



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*GRÚA PORTUARIA PARA ELEVACIÓN DE
EMBARCACIONES*

DOCUMENTO 1. ÍNDICE GENERAL

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: ADRIANA

APELLIDOS: BARATO GONZÁLEZ

FDO.:

FECHA:

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: ERIK

APELLIDOS: MACHO MIER

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

ÍNDICE DOCUMENTO 2. MEMORIA

2.1. Objeto	12
2.2. Alcance	13
2.3. Antecedentes	14
2.3.1. Introducción a los transportes en la Ingeniería Industrial	14
<i>2.3.1.1. Introducción</i>	14
<i>2.3.1.2. Características y funciones de los transportes para el Ingeniero Industrial</i>	14
2.3.2. El transporte de cargas en la Industria	16
2.3.3. Evolución de la Ingeniería de Aparatos de Elevación y Transporte	16
<i>2.3.3.1. La Antigüedad</i>	17
<i>2.3.3.2. De la polea de cable a la rueda de grúa</i>	18
<i>2.3.3.3. Impulso de la mecánica</i>	20
<i>2.3.3.4. La Edad Media</i>	23
<i>2.3.3.5. El cambio en la tecnología y en la energía</i>	26
<i>2.3.3.6. El Congreso de París de 1889</i>	27
<i>2.3.3.7. La seguridad y el ruido</i>	28
<i>2.3.3.8. El aligeramiento como elemento de ahorro energético</i>	29
2.3.4. Ubicación del Proyecto	32
<i>2.3.4.1. Geografía</i>	32
<i>2.3.4.2. Orografía y clima</i>	33
<i>2.3.4.3. Historia</i>	33

2.3.4.4. <i>El Puerto de Bilbao</i>	34
<i>Ratio de distribución</i>	35
<i>Comunicación</i>	36
<i>Puerto Atlántico</i>	36
<i>Muelles y terminales</i>	37
<i>Servicios específicos</i>	38
<i>Historia</i>	39
2.4. Normas y referencias	41
2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	41
2.4.2. Bibliografía	44
2.4.2.1. <i>Libros</i>	44
2.4.2.2. <i>Catálogos comerciales</i>	46
2.4.2.3. <i>Páginas Web</i>	46
2.4.3. Programas de cálculo	48
2.5. Definiciones y abreviaturas	50
2.5.1. Definiciones	50
2.5.2. Abreviaturas	52
2.5.3. Símbolos y denominaciones	53
2.6. Requisitos de diseño	59
2.6.1. Descripción general de la grúa	59
2.6.1.1. <i>Descripción general de las partes de la grúa</i>	59
2.6.1.2. <i>Dimensiones principales de la grúa</i>	60

2.6.1.3. Zona de funcionamiento	63
2.6.1.4. Materiales empleados	63
2.6.1.5. Protección ambiental	64
2.6.1.6. Funcionamiento con viento	65
2.6.2. Prestaciones de la grúa.....	65
2.6.2.1. Vida útil de la grúa.....	65
2.6.2.2. Capacidad de carga	66
2.6.2.3. Movimientos de la grúa.....	66
2.7. Análisis de soluciones	69
2.7.1. Introducción a las grúas.....	69
2.7.2. Clasificación de las grúas.....	70
2.7.3. Grúas portuarias fijas	71
2.7.3.1. Pequeñas grúas	71
<i>Grúa de cuadrilátero articulado o pico pato</i>	72
<i>Grúas ligeras</i>	72
<i>Grúa cartela</i>	73
2.7.4. Sistemas marinos de elevación	74
2.7.4.1. Carretillas elevadoras.....	74
2.7.4.2. Pórticos automotores sobre neumáticos	75
2.7.4.3. Plataforma sincro-elevadora o sincroelevador	76
2.7.4.4. Carros autoportantes o de varado.....	77
2.7.5. Grúas giratorias de columna	78

2.7.5.1. Grúas giratorias de columna giratoria.....	78
2.7.5.2. Grúas giratorias de columna fija.....	79
2.7.6. Grúa sin contrapeso vs. grúa con contrapeso	80
2.7.7. Análisis general de la solución adoptada.....	80
2.7.8. Estudio de los tipos de barcos pesqueros.....	84
2.8. Resultados finales.....	93
2.8.1. Descripción de la estructura de la grúa.....	93
2.8.1.1. Pluma	98
2.8.1.2. Contrapeso	100
2.8.1.3. Columna	101
2.8.1.4. Cimentación y sistema de anclaje.....	105
Cimentación	105
Sistema de anclaje.....	106
2.8.2. Descripción de los elementos de la grúa	108
2.8.2.1. Mecanismo de giro	108
Rodamiento de giro	109
Tornillos de fijación del rodamiento de giro.....	111
Motor-reductor	111
Reductor	111
Motor	112
Acoplamiento flexible	113
Piñón de giro	114

2.8.2.2. Mecanismo de traslación y elevación	114
2.8.2.3. Accesorios	117
<i>Eslingas</i>	117
<i>Palonnier</i>	118
<i>Protección meteorológica</i>	118
2.8.3. Operaciones de instalación y montaje	119
2.8.3.1. Cimentación y fijación de la columna	119
2.8.3.2. Fijación de la pluma	121
2.8.3.3. Instalación del mecanismo de giro	122
<i>Instalación del rodamiento de giro</i>	123
2.8.3.4. Instalación del polipasto	124
2.8.3.5. Mandos e instalación eléctrica	124
2.8.4. Sistemas de seguridad	125
2.8.4.1. Sistemas de seguridad del polipasto	125
<i>Limitador de carga</i>	125
<i>Frenos de los accionamientos</i>	126
<i>Finales de carrera</i>	126
2.8.4.2. Sistemas de seguridad del motor-reductor	128
2.8.5. Mantenimiento y cuidado de la grúa	129
2.8.5.1. Mantenimiento de la estructura	129
2.8.5.2. Alimentación eléctrica	130
2.8.5.3. Mantenimiento del grupo motor-reductor	130

2.8.5.4. <i>Mantenimiento del rodamiento de giro</i>	130
2.8.5.5. <i>Mantenimiento del polipasto</i>	131
2.8.6. Consideraciones medioambientales	131
2.8.6.1. <i>Normativa aplicable</i>	131
2.8.6.2. <i>Recursos e infraestructuras</i>	132
2.8.6.3. <i>Consumo eléctrico</i>	132
2.8.6.4. <i>Contaminación del entorno</i>	133
2.8.6.5. <i>Aspectos sociales</i>	134
2.8.6.6. <i>Fase de desmantelamiento de la instalación</i>	135
2.9. Planificación	136
2.9.1. El proceso de diseño	136
2.9.1.1. <i>El diseño</i>	136
2.9.1.2. <i>Fases e interacciones del proceso de diseño</i>	136
2.10. Orden de Prioridad de Documentos	141

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Shadoof</i>	17
<i>Figura 2. Grúa egipcia</i>	18
<i>Figura 3. Rueda de grúa</i>	19
<i>Figura 4. Descenso de Apolo, Orestes</i>	19
<i>Figura 5. Arquímedes</i>	21
<i>Figura 6. Marco Vitruvio</i>	21

<i>Figura 7. Herón de Alejandría</i>	22
<i>Figura 8. Primera grúa móvil</i>	24
<i>Figura 9. Grúa Trier</i>	25
<i>Figura 10. Primera grúa de vapor</i>	27
<i>Figura 11. Puente grúa DEMAG</i>	31
<i>Figura 12. Emplazamiento grúa</i>	32
<i>Figura 13. Ubicación geográfica</i>	33
<i>Figura 14. Puerto pesquero de Santurce</i>	34
<i>Figura 15. Panorámica del Puerto de Bilbao</i>	35
<i>Figura 16. Hinterland</i>	35
<i>Figura 17. Puerto Atlántico</i>	36
<i>Figura 18. Muelle Santurtzi-Getxo</i>	37
<i>Figura 19. Ría de Bilbao</i>	40
<i>Figura 20. Partes principales de la grúa</i>	60
<i>Figura 21. Dimensiones principales de la grúa</i>	62
<i>Figura 22. Movimientos de la grúa</i>	67
<i>Figura 23. Grúa sobre camión</i>	70
<i>Figura 24. Grúa pico-pato</i>	72
<i>Figura 25. Grúa ligera</i>	73
<i>Figura 26. Grúa cartela</i>	73
<i>Figura 27. Carretilla elevadora</i>	74
<i>Figura 28. Pórtico automotor sobre neumáticos</i>	76

<i>Figura 29. Movimientos pórtico automotor sobre neumáticos</i>	76
<i>Figura 30. Plataforma sincro-elevadora</i>	77
<i>Figura 31. Movimientos sincroelevador</i>	77
<i>Figura 32. Carro autoportante o de varado</i>	78
<i>Figura 33. Partes grúa giratoria de columna giratoria</i>	78
<i>Figura 34. Partes grúa giratoria de columna fija</i>	79
<i>Figura 35. Efecto de vuelco en carretilla elevadora</i>	81
<i>Figura 36. Movimientos grúa giratoria de columna giratoria</i>	82
<i>Figura 37. Posibles soluciones</i>	83
<i>Figura 38. Movimientos grúa cartela</i>	84
<i>Figura 39. Dimensiones principales barco</i>	88
<i>Figura 40. Cerquero</i>	88
<i>Figura 41. Rastrero</i>	89
<i>Figura 42. Pesca con redes de enmalle</i>	89
<i>Figura 43. Pesca con trampas</i>	90
<i>Figura 44. Palangrero</i>	90
<i>Figura 45. Curricanero</i>	91
<i>Figura 46. Embarcación con cañas</i>	91
<i>Figura 47. Embarcación polivalente</i>	92
<i>Figura 48. Grúa portuaria para elevación de embarcaciones (isométrica)</i>	93
<i>Figura 49. Grúa portuaria para elevación de embarcaciones (planta)</i>	94
<i>Figura 50. Grúa portuaria para elevación de embarcaciones (alzado)</i>	95

<i>Figura 51. Grúa portuaria para elevación de embarcaciones (izquierda)</i>	96
<i>Figura 52. Subconjunto pluma</i>	96
<i>Figura 53. Subconjunto columna</i>	97
<i>Figura 54. Subconjunto cimentación</i>	98
<i>Figura 55. Perfil pluma</i>	99
<i>Figura 56. Pluma</i>	99
<i>Figura 57. Contrapeso</i>	100
<i>Figura 58. Montaje contrapeso (alzado)</i>	100
<i>Figura 59. Montaje contrapeso (dimétrica)</i>	101
<i>Figura 60. Cono contrapeso</i>	101
<i>Figura 61. Perfil columna</i>	102
<i>Figura 62. Unión pluma-columna</i>	103
<i>Figura 63. Medición superficie de apoyo rodamiento de gran diámetro</i>	104
<i>Figura 64. Cartela base columna</i>	104
<i>Figura 65. Columna</i>	105
<i>Figura 66. Placa de anclaje</i>	107
<i>Figura 67. Perno de anclaje</i>	107
<i>Figura 68. Sistema de anclaje</i>	108
<i>Figura 69. Subconjunto mecanismo de giro</i>	109
<i>Figura 70. Eje</i>	109
<i>Figura 71. Sección rodamiento de gran diámetro</i>	110
<i>Figura 72. Reductor epiciloidal, Bonfiglioli</i>	112

<i>Figura 73. Motor trifásico de anillos rozantes, Bonfiglioli</i>	113
<i>Figura 74. Acoplamiento flexible, Escogear</i>	113
<i>Figura 75. Piñón de giro</i>	114
<i>Figura 76. Carril de rodadura</i>	115
<i>Figura 77. Polipasto birrail de cable, DEMAG</i>	115
<i>Figura 78. Montaje mecanismo de traslación y elevación (derecha)</i>	116
<i>Figura 79. Montaje mecanismo de traslación y elevación (dimétrica)</i>	116
<i>Figura 80. Eslingas</i>	117
<i>Figura 81. Palonnier</i>	118
<i>Figura 82. Protector meteorológico</i>	119
<i>Figura 83. Cartela pluma</i>	121
<i>Figura 84. Montaje cartela pluma (planta)</i>	121
<i>Figura 85. Montaje cartela pluma (dimétrica)</i>	122
<i>Figura 86. Corte montaje mecanismo de giro</i>	123
<i>Figura 87. Limitador de carga</i>	125
<i>Figura 88. Tope final de carrera</i>	127
<i>Figura 89. Montaje topes finales de carrera</i>	127
<i>Figura 90. Fases de diseño</i>	137
<i>Figura 91. Fases de diseño grúa</i>	140

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Símbolos y denominaciones</i>	53
<i>Tabla 2. Dimensiones y características principales de la grúa</i>	61

<i>Tabla 3. Materiales empleados</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 4. Dimensiones y pesos embarcaciones pesqueras.</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 5. Características y dimensiones principales pluma.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 6. Características y dimensiones principales columna.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 7. Características y dimensiones principales rodamiento de gran diámetro</i>	<i>110</i>

ÍNDICE DOCUMENTO 3. ANEXOS

ANEXO 1: Documentación de partida	20
3.1. Resumen de las dimensiones y características principales de la grúa.....	20
ANEXO 2: Cálculo de la estructura de la grúa	23
3.2. Dimensionamiento de la estructura.....	23
3.2.1. Introducción	23
3.2.2. Determinación de solicitaciones.....	24
3.2.2.1. Clasificación del aparato en función del servicio	24
<i>Vida del mecanismo</i>	<i>24</i>
<i>Estado de carga</i>	<i>25</i>
<i>Clasificación del aparato</i>	<i>25</i>
3.2.2.2. Descripción y evaluación de solicitaciones sobre la estructura	26
<i>Solicitaciones principales</i>	<i>27</i>
<i>Solicitaciones debidas a movimientos verticales.....</i>	<i>27</i>
<i>Solicitaciones debidas a movimientos horizontales</i>	<i>29</i>
<i>Solicitaciones debidas a efectos climáticos</i>	<i>29</i>
<i>Determinación de combinaciones de solicitaciones</i>	<i>36</i>
<i>Método empleado en el cálculo</i>	<i>38</i>
3.2.2.3. Resolución de cálculos solicitaciones	41
3.2.3. Esfuerzos producidos en la grúa.....	55
3.2.3.1. Reacciones producidas en la estructura	55

3.2.3.2. Resolución de cálculos reacciones	57
3.2.4. Dimensionamiento del contrapeso	61
3.2.5. Dimensionamiento y cálculo de la pluma	66
3.2.5.1. Consideraciones generales	66
3.2.5.2. Planteamiento de la pluma	72
3.2.5.3. Determinación de solicitaciones en la pluma	75
3.2.5.4. Casos de combinación de solicitaciones	75
3.2.5.5. Resolución de cálculos pluma	81
3.2.6. Dimensionamiento y cálculo de la columna	95
3.2.6.1. Consideraciones generales	95
3.2.6.2. Planteamiento de la columna	99
3.2.6.3. Determinación de solicitaciones en la columna	100
3.2.6.4. Casos de combinación de solicitaciones	101
3.2.6.5. Resolución de cálculos columna	103
3.2.6.6. Resolución de cálculos redimensionamiento columna	116
3.2.7. Dimensionamiento y cálculo de la cimentación y el anclaje	140
3.2.7.1. Dimensionamiento de la zapata	140
Consideraciones generales	140
Planteamiento de la cimentación	142
Presión máxima sobre el terreno en función de las dimensiones de la zapata	146
Momento flector por la acción del viento respecto de la base de la zapata	146
Determinación de combinaciones de solicitaciones	148

<i>Acciones sobre la zapata</i>	149
<i>Consideraciones del vuelo máximo</i>	151
<i>Verificación de la estabilidad del cimient</i>	151
<i>Comprobación de la seguridad frente al hundimiento</i>	153
<i>Comprobación de la seguridad frente al deslizamiento</i>	155
<i>Comprobación de la seguridad frente al vuelco</i>	156
<i>Resolución de cálculos dimensionamiento zapata</i>	157
3.2.7.2. Anclaje de la columna de la grúa	169
<i>Placa de anclaje</i>	170
<i>Consideraciones generales</i>	170
<i>Acciones sobre la placa de anclaje</i>	171
<i>Cálculo de las dimensiones de la placa</i>	171
<i>Cálculo del espesor de la placa de anclaje</i>	174
<i>Pernos de anclaje</i>	176
<i>Resolución de cálculos sistema de anclaje</i>	183
3.2.7.3. Armadura de la zapata	189
<i>Comprobaciones a realizar para el cálculo de zapata rígida</i>	189
<i>Cálculo a flexión</i>	189
<i>Determinación de la armadura</i>	193
<i>Disposición y distribución de las barras de la armadura</i>	197
<i>Anclaje de las armaduras</i>	198
<i>Comprobación a esfuerzo cortante</i>	200

<i>Comprobación a fisuración</i>	201
<i>Resolución de cálculos armadura zapata</i>	203
3.2.7.4. <i>Resumen de la cimentación</i>	212
3.2.8. Elección grúa con contrapeso frente a grúa sin contrapeso	214
ANEXO 3: Cálculo de los elementos de la grúa	216
3.3. Dimensionado de los elementos	216
3.3.1. Elección del rodamiento de gran diámetro	216
3.3.1.1. <i>Introducción</i>	216
3.3.1.2. <i>Diseño constructivo del rodamiento</i>	216
3.3.1.3. <i>Cargas sobre el rodamiento</i>	217
3.3.1.4. <i>Factores de carga para la selección del rodamiento</i>	223
3.3.1.5. <i>Características de la selección</i>	225
3.3.1.4. <i>Selección del rodamiento</i>	226
3.3.1.6. <i>Especificaciones del rodamiento</i>	228
3.3.1.7. <i>Tornillos de fijación</i>	231
3.3.1.8. <i>Resolución de cálculos rodamiento de giro</i>	234
3.3.2. Conjunto motor-reductor	242
3.3.2.1. <i>Solicitaciones sobre la corona</i>	242
3.3.2.2. <i>Elección del reductor</i>	243
3.3.2.3. <i>Dimensiones del reductor</i>	248
3.3.2.4. <i>Elección del motor</i>	249
3.3.2.5. <i>Resolución de cálculos motor-reductor</i>	255

3.3.3. Acoplamiento flexible	259
3.3.4. Cálculo del piñón de giro	261
3.3.4.1. <i>Introducción</i>	261
3.3.4.2. <i>Dimensionamiento geométrico del piñón de giro</i>	262
3.3.4.3. <i>Comprobaciones</i>	265
3.3.4.4. <i>Resolución de cálculos piñón de giro</i>	285
3.3.5. Mecanismo de elevación y traslación.....	289
3.3.5.1. <i>Introducción</i>	289
3.3.5.2. <i>Elección del polipasto</i>	290
3.3.5.3. <i>Especificaciones del polipasto</i>	294
3.3.5.4. <i>Topes final de carrera</i>	295
3.3.5.5. <i>Selección del carril de rodadura</i>	295
ANEXO 4: Hojas especificaciones fabricantes	297
3.4. Prontuario de perfiles metálicos, APTA	297
3.4.1. Perfiles IPE - Medidas, masas y datos de sección	297
3.5. Grandes Rodamientos, <i>Rothe Erde</i>	298
3.6. Reductores, <i>Bonfiglioli</i>	298
3.7. Motores, <i>Bonfiglioli</i>	298
3.8. Acoplamientos flexibles, <i>Escogear</i>	298
3.9. Polipastos de cable, <i>DEMAG</i>	298
3.10. Rodamientos de bolas, <i>SKF</i>	298

ANEXO 5: Dimensionamiento final	300
3.11. Redimensionamiento del contrapeso	300
3.12. Uniones	305
3.12.1. Criterios de comprobación	305
3.12.2. Uniones soldadas	306
3.12.2.1. Introducción	306
3.12.2.2. Soldadura por arco eléctrico	308
3.12.2.3. Manantiales de corriente	312
3.12.2.4. El cordón de soldadura	312
3.12.2.5. Clasificación de los cordones de soldadura	313
3.12.2.6. Tensiones residuales	321
3.12.2.7. Defectos de las soldaduras	324
3.12.2.8. Supervisión e inspección	325
3.12.2.9. Clases de calidad	327
3.12.2.10. Dimensiones fundamentales del cordón de soldadura	327
3.12.2.11. Cálculo de soldaduras	328
Soldaduras a tope	329
Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope con penetración parcial ...	330
Soldaduras en ángulo	331
Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo	333
Determinación de esfuerzos que solicitan a los cordones y condiciones que deben cumplir	337

<i>Dimensionado del espesor de garganta del cordón de soldadura</i>	338
<i>Dimensionado de la longitud del cordón de soldadura</i>	340
<i>Obtención de la longitud del cordón de soldadura necesaria para transmitir un esfuerzo F_{Ed}</i>	340
<i>Obtención de la resistencia de un cordón de soldadura determinado</i>	340
3.12.2.12. Disposiciones constructivas	341
3.12.2.13. Cálculo de las soldaduras presentes	344
<i>Cálculo de la unión del alma con las platabandas</i>	345
<i>Cálculo de la soldadura entre la pluma y la placa superior</i>	346
<i>Cálculo a compresión</i>	347
<i>Cálculo a flexión</i>	348
<i>Cálculo a torsión</i>	351
3.12.2.14. Resolución de cálculos uniones soldadas	353
3.12.2.15. Redimensionamiento de la estructura debido a la soldadura pluma-placa superior	356
3.12.2.16. Resolución de cálculos redimensionamiento soldadura pluma-placa superior	357
3.12.3. Uniones atornilladas	360
3.12.3.1. Introducción	360
3.12.3.2. Características de los tornillos	361
<i>Características mecánicas del material</i>	361
<i>Tornillos no pretensados</i>	362
<i>Tornillos pretensados</i>	364
3.12.3.3. Modos de fallo	367

3.12.3.4. <i>Categorías de uniones atornilladas</i>	368
3.12.3.5. <i>Expresiones para el cálculo de resistencias de uniones atornilladas sin pretensar</i>	369
3.12.3.6. <i>Disposiciones constructivas</i>	370
3.12.3.7. <i>Cálculo de las uniones atornilladas presentes</i>	372
3.12.3.8. <i>Resolución de cálculos uniones atornilladas</i>	374
3.13. Diseño final	376

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Dimensiones principales para el caso de grúa sin contrapeso</i>	21
<i>Figura 2. Dimensiones principales para el caso de grúa con contrapeso</i>	22
<i>Figura 3. Parámetros del coeficiente de sombra</i>	33
<i>Figura 4. Proceso de diseño de la grúa</i>	40
<i>Figura 5. Solicitaciones que actúan sobre la estructura para el caso de grúa sin contrapeso</i>	45
<i>Figura 6. Fuerzas debidas al viento sobre la estructura para el caso de grúa sin contrapeso</i>	45
<i>Figura 7. Solicitaciones que actúan sobre la estructura para el caso de grúa con contrapeso</i>	53
<i>Figura 8. Fuerzas debidas al viento sobre la estructura para el caso de grúa con contrapeso</i>	53
<i>Figura 9. Fuerzas debidas al peso propio y reacciones para el caso de grúa sin contrapeso</i>	58
<i>Figura 10. Fuerzas debidas al peso propio y reacciones para el caso de grúa con contrapeso</i>	60
<i>Figura 11. Momentos flectores en la pluma debidos al peso propio del contrapeso y de la carga</i>	61

<i>Figura 12. Esquema de momentos flectores en la pluma debidos al peso propio del contrapeso y de la carga</i>	<i>62</i>
<i>Figura 13. Vista superior del contrapeso y parte de la contrapluma</i>	<i>63</i>
<i>Figura 14. Dimensiones del contrapeso</i>	<i>63</i>
<i>Figura 15. Configuración 1 del contrapeso</i>	<i>64</i>
<i>Figura 16. Configuración 2 del contrapeso</i>	<i>64</i>
<i>Figura 17. Configuración final del contrapeso</i>	<i>65</i>
<i>Figura 18. Momentos flectores en la pluma debidos al peso propio del contrapeso y de la carga para la configuración final del contrapeso</i>	<i>65</i>
<i>Figura 19. Perfil rectangular hueco no normalizado</i>	<i>68</i>
<i>Figura 20. Centro de gravedad del conjunto</i>	<i>69</i>
<i>Figura 21. Momento de inercia respecto al eje y'</i>	<i>70</i>
<i>Figura 22. Esfuerzos en la sección más crítica de la pluma para el caso de grúa sin contrapeso</i>	<i>74</i>
<i>Figura 23. Esfuerzos en la sección más crítica de la pluma para el caso de grúa con contrapeso</i>	<i>74</i>
<i>Figura 24. Fuerzas debidas al peso propio y reacciones en la pluma para el caso de grúa sin contrapeso</i>	<i>87</i>
<i>Figura 25. Fuerzas debidas al peso propio y reacciones en la pluma para el caso de grúa con contrapeso</i>	<i>94</i>
<i>Figura 26. Perfil de la columna para el caso de grúa sin contrapeso</i>	<i>96</i>
<i>Figura 27. Perfil de la columna para el caso de grúa con contrapeso</i>	<i>97</i>
<i>Figura 28. Esfuerzos en la sección más crítica de la columna</i>	<i>100</i>
<i>Figura 29. Fuerzas debidas al peso propio y reacciones en la columna para el caso de grúa sin contrapeso</i>	<i>108</i>
<i>Figura 30. Fuerzas debidas al peso propio y reacciones en la columna para el caso de</i>	

<i>grúa con contrapeso</i>	115
<i>Figura 31. Cimentación directa</i>	140
<i>Figura 32. Zapata aislada</i>	141
<i>Figura 33. Macizo de anclaje</i>	143
<i>Figura 34. Posibles posiciones de la pluma</i>	144
<i>Figura 35. Zapata rígida/flexible</i>	151
<i>Figura 36. Comprobación de la estabilidad estructural</i>	152
<i>Figura 37. Casos de distribuciones de tensiones bajo una zapata</i>	153
<i>Figura 38. Distribución trapecial de tensiones</i>	154
<i>Figura 39. Distribución triangular de tensiones</i>	155
<i>Figura 40. Estabilidad al vuelco</i>	156
<i>Figura 41. Placa anclada al hormigón mediante redondos</i>	169
<i>Figura 42. Unión mediante pernos de anclaje</i>	170
<i>Figura 43. Ley de repartición uniforme en una zona de la placa</i>	173
<i>Figura 44. Aproximación viga apoyada sobre cartelas</i>	175
<i>Figura 45. Momento máximo en el vano</i>	175
<i>Figura 46. Momento máximo en el voladizo</i>	175
<i>Figura 47. Longitud de anclaje perno</i>	180
<i>Figura 48. Distribución de tensiones en la zapata</i>	190
<i>Figura 49. Cálculo a flexión en zapatas aisladas</i>	190
<i>Figura 50. Vuelo de cálculo en una zapata con pilar metálico</i>	191
<i>Figura 51. Red de isostáticas de una zapata aislada</i>	191

<i>Figura 52. Modelización de una zapata rígida según el método de bielas y tirantes</i>	192
<i>Figura 53. Hormigón de limpieza (solera de asiento)</i>	196
<i>Figura 54. Obtención de σ_d</i>	200
<i>Figura 55. Sección de referencia en la comprobación a esfuerzo cortante</i>	201
<i>Figura 56. Rodamiento de gran diámetro serie KD 600 Rothe Erde</i>	217
<i>Figura 57. Transmisión de esfuerzos rodamiento</i>	218
<i>Figura 58. Ejemplo de las solicitaciones a considerar para la selección de un rodamiento</i>	219
<i>Figura 59. Fuerzas a considerar para la selección del rodamiento para el caso de grúa sin contrapeso</i>	222
<i>Figura 60. Fuerzas a considerar para la selección del rodamiento para el caso de grúa con contrapeso</i>	222
<i>Figura 61. Sección característica de la serie KD 600 para el caso de grúa sin contrapeso</i>	229
<i>Figura 62. Sección característica de la serie KD 600 para el caso de grúa con contrapeso</i>	231
<i>Figura 63. Carga axial “asentada”</i>	232
<i>Figura 64. Carga axial “suspendida”</i>	232
<i>Figura 65. Acoplamiento</i>	249
<i>Figura 66. Entrada reductor</i>	249
<i>Figura 67. Nomenclatura engranajes de dientes rectos</i>	265
<i>Figura 68. Carro birraíl EZDR, DEMAG</i>	289
<i>Figura 69. Tipo de solicitud, DEMAG</i>	290
<i>Figura 70. Disposición del cable de 4/1</i>	291
<i>Figura 71. Perfil tipo Llanton</i>	295

<i>Figura 72. Bloque de hormigón 1</i>	300
<i>Figura 73. Bloque de hormigón 2</i>	300
<i>Figura 74. Bloque de hormigón 3</i>	301
<i>Figura 75. Bloques de hormigón 4</i>	301
<i>Figura 76. Bloque de hormigón 5</i>	301
<i>Figura 77. Bloques de hormigón 6</i>	302
<i>Figura 78. Bloques de hormigón 7</i>	302
<i>Figura 79. Bloque de hormigón 8</i>	302
<i>Figura 80. Bloques de hormigón 9</i>	303
<i>Figura 81. Bloque de hormigón 10</i>	303
<i>Figura 82. Bloque de hormigón 11</i>	303
<i>Figura 83. Bloque de hormigón 12</i>	304
<i>Figura 84. Soldadura autógena</i>	308
<i>Figura 85. Soldadura por arco eléctrico</i>	308
<i>Figura 86. Soldadura por arco manual con electrodos revestidos</i>	310
<i>Figura 87. Partes del cordón de soldadura</i>	313
<i>Figura 88. Soldaduras a tope de penetración completa de chapas situadas en un mismo plano</i>	314
<i>Figura 89. Penetración total de soldaduras a tope</i>	315
<i>Figura 90. Penetración parcial de soldaduras a tope</i>	315
<i>Figura 91. Disposiciones correctas e incorrectas de cordones de soldadura en ángulo a tope de penetración parcial</i>	316
<i>Figura 92. Tipos de cordones de soldadura</i>	317

<i>Figura 93. Cordones de ángulo.....</i>	<i>318</i>
<i>Figura 94. Prolongación en las esquinas de los cordones de ángulo.....</i>	<i>318</i>
<i>Figura 95. Clasificación del cordón de soldadura por la posición de este respecto al esfuerzo.....</i>	<i>320</i>
<i>Figura 96. Clasificación del cordón de soldadura por la posición de este durante la operación a soldar.....</i>	<i>321</i>
<i>Figura 97. Tensiones residuales de una soldadura a tope.....</i>	<i>322</i>
<i>Figura 98. Cruces de cordones de soldadura</i>	<i>323</i>
<i>Figura 99. Cordón paralelo a las tensiones.....</i>	<i>323</i>
<i>Figura 100. Cordón transversal a las tensiones</i>	<i>324</i>
<i>Figura 101. Defectos de las soldaduras.....</i>	<i>325</i>
<i>Figura 102. Longitud eficaz cordón de soldadura</i>	<i>328</i>
<i>Figura 103. Plano de garganta de un cordón de soldadura.....</i>	<i>328</i>
<i>Figura 104. Ejecución de soldaduras a tope.....</i>	<i>329</i>
<i>Figura 105. Soldadura a tope en T</i>	<i>331</i>
<i>Figura 106. Triángulo isósceles que define el cordón de soldadura</i>	<i>331</i>
<i>Figura 107. Plano definido por la altura a</i>	<i>331</i>
<i>Figura 108. Abatimiento de la sección de garganta</i>	<i>332</i>
<i>Figura 109. Tensiones abatidas en el cordón de soldadura</i>	<i>333</i>
<i>Figura 110. Descomposición de los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud</i>	<i>338</i>
<i>Figura 111. Espesor nominal en e_n un perfil de borde redondeado</i>	<i>339</i>
<i>Figura 112. Dimensiones relevantes en los cordones de soldadura para comprobar los requisitos relativos a las disposiciones constructivas.....</i>	<i>344</i>
<i>Figura 113. Unión del alma con platabandas.....</i>	<i>346</i>

<i>Figura 114. Cordones de soldadura unión pluma-placa superior.....</i>	<i>347</i>
<i>Figura 115. Calculo de un cordón frontal</i>	<i>348</i>
<i>Figura 116. Unión soldada resistiendo a flexión con cordones frontales transversales</i>	<i>348</i>
<i>Figura 117. Criterio de signos para las tensiones en un cordón de soldadura</i>	<i>350</i>
<i>Figura 118. Unión con sólo cordones laterales</i>	<i>352</i>
<i>Figura 119. Cordones de soldadura unión pluma-placa superior (redimensionamiento).....</i>	<i>356</i>
<i>Figura 120. Tornillo</i>	<i>360</i>
<i>Figura 121. Tornillo ordinario.....</i>	<i>362</i>
<i>Figura 122. Longitud de apretadura</i>	<i>362</i>
<i>Figura 123. Rosca ISO</i>	<i>363</i>
<i>Figura 124. Tornillos pretensados</i>	<i>365</i>
<i>Figura 125. Unión atornillada pretensada</i>	<i>365</i>
<i>Figura 126. Distribución de tensiones en tornillos</i>	<i>366</i>
<i>Figura 127. Tornillo de alta resistencia (pretensado)</i>	<i>366</i>
<i>Figura 128. Nomenclatura de cada disposición de tornillos</i>	<i>372</i>
<i>Figura 129. Grúa portuaria para elevación de embarcaciones (isométrica).....</i>	<i>376</i>

ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. Representación de los valores de ξ.....</i>	<i>28</i>
<i>Gráfica 2. Determinación del coeficiente η.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfica 3. Curva de carga límite estática para el caso de grúa sin contrapeso.....</i>	<i>236</i>
<i>Gráfica 4. Curva de vida útil a 30000 giros para el caso de grúa sin contrapeso</i>	<i>237</i>

Gráfica 5. Curva de carga límite estática para el caso de grúa con contrapeso	240
Gráfica 6. Curva de vida útil a 30000 giros para el caso de grúa con contrapeso	241
Gráfica 7. Factores de servicio	246
Gráfica 8. Factor de forma Y_F	267
Gráfica 9. Factor de velocidad K_V	269
Gráfica 10. Factor de distribución de carga $K_{F\beta}$	269
Gráfica 11. Factor Y_{NT}	273
Gráfica 12. Factor de concentración de tensiones $Y_{\delta_{relT}}$	274
Gráfica 13. Factor Y_{RelT}	275
Gráfica 14. Factor de tamaño Y_X	276
Gráfica 15. Obtención del factor Z_{NT}	282

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones principales de la grúa.....	20
Tabla 2. Definición de la vida del mecanismo	24
Tabla 3. Definición del estado de carga.....	25
Tabla 4. Clasificación del aparato	26
Tabla 5. Clasificación del aparato (FEM/DIN)	26
Tabla 7. Valores de velocidades y presiones de viento	31
Tabla 8. Determinación del coeficiente η	33
Tabla 9. Valores de C para distintos tipos de estructuras	35
Tabla 10. Valores de M en función del grupo	37
Tabla 11. Resumen de las fuerzas debidas al viento para el caso de grúa sin	

<i>contrapeso</i>	46
<i>Tabla 12. Resumen de las fuerzas debidas al viento para el caso de grúa con contrapeso</i>	54
<i>Tabla 13. Características y dimensiones perfil rectangular hueco no normalizado</i>	68
<i>Tabla 14. Características y dimensiones perfil IPE 600</i>	71
<i>Tabla 15. Características y dimensiones perfil tubular hueco normalizado para el caso de grúa sin contrapeso</i>	96
<i>Tabla 16. Características y dimensiones perfil tubular hueco no normalizado para el caso de grúa sin contrapeso.</i>	97
<i>Tabla 17. Características y dimensiones perfil tubular hueco normalizado para el caso de grúa con contrapeso</i>	98
<i>Tabla 18. Características y dimensiones perfil tubular hueco no normalizado para el caso de grúa con contrapeso</i>	98
<i>Tabla 19. Resumen del proceso de redimensionamiento de la columna impuesto por el rodamiento de giro de gran tamaño</i>	117
<i>Tabla 20. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los ELU</i>	142
<i>Tabla 21. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para ELU</i>	142
<i>Tabla 22. Presiones admisibles en el terreno en kg/cm² según DIN 1054</i>	145
<i>Tabla 23. Características medias de los suelos</i>	123
<i>Tabla 24. Diámetros y áreas de roscas métricas de paso grueso y fino</i>	178
<i>Tabla 25. Tipos de acero corrugado</i>	179
<i>Tabla 26. Coeficientes m</i>	181
<i>Tabla 27. Valores de β</i>	181
<i>Tabla 28. Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1000, referidas a la sección total de hormigón</i>	194

<i>Tabla 29. Determinación del número de barras en función del diámetro</i>	195
<i>Tabla 30. Determinación del número de barras en función del diámetro (continuación).....</i>	196
<i>Tabla 31. Clase de exposición</i>	202
<i>Tabla 32. Resumen cimentación para el caso de grúa sin contrapeso</i>	212
<i>Tabla 33. Resumen cimentación para el caso de grúa con contrapeso</i>	213
<i>Tabla 34. Ventajas/Desventajas configuraciones grúa.....</i>	214
<i>Tabla 35. Factores de carga para la selección de rodamientos (con excepción de los tipos 13 y 21 de la serie KD 210)</i>	224
<i>Tabla 36. Características y dimensiones del rodamiento para el caso de grúa sin contrapeso</i>	228
<i>Tabla 37. Características y dimensiones del rodamiento para el caso de grúa con contrapeso</i>	230
<i>Tabla 38. Fuerzas de tensado y momentos de apriete para tornillos con rosca normal métrica DIN 13, para $\mu_G = \mu_K = 0,14$</i>	233
<i>Tabla 39. Clasificación según factor de marcha.....</i>	245
<i>Tabla 40. Reductor epicicloidal 306 L Bonfiglioli.....</i>	248
<i>Tabla 41. Factor de corrección según el tipo de servicio</i>	252
<i>Tabla 42. Características del motor Bonfiglioli.....</i>	253
<i>Tabla 43. Factor de servicio acoplamiento.....</i>	260
<i>Tabla 44. Tensión flectora admisible piñón acoplado</i>	261
<i>Tabla 45. Formulario de engranajes cilíndricos rectos.....</i>	264
<i>Tabla 46. Factor de aplicación K_A.....</i>	268
<i>Tabla 47. Tipo de curva según la calidad ISO</i>	268
<i>Tabla 48. Materiales más usuales en el diseño de engranajes</i>	271

<i>Tabla 49. Criterios de selección del polipasto</i>	<i>292</i>
<i>Tabla 50. Tabla de selección del polipasto DEMAG.....</i>	<i>293</i>
<i>Tabla 51. Especificaciones polipasto DEMAG</i>	<i>294</i>
<i>Tabla 52. Dimensiones y pesos de carril tipo Llanton</i>	<i>295</i>
<i>Tabla 53. Principales tipos de revestimiento de los electrodos</i>	<i>311</i>
<i>Tabla 54. Tipos de uniones soldadas</i>	<i>319</i>
<i>Tabla 55. Clasificación de las soldaduras por rayos X</i>	<i>326</i>
<i>Tabla 56. Coeficiente de correlación, β_w.....</i>	<i>335</i>
<i>Tabla 57. Valores habituales de $f_{vw,d}$.....</i>	<i>335</i>
<i>Tabla 58. Expresiones para el cálculo de resistencias en uniones soldadas</i>	<i>336</i>
<i>Tabla 59. Valores límite de la garganta de cordones de soldadura, en mm, en uniones de fuerza</i>	<i>339</i>
<i>Tabla 60. Disposiciones constructivas de los cordones de soldadura</i>	<i>342</i>
<i>Tabla 61. Uniones soldadas</i>	<i>345</i>
<i>Tabla 62. Calidades de acero de los tornillos.....</i>	<i>362</i>
<i>Tabla 63. Características geométricas de los tornillos ordinarios.....</i>	<i>363</i>
<i>Tabla 64. Longitudes del vástago de los tornillos ordinarios y calibrados</i>	<i>364</i>
<i>Tabla 65. Categorías de uniones atornilladas</i>	<i>369</i>
<i>Tabla 66. Expresiones para el cálculo de resistencias en uniones atornilladas.....</i>	<i>369</i>
<i>Tabla 67. Reglas generales de disposición de tornillos</i>	<i>371</i>
<i>Tabla 68. Uniones atornilladas</i>	<i>372</i>

ÍNDICE DOCUMENTO 4. PLANOS

Plano N°	Título	Formato
GP-0	Emplazamiento	A3
EGP	Explosionado Grúa Portuaria	A1
GP	Grúa Portuaria	A1
GP-1	Subconjunto cimentación	A2
GP-1.1	Perno de anclaje	A4
GP-1.2	Placa de anclaje	A3
GP-1.3	Cartela base columna	A4
GP-2	Subconjunto columna	A1
GP-2.1	Columna	A4
GP-2.2	Cono rodamiento	A3
GP-3	Subconjunto pluma	A2
GP-3.1	Tapa rodamiento	A3
GP-3.2	Cilindro	A4
GP-3.3	Refuerzo	A4
GP-3.4	Placa superior	A3
GP-3.5	Pluma perfil IPE 600	A3
GP-3.6	Contrapeso	A4
GP-3.7	Chapa cierre pluma	A4
GP-3.8	Carril de rodadura	A3

GP-3.9	Fijación carril	A4
GP-3.10	Tope final de carrera	A3
GP-3.10.1	Soporte tope	A4
GP-3.10.2	Varilla tope	A4
GP-3.11	Cartela pluma	A4
GP-3.12	Protector meteorológico	A4
GP-3.13	Guía cable	A2
GP-3.13.1	Perfil cuadrado 1	A4
GP-3.13.2	Perfil cuadrado 2	A4
GP-3.13.3	Perfil cuadrado 3	A4
GP-3.13.4	Guía	A3
GP-4	Subconjunto mecanismo de giro	A3
GP-4.1	Soporte eje	A4
GP-4.2	Eje	A4
GP-4.3	Casquillo superior	A4
GP-4.4	Piñón de giro	A4
GP-4.5	Casquillo inferior	A4
GP-4.6	Camisa acoplamiento	A4

ÍNDICE DOCUMENTO 5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Objeto del Pliego y ámbito de aplicación	6
5.1.1. Documentos que definen la obra	6
5.1.1.1. Alcance de la documentación	6
5.1.1.2. Compatibilidad y prerelación entre los documentos	7
5.1.2. Descripción general de las obras	7
5.1.3. Disposiciones a tener en cuenta	8
5.1.3.1. Dominio de aplicación de la normativa FEM	9
PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	10
5.2. Condiciones técnicas	10
5.3. Condiciones facultativas.....	11
5.4. Condiciones económicas.....	18
5.5. Condiciones legales.....	26
PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	32
5.6. Coeficientes de seguridad.....	32
5.7. Materiales	32
5.7.1. Identificación de materiales	33
5.7.2. Manipulación y almacenamiento.....	33
5.8. Uniones	33
5.9. Tratamientos de protección.....	46

5.9.1. Preparación de las superficies	46
5.9.2 Métodos de recubrimiento	46
5.9.3. Protección contra la corrosión.....	47
5.10. Ejecución de soldeo y montaje en taller (tratamiento de protección)	48
5.11. Control de fabricación en taller.....	49
5.11.1. Materiales y productos fabricados	49
5.11.2. Dimensiones geométricas	50
5.11.3. Ensayos de procedimiento.....	50
5.11.3.1. <i>Oxicorte</i>	50
5.11.3.2. <i>Procesos en que se pueden producir durezas locales</i>	51
5.11.3.3. <i>Proceso de perforación</i>	51
5.11.4. Soldeo	51
5.11.4.1. <i>Alcance de la inspección</i>	52
5.11.4.2. <i>Métodos de ensayos no destructivos</i>	52
5.11.5. Uniones mecánicas	53
5.11.5.1. <i>Inspecciones adicionales en uniones con tornillos pretensados</i>	53
5.11.6. Tratamiento de protección	54
5.11.6.1. <i>Ensayo sobre el espesor del recubrimiento</i>	54
5.12. Tolerancias	54
5.13. Control de calidad	58
5.13.1. Control de calidad de la fabricación	58

5.13.1.1. Control de calidad de la documentación de taller	58
5.13.1.2. Control de calidad de la fabricación	60
5.13.2. Control de calidad del montaje	60
5.13.2.1. Control de calidad de la documentación de montaje	60
5.13.2.2. Control de calidad del montaje	61
5.14. Mantenimiento.....	61
5.14.1. Empresa conservadora.....	61
5.14.1.1. Requisitos legales	61
5.14.1.2. Obligaciones	62
5.14.2. Propietario	63
5.15. Comienzo de la instalación.....	64
5.16. Cimentación.....	66
5.17. Estructura de acero.....	75
5.18. Condiciones específicas de la instalación	76
5.19. Personal encargado del manejo.....	80
5.20. Seguridad y salud en la instalación	80
5.21. Homologación de la grúa	84
5.22. Fabricación de la grúa	84
5.22.1. Operaciones de fabricación en taller.....	85
5.22.1.1. Corte	85
5.22.1.2. Conformado	85

5.22.1.3. Perforación	86
5.22.1.4. Ángulos entrantes y entallas	86
5.22.1.5. Superficies para apoyo de contacto	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Soldaduras a tope	38
Figura 2. Soldaduras en ángulo	38
Figura 3. Espesor de garganta de las soldaduras en ángulo.....	39
Figura 4. Longitud eficaz de una soldadura lateral.....	39
Figura 5. Uniones longitudinales discontinuas.....	42
Figura 6. Recomendaciones para la ejecución de soldaduras de cordones múltiples	43
Figura 7. Soluciones para un solo soldador	43
Figura 8. Soluciones para dos soldadores trabajando al tiempo	43
Figura 9. Uniones planas con soldaduras cruzadas	44
Figura 10. Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas (dos cordones).....	44
Figura 11. Uniones en ángulo con soldaduras cruzadas (tres cordones)	45
Figura 12. Espesor de garganta en el caso de soldadura con penetración completa	45
Figura 13. Bordes oxicrotados. Profundidad de las estrías	51
Figura 14. Diferencia de espesor entre chapas que forman una sola capa.....	57
Figura 15. Localización de un empalme en relación a la recta que pasa por los puntos de unión a forjados	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores límite de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de

fuerza40

Tabla 2. Tamaño nominal de agujeros58

Tabla 3. Radios de acuerdo mínimos para el conformado en frío86

ÍNDICE DOCUMENTO 6. ESTADO DE MEDICIONES

CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL	3
1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	3
1.2. OBRAS DE FÁBRICA	3
CAPÍTULO 2: ESTRUCTURA PRINCIPAL	4
2.1. ESTRUCTURA METÁLICA	4
2.2. PINTURA	4
CAPÍTULO 3: MATERIALES ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	5
3.1. PIEZAS FABRICADAS	5
3.2. COMPONENTES COMERCIALES.....	8
CAPÍTULO 4: EQUIPO ELÉCTRICO	10
4.1. GRUPO MOTRIZ	10
4.2. VARIOS	10
CAPÍTULO 5: MANO DE OBRA	11
CAPÍTULO 6: FABRICACIÓN Y MONTAJE	12
6.1. CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA PRINCIPAL	12
6.2. MONTAJE E INSTALACIÓN ESTRUCTURA	12
CAPÍTULO 7: MEDIOS AUXILIARES	13
7.1. TRANSPORTE.....	13
7.2. GRÚAS.....	13
CAPÍTULO 8: CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	14

CAPÍTULO 9: SEGURIDAD Y SALUD	15
CAPÍTULO 10: DISEÑO DEL PROYECTO	18

ÍNDICE DOCUMENTO 7. PRESUPUESTO

CUADROS DE PRECIOS	3
CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL	3
1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	3
1.2. OBRAS DE FÁBRICA	3
CAPÍTULO 2: ESTRUCTURA PRINCIPAL	5
2.1. ESTRUCTURA METÁLICA	5
2.2. PINTURA.....	5
CAPÍTULO 3: MATERIALES ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	7
3.1. PIEZAS FABRICADAS	7
3.2. COMPONENTES COMERCIALES	10
CAPÍTULO 4: EQUIPO ELÉCTRICO	12
4.1. GRUPO MOTRIZ	12
4.2. VARIOS	12
CAPÍTULO 5: MANO DE OBRA	14
CAPÍTULO 6: FABRICACIÓN Y MONTAJE	15
6.1. CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA PRINCIPAL	15
6.2. MONTAJE E INSTALACIÓN ESTRUCTURA.....	15
CAPÍTULO 7: MEDIOS AUXILIARES	16
7.1. TRANSPORTE	16
7.2. GRÚAS	16
CAPÍTULO 8: CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	17

CAPÍTULO 9: SEGURIDAD Y SALUD	19
CAPÍTULO 10: DISEÑO DEL PROYECTO.....	23
PRESUPUESTOS	24
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.).....	24
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (P.E.C.)	25
PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO (P.T.).....	26

ÍNDICE DOCUMENTO 8. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA**PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES****ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

8.1. Introducción	3
8.2. Principios generales para la ejecución	5
8.3. Identificación de riesgos	7
8.3.1. Medios y maquinaria	7
8.3.2. Trabajos previos al montaje	8
8.3.3. Cimentación.....	8
8.3.4. Estructura.....	9
8.3.5. Trabajos que implican riesgos especiales	10
8.3.6. Medidas de prevención y protección.....	10
8.3.7. Medidas de prevención colectiva	11
8.3.8. Medidas de prevención individual	12
8.3.9. Medidas de prevención a terceros	12
8.4. Primeros auxilios	13
8.5. Manipulación de la grúa	13
8.5.1. Introducción	13
8.5.2. Elementos de seguridad en el uso	14
8.5.3. Elementos de seguridad presentes.....	16
8.5.3.1. <i>Consideraciones generales</i>	16

<i>8.5.3.2. Sistemas de seguridad del polipasto</i>	17
<i>Limitador de carga</i>	17
<i>Frenos de los accionamientos</i>	18
<i>Finales de carrera</i>	19
<i>Sistemas de seguridad del motor-reductor de giro</i>	20
<i>8.5.3.3. Requerimientos del operador de grúa</i>	20
<i>8.5.3.4. Reglas de seguridad del operador de grúa</i>	22
<i>8.5.3.5. Equipos de Protección Individual (EPIs)</i>	26
<i>8.5.3.6. Evaluación de riesgos en la grúa</i>	27

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Carteles EPIs</i>	26
--------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Evaluación de riesgos en la grúa</i>	27
--	----