

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA
FABRICACIÓN DE ANILLOS LAMINADOS***

DOCUMENTO 1 – ÍNDICE GENERAL

Alumno/Alumna: Elorriaga Limia, Liher

Director/Directora: Uriarte Gallastegui, Irantzu

Curso: 2019-2020

Fecha: 16/02/2020

Documento 2: MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1. ¿Qué es Euskal Forging?.....	2
1.2. Proceso productivo.....	2
1.3. Distribución en planta.....	3
2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
3. MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	4
3.1. Situación geográfica.....	4
3.2. Grúa puente.....	4
3.2.1. ¿Qué es una grúa puente?.....	5
3.2.2. Elementos que integran una grúa	5
3.3. Red de saneamiento	6
3.4. Solera	6
3.5. Estructura metálica.....	6
3.6. Placas de anclaje	7
3.7. Fachadas hastiales y laterales	7
3.8. Particiones interiores.....	7
3.9. Cerramientos exteriores	7
3.10. Acceso a la nave	8
4. NORMAS URBANÍSTICAS.....	8
4.1. Normas Generales	9
4.2. Normas Particulares.....	9
5. ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	10
5.1. Reglamento de Seguridad Contra Incendios (RSCI).....	10
5.1.1. Objeto y ámbito de aplicación	10
5.1.2. Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios	10
5.1.3. Materiales	13
5.1.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	13
5.1.5. Resistencia al fuego de elementos estructurales principales	14
5.1.6. Resistencia al fuego de elementos estructurales secundarios	15
5.1.6.1. ¿Qué es una pintura ignífuga e intumescente?	15
5.2. Seguridad en caso de incendio (CTE DB – SI).....	16

5.2.1.	Origen de evacuación.....	16
5.2.2.	Número de salidas y longitudes de recorridos de evacuación.....	16
5.2.3.	Señalización de los medios de evacuación e iluminación	17
5.2.4.	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.....	18
5.2.5.	Instalaciones de protección contra incendios.....	19
5.2.5.1.	Extintores.....	19
6.	NORMAS Y REFERENCIAS.....	21
6.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	21
6.2.	Bibliografía.....	25
6.2.1.	Libros.....	25
6.2.2.	Páginas web.....	25
7.	PROGRAMAS DE CÁLCULO Y DIBUJO.....	26
7.1.	CYPE.....	26
7.2.	CRANEWAY.....	26
7.3.	AutoCAD.....	26
8.	REQUISITOS DE DISEÑO.....	26
9.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	27
9.1.	Tipo de cubierta.....	27
9.2.	Cerramiento de fachada.....	27
9.3.	Correas.....	27
9.4.	Pórticos.....	28
9.5.	Otros elementos estructurales.....	28
9.5.1.	Arriostramientos.....	28
9.5.2.	Pilarillos.....	28
9.5.3.	Vigas de atado.....	29
9.6.	Uniones.....	29
10.	RESULTADOS FINALES.....	29
10.1.	Tipo de cubiertas.....	29
10.2.	Cerramiento de fachada.....	30
10.3.	Correas.....	30
10.4.	Pórticos.....	30
11.	OTROS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	30
11.1.	Viga carril.....	30

11.2. Arriostramientos	30
11.3. Pilarillos	31
11.4. Vigas de atado.....	31
11.5. Saneamiento	31
11.6. Uniones.....	31
12. DOCUMENTOS DE PROYECTO. ORDEN DE PREFERENCIA	32
13. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA.....	32
14. PRESUPUESTO	33

Documento 3: ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.....	1
3. CÁLCULO DE CUBIERTA Y COMBINACIONES	1
3.1. Cargas Permanentes	1
3.2. Cargas Variables.....	4
3.2.1. Sobrecarga de Uso.....	4
3.2.2. Sobrecarga de Nieve.....	5
3.2.3. Sobrecarga de Viento.....	6
4. COMBINACIONES DE CARGA.....	14
4.1. Variables	14
4.2. Acciones térmicas.....	20
5. ELECCIÓN DE GRÚAS PUENTE.....	21
5.1. Polipasto.....	21
5.2. Testero.....	22
5.3. Dimensionamiento de testeros.....	23
5.4. Dimensiones restantes	24
5.5. Reacciones por ruedas.....	25
5.6. Acciones del puente grúa.....	25
5.7. Documentación técnica	25
5.8. Clasificación de los aparatos de elevación	26
5.9. Condiciones de utilización	27
5.10. Condiciones de carga.....	28
5.11. Clasificación de los puente grúa	28
5.12. Coeficiente de mayoración dinámico	29
5.13. Fuerzas verticales	29
5.14. Fuerzas longitudinales.....	31
5.15. Fuerzas transversales	34
5.16. Situaciones posibles debidas al puente grúa.....	35

5.16.1. Situación 1	36
5.16.2. Situación 2	36
5.17. Cálculo de la viga carril	36
5.17.1. Programa de cálculo de la viga carril	40
5.17.1.1. Resultados.....	52
6. PREDIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO	60
6.1. Cálculo de correas	60
6.1.1. Correas de cubierta.....	60
6.1.2. Correas laterales	66
7. CYPE 3D.....	72
7.1. Pandeo.....	74
7.2. Coeficientes de pandeo.....	74
7.3. Flecha límite	77
7.4. Cargas	78
7.5. Estado Límite Último de las barras (E.L.U.).....	80
7.5.1. Pilares.....	80
7.5.2. Vigas de los pórticos	105
7.5.3. Ménsula.....	127
7.5.4. Dintel delanteros.....	138
7.5.5. Vigas de atado traseros.....	153
7.5.6. Vigas de atado laterales	169
7.5.7. Vigas de atado superiores.....	185
8. UNIONES.....	209
9. CIMENTACIONES.....	214
10. SOLERA	216
11. RED DE SANEAMIENTO	217
12. SUMINISTRO DE AGUAS.....	225

Documento 4: PLANOS

1. SITUACIÓN.....	1
2. EMPLAZAMIENTO	2
3. DISTRIBUCIÓN.....	3
4. ALZADO (I).....	4
5. ALZADO (II).....	5
6. FACHADAS HASTIALES.....	6
7. FACHADAS LATERALES Y CUBIERTA.....	7
8. PÓRTICO 1	8
9. PÓRTICOS DEL 2 AL 9	9
10. PÓRTICOS DEL 10 AL 12.....	10
11. PÓRTICO 13.....	11
12. UNIONES 1, 2, 3 Y 4	12
13. UNIONES 5, 6 Y 7.....	13
14. UNIONES 8 Y 9.....	14
15. UNIONES 10, 11, 12 Y 13	15
16. ARRIOSTRAMIENTOS (I)	16
17. ARRIOSTRAMIENTOS (II)	17
18. CIMENTACIÓN.....	18
19. ZAPATAS (I)	19
20. ZAPATAS (II)	20
21. VIGAS DE ATADO.....	21
22. PLACAS DE ANCLAJE (I)	22
23. PLACAS DE ANCLAJE (II)	23
24. PLACAS DE ANCLAJE (III)	24
25. SOLERA (I)	25
26. SOLERA (II)	26
27. SANEAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES	27
28. SANEAMIENTO DE AGUAS FECALES.....	28
29. SUMINISTRO DE AGUA.....	29
30. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	30

Documento 5: PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	1
1.1. Objetivo.....	1
1.2. Alcance.....	1
1.3. Documentos que definen las obras.....	1
1.4. Nombramiento de la dirección facultativa.....	2
1.5. Descripción de la obra.....	2
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	3
2.1. Acondicionamiento del terreno.....	3
2.1.1. Excavaciones.....	3
2.1.2. Limpieza y desbroce del terreno.....	3
2.1.3. Defectos del terreno.....	3
2.2. Condiciones técnicas exigibles.....	4
2.2.1. Calidad de los materiales.....	4
2.2.2. Pruebas y ensayos de materiales.....	4
2.2.3. Materiales no consignados en el proyecto.....	4
2.2.4. Condiciones generales de ejecución.....	5
2.2.5. Disposiciones técnicas a tener en cuenta.....	5
2.2.6. Materiales y equipos.....	6
2.2.6.1. Hormigón hecho en obra.....	6
2.2.6.2. Hormigón preparado en fábrica.....	6
2.2.6.3. Armaduras.....	7
2.2.6.4. Acero estructural.....	7
2.2.6.5. Aditivos.....	7
2.2.6.6. Encofrado.....	7
2.2.6.7. Tornillos.....	7
2.2.7. Condiciones particulares de la recepción de materiales.....	8
2.2.7.1. Hormigón hecho en obra.....	8
2.2.7.2. Hormigón preparado.....	8
2.2.7.3. Armaduras.....	9
2.2.7.4. Acero estructural.....	10
2.2.7.5. Tornillos.....	10
2.2.7.6. Yesos y escayolas.....	10
2.2.7.7. Morteros.....	11
2.2.7.8. Aluminio.....	11
2.2.7.9. Pavimentos.....	11
2.2.7.10. Revestimientos y acabados.....	11
2.2.7.11. Puertas de paso.....	11
2.2.7.12. Cubiertas.....	12
2.2.7.13. Pinturas.....	12
2.2.7.14. Colores.....	12

2.2.8.	Ejecución	13
2.2.8.1.	Preparación de los materiales	13
2.2.8.2.	Perforaciones.....	13
2.2.8.3.	Tolerancias	13
2.2.8.4.	Trazados.....	14
2.2.8.5.	Uniones atornilladas	14
2.2.8.6.	Montaje de la cubierta y cerramientos	14
2.2.8.7.	Montaje de la viga carril.....	15
2.2.8.8.	Uniones soldadas	15
2.2.9.	Control de la estructura. Criterios de aceptación y rechazo	16
2.2.9.1.	Control de la implantación y de las cimentaciones	16
2.2.9.2.	Materiales	16
2.2.9.3.	Ejecución	16
2.2.9.3.1.	Control en taller	16
2.2.9.3.2.	Control en obra	17
2.2.10.	Transporte	17
2.2.11.	Almacenamiento.....	18
2.2.12.	Descarga en obra	18
2.2.13.	Seguridad	19
2.2.14.	Conservación y mantenimiento	19
3.	PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS	20
3.1.	Definiciones	20
3.1.1.	Propiedad o propietario	20
3.1.2.	Ingeniero-Director	20
3.1.3.	Dirección Facultativa	21
3.1.4.	Contratista	21
3.1.5.	Coordinador de seguridad y salud	21
3.2.	Seguros	23
3.3.	Reclamación de terceros.....	23
3.4.	Modificaciones y trabajos no estipulados en el pliego	23
3.5.	Reclamaciones contra las órdenes del Director de Obra.....	24
3.6.	Despidos.....	24
3.7.	Trabajos, materiales y medios auxiliares	24
3.7.1.	Libros de Órdenes	24
3.7.2.	Comienzo y plazos de la ejecución	24
3.7.3.	Condiciones generales de ejecución de los trabajos	25
3.7.4.	Trabajos defectuosos	25
3.7.5.	Obras y vicios ocultos.....	25
3.7.6.	Materiales no utilizables o defectuosos.....	26
3.7.7.	Medios auxiliares.....	26
3.8.	Hallazgos históricos.....	26

3.9. Recepción y liquidación.....	27
3.9.1. Recepción provisional	27
3.9.2. Plazo de garantía	27
3.9.3. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente	27
3.9.4. Recepción definitiva	28
3.9.5. Liquidación final.....	28
3.9.6. Liquidación en caso de rescisión.....	29
3.9.7. Limpieza final de las obras.....	29
4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS	30
4.1. Principio general.....	30
4.2. Garantías.....	30
4.3. Fianza.....	30
4.4. Ejecución de trabajos con carga a la fianza.....	30
4.5. Devolución de la fianza	31
4.6. Precios y revisiones.....	31
4.6.1. Precios contradictorios	31
4.6.2. Reclamaciones de aumento de precio	32
4.6.3. Revisión de precios	32
4.6.4. Elementos comprendidos en el presupuesto	33
4.7. Valoración y abono de los trabajos	33
4.7.1. Valoración de la obra.....	33
4.7.2. Medidas parciales y finales	34
4.7.3. Equivocaciones en el presupuesto.....	34
4.7.4. Valoración de obras incompletas	34
4.7.5. Pagos.....	34
4.7.6. Suspensión por retraso de pagos	35
4.7.7. Indemnización por retraso de los trabajos	35
4.7.8. Indemnización por daños de causa mayor al Contratista	35
4.7.9. Mejoras de obra.....	36
4.7.10. Seguros de trabajo	36
5. PLIEGO DE CONDICIONES LEGALES	37
5.1. Jurisdicción.....	37
5.2. Accidentes laborales	37
5.3. Devolución de la fianza y plazo de entrega de las obras.....	38
5.4. Rescisión del contrato	38
5.5. Disposiciones legales y permisos	39

Documento 6: ESTADO DE LAS MEDICIONES

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	1
2. RED DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	1
3. CIMENTACIONES	2
4. ESTRUCTURA METÁLICA	3
5. PUENTE GRÚA	5
6. CERRAMIENTO	5
7. CERRAJERÍA	5
8. ALBAÑILERÍA	6
9. INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS	6
10. APARATOS SANITARIOS	6
11. PINTURAS Y TRATAMIENTOS TÉRMICOS	7
12. SEGURIDAD Y SALUD	7
13. CONTROL DE CALIDAD	7
14. GESTIÓN DE RESIDUOS	7

Documento 7: PRESUPUESTO

1. CAPÍTULOS.....	1
1.1. Movimiento de tierras	1
1.2. Red de saneamiento	2
1.3. Cimentaciones.....	3
1.4. Estructura metálica.....	4
1.5. Puente grúa	5
1.6. Cerramiento.....	6
1.7. Cerrajería.....	6
1.8. Albañilería.....	7
1.9. Instalaciones contra incendios	7
1.10. Aparatos sanitarios.....	8
1.11. Pinturas y tratamientos térmicos	8
1.12. Seguridad y salud.....	8
1.13. Control de calidad.....	9
1.14. Gestión de residuos.....	9
2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	10

Documento 8: ESTUDIO CON ENTIDAD PROPIA

1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	1
1.1. Objeto.....	1
1.2. Contenido.....	1
1.3. Designación de los coordinadores.....	2
1.4. Obligatoriedad.....	2
1.5. Datos principales de la obra.....	2
1.5.1. Denominación.....	2
1.5.2. Emplazamiento.....	3
1.5.3. Presupuesto.....	3
1.5.4. Plazo de ejecución.....	3
1.5.5. Personal previsto.....	3
1.5.6. Botiquín y Centros de emergencias más próximos.....	3
1.5.7. Procedimientos de primeros auxilios.....	4
1.6. Prevención contra incendios.....	4
1.6.1. Almacenamiento de materiales y residuos.....	5
1.6.1.1. Acopio de materiales.....	5
1.6.1.2. Productos de desecho.....	6
1.7. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.....	6
1.7.1. Vestuarios.....	6
1.7.2. Aseos.....	7
1.7.3. Comedor.....	7
1.8. Aplicación de la seguridad al proceso productivo.....	7
1.8.1. Riesgos laborales previos a la ejecución de la obra.....	8
1.8.1.1. Señalización y vallado.....	8
1.8.1.2. Instalación eléctrica provisional.....	10
1.8.1.3. Acondicionamiento del terreno.....	15
1.8.1.4. Cimentación.....	16
1.8.1.5. Estructura.....	17
1.8.1.6. Cerramientos y revestimientos exteriores.....	17
1.8.1.7. Cubiertas.....	18
1.8.1.8. Resto de instalaciones.....	18
1.8.1.9. Revestimientos interiores y acabados.....	19
1.8.1.10. Albañilería.....	20
1.8.2. Riesgos laborales con maquinaria y herramientas.....	21
1.8.2.1. Retroexcavadora.....	22
1.8.2.2. Camión de caja basculante.....	22
1.8.2.3. Camión.....	22
1.8.2.4. Grúa torre móvil.....	22
1.8.2.5. Hormigonera.....	23
1.8.2.6. Vibrador.....	23
1.8.2.7. Martillo picador.....	23

1.8.2.8. Maquinillo.....	24
1.8.2.9. Sierra circular.....	24
1.8.2.10. Equipo de soldadura.....	25
1.8.2.11. Herramientas de mano.....	25
1.8.3. Riesgos laborales por la utilización de medios auxiliares.....	25
1.8.3.1. Escalera de mano.....	26
1.8.3.2. Andamio de borriquetas.....	26
1.8.3.3. Andamio Europeo.....	27
1.9. Riesgos laborales evitables.....	27
1.9.1. Caídas al mismo nivel.....	27
1.9.2. Caídas a distinto nivel.....	27
1.9.3. Polvo.....	27
1.9.4. Ruido.....	28
1.9.5. Esfuerzos.....	28
1.9.6. Incendios.....	28
1.10. Riesgos laborales inevitables.....	28
1.10.1. Caídas a distinto nivel.....	28
1.10.2. Dermatitis.....	29
1.10.3. Electroclusiones.....	29
1.10.4. Quemaduras.....	30
1.11. Conocimientos de seguridad y salud.....	30
1.11.1. Cerramientos y cubiertas.....	30
1.11.2. Instalaciones.....	30
1.11.3. Pinturas.....	31
1.12. Riesgos laborables especiales.....	31
1.13. Medidas en emergencias.....	31
1.14. Presencia de los recursos preventivos del contratista.....	31
1.15. Pliego de cláusulas administrativas.....	32
1.15.1. Disposiciones generales.....	32
1.15.2. Disposiciones facultativas.....	33
1.15.3. Formación en seguridad.....	38
1.15.4. Reconocimientos médicos.....	38
1.15.5. Salud e higiene.....	39
1.15.6. Documentación de obra.....	39
1.15.7. Disposiciones económicas.....	43
1.16. Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.....	44
1.16.1. Medios de protección colectiva.....	44
1.16.2. Medios de protección individual.....	44
1.16.3. Instalaciones provisionales de Salud y Confort.....	45
1.17. Imágenes.....	47
1.17.1. Plano.....	47
1.17.2. Fichas de seguridad.....	47
1.18. Presupuesto.....	68

1.18.1. Instalaciones de higiene y bienestar	68
1.18.2. Vallado y señalización	69
1.18.3. Protecciones colectivas	70
1.18.4. Protecciones individuales	70
1.18.5. Varios.....	72
2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	73
2.1. Objeto	73
2.2. Control del proyecto	74
2.3. Condiciones en la ejecución.....	74
2.3.1. Control de recepción en obra	75
2.3.1.1. Control de la documentación de los suministros	75
2.3.1.2. Control mediante distintivos de calidad y evaluaciones	76
2.3.1.3. Control de recepción mediante ensayos	76
2.3.2. Control de ejecución de la obra	76
2.3.3. Control de obra terminada	77
2.4. Seguimiento de la obra.....	77
2.4.1. Documentación obligatoria del seguimiento de la obra.....	77
2.4.2. Documentación del control de la obra	78
2.4.3. Certificado final de obra.....	78
2.5. Pruebas a realizar en obra	79
2.5.1. Cimentación.....	79
2.5.1.1. Cimentaciones directas y profundas	79
2.5.1.2. Acondicionamiento del terreno	79
2.5.2. Estructuras de acero.....	79
2.5.2.1. Control de calidad de materiales	79
2.5.2.2. Control de calidad a la fabricación	80
2.5.2.3. Control de calidad de montaje	80
2.5.3. Cerramientos y particiones	80
2.5.4. Instalaciones de fontanería.....	81
2.5.5. Instalaciones de protección contra incendios.....	81
2.5.5.1. Control de calidad de la documentación del proyecto.....	81
2.5.5.2. Suministro y recepción de productos	82
2.6. Presupuesto	82
3. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	84
3.1. Objeto	84
3.2. Medidas de prevención de residuos.....	84
3.3. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación	85
3.4. Medidas para la separación de los residuos en obra.....	85
3.5. Plano de la colocación de los residuos	86
3.6. Prescripciones particulares del proyecto.....	86

3.7. Valoración del coste	87
3.8. Presupuesto	88
3.8.1. Costes de transporte y vertido.....	88
3.8.2. Medios auxiliares y gastos de administración	88
3.8.3. Presupuesto final	88

Documento 9: RESUMEN

1. Resumen en castellano.....	1
2. Resumen en inglés	1
3. Resumen en euskera	1

