....	137
Ilustración nº 192. Boceto del plumín.....	138
Ilustración nº 193. Plumín.....	138
Ilustración nº 194. Poleas de nilón.....	139
Ilustración nº 195. Polea de madera.....	139
Ilustración nº 196. Sistema de unión desmontable de los tramos de pluma de celosía.....	139
Ilustración nº 197. Practicando orificios en la superestructura.....	140
Ilustración nº 198. Caballete encolado.....	140
Ilustración nº 199. Sistema de poleas del caballete.....	141
Ilustración nº 200. Mecanizado de los carretes en nailon.....	141
Ilustración nº 201. Motor eléctrico con reductora.....	142
Ilustración nº 202. Creando ojal.....	142
Ilustración nº 203. Resultado final en los extremos del mismo cable fijador.....	142
Ilustración nº 204. Pasteca.....	143
Ilustración nº 205. Maqueta a escala de una grúa de celosía.....	144
Ilustración nº 206. Astilleros de reparación.....	147
Ilustración nº 207. Sistema Travel lift.....	148

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



# **I. INTRODUCCIÓN**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

## **I. INTRODUCCIÓN**

La elaboración de este Trabajo de Fin de Grado surgió inicialmente del interés generado por la presencia de una grúa de celosía de grandes dimensiones situada en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, la cual se emplea principalmente para la varada y botadura de buques. Tras un contacto inicial con la empresa propietaria de esta grúa, “Grúas y Transportes Bony”, descubrimos que la actividad de varada y botadura de buques mediante grúas móviles era una actividad relativamente común y en alza, no solo en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife sino que también se desarrollaba en otros puntos de la isla de Tenerife, como en el Puerto de Playa San Juan o Puerto Marina San Miguel.

Así pues, la finalidad de este Trabajo de Fin de Grado es dar a conocer al lector la presencia de sistemas de izado móviles para la varada y botadura de buques de pequeño porte en la isla de Tenerife, así como el funcionamiento y partes de estos sistemas y finalmente las cuestiones que engloba el proceso de varada y botadura mediante este sistema.

Los capítulos que forman este Trabajo de Fin de Grado son los siguientes:

→ Capítulo I. **Introducción.**

→ Capítulo II. **Objetivos.** Definimos una serie de objetivos los cuales llevaremos a cabo a lo largo de la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado.

→ Capítulo III. **Revisión y Antecedentes.** Llevamos a cabo una investigación sobre la presencia de distintos tipos de grúas a lo largo de la historia del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, desde sus inicios hasta la actualidad, también veremos las características de las grúas móviles autopropulsadas para terminar con las particularidades de los accesorios de elevación.

→ Capítulo IV. **Metodología.** En este capítulo hacemos constar el conjunto de procedimientos empleados para alcanzar los objetivos de este Trabajo de Fin de Grado, los cuales hemos dividido en tres apartados, siendo estos la documentación bibliográfica, la metodología del trabajo de campo y el marco referencial.

→ Capítulo V. **Resultados.** Por una parte plasmamos las experiencias del trabajo de campo, describiendo las distintas maniobras de varada y botadura a las que pude asistir como parte del trabajo de campo, así como los distintos tipos de grúas utilizadas y su funcionamiento. Además detallamos el proceso en la elaboración de una maqueta-grúa.

→ Capítulo VI. **Conclusiones.** Enumeraremos una serie de conclusiones obtenidas como resultado de la finalización de este Trabajo de Fin de Grado.

→ Capítulo VII. **Bibliografía.** Detallamos los distintos recursos utilizados en la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado.

## **ABSTRACT**

The elaboration of this End of Degree Project arose initially from the interest generated by the presence of a large lattice crane. It is located in the Port of Santa Cruz de Tenerife and used mainly for the launching of ships. After an initial contact with the company that owns this crane, we discovered that the activity of launching ships using mobile cranes was a relatively common and rising activity. It is not only common in the port of Santa Cruz de Tenerife área but also used in other parts of the island of Tenerife, such us Port of Playa San Juan or Port Marina San Miguel.

The object of this End of Degree Project is to inform the reader of the presence of mobile lifting systems for the launching of smalls ships on the island of Tenerife. As well as the operation and parts of these systems, also looking at the issues of encompassing the process of launching trough this system.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

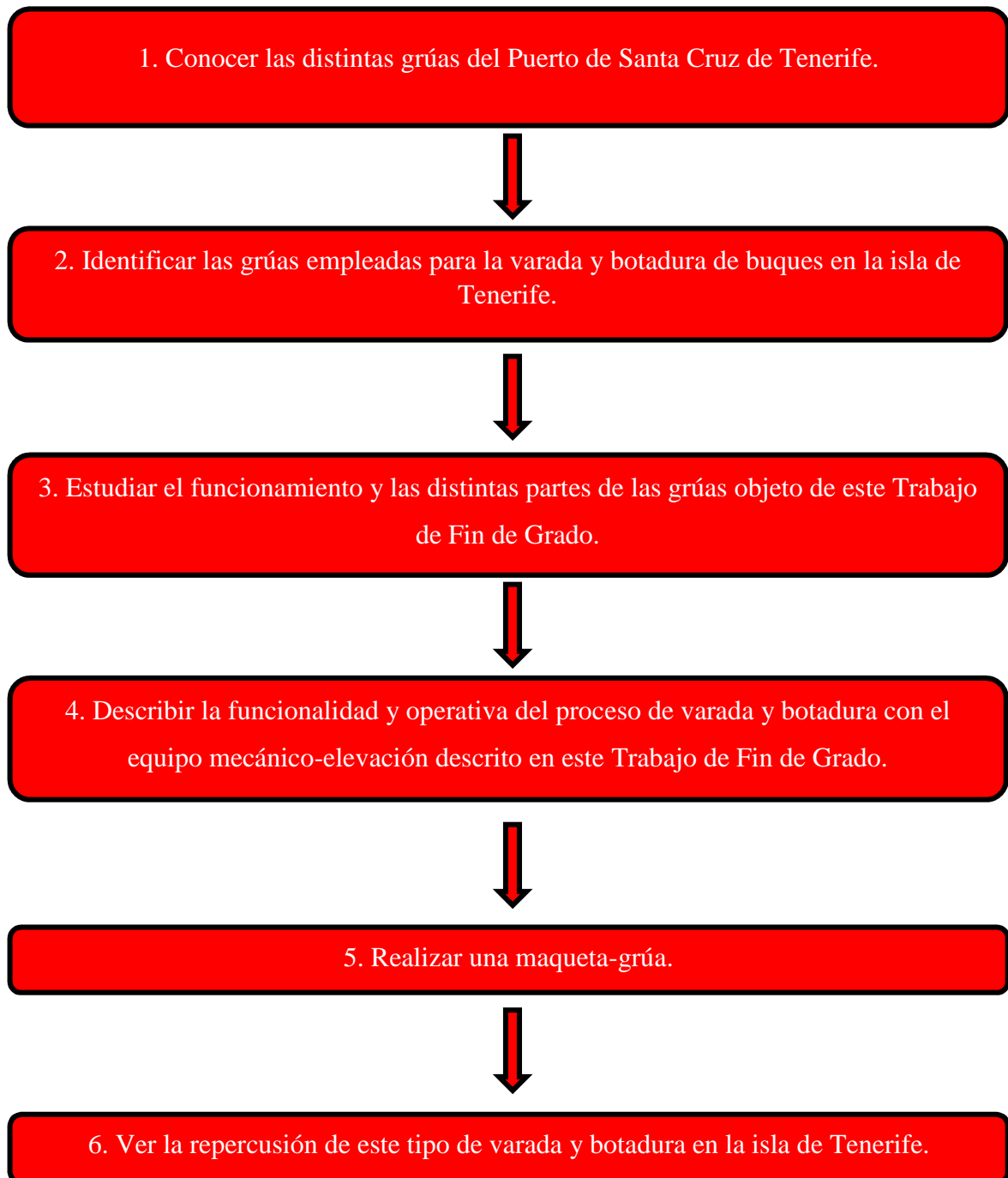
## **II. OBJETIVOS**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



## **II. OBJETIVOS**

Los objetivos que se pretenden conseguir en este Trabajo de Fin de Grado son los siguientes:



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

### **III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

### **III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES**

En el siguiente capítulo haremos un breve recorrido a través de los principales acontecimientos históricos acaecidos en relación a las grúas del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. También haremos mención de las grúas actualmente existentes en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife así como de otras grúas ámbito de este Trabajo de Fin de Grado. Para terminar veremos algunos conceptos en relación a los accesorios de elevación así como algunas nociones relacionadas con el izado de cargas.

#### **3.1 GRÚAS EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE A LO LARGO DE SU HISTORIA**

En este apartado veremos algunos de los hechos más resaltables en cuanto a la historia de las grúas en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife desde el siglo XIX hasta la actualidad.

##### **3.1.1 PRIMEROS PESCANTES**

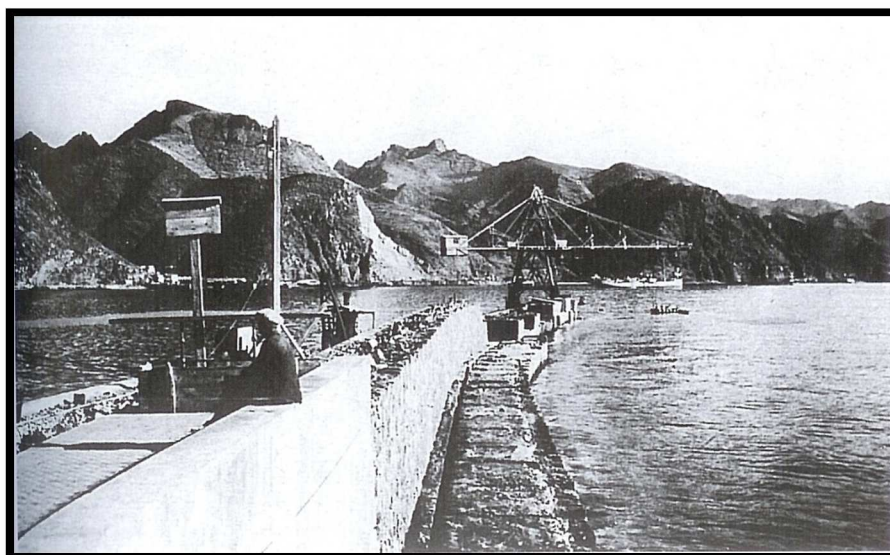
Fue en 1821 cuando se instaló un pescante fijo de hierro en el desembarcadero de Los Platillos, hoy día conocido como el Muelle de Enlace, para ayudar en la estiba de mercancías varias y equipajes de las gabarras y falúas que transportaban desde los buques fondeados. Casi medio siglo después, en 1861, la Junta Provincial de Agricultura, Industria y Comercio adquirió otro pescante fijo de hierro más grande y con capacidad de 7 toneladas el cual trajo desde Inglaterra para instalarlo junto al anterior. Es en este año cuando la Junta de Obras del Puerto instala también una grúa móvil sobre carriles accionada por vapor para la estiba de gabarras [1], [2].



*Ilustración n° 1. Pescantes en el desembarcadero de Los Platillos.  
Fuente: [3].*

### **3.1.2 GRÚAS “TITÁN”**

En 1887 llegó desde Alemania a bordo del vapor inglés “Madeira” la primera de las dos grúas “Titán”. Se tardaron dos días en descargar todas las piezas del buque y dos meses más hasta que estuvo montada. Fue adquirida por la empresa Sociedad Metropolitana de Construcción, empresa encargada de la ejecución de las obras de ampliación del muelle sur. La grúa “Titán” pesaba 85 toneladas y con una altura de 10 metros tenía una pluma de 26 metros de largo con la que podía levantar bloques de 36 toneladas y colocarlos en el fondo del mar hasta una profundidad máxima de 15 metros. Su existencia se prolongó hasta 1988, año en que mediante una explosión controlada fue desmantelada y sus piezas se enviaron hasta la península para ser fundidas [1], [2].



*Ilustración nº 2. Primera grúa “Titán” trabajando en la remodelación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, finales del siglo XIX.*

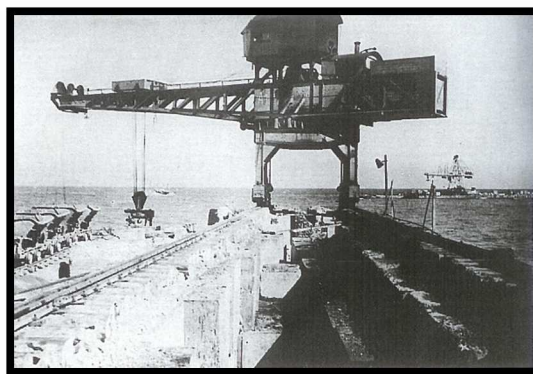
*Fuente: [4].*

Es a finales de 1893 cuando la segunda grúa “Titán” procedente esta vez de Inglaterra llega a Tenerife para acompañar a la primera grúa “Titán” en la remodelación del muelle sur. Esta segunda grúa “Titán” tenía un peso 195 toneladas y una altura aproximada de 8 metros, con una pluma de 13 metros de largo podía levantar bloques de 35 toneladas de peso. Permaneció en la dársena pesquera hasta el 2009, año en que fue desmontada y sus piezas tratadas como chatarra [2].



*Ilustración nº 3. Recepción de la segunda grúa “Titán” en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, finales del siglo XIX.*

*Fuente: [4].*



*Ilustración nº 4. Grúas “Titán” trabajando en la remodelación del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, finales del siglo XIX.*

*Fuente: [4].*

### **3.1.3 SIGLO XX**

A principios del siglo XX las grúas existentes el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encontraban en mal estado de conservación y no contaban con la capacidad de carga necesaria, además de encontrarse en zonas donde no podían atracar grandes buques, por lo que solo podían utilizarse para la estiba de gabarras. Es por este motivo que en 1921 la Junta de Obras del Puerto adquiere dos grúas móviles sobre carriles accionadas por vapor, una de 5 toneladas y otra de 6 toneladas. Dos años más tarde, en 1923, La Junta de Obras del Puerto compra otra grúa esta vez eléctrica con capacidad para 7 toneladas a la Compañía de Vapores Interinsulares Canarios [1], [2].



*Ilustración nº 5. Descarga en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en el siglo XX.*

*Fuente: [5].*

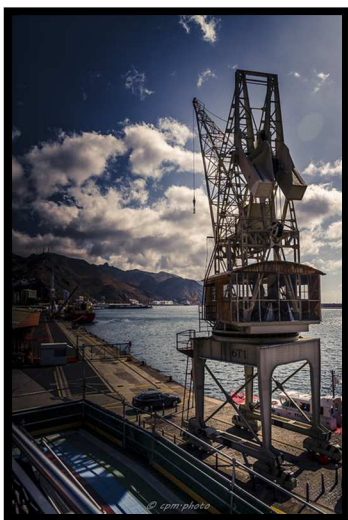
*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Debido al incremento de la actividad en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife en 1955, las dos grúas de vapor, más la eléctrica no eran capaces de soportar el aumento del tráfico portuario, por lo que fue necesario la adquisición de cuatro nuevas grúas, una grúa móvil con una capacidad superior a las 20 toneladas más otras tres grúas autopropulsadas sobre neumáticos que funcionaban con gas oil y con capacidad para 2 toneladas cada una [1], [2].

En 1948 la Junta de Obras del Puerto encargó la construcción de seis grúas eléctricas de pórtico a los Talleres E. Grasset S.A. de Madrid, sin embargo, debido a una serie de prórrogas por defectos técnicos, su entrega no se produjo hasta 1959. Cuatro de estas grúas, la 6T-1, 6T-2, 6T-3 y 6T-4 se colocaron en el muelle de Ribera y las otras dos, la 6T-5 y 6T-6 en el muelle Norte [2].



*Ilustración nº 6. Desguace de las antiguas grúas eléctricas de pórtico 6T-2, 6T-3 y 6T-4 (2015).  
Fuente: [6].*



*Ilustración nº 7. Antigua grúa eléctrica de pórtico 6T-1 restaurada (2014).  
Fuente: [7].*

En el año 2006 la grúa eléctrica de pórtico 6T-1 fue restaurada por la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife y hoy día puede ser visitada en su emplazamiento original, como antiguo vestigio de la historia del Puerto de Santa Cruz de Tenerife [2].

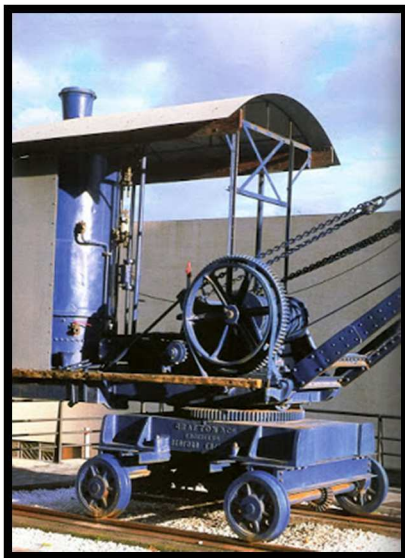


Volviendo atrás en el tiempo, en 1967 el puerto adquirió una grúa flotante de nombre “Tenerife”, con una manga de 14 metros y una eslora de 30 metros era capaz de elevar hasta 80 toneladas [A]. En 1974 adquirió una grúa automóvil de 200 toneladas. Para 1981 el puerto llegó a contar con un total de 38 grúas [1], [2].



*Ilustración nº 8. Grúa flotante “Tenerife” en 1969.  
Fuente: [1].*

### **3.1.4 GRÚA DE VAPOR “TENERIFE”**



*Ilustración nº 9. Antigua grúa de vapor “Tenerife” en su ubicación actual.  
Fuente: [8].*

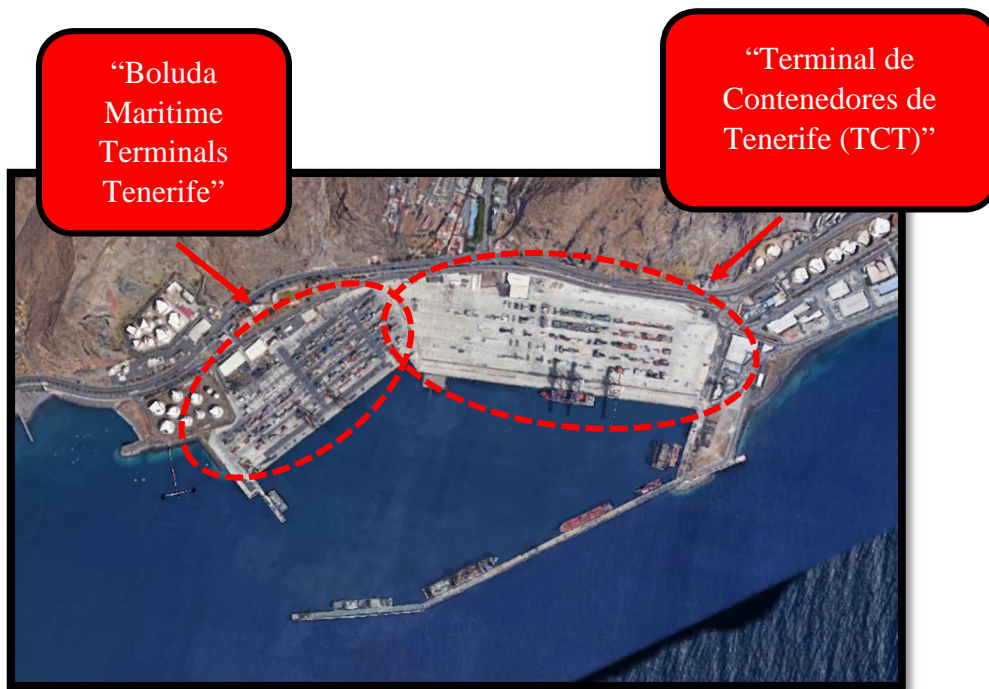
Una pequeña mención requiere la grúa de vapor “Tenerife”, antigua grúa que hoy día perdura como monumento ubicada en las cercanías de la E.T.S de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, y cuyos alumnos, profesores y demás integrantes se cruzan cada día. Esta grúa fue construida en 1920 en Inglaterra e instalada en 1934 en el muelle carbonero de Valleseco para la carga y descarga de gabarras que transportaban carbón [2].

### **3.2 GRÚAS ACTUALES EN EL PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

Hoy día los sistemas de izado de cargas que podemos encontrarnos en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se reducen principalmente a las grúas de la terminal de contenedores y a las grúas móviles autopropulsadas, las cuales mencionaremos en los siguientes apartados

#### **3.2.1 TERMINAL DE CONTENEDORES**

La terminal de contenedores del Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra en la dársena del Este, en la cual desarrollan su actividad dos empresas, “Boluda Maritime Terminals Tenerife” ubicada en el Muelle del Bufadero y “Terminal de Contenedores de Tenerife (TCT)” en el Dique del Este [9].



*Ilustración nº 10. Dársena del Este, ubicación de la terminal de contenedores.  
Fuente: [10].*

La empresa “Boluda Maritime Terminals Tenerife” cuenta con las siguientes grúas [11]:

- **4 Grúas de muelle para contenedores.**
  - 2 Grúas de muelle para contenedores “Panamax”.
  - 2 Grúas de muelle para contenedores “Post-Panamax”.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

- **8 Grúas pórtico.**

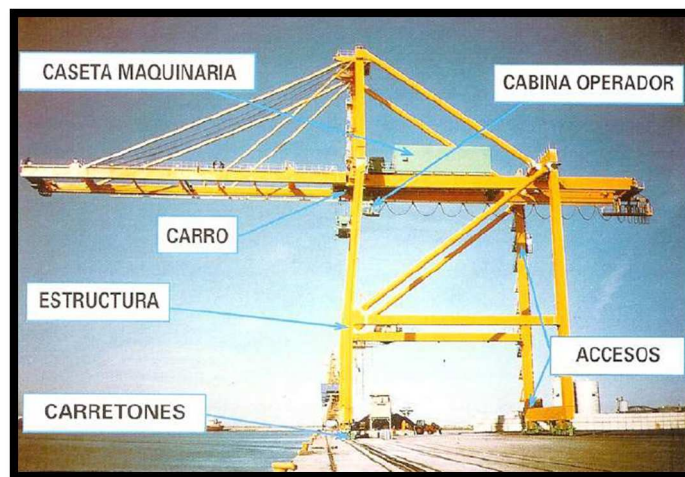
Mientras que “Terminal de Contenedores de Tenerife (TCT)” dispone de [12]:

- **6 Grúas de muelle para contenedores “Super-Post-Panamax”.**

- **6 Grúas pórtico.**

**- Grúas de muelle para contenedores (portainer).**

Las grúas de muelle para contenedores, también llamadas Portainer, son las encargadas de realizar la estiba y desestiba de contenedores desde las bodegas del buque al muelle y viceversa. Podemos encontrarnos con grúas que funcionen con un generador Diesel instalado sobre la propia grúa u otras que toman la corriente eléctrica desde una red exterior a través de unos canales de alojamiento de conductores situados en el plan del puerto paralelos a las guías de los carretones [13].



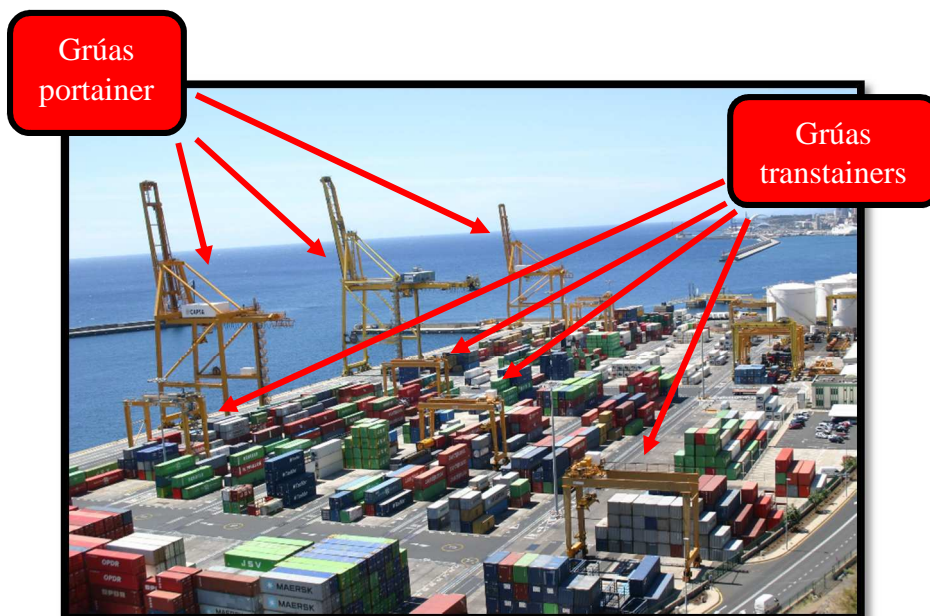
*Ilustración nº 11. Partes de una grúa portainer.  
Fuente: [14].*

Las grúas portainer se pueden clasificar según el tamaño de buques sobre los que pueden operar, partiendo de esta clasificación podemos encontrar tres tipos de grúas de muelle para contenedores [15]:

- Grúa “Panamax”. Pueden estibar buques que lleven hasta un máximo de 12-13 contenedores colocados de banda a banda del buque.
- Grúa “Post-Panamax”. Pueden estibar buques que lleven aproximadamente 18 contenedores colocados de banda a banda del buque.
- Grúa “Super-Post-Panamax”. Son las usadas para estibar los mayores buques portacontenedores, de 22 o más contenedores colocados de banda a banda del buque.

### **- Grúas pórtico.**

Las grúas pórticos o transtainers son las grúas encargadas del traslado de los contenedores dentro de las terminales. Están propulsadas por motores de combustión interna y pueden clasificarse según su sistema de desplazamiento, que puede ser mediante ruedas neumáticas con dirección, lo que les da un amplio margen de maniobra (RTG: Rubber Tyred Gantry Crane) o también pueden moverse sobre raíles (RMG: Rail Mounted Gantry Crane). Lo habitual es que estas grúas solo se desplacen por su calle, hacia delante y hacia atrás, y que sean las carretillas elevadoras o los camiones los que hagan el resto de traslados [13], [14], [16].



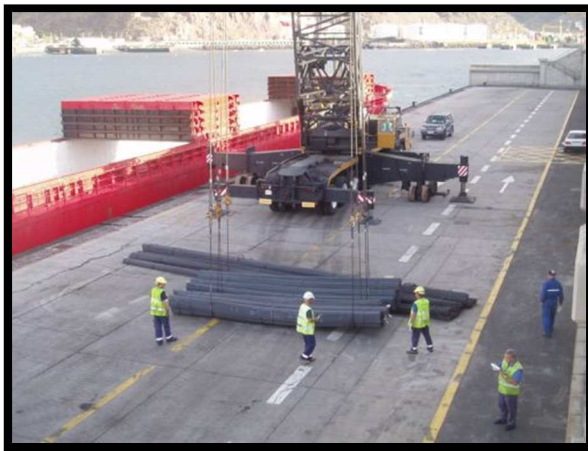
*Ilustración nº 12. Panorámica de la terminal de contenedores de Boluda.*

*Fuente: [17].*

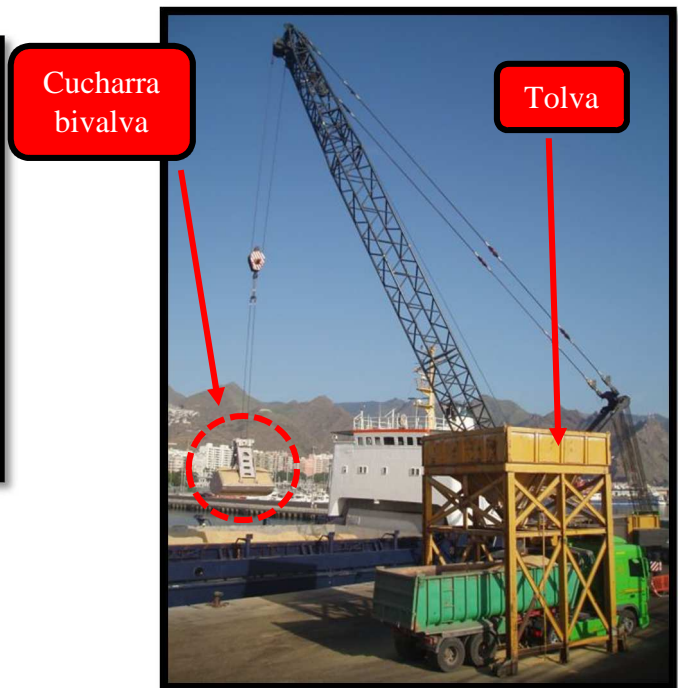


### 3.2.2 GRÚAS MÓVILES AUTOPROPULSADAS

Actualmente podemos encontrar el Puerto de Santa Cruz de Tenerife dos grúas móviles autopropulsadas de pluma de celosía propiedad de la empresa estibadora “CONTENERFRUT, S.A.” las cuales emplean en maniobras de carga y descarga de buques manipulando todo tipo de mercancías, desde fruta de exportación e importación, madera, hierro, graneles, materiales de construcción, chatarra, etc. [18].



*Ilustración nº 13. Descarga de barras de acero para la construcción.  
Fuente: [18].*



*Ilustración nº 14. Descarga de un buque granelero empleando una cuchara bivalva y una tolva.  
Fuente: [18].*

Además de las actividades antes mencionadas, la empresa también emplea una de sus grúas móviles autopropulsadas de pluma de celosía para la realización de maniobras de izado para la varada y botadura de buques de pequeño porte, cuestión que abordaremos más adelante en el Capítulo V.

Otra grúa móvil autopropulsada de pluma de celosía que podemos encontrar en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife es la grúa “Liebherr LR 1600/2” y la cual utilizan casi exclusivamente para la varada y botadura de buques de pequeño porte. Una grúa con una capacidad de carga de 600 toneladas y un alcance de 187 metros de altura [19].



*Ilustración n° 15. Maniobra de varada del buque “Atlantshipservice Dos” empleando la grúa “Liebherr LR 1600/2”.*

*Fuente: [20].*

El último tipo de grúas que realizan parte de su actividad en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife son las grúas móviles autopropulsadas de pluma telescópica. Este tipo de grúas son propiedad de empresas cuyo sector profesional está relacionado con las maniobras de elevación, pero no solo en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, sino también en otros sectores no marítimos de la isla. Debido a la libertad de desplazamiento por carretera de este tipo de grúas, hace que puedan movilizarse prácticamente a cualquier punto de la isla, no solo al Puerto de Santa Cruz de Tenerife, sino también a otros puertos de la isla. Además, su uso no solo está restringido a la estiba de mercancías o elevación de cargas en los puertos, sino que también pueden llegar a emplearse en maniobras de izado para la varada y botadura de buques de pequeño porte.



*Ilustración n° 16. Grúas telescópicas realizando una maniobra de elevación en tándem en un puerto.*

*Fuente: [21].*

### 3.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS GRÚAS MÓVILES AUTOPROPULSADAS

Una de las definiciones más exacta de lo que son las grúas móviles autopropulsadas la podemos encontrar en la ITC-MIE-AEM-4 (Instrucción Técnica Complementaria), que la define como, “aparatos de elevación de funcionamiento discontinuo destinados a elevar y distribuir en el espacio cargas suspendidas de un gancho o cualquier otro accesorio de aprehensión dotado de medios de propulsión y conducción propios o que formen parte de un conjunto con dichos medios que posibilitan su desplazamiento por vías públicas o terrenos” [22].

Para comprender mejor esta definición vamos a proceder a definir alguna de las partes de las grúas móviles autopropulsadas.

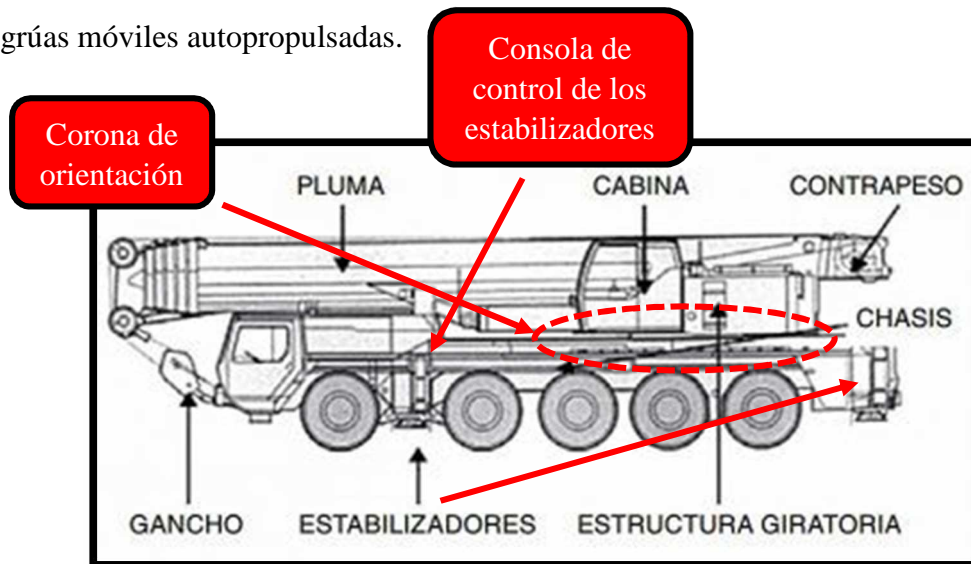


Ilustración nº 17. Partes de una grúa móvil autopropulsada.  
Fuente: [23].

En una grúa móvil autopropulsada podemos encontrar tres partes principales: el chasis, la corona de orientación y la estructura giratoria [24].

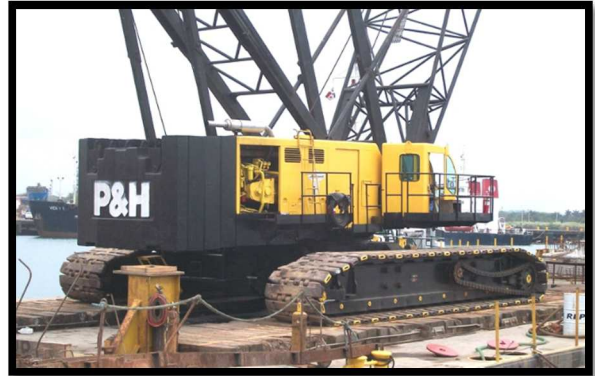
#### 3.3.1 CHASIS

El chasis es la estructura que soporta toda la grúa y aloja el sistema de propulsión y los estabilizadores, y en algunos casos la cabina de conducción de la grúa.

Según el tipo de propulsión podemos encontrarnos con dos tipos de grúas móviles autopropulsadas, con sistema de traslación sobre ruedas neumáticas o con sistema de traslación sobre orugas. Los sistemas de traslación, ya sean por ruedas neumáticas u orugas son accionados por uno o varios motores alternativos de combustión interna [24], [25].



*Ilustración nº 18. Grúa móvil autopropulsada con sistema de traslación sobre ruedas neumáticas. Fuente: [26].*



*Ilustración nº 19. Grúa móvil autopropulsada con sistema de traslación sobre orugas. Fuente: [27].*

La ventaja del sistema de traslación sobre ruedas frente al de orugas radica principalmente en la maniobrabilidad y la capacidad de poder desplazarse largas distancias sobre carreteras, mientras que la de “*orugas*” destaca por la capacidad de poder llegar a desplazarse distancias cortas con una “*carga suspendida*”, cosa que no podría llegar a realizar la de ruedas neumáticas.

Otra característica reseñable en cuanto al sistema de traslación por rueda neumática es la capacidad que tienen algunas grúas de poder girar todos o casi todos sus ejes, lo que les da un extra importante en cuanto a maniobrabilidad.



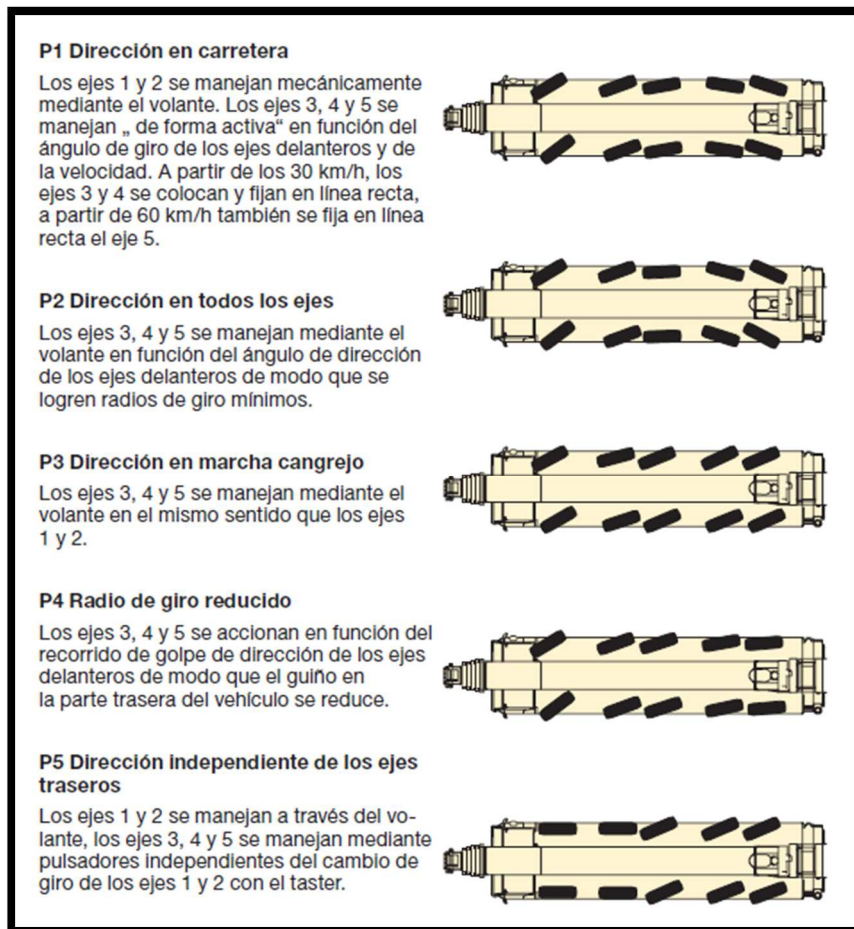


Ilustración nº 20. Programas de dirección de una grúa móvil autopropulsada modelo “Liebherr LTM 1200-5.1”.

Fuente: [28].

Estos programas de dirección pueden ser seleccionados desde una consola de mando situada en la cabina de conducción por el conductor de la grúa en función de la situación.



Consola de mando de las ruedas

Ilustración nº 21. Cabina de conducción de una grúa móvil autopropulsada.

Fuente: Trabajo de campo.

Los estabilizadores son los elementos cuya finalidad es la de incrementar el polígono de sustentación de la grúa, con lo que se consigue aumentar la estabilidad de la grúa y una mayor resistencia al vuelco [24].

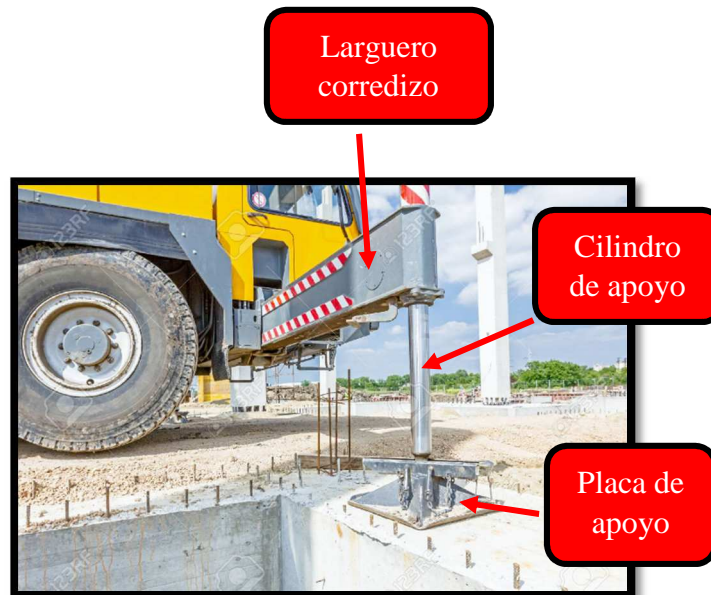


Ilustración nº 22. Detalle de un estabilizador.  
Fuente: [29].

En las grúas móviles autopropulsadas de ruedas neumáticas los fabricantes recomiendan que siempre se usen los estabilizadores, aun cuando la carga que se vaya a izar permita hacerlo sobre neumáticos. Para una correcta utilización de los estabilizadores estos deberán estar totalmente desplegados, si no es posible, se tendrá en cuenta las directrices del fabricante. A continuación, se extenderán los cilindros de apoyo hasta que las ruedas no toquen el suelo [24], [30].

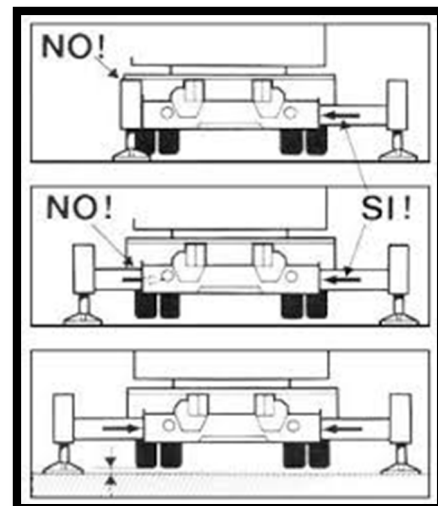


Ilustración nº 23. Correcto despliegue de los estabilizadores.  
Fuente: [30].

En caso de un suelo irregular o blando se deberán usar calzos o placas de reparto, aumentando así la superficie de apoyo y disminuyendo la presión transmitida al suelo. Por último, una vez se desplieguen todos los estabilizadores habrá que comprobar la correcta nivelación de la grúa [24].

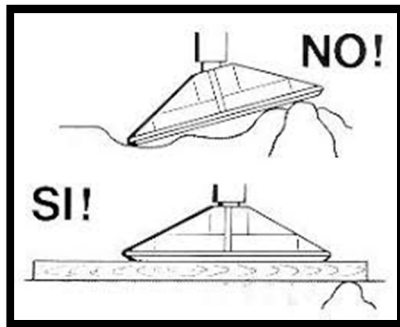


Ilustración n° 24. Uso de calzos en suelo irregular.  
Fuente: [30].

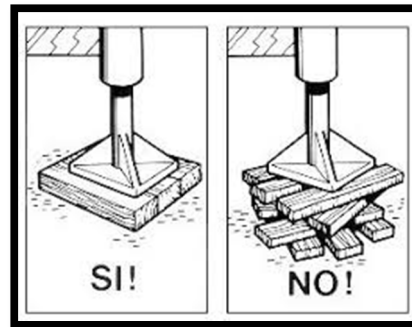


Ilustración n° 25. Correcta colocación de los calzos.  
Fuente: [30].

### 3.3.2 CORONA DE ORIENTACIÓN

La corona de orientación es el conjunto de engranajes y elementos cuya función es transmitir los esfuerzos de la estructura giratoria al chasis de la grúa, además es accionada por el sistema de orientación de la estructura giratoria [24].



Ilustración n° 26. Corona de orientación de la grúa móvil autopropulsada “Liebherr LR 1600/2”.  
Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración n° 27. Detalle de una corona de orientación.  
Fuente: [31].

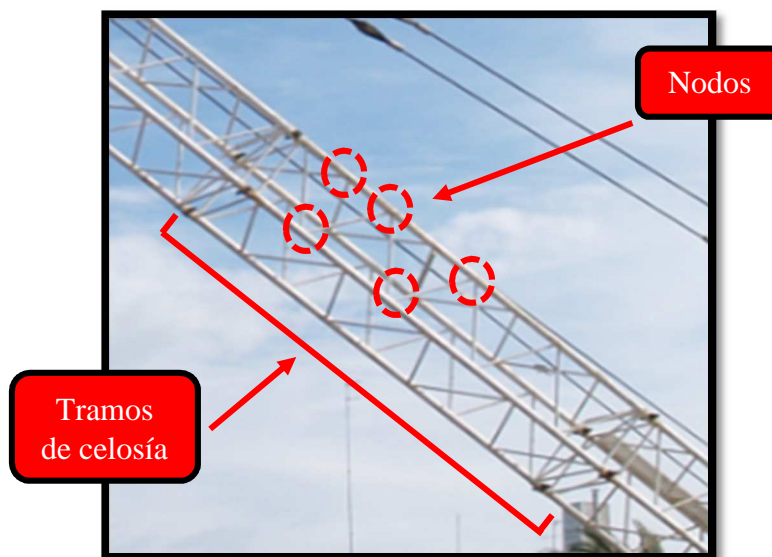
### 3.3.3 ESTRUCTURA GIRATORIA

La estructura giratoria, también conocida como superestructura, se encarga de alojar entre otros: los contrapesos, la pluma y los sistemas de accionamiento de la grúa. Sus elementos principales son los siguientes [24].

#### **-Pluma.**

Es el elemento que soporta el órgano de aprehensión cargado, ya sea un gancho, una cuchara bivalva, un electroimán, etc. y que permite el alcance, radio y altura de izado necesario. Las plumas pueden ser principalmente de dos tipos: de celosía o telescópica [24].

La pluma de celosía se caracteriza por estar construida en forma reticular con barras rectas que se unen en nodos, en forma de triángulos planos. Pueden estar construidas de acero o aluminio. Suele estar formada por tramos los cuales son desmontables [32].



*Ilustración n° 28. Detalle tramo pluma de celosía.*

*Fuente: [33].*

Por su parte, la pluma telescópica está formada por diversos tramos los cuales van ensamblados unos dentro de otro, de forma que sea posible que se deslicen variando así la longitud de la pluma en función de la longitud deseada. Es un sistema hidráulico el que permite que los tramos puedan desplazarse entre sí.



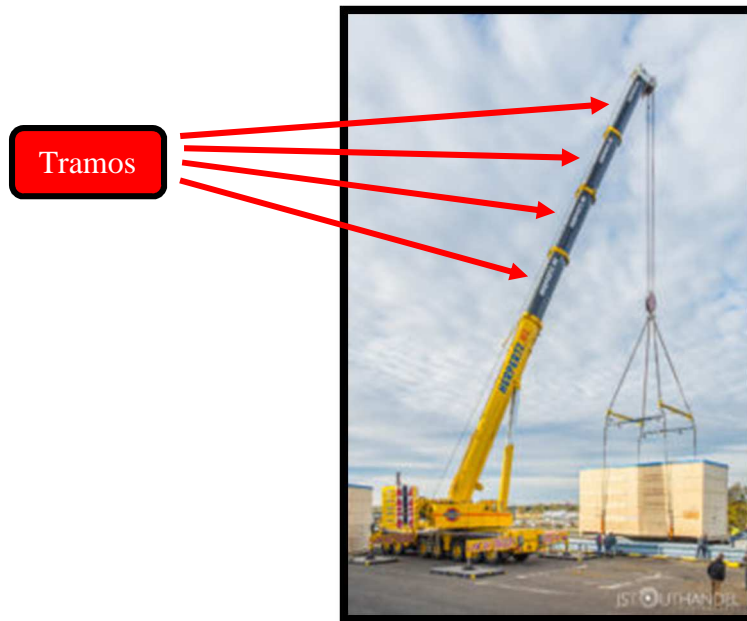


Ilustración n° 29. Pluma telescópica desplegada.  
Fuente: [34].

### -Órgano de aprehensión.

Es el elemento que sirve para coger, suspender o soportar la carga. Puede ser un gancho, un electroimán, una cuchara bivalva, etc. [24].



Ilustración n° 30. Gancho doble y sencillo.  
Fuente: [35].



Ilustración n° 31.  
Electroimán.  
Fuente: [36].



Ilustración n° 32. Cuchara bivalva.  
Fuente: [37].

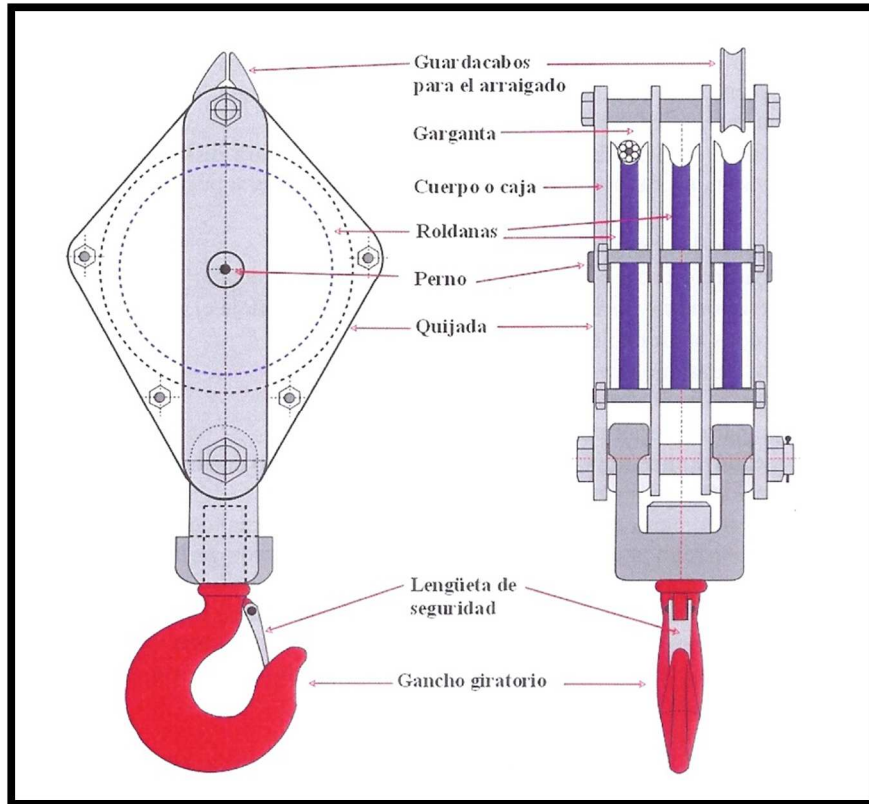


Ilustración nº 33. Partes de una pasteca.  
Fuente: [38].

### **-Mecanismo de elevación.**

También denominado cabestrante, posibilita el movimiento de izado. Está formado por el conjunto de tambor y cable. En la mayoría de las grúas móviles autopropulsadas solemos encontrar dos tambores, el principal y uno secundario. El secundario se suele usar en algunas operaciones especiales, como el giro de una carga o en las cucharas bivalva u otros accesorios. Los tambores son accionados por un motor hidráulico el cual es alimentado por una bomba hidráulica acoplada a un motor alternativo de combustión interna. Este motor alternativo de combustión interna es diferente al del chasis, el cual se emplea para el desplazamiento de la grúa [24].

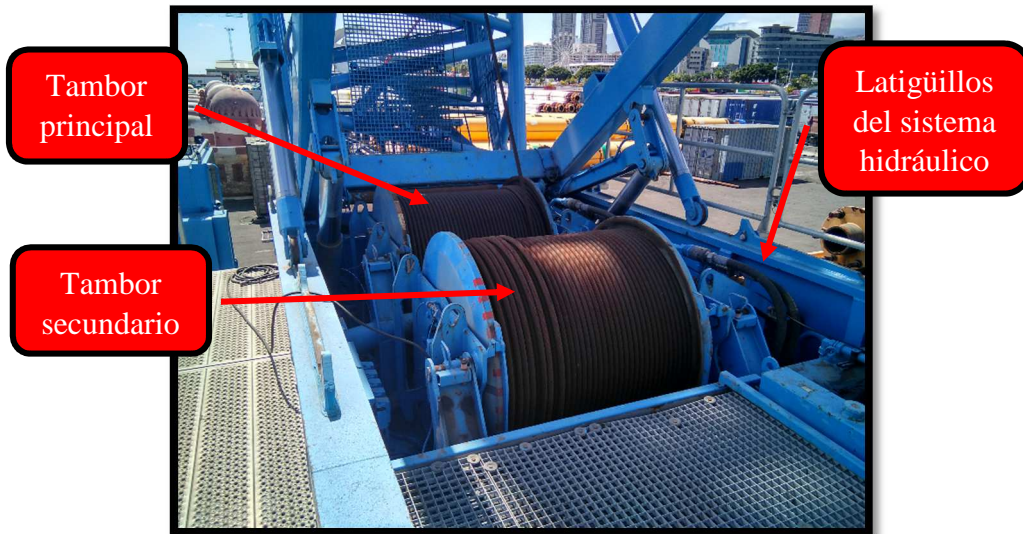


Ilustración nº 34. Cabestrantes de la grúa móvil autopropulsada “Liebherr LR 1600/2”.  
Fuente: Trabajo de campo.

### -Contrapesos.

Los contrapesos se utilizan para equilibrar las acciones de la carga. Suelen estar hechos de acero y venir en forma de planchas o bloques. El número de contrapesos que necesita una grúa vendrá determinado por el fabricante y el tipo de maniobra que se vaya a realizar [24].



Ilustración nº 35. Colocación de contrapesos en una grúa móvil autopropulsada.  
Fuente: [39].

### **-Cabina del operador de la grúa.**

Es el habitáculo reservado al manejo de la grúa y en algunos casos también para la conducción, en la ilustración nº 33 podemos ver una configuración de grúa en la que la cabina es tanto para el manejo de la grúa como para su desplazamiento. Además, las cabinas suelen tener cierto grado de movimiento respecto de la estructura giratoria para facilitar un mejor ángulo de visión al operador de la grúa según qué condiciones [24].



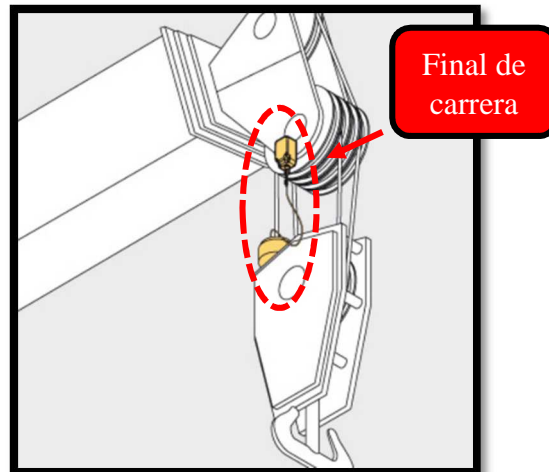
*Ilustración nº 36. Cabina del operador y conductor de un modelo de grúa.  
Fuente: [40].*

### **3.3.4 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN UNA GRÚA MÓVIL AUTOPROPULSADA**

Algunos de los elementos de seguridad que podemos encontrar en una grúa son [24]:

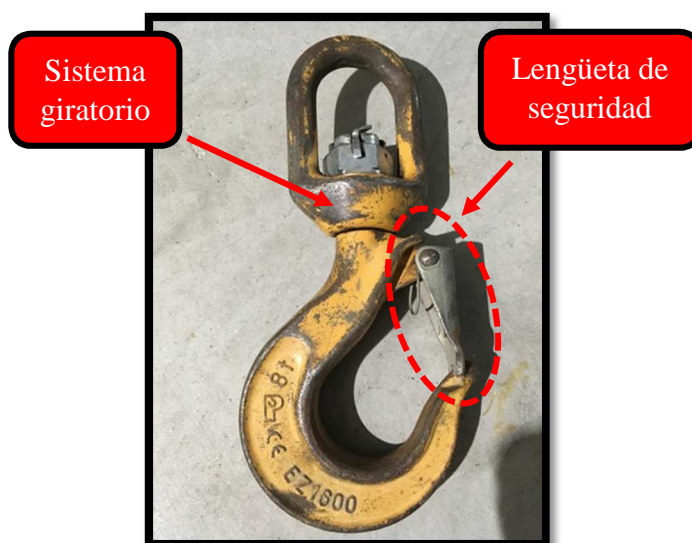
- Indicador de carga en gancho. Permite conocer al operador la carga que está soportando el órgano de aprehensión en tiempo real
- Indicador de momento de carga. Muestra la carga máxima que se puede izar según cada posición de trabajo.
- Limitador de cargas. Limita la carga máxima que se puede manejar cortando el movimiento ascendente del mecanismo de elevación y aquellos movimientos que supongan aumentar los máximos momentos de carga prefijados.
- Interruptor fin de carrera del cabestrante. Impide que el tambor siga girando cuando quedan tres vueltas de cable en el tambor
- Final de carrera de elevación del órgano de aprehensión. Impide que el órgano de aprehensión llegue hasta la punta de la pluma o plumín.





*Ilustración nº 37. Sistema de seguridad final de carrera de elevación del órgano de aprehensión.  
Fuente: [41].*

- Indicador de longitud de pluma. Indica la longitud de pluma en tiempo real, para plumas telescópicas.
- Indicador del ángulo de pluma. Muestra el ángulo de inclinación de la pluma con respecto de la horizontal.
- Indicador de radio o alcance. Indica el radio con el que se está trabajando.
- Anemómetro. Permite medir la velocidad del viento y si esta es sobrepasada, según el tipo de grúa, emite una señal acústica y visual, pero nunca desconectara los movimientos de la grúa.
- Baliza aérea. Se emplea solo en las grúas más altas. Se coloca en el punto más alto de la grúa, la punta de la pluma, para reducir el peligro para las aeronaves.
- Lengüeta de seguridad. Son las que vienen incorporadas en los ganchos de las pastecas para evitar que los cables, estrobos o eslingas se escapen.



*Ilustración nº 38. Gancho con pestillo de seguridad.  
Fuente: [42].*

- Captador de mandos libres. Cuando el operador deja de manipular los mandos estos vuelven a su posición neutra.
- Captador de ocupación del asiento del operador. Su función es imposibilitar que cualquier dispositivo de la grúa se active por error si el operador no se encuentra sentado.

### **3.3.5 GRÚAS MÓVILES AUTOPROPULSADAS PRESENTES EN LAS MANIOBRAS DE VARADA Y BOTADURA**

Las grúas empleadas para las maniobras de varada y botadura de buques de pequeño porte objeto de este Trabajo de Fin de Grado se pueden resumir en dos tipos, por un lado tenemos una grúa de pluma de celosía y de traslación sobre ruedas neumáticas y por otro lado tenemos la presencia de una serie de grúas de pluma telescópica de traslación sobre ruedas neumáticas.

#### **- Grúa de pluma de celosía y de traslación sobre ruedas neumáticas.**

Todas las maniobras en las que se empleó este tipo de grúa se llevaron a cabo en el mismo lugar, en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife (*Dársena de los Llanos*).

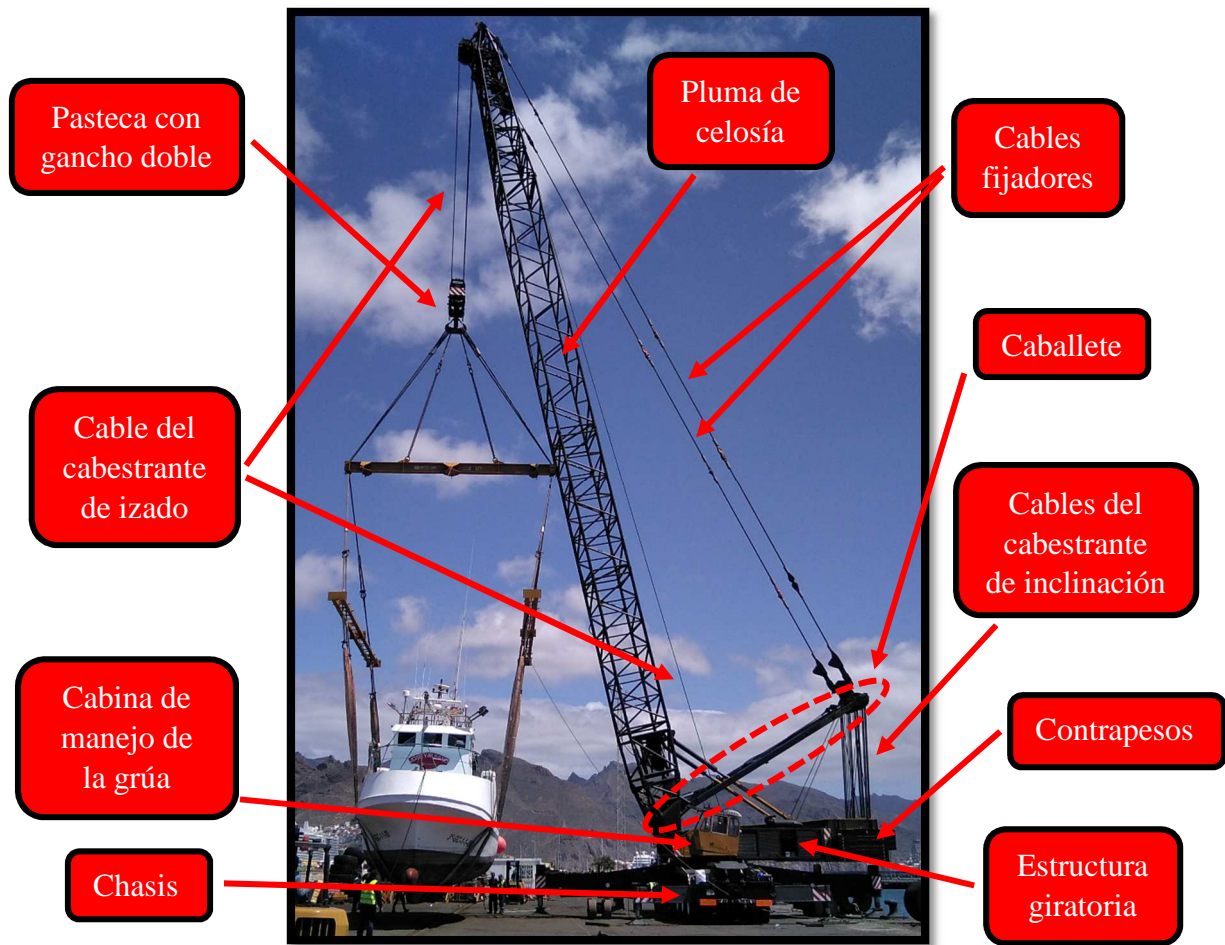


Ilustración nº 39. Grúa de pluma de celosía y de traslación sobre ruedas neumáticas.  
Fuente: Trabajo de campo.

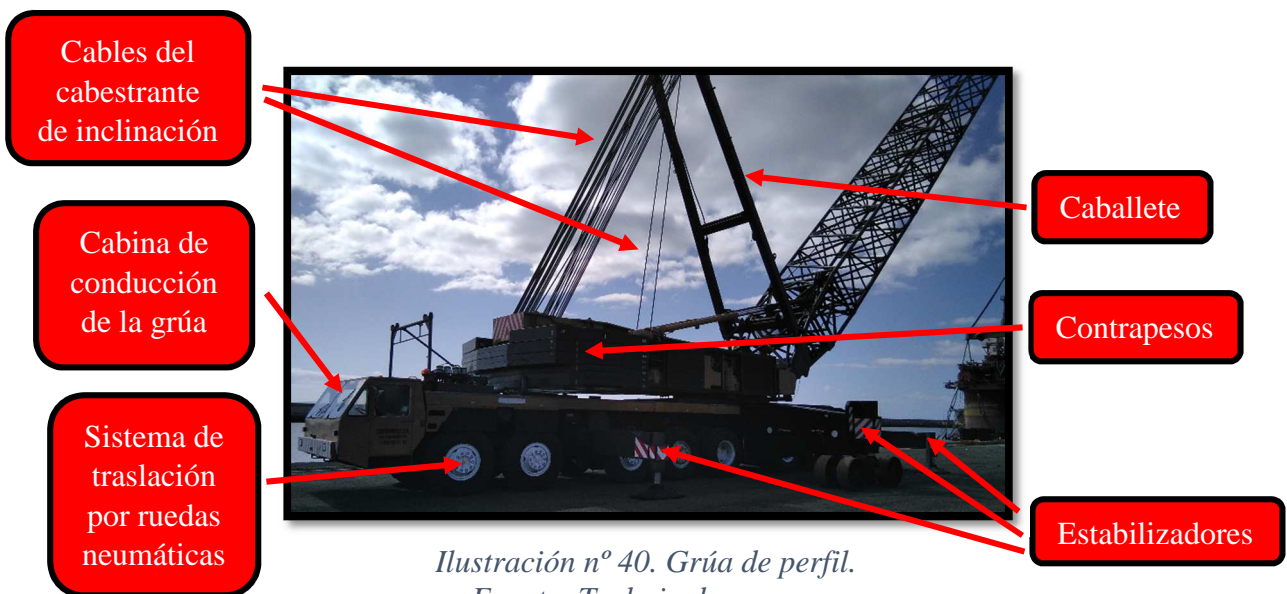
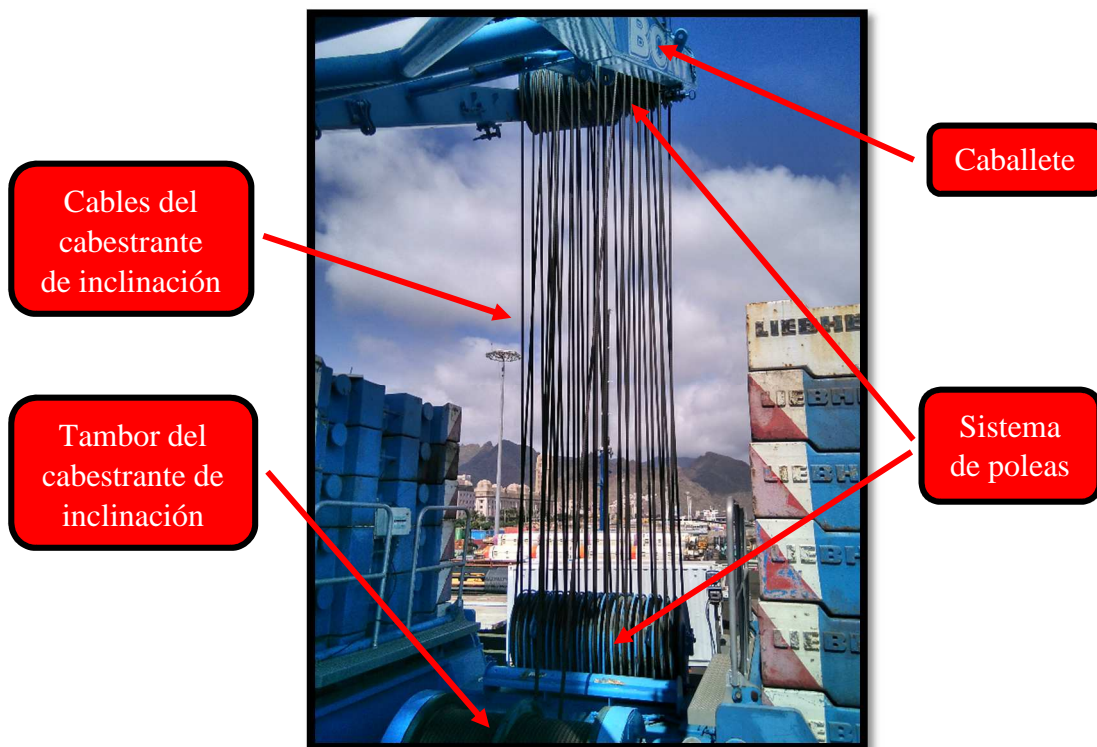


Ilustración nº 40. Grúa de perfil.  
Fuente: Trabajo de campo.

Como su nombre indica, esta grúa se caracteriza por contar con una pluma de tipo celosía y por estar montada sobre un chasis que se desliza sobre ruedas neumáticas. Otros elementos de la grúa son por ejemplo los estabilizadores, esta grúa cuenta con un total de 6 estabilizadores, de los cuales cuatro se encuentran en los extremos y dos, de mayor tamaño, en el centro. Cuenta con dos cabinas independientes, una para manejar la grúa y la otra para el traslado de la grúa.

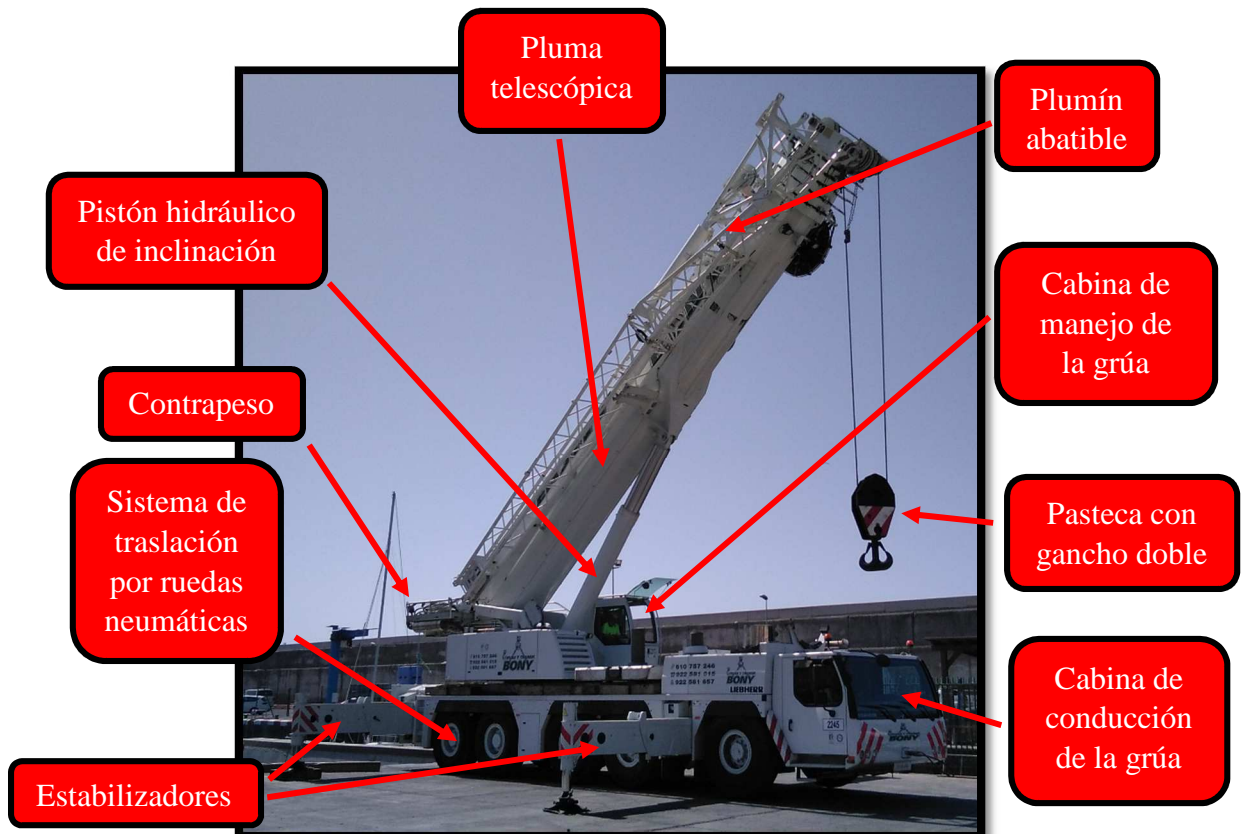
Otro elemento diferenciador se trata del sistema de inclinación de la pluma, en este caso se realiza mediante un cabestrante hidráulico y un conjunto de poleas el cual mueve un caballete que se encuentra unido al extremo de la pluma mediante unos cables fijadores. Este es un sistema característico de las pluma de celosía.



*Ilustración n° 41. Sistema de inclinación de una pluma de celosía.  
Fuente: Trabajo de campo.*

### **- Grúa de pluma telescópica y de traslación sobre ruedas neumáticas.**

Este tipo de grúas se empleó en las maniobras llevadas a cabo en el Puerto Marina San Miguel y en el Puerto de Playa San Juan.



*Ilustración nº 42. Grúa de pluma telescópica y de traslación sobre ruedas neumáticas.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

Este tipo de grúas al igual que la anterior cuentan con un sistema de traslación mediante ruedas neumáticas, diferenciándose entre otros aspectos en su tipo de pluma, que en este caso es telescópica. Algunos modelos además pueden llegar a tener un accesorio llamado plumín abatible, el cual es un tramo extra de pluma en caso de que sea necesario aumentar la longitud de la pluma telescópica.

Otra diferencia notable es el sistema utilizado para la inclinación de la pluma, en este caso utiliza un pistón accionado hidráulicamente. Este es un sistema característico de las plumas telescópicas.

**-Cuadro resumen de las grúas utilizadas en las maniobras de varada y botadura.**

<b>Buque</b>	<b>Maniobra/Lugar</b>	<b>Modelo de grúa</b>	<b>Tipo de pluma</b>	<b>Sistema de traslación</b>
JOSE Y ALBANO	Varada. Puerto de Santa Cruz de Tenerife	Liebherr LG 1350	De celosía	Ruedas neumáticas
HNOS VALDIVIA DOS	Varada. Puerto de Santa Cruz de Tenerife	Liebherr LG 1350	De celosía	Ruedas neumáticas
FLIPPER UNO	Varada. Puerto Marina San Miguel	(Dos grúas) Liebherr LTM 1250-6.1	Telescópica	Ruedas neumáticas
		Liebherr LTM 1200-5.1	Telescópica	Ruedas neumáticas
EL MACIZO	Botadura. Puerto de Santa Cruz de Tenerife	Liebherr LG 1350	De celosía	Ruedas neumáticas
BAHRIYELI	Botadura. Puerto Marina San Miguel	(Dos grúas) Liebherr LTM 1250-5.1	Telescópica	Ruedas neumáticas
		Liebherr LTM 1400-7.1	Telescópica	Ruedas neumáticas
COCO LOCO PRIMERO	Botadura. Puerto de Playa San Juan	Liebherr LTM 1220-5.1	Telescópica	Ruedas neumáticas



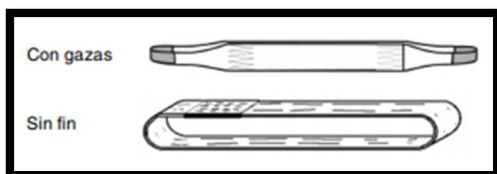
### 3.4 ÚTILES DE ELEVACIÓN DE CARGA

Los accesorios de elevación son todos los componentes que no forman parte de la grúa pero se encuentran entre la grúa y la carga para permitir la aprehensión de la carga. Algunos de estos accesorios son las eslingas, estrobos, cadenas, separadores, accesorios de eslingado, etc. A continuación veremos algunos de ellos [43].

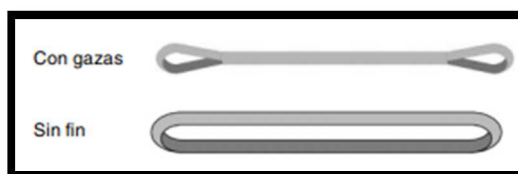
#### 3.4.1 ESLINGAS TEXTILES

Son elementos de elevación flexibles compuestos por fibras textiles de hilos industriales de alta tenacidad. Estas eslingas textiles están hechas de multifilamentos de alta tenacidad de poliéster, poliamida o polipropileno.

En el mercado podemos encontrar dos tipos de eslingas, planas y tubulares, las cuales a su vez existen en dos formatos: con gazas y sin fin [43].



*Ilustración n° 43. Eslinga plana.  
Fuente: [43].*



*Ilustración n° 44. Eslinga tubular.  
Fuente: [43].*

Se diferencian principalmente en el perfil de su sección, mientras que la eslinga plana, como su nombre indica, tiene una sección plana, la eslinga tubular tiene una sección circular, por lo que el uso de una u otra dependerá del tipo de izado a realizar. Por ejemplo, en las maniobras objeto de este Trabajo de Fin de grado se usaron las eslingas planas ya que su perfil plano favorecía un mejor contacto con la superficie del casco de los buques, mientras que las eslingas tubulares se usaron para unir las eslingas planas a los separadores.

Existe un concepto que es el C.M.U., Carga Máxima de Utilización y que determina la capacidad de carga para la que está diseñada una eslinga para elevación directa. Así, existe un código de colores para eslingas textiles reutilizables en el que cada color representa el C.M.U. correspondiente [43].

COLOR	C.M.U. correspondiente
violeta	1.000 kg
verde	2.000 kg
amarillo	3.000 kg
gris	4.000 kg
rojo	5.000 kg
marrón	6.000 kg
azul	8.000 kg
anaranjado	10.000 kg
anaranjado	más de 10.000 kg

Ilustración nº 45. Color y C.M.U. correspondiente para las eslingas textiles reutilizables. Fuente: [43].

### 3.4.2 ESTROBOS DE CABLES DE ACERO

Un estrobo de cable de acero es un tramo de cable de acero trenzado flexible y resistente con sus extremos en forma de ojales. Los estrobos pueden llevar en sus extremos terminaciones diferentes al ojal [44].

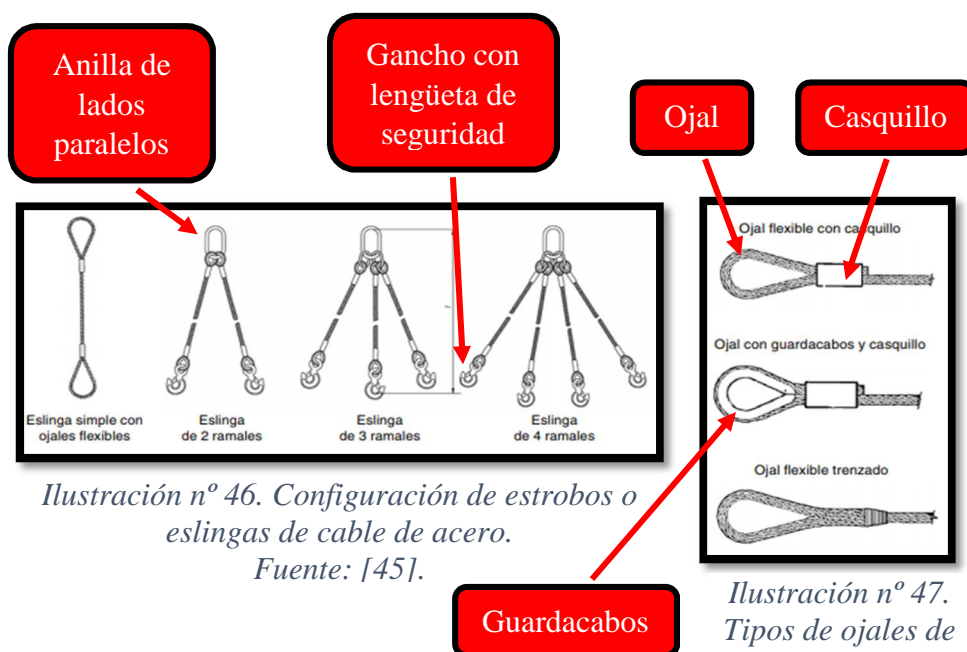


Ilustración nº 46. Configuración de estrobos o eslingas de cable de acero. Fuente: [45].

Ilustración nº 47. Tipos de ojales de estrobos de cable de acero. Fuente: [45].



### 3.4.3 ESLINGAS DE CADENAS

Una eslinga de cadena o pulpo de cadena es un conjunto formado por cadena o cadenas unidas a unos accesorios en los extremos adecuados para el izado de objetos [46].

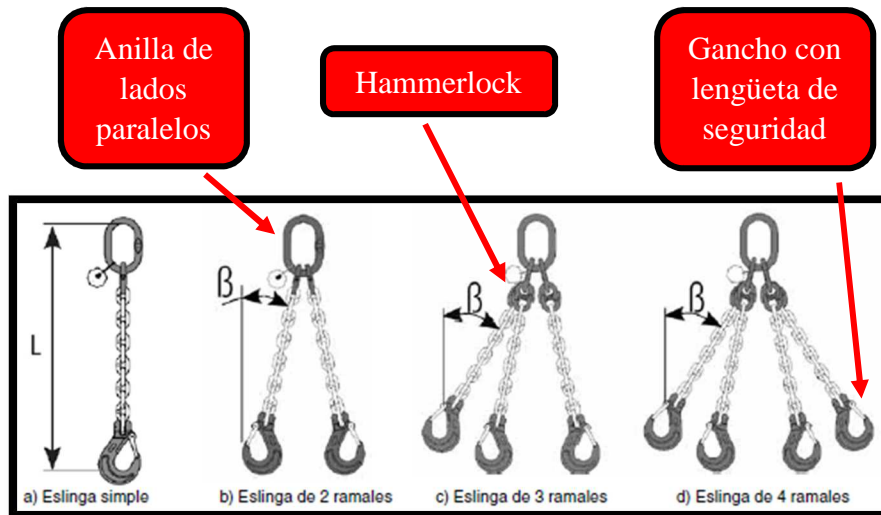


Ilustración nº 48. Eslingas de cadenas de unos o varios ramales.  
Fuente: [46].

Los accesorios de las eslingas de cadenas pueden ser anillas, ganchos de elevación o eslabones de conexión. Existen dos tipos de anillas: de lados paralelos o en forma de pera [46].



Ilustración nº 49.  
Anillo de lados paralelos.  
Fuente: [46].

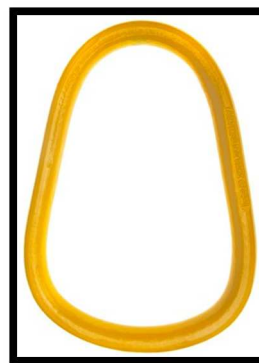


Ilustración nº 50.  
Anillo con forma de pera.  
Fuente: [47].

Una ventaja de la anilla con forma de pera respecto a la anilla de lados paralelos reside en que su forma le permite alojar más ramales de cadenas.

Los ganchos a usar deberán contar con un dispositivo de seguridad, como un gancho con lengüeta de seguridad o un gancho de alta seguridad [46].

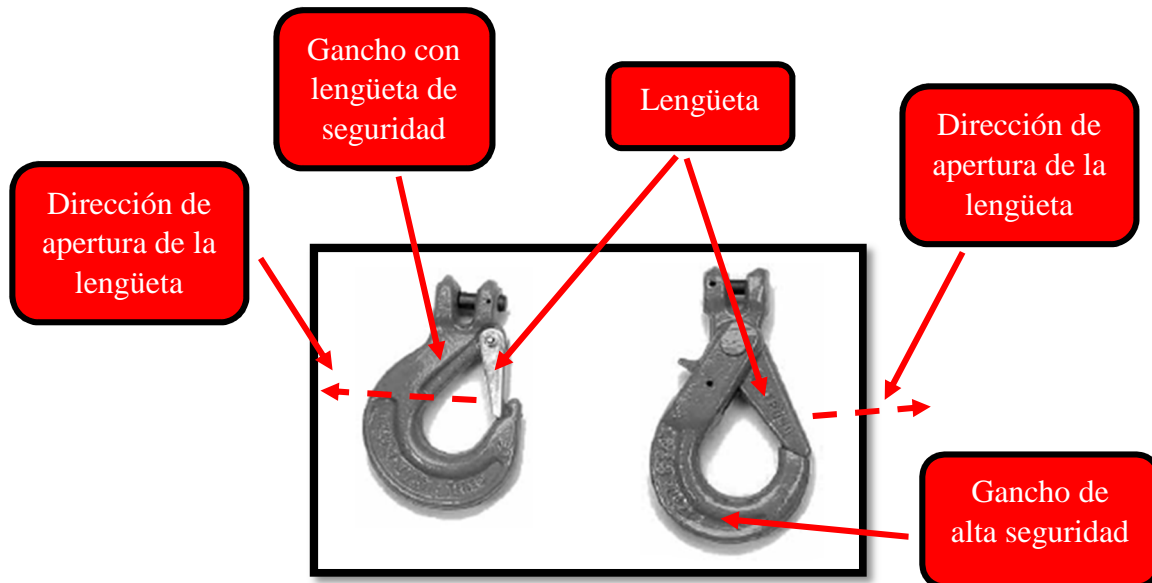


Ilustración n° 51. Ganchos para eslingas de cadenas.  
Fuente: [46].

El gancho de alta seguridad se caracteriza en que su diseño impide que la lengüeta se pueda abrir mientras se encuentra sujetando un peso. Además, en este diseño la lengüeta se abre hacia afuera, mientras que en el gancho con lengüeta de seguridad se abre hacia adentro.

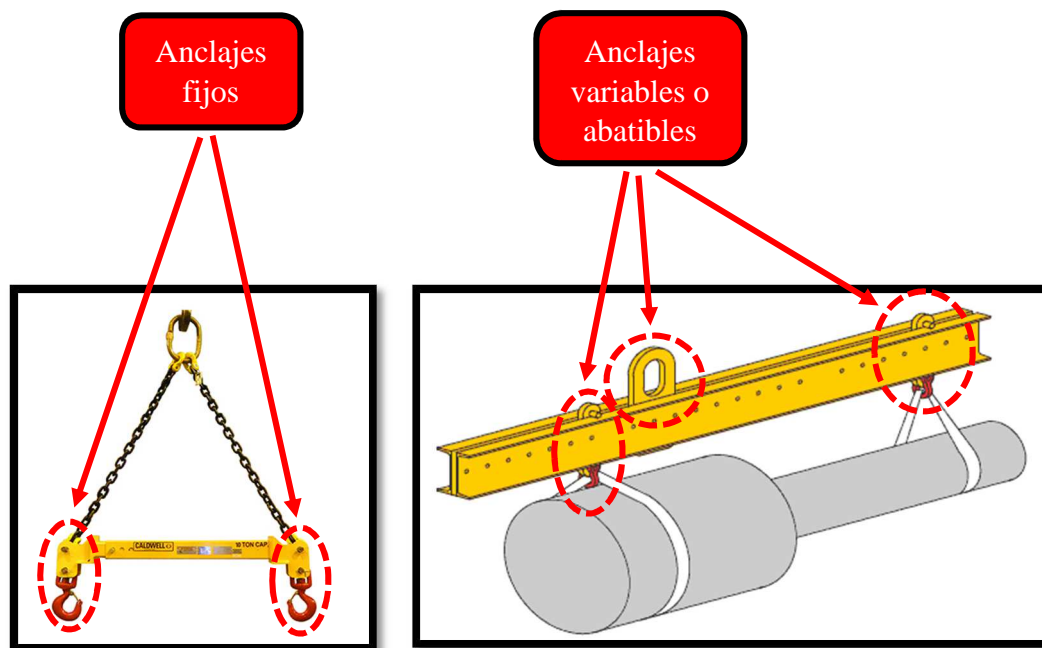
En cuanto a la conexión de eslabones tenemos el dispositivo de unión mecánica conocido como hammerlock, el cual es como un eslabón desmontable que permite unir el ramal de eslabones de cadenas a una anilla u otros dispositivos [46].



Ilustración n° 52. Eslabón de conexión o hammerlock.  
Fuente: [47].

### 3.4.4 SEPARADORES O BALANCINES

Los separadores o balancines se emplean en cargas con dimensiones especiales o para piezas que por su construcción lo requieren. Se pueden clasificar en dos grandes grupos: fijos y de anclajes variables [24], [48].



*Ilustración nº 53.  
Separador fijo.  
Fuente: [49].*

*Ilustración nº 54. Separador de anclajes variables.  
Fuente: [50].*

En las maniobras objeto de este Trabajo de Fin de Grado se emplean ya que si no se usaran la tendencia de los cables y las eslingas es la de comprimir el casco de los buques, siendo un área crítica la zona del francobordo y la borda donde tocan las eslingas.

### 3.4.5 GRILLETES

Los grilletes son piezas intermedias de unión. Pueden ser rectos o de lira, que a su vez se clasifican en tres clases según el tipo de bulón: roscado, con pasador o tuerca y pasador [24], [51].

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración nº 55. Clasificación de los grilletes.*

*Fuente: [24].*

Debido a su forma los grilletes rectos suelen usarse para eslingas de un ramal, mientras que los grilletes tipo lira se emplean para dos o más ramales.

**- Disposición de los útiles de elevación durante una de las maniobras.**

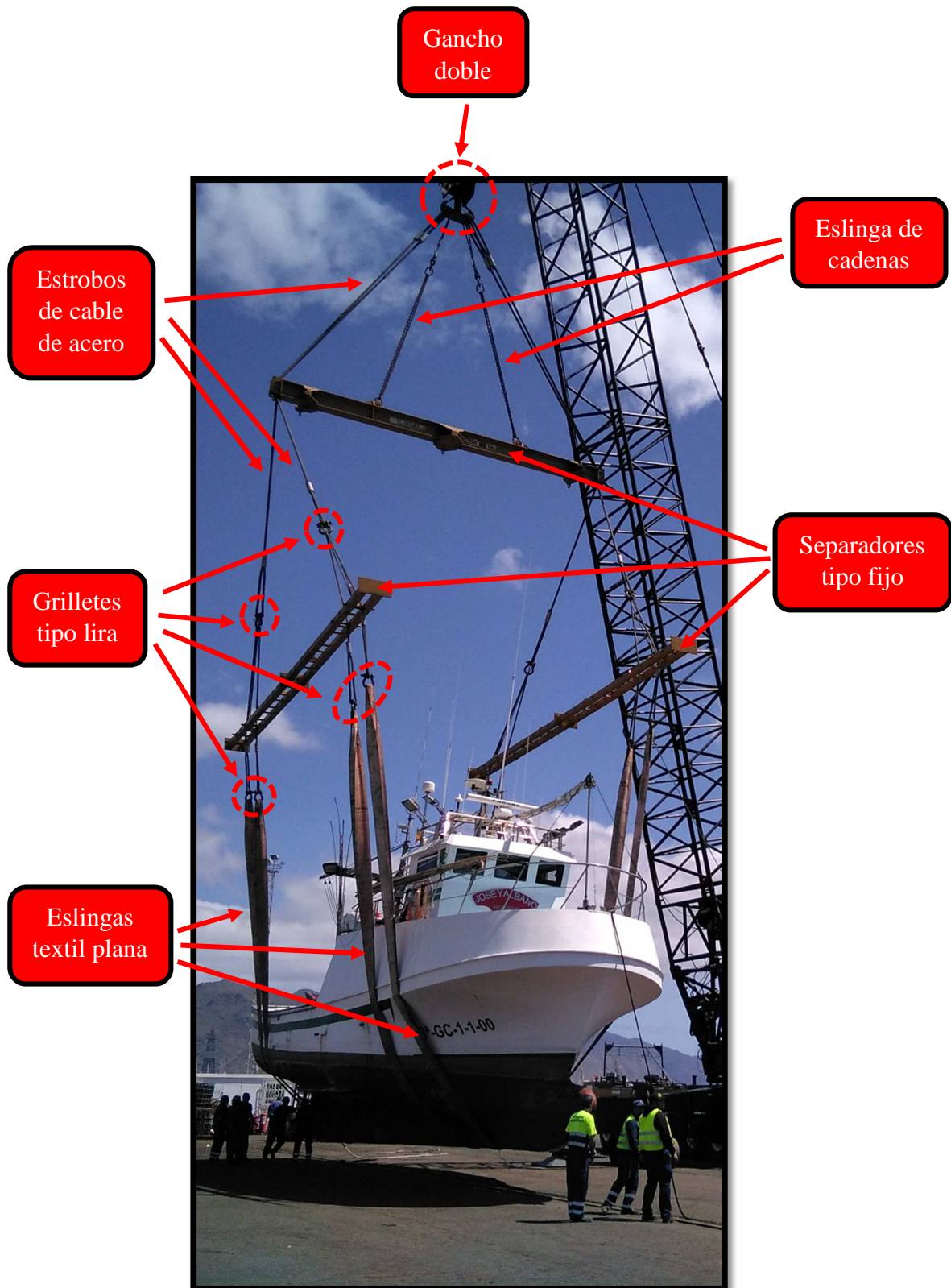


Ilustración nº 56. Disposición de los útiles de elevación.

Fuente: Trabajo de campo.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

## **IV. METODOLOGÍA**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



## **IV. METODOLOGÍA**

En la realización de este Trabajo de Fin de Grado la metodología que ha sido empleada se ha dividido en los siguientes apartados.

### **4.1 DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Para la realización de este Trabajo de Fin de Grado me he apoyado no solo en fuentes bibliográficas como páginas web, libros, documentos técnicos, etc. sino que también me han servido los conocimientos adquiridos durante mi asistencia a las maniobras de varadas y botaduras de buques como parte del trabajo de campo, en las que pude obtener estos conocimientos gracias siempre a la disposición a compartir su conocimientos de las partes implicadas en estas maniobras.

### **4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO**

La metodología empleada para la consecución de este Trabajo de Fin de Grado se ha basado por un lado en el trabajo de investigación y, por otro, por el continuo trabajo de campo con la asistencia a distintas maniobras de varadas y botaduras de buques de pequeño porte a lo largo de toda la geografía de la isla de Tenerife. Además de la experiencia adquirida durante todas las etapas en el proceso de diseño y elaboración de una maqueta-grúa.

### **4.3 MARCO REFERENCIAL**

El marco referencial de este Trabajo de Fin De Grado se extiende hasta varios puertos de la isla de Tenerife, como son el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, el Puerto Marina San Miguel y el Puerto de Playa San Juan.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

## **V. RESULTADOS**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

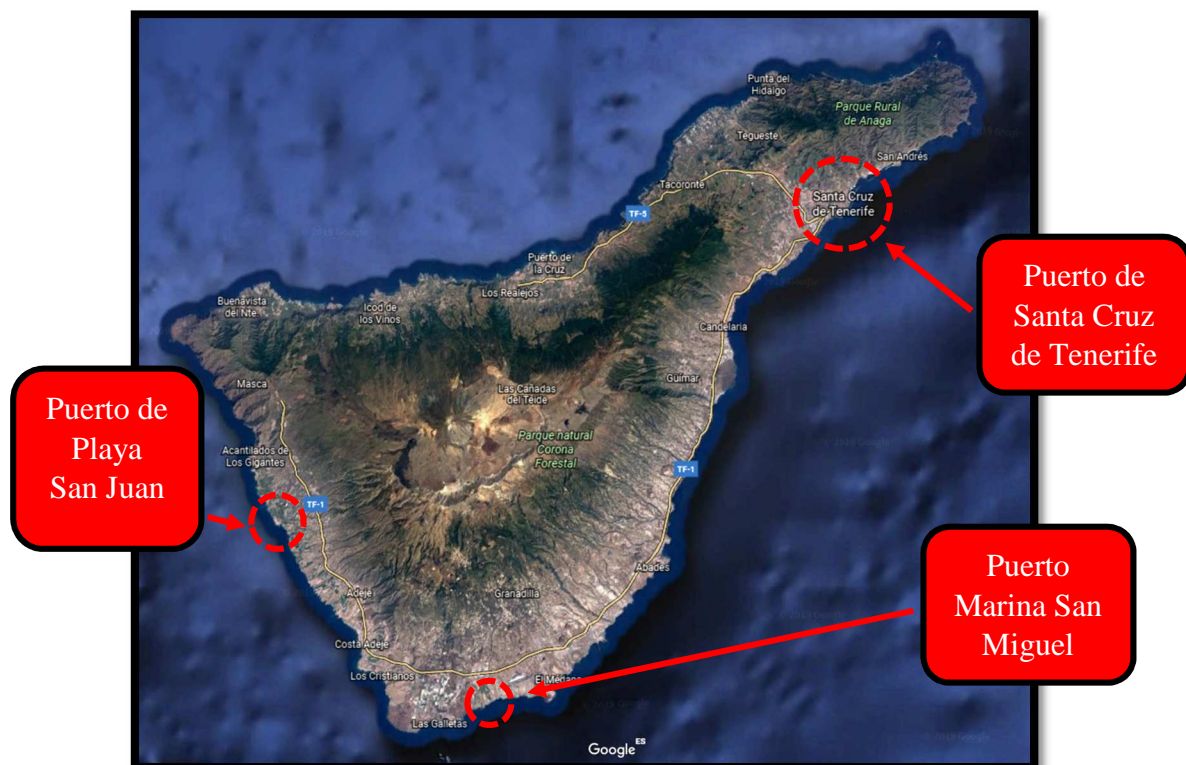
## **V. RESULTADOS**

En este capítulo plasmare las experiencias adquiridas durante mi asistencia a una serie de maniobras de varadas y botaduras de distintos buques empleando grúas de tipo celosía y telescópicas realizadas dentro del ámbito de algunos puertos de la isla de Tenerife. También dedicare un apartado a desarrollar el diseño y realización de una maqueta-grúa.

### **5.1 PUERTOS AMBITO DE LAS MANIOBRAS**

Durante el periodo de la realización de las maniobras de varadas y botaduras de buques a las que asistí tuve que desplazarme hasta algunos puertos dentro de la geografía de la isla de Tenerife, estos puertos fueron:

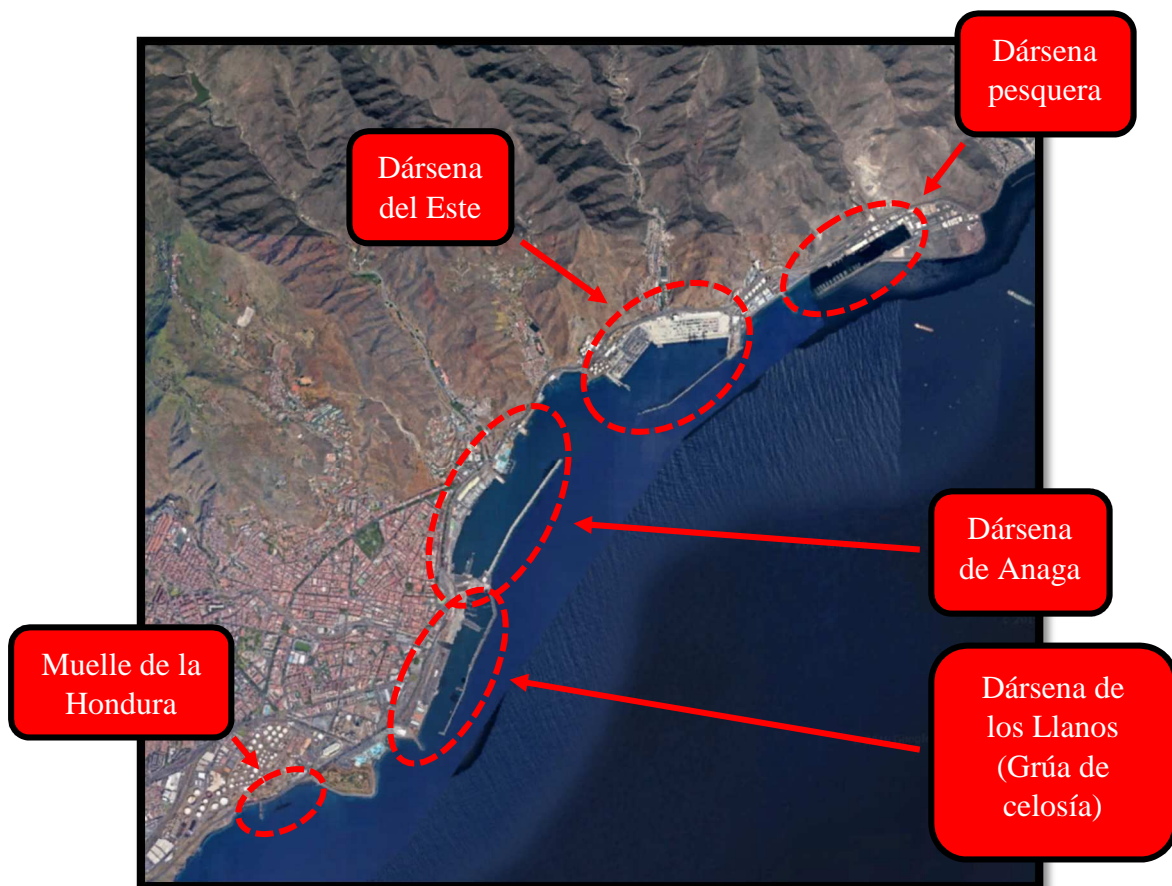
- Puerto de Santa Cruz de Tenerife. En el municipio de Santa Cruz de Tenerife.
- Puerto Marina San Miguel. En el municipio de San Miguel de Abona.
- Puerto de Playa San Juan. En el municipio de Guía de Isora.



*Ilustración n° 57. Localización de los puertos ámbito de las maniobras de varada y botadura de buques en la isla de Tenerife. Fuente: [10].*

### **5.1.1 PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE**

El Puerto de Santa Cruz de Tenerife se encuentra en la bahía de dicho municipio, con una extensión de unos 12 kilómetros se encuentra bajo la gerencia de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Está dividido en cuatro dársenas, dársena de Los Llanos, dársena de Anaga, dársena del Este y una dársena pesquera más el muelle de la Hondura. Es el principal puerto de la isla, siendo un puerto de pasajeros, comercial, pesquero y deportivo [52].



*Ilustración n° 58. Imagen satelital del Puerto de Santa Cruz de Tenerife.*

*Fuente [10].*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Las maniobras de varadas y botaduras de buques a las que asistí en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife se realizaron todas en la Dársena de los Llanos, en la antigua terminal de contenedores.



*Ilustración n° 59. Imagen satelital de la Dársena de los Llanos..*

*Fuente [10].*

### **5.1.2 PUERTO MARINA SAN MIGUEL**

El Puerto Marina San Miguel es un puerto deportivo ubicado en el municipio de San Miguel de Abona, en el sur de la isla de Tenerife. Dispone de unos 350 atraques para embarcaciones de hasta 30 metros de eslora. Este puerto de concesión de dominio público portuario es administrado por “AMARILLA GOLF & CONUTRY CLUB S.A.” [53], [54].



*Ilustración n° 60. Imagen satelital del Puerto Marina San Miguel.*

*Fuente: [10].*



### **5.1.3 PUERTO DE PLAYA SAN JUAN**

El Puerto de Playa San Juan ubicado en el municipio de Guía de Isora, en el sur de la isla de Tenerife se trata de un puerto deportivo y de pesca. Está dispuesto en torno a un dique recto de 238 metros de longitud [55].



*Ilustración nº 61. Imagen satelital del Puerto de Playa San Juan.*

*Fuente [10].*

### **5.2 EMPRESAS RESPONSABLES DE LAS MANIOBRAS**

Durante la realización del trabajo de campo pude ponerme en contacto con diversas empresas las cuales entre sus servicios ofertados consta la varada y botadura de buques de pequeño porte empleando grúas móviles, ofreciendo el alquiler de la maquinaria y los parejos de izado y la realización de la maniobra de varada o botadura de embarcaciones. Estas empresas fueron:

- CONTENERFRUT, S.A.



*Ilustración nº 62. Cartel de “CONTENERFRUT, S.A.”.*

*Fuente: Trabajo de campo.*



“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”

- **TRANSPORTES Y GRÚAS CARBALLO S.L.**



*Ilustración nº 63. Cartel de  
“TRANSPORTES Y GRÚAS  
CARBALLO S.L.”.*

*Fuente: [56].*

- **SERVICIOS AUXILIARES BONY S.L.**



*Ilustración nº 64. Cartel  
de “SERVICIOS  
AUXILIARES BONY  
S.L.”.*

*Fuente: [57].*

### **5.2.1 CONTENERFRUT, S.A.**

“CONTENERFRUT, S.A.” es una empresa del ámbito marítimo con sede en el municipio de Santa Cruz de Tenerife. Algunas de las actividades y servicios que ofertan son [58]:

- Estiba. Siendo esta actividad una de las de mayor demanda.
- Consignatarios.
- Transitarios y despacho de aduanas.
- Almacenamiento de mercancías.
- Parque de maquinaria. Carretillas elevadoras, grúas, transpaletas, material auxiliar diverso, jaulas de estiba, etc.



*Ilustración n° 65. Maniobra de estiba con jaula y grúa.  
Fuente: [59].*



*Ilustración n° 66.  
Carretilla elevadora maniobrando en puerto.  
Fuente: [60].*

## **5.2.2 TRANSPORTES Y GRUAS CARBALLO S.L.**

“TRANSPORTES Y GRÚAS CARBALLO S.L.” es una empresa especializada en el sector del transporte por carretera y de equipos de elevación. Es una empresa que cuenta con sedes en Tenerife, Gran Canaria, La Palma, Lanzarote y Fuerteventura. Su sede en Tenerife se encuentra en el municipio de Güímar. Desarrolla su actividad no solo en el conjunto de las islas Canarias, sino que también se han desplazados a otras áreas geográficas como el continente Africano, Reino Unido, centro y norte de Europa y toda la geografía peninsular. En cuanto a los servicios de elevación cuentan con una extensa flotas de grúas autopropulsadas telescópicas, las cuales van desde 55 a 400 toneladas de izado. Contando además con una grúa de celosía sobre trenes de rodaje de orugas de hasta 600 toneladas [61].



*Ilustración nº 67. Transporte de la grúa “Titán”.*

*Fuente: [62].*



*Ilustración nº 68. Maniobras de elevación en puerto.*

*Fuente: [63].*

### **5.2.3 SERVICIOS AUXILIARES BONY S.L.**

Esta empresa con sede central en el municipio de La Victoria, en el norte de la isla de Tenerife desarrolla su actividad en todas las islas y en la península. Centra su actividad en el sector de la elevación y el transporte, especializándose en algunas áreas como son la construcción y obra pública, industria en general, aeropuertos, puertos y off shore, parques eólicos e industria en general. Entre su flota cuenta con una serie de grúas autopropulsadas telescópicas desde 35 hasta 400 toneladas además de grúas de celosía sobre orugas de 600, 400 y 250 toneladas [64].

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”

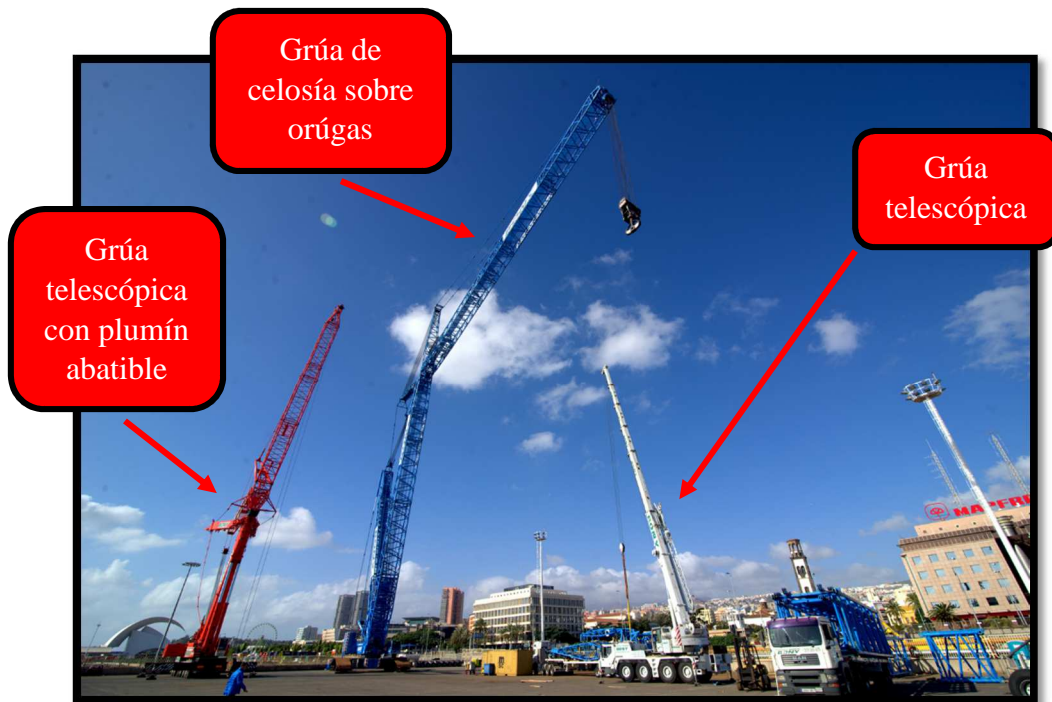


Ilustración n° 69. Tipos y configuraciones de grúas.  
Fuente: [65].

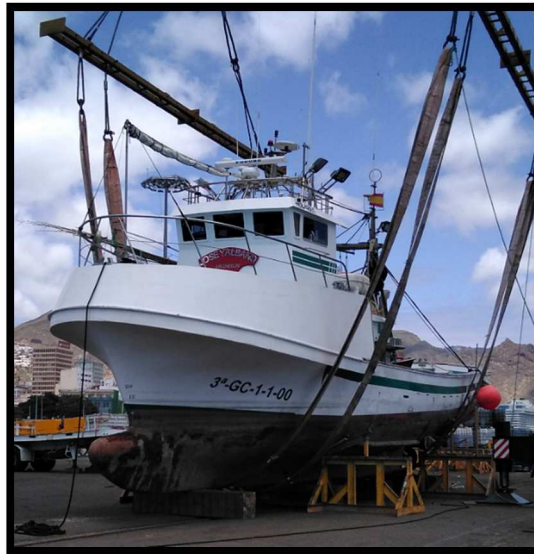
### 5.3 EJEMPLOS DE MANIOBRAS DE VARADA Y BOTADURA DE BUQUES

En los siguientes apartados plasmare la realización de una serie de maniobras de varadas y botaduras llevadas a cabo en algunos puertos del ámbito de la isla de Tenerife a las que pude asistir como parte del trabajo de campo. Este tipo de maniobras están englobadas en las denominadas operaciones especiales de elevación.

#### 5.3.1 VARADA DEL BUQUE DE PESCA “JOSE Y ALBANO”

Esta varada fue realizada empleando una grúa de celosía modelo “Liebherr LG 1350” por la empresa CONTENERFRUT, S.A. El buque varado fue un pesquero de 18 metros de eslora y 5 metros de manga. La maniobra se llevó a cabo en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, en el muelle sur. El peso de izado fue de 52 toneladas.

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración nº 70. Buque de pesca  
“JOSE Y ALBANO”.  
Fuente: Trabajo de campo.*

El día de la maniobra la grúa de celosía ya se encontraba en posición y contrapesada con 84 toneladas de contrapeso. Estas tareas fueron llevadas a cabo el día anterior. La primera tarea de los operarios fue colocar una serie de planchas de acero de 10 mm de espesor y de 1x2 metros de sección debajo de los estabilizadores para conseguir una superficie de apoyo más óptima, para ello se ayudaron de una carretilla elevadora.



*Ilustración nº 71. Colocación de planchas de  
acero debajo de los estabilizadores.  
Fuente: Trabajo de campo.*



También se ayudaron de una carretilla elevadora para retirar una de las defensas marinas del muelle para facilitar la maniobra.



Ilustración n° 72. Retirando defensa marina del muelle.

Fuente: Trabajo de campo.

A continuación comenzaron a preparar las eslingas, para ello dispusieron sobre el muelle 8 eslingas planas de 20 metros y de 15 toneladas a tiro directo cada una, las cuales agruparon en parejas y las sujetaron entre si amarándolas con pequeños trozos de cabos. Al disponerlas en los aparejos de izado en forma de “U” la capacidad de izado de cada eslinga aumento hasta 30 toneladas, por lo que la capacidad total de las eslingas era de 120 toneladas.

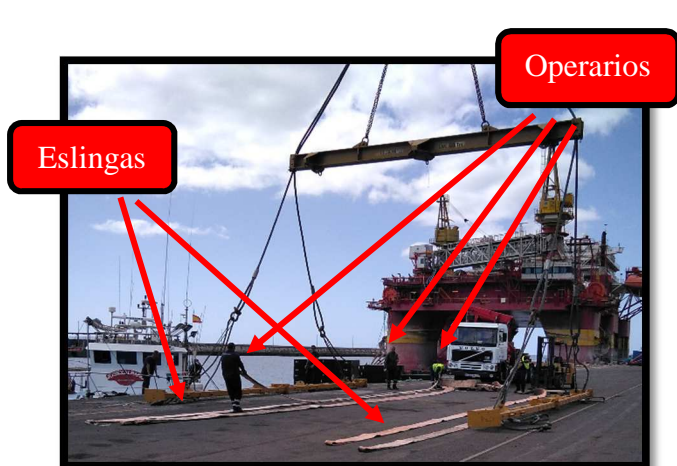


Ilustración n° 73. Operarios disponiendo las eslingas sobre el muelle.

Fuente: Trabajo de campo.

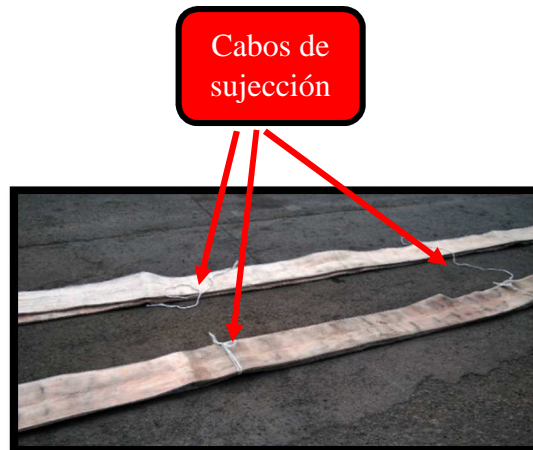


Ilustración n° 74. Eslingas dobles amarradas entre sí.

Fuente: Trabajo de campo.

Luego izaron los separadores y comenzaron a sujetar los extremos de las eslingas a los estrobos de acero empleando grilletes.

Grilletes



Ilustración n° 75. Uniendo eslingas a los estrobos de izado.

Fuente: Trabajo de campo.

También se amarraron en los extremos del separador inferior de babor dos cabos guías para ayudar a guiar los separadores desde el muelle.

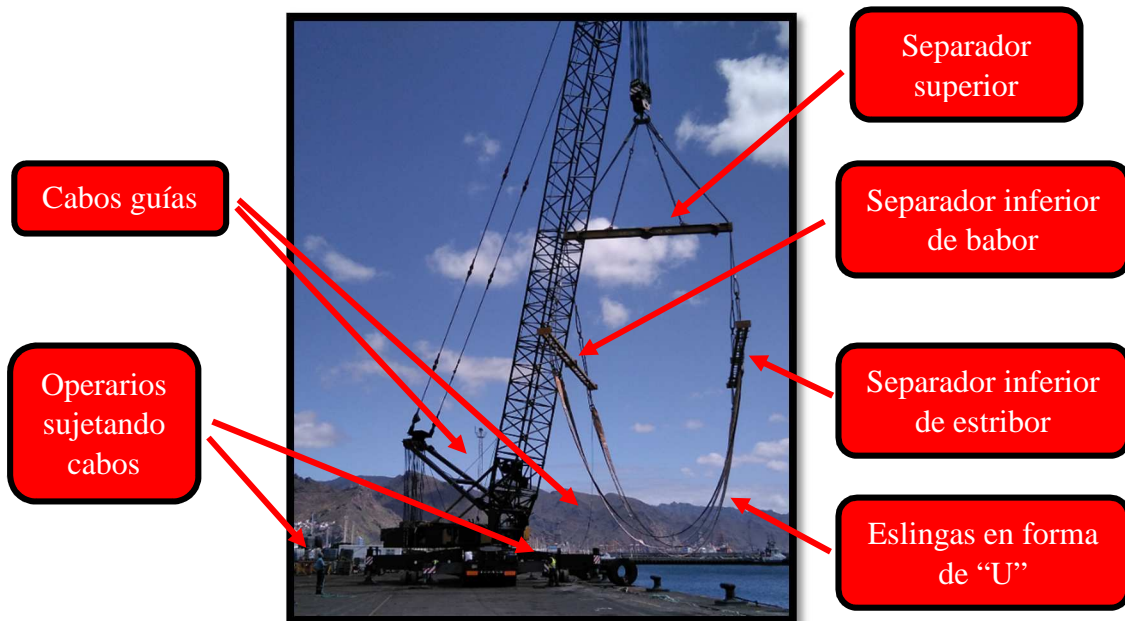
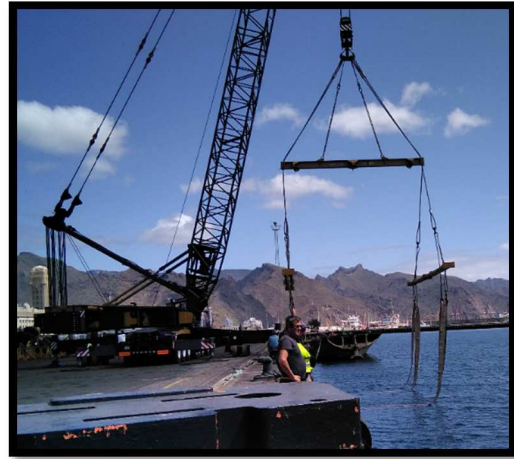


Ilustración n° 76. Guiando aparejos de izado.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando las eslingas estuvieron preparadas la grúa comenzó a elevar el conjunto virando cable y luego lo giro hasta situarlo sobre el agua, momento en el que comenzó a bajarlo hasta que las eslingas tocaron el agua.



*Ilustración n° 77. Eslingas en el agua.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez las eslingas se hundieron en el agua el buque recaló entre los separadores avanzando a poca velocidad y siendo ayudado por dos cabos guías amarrados a popa y proa del buque y que eran manejados por operarios desde tierra. El buque recaló de forma aproante hacia el aparejo de izado del buque para evitar que las eslingas se trabaran con la hélice o el timón, además de que la forma del casco ayudó a que las eslingas se desplazaran bajo el casco con mayor facilidad.



*Ilustración n° 78. Buque en posición.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Cuando el buque estuvo entre los separadores la grúa comenzó a izar las eslingas recogiendo cable mientras que los operarios y la tripulación que se encontraban dentro del



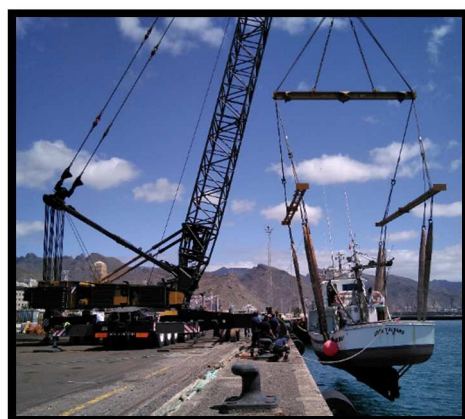
*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

barco iban guiando las eslingas a su posición. En cuanto las eslingas se tensaron y la grúa comenzó a izar el buque se detectó una pequeña escora a estribor, lo que podría hacer peligrar la maniobra. Esta escora se produjo por una mala colocación inicial de las eslingas alrededor del casco del buque



*Ilustración nº 79. Buque ligeramente escorado a estribor.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras volver a arriar el buque y después que los operarios y tripulación a bordo recolocaran las eslingas, la grúa comenzó a izar el buque de nuevo. Tras comprobar que el buque se encontraba adrizado todos los operarios y la tripulación a bordo saltaron a tierra.



*Ilustración nº 80. Izando buque fuera del agua.  
Fuente: Trabajo de campo.*

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”

Entonces la grúa prosiguió izando el buque hasta una altura aproximada de 2 metros respecto de la superficie del muelle a la quilla del buque y comenzó a girar la torreta aproximadamente unos 180 grados. Durante esta maniobra gracias a dos cabos guías que salían desde la popa y la proa del buque ayudaron a guiar el buque hasta su posición final aproximada.



*Ilustración n° 81. Traslado del buque.*

*Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 82. Buque en su posición final aproximada.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

A continuación comenzaron a colocar bajo el buque una serie de maderos de varada de unos 2 metros de largo y de sección cuadrada de unos 60 centímetros sobre los cuales descansaría la quilla del buque. Debido a su gran peso emplearon carretillas elevadoras para moverlos y llevarlos a su sitio.



*Ilustración n° 83. Transportando los maderos de varada.*

*Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 84. Colocando los maderos de varada empleando carretillas elevadoras.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

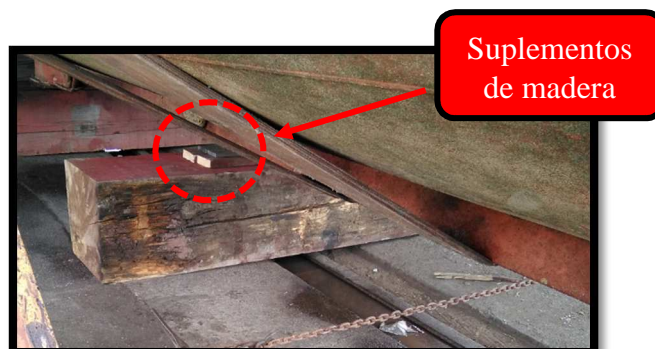
Tras situar los tochos a distancias equidistantes entre sí la grúa comenzó a bajar el buque hasta dejarlo casi apoyado sobre los maderos de varada.



*Ilustración n° 85. Aproximando el buque a los maderos de varada.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

Debido a que la superficie del muelle y la parte inferior de la quilla no son completamente uniformes tuvieron que emplear unos suplementos de madera de 1 a 10 centímetros de grosor para colocarlos entre la quilla y los maderos de varada de forma que el buque apoyara uniformemente en todos los maderos de varada y quedara adrizado.



*Ilustración n° 86. Ajustando asiento de la quilla sobre los maderos de varada.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

Cuando finalmente el buque apoyo uniformemente sobre los maderos de varada los operarios comenzaron a colocar las burras de varada.

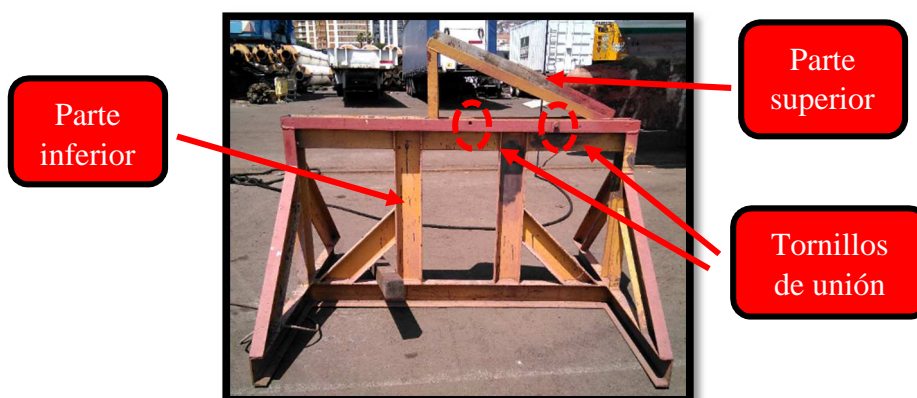
Debido a su peso utilizaron las carretillas elevadoras para moverlas y llevarlas a su sitio.



*Ilustración n° 87. Burra de varada en posición.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

Este diseño de burra consta de dos partes desmontable, por un lado está la parte inferior o bancada la cual tiene el mismo diseño en todas las burras y una parte superior la cual puede ser intercambiable en función del diseño del casco del buque. La parte superior tiene forma de triángulo rectángulo en el que uno de los catetos de este rectángulo encastraría en la otra pieza de la burra estando además unidas por tornillos. Para este tipo de burras existen varios tipos de piezas superiores intercambiables, las cuales se diferencian entre sí en la altura.



*Ilustración n° 88. Partes burra de varada.*

*Fuente: Trabajo de campo.*



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Una vez las burras estaban presentadas era necesario utilizar una serie de suplementos y cuñas de madera para garantizar una óptima superficie de contacto entre el casco del buque y la burra.



*Ilustración n° 89. Burra de varada con suplementos y cuñas de madera.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Por último, para evitar que las burras pudieran deslizarse hacia atrás se emplearon tensores de cadena con chicharra que se dispusieron de costado a costado del buque uniendo las burras que se encontraban enfrentadas en ambas bandas del buque



*Ilustración n° 90. Tensor de cadena con chicharra.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Tras colocar todas las burras de varada, calzarlas, unirlas con cadenas y tras una última revisión, la grúa comenzó a posar el buque soltando cable mientras los operarios vigilaban que todo ocurriera como debía. Tras apoyar todo el peso del buque en su cama de varada la grúa siguió soltando cable hasta que las eslingas se destensaron, dando así por finalizada la maniobra de varada.

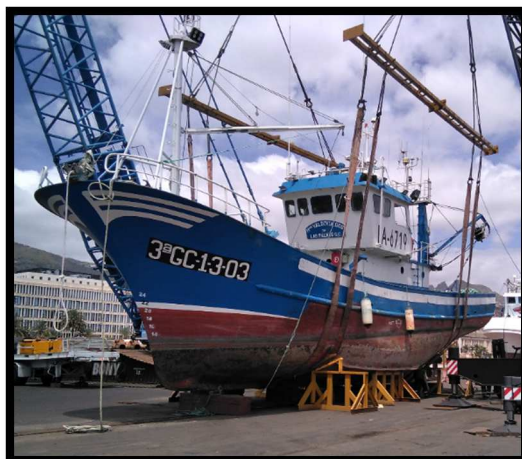


*Ilustración nº 91. Buque “JOSE Y ALBANO”  
sobre su cama de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

### **5.3.2 VARADA DEL BUQUE DE PESCA “HNOS. VALDIVIA DOS”**

En esta maniobra se varó el buque de pesca “HNOS. VALDIVIA DOS”, con una eslora de 19 metros y una manga de 6 metros. Se llevó a cabo en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, por la empresa “CONTENERFRUT, S.A.” empleando una grúa de celosía modelo “Liebherr LG1350”. El peso de izado fue de 102 toneladas.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

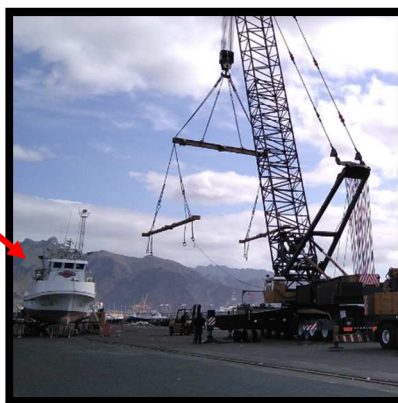


*Ilustración nº 92. Buque de pesca  
“HNOS VALDIVIA DOS”.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Esta maniobra fue muy parecida a la varada del buque de pesca “JOSE Y ALBANO”, descrita anteriormente, por lo que en este apartado principalmente resaltare las diferencias entre ambas maniobras.

El día antes a esta maniobra fue varado el buque “JOSE Y ALBANO” en el mismo muelle y con la misma grúa, por lo que fue necesario trasladar la grúa de sitio, aproximadamente unos 25 metros, para que el barco que ya se encontraba sobre el muelle no interfiriera en esta nueva maniobra.

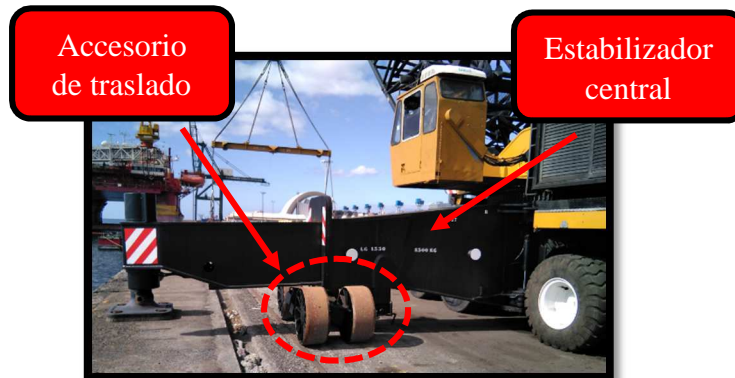
Buque de  
pesca “JOSE Y  
ALBANO”



*Ilustración nº 93. Grúa de  
celosía en su ubicación final.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

La grúa “Liebherr LG1350” al ser de tipo celosía, cuando se quiere desplazarla por carretera es necesario desmontar la pluma. Sin embargo, para pequeños recorridos sin carga cuenta con un accesorio el cual está compuesto de cuatro ruedas macizas de acero, el cual puede acoplarse en los dos estabilizadores centrales y permitir pequeños recorridos a la grúa con la pluma montada. Toda esta operación fue llevada a cabo el día anterior como parte de los preparativos.



*Ilustración n° 94. Dispositivo de traslado de grúa con celosía montada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

La primera operación fue lastrar la grúa. Tras posicionar la grúa telescópica de apoyo comenzaron a colocar los contrapesos, pasando de un contrapeso de 84 toneladas a 140 toneladas.



*Ilustración n° 95. Colocando contrapesos en grúa de celosía. Fuente: Trabajo de campo.*



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Tras terminar de contrapesar la grúa y retirar la grúa telescópica la grúa de celosía realizo un giro de 180 grados para preparar las eslingas. Se utilizó la misma configuración de eslingas y separadores a la empleada en la varada del “JOSE Y ALBANO”.



*Ilustración n° 96. Preparando aparejos de izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras izar el conjunto de separadores y eslingas la grúa realizo un giro hasta situar el conjunto sobre el agua.



*Ilustración n° 97. Izando aparejos.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 98. Girando aparejos de izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Tras bajar el conjunto de separadores y eslingas esperaron a que las eslingas se hundieran y fue entonces cuando comenzaron a mover el buque, poniendo en marcha los motores del buque y ayudando desde el muelle por medio de dos cabos guías amarrados a popa y proa del buque.



*Ilustración n° 99. Buque aproximándose a los aparejos de izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 100. Buque listo para comenzar el izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez el buque estuvo entre los separadores y se ajustaron las eslingas la grúa comenzó a izar el buque.



Operario  
manejando  
el cabo guía  
de proa

*Ilustración n° 101. Izando buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras izar el buque aproximadamente a 2 metros del suelo la grúa realizó un giro de aproximadamente 180 grados hasta la posición final aproximada del buque.



*Ilustración nº 102. Girando el buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración nº 103. Buque en su posición final aproximada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

A continuación con ayuda de carretillas elevadoras colocaron los maderos de varada bajo la quilla, después usaron unos suplementos de madera para conseguir un asiento uniforme.



*Ilustración nº 104.  
Colocando maderos de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración nº 105. Quilla asentada sobre los maderos de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.*



Otra diferencia reseñable con respecto a la maniobra del “JOSE Y ALBANO” es la presencia de una quilla de balance en el buque, lo que provocó el uso de una burra de varada diferente, la cual se colocó de forma longitudinal con respecto al buque.



Ilustración n° 106. Burra de varada de asiento paralelo.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración n° 107. Burra de varada de asiento longitudinal en posición.

Fuente: Trabajo de campo.

Tras unir las burras de varada con tensores de cadena y verificar que todo estuviera correcto la grúa continuo bajando el buque hasta que este se ubicó por completo en su cama de varada y las eslingas se destensaron, descansando todo el peso del buque en su cama de varada. Debido a que las reparaciones del buque iban a durar solamente dos días tanto la grúa como los aparejos se quedaron en el mismo sitio final para la maniobra de botadura.

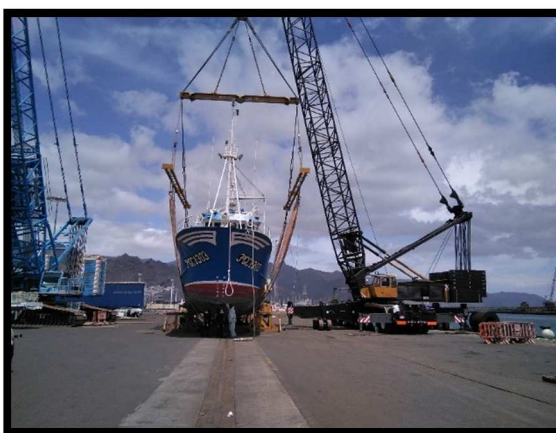
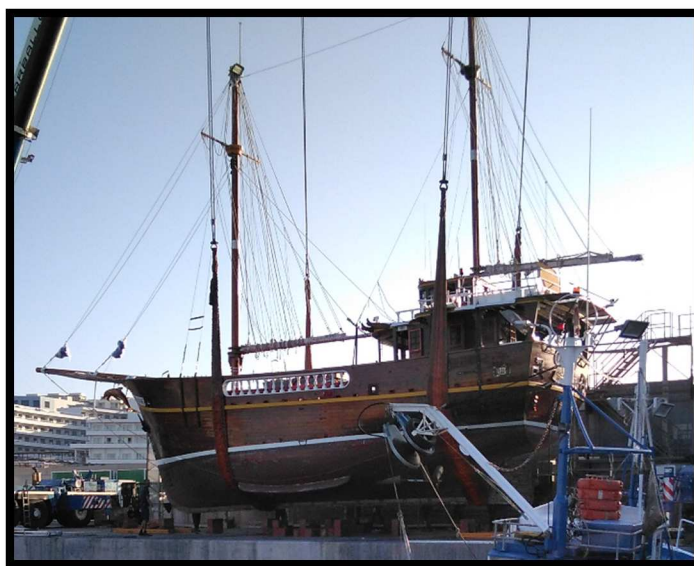


Ilustración n° 108. Buque “HNOS VALDIVIA DOS” sobre su cama de varada.

Fuente: Trabajo de campo.

### **5.3.3 VARADA DEL BUQUE TURISTICO “FLIPPER UNO”**

En esta maniobra realizada en el Puerto Marina San Miguel se llevó a cabo la varada de un buque de madera turístico de nombre “FLIPPER UNO” empleando dos grúas telescópicas en tándem, es decir, dos grúas trabajando a la vez, una grúa “Liebherr LTM 1250-6.1” y otra grúa “Liebherr LTM 1200-5.1” ambas propiedad de la empresa “TRANSPORTES Y GRÚAS CARBALLO S.L.”. El peso de izado total fue de 85 toneladas, levantando la grúa de proa 36 toneladas y la de popa 49 toneladas.



*Ilustración n° 109. Buque turístico “FLIPPER UNO”.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

El día de la maniobra las grúas ya se encontraban en posición y contrapesadas, estas operaciones se realizaron el día anterior. La grúa de proa “Liebherr LTM 1250-6.1” se encontraba contrapesada con un total de 97,5 toneladas y la de popa “Liebherr LTM 1200-5.1” con 72 toneladas.



*Ilustración n° 110. Grúa telescópica a proa “Liebherr LTM 1250-6.1”.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 111. Grúa telescópica a popa “Liebherr LTM 1200-5.1”.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Los aparejos de izado también se encontraban ya instalados con la configuración a usar, por lo que según llegaron los operarios de las grúas las pusieron en marcha y comenzaron a elevar y telescopar (extender) los brazos, para a continuación enganchar a las pastecas el conjuntos de aparejos de izado. En esta maniobra utilizaron dos eslingas planas de 40 toneladas a tiro directo de 20 metros de largo. Como se utilizaron en forma de U cada una podía soportar hasta 80 toneladas, siendo el límite total de 160 toneladas.

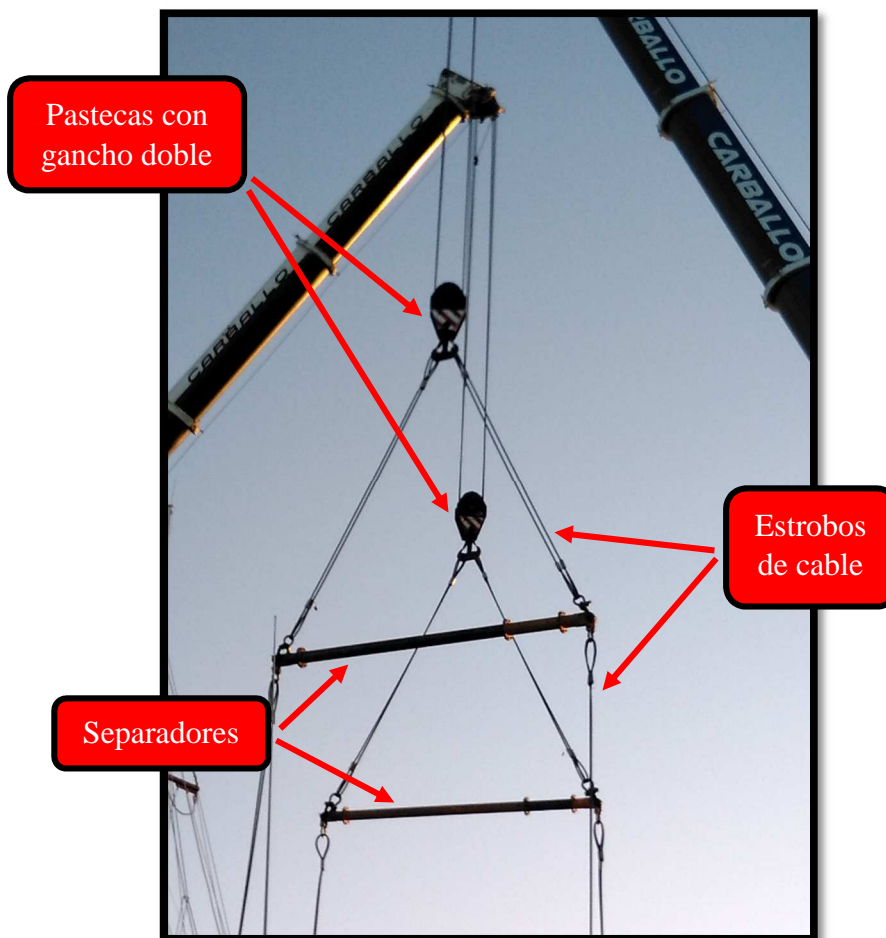


Ilustración nº 112. Disposición de los aparejos de izado.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez cada grúa comenzó a izar su separador comenzaron a girar hacia el buque para luego descender los separadores hasta que las eslingas tocaron el agua y se hundieron.

Esta maniobra conto con la particularidad de contar con la presencia de dos buzos para ayudar a dirigir las eslingas bajo el casco del buque.

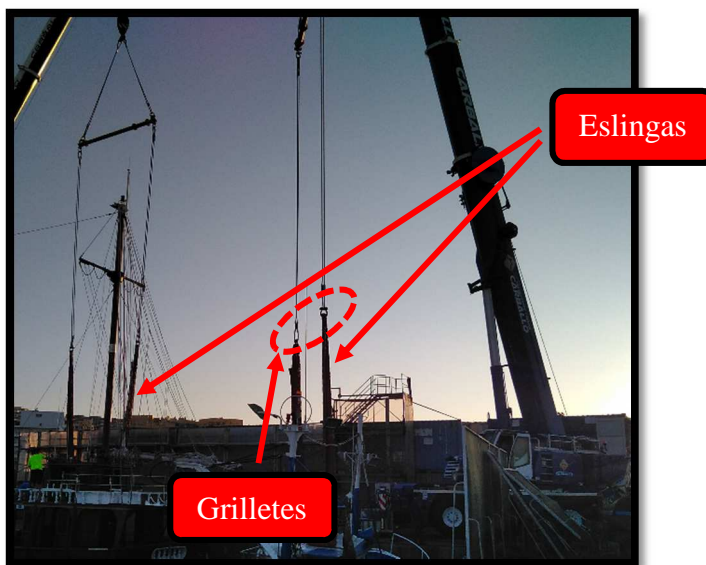
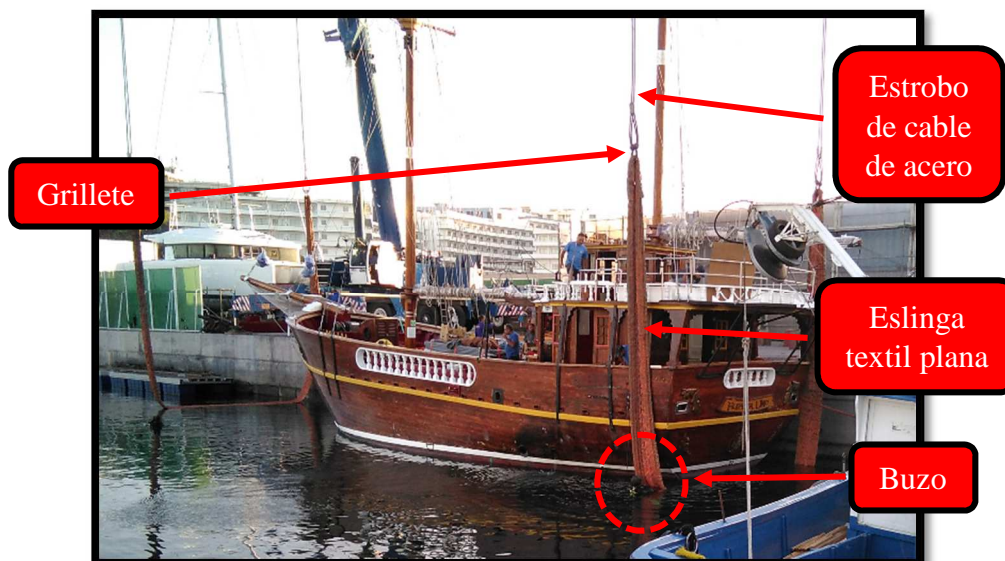


Ilustración nº 113. Elevando aparejos de izado.

Fuente: Trabajo de campo.

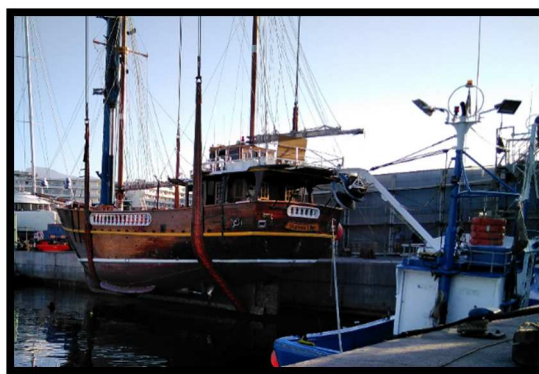


“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración n° 114. Llevando las eslingas a su sitio.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez las eslingas estuvieron en su posición las grúas comenzaron a izarlo hasta sacarlo del agua y tras girar cada grúa hacia al muelle lo llevaron a su posición final.



*Ilustración n° 115. Izando el buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras colocar una serie de maderos de varada para asentar la quilla, utilizaron también este tipo de maderos de varada para soportar el buque en los costados, debido a que el buque contaba con quillas de balance en ambos costados.



“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración n° 116. Buque sobre los maderos de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Por último añadieron dos burras de varada tanto a proa como a popa.



*Ilustración n° 117. Burrá de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez la cama de varada estuvo lista, las grúas terminaron de bajar el buque, apoyando todo el peso de este en los maderos de varada y las burras de varada, procediendo entonces a soltar las eslingas del resto de aparejos de izado soltando los grilletes usados para unirlos a los estrobos de cable de acero trenzado.

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”

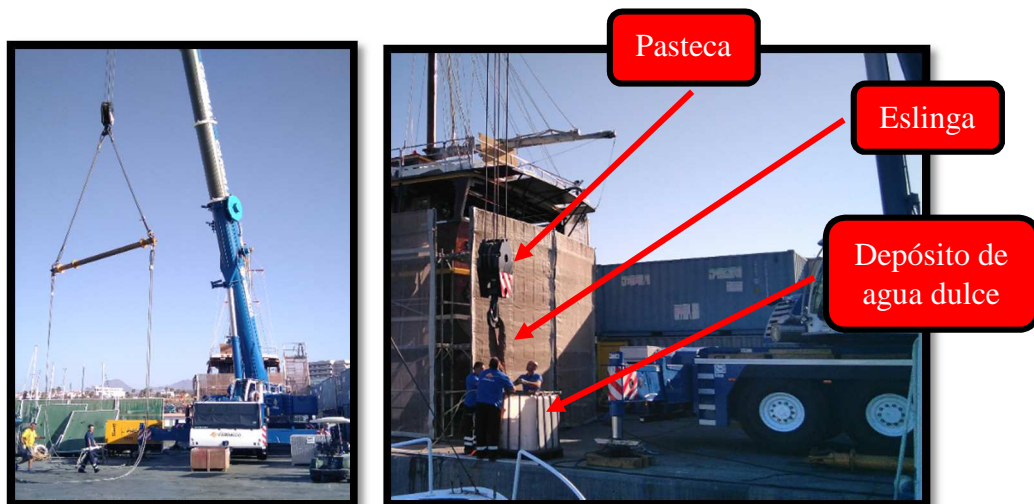


*Ilustración n° 118. Quitando grilletes para soltar eslingas.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 119.  
Grilletes.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Por último, tras depositar los separadores en el muelle y descolgarlos de la pasteca, volvieron a acercar la pasteca para retirar las eslingas izándolas por uno de sus extremos para luego introducirlas en un depósito plástico lleno de agua dulce para lavarlas.



*Ilustración n° 120.  
Retirando separador de popa.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*Ilustración n° 121. Lavando eslingas en agua dulce.  
Fuente: Trabajo de campo.*

### **5.3.4 BOTADURA DEL BUQUE DE PESCA “EL MACIZO”**

En esta maniobra se llevó a cabo la botadura de un buque de pesca de nombre “EL MACIZO”. Con una eslora de 25 metros y una manga de 6 metros su botadura se llevó a cabo en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, en el Muelle Sur por la empresa “CONTENERFRUT, S.A.” Para ello se empleó una grúa de celosía “Liebherr LG 350”. El peso de izado fue de 140 toneladas.



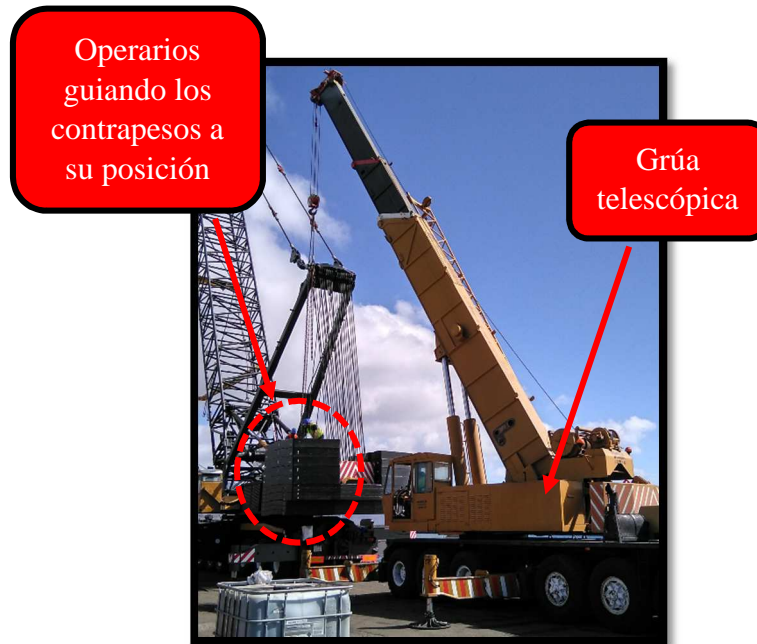
*Ilustración n° 122. Buque de pesca “EL MACIZO”.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Previo a la propia maniobra de izado se realizaron una serie de preparativos, comenzando con la colocación de los contrapesos de la grúa de celosía empleada en la botadura. Para ello tuvo que emplearse una grúa telescópica para colocar los contrapesos.



*Ilustración n° 123. Contrapesos dispuestos sobre el muelle.  
Fuente: Trabajo de campo.*

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración nº 124. Colocando contrapesos.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Se colocaron un total de diez contrapesos de 7 toneladas cada uno, cinco a cada lado. Además, la grúa se encontraba contrapesada con otros siete contrapesos de 10 toneladas cada uno, lo que daba un contrapeso total de 140 toneladas.



*Ilustración nº 125. Grúa contrapesada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez colocados los contrapesos se retiró la grúa telescópica. Parte de los aparejos de izado ya se encontraban montados y dispuestos sobre el muelle, por lo que solo tuvieron que engancharlos a la pasteca e izarlos.



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Durante esta parte de la maniobra se hicieron firme cuatro cabos guías en los extremos de los separadores inferiores para que unos operarios pudieran ayudar al operador de la grúa guiando los separadores de forma que estos no chocaran contra la propia grúa o el buque.



Operarios  
manejando los  
cabos guía

*Ilustración n° 126. Izando los separadores.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Luego se comenzó a girar la torreta de la grúa hasta disponer los separadores en posición sobre el buque. Una vez en su sitio, la grúa comenzó a bajar los separadores soltando cable. Se bajó todo lo que se pudo sin que el separador superior tocara en ninguna parte del buque.



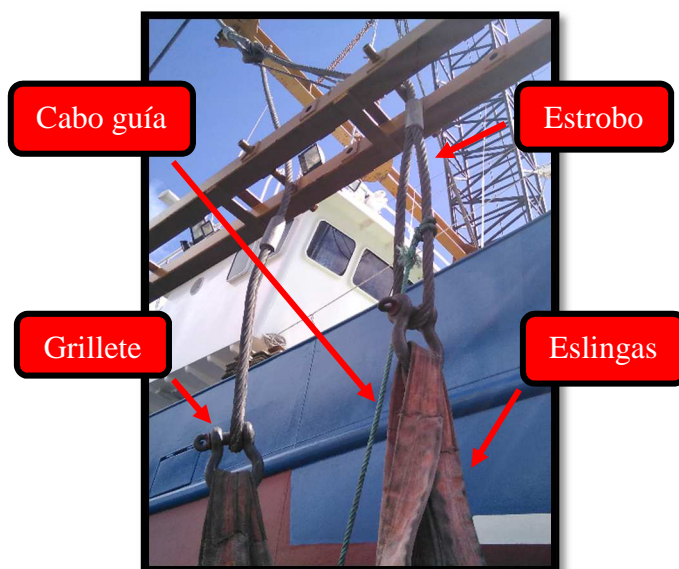
*Ilustración n° 127. Separadores en posición.  
Fuente: Trabajo de campo.*

A continuación se presentaron las eslingas planas por debajo de la quilla del buque, en puntos estratégicos de izado. Se emplearon eslingas planas de 20 metros de largo por 40 centímetros de ancho, las cuales soportan 15 toneladas a tiro directo, se emplearon un total de ocho eslingas planas o fajas, es decir, la maniobra conto con cuatro secciones de izado en las que se usaron dos eslingas planas por sección de izado. Se empleó la misma configuración de aparejos de izado a la de las varadas del “JOSE Y ALBANO” y del “HNOS VALDIVIA DOS”.



*Ilustración n° 128. Eslingas dispuestas bajo la quilla.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Estas eslingas planas cuentan con un ojal en cada extremo, el cual se empleó para unir las eslingas planas a los estrobo de acero de izado usando grilletes.



*Ilustración n° 129. Disposición de los aparejos de izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

A continuación, la tripulación del buque subió a bordo para colocar unas defensas laterales por el costado del buque que quedaría hacia el muelle, en este caso, el costado de babor. Una vez que se comprobó que todas las eslingas estaban correctamente sujetas y posicionadas en el lugar correcto, se procedió a elevar todo el conjunto de separadores y eslingas, para ello la grúa comenzó a recoger cable hasta que las eslingas estuvieron tensas.



*Ilustración nº 130. Tensando aparejos de izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras otra comprobación para verificar que las eslingas se encontraban en la posición correcta, se volvió a izar el buque unos centímetros, lo suficiente como para quitar las burras de varada y todo objeto que se encontrase alrededor del buque.



*Ilustración nº 131. Burras de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras retirar las burras de varada, los operarios del taller de reparación dieron los últimos retoques al casco.



Ilustración n° 132. Retocando el casco del buque.  
Fuente: Trabajo de campo.

Una vez los operarios terminaron de retocar el casco del buque y se comprobó que no quedara nada alrededor del buque se procedió a continuar izando el buque aproximadamente 2 metros respecto del suelo, para que los operarios del taller de reparación retocaran con pintura la parte inferior de la quilla.



Ilustración n° 133.  
Retocando la quilla.  
Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración n° 134. Maderos de varada donde asentó la quilla.  
Fuente: Trabajo de campo.



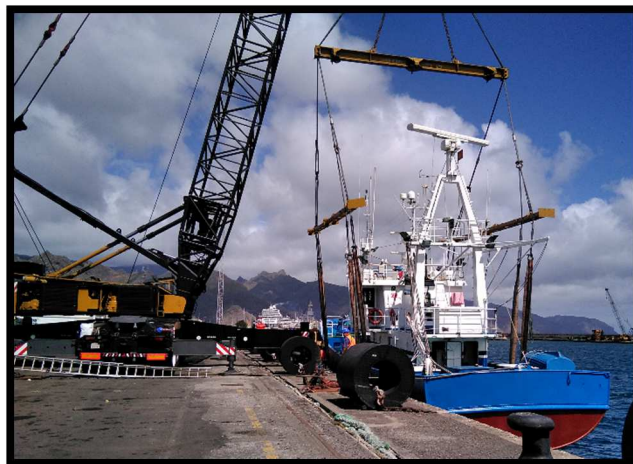
*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Cuando los operarios del taller de reparación terminaron de retocar la quilla y el casco del buque, la grúa comenzó a girar la torreta lentamente. Con dos cabos amarrados uno a popa y otro a proa los usaron para ayudar a guiar el buque hasta el agua.



*Ilustración n° 135. Girando buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez la torreta de la grúa realizó un giro aproximado de 180 grados, el buque se encontraba ya sobre el agua y la grúa comenzó a bajar el buque soltando cable.



*Ilustración n° 136. Buque en el agua.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Una vez el buque se encontraba en el agua, varios tripulantes subieron a bordo y tras quedar libre de las eslingas el buque arranco motores y dieron máquina atrás lentamente hasta que el buque quedo fuera de los separadores. Con esta maniobra del barco se evitó que las eslingas pudieran trabarse en la hélice o el timón.



*Ilustración nº 137. Buque en el agua.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Por último, la grúa comenzó a izar los separadores recogiendo cable para luego realizar un giro de la torreta aproximado de 270 grados y depositar los separadores en el muelle soltando cable y dando así por finalizada la maniobra.



*Ilustración nº 138. Aparejos sobre el muelle.  
Fuente: Trabajo de campo.*

### **5.3.5 BOTADURA DEL BUQUE TURISTICO “BAHRIYELI”**

Esta maniobra se llevó a cabo en el Puerto Marina San Miguel. Se botó el buque de recreo “BAHRIYELI”, con una eslora máxima de 35 metros y una manga máxima de 7 metros. La empresa que realizó la maniobra fue “SERVICIOS AUXILIARES BONY S.L.”, en la que se emplearon dos grúas telescópicas en tándem, una grúa “Liebherr LTM 1250-5.1” y otra grúa “Liebherr LTM 1400-7.1”. El peso de izado fue de 150 toneladas.



*Ilustración nº 139. Buque turístico “BAHRIYELI”.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras llegar las grúas telescópicas al puerto estas se posicionaron en su sitio, la grúa “Liebherr LTM 1250-5.1” se colocó a proa-babor del buque y la grúa “Liebherr LTM 1400-7.1” a popa-estribor del buque.



*Ilustración nº 140. Grúa “Liebherr LTM 1250-5.1” situada a proa-babor del buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración nº 141. Grúa “Liebherr LTM 1400-7.1” situada a popa-estribor del buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras desplegar cada grúa sus estabilizadores y levantar y desplegar parcialmente sus plumas, comenzaron a colocar unas bandejas metálicas de apoyo para los estabilizadores, para esta tarea no fue necesario el empleo de una grúa auxiliar sino que la propia grúa izaba estas bandejas metálicas para luego depositarlas en su sitio, siendo después ajustadas a su lugar por los operarios.



Ilustración n° 142. Grúa LTM 1250 con estabilizador calzado.  
Fuente: Trabajo de campo.

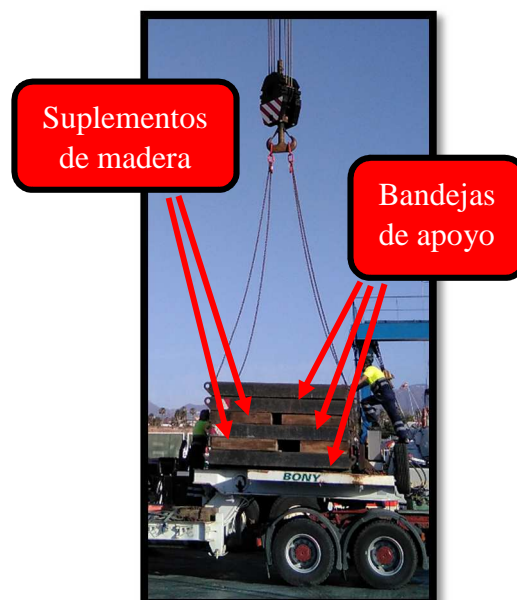


Ilustración n° 143. Grúa LTM 1400 izando las bandejas de apoyo.  
Fuente: Trabajo de campo.

A continuación las grúas telescópicas comenzaron a auto colocarse los contrapesos. La grúa LTM 1400 comenzó izando y colocando sobre la estructura de la grúa la cama de contrapesos, este dispositivo permite alojar los contrapesos y una vez están todos los contrapesos colocados la torreta de la grúa gira, de forma que la parte trasera de la torreta queda enfrentada con la cama de contrapesos.



Ilustración n° 144. Grúa LTM 1400 izando cama de contrapesos.  
Fuente: Trabajo de campo.



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Entonces mediante un sistema hidráulico la cama de contrapesos se acopla a la torreta, se eleva y puede girar así con esta.



*Ilustración n° 145. Cama de contrapesos desacoplada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

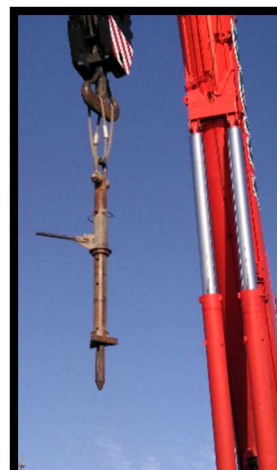


*Ilustración n° 146. Cama de contrapesos acoplada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Para esta maniobra se lastro la grúa con diez contrapesos de 10 toneladas cada uno, cinco a cada lado de la cama de contrapesos la cual pesaba a su vez unas 15 toneladas, con un total de 115 toneladas de contrapeso. Esta grúa utilizó un útil específico para izar los contrapesos.

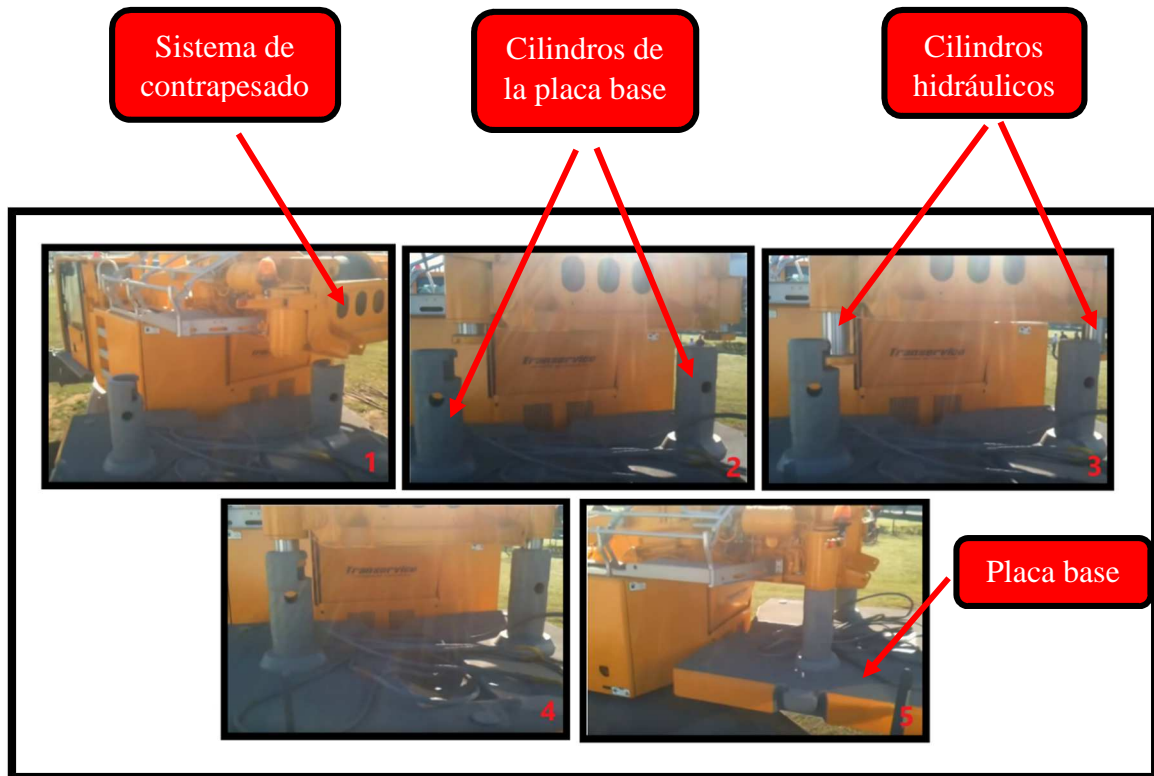


*Ilustración n° 147. Operario guiando contrapeso.  
Fuente: Trabajo de campo.*



*Ilustración n° 148. Útil para izado de contrapesos.  
Fuente: Trabajo de campo.*

En cuanto a la grúa LTM 1250, su diseño no cuenta con una cama de contrapesos desmontable, utiliza otro sistema. En la ilustración nº 141 podemos ver la secuencia de contrapesado para este tipo de modelo.



Fuente: [66].

Secuencias de la ilustración nº 141. Una vez se han depositado la placa base de contrapesos sobre el chasis de la grúa se procede a colocar el resto de contrapeso sobre esta, en la secuencia de la ilustración nº 141 solo utilizan la placa base (imagen 1). A continuación la torreta de la grúa comenzara a girar hasta acercar el sistema de contrapesado a los cilindros de la placa base, y una vez en posición comenzara a bajar los cilindros hidráulicos (imagen 2). Una vez los cilindros hidráulicos están extendidos, la superestructura volverá a girar hasta alojar los cilindros hidráulicos dentro de los cilindros de la placa base (imagen 3), es en este momento cuando el sistema de contrapesado comienza a recoger el cilindro hidráulico y es con este movimiento que arrastra consigo a los cilindros de la placa base, consiguiendo así elevar la placa base (imagen 4). Una vez la placa base no este tocando el chasis de la grúa, la torreta podrá girar con el o los contrapesos, quedando así lastrada (imagen 5).

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración n° 150. Sistema de lastre de la grúa LTM 1250.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Esta grúa utilizo cuatro contrapesos apilados uno sobre otro de 12.5 toneladas cada uno, más cuatro contrapesos laterales acoplados a los lados de los anteriores de 12.5 toneladas cada uno, con un total de 100 toneladas de contrapeso.



*Ilustración n° 151.  
Grúa LTM 1250,  
colocando contrapesos  
centrales.  
Fuente: Trabajo de  
campo.*



*Ilustración n° 152. Grúa LTM  
1250, colocando contrapesos  
laterales. Fuente: Trabajo de  
campo.*

Tras contrapesar las grúas se procedió a preparar loa aparejos de izado. Una particularidad de esta maniobra fue que no se utilizaron estrobos de acero o cadenas en la configuración de los aparejos, solo se usaron eslingas planas y eslingas enterizas, además de los separadores y los grilletes.

Durante estos preparativos los operarios se ayudaron de un camión grúa para manejar los separadores y las eslingas.



Ilustración n° 153. Camión grúa.  
Fuente: Trabajo de campo.

Una vez los operarios instalaron parte de las eslingas en el separador que iría a proa del buque, el conjunto se enganchó a la pasteca de la grúa de proa y se izó sobre el buque hasta su posición. A continuación la grúa bajo el conjunto soltando cable, lo suficiente para que los operarios pudieran terminar de montar las eslingas. Por último dispusieron una eslinga plana bajo el buque de costado a costado y lo unieron al conjunto de eslingas mediante grilletes. Durante estos preparativos, la tripulación del buque subió a bordo para colocar una serie de defensas en el costado de babor, el costado que quedaría hacia el muelle una vez el buque flotara en el agua.

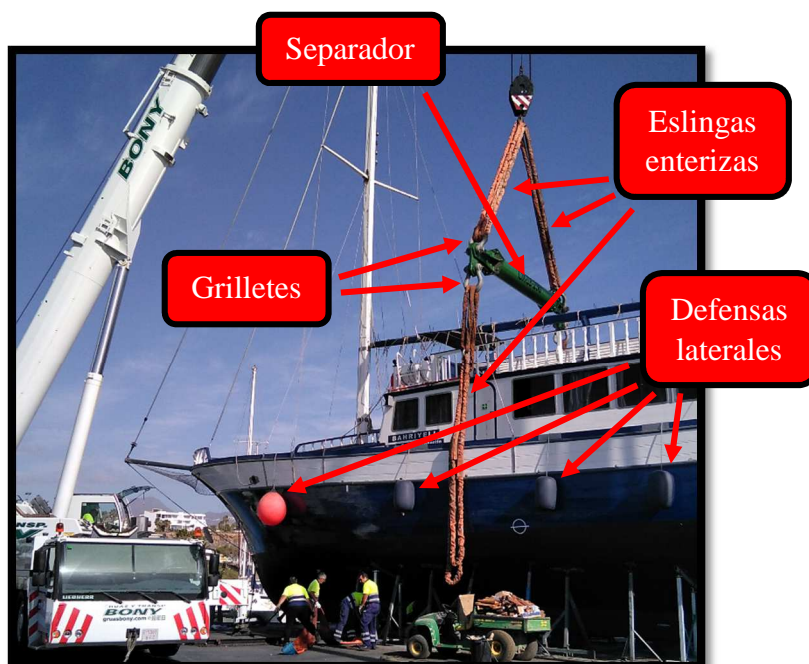


Ilustración n° 154. Disponiendo aparejos de izado de proa.  
Fuente: Trabajo de campo.



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Luego los operarios pasaron a la grúa de popa y repitieron el mismo procedimiento en el montaje de los aparejos.



*Ilustración n° 155.  
Disponiendo aparejos de  
izado de popa.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez se tensaron las eslingas se procedió a retirar todos los objetos que estuvieran alrededor del buque que pudieran dañar el casco de este durante el izado, como el andamiaje usado durante la reparación del buque. Una vez la zona estuvo limpia los operadores de las grúas comenzaron a izar el buque recogiendo cable. Tanto en esta como en las otras maniobras se contó con la participación de un jefe de maniobra, cuya función es la de guiar a los operadores de las grúas durante la maniobra. Se comunica con ellos mediante walkie-talkies, aunque también podría hacerlo mediante unos gestos codificados.



*Ilustración n° 156. Buque listo  
para ser izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*







Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante	
Alto: interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho	
Izar	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo	
Bajar	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo	
Distancia vertical	Las manos indican la distancia	

Ilustración nº 157. Gestos codificados.  
Fuente: [67].

Se izó el buque unos centímetros, lo suficiente para poder retirar las burras y puntales de varada y para que se pudiera retocar el casco con pintura en los puntos donde habían apoyado las burras y puntales de varada. En este barco usaron puntales de varada debido a la forma pronunciada del casco en algunos puntos.



Operario retocando el casco

Ilustración nº 158. Retirando burras y puntales de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración n° 159. Burra y puntal de varada.  
Fuente: Trabajo de campo.

Retiradas todas las burras y puntales de varada y retocado el casco se volvió a izar el buque recogiendo cable lo suficiente para que se pudiera retocar la quilla en los puntos donde esta había descansado sobre los maderos de varada.



Ilustración n° 160. Buque suspendido.  
Fuente: Trabajo de campo.

A continuación se volvió a izar el buque recogiendo cable, aproximadamente a unos 2 metros del suelo. Luego, a la vez que las grúas trasladaban el buque hacia el agua, también iban girando el buque de forma que su posición final fuera paralela al muelle.

“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”



*Ilustración n° 161. Girando buque.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez el buque estuvo sobre el agua y paralelo al muelle las grúas comenzaron a bajarlo soltando cable hasta que el buque flotaba sobre el agua.



*Ilustración n° 162. Buque en el agua.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Cuando el buque se encontraba flotando y las eslingas estaban completamente destensadas, los operadores de las grúas comenzaron a bajar los separadores, lo suficiente para que los operarios que se encontraban en el muelle subieran a bordo y quitaran los grilletes que unían los tramos más largos de eslingas enterizas con los otros aparejos y depositando parte de dicha eslinga sobre la cubierta del buque.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

El otro extremo de la eslinga enteriza se encontraba unido a la eslinga plana que recorría el casco y la cual se encontraba bajo el agua. Realizaron esta operación en el otro costado del buque del mismo separador.



*Ilustración n° 163. Soltando eslingas de popa.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez el separador estuvo libre, el operador de la grúa comenzó a izar el separador y sus aparejos y tras girar la torreta de la grúa deposito el separador en el muelle.



*Ilustración n° 164. Retirando separador de popa.*

*Fuente: Trabajo de campo.*

Tras soltar el separador de la pasteca volvió a aproximar la pasteca para enganchar el resto de los aparejos que habían quedado sobre la cubierta del buque y bajo el agua. Tras izarlo volvió a depositarlos en el muelle.



*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Tras realizar esta operación con el separador de popa, los operarios pasaron al separador de proa y realizaron la misma operación.



*Ilustración nº 165. Retirando resto de los aparejos de izado.  
Fuente: Trabajo de campo.*

### **5.3.6 BOTADURA DEL CATAMARAN “COCO LOCO PRIMERO”**

Esta maniobra llevada a cabo en el Puerto de Playa San Juan, se botó un catamarán de nombre “COCO LOCO PRIMERO”, con una eslora de 11 metros y una manga de 6 metros. Se empleó una grúa telescópica “LTM 1220-5.1” propiedad de la empresa “SERVICIOS AUXILIARES BONY S.L.” El peso de izado fue de 4 toneladas.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



*Ilustración nº 166.  
Catamarán “COCO LOCO  
PRIMERO”.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Tras llegar la grúa telescópica al puerto esta maniobro hasta colocarse en su posición final y comenzó a desplegar sus estabilizadores.



*Ilustración nº 167. Grúa “Liebherr LTM 1220-5.1” en  
posición y con los estabilizadores desplegados.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una particularidad de esta maniobra consistió en que la grúa transporto la placa base de 12 toneladas, (primera placa de contrapeso que cuenta con los pivotes donde luego se alojaran el resto de contrapesos), y una vez llego al muelle y se posiciono, giro la torreta 180 grados y engancho la placa base en la parte posterior de la torreta.



*Ilustración n° 168. Grúa LTM 1220 lastrada.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez el operador de la grúa calzo los estabilizadores traseros con unos maderos de varada accedió a la cabina de control de la torreta y comenzó a desplegar los tramos del brazo telescópico.



*Ilustración n° 169.  
Desplegando tramos del brazo telescópico.  
Fuente: Trabajo de campo.*





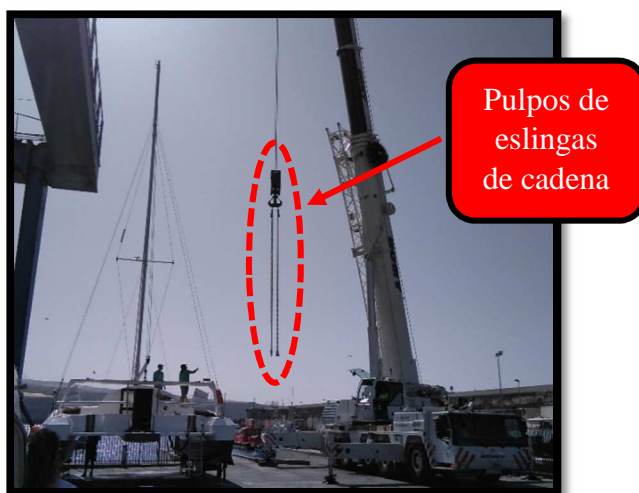
Tramos  
telescópicos

Pasteca

A continuación, tras arriar cable y acercar la pasteca a la parte trasera de la grúa, de unos compartimentos en esta saco dos pulpos de cadena de dos ramales cada uno y los acoplo al gancho de la pasteca.

*Ilustración nº 170. Operador de la grúa enganchando los pulpos de cadena.*  
*Fuente: Trabajo de campo.*

Luego el operador de la grúa giro la torreta hasta acercar la pasteca a la embarcación para que la tripulación pudiera enganchar las eslingas. En esta maniobra no fue necesario el uso de separadores debido al reducido peso y tamaño de la embarcación.



Pulpos de  
eslingas  
de cadena

*Ilustración nº 171. Acercando aparejos de izado.*  
*Fuente: Trabajo de campo.*

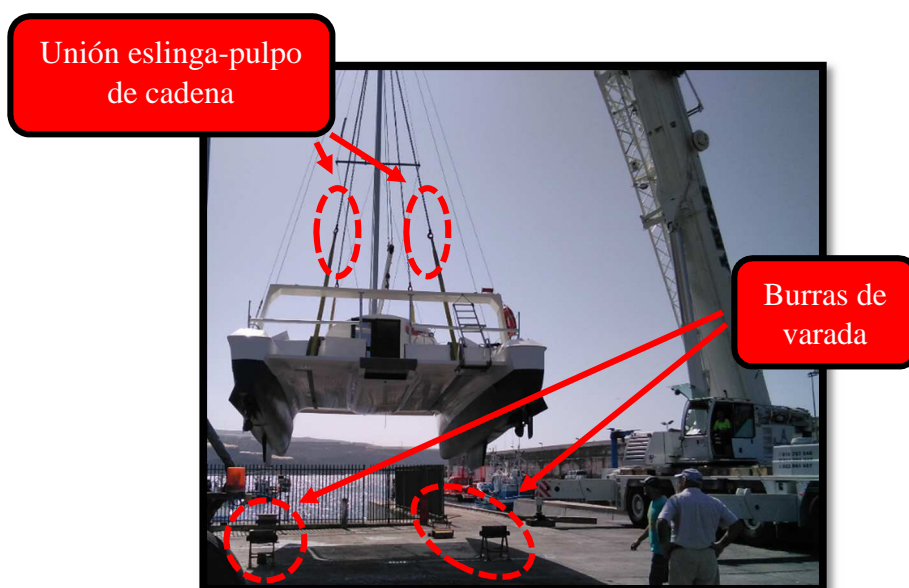
Debido a que el carenado de la embarcación estaba construido de fibra de vidrio se emplearon unas cantoneras que consistían en tiras de plástico, que se colocaron en algunas zonas donde las eslingas hacían contacto con la embarcación para evitar posibles daños a esta. Para esta maniobra se emplearon dos eslingas planas las cuales se colocaron en los costados de la embarcación de proa a popa.



*Ilustración nº 172. Preparando eslingas sobre la embarcación.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*Ilustración nº 173. Eslingas dispuestas sobre la embarcación.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez la tripulación engancho los ojales de las eslingas a los ganchos de los pulpos de cadena la grúa comenzó a izar la embarcación recogiendo cable.



*Ilustración nº 174. Izando embarcación.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Cuando la embarcación estuvo a unos 2 o 3 metros del suelo, la grúa comenzó a girar en aproximadamente unos 130 grados.



*Ilustración nº 175. Girando embarcación.  
Fuente: Trabajo de campo.*

En esta maniobra no se hicieron firmes cabos a la embarcación para ayudar a guiarla durante el izado. Una vez floto en el agua, la tripulación subió a bordo empleando una pequeña embarcación a remo y fue entonces cuando lanzaron hacia tierra una serie de cabos para ayudar a amarrar la embarcación, además de colocar una serie de protecciones laterales.



*Ilustración nº 176.  
Embarcación en el agua.  
Fuente: Trabajo de campo.*

*Ilustración nº 177. Asegurando embarcación.  
Fuente: Trabajo de campo.*

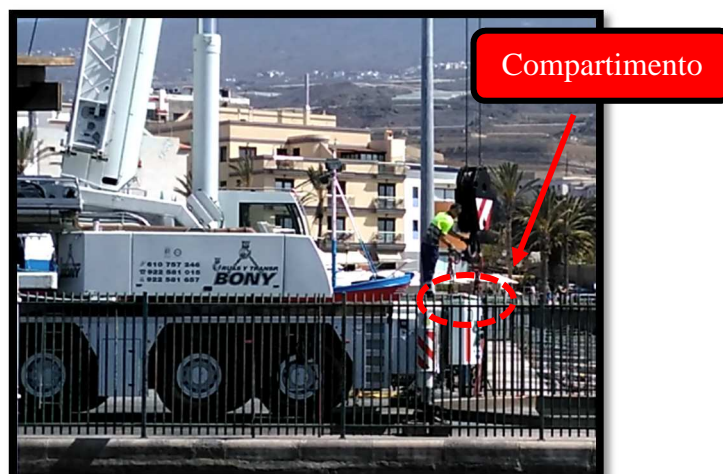
*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Una vez la embarcación estuvo asegurada al muelle la tripulación procedió a desenganchar uno de los extremos de las eslingas para que la grúa izara todo el conjunto de los aparejos de izado.



*Ilustración n° 178. Soltando eslingas.  
Fuente: Trabajo de campo.*

Una vez el operador de la grúa soltó las eslingas sobre el muelle volvió a izar la pasteca con los pulpos de cadena y las introdujo empleando la grúa en el compartimento situado en la parte trasera del chasis de la grúa.



*Ilustración n° 179. Guardando pulpos de cadenas.  
Fuente: Trabajo de campo.*



Por último recogió la pluma y los estabilizadores, dando así por finalizada la maniobra.



*Ilustración nº 180. Grúa lista para partir.  
Fuente: Trabajo de campo.*

### 5.3.7 CUADROS COMPARATIVOS DE LAS MANIOBRAS

A continuación muestro unos cuadros resumen donde he recogido una serie de parámetros característicos de las maniobras.

Presento tres varadas y tres botaduras. En estos cuadros descriptivos hago una relación de las características más fundamentales que entendemos que existe entre las distintas varadas presentadas y las distintas botaduras. Si hacemos una breve observación de las varadas observamos que dos de ellas son en el puerto de Santa Cruz de Tenerife donde se ha utilizado una grúa de pluma de celosía y ruedas neumáticas, al utilizar una sola grúa nos hace falta tres separadores uno principal y dos auxiliares que abarca la eslora del buque. En la tercera varada es en el puerto marina san miguel, no existe grúa de celosía, para ello se tuvieron que contratar dos grúas de pluma telescópica y cada grúa con un único separador. Por lo tanto la diferencia con el puerto de Santa Cruz de Tenerife es que en este solo con una grúa es posible varar un buque de características similares al del puerto Marina San Miguel que hace falta dos grúas telescópicas.



<b>MANIOBRA</b>	<b>BUQUE</b>	<b>TIPO DE BUQUE</b>	<b>PUERTO</b>	<b>PESO DE IZADO</b>	<b>TIPO DE GRÚA</b>	<b>CONTRA-PESO</b>	<b>SEPARADORES</b>	<b>APAREJOS</b>	<b>BUZO</b>
Varada	JOSE Y ALBANO	Pesquero	Santa Cruz de Tenerife	85T	Una grúa de pluma de celosía	84T	3 de tipo fijo	Eslingas: textil, cable y cadena	No
Varada	HNOS VALDIVIA DOS	Pesquero	Santa Cruz de Tenerife	102T	Una grúa de pluma de celosía	104T	3 de tipo fijo	Eslingas: textil, cable y cadena	No
Varada	FLIPPER UNO	Turístico	Marina San Miguel	85T	Dos grúas de pluma telescópica	97.5T 72T	2 de tipo fijo	Eslingas: textil y cadena	Sí



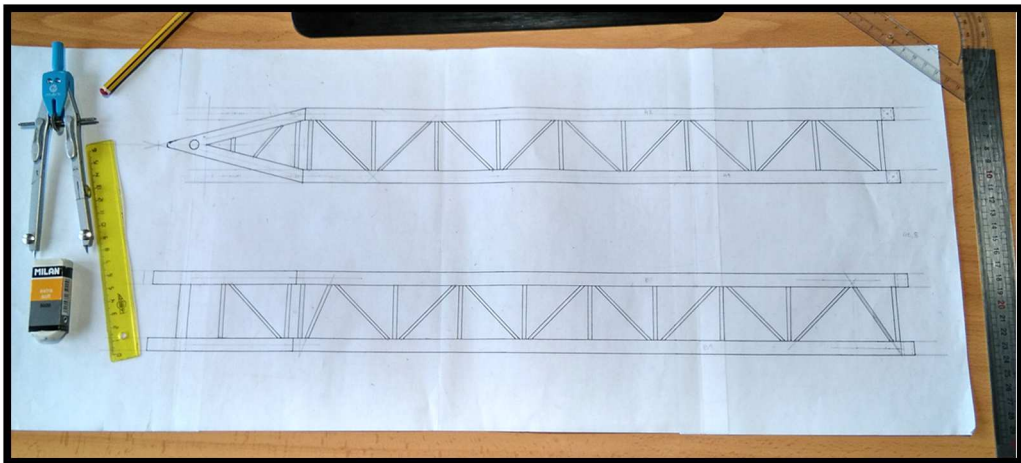
<b>MANIOBRA</b>	<b>BUQUE</b>	<b>TIPO DE BUQUE</b>	<b>PUERTO</b>	<b>PESO DE IZADO</b>	<b>TIPO DE GRÚA</b>	<b>CONTRA-PESO</b>	<b>SEPARADORES</b>	<b>APAREJOS</b>	<b>BUZO</b>
Botadura	EL MACIZO	Pesquero	Santa Cruz de Tenerife	140T	Una grúa de pluma de celosía	140T	3 de tipo fijo	Eslingas: textil, cable y cadena	No
Botadura	BAHRIYELI	Turístico	Marina San Miguel	150T	Dos grúas de pluma telescópica	115T 100T	2 de tipo fijo	Eslingas: textiles	No
Botadura	COCO LOCO PRIMERO	Turístico	Playa de Playa San Juan	4T	Una grúa de pluma telescópica	12T	No	Eslingas: textiles y cadenas	No

## **5.4 PROCESO Y ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA -GRUA**

Con la finalidad de comprender mejor las partes y funcionamiento de una grúa de celosía comencé la elaboración de una maqueta-grúa. El modelo de grúa en el que base la realización de la maqueta fue en la grúa Liebherr LR 1600/2, la cual se encuentra en el Puerto de Santa Cruz de Tenerife y fue el germen que inicio este Trabajo de Fin de Grado. A lo largo de su diseño y elaboración surgieron muchos contratiempos y retos, los cuales conseguí resolver o mitigar hasta la consecución de la maqueta final.

### **5.4.1 PLUMA**

Tras una primera fase de investigación y recopilación de información e imágenes realice un boceto del diseño de la pluma que iba a construir, este diseño fue en función de los materiales y herramientas a los que tenía acceso.



*Ilustración n° 181. Boceto del primer tramo pluma de celosía.  
Fuente: Elaboración propia.*

Para esta primera pieza emplee cuatro listones de pino de 10X10X450 milímetros, los cuales corte en una sierra ingletadora.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



*Ilustración n° 182. Sierra ingletadora.  
Fuente: Elaboración propia.*

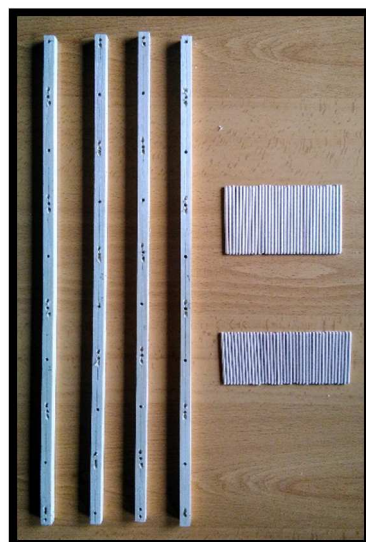
A continuación, guiándome por el boceto marque sobre los listones los puntos donde debía taladrar para crear el patrón en celosía. Para la realización de los taladros emplee un taladro de columna cuya mesa tenía la opción de ser graduable, así pude hacer taladros a 90 y a 45 grados, además de a otros ángulos.



Mesa  
graduable

*Ilustración n°  
183. Taladro de  
columna.  
Fuente:  
Elaboración  
propia.*

Los taladros los realice con una broca de 3 milímetros ya que la configuración en celosía la realice con palos de bambú de 3 milímetros de diámetro. Tras cortar los tramos de bambú a la distancia deseada emplee un afilador para lápiz para ajustar los extremos y así encajaran mejor en los listones de pino.



*Ilustración n° 184.  
Listones de pino y palos  
de bambú.  
Fuente: Elaboración  
propia.*

Una vez tuve todas las piezas listas comencé a montar el tramo de pluma para ello me ayude de unas gomas elásticas para sujetar las piezas entre sí, para a continuación pegarlas con pegamento liquido de secado rápido.



*Ilustración n° 185. Primer tramo de  
pluma montado.  
Fuente: Elaboración propia.*

El siguiente paso fue construir el tramo base, esta pieza es el elemento que fija todo el conjunto de la pluma con la superestructura de la grúa y que además permite el movimiento de arco de la pluma. Esta pieza las fabrique a partir de un listón de pino de 10X10 milímetros

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

de sección del cual corte cuatro tramos iguales de unos 150 milímetros en la sierra ingletadora. A continuación, empleando una lijadora de cinta cree la forma final de las piezas.



*Ilustración n° 186. Lijadora.  
Fuente: Elaboración propia.*

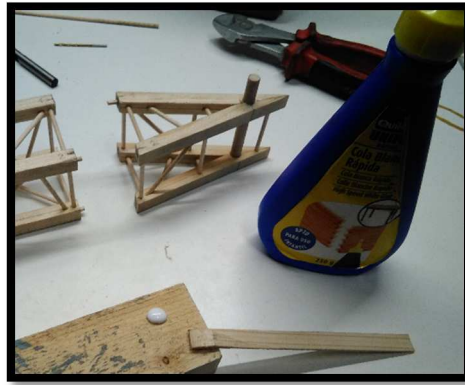
Luego en el taladro de columna taladre los orificios para los palos de bambú siguiendo el diseño del boceto. Tras pegar los dos tramos por parejas empleando cola blanca y esperar a que se seque los volví a llevar al taladro de columna para realizarles un taladro de 8 milímetros a través del cual luego pasaría el pasador que los uniría a la superestructura de la grúa.



*Ilustración n° 187. Taladrando  
tramo base.  
Fuente: Elaboración propia.*

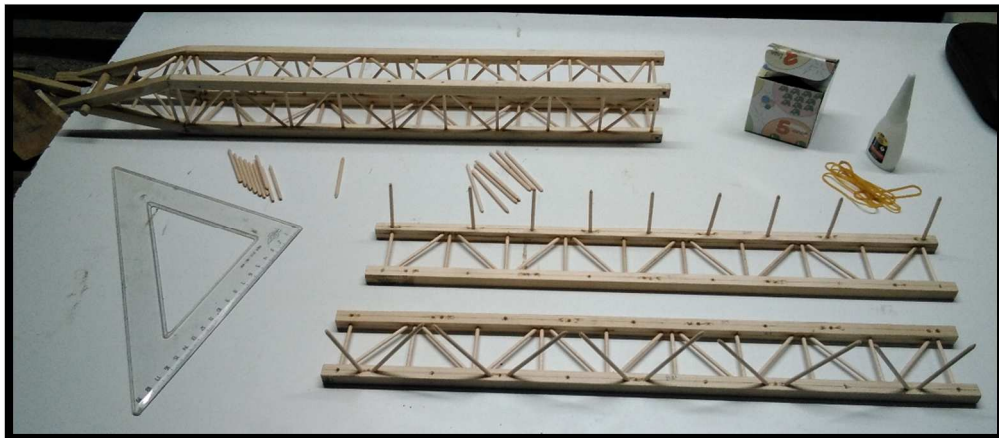
Finalmente termine de pegar las piezas entre sí para luego a su vez pegarla con cola blanca al tramo de pluma.

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*



*Ilustración nº 188. Uniendo tramo base a pluma.  
Fuente: Elaboración propia.*

A continuación elabore otro tramo más de pluma de celosía, siguiendo el mismo procedimiento que para el primer tramo.



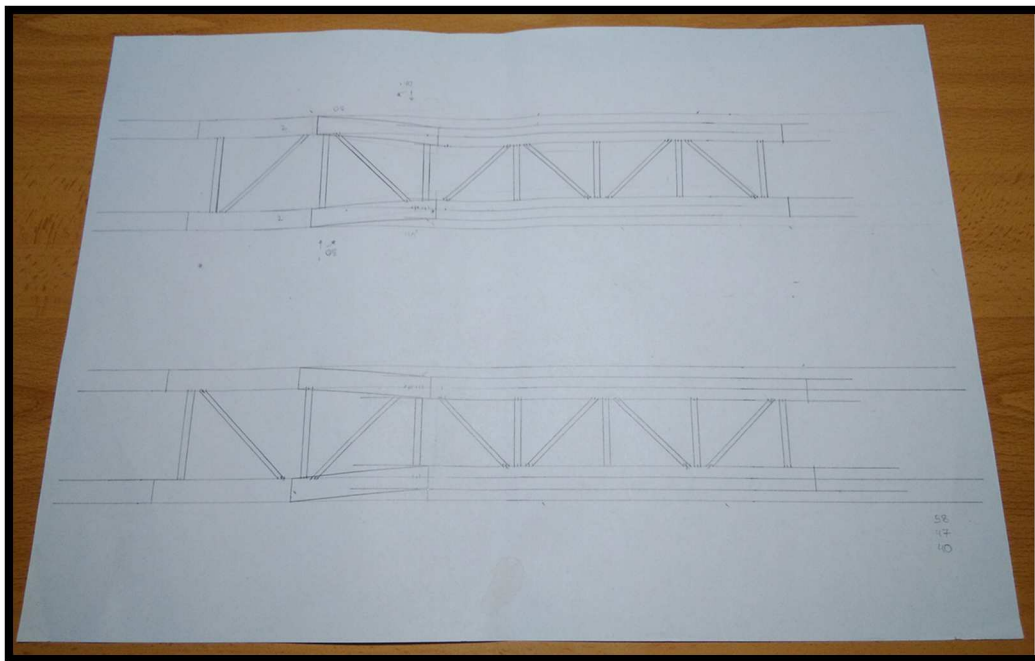
*Ilustración nº 189. Montando el segundo tramo de pluma.  
Fuente: Elaboración propia.*

El segundo tramo lo elabore con las mismas medidas y mismo patrón que el primer tramo pero sin el tramo base, usando también pegamento líquido de secado rápido. Para mantener las piezas en su sitio durante la unión de estas emplee una serie de gomas elásticas.



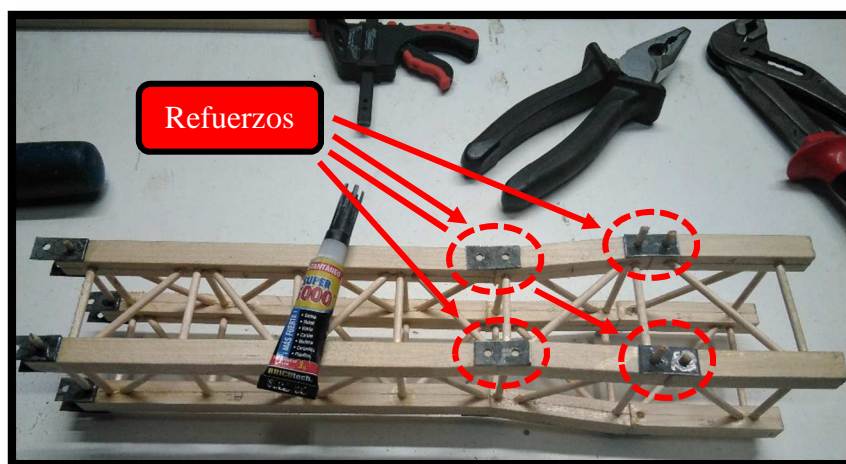
*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Para el tercer tramo hice un diseño diferente ya que a mitad del tramo se reduce la sección, por lo que tuve que añadirle unos pequeños trozos rectangulares de plancha de 1 milímetro de grosor de acero galvanizado para reforzar la estructura.



*Ilustración nº 190. Boceto tercer tramo de la pluma de celosía.  
Fuente: Elaboración propia.*

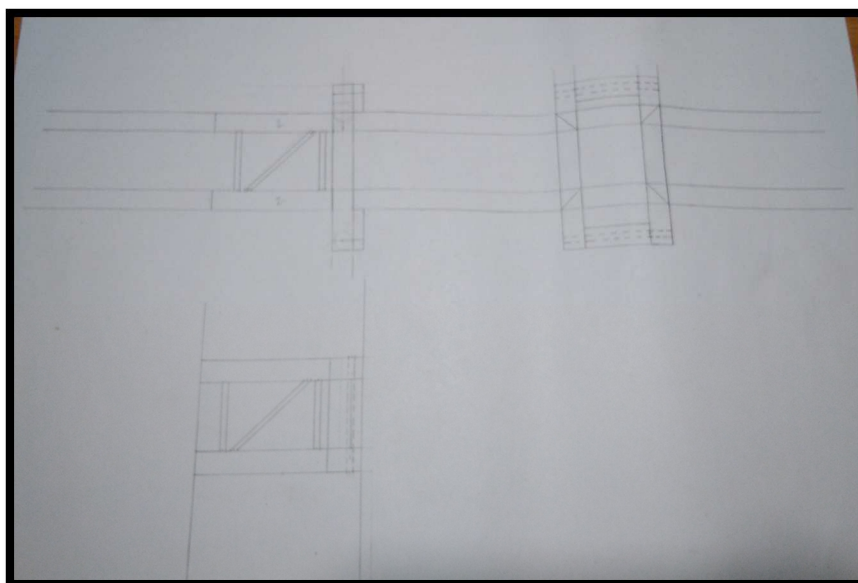
Emplee también listones de pino de 10X10 milímetros de sección y palos de bambú de 3 milímetros de diámetro además de los pequeños trozos de plancha de acero galvanizado.



*Ilustración nº 191. Tercer tramo de pluma de celosía montado.  
Fuente: Elaboración propia.*

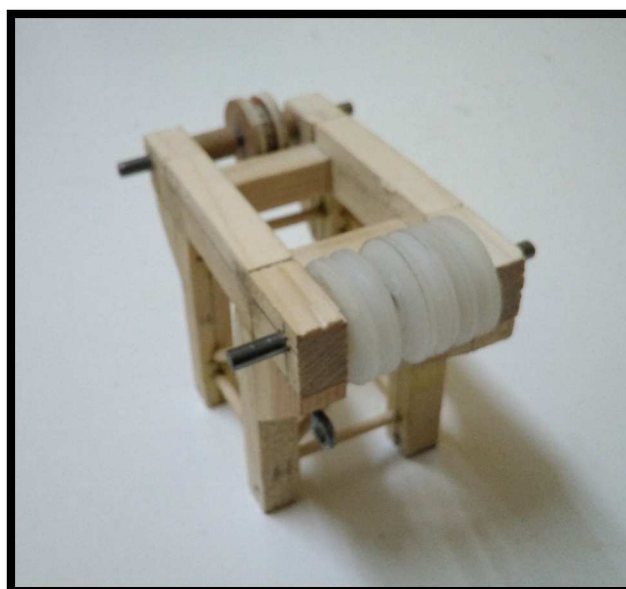
*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

Para pegar estos refuerzos utilicé pegamento líquido de secado rápido, además de una serie de pasadores de madera para reforzar la unión.



*Ilustración n° 192. Boceto del plumín.  
Fuente: Elaboración propia.*

Para el cuarto y último tramo de la pluma de celosía, el plumín, lo diseñe de forma que pudiera alojar las poleas de reenvíos y la polea guía.



*Ilustración n° 193. Plumín.  
Fuente: Elaboración propia.*

Las poleas de reenvío las mecanice en nailon, mientras que la polea guía la hice de madera empleando la lijadora de cinta.



*Ilustración nº 194. Poleas de nailón.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración nº 195. Polea de madera.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Por último, para unir cada tramo de pluma de celosía utilice pequeños trozos rectangulares de plancha de 1 milímetro de grosor de acero galvanizado que pegue en los extremos de los tramos de pluma, previamente les realice un taladrado, para luego poder introducir un pasador metálico y unir así los tramos de pluma entre sí.



*Ilustración nº 196. Sistema de unión desmontable de los tramos de pluma de celosía.*

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **5.4.2 SUPERESTRUCTURA**

Para esta parte de la grúa emplee listones de pino de 50X290 milímetros y de 10 milímetros de espesor. Tras armar una sección rectangular le practique los orificios necesarios para alojar los ejes de sujeción de la pluma, y de los carretes.



*Ilustración nº 197. Practicando orificios en la superestructura.  
Fuente: Elaboración propia.*

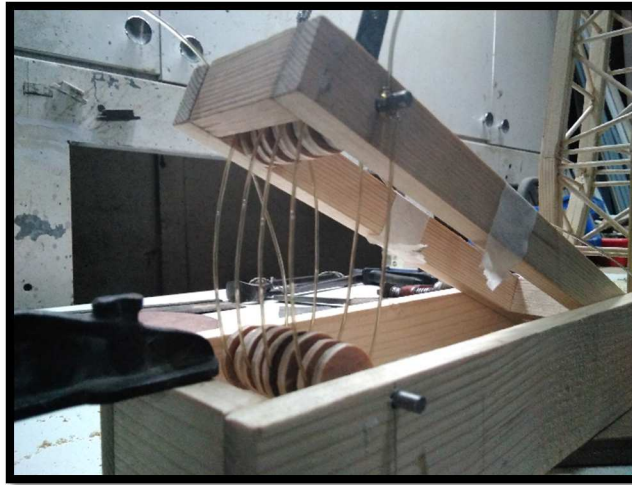
A continuación fabrique el caballete, el elemento que permite inclinar la pluma. Para ello emplee listones de pino de 20X10 milímetros de sección.



*Ilustración nº 198. Caballete encolado.  
Fuente: Elaboración propia.*

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

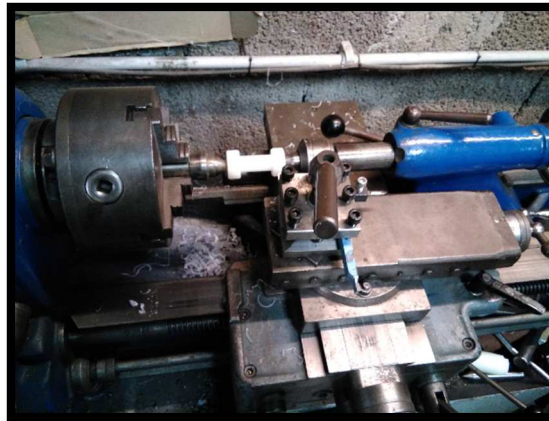
Parte del caballete es el sistema de poleas que lo mueve, estas poleas las hice en madera, empleando también la lijadora de banda.



*Ilustración nº 199. Sistema de poleas del caballete.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Los siguientes elementos que mecanice fueron los carretes, estos los hice en el torno a partir de una barra de nailon.



*Ilustración nº 200. Mecanizado de los carretes en nailon.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Mecanice tanto el carrete del cable de izado como el carrete del sistema del caballete.



Para mover el carrete del sistema de poleas del caballete y del cabestrante utilice dos motores eléctricos de corriente continua de 5V con un sistema de reducción de rpm.



*Ilustración nº 201. Motor eléctrico con reductora.  
Fuente: Elaboración propia.*

Debido que las rpm de salida del motor eléctrico eran demasiados elevadas, cree un tren de reducción con engranajes para así obtener las rpm adecuadas para girar los carretes.

### **5.4.3 CABLES FIJADORES**

Este elemento se encarga de unir el caballete y el plumín y proporcionarle a la pluma el movimiento de inclinación. Para hacerlos utilice cable trenzado de acero de 2 milímetros de diámetro al cual doble sus extremos para crear un ojal donde alojar un trozo rectangular de plancha de 1 milímetro de grosor de acero galvanizado, en la que practique dos orificios. Para coser este ojal utilicé alambre fino.



*Ilustración nº 202. Creando ojal.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración nº 203. Resultado final en los extremos del mismo cable fijador.  
Fuente: Elaboración propia.*



#### **5.4.4 PASTECA**

Para este elemento utilice dos trozos de pletina de acero de 5 milímetros de espesor, que tras taladrar y cortar la forma con una radial uní empleando una series de varillas roscadas y unos casquillos de aluminio para mantener la distancia entre ambas piezas. Las poleas fueron mecanizadas en el torno a partir de una barra de nailon.



*Ilustración n° 204.  
Pasteca.  
Fuente: Elaboración propia.*

#### **5.4.5 DISPOSICION FINAL**

En la ilustración nº 196 puede apreciarse el aspecto final de la maqueta-grúa tras montar todas las partes.



*Ilustración nº 205. Maqueta a escala de una grúa de celosía.  
Fuente: Elaboración propia.*

## **VI. CONCLUSIONES**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

## **VI. CONCLUSIONES**

Llegados a este capítulo podemos dar por finalizado este Trabajo de Fin de Grado. Por el camino, hemos podido ir resolviendo los objetivos propuestos inicialmente, los cuales nos has llevado a una serie de conclusiones que detallaremos a continuación:

→ Hemos podido conocer algunas de las grúas del Puerto de Santa Cruz de Tenerife desde sus inicios hasta nuestros días.

→ Hemos aprendido a identificar los distintos tipos de grúas móviles empleadas para la varada y botadura de buques de pequeño porte en algunos puertos de la isla de Tenerife.

→ Hemos estudiado y comprendido el funcionamiento y las distintas partes de las grúas objeto de este Trabajo de Fin de Grado.

→ También hemos comprendido la funcionalidad y operativa del proceso de varada y botadura con el equipo mecánico-elevación descrito en este Trabajo de Fin de Grado.

→ Por último, hemos comprendido que las grúas objeto de este Trabajo de Fin de Grado dan un servicio al Puerto de Santa Cruz de Tenerife ante la ausencia de un astillero. Además, estas grúas tienen la ventaja frente algunos astilleros, como los antiguos astilleros del Puerto de Santa Cruz de Tenerife, de poder desplazarse a otros puntos de la isla para la varada y botadura de buques de pequeño porte debido a su movilidad y versatilidad, cualidades que por ejemplo no tiene un sistema Synchronlift o un dique flotante. Ya que para un buque de pequeño porte mover una plataforma-Synchronlift o un dique flotante supone un gran coste y una gran inversión de tiempo, de infraestructura y de mano de obra.

Por lo que un sistema de izado para varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas móviles entendemos que puede ser una alternativa y un servicio añadido a un astillero con el sistema de plataforma-Synchronlift o dique flotante donde para varar o botar buques de pequeño porte se podría realizar con una grúa con características descritas en este Trabajo de Fin de Grado [68].



*Ilustración n° 206. Astilleros de reparación.  
Fuente: [68].*

Hemos podido entender que con el servicio de estas grúas en algunos puertos de la isla de Tenerife en comparación con los sistemas anteriores existentes en la isla para la varada y botadura de buques como son los sistemas Travel lift, hemos llegado a la conclusión siguiente, en cuanto al sistema Travel lift (existente en algunos puertos y o marinas de la isla de Tenerife) su mercado estaría relacionado con embarcaciones de pequeño eslora. Con la incorporación del sistema de grúas en la isla de Tenerife de izado para varada y botaduras de buques, se ha abierto un nuevo escenario, ya que estas grúas pueden ofrecer un servicio a buque de pequeños porte de una eslora no muy significativa que por un sistema Travel lift sería muy complicado varar y botar esos buques. Además, queda evidente que para un buque de mayor porte y mayor eslora que los mencionados en este Trabajo de Fin de Grado sería ya necesario un sistema más sofisticado para realizar estas operaciones como podría ser los sistemas de plataforma-Synchrolift, dique flotante o sistema de rampa.



*Ilustración nº 207. Sistema  
Travel lift.  
Fuente: Trabajo de campo.*



## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

*“Sistemas de varada y botadura de buques de pequeño porte mediante grúas de tipo telescópica y de celosía en distintos puertos del ámbito de la isla de Tenerife”*

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] El Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Puertos de Tenerife. José Manuel Ledesma Alonso.
- [2] [http://amigos25julio.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=822:gruas-del-puerto-de-santa-cruz-de-tenerife-patrimonio-historico-monumental-8&catid=20&Itemid=99](http://amigos25julio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=822:gruas-del-puerto-de-santa-cruz-de-tenerife-patrimonio-historico-monumental-8&catid=20&Itemid=99)
- [3] [http://amigos25julio.com/images/stories/Gras\\_2\\_Custom.jpg](http://amigos25julio.com/images/stories/Gras_2_Custom.jpg)
- [4] Crónicas del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Rafael Zurita Molina.
- [5] <https://vidamaritima.com/2007/04/los-correillos-grandes-de-la-compania-de-vapores-correos-interinsulares-canarios/>
- [6] [https://www.eldiario.es/canariasahora/tenerifeahora/santa\\_cruz/gruas-toneladas-ubicadas-Muelle-Ribera\\_EDIIMA20150608\\_0628\\_17.jpg](https://www.eldiario.es/canariasahora/tenerifeahora/santa_cruz/gruas-toneladas-ubicadas-Muelle-Ribera_EDIIMA20150608_0628_17.jpg)
- [7] <https://www.flickr.com/photos/125143948@N04/32608530463/in/photostream/>
- [8] <https://railssensefronteras.blogspot.com/2018/12/grua-de-vapor-del-port-de-santa-cruz-de.html>
- [9] <https://www.puertosdetenerife.org/index.php/tf-perfil-del-contratante/tf-licitaciones/9-contenidos/1310-terminal-de-contenedores>
- [10] <https://earth.google.com/web/>
- [11] <https://www.boluda.com.es/es/terminales-maritimas/#tenerife>
- [12] Ciclo de conferencias: “Transporte Marítimo. Operaciones Portuarias. Terminal de contenedores” 18/03/2019.
- [13] Operaciones portuarias. Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación Universidad de La Laguna.
- [14] Terminales marítimas de contenedores: el desarrollo de la automatización. Edt. Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana
- [15] [https://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa\\_p%C3%B3rtico\\_para\\_contenedores](https://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_p%C3%B3rtico_para_contenedores)
- [16] <http://lsymserver.uv.es/LSYMWeb/es/simuladores/grua-trastainer>
- [17] <https://delacontecerportuario.wordpress.com/tag/terminal-de-contenedores/>
- [18] <http://www.contenerfrut.es/>
- [19] <https://www.puertosdetenerife.org/index.php/noticias/2083-el-atlantshipservice-dos-primera-operativa-de-la-grua-movil-de-reparacion-naval-del-puerto-tinerfeno>

- [20] <https://www.puertosdetenerife.org/images/noticias/ATLANTSHIP06.jpg>
- [21] <https://transportescarballo.com/wp-content/uploads/2016/05/IMG-20150226-WA0007-1024x1024.jpg>
- [22] <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-14327>
- [23] <https://ingeniero-de-caminos.com/wp-content/uploads/partes-grua-movil-autopropulsada.jpg>
- [24] [https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1027150](https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1027150)
- [25] <https://ingeniero-de-caminos.com/gruas/>
- [26] [https://noticias.coches.com/wp-content/uploads/2012/12/Liebherr-LTM-11200-9.1\\_11.jpg](https://noticias.coches.com/wp-content/uploads/2012/12/Liebherr-LTM-11200-9.1_11.jpg)
- [27] <http://imi.com.pa/wp-content/uploads/2016/10/gruas-PH5300-N-0004.jpg>
- [28] Folleto técnico: “Grúa móvil LTM 1200-5.1”. Liebherr.
- [29] <https://previews.123rf.com/images/roman023/roman0231701/roman023170100172/70590032-lateral-ampliada-estabilizador-hidr%C3%A1ulico-para-aumentar-la-estabilidad-de-la-gr%C3%BAa-hasta-que-se-encuentra-b.jpg>
- [30] Ficha NTP 208 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- [31] [https://autoline.es/img/s/recambio-corona-de-orientacionKRUPP-GMT-AT-70---1549969321064473110\\_big--19021213001548421900.jpg](https://autoline.es/img/s/recambio-corona-de-orientacionKRUPP-GMT-AT-70---1549969321064473110_big--19021213001548421900.jpg)
- [32] <http://alfo.com.mx/gruas-de-celosia/>
- [33] <https://www.desdeelmurete.com/wp-content/uploads/2015/09/4.-Tramos-celos%C2%A1a-gr%C2%A3-s-sobre-orugas.-D-Cimentaciones-especiales-pantallas-pilotes-orugas-contrapesos-gr%C2%A3a.png>
- [34] <https://www.gruasyaparejos.com/wp-content/uploads/2018/11/grua-telescopica-47-200x300.jpg>
- [35] [http://elevacion.com.pe/demos/productos/ganchos-accesorio\\_bajo\\_gancho-fabricante\\_grua\\_puente\\_lima\\_peru-elevacion\\_sac\\_lima\\_peru\\_1.jpg](http://elevacion.com.pe/demos/productos/ganchos-accesorio_bajo_gancho-fabricante_grua_puente_lima_peru-elevacion_sac_lima_peru_1.jpg)
- [36] <https://inamarvapor.cl/assets/upload/electroiman3.jpg>
- [37] [http://2.bp.blogspot.com/-wsuKl4\\_9q1E/UkKWwsQRsiI/AAAAAAAAAZE/97r5e1UbYS0/s1600/f%E9%98%B2%E6%BC%8F%E6%8A%93%E6%96%97\\_%E5%89%AF%E6%9C%AC.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-wsuKl4_9q1E/UkKWwsQRsiI/AAAAAAAAAZE/97r5e1UbYS0/s1600/f%E9%98%B2%E6%BC%8F%E6%8A%93%E6%96%97_%E5%89%AF%E6%9C%AC.jpg)

- [38] Estiba de cargas sólidas. Ediciones Cartamar. Capt. Felipe Louzán Lago.
- [39] <https://i.ytimg.com/vi/PJ3PnlT5-wM/maxresdefault.jpg>
- [40] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQFQ9hdRSCLK5ep6z46zWwtro5qXQ50dDP7LEDB2OwMSx58dBZg>
- [41] [https://www.steute.es/fileadmin/\\_processed\\_/6/1/csm\\_offshore2\\_bb5e568cd9.jpg](https://www.steute.es/fileadmin/_processed_/6/1/csm_offshore2_bb5e568cd9.jpg)
- [42] [https://imgredirect.milanuncios.com/fg/2576/08/gruas/Gancho-grua-8-toneladas-257608002\\_1.jpg?VersionId=Q8u\\_xeaPzo91nCuQw1RuRUhszUh3DWrV](https://imgredirect.milanuncios.com/fg/2576/08/gruas/Gancho-grua-8-toneladas-257608002_1.jpg?VersionId=Q8u_xeaPzo91nCuQw1RuRUhszUh3DWrV)
- [43] Ficha NTP 841 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- [44] <http://www.cablecentrosac.com/estrobos.html>
- [45] Ficha NTP 866 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- [46] Ficha NTP 861 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- [47] <http://www.changjianghooks.com/uploads/201915586/hammerlock-chain-links07316966690.jpg>
- [48] <https://www.mazzellacompanies.com/Resources/Blog/spreader-beams-vs-lifting-beams-definitions-differences-and-design>
- [49] <https://www.mazzellacompanies.com/Portals/0/EasyGalleryImages/1/53/spreader-beam.jpg>
- [50] <http://www.caldwellinc.com/rig-master/lifting-spreader-beams/adjust-lifting-beam/specs/model-17-operation/image>
- [51] <https://es.wikipedia.org/wiki/Grillete>
- [52] [https://es.wikipedia.org/wiki/Puerto\\_de\\_Santa\\_Cruz\\_de\\_Tenerife](https://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_de_Santa_Cruz_de_Tenerife)
- [53] <https://www.webtenerife.com/interes/empresas-servicios-turista/instalaciones-deportivas/puertos-deportivos/puerto+de+san+miguel.htm>
- [54] <https://puertoscanarios.es/puertos-deportivos-2/>
- [55] <https://puertoscanarios.es/project/playa-san-juan/>
- [56] [https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiVv6mYgt\\_iAhWWD2MBHQE7A7kQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Ftransportescarballo.com%2F&psig=AOvVaw1OB6H4VTyAJKqtMYi9Llrc&ust=1560259544016013](https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiVv6mYgt_iAhWWD2MBHQE7A7kQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Ftransportescarballo.com%2F&psig=AOvVaw1OB6H4VTyAJKqtMYi9Llrc&ust=1560259544016013)
- [57] [https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj-pJ6jgt\\_iAhUKkhQKHauOD0gQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.itransportes.com%2Fempresas%2Ftransportes-especiales%2Ftenerife&psig=AOvVaw3\\_xAhACF-8QY4CKn6rCD0t&ust=1560259638930998](https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwj-pJ6jgt_iAhUKkhQKHauOD0gQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fwww.itransportes.com%2Fempresas%2Ftransportes-especiales%2Ftenerife&psig=AOvVaw3_xAhACF-8QY4CKn6rCD0t&ust=1560259638930998)

- [58] <http://www.contenerfrut.es/index.html>
- [59] <http://www.contenerfrut.es/imagenes/estibando%204.jpg>
- [60] <http://www.contenerfrut.es/imagenes/grua2.jpg>
- [61] <https://transportescarballo.com/es/>
- [62] <https://transportescarballo.com/wp-content/uploads/2009/05/grua-titan-carballo.jpg>
- [63] [https://transportescarballo.com/wp-content/uploads/2016/05/DSC\\_0002-1024x682.jpg](https://transportescarballo.com/wp-content/uploads/2016/05/DSC_0002-1024x682.jpg)
- [64] <http://gruasbony.com/>
- [65] <http://gruasbony.com/wp-content/uploads/2016/01/autopropulsadas-62.jpg>
- [66] <https://www.youtube.com/watch?v=XHQpQicvI-M> (Sistema de contrapesado de una grúa de pluma telescópica)
- [67] Operador de grúas torre. Ediciones Ceac, S.A. Luis Jiménez López.
- [68] <https://www.youtube.com/watch?v=jLlBPiPxKVk> (Astilleros de reparación en el ámbito del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Federico Padrón Martín)