



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE
PLÁTANOS

La Laguna, julio de 2019

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos

Universidad de La Laguna
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

ÍNDICE GENERAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA
DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

ÍNDICE GENERAL RESUMIDO

- I. MEMORIA DESCRIPTIVA
- II. ANEXOS
 - 1. CÁLCULO DEL CABLE
 - 2. CÁLCULO DE TORRES
 - 3. CÁLCULO DE OBRA CIVIL
 - 4. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA
 - 5. DOSSIER FOTOGRÁFICO
 - 6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
 - 7. PRESUPUESTO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- III. PLIEGO DE CONDICIONES
 - 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES
 - 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS
 - 3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL
- IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- V. PLANOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

0.	HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	2
1.	EMPLAZAMIENTO	7
2.	OBJETIVO	7
2.1.	ABSTRACT.....	7
3.	ALCANCE	8
4.	ANTECEDENTES.....	8
5.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	12
5.1.	SOFTWARE EMPLEADO	12
6.	BIBLIOGRAFÍA	13
7.	DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA	13
8.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO FUTURO DE RECOLECCIÓN DE RACIMOS.....	16
9.	NECESIDADES DE DISEÑO.....	17
10.	ESTUDIO DE CLIMATOLOGÍA.....	18
11.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	22
11.1.	CABLECARRIL	24
11.2.	TORRES DE APOYO	25
11.3.	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES.....	27
11.3.1.	PILAR IZQUIERDO	28
11.3.2.	PILAR DERECHO	29
11.4.	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS PREVIOS A CAMBIOS DE DIRECCIÓN.....	29
11.4.1.	PILAR IZQUIERDO	30
11.4.2.	PILAR DERECHO.....	30
11.5.	ZONAS PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	30
11.6.	SUJECIÓN DEL CABLE A LAS TORRES DE APOYO	31
11.7.	GARRUCHAS	32
11.8.	SEPARADORES.....	32
12.	DIAGRAMA DE TIEMPOS	33
13.	NÚMERO DE TRABAJADORES.....	33
14.	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	33
15.	ESTRUCTURA DE COSTES Y MARGEN DE RENTABILIDAD	34
15.1.	ESTRUCTURA DE COSTES DE LA LABOR DE RECOLECCIÓN	34

15.1.1.	COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN Y VENTA (EN LA FINCA)	37
15.2.	MARGEN DE RENTABILIDAD	39
16.	CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE MARGEN DE RENTABILIDAD	39
17.	PRIORIDAD DE DOCUMENTOS	40
18.	CONCLUSIONES	40

ANEXOS

ANEXO I: CÁLCULO DEL CABLE

1.	OBJETO	4
2.	ALCANCE	4
3.	CÁLCULOS	4
3.1.	CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL CABLE	5
3.2.	EQUILIBRIO DEL CABLE.....	6
3.3.	CÁLCULO DE LA CATENARIA	6
3.4.	CÁLCULO DE TENSIONES DEBIDAS A LAS CARGAS PUNTUALES PARA EL TRAMO MÁS DESFAVORABLE	12
3.5.	CÁLCULO DE TENSIONES EN LOS APOYOS DEBIDAS AL PROPIO PESO DEL CABLE	14
3.6.	ELECCIÓN DEL DIÁMETRO PARA EL REDONDO DEL CABLE CARRIL	14
3.7.	COMPROBACIÓN DE LA FATIGA CONSIDERANDO CARGAS A FLEXIÓN:	16
3.7.1.	FALLA POR FATIGA DEBIDA LAS CARGAS A FLEXIÓN.	17
3.7.2.	FALLA POR FATIGA DEBIDO A CARGAS AXIALES.....	21

ANEXO II: CÁLCULO DE TORRES

1.	OBJETO	5
2.	NORMATIVA	5
3.	ALCANCE	5
3.1.	FUERA DE ALCANCE	5
4.	CÁLCULOS	6
4.1.	TORRES DE APOYO	6
4.1.1.	DISTRIBUCIÓN Y ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS.....	6
4.1.2.	CÁLCULO DE LAS TORRES DE APOYO	6
4.1.3.	SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LAS TORRES DE APOYO.....	10
4.2.	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES.....	15
4.2.1.	PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA	16
4.2.2.	PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.	17
4.3.	SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE TENSIÓN DEL CABLE DEL FINAL DEL TRAMO	18
4.3.1.	PERFIL PARA EL PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	18
4.3.2.	PERFIL PARA EL PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	21
4.4.	CÁLCULO DE LAS ZONAS PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	24
4.5.	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE ANTES DE ZONAS DE CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	27
4.5.1.	PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.	28
4.5.2.	PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.	30
4.6.	SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE TENSIÓN DEL CABLE DEL FINAL DEL TRAMO	31
4.6.1.	PERFIL PARA EL PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	31
4.6.2.	PERFIL PARA EL PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	33

ANEXO III: CÁLCULO DE OBRA CIVIL

1. OBJETO.....	4
2. ESTUDIO GEOTÉCNICO	4
3. NORMATIVA.....	4
4. ALCANCE	4
4.1. FUERA DE ALCANCE	5
5. CÁLCULOS.....	5
5.1. TORRES DE APOYO.....	5
5.1.1. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS TORRES DE APOYO	5
5.1.2. ZAPATA PARA LAS TORRES DE APOYO.....	15
5.2. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES.....	20
5.2.1. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES (PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA).....	20
5.2.2. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES (PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA).....	26
5.3. ZAPATAS PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES	32
5.3.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	32
5.3.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	37
5.4. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE ANTES DE ZONAS DE CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	40

ANEXO IV: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

1.	FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE.....	3
2.	DESCRIPCIÓN GARRUCHA.....	7

ANEXO V: DOSSIER FOTOGRÁFICO

1.	Situación actual	4
2.	Situación con cablecarril.....	8

ANEXO VI: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	3
2.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	3
3.	RECURSOS CONSIDERADOS.....	3
3.1.	MATERIALES.....	3
3.2.	ENERGÍA Y FLUIDOS.	3
3.3.	MANO DE OBRA.	3
3.4.	HERRAMIENTAS.....	4
3.5.	MAQUINARIA.....	4
3.6.	MEDIOS AUXILIARES.	4
3.7.	SISTEMAS DE TRANSPORTE Y/O MANUTENCIÓN.	4
4.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.	4
5.	RIESGOS GENERALES	6
6.	PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	7
6.1.	MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR EN TODOS LOS TRABAJOS.....	7
6.2.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL NECESARIOS EN TODAS LAS FASES DE LA OBRA	8
7.	NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.....	12

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.	12
7.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.	12
8.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICOS.	27
9.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	31
9.1.- INTERFERENCIAS Y/O SERVICIOS AFECTADOS	31
9.2.- TRABAJOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA	33
9.3.- CAMIÓN DE TRANSPORTE	35
9.4.- GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	36
9.5.- MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES	36
9.6.- IMPRIMACIÓN DE PINTURAS.....	37
10.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	38
10.1.- GENERALIDADES.....	38
10.2.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	39
10.2.1.- PROTECCIÓN DE LA CABEZA.....	39
10.2.2.- PROTECCIÓN DEL OÍDO	39
10.2.3.- PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA	40
10.2.4.- PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS	41
10.2.5.- PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS	42
10.2.6.- PROTECCIÓN DE LOS PIES	42

ANEXO VII: PRESUPUESTO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Capítulo 1: Protecciones individual

Capítulo 2: Protecciones visuales

Capítulo 3: Protecciones auditivas

Capítulo 4: Seguridad contra incendios

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES.....	10
1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES....	10
1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.....	10
1.3. FORMA Y DIMENSIONES.....	11
1.4. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.....	11
1.5. DOCUMENTOS DE OBRA	11
1.6. LEGISLACIÓN SOCIAL	11
1.7. SEGURIDAD PÚBLICA.....	12
1.8. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL	12
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	15
2.1. PROPIEDAD O PROPIETARIO.....	15
2.2. INGENIERO-DIRECTOR.....	16
2.3. DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	16
2.4. SUMINISTRADOR	16
2.5. CONTRATA O CONTRATISTA	17
2.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD	17
2.7. OFICINA DE OBRA	18
2.8. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	19
2.9. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	19
2.10. RESPONSABILIDAD CIVIL	20
2.11. ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS.....	21
2.12. REPLANTEO	21
2.13. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.....	22
2.14. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	

.....	22
2.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS.....	22
2.16. OBRAS OCULTAS.....	23
2.17. TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	23
2.18. VICIOS OCULTOS.....	23
2.19. MATERIALES Y SU PROCEDENCIA.....	24
2.20. MATERIALES NO UTILIZADOS.....	24
2.21. MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS.....	25
2.22. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	25
2.23. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS.....	25
2.24. ACTA DE RECEPCIÓN.....	26
2.25. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	26
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	27
3.1. BASE FUNDAMENTAL.....	27
3.2. GARANTÍA.....	27
3.3. MATERIALES.....	27
3.4. MANO DE OBRA.....	27
3.5. TRANSPORTES DE MATERIALES.....	28
3.6. TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD.....	28
3.7. TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES.....	28
3.8. TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES.....	28
3.9. TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA.....	28
3.10. PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	29
3.11. GASTOS GENERALES Y FISCALES.....	29
3.12. HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA.....	29
3.13. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.....	29
3.14. MEDIOS AUXILIARES.....	30
3.15. ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	30
3.16. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	30
3.17. VALLADO.....	30
3.18. ACCESOS.....	30
3.19. MATERIALES NO UTILIZADOS.....	30

3.20. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS.	31
3.21. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.....	31
3.22. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES	31
3.23. RESCISIÓN DEL CONTRATO	31
3.24. SEGURO DE LAS OBRAS	32
3.25. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.....	32
3.26. PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS	33
4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	33
4.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	33
4.2. PLANOS.....	34
4.3. ESPECIFICACIONES	34
4.4. OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	34
4.5. DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	34
4.6. ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	34
4.7. DECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES	35
4.8. COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	35
4.9. PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	35
4.10. CONTRATO	35
4.11. POR TANTO, ALZADO	35
4.12. POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS	35
4.13. POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA.....	36
4.14. POR CONTRATO DE MANO DE OBRA.....	36
4.15. CONTRATOS SEPARADOS	36
4.16. SUBCONTRATOS	36
4.17. ADJUDICACIÓN	36
4.18. SUBASTAS Y CONCURSOS	37
4.19. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO.....	37
4.20. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA	37
4.21. SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO.....	38
4.22. DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO....	38
4.23. DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO	39

4.24. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	39
4.25. PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS	40
4.26. DAÑOS A TERCEROS	40
4.27. ACCIDENTES DE TRABAJO.....	40
4.28. RÉGIMEN JURÍDICO.....	41
4.29. SEGURIDAD SOCIAL.....	41
4.30. RESPONSABILIDAD CIVIL	42
4.31. IMPUESTOS	42
4.32. DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS	42
4.33. HALLAZGOS.....	43

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

1. OBJETO.....	48
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	48
3. NORMATIVA DE APLICACIÓN	48
4. CARACTERÍSTICAS Y CALIDADES DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA METÁLICA	49
4.1. COMPONENTES GENÉRICOS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA	50
4.2. TIPOS DE ACEROS (SEGÚN UNE EN 10027-1) Y SUS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SEGÚN UNE EN 10025, CTE-DB- SE-A Y UNE-EN 10210-1:1994	51
4.3. ACEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	53
4.4. PRODUCTOS HUECOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, ACABADOS EN CALIENTE, DE ACERO NO ALEADO Y DE GRANO FINO.....	57
5. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA	57
5.1. CONDICIONES GENERALES	57
5.2. CONTROLES DE RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES Y CONDICIONES DE SUMINISTRO	58

5.3. PROCESO DE EJECUCIÓN.....	58
5.4. OPERACIONES PREVIAS	58
5.5. MONTAJE EN TALLER.....	59
5.6. CONDICIONES DEL EMPLAZAMIENTO	59
5.7. DE MONTAJE	60
5.8. REPLANTEO Y COLOCACIÓN	60
5.9. EJECUCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	60
5.10. PILARES	61
5.11. INSPECCIONES DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS	61
5.12. MANTENIMIENTO	61
6. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVA.....	61
6.1. CONDICIONES GENERALES A SATISFACER POR EL CONTRATISTA	61
6.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	62
6.3. REPLANTEO.	63

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES	68
1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA OBRA CIVIL NECESARIA EN LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES	68
1.2. CALIDAD EN LOS MATERIALES.....	68
1.3. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES.....	68
1.4. MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO.	69
1.5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.	69
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	69
2.1. EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS.....	69
2.2. DE LOS COMPONENTES, PRODUCTOS CONSTITUYENTES.....	70
2.3. DE LA EJECUCIÓN.	71
2.4. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	75

2.5. DE LA EJECUCIÓN.....	75
2.6. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	78
2.7. DE LA EJECUCIÓN.....	79
2.8. HORMIGONES	79
2.9. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	80
2.10. DE LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO.....	91
3. MORTEROS.....	98
3.1. DOSIFICACIÓN DE MORTEROS.....	98
3.2. FABRICACIÓN DE MORTEROS	98
3.3. MEDICIÓN Y ABONO	98
3.4. ENCOFRADOS.....	99
3.5. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	99
3.6. DE LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO.....	100
3.7. SOPORTES DE HORMIGÓN ARMADO.....	105
3.8. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	105
3.9. DE LA EJECUCIÓN	106
3.10. MANTENIMIENTO	110
3.11. VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.	110
3.12. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES ...	111
3.13. DE LA EJECUCIÓN	112
3.14. MANTENIMIENTO.....	117

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo 0: Acondicionamiento del terreno

Capítulo 1: Cimentación

Capítulo 2: Estructura

Capítulo 3: Accesorios

Capítulo 4: Seguridad y salud

PLANOS

- 1.- Plano de situación
- 2.- Plano de emplazamiento
- 3.- Plano de planta de la finca
- 4.- Plano de desniveles
- 5.- Plano de propuesta para distribución del cable y de las torres
- 6.- Plano de alcance del proyecto
- 7.- Plano de distribución del cable en la finca
- 8.- Plano de distribución de las torres de apoyo
- 9.- Plano de cambio de dirección en el punto "B"
- 10.- Plano de cambio de dirección en el punto "C"
- 11.- Plano de torres de apoyo para sujeción del cable
- 12.- Plano de estructuras para tensar el cable en los tramos finales
- 13.- Plano de estructuras para tensar el cable antes de cambios de dirección
- 14.- Plano de placas de anclaje
- 15.- Plano de zapatas

Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos

Universidad de La Laguna
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

MEMORIA DESCRIPTIVA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA
DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

0. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

PROYECTO	
TÍTULO:	IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS.
PETICIONARIO	
NOMBRE:	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.
DIRECCIÓN:	CAMINO SAN FRANCISCO DE PAULA, S/N. CAMPUS ANCHIETA. CÓDIGO POSTAL 38200, SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA, TENERIFE, ESPAÑA.
TELÉFONO:	(+34) 922 31 83 09
AUTORA	
NOMBRE:	MARTA RODRÍGUEZ SOSA
DNI:	43389414-Y
TUTORA	
NOMBRE:	ROSA NAVARRO TRUJILLO
FECHA	
JULIO DE 2019	

ÍNDICE

0.	HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	2
1.	EMPLAZAMIENTO	7
2.	OBJETIVO	7
2.1.	ABSTRACT.....	7
3.	ALCANCE	8
4.	ANTECEDENTES	8
5.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	12
5.1.	SOFTWARE EMPLEADO	12
6.	BIBLIOGRAFÍA	13
7.	DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA	13
8.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO FUTURO DE RECOLECCIÓN DE RACIMOS.....	16
9.	NECESIDADES DE DISEÑO.....	17
10.	ESTUDIO DE CLIMATOLOGÍA.....	18
11.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	22
11.1.	CABLECARRIL	24
11.2.	TORRES DE APOYO	25
11.3.	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES.....	27
11.3.1.	PILAR IZQUIERDO	28
11.3.2.	PILAR DERECHO	29
11.4.	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS PREVIOS A CAMBIOS DE DIRECCIÓN.....	29
11.4.1.	PILAR IZQUIERDO	30
11.4.2.	PILAR DERECHO	30
11.5.	ZONAS PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	30
11.6.	SUJECCIÓN DEL CABLE A LAS TORRES DE APOYO	31
11.7.	GARRUCHAS	32
11.8.	SEPARADORES.....	32
12.	DIAGRAMA DE TIEMPOS	33
13.	NÚMERO DE TRABAJADORES.....	33
14.	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	33
15.	ESTRUCTURA DE COSTES Y MARGEN DE RENTABILIDAD	34
15.1.	ESTRUCTURA DE COSTES DE LA LABOR DE RECOLECCIÓN	34
15.1.1.	COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN Y VENTA (EN LA FINCA)	37

15.2. MARGEN DE RENTABILIDAD	39
16. CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE MARGEN DE RENTABILIDAD	39
17. PRIORIDAD DE DOCUMENTOS	40
18. CONCLUSIONES.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema actual de recolección.....	10
Figura 2: Cablecarril	11
Figura 3: Vista satélite de la finca a estudio	14
Figura 4: Parcelas objeto de estudio	15
Figura 5: Temperatura máxima y mínima promedio	19
Figura 6: Categorías de nubosidad.	19
Figura 7: Probabilidad diaria de precipitación.....	20
Figura 8: Precipitación de lluvia mensual promedio.	20
Figura 9: Niveles de comodidad de la humedad.	21
Figura 10: Dirección del viento en %.....	21
Figura 11: Mapa eólico.....	22
Figura 12: Distribución del cable	24
Figura13: Distribución de tramos.....	24
Figura 14: Estructura para tensar el cable en los tramos finales	28
Figura 15: Estructuras para tensar el cable antes de las zonas de cambio de dirección	29
Figura 16: Zona para cambio de dirección con garruchas y separadores a espera de ser cargados con racimos de fruta	31
Figura 17: Soporte tipo “z”	31
Figura 18: Garrucha	32
Figura 19: Separadores de racimos	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Medidas de tramos	23
Tabla 2: Promedio de datos recogidos en el muestreo de 50 racimos de fruta	24
Tabla 3: Resumen de presupuesto	34
Tabla 4: Situación sin cablecarril.....	35
Tabla 5: Situación con cablecarril.....	36
Tabla 6: Comparación de situaciones	37
Tabla 7: Beneficio en ambas situaciones	39
Tabla 8: Plazo de recuperación.....	39

1. EMPLAZAMIENTO

Camino del Mar s/n

Localidad: Los Silos.

Término Municipal de Los Silos

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

2. OBJETIVO

El sistema actual de recolección de la fruta de la platanera, racimos de plátanos, sigue siendo el mismo que hace décadas, es decir, cada racimo es cargado por un operario, una vez cortado de su planta madre, y llevado a un camión, preparado al efecto, para su transporte a la planta de empaquetado, en algunos casos en la propia finca. Este proceso, relativamente lento, con excesivo manejo de la fruta, conlleva cierto deterioro de la calidad de la misma debido a rozaduras, roturas y contusiones principalmente.

Se pretende diseñar un sistema de transporte formado por una red de cablecarril, distribuida en finca y con final en la planta de empaquetado. Con ello, se aspira a mejorar la calidad de la fruta, aminorar costes de mano de obra y por tanto de explotación.

2.1. ABSTRACT

Banana plantation is the most significant subtropical crop of the agricultural economy of the Canary Islands. It is located in the coastal areas of almost all the western islands of the archipelago and it is cultivated on horizontal terraces, sometimes on slopes exceeding 15%. The difficulty of mechanization forces most of the work to be done by hand, and one of the most laborious is the harvesting of the fruit that is done on shoulders, often transporting distances that sometimes exceed 75 m. In the transport process, the fruit suffers damages that detract considerably from its quality, which means a significant reduction in

profitability. Other fruit transport systems from the farm to the packaged ones, such as the cableway, are used successfully in other parts of the world where banana trees are grown and where the slope is not limiting. And in some farms of the Canary Islands it is also feasible to implement them. For reasons of scarce slope and extension, as well as the availability of a packing station, a farm has been chosen in the municipality of Los Silos, Tenerife, for the design of the present 2540 meter long cableway project, including the main roads and the secondary ones. Although the project has had a scope, for the purpose of calculating its structures, of only three sections of the road, namely 220 m. Given the identical characteristics of the farm, the profit margin has been extrapolated to the entire farm, comparing the situations before (without cableway) and after (with cableway). In this case the economic results are favorable to the cableway system at 0.023 € per kg transported from the field to the point of stripping in packaging.

3. ALCANCE

Se diseñará la distribución de una red de cablecarril, en una parcela en cultivo tradicional, y se calcularán y valorarán las estructuras. Asimismo, se comparará el costo unitario de la puesta de un racimo en empaquetado, con el costo del actual sistema de recolección.

No es objeto de este Trabajo el cálculo de las soldaduras, ni el cálculo de las estructuras de los puentes para atravesar las vías de circulación interiores.

4. ANTECEDENTES

Según la Confederación Canaria de Empresarios (2017), la superficie cultivada de platanera correspondiente a 2016 fue de un 22% de la superficie cultivada en el archipiélago, lo que supone en el caso de Tenerife 3.812 ha (hectáreas). Asimismo, refleja que la producción en Canarias alcanzó las 421.297 toneladas, significando un incremento de un 0,9% con respecto al año

anterior. De estas 421.297 toneladas totales, 180.180 toneladas corresponden a la isla de Tenerife.

En Los Silos, donde se encuentra la finca objeto del presente proyecto, eminentemente agrícola, cuenta con una superficie de cultivos según ISTAC (2019), dato correspondiente a 2017, de 489,50 ha, de la que 430,20 ha, con el 90 %, están dedicadas al cultivo de la platanera. Esta superficie se distribuye en 396,90 ha al aire libre y el resto, 33,3 ha, principalmente bajo cubierta de malla y plástico. Los cultivares predominantes pertenecen a los clones Gruesa palmera, Brier y Pequeña enana tradicional, todas ellas perteneciente al subgrupo Cavendish.

El terreno montañoso y abrupto de Canarias además de las condiciones de suelos que requiere el cultivo de la platanera, ha obligado a los agricultores canarios a crear bancales en orografías muy accidentadas, lo que supone una difícil mecanización del cultivo y recolección.

Los plátanos deben cosecharse en verde, en un punto tan cercano como sea posible a la madurez fisiológica natural y evitar que se maduren durante el transporte hacia los mercados (Soto, 1992). El grado óptimo de madurez de la fruta para ser cosechada depende del cultivar, las técnicas de cultivo, el estado fisiológico de la plantación, la edad, del intervalo entre la emergencia del racimo y la recolección, la relación oferta-demanda (Galán, 1992) y del tiempo desde el lugar de origen al de consumo.

Una vez realizada la recolección se procede al desmanillado de los racimos en el salón de empaquetado, para su posterior tratamiento fungicida y empaquetado. El transporte al mercado se efectúa, hasta el puerto, en camiones refrigerados y, hacia el mercado peninsular, en barcos refrigerados en los que se mantiene una temperatura cercana a los 12°C y un nivel de CO₂ por debajo del 0,5%. La maduración se realiza en cámaras aisladas y controladas, preparadas exclusivamente para estos fines, en los que se aplican diversos tratamientos para obtener el estado adecuado de maduración (López-Manzanares, 1995).

La piel del plátano verde es muy sensible a golpes y fricciones, que se hacen muy evidentes con la maduración. Las lesiones severas pueden provocar la maduración anticipada, por lo que la fruta debe tratarse con el mayor cuidado posible durante el transporte para no desmejorar el producto final (Soto, 1992).

Actualmente, antes del empaquetado de la fruta se requiere que esta sea cuidadosamente transportada hacia la planta de empaquetado. En primer lugar, se transportan los racimos a hombros hacia los caminos y se estiban en jaulas que se encuentran sobre un camión a la espera. Desglosado con detalle, el proceso de recolección de la fruta en Canarias se resume en:

1. Corte del racimo por un operario. En condiciones normales, una persona corta los racimos y dos o tres operarios se encargan del transporte a hombro.
2. Carga del racimo a hombros una longitud media de unos 60 metros hasta el camino donde se encuentra el camión con las jaulas.
3. Descarga del racimo y estiba manual de dicho racimo en las jaulas.
4. Transporte de la fruta en camión hasta la planta de empaquetado (muchas veces por vías con baches pronunciados).
5. Descarga del racimo desde las jaulas hacia la zona de pesada y posterior colocación del mismo en la vía de lavado para el posterior desmanillado.



Figura 1: Sistema actual de recolección (Fuente: Propia)

En todas estas fases se producen lesiones en la piel de la fruta que inciden, como se indicó anteriormente, en la fase de post-recolección, comprometiendo en algunos casos la viabilidad del producto. Es muy frecuente observar magulladuras, fruta con roces, roturas de plátanos, e incluso contusiones e incisiones que llegan a afectar la pulpa directamente, desencadenando el deterioro y la consiguiente bajada en las clasificaciones de calidad y, por tanto, el precio de venta. Se estima que los daños mecánicos en la labor de recolección significan el 10% de la producción bruta (Comunicación personal de técnicos expertos en calidad del plátano).

El sistema de transporte por cablecarril es el método más eficiente y económico encontrado en la actividad bananera (Soto, 1992). Según el autor, este sistema nace como una necesidad en los años en los que se sustituyó la variedad Gros Michel por los clones del subgrupo Cavendish debido a que la cutícula de estos es muy sensible al magullamiento.

Los primeros cables fijos como sistema de transporte de los racimos fueron instalados en Costa Rica y Honduras, desde donde se generalizó en sustitución de los anteriores sistemas de transporte (Soto, 1992).

Según Soto (1992) el sistema de cablecarril es un monorraíl, donde la carga se desplaza colgando sobre ruedas apoyadas en un alambre tenso y soportado por múltiples torres de baja altura sobre el suelo.



Figura 2: Cablecarril (Fuente: Propia)

Se ubica en forma uniforme dentro de la plantación a fin de que la distancia máxima a transportar la fruta no sea mayor de 60 metros, con un promedio de 20 a 30 metros.

El cablecarril o cablevía está compuesto por: el cable o alambre de acero, anclajes y soportes terminales (que se encargarán de sostener la tensión a la que se somete el cable para evitar excesivas flechas a través de postes inclinados y sujetos al suelo mediante masas de hormigón); las torres (arcos de perfiles redondos o de otras secciones) que dispuestos entre 10 y 15 metros se fijan descansando en una zapata de hormigón.

5. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Son de aplicación al proyecto y su ejecución la siguiente normativa:

- Norma UNE-EN-10025 de “Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones de uso general”.
- Norma UNE-EN ISO 12944-5 “Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores”.
- Norma UNE EN 10025. Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones de uso general.
- Norma UNE 48293. Pinturas y barnices.
- Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, DB SE-A.
- Instrucción Española del Hormigón Estructural, EHE-08.

5.1. SOFTWARE EMPLEADO

Durante la elaboración del proyecto se han empleado distintos programas con el fin de la realización de cálculos y las representaciones gráficas:

- Microsoft Office Excel 2018
- Microsoft Office Word 2018
- AutoCAD 2018
- SolidWorks 2017

6. BIBLIOGRAFÍA

Gere, J. (2002). *Timoshenko. resistencia de materiales*. (9ª ed.) S.A. Ediciones Paraninfo.

Jiménez, M. (2010) *Hormigón Armado*. (15ª Edición basada en la EHE-08. Ajustada al Código Modelo y al Eurocódigo) EC-2. Gustavo Gili.

Kenneth G. Budinski (1996). *Engineering materials: properties and seleccion*. (5ª ed.). Stephen Helba.

Confederación Canaria de empresarios (2017). *Informe Anual de la Economía Canaria*.

Galán, V. (1992). *Los frutales tropicales en los subtrópicos. II Plátano (Banano)*. Ediciones Mundi Prensa. 173 p.

ISTAC. (2019). *Estadística Agraria de Canarias 1999-2017*

López Manzanares, F (1995). *Respuestas morfológicas y fisiológicas de la platanera (Musa acuminata COLLA AAA) al estrés hídrico*. Trabajo final de carrera. ULL. Centro superior de Ciencias Agrarias. 123p.

Soto, M. (1992). *Bananos, cultivo y comercialización*. (2ª ed.). San José. 674p.

Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el Banano.

Guías para el manejo y uso del Cable Vía.

7. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

La finca donde se pretende desarrollar el presente TFG está situada en la costa del municipio de Los Silos, Tenerife, concretamente en Camino del Mar y también Sibora. Tiene una superficie neta de cultivo de unos 149.000 m², de las que 12.780 m² están bajo invernadero de plástico y malla y el resto al aire libre. De figura irregular, la longitud máxima de la finca es de unos 647 m, en orientación norte-sur y un ancho máximo de 375 m en orientación este-oeste.

La cota más baja es de 15 msnm (metros sobre el nivel del mar), y de 45 msnm en su cota más alta (X:322.949,20; Y:3.139.702,53), lo que supone un desnivel del 6,29%. En la cota inferior hay de un salón de empaquetado de la fruta (X:323.120,13; Y:3.140.370,64). La finca cuenta con una red principal de caminos de unos 1.300 m (ancho medio 6 m) y de 1.465 m entre caminos secundarios (ancho medio 3,5 m).



Figura 3: Vista satélite de la finca a estudio (Fuente: Google Earth)

El cultivo se encuentra distribuido en 72 bancales, según se refleja en la imagen (3) con desnivel medio en el entorno de 1,30 m entre ellos. Construidos hace más de 50 años cuenta con muros de contención perimetrales a base de piedra basáltica vista sin mortero, de espesor 0,75 cm de base y 0,60 cm de coronación, sobre los cuales arrancan muros cortavientos generalmente de bloque especiales de hormigón en casi toda la longitud y de unos 3 m de altura.

En su totalidad, la finca cuenta con 24.830 plantas aproximadamente, de las que se suele recolectar anualmente unos 24.300 racimos. Cada conjunto (abuela- planta madre-planta hija) ocupa una superficie media de 6 m² (unos 3 m entre líneas de plantación y unos 2 m entre cada planta dentro de la línea). El peso medio de los racimos gira alrededor de los 40 kg, aunque a efectos de cálculo de las estructuras del cablecarril se ha considerado una muestra de la subcosecha de mayor promedio, significando esta unos 65 kg/racimo.

La finca cuenta, como se indicó, con una planta de empaquetado de fruta en la cota más baja, que se construyó en una época anterior para un trapiche de caña de azúcar. Realizada a base de piedra de cantería y cubierta de planchas de cinc tiene una altura de unos 12 metros y una superficie cubierta de 1.150 m², suficiente para el procesado de la producción, unos 972.000 kg. En el salón de empaquetado se realiza el pesado, lavado, desmanillado y empaque de la fruta en cajas de cartón de peso aproximado 16 kg, en sus distintas calidades. El empaquetado cuenta además con una superficie sin cubrir de unos 4.000 m² destinados al recibo de jaulas de transporte de racimo y acopio de las mismas, un muelle de carga de camiones contenedores, lugar de acopio de pallets, zona de giro de camiones, depósito de recogida de destrío (plátanos y raquis de racimo principalmente procedente del proceso de desmanillado y clasificación), aparcamiento de vehículos y una vivienda para el vigilante de la explotación.

Dada la gran extensión de la finca, se han elegido las parcelas que aparecen marcadas en la imagen para el cálculo de las estructuras.



Figura 4: Parcelas objeto de estudio (Fuente: Google Earth)

8. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO FUTURO DE RECOLECCIÓN DE RACIMOS

Los efectos comentados en los ANTECEDENTES, es decir, el deterioro que sufre la fruta por la excesiva manipulación desde que se corta el racimo de la planta hasta que se procede al desmanillado de la misma en el salón de empaquetado, son el objeto principal del planteamiento de estudio técnico-económico para la toma de decisión con vistas a una posible inversión de mejora en la finca de la explotación platanera descrita en la memoria.

El sistema alternativo propuesto y su valoración tratan de evitar daños como los indicados, tal que minoren la depreciación de la fruta por excesiva manipulación y que disminuya los costes de transporte de los racimos desde su corte al agilizar la labor. La estimación de disminución de daños al instaurar este sistema ronda los 4 puntos porcentuales (comunicación personal de técnicos expertos en calidad del plátano).

Para ello se prevé:

1. Transportar los racimos colgando de un cablevía y propulsados por un pequeño tractor hacia el empaquetado, hasta una sencilla estación de llegada de "trenes de transporte" para 4 líneas de 25 metros lineales cada una y de separación 1 metro, cubierta con una malla para la fruta. Sirve la estación de antesala a la estación de lavado existente en el salón empaquetado.
2. Acortar la longitud de transporte de racimo a hombros al ubicar las líneas de cable vía a menor distancia que las longitudes que se recorren en la situación actual hasta el lugar del camión. Los racimos más alejados no superarán, en el peor de los casos, los 50 metros hasta el cable más cercano.
3. Evitar la manipulación en la planta de empaquetado al no existir jaulas de transporte. En este caso el racimo va colgando desde que se corta hasta que se desmanilla, pasando previamente por la estación de lavado.

4. Suprimir los camiones para el transporte, sustituyéndolos por un tractor para la tracción de los “trenes” de racimos.
5. Suprimir el montacargas para la descarga de jaulas llenas y carga de vacías.
6. Suprimir el polipasto para la descarga de los racimos de las jaulas.
7. Reestructurar la relación de puesto de trabajo al contar con un operario menos en el conjunto de la labor de recolección y transporte.
8. Aminorar el tiempo de recolección.

En definitiva, aumentar la clasificación de la fruta, aminorar los costes de transporte por racimo hasta su desmanillado y por ende la rentabilidad de la finca.

9. NECESIDADES DE DISEÑO

Para el diseño del sistema descrito y la comparación económica con el actual sistema de transporte de la fruta de finca a empaquetado, es necesario conocer la situación actual y su valoración económica. Se ha realizado un levantamiento de la finca al nivel que se precisa, el estudio de los posibles condicionantes ambientales que pudieran afectar a las estructuras y sus medidas correctoras. Asimismo, se han realizado una serie de preguntas al capataz de la finca a cerca de las operaciones de cultivo, la recolección y el transporte, y las tareas de empaquetado. Además, se ha hablado con el director-gerente de la explotación a efectos de contraste y sobre datos económicos en las labores de recolección y transporte.

En el diseño se ha tenido en cuenta que la nueva red no interfiera con la red viaria actual, o en su caso lo haga lo menos posible.

La medición de la distancia que suele caminar el trabajador en la situación actual para transportar a hombros la fruta desde la planta al cablecarril es fundamental para valorar el acortamiento de las distancias y ubicar los cables a distancias más acordes. Por este motivo, el cablecarril se ubica en forma uniforme dentro de la plantación a fin de que la máxima distancia a transportar la fruta no sea mayor de 60 metros, con un promedio de 20 a 30 metros.

Se ha indagado sobre la disponibilidad de materiales y piezas accesorias en un mercado cercano, así como la facilidad para encontrar repuestos, como aspecto importante en la elección de materiales. La singularidad y sencillez de este tipo de estructura es fácilmente reparable por empresas dedicadas a la mecánica y carpintería de hierro en la comarca de situación y en general en la Isla, así como el personal especializado en la construcción e instalación y ajustes de este tipo de estructuras.

10. ESTUDIO DE CLIMATOLOGÍA

Como se ha comentado, la finca objeto de mejora se encuentra en el municipio de los Silos en Tenerife, entre las cotas 15 a 45 msnm. Esta es una zona con influencia de brisas marinas en la que la temperatura oscila entre los 19°C y los 23°C y el promedio anual de precipitaciones ronda los 200 mm. Estas características hacen que la finca se encuentra en una de las zonas más adecuadas de la Isla para el cultivo del plátano. Sin embargo, se trata de una zona con un ambiente que va en detrimento de la vida de los materiales por razones de corrosión, especialmente para el cablecarril. De ahí la necesidad del estudio de las condiciones climatológicas con el fin de elección de materiales que garanticen una normal vida útil a las estructuras. Para ello, se ha partido de un análisis de las condiciones promedio del clima en el municipio de los Silos durante el último año (2018), a partir de los datos obtenidos de es.weatherspark.com.

TEMPERATURAS. En la zona se alcanza una temperatura máxima en el entorno de los 27°C en el mes de agosto y una temperatura mínima alrededor de 15°C en el mes de febrero.

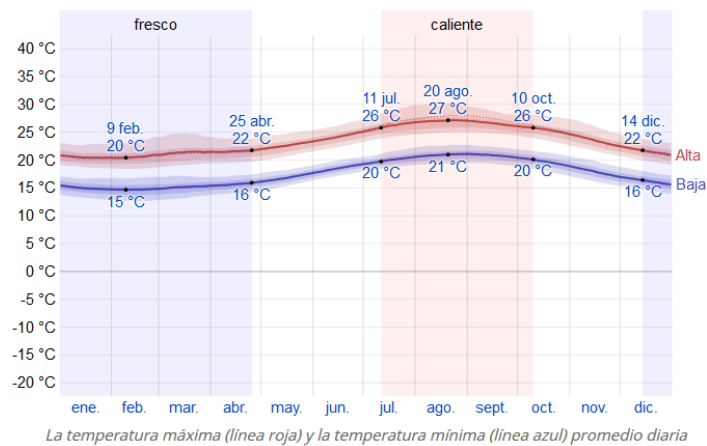


Figura 5: Temperatura máxima y mínima promedio (Fuente:

<https://es.weatherspark.com/y/31611/Clima-promedio-en-Los-Silos-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

El porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente durante el año. La parte más despejada comienza en mayo y termina a mediados de septiembre, donde el cielo se encuentra despejado un 98% de este tiempo. Por el contrario, el resto de los meses se encuentra parcialmente nublado, siendo noviembre el que destaca por cielos nublados.

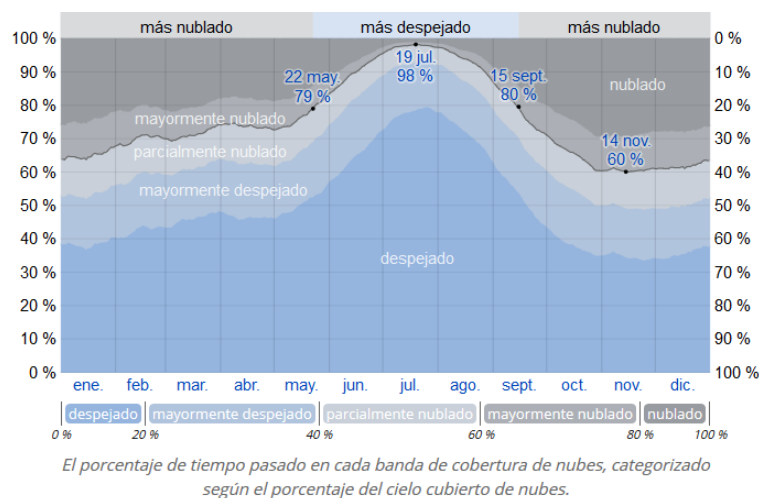


Figura 6: Categorías de nubosidad. (Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/31611/Clima-promedio-en-Los-Silos-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

PRECIPITACIONES Y HUMEDAD. En los meses desde octubre a marzo se encuentran las mayores precipitaciones, con una probabilidad media diaria del 7%, siendo febrero el mes con más lluvias.

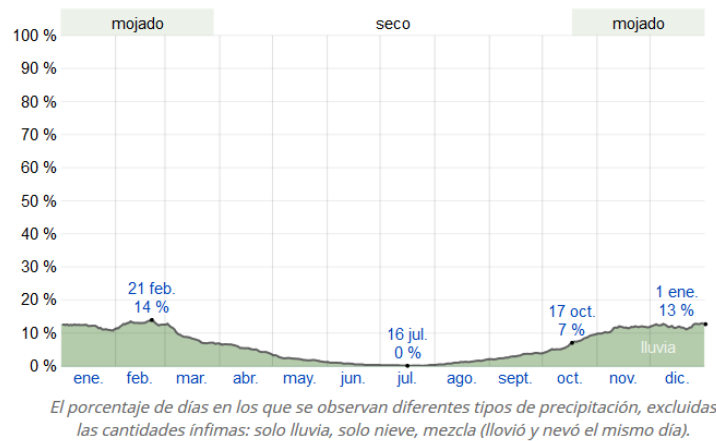


Figura 7: Probabilidad diaria de precipitación. (Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/31611/Clima-promedio-en-Los-Silos-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

La acumulación total promedio de lluvias es de 24 mm en los meses de mayores precipitaciones.

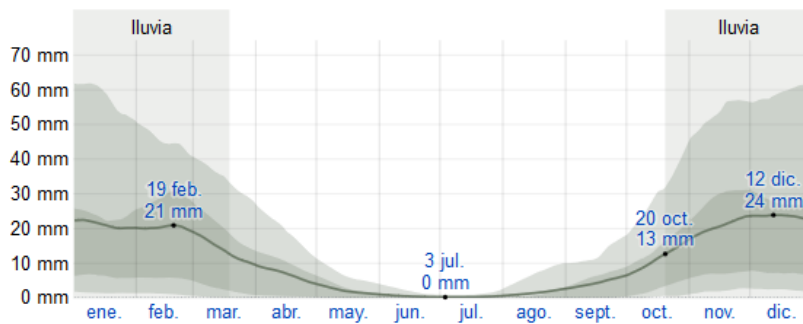
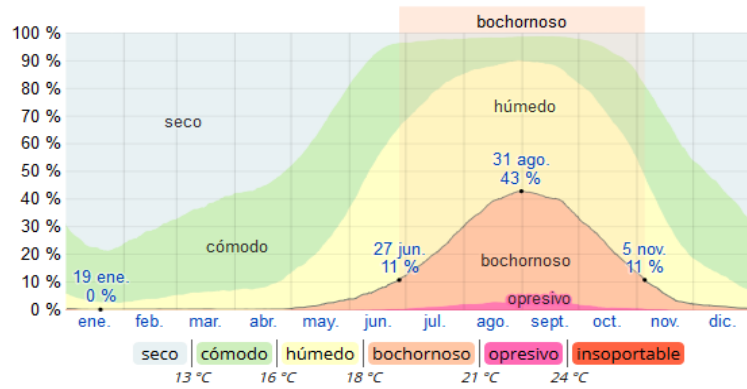


Figura 8: Precipitación de lluvia mensual promedio. (Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/31611/Clima-promedio-en-Los-Silos-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

Con relación a la humedad relativa en este municipio, se ha partido del nivel de comodidad de esta en el punto de rocío. El periodo más húmedo del año abarca los meses de junio a noviembre, presentando humedad máxima del 98%. El mes menos húmedo corresponde a enero, con una humedad máxima del 21%.



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Figura 9: Niveles de comodidad de la humedad. (Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/31611/Clima-promedio-en-Los-Silos-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

VIENTOS. Con respecto a la dirección de los vientos, se comprueba que predomina el viento del Este.

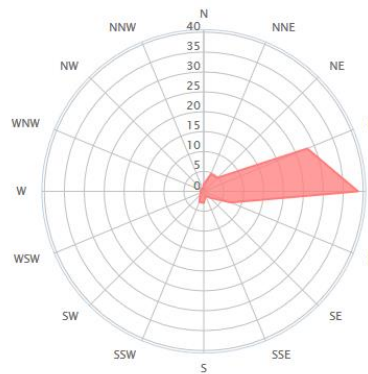
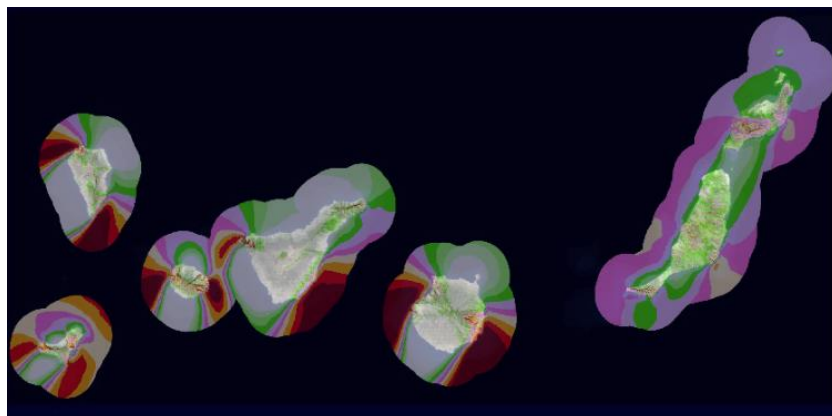


Figura 10: Dirección del viento en %. (Fuente: https://es.windfinder.com/windstatistics/sibora_los_silos)

Analizado el mapa eólico de las Islas Canarias, año 2017, se comprueba que la finca no se encuentra en una zona ventosa, y que la velocidad media en la zona está comprendida entre los 21,6-23,3 Km/h.



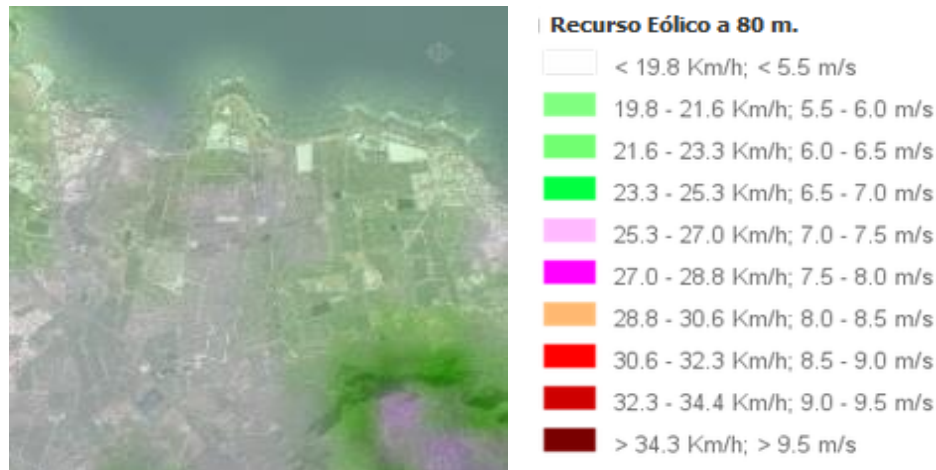


Figura 11: Mapa eólico (Fuente: <https://visor.grafcan.es/visorweb/>)

En resumen:

- Las temperaturas máximas se dan agosto, con una media de 27°C.
- Las mínimas, en febrero con una media de 15°C.
- Los meses que presentan mayor nubosidad van desde octubre hasta abril, siendo febrero el más nuboso.
- Las mayores precipitaciones tienen lugar durante los meses de octubre hasta marzo, recogándose en febrero y diciembre las mayores precipitaciones, 21mm en febrero y 24 mm en diciembre.
- La humedad ambiente más alta se produce en los meses de verano, alcanzando un 98%. Y los valores mínimos de humedad se dan en invierno, con un mínimo de 21%.

Como se desprende, la alta humedad del lugar en algunos meses del año y los suaves vientos que transportan espray marino por la cercanía a la costa, hacen que con fines de diseño de estructuras se haya previsto contar con materiales tolerantes y/o recubrimientos para paliar la corrosión salina.

11. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación diseñada a fines de cálculo de estructuras en este trabajo está formada por una única línea de cablecarril dividida en tres tramos principales y cuyo recorrido se refleja en el plano número 7, con 20 torres de apoyo

separadas entre sí con una media de 8,8 metros. La separación viene reflejada en la siguiente tabla:

Tramo	Luz (m)	Altura (m)	Dif. Altura (m)	Pendiente (°)
T1-T2	10,1	14,2	0,0	0,0
T2-T3	10,1	14,2	0,0	0,0
T3-T4	10,1	14,2	2,0	11,2
T4-T5	10,1	16,2	2,0	11,2
T5-T6	10,1	16,2	0,0	0,0
T7-T8	9,0	17,5	0,0	0,0
T8-T9	9,0	17,5	0,0	0,0
T9-T10	9,0	17,5	0,0	0,0
T11-T12	9,6	17,5	0,0	0,0
T12-T13	9,6	17,5	0,0	0,0
T13-T14	9,6	17,5	0,0	0,0
T15-T16	7,6	17,7	0,0	0,0
T16-T17	7,6	17,7	0,0	0,0
T17-T18	7,6	17,7	0,0	0,0
T18-T19	7,6	17,7	0,0	0,0
T19-T20	7,6	17,7	1,2	9,0
T20-T21	8,1	18,9	1,2	8,5
T21-T22	8,1	18,9	0,0	0,0
T22-T23	8,1	18,9	1,0	7,1
T23-T24	8,7	19,9	1,0	6,6
T24-T25	8,7	19,9	0,0	0,0

Tabla 1: Medidas de tramos (Fuente: Elaboración propia)

La distribución de los tramos se encuentra reflejada en el plano número 8, con ella se pretende conducir los racimos de fruta desde la plantación hasta la planta de empaquetado. Pasando previamente por una sencilla estación de llegada que podría estar compuesta por 4 líneas de 25 metros cada una y de separación 1 metro, aunque esta queda fuera del alcance del proyecto.

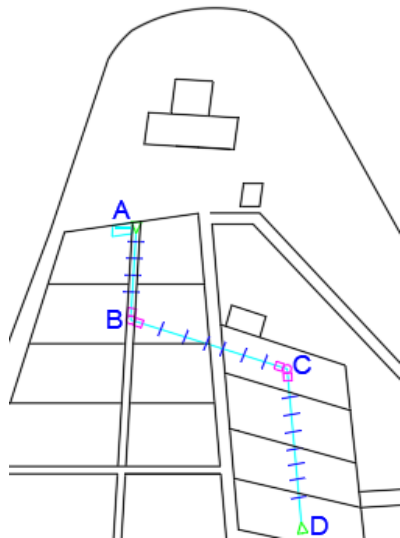


Figura 12: Distribución del cable
(Fuente: Elaboración propia)

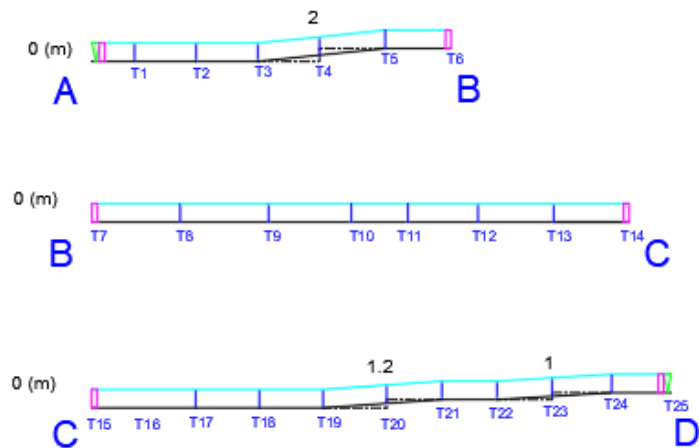


Figura 13: Distribución de tramos (Fuente: Elaboración propia)

11.1. CABLECARRIL

Para el dimensionamiento del cablecarril se han tenido en cuenta las consideraciones de diseño descritas en el *Anexo I: Cálculo del cable*. Entre estas consideraciones destaca el análisis de 50 muestras de racimo de fruta, recogidas en la época de mayor tamaño y cuyo fin ha sido dimensionar los pesos máximos que deberá resistir el cable, así como la altura y diámetros máximos.

El promedio de este análisis se encuentra recogido en la siguiente tabla:

Muestra	Peso (Kg)	Altura (m)	Diámetro (cm)
Promedio	65	1,7	45

Tabla 2: Promedio de datos recogidos en el muestreo de 50 racimos de fruta (Fuente: Elaboración propia)

Como resultado del análisis descrito en el *Anexo I: Cálculo del cable*, el cable portador que servirá de guía al tren de racimos de plátano tendrá una longitud en la zona a estudio de 220 m y un diámetro de 16 mm.

Con respecto al material, se precisa uno que sea capaz de resistir al clima propenso a la corrosión. Por ello, se estudian distintas opciones con el fin de evitar este fenómeno.

Se descarta la implantación de un cable de acero con revestimiento anticorrosivo, debido a que el rozamiento de las rondanas provocaría el desgaste del mismo, dando lugar a la no deseada corrosión. Por ello, se plantea el uso de los aceros inoxidables de tipo austeníticos por ser más resistentes a la corrosión y poseer mayor resistencia mecánica que los aceros martensíticos y ferríticos.

Se elige, finalmente, el acero inoxidable AISI 316, denominado así por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.

El AISI 316 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica centrada en las caras. Su bajo contenido en carbono de la aleación 316 le otorga mejor resistencia a la corrosión, aspecto que se debe tener en cuenta en este proyecto debido a su localización en ambiente salino, como se ha comentado en el ESTUDIO DE CLIMATOLOGÍA.

La composición de este acero, así como otros datos de interés aparecen reflejados en la ficha técnica del producto.

11.2. TORRES DE APOYO

Las torres de apoyo estarán formadas, según *Anexo II: Cálculo de torres*, por un perfil hueco redondo de 40.4 mm en forma de arco, de altura 2,7 m y un ancho de 1,6 m. Dimensiones previstas para el paso de un pequeño tractor que servirá de propulsor para el tren de racimos, así como para que la fruta no roce con el suelo, recogidas en el plano número 11.

El material empleado para esta estructura será el S275, establecido según la norma UNE-EN-10025 de "Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones de uso general". Donde la sigla "S" hace referencia a que es un acero estructural y el "275", indica el límite elástico en MPa.

Existen distintos grados para el acero S275, los cuales hacen referencia al grado obtenido en un ensayo a resiliencia a distintas temperaturas. Algunos de los grados obtenidos según las energías absorbidas a distinta temperatura son:

- JR: 27 J a temperatura +20°C.

- JO: 27 J a temperatura 0°C.
- J2: 27 J a temperatura -20°C.

La elección del grado para este acero se basará en el mejor comportamiento ante la soldabilidad. Por ello se elige el acero S275 JR.

Para proteger las estructuras del ambiente corrosivo donde serán instaladas se propone la aplicación de un sistema superficial de protección mediante la aplicación de un esquema de pinturas según la Norma UNE-EN ISO 12944.

Se trata de un sistema para aceros en estructuras en ambientes de elevado grado de corrosividad atmosférica, según ISO 12944-5 grado "C5-M muy alto marino inclusive" lo que indica una pérdida de espesor de 80 a 200 micras/año.

Es apta también para estructuras que no pueden ser terminadas en taller pero que se prevé que sufran pocos deterioros durante el transporte y montaje.

Consta de:

- Suministro y aplicación de una capa de imprimación en taller de 75 micras de espesor de película seca de silicato inorgánico de cinc según UNE 48293.
- Retoques y parcheo, a realizar por el montador de las estructuras, se harán con silicato de un solo componente. Deberá lavarse bien el silicato si se han formado sales.
- Suministro y aplicación de una capa de sellado en taller de 40 micras de espesor de película seca de tipo epoxídico con intervalo de repintado ilimitado y capaz de resistir hasta 180°C.

Con todo ello, se pretende dotar a los elementos de una protección estimada de 20 años.

A este tratamiento se le exigirá una garantía mínima de 2 años desde su aplicación.

El sistema cumple con la normativa UNE-EN ISO 12944-5 “Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectoras”.

Con respecto a las placas de anclaje, descritas en el *Anexo III: Cálculo de obra civil*, sus dimensiones serán de 100x100x4mm, e irán unidas al pilar anteriormente descrito por medio de soldadura (el cálculo de la soldadura, como se indicó, no entra en el alcance del trabajo). Para asegurar esta unión se hará uso de rigidizadores de 50 mm de altura y espesor iguales a la placa de anclaje. Como se indica en el plano número 14, en el que dicha basa o placa de anclaje viene definida como “Tipo 1” y de material S275 JR.

La zapata será de hormigón armado HA-30 y dimensiones 300x350x75. La armadura en dirección “X” lleva 2 hierros de diámetro 12 mm y separación 230 mm. Por otro lado, la armadura en dirección “Y” lleva 2 hierros de diámetro 12 mm y separación 295 mm. Tal y como aparece reflejado en el plano número 15, definida como “Tipo 1”.

11.3. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES

Con el objetivo de mantener en tensión el cable que servirá de guía para el tren de racimos de fruta en los tramos finales, se plantea una estructura compuesta, semejante a la reflejada en la siguiente imagen:



Figura 14: Estructura para tensar el cable en los tramos finales (Fuente: Propia)

Las distancias necesarias para la elaboración de esta estructura se encuentran reflejadas en el plano número 12.

11.3.1. PILAR IZQUIERDO

El pilar izquierdo de la estructura será, según el *Anexo II: Cálculo de torres*, un perfil hueco rectangular de dimensiones 60x40.4. El material utilizado será el mismo que para las torres de apoyo, acero S275 JR con recubrimiento anticorrosivo mediante aplicación de esquema de pinturas.

Según *Anexo III: Cálculo de obra civil*, para este pilar será necesaria una placa o basa de soporte de acero S275 JR y de dimensiones 150x200x5 mm, que irá unida al pilar anteriormente descrito por medio de soldadura. Para asegurar esta unión se hará uso de rigidizadores de 50 mm y espesor el mismo que el de la placa de anclaje. Según aparece en el plano número 14, definida como "Tipo 2".

La zapata será de hormigón armado HA-30 y dimensiones 300x350x75. La armadura en dirección "X" lleva 2 hierros de diámetro 12 mm y separación 230 mm. La armadura en dirección "Y" lleva 2 hierros de diámetro 12 mm y separación 295 mm. Tal y como aparece reflejado en el plano número 15, definida como "Tipo 2".

11.3.2. PILAR DERECHO

El perfil derecho de la misma será de sección circular y maciza de diámetro 20 mm. El material utilizado será el mismo que para el caso anterior.

Según *Anexo III: Cálculo de obra civil*, para este pilar será necesaria una placa o basa de soporte de acero S275 JR y de dimensiones 300x300x4 mm, que irá unida al pilar anteriormente descrito por medio de soldadura. Según el plano número 14, y definida como “Tipo 3”.

La zapata será de hormigón armado HA-30 y dimensiones 550x550x75. La armadura en dirección “X” e “Y” lleva 4 hierros de diámetro 12 mm y separación 165 mm, según el plano número 15 y definida como “Tipo 3”.

11.4. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS PREVIOS A CAMBIOS DE DIRECCIÓN

El planteamiento para estas estructuras es el mismo que el del caso anterior, pero en este caso la estructura tendrá dos apoyos en lugar de uno.

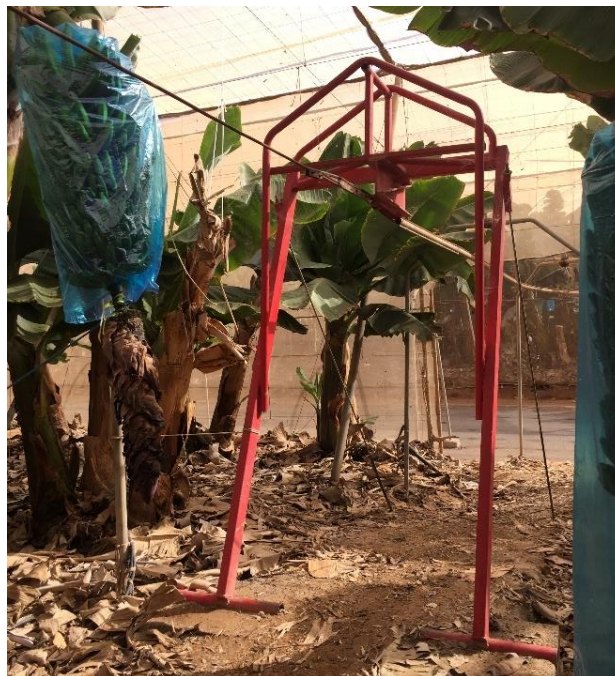


Figura 15: Estructuras para tensar el cable antes de las zonas de cambio de dirección (Fuente: Propia)

Las dimensiones de la estructura se encuentran reflejadas en el plano número 13. Con respecto a los perfiles, el tramo central es un perfil rectangular hueco de dimensiones 60x40.4 y el material será el mismo que para el caso anterior. Las patas de la estructura son simétricas siendo:

11.4.1. PILAR IZQUIERDO

Tendrá el mismo perfil y material que el de la estructura para tensar el cable en los extremos finales, descrita en el apartado 11.3.1. de esta memoria. Las zapatas y placas de anclaje también serán las mismas que en dicho apartado, ambas definidas como “Tipo 2”.

11.4.2. PILAR DERECHO

Al igual que el caso anterior, tendrá el mismo perfil, sección circular y maciza de diámetro 20 mm, y material que el de la estructura para tensar el cable en los extremos finales, descrita en el apartado 11.3.2. de esta memoria. Y tanto las zapatas como las placas de anclaje serán las mismas que en dicho apartado, definidas como “Tipo 3”.

11.5. ZONAS PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN

Para los cambios de dirección será necesario un tramo fijo que sirva de guía para poder efectuar los giros pertinentes.

Según *Anexo II: Cálculo de torres*, este tramo estará compuesto por un perfil hueco circular de sección 40.4 mm, sobre la cual debe ir soldado el cable descrito en el apartado 11.1 de esta memoria, con el fin de servir de guía a las rondanas. El material de este perfil será el mismo que el de los perfiles descritos anteriormente, el S275 JR.



Figura 16: Zona para cambio de dirección con garruchas y separadores a espera de ser cargados con racimos de fruta (Fuente: Propia)

Los cambios de dirección presentes en el alcance del proyecto se encuentran designados en los planos como “B” y “C”. Sus radios de giro vienen definidos, para “B” en el plano número 9, y para “C” en el plano número 10.

11.6. SUJECIÓN DEL CABLE A LAS TORRES DE APOYO

Las torres de apoyo sujetan al cable a través de unas piezas de acero en forma de Z que tiene cierto momento hacia los lados. El cable se sujeta a la zeta por medio de una plancha en el sentido del cable y que es fijada con dos tornillos.



Figura 17: Soporte tipo “z” (Fuente: Propia)

11.7. GARRUCHAS

Las garruchas son los mecanismos que permiten el desplazamiento del tren de racimos sobre el cable portador, a través de unas rondanas que encajan en este. Sirven de enganche para los racimos de fruta gracias a una cadena que rodea al raquis y lo sujeta. Además, posee dos enganches para la instalación de los separadores.



Figura 18: Garrucha (Fuente: Propia)

11.8. SEPARADORES

Los separadores de racimos, que suelen ser perfiles redondos de hierro galvanizado de 1 m de longitud y unos 25 mm de diámetro.



Figura 19: Separadores de racimos (Fuente: Propia)

12. DIAGRAMA DE TIEMPOS

Se estima una duración de 30 días para la ejecución y puesta en funcionamiento del sistema de cablevía. El cronograma previsto es el que sigue:

	Semana	Semana	Semana	Semana
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Replanteo				
Movimientos de tierra				
Ejecución de la obra				
Prueba				
Entrega de obra				

13. NÚMERO DE TRABAJADORES

- Director de obra.
- Capataz.
- Una cuadrilla de tres operarios especializados.

14. RESUMEN DE PRESUPUESTO

El presupuesto según ALCANCE del proyecto asciende a la cantidad que se resume en la siguiente tabla:

Código	Capítulo	Unidades	Latitud	Longitud	Altura	Medición	Subtotal	Partida	Subtotal partida
00	Acondicionamiento del terreno	.....							1694,16
01	Cimentación	.....							611,38
02	Estructura	.....							7533,79
03	Accesorios	.....							1260
04	Seguridad y salud	.....							530,11
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL									11629,44
							15,00% Gastos generales.....	1744,416	
							7,00% Beneficio industrial.....	814,061	
							SUMA DE G.G y B.I.		2558,48
							7,00% I.G.I.C		814,06
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA									14187,92
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL									15001,98
PRESUPUESTO POR METRO LINEAL DE CABLE CARRIL									68,19

Tabla 3: Resumen de presupuesto (Fuente: Elaboración propia)

Por la similitud del área de ALCANCE del proyecto en todos sus aspectos (16.992 m² y 220 metros lineales de cablecarril), con relación al resto de la finca apta para implantación de cablecarril (149.000 m² y 2540 metros lineales de cablecarril) se ha extrapolado y estimado un presupuesto de inversión de cablecarril en 173.202,6 euros.

15. ESTRUCTURA DE COSTES Y MARGEN DE RENTABILIDAD

15.1. ESTRUCTURA DE COSTES DE LA LABOR DE RECOLECCIÓN

Al objeto de calcular los márgenes de rentabilidad de la operación de recolección y transporte y efectuar comparaciones, se aproximan solamente los costes de esta labor. Por un lado, se presenta el análisis detallado de la situación actual, sin cablecarril y más intensiva en mano de obra; y por otro, la situación mecanizada, con el cablecarril.

Para el cálculo de las magnitudes se ha considerado que se trabaja en la recolección y transporte 80 días al año, tiempo requerido de campaña de recolección.

SITUACIÓN ACTUAL

SITUACIÓN 1: SIN CABLE CARRIL

MANO DE OBRA	Euros/jornada	Euros/racimo	Euros/kilo
UNCORTADOR	71,76	0,239	0,00598
TRES CARGADORES	810,00	2,700	0,06750
CONDUCTOR DEL CAMIÓN	71,76	0,239	0,00598
CONDUCTOR DEL MONTACARGAS	71,76	0,239	0,00598
CAMIÓN			
AMORTIZACIÓN CAMIÓN	11,25	0,038	0,00094
MANTENIMIENTO DEL CAMIÓN	3,675	0,012	0,00031
AMORTIZACIÓN DE LAS JAULAS	0,75	0,0025	0,00006
MANTENIMIENTO DE LAS JAULAS	1,25	0,004	0,00010
COMBUSTIBLE	0,90	0,003	0,00008
MONTACARGAS			
AMORTIZACIÓN DEL MONTACARGAS	3,75	0,0125	0,00031
MANTENIMIENTO DEL MONTACARGAS	0,38	0,00125	0,00003
COMBUSTIBLE	0,18	0,0006	0,00002
TOTAL	1.047,41	3,491	0,08728

Tabla 4: Situación sin cablecarril (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla anterior se desglosan cada uno de los costes en los que se incurre en la primera situación. La mayor repercusión en la estructura total de costes se centra en la mano de obra, dado el carácter tradicional del proceso. Para su cálculo se han tenido en cuenta las retribuciones de los implicados: un cortador, tres cargadores, un conductor del camión y un conductor del montacargas que al mismo tiempo descarga los racimos de las jaulas y realizada el pesado de cada uno de los racimos. En su totalidad suman 1025,28 € por jornada. Estas retribuciones han sido calculadas conforme a la Resolución de 25 de julio de 2018, por la que se dispone la inscripción, depósito y publicación del Convenio Colectivo de la Empresa Regional del Campo (BOC 23 de octubre de 2018) y por el Convenio Colectivo de empaquetados de Tenerife, La Gomera y el Hierro.

También se repercute a la estructura, tal y como se aprecia en la tabla, cada uno de los costes vinculados al camión y al montacargas, como

combustible, amortización (10 años) y mantenimiento. Además, del coste por visitas a taller dos veces al año y otros gastos, como ITV y neumáticos.

De todo ello, como se refleja en la tabla anterior resulta un coste de 1.047,41 €/día, o lo que es lo mismo, 3,491€ por racimo o 0,08728 € por kg puesto en empaquetado.

SITUACIÓN CON CABLECARRIL

La situación 2, tras la implementación del cablecarril, es la siguiente:

SITUACIÓN 2: CABLECARRIL

MANO DE OBRA	Euros/jornada	Euros/racimo	Euros/kg
UN CORTADOR	71,76	0,239	0,0059
DOS CARGADORES	540	1,800	0,0450
DOS OPERARIOS (CONDUCTOR TRACTOR, APOYO EN CABLE)	71,76	0,120	0,0030
CABLE CARRIL			
AMORTIZACIÓN DEL CABLECARRIL	120,279	0,401	0,0100
MANTENIMIENTO DEL CABLECARRIL	6,250	0,021	0,0005
TRACTOR			
AMORTIZACIÓN DEL TRACTOR	3,125	0,010	0,00026
MANTENIMIENTO DEL TRACTOR Y VÍAS DE ACCESO	0,188	0,00063	0,00002
COMBUSTIBLE	0,090	0,0003	0,00001
TOTAL	813,452	2,592	0,06479

Tabla 5: Situación con cablecarril (Elaboración propia)

Tras la introducción de la mecanización del proceso, el primer coste que se reduce es la mano de obra. En este caso solo se necesitan un cortador, dos cargadores (en lugar de tres), un operario que conduce el tractor y un operario que ayuda a los cargadores a colgar los racimos a pie de cable. Esta disminución de mano de obra se debe principalmente a que el recorrido medio para llegar a colgar un racimo en el cable es de unos 40 metros, mientras que en la situación anterior la distancia media para alcanzar el camión es de unos 60 metros. Además de que, en la situación con cablecarril, no se precisa camión ni montacargas, ni operario del mismo a la llegada a almacén pues en esta situación no se utilizan jaulas. Los costes de mano de obra en este caso se reducen en algo más de 340 € diarios.

A pesar de la disminución de costes indicada en el caso anterior, el cable y su mantenimiento encarecen la estructura (amortización: 18 años según https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337163376Contabilidad_agraria_baja.pdf, para estructuras similares de alambre y hierro). El cálculo se ha basado en la imputación de un coste de 68,19 €/metro lineal de cable a los 2.540 metros que ocupa la totalidad de la finca. Se ha considerado que el mantenimiento técnico anual es de unos 500 €.

El resto de los costes, nada despreciables, están formados por el tractor (combustible, amortización de 10 años) y mantenimiento del acceso de paso del tractor. La apertura de vía (movimiento de tierra y pequeñas paredes en los pasos entre bancales) se ha considerado incremento del capital territorial y no inversión a amortizar.

De lo anterior se extrae, en resumen, un coste diario de 813,452 €, o lo que es lo mismo, 2,592 € por racimo, o también 0,06479 € por kilogramo puesto en manos del desmanillador en el salón empaquetado.

15.1.1. COSTES TOTALES DE PRODUCCIÓN Y VENTA (EN LA FINCA)

Por la similitud del área de alcance del proyecto (16.992 m² y 220 metros lineales de cablecarril) en todos sus aspectos, con relación a la totalidad de la finca (149.000 m² y 2.540 metros lineales de cablecarril), y por su factible extrapolación, se ha comparado el margen de rentabilidad de la inversión en toda la finca (no se ha tenido en cuenta posible disminución de costes por economía de escala). En la tabla siguiente se muestran los datos referidos a la finca en su totalidad:

	Situación 1	Situación 2	DIFERENCIA
PRODUCTO BRUTO VENTA (€)	719.280	717.243,2	
COSTES (€)	534.600	495.229,7	
MARGEN BRUTO (€)	184.680	222.013,5	37.333,52

Tabla 6: Comparación de situaciones (Fuente: Elaboración propia)

La aproximación de las estructuras de costes expuestas permite calcular el coste total de producción y de venta, y, por tanto, el margen bruto. Así, el coste de producción en el caso actual, situación 1ª, se ha calculado sobre 972.000 kg (24.300 racimos x 40 kg/racimo), y estimado en 0,55 €/kg puesto en empaquetado (dato facilitado por el gerente de la explotación). Para el caso 2º la producción calculada es la resultante de disminuir la cantidad de racimos anterior en unos 830 debido a que la obra del cable requiere la ocupación de una superficie de 4.980 m² (cada planta ocupa 6 m²), mientras que en la situación 1ª esa superficie sí está dedicada a cultivo. Los costes de producción en la situación 2ª, se han estimado iguales a la situación 1ª, es decir, 0,55 €/kg producido puesto en empaquetado.

De lo anterior, los costes de la situación 1ª, se cifran, en aproximadamente 534.600 €, mientras que en la situación 2ª, o situación con cablecarril, son de 495.229,7 €.

Por su parte, como se ha adelantado en la esta memoria, la producción destinada a la venta siguiendo el proceso tradicional, se ha estimado en un 90% de buena calidad. Puesto que el tratamiento manual implica un porcentaje de deterioro significativo de la fruta, que se aminora con la utilización de cablecarril como transporte. En ambos casos, el precio de venta se ha estimado el mismo a efectos de este proyecto, unos 0,8 €/kg a la entrada de empaquetado. Se ha considerado también que la mitad de la fruta de menor calidad, con daños (el 5%), se acepta en los mercados a menor precio (0,40 €/kg). De esta manera se obtendrían 719.280 € en la situación 1ª.

Con relación a la situación 2ª, en la que la fruta recibe menos daños mecánicos, se ha estimado que la depreciación es de unos 4 puntos porcentuales menos que la situación 1ª, por lo que la producción para la venta es de 717.243,2 €. Se ha estimado también que la mitad de la fruta dañada es comercializable, pero a menor precio, 0,40 €/kg a la entrada a empaquetado.

15.2. MARGEN DE RENTABILIDAD

Del análisis económico resulta la diferencia que se expone en la siguiente tabla:

BENEFICIO	SITUACIÓN 1	SITUACIÓN 2	DIFERENCIA
TOTAL (EUROS)	184.680,00	222.013,5	37.333,52

Tabla 7: Beneficio en ambas situaciones (Fuente: Elaboración propia)

Como conclusión, se obtiene un beneficio anual próximo a los 37.000 € con la implementación del cablecarril, no redundando solo en el coste de producción, sino en el aumento de producto para la venta por el efecto de la calidad, uno de los objetivos de la mecanización de los procesos.

De la extrapolación del cálculo técnico-económico de la situación de ALCANCE (inversión: 68,19 €/metro lineal de sistema de cablecarril), se ha estimado una inversión de unos 173.202,6 euros en la totalidad de la finca (2.540 metros lineales de sistemas de cablecarril).

INVERSIÓN CABLECARRIL (EN EUROS)	173.202,6
PLAZO DE RECUPERACIÓN (EN AÑOS)	4,639

Tabla 8: Plazo de recuperación (Fuente: Elaboración propia)

Teniendo en cuenta la inversión del cable y el margen anual antes considerado (37.333,52 €), el plazo de recuperación de la inversión, se cifra en unos cuatro años y siete meses y medio, concluyendo que se trata de un periodo aceptable de recuperación de la inversión.

16. CONCLUSIONES DE ESTUDIO DE MARGEN DE RENTABILIDAD

Por la similitud del área de ALCANCE del proyecto en todos sus aspectos (16.992 m² y 220 metros lineales de cablecarril), con relación al resto de la finca apta para implantación de cablecarril (149.000 m² y 2540 metros lineales de cablecarril) se ha extrapolado y estimado un MARGEN DE RENTABILIDAD para el conjunto de la finca en unos 37.000 € anuales con la implementación del sistema, no atribuibles solo en el coste de producción, sino en el aumento de

producto para la venta por el efecto de la calidad dado los menores daños de la fruta. Pudiendo recuperar la inversión en cuatro años y siete meses y medio.

17. PRIORIDAD DE DOCUMENTOS

Si en la ejecución del proyecto existiera algún tipo de ambigüedad o discrepancia en diferentes documentos, el orden de prioridad a seguir es el que sigue:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

18. CONCLUSIONES

1. Conventional banana harvesting practices and especially transportation cause significant shrinkage in quality due to damage to the delicate skin of the fruit.

2. Collection and transport system through cableway reduce the traumatic damage to the fruit.

3. Cableway system has a limitation when the slopes are excessive.

4. In Canary Islands, because of its orography, most of the farms are unviable for the establishment and functionality of a cableway, although many of them would adopt the system, such as the one chosen for the design of this project.

5. In relation to the design of the structures, due to the singularity of the bunches of the cultivated varieties in the Canary Islands, especially for their length and weight, modifications are required especially as the height of the towers and greater resistance of the cable, than those implanted in other banana areas.

6. The situation of the farm, coastal area with sea breeze, and the observations made, have advised the use of stainless steel and galvanized materials.

7. The cost of the linear meter of cableway structure assembled and tested has amounted to 68,19 euros according with the present project, especially for the higher price of stainless steel.

8. The cost of the kilogram of fruit from the cut of the plant cluster until it reaches the packing room is lower with the cable system at € 0,022 / kg (current system cost € 0,087 / kg, system cost with cable € 0,065) / kg).

9. The profit margin of the farm (investment 173.202,6 euros), is about 37.333,52 euros.

10. For the estimated period of recovery of the investment, 4,64 years.

11. From the academic point of view, the real case that is being exposed, project of cableway implementation in a banana plantation in a farm on the island of Tenerife, has been implemented in an integral way with the knowledge acquired in the University.

12. This TFG gives me knowledge of the importance of engineering in economic activities such as the present case.

En San Cristóbal de La Laguna a 9 de julio de 2019.

Marta Rodríguez Sosa

Fdo:



Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos

Universidad de La Laguna
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

ANEXOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA
DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

ÍNDICE

ANEXO I: CÁLCULO DEL CABLE

ANEXO II: CÁLCULO DE TORRES

ANEXO III: CÁLCULO DE OBRA CIVIL

ANEXO IV: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

ANEXO V: DOSSIER FOTOGRÁFICO

ANEXO VI: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO VII: PRESUPUESTO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO I

CÁLCULO DEL CABLE

ÍNDICE

1.	OBJETO	4
2.	ALCANCE.....	4
3.	CÁLCULOS	4
3.1.	CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL CABLE.....	5
3.2.	EQUILIBRIO DEL CABLE	6
3.3.	CÁLCULO DE LA CATENARIA	6
3.4.	CÁLCULO DE TENSIONES DEBIDAS A LAS CARGAS PUNTUALES PARA EL TRAMO MÁS DESFAVORABLE.....	12
3.5.	CÁLCULO DE TENSIONES EN LOS APOYOS DEBIDAS AL PROPIO PESO DEL CABLE	14
3.6.	ELECCIÓN DEL DIÁMETRO PARA EL REDONDO DEL CABLE CARRIL.....	14
3.7.	COMPROBACIÓN DE LA FATIGA CONSIDERANDO CARGAS A FLEXIÓN.....	16
3.7.1.	FALLA POR FATIGA DEBIDA LAS CARGAS A FLEXIÓN.	17
3.7.2.	FALLA POR FATIGA DEBIDO A CARGAS AXIALES.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Factores de seguridad recomendados	5
Figura 2: Esquema catenaria	6
Figura 3: Distribución del cable	9
Figura 4: Distribución de tramos.....	9
Figura 5: Pendiente máxima en el punto A	11
Figura 6: Pendiente en el punto B.....	12
Figura 7: Tensiones debidas a cargas puntuales en externos a distinta cota ..	12
Figura 10: Fatiga debida a cargas a flexión	17
Figura 11: Factor dimensional	19
Figura 12: Factor de tipo de carga	19
Figura 13: Factor de acabado superficial	19
Figura 14: Factor de temperatura.....	20
Figura 15: Factor de confiabilidad	20
Figura 16: Fatiga debida a cargas axiales.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Muestras de racimos de fruta en época de mayor tamaño.....	8
Tabla 2: Muestra de racimos de fruta en época de mayor tamaño	9
Tabla 3: Promedio de la muestra	9
Tabla 4: Medidas de tramos	10
Tabla 5: Determinación del diámetro del cable	15

1. OBJETO

El objeto del presente anexo es describir y especificar los cálculos necesarios para determinar las dimensiones del cable portador.

2. ALCANCE

A continuación, se describen las actuaciones que tendrán lugar dentro del alcance de este anexo.

- Cálculo de la curva catenaria que describe el cable.
- Cálculo de tensiones debido a las cargas sobre el cable.
- Cálculo de las tensiones que generará el cable sobre la estructura.
- Comprobación de fallo por fatiga.

3. CÁLCULOS

El criterio de selección del cable se basa en aquellos factores que influyen en la vida útil y en un mejor trabajo de dicho cable. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Capacidad de carga: Se determinará el esfuerzo máximo de tracción para la carga que ha de soportar y el esfuerzo debido al peso propio del cable. Una vez determinado el esfuerzo, teniendo la mínima resistencia a la ruptura por tensión que debe tener el material seleccionado, se ha de determinar cuál es el factor de seguridad para el diseño mediante la siguiente ecuación:

$$F.S = \frac{Q_{re}}{Q} \quad (1)$$

Donde:

F.S: Coeficiente de seguridad

Q_{re} : Carga de rotura efectiva (N)

Q: Carga que soportará el cable (N)

El factor de seguridad para el cablecarril será el recomendado por el catálogo de Emcocables.

FACTORES DE SEGURIDAD RECOMENDADOS	
Sector	Construcción
Cables fijos. Cables de puentes colgantes	3-4
Cables carriles para teleféricos	3,5-5
Cables tractores para teleféricos	5-7
Cables de labor, elevación y grúas	5-9
Cables para instalaciones importantes	8-12
Cables para transporte de personal	8-12
Cables para planos inclinados	5-8
Cables para pozos de extracción	8-12
Cables para ascensor	8-17
Cables para cabrestantes y trenajes	4-8

Figura 1: Factores de seguridad recomendados (Fuente: Emcocables)

Resistencia a la fatiga: Se define como la capacidad de un material para resistir cargas a fatiga producida por las flexiones continuas y vibraciones.

Resistencia a la abrasión: Su importancia estriba en el desgaste que produce la fricción entre el cable y las rondanas.

Resistencia a la corrosión: Debido a que el medio donde se pretende implantar el cablecarril tiene un clima costero, conviene considerar la resistencia de los cables a la corrosión en ambiente marino. Por ello, sería recomendable utilizar un cable galvanizado o de acero inoxidable.

3.1. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL CABLE

Para determinar el diámetro del cable es necesario conocer los valores que alcanzan ciertos parámetros característicos, como puede ser la tensión del cable, que se calculará en base a un factor de seguridad para determinar el cumplimiento de la resistencia del mismo. Así como, conocer la longitud del vano a salvar y la flecha necesaria para determinar cuál será el punto más bajo debido

a la carga y al propio peso del cable, a fin de evitar que los racimos de fruta lleguen al suelo. Para dicha determinación, es necesario considerar el equilibrio estático del sistema.

La configuración de equilibrio está relacionada con el tipo de carga. Estas se clasifican en:

- Cargas puntuales: Las que actúan en uno o varios puntos separados entre sí por una distancia finita, no existiendo fuerzas en los puntos intermedios.
- Cargas repartidas: Cargas uniformemente distribuidas.

3.2. EQUILIBRIO DEL CABLE

Aplicando las ecuaciones de equilibrio en el cable, se obtendrá un sistema de tres ecuaciones independientes y cuatro incógnitas, dos en cada extremo, lo que corresponde a un sistema estáticamente indeterminado. Esto significa que existe una multitud de cables que podrían satisfacer las ecuaciones de equilibrio para un mismo sistema de fuerzas. Para lograr una solución única que se adapte a su diseño, se plantea una cuarta ecuación. Y se valora la curva que formará el cable sometido a la acción de la gravedad, es decir, la catenaria.

3.3. CÁLCULO DE LA CATENARIA

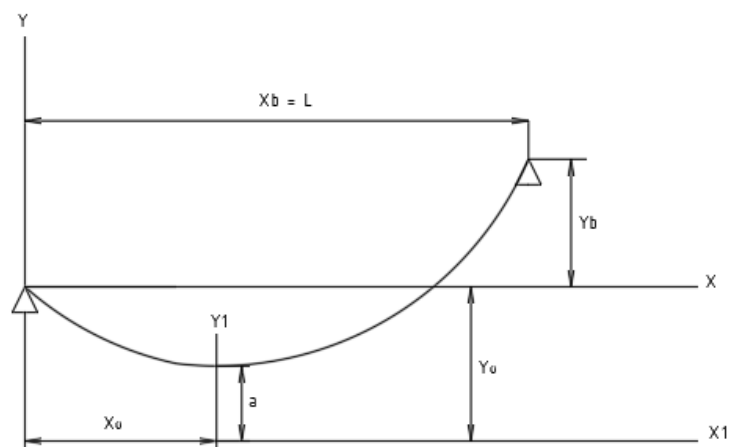


Figura 2: Esquema catenaria (Fuente: Elaboración propia)

La catenaria es la curva que adoptará el cable cuando esté sujeto por sus dos extremos y sometido sólo a la acción de la gravedad. Para determinar los parámetros que definen esta curva, se plantean las siguientes ecuaciones:

1ª Ecuación: Condición de paso de la catenaria por el punto A

$$-y_0 = a \cdot \cosh\left(\frac{x_0}{a}\right) \quad (2)$$

2ª Ecuación: Condición de paso de la catenaria por el punto B

$$y_B - y_0 = a \cdot \cosh\left(\frac{x_B - x_0}{a}\right) \quad (3)$$

3ª Ecuación: Longitud del cable

$$S_{AB} = S_{OA} + S_{OA} = a \cdot \sinh\left(\frac{x_0}{a}\right) + a \cdot \sinh\left(\frac{x_B - x_0}{a}\right) \quad (4)$$

De este modo se tienen tres ecuaciones y tres incógnitas. Se igualan las ecuaciones (2) y (3), obteniéndose:

$$y_B = a \cdot \cosh\left(\frac{x_B - x_0}{a}\right) - a \cdot \cosh\left(\frac{x_0}{a}\right) \quad (5)$$

Para las consideraciones de diseño fue necesaria la toma de datos de distintas muestras de racimos de la fruta, las cuales aparecen reflejadas en las siguientes tablas:

MUESTRA	PESO(Kg)	ALTURA(m)	DIÁMETRO(cm)
1	48	1,3	35
2	56	1,5	41
3	71	1,9	52
4	67	1,8	49
5	53	1,4	39
6	61	1,7	44
7	80	2,2	58
8	52	1,4	38
9	86	2,3	63
10	82	2,2	60
11	68	1,8	50
12	62	1,7	45

13	65	1,8	47
14	54	1,5	39
15	72	2,0	53
16	63	1,7	46
17	48	1,3	35
18	41	1,1	30
19	57	1,5	42
20	53	1,4	39
21	79	2,1	58
22	84	2,3	61
23	64	1,7	47
24	58	1,6	42
25	68	1,8	50

Tabla 1: Muestras de racimos de fruta en época de mayor tamaño (Fuente: Elaboración propia)

MUESTRA	PESO(Kg)	ALTURA(m)	DIÁMETRO(cm)
26	62	1,7	45
27	69	1,9	50
28	65	1,8	47
29	53	1,4	39
30	62	1,7	42
31	68	1,8	46
32	67	1,8	45
33	69	1,9	47
34	64	1,7	43
35	63	1,7	43
36	71	1,9	48
37	67	1,8	42
38	52	1,4	35
39	69	1,9	46
40	58	1,6	39
41	69	1,9	46
42	58	1,6	39
43	62	1,7	42
44	73	2,0	49
45	65	1,8	44

46	75	2,0	50
47	75	2,0	48
48	67	1,8	43
49	72	2,0	46
50	62	1,7	40

Tabla 2: Muestra de racimos de fruta en época de mayor tamaño (Fuente: Elaboración propia)

Muestra	Peso (Kg)	Altura (m)	Diámetro (cm)
Promedio	65	1,7	45

Tabla 3: Promedio de la muestra (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, para el análisis de los parámetros de diseño se estudian cada uno de los tramos del recorrido del cable. Estos tramos aparecen reflejados en la siguiente imagen. Se considerarán los más restrictivos como aquellos cuya longitud y pendiente sean mayor respecto al resto de tramos.

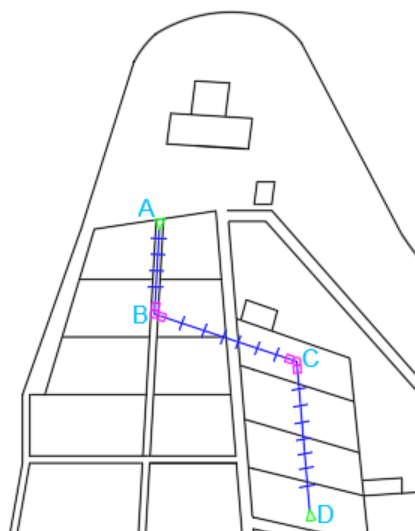


Figura 3: Distribución del cable (Fuente: Elaboración propia)

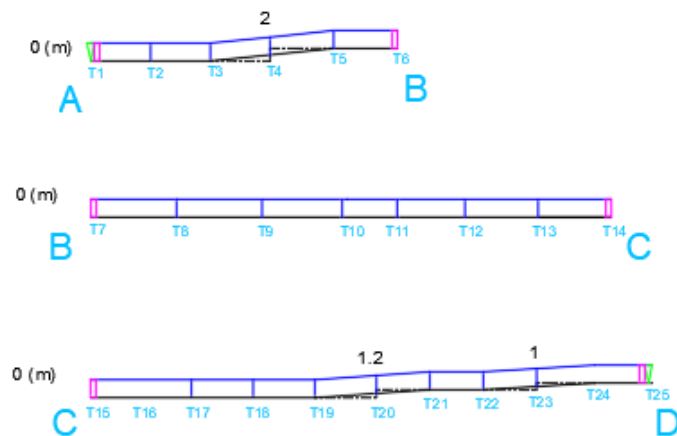


Figura 4: Distribución de tramos (Fuente: Elaboración propia)

Para este estudio, se procede al análisis de la siguiente tabla:

Tramo	Luz (m)	Altura (m)	Dif. Altura (m)	Pendiente(°)
T1-T2	10,1	14,2	0,0	0,0
T2-T3	10,1	14,2	0,0	0,0
T3-T4	10,1	14,2	2,0	11,2
T4-T5	10,1	16,2	2,0	11,2
T5-T6	10,1	16,2	0,0	0,0
T7-T8	9,0	17,5	0,0	0,0
T8-T9	9,0	17,5	0,0	0,0
T9-T10	9,0	17,5	0,0	0,0
T11-T12	9,6	17,5	0,0	0,0
T12-T13	9,6	17,5	0,0	0,0
T13-T14	9,6	17,5	0,0	0,0
T15-T16	7,6	17,7	0,0	0,0
T16-T17	7,6	17,7	0,0	0,0
T17-T18	7,6	17,7	0,0	0,0
T18-T19	7,6	17,7	0,0	0,0
T19-T20	7,6	17,7	1,2	9,0
T20-T21	8,1	18,9	1,2	8,5
T21-T22	8,1	18,9	0,0	0,0
T22-T23	8,1	18,9	1,0	7,1
T23-T24	8,7	19,9	1,0	6,6
T24-T25	8,7	19,9	0,0	0,0

Tabla 4: Medidas de tramos (Fuente: Elaboración propia)

Los tramos más desfavorables son T3-T4 y T4-T5.

Considerando los parámetros para el diseño y estudiando el tramo más desfavorable del cable, se obtendrá una solución que se adapte a las condiciones deseadas. Los parámetros del tramo más restrictivo del cable son:

- Desnivel, y_B :

$$y_B = 2 \text{ m}$$

- Altura de las torres, y_o :

$$y_o = 2,5 \text{ m}$$

- Longitud entre puntos de apoyo, $x_B = L$:

$$x_B = L = 10 \text{ m}$$

- Flecha máxima, $F_{\text{máx}}$:

Considerando como parámetro de diseño que:

$$\frac{L}{20} \leq F_{\text{máx}} \leq \frac{L}{30}$$

Asumiendo el valor promedio entre estos valores, y tomando como flecha

$$\text{máxima } F_{\text{máx}} = \frac{L}{25} = \frac{10 \text{ m}}{25} = 0,4 \text{ m}$$

- Distancia desde el suelo hasta el punto de mayor flecha, a:

$$a = y_0 - F_{\text{máx}} = 2,1 \text{ m}$$

- Peso medio por racimo, P_{racimo} :

$$P_{\text{racimo}} = 65 \text{ Kg}$$

- Fuerza ejercida por racimo, F_{racimo} :

$$F_{\text{racimo}} = P_{\text{racimo}} \cdot g = 65 \text{ Kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 637,65 \text{ N}$$

- Separación entre racimos, S:

$$S = 0,6 \text{ m}$$

A partir de los datos anteriores, se determinará la longitud a la cual se da el valor de flecha máxima en el tramo más desfavorable, x_0 , utilizando la ecuación (5):

$$y_B = a \cdot \cosh\left(\frac{x_B - x_0}{a}\right) - a \cdot \cosh\left(\frac{x_0}{a}\right)$$

$$2 \text{ m} = 2,1 \text{ m} \cdot \cosh\left(\frac{10 \text{ m} - x_0}{2,1 \text{ m}}\right) - 2,1 \text{ m} \cdot \cosh\left(\frac{x_0}{2,1 \text{ m}}\right)$$

$$x_0 = 4,814 \text{ m}$$

Y también los ángulos que tendrá el cable en los extremos cuando la flecha alcance su valor máximo establecido:

Valor de pendiente máxima en el punto A:

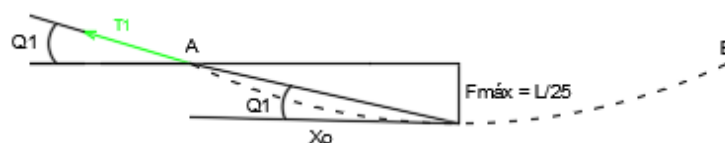


Figura 5: Pendiente máxima en el punto A (Fuente: Elaboración propia)

$$Q_1 = \operatorname{arccotg}\left(\frac{F_{\text{máx}}}{x_0}\right) = \operatorname{arccotg}\left(\frac{0,4 \text{ m}}{4,814 \text{ m}}\right) = 4,75^\circ$$

Valor de pendiente máxima en el punto B:

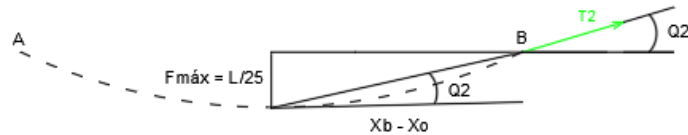


Figura 6: Pendiente en el punto B (Fuente: Elaboración propia)

$$Q_2 = \operatorname{arccotg}\left(\frac{F_{\text{máx}}}{X_B - x_0}\right) = \operatorname{arccotg}\left(\frac{0,4 \text{ m}}{10 \text{ m} - 4,814 \text{ m}}\right) = 4,41^\circ$$

3.4. CÁLCULO DE TENSIONES DEBIDAS A LAS CARGAS PUNTUALES PARA EL TRAMO MÁS DESFAVORABLE

Tras el estudio de los distintos tramos se determina el tramo más desfavorable como aquel que presentará mayor desnivel y mayor distancia entre torres.

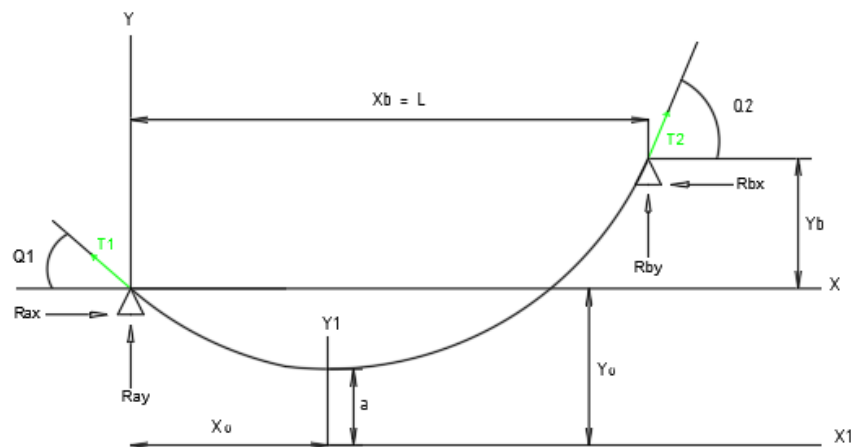


Figura 7: Tensiones debidas a cargas puntuales en externos a distinta cota (Fuente: Elaboración propia)

Se aplica la primera Ley de Newton sobre las condiciones de equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en el eje x es igual a cero, $\Sigma F_x = 0$

$$R_{Ax} + R_{Bx} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{Ax} = R_{Bx} \quad (6)$$

Sumatoria de fuerzas en el eje y es igual a cero, $\Sigma F_y = 0$

$$R_{Ay} + R_{By} - \Sigma F = 0 \quad \rightarrow \quad R_{By} = \Sigma F - R_{Ay} \quad (7)$$

Sumatoria de momentos con respecto al punto B, $\Sigma M_B = 0$

$$-R_{Ay} \cdot L + \Sigma F \cdot d + R_{Ax} \cdot y_B = 0 \quad \rightarrow \quad R_{Ay} = \frac{\Sigma F \cdot d + R_{Ax} \cdot y_B}{L} \quad (8)$$

Por lo tanto:

$$R_{Ax} = R_{Bx}$$

$$R_{By} = \Sigma F - \frac{\Sigma F \cdot d + R_{Ax} \cdot y_B}{L}$$

$$R_{Ay} = \frac{\Sigma F \cdot d + R_{Ax} \cdot y_B}{L}$$

De las ecuaciones anteriores se deduce que:

$$|R_{Ax}| = |R_{Bx}| = |T_1 \cdot \cos Q_1| = |-T_2 \cdot \cos Q_2|$$

$$T_1 = \frac{\Sigma F \cdot d}{-\sin Q_1 \cdot L - y_B \cdot \cos Q_1}$$

$$T_2 = -\frac{\Sigma F}{\cos Q_2} + \frac{\Sigma F \cdot d + T_1 \cdot \cos Q_1 \cdot y_B}{L \cdot \cos Q_2}$$

Se calculan las tensiones en el tramo más desfavorable aplicando las ecuaciones para un tramo con desnivel.

$$T_1 = \frac{\Sigma F \cdot d}{-\sin Q_1 \cdot L - y_B \cdot \cos Q_1} = \frac{56368,26 \text{ Nm}}{-\sin(4,75) \cdot 10 - 2 \cdot \cos(4,75)} = -19980,15 \text{ N}$$

El signo negativo tan solo significa que el planteamiento inicial de las tensiones es incorrecto. Van en sentido contrario y con igual valor absoluto, por tanto:

$$T_1 = 19980,15 \text{ N}$$

Se descompone este valor de tensión, obteniendo el valor correspondiente a cada eje:

$$T_{1x} = T_1 \cdot \cos Q_1 = 19980,15 \text{ N} \cdot \cos(4,75) = 19911,53 \text{ N}$$

$$T_{1y} = T_1 \cdot \sin Q_1 = 19980,15 \text{ N} \cdot \sin(4,75) = 1654,52 \text{ N}$$

Tensión correspondiente al externo 2:

$$T_2 = -\frac{\Sigma F}{\cos Q_2} + \frac{\Sigma F \cdot d + T_1 \cdot \cos Q_1 \cdot y_B}{L \cdot \cos Q_2}$$

$$T_2 = -\frac{10840,05 \text{ N}}{\cos(4,41)} + \frac{56368,26 \text{ Nm} - 19980,15 \cdot \cos(4,75) \cdot 2\text{m}}{10\text{m} \cdot \cos(4,41)} = -9212,80 \text{ N}$$

$$T_2 = 9212,80 \text{ N}$$

Se descompone este valor de tensión, obteniendo el valor correspondiente a cada eje:

$$T_{2x} = T_2 \cdot \cos Q_2 = 9212,80 \text{ N} \cdot \cos(4,41) = 9185,52 \text{ N}$$

$$T_{2y} = T_2 \cdot \sin Q_2 = 9212,80 \text{ N} \cdot \sin(4,41) = 708,40 \text{ N}$$

3.5. CÁLCULO DE TENSIONES EN LOS APOYOS DEBIDAS AL PROPIO PESO DEL CABLE

Tensión horizontal del cable, T_h :

$$T_h = a \cdot \lambda \quad (9)$$

Donde:

λ : peso por unidad de longitud de cable.

Tensión vertical del cable, T_v :

$$T_v = T_h \cdot \sinh\left(\frac{x_0}{a}\right) \quad (10)$$

3.6. ELECCIÓN DEL DIÁMETRO PARA EL REDONDO DEL CABLECARRIL

Como se indica en el apartado 11.1 de la memoria descriptiva, se ha elegido el acero inoxidable AISI 316.

Según la ficha técnica de dicho acero inoxidable, su resistencia a la tracción es de 540,66 N/mm².

Partiendo de la calculada tensión máxima de 19980,15N, que es la que ha de soportar el cable debida a las cargas puntuales, y tomando como recomendación un coeficiente de seguridad de entre 5 y 6, según *Manual de Emcables*, se determinará el valor de diámetro para el cable tal que cumpla con todas las características, mediante la ecuación (1).

En el siguiente cuadro se muestran los valores de los distintos diámetros y su factor de seguridad:

D (mm)	ÁREA (mm²)	Q_{RE} (N)	Q (N)	F.S
10	78,54	42934,58	19980,15	2,15
11	95,03	51950,84	19980,15	2,60
12	113,10	61825,79	19980,15	3,09
13	132,73	72559,43	19980,15	3,63
14	153,94	84151,77	19980,15	4,21
15	176,71	96602,80	19980,15	4,83
16	201,06	109912,51	19980,15	5,50
17	226,98	124080,92	19980,15	6,21

Tabla 5: Determinación del diámetro del cable (Fuente: Elaboración propia)

Se concluye con dos valores de diámetro que se adaptan a las características, 16 y 17 mm. Para este proyecto se ha elegido, por razones antes indicadas, el AISI 316, en diámetro 16 mm debido a que no existen cables comerciales de diámetro 17 mm, que también cumpliría con las premisas.

A continuación, se calcularán las tensiones producidas debido al peso del propio cable y la comprobación del rango del coeficiente de seguridad.

Para el cálculo del peso por metro lineal de cable se tomará el valor de densidad descrito en la ficha técnica del producto.

El peso correspondiente al tramo más desfavorable para el acero seleccionado será:

$$\lambda = \text{Densidad} \cdot \text{Volumen}$$

Donde:

$$\text{Densidad} = 7,98 \text{ Kg/dm}^3$$

$$\text{Volumen} = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot L = \pi \cdot \frac{0,16^2}{4} \cdot 100 \text{ dm} = 2,01 \text{ dm}^3$$

$$\lambda = 7,98 \frac{\text{Kg}}{\text{dm}^3} \cdot 2,01 \text{ dm}^3 \cdot 9,81 \text{ N} = 157,79 \text{ N}$$

Mediante la (9) se determina la tensión horizontal debida al propio peso del cable:

$$T_h = a \cdot \lambda = 2,1 \text{ m} \cdot 157,79 \text{ N} = 331,36 \text{ N}$$

Mediante (10) se determina la tensión vertical debida al propio peso del cable:

$$T_v = T_h \cdot \sinh\left(\frac{x_0}{a}\right) = 331,36 \text{ N} \cdot \sinh\left(\frac{4,81 \text{ m}}{2,1 \text{ m}}\right) = 1620,09 \text{ N}$$

La determinación de la tensión equivalente debida al propio peso del cable se basará en el Teorema de Pitágoras:

$$T = \sqrt{T_v^2 + T_h^2} = \sqrt{1620,09^2 + 331,36^2} = 1653,63 \text{ N}$$

El valor de tensión máxima teniendo en cuenta las cargas puntuales y la carga distribuida debida al propio peso del cable es el siguiente:

$$T_{\text{máxima}} = T_{\text{cargas}} + T_{\text{peso cable}} = 19980,15 \text{ N} + 1653,63 \text{ N} = 21633,78 \text{ N}$$

El coeficiente de seguridad para esta nueva tensión es:

$$F.S = \frac{T_{re}}{T} = \frac{109912,51 \text{ N}}{21633,78 \text{ N}} = 5,08$$

Como se demuestra, el rango establecido para el Coeficiente de Seguridad se encuentra dentro del margen de la seguridad. Por tanto, se considera válido el diámetro de cable de 16 mm.

3.7. COMPROBACIÓN DE LA FATIGA CONSIDERANDO CARGAS A FLEXIÓN:

La degradación progresiva irreversible que conlleva el fallo de los materiales en piezas mecánicas y estructuras que se encuentran sometidas a la acción de cargas cíclicas, casi siempre empezando en una discontinuidad localizada en un punto de la pieza, (por grieta o microgrieta), constituyen puntos

de gran concentración de tensiones que llegan a producir fluencia o comportamiento plástico local, incluso deformaciones aparentes y fracturas.

En este proyecto se ha contemplado otro factor que también contribuye a la fatiga del material del cable favoreciendo y propagando grietas, como es el caso de la corrosión por ambiente marino.

Se estudia pues, la fatiga en el tramo más desfavorable ya comentando anteriormente.

3.7.1. FALLA POR FATIGA DEBIDA LAS CARGAS A FLEXIÓN:

Para el cálculo de la fatiga se tiene en cuenta en el punto más propenso, que coincide en este caso donde la flecha es máxima, en $x_0=4,81\text{m}$, al no haber cambios de sección del cable.

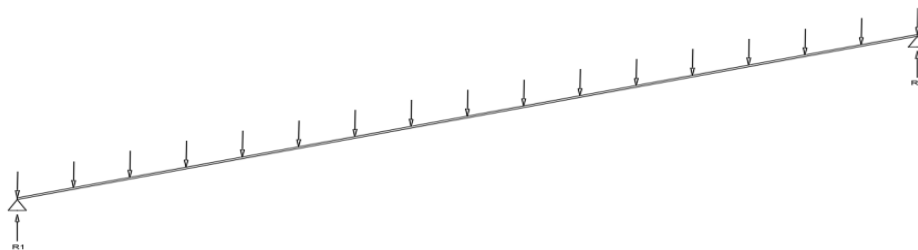


Figura 8: Fatiga debida a cargas a flexión (Fuente: Elaboración propia)

$$R1 = 3274,64 \text{ N}$$

$$R2 = 2328,51 \text{ N}$$

Considerando un tramo de 10 m de longitud con cargas puntuales de 637,665 N separadas cada 0,6 m, el momento flector máximo en el punto que presenta mayor flecha será:

$$M_{\text{máx}} = -4235,05 \text{ N}$$

La determinación de las tensiones máximas y mínimas:

$$\sigma = \frac{M_t}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{4235,05 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{\frac{\pi \cdot 16^3}{32}} = 10531,71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{máxima}} = 10531,71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{mínima}} = -10531,71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A continuación, se determinan el componente medio y el alternante:

$$\sigma_{\text{medio}} = \frac{\sigma_{\text{máx}} + \sigma_{\text{mín}}}{2} = \frac{10531,71 + (-1053,71)}{2} = 0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{alternante}} = \frac{\sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{mín}}}{2} = \frac{10531,71 - (-1053,71)}{2} = 10531,71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teniendo en cuenta las relaciones de tensión:

$$\frac{S_a}{S_m} = \frac{\sigma_a}{\sigma_m} = \frac{10531,71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = \infty$$

Se establece que:

$$\sigma_m = 0$$

$$S_m = 0$$

Mediante la Línea de Goodman:

$$S_a = S_{ec} \cdot \left(1 - \frac{S_m}{S_{ut}}\right)$$

$$S_a = S_{ec}$$

Se calcula el límite de fatiga restringido o límite práctico, S_{ep} :

$$S_{ep} = 0.5 \cdot S_{ut} = 273,33 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Donde:

$$S_{ut}: \text{resistencia a tracción (RT} = 546,66 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})$$

Se calcula el límite de fatiga corregido o límite real de fatiga, S_{ec} :

$$S_{ec} = S_{ep} \cdot C_{\text{Tamaño}} \cdot C_{\text{Carga}} \cdot C_{\text{Sup}} \cdot C_{\text{Temp}} \cdot C_{\text{Conf}} \cdot C_{\text{conc}} \cdot C_{\text{amb}}$$

Donde:

Factor dimensional, $C_{\text{Tamaño}}$:

. En piezas cilíndricas:

Rango de tamaño (mm).	$C_{\text{Tamaño}}$
$d \leq 8$ mm	1,0 por su aproximación a la probeta ensayada.
$8 < d \leq 250$	$1,189^{-0,097}$
>250	0,6

Figura 9: Factor dimensional (Fuente: Apuntes de la asignatura Cálculo y Diseño de Máquinas I)

$$C_{\text{Tamaño}} = 1,189^{-0,097}$$

Factor de tipo de carga, C_{Carga} :

Flexión y torsión: $C_{\text{carga}} = 1$
 Tracción y compresión: $C_{\text{carga}} = 0,70$

Figura 10: Factor de tipo de carga (Fuente: Apuntes de la asignatura Cálculo y Diseño de Máquinas I)

$$C_{\text{Carga}} = 1$$

Factor de acabado superficial, C_{Sup} : (Se supone acabado rectificado)

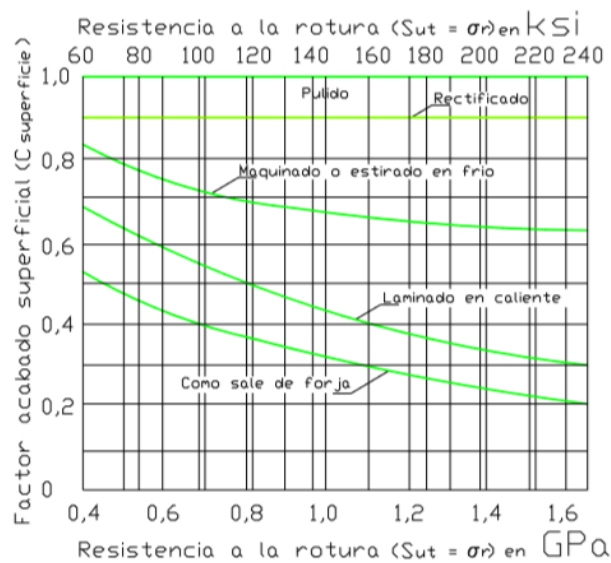


Figura 11: Factor de acabado superficial (Fuente: Apuntes de la asignatura Cálculo y Diseño de Máquinas I)

$$C_{\text{Sup}} = 0,9$$

Factor de temperatura, C_{Temp} : (Temperatura entre 19°C y 23°C)

Rango de temperatura T (° C).	C_{temp}
$T \leq 450$	1,0
$450 < T \leq 550$	$1 - 0,0058 (T-450)$
> 550	0,6

Figura 12: Factor de temperatura (Fuente: Apuntes de la asignatura Cálculo y Diseño de Máquinas I)

$$C_{Temp} = 1$$

Factor de confiabilidad, C_{Conf} : (Se considera una fiabilidad del 90%)

Confiabilidad %	$C_{cofiabilidad}$
50	1,000
90	0,897
95	0,870
99	0,814
99,9	0,753

Figura 13: Factor de confiabilidad (Apuntes de la asignatura de Cálculo y Diseño de Máquinas I)

$$C_{Conf} = 0,897$$

Factor de concentración de tensiones, C_{conc} : (Diámetro del eje constante)

$$C_{conc} = 1$$

Factor ambiental o de entorno, C_{amb} : (Ambiente corrosivo)

$$C_{amb} = 0,6$$

Factor por tratamiento superficial, C_{Trat} : (No tendrá tratamiento superficial)

Por lo tanto:

$$S_{ec} = S_{ep} \cdot C_{Tamaño} \cdot C_{Carga} \cdot C_{Sup} \cdot C_{Temp} \cdot C_{Conf} \cdot C_{conc} \cdot C_{amb}$$

$$S_{ec} = \frac{273,33 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 1,189^{-0,097} \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,897 \cdot 1 \cdot 0,6 = 216,98 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{ec} = S_a = 216,98 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Se calcula el número de ciclos antes de romper a fatiga mediante:

$$\text{Log } S_a = \text{Log } S_i + \left(\frac{\text{Log } S_{ec} + \text{Log } S_i}{3} \right) \cdot (\text{Log } (N) - 3)$$

$$\text{Log } 216,98 = \text{Log } 491,994 + \left(\frac{\text{Log } 216,98 + \text{Log } 491,99}{3} \right) \cdot (\text{Log } (N) - 3)$$

$$N = 1000000 \text{ ciclos}$$

3.7.2. FALLA POR FATIGA DEBIDO A CARGAS AXIALES

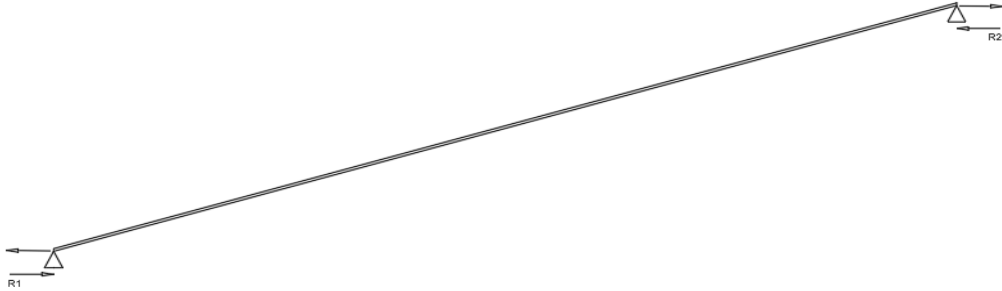


Figura 14: Fatiga debida a cargas axiales (Fuente: Elaboración propia)

$$R_1 = 20242,89 \text{ N}$$

$$R_2 = 9516,89 \text{ N}$$

Determinación de tensiones máximas y mínimas:

$$\sigma = \frac{F}{\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = 0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_{R_1} = \sigma_{\text{máx}} = 100,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_{R_2} = 47,33 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A continuación, se determinan el componente medio y el alternante:

$$\sigma_{\text{medio}} = \frac{\sigma_{\text{máx}} + \sigma_{\text{mín}}}{2} = \frac{100,68 + 0}{2} = 100,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{alternante}} = \frac{\sigma_{\text{máx}} - \sigma_{\text{mín}}}{2} = \frac{100,68 - 0}{2} = 100,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teniendo en cuenta las relaciones de tensión:

$$\frac{S_a}{S_m} = \frac{\sigma_a}{\sigma_m} = \frac{100,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{100,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 1$$

Se establece que:

$$S_a = S_m$$

Se calcula el límite de fatiga restringido o límite práctico, S_{ep} :

$$S_{ep} = 0.5 \cdot S_{ut} = 273,33 \frac{N}{mm^2}$$

Donde:

S_{ut} : resistencia a tracción (RT = 546,66 N/mm²)

Se calcula el límite de fatiga corregido o límite real de fatiga, S_{ec} :

$$S_{ec} = S_{ep} \cdot C_{\text{Tamaño}} \cdot C_{\text{Carga}} \cdot C_{\text{Sup}} \cdot C_{\text{Temp}} \cdot C_{\text{Conf}} \cdot C_{\text{conc}} \cdot C_{\text{amb}}$$

Donde:

Los factores serán los mismos que en el caso anterior excepto en factor de carga, que al tratarse de cargas a tracción corresponde a $C_{\text{Carga}} = 0,7$.

$$S_{ec} = 273,33 \frac{N}{mm^2} \cdot 1,189^{-0,097} \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,897 \cdot 1 \cdot 0,6 = 151,89 \frac{N}{mm^2}$$

Mediante la Línea de Goodman:

$$S_a = S_{ec} \cdot \left(1 - \frac{S_m}{S_{ut}}\right)$$

$$S_m = S_a$$

Se establece que:

$$S_m = S_{ec} \cdot \left(1 - \frac{S_m}{S_{ut}}\right) \quad S_m = 151,89 \frac{N}{mm^2} \cdot \left(1 - \frac{S_m}{546,66 \frac{N}{mm^2}}\right)$$

$$S_m = S_a = 118,86 \frac{N}{mm^2}$$

A continuación, se calcula el número de ciclos antes de romper por fatiga debido a cargas axiales:

$$\text{Log } S_a = \text{Log } S_i + \left(\frac{\text{Log } S_{ec} + \text{Log } S_i}{3}\right) \cdot (\text{Log } (N) - 3)$$

$$\text{Log } 118,86 = \text{Log } 491,99 + \left(\frac{\text{Log } 151,89 + \text{Log } 491,99}{3}\right) \cdot (\text{Log } (N) - 3)$$

$$N = 4224959,67 \text{ ciclos}$$

En conclusión, mediante el estudio del fallo por fatiga considerando por separado el estudio de las cargas axiales y radiales, se aproxima que sería conveniente el análisis del estado del cable cuando acumule un uso de alrededor de 1.000.000 de ciclos.

ANEXO II

CÁLCULO DE TORRES

ÍNDICE

1. OBJETO	5
2. NORMATIVA	5
3. ALCANCE.....	5
3.1. FUERA DE ALCANCE	5
4. CÁLCULOS	6
4.1. TORRES DE APOYO	6
4.1.1. DISTRIBUCIÓN Y ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS.....	6
4.1.2. CÁLCULO DE LAS TORRES DE APOYO	6
4.1.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LAS TORRES DE APOYO.....	10
4.2. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES.....	15
4.2.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA	16
4.2.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	17
4.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE TENSIÓN DEL CABLE DEL FINAL DEL TRAMO	18
4.3.1. PERFIL PARA EL PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	18
4.3.2. PERFIL PARA EL PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	21
4.4. CÁLCULO DE LAS ZONAS PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	24
4.5. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE ANTES DE ZONAS DE CAMBIO DE DIRECCIÓN	27
4.5.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	28
4.5.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	30
4.6. SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE TENSIÓN DEL CABLE DEL FINAL DEL TRAMO	31
4.6.1. PERFIL PARA EL PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	31
4.6.2. PERFIL PARA EL PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño para las torres de apoyo	6
Figura 2: Diseño para el cálculo de las torres de apoyo	7
Figura 3: Diagrama de cuerpo libre	7
Figura 4: Diagrama de cuerpo libre para el estudio de pandeo	11
Figura 5: Prontuario de perfiles huecos redondos.....	12
Figura 6: Estructura para tensar el cable en apoyos finales	15
Figura 7: Reacciones generadas.....	16
Figura 8: Reacciones generadas.....	17
Figura 9: Estudio de pandeo para el pilar izquierdo	18
Figura 10: Prontuario de perfiles huecos rectangulares	19
Figura 11: Estudio de tracción para el pilar derecho	21
Figura 12: Prontuario de perfiles macizos redondos	21
Figura 13: Estudio de pandeo para el pilar derecho	23
Figura 14: Imagen de cambio de dirección.....	24
Figura 15: Croquis de cambio de dirección	24
Figura 16: Cambio de dirección.....	25
Figura 17: Resultado de la simulación en SolidWorks del valor de tensión	26
Figura 18: Resultado de la simulación en SolidWorks del valor de desplazamiento en el eje Y	26
Figura 19: Estructura para tensar el cable antes de cambios de dirección	27
Figura 20: Reacciones generadas.....	28
Figura 21: Reacciones generadas.....	30
Figura 22: Estudio de pandeo para el pilar izquierdo	31
Figura 23: Prontuario de perfiles huecos rectangulares	31
Figura 24: Estudio de tracción para el pilar derecho	33
Figura 25: Prontuario de perfiles macizos	34
Figura 26: Elección del diámetro de perfil	34
Figura 27: Estudio del pandeo para el pilar derecho	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Elección del perfil	22
------------------------------------	----

1. OBJETO

El objeto del presente anexo es describir y especificar los cálculos necesarios para dimensionar tanto las estructuras que soportarán el cable portador, como aquellas que servirán para mantenerlo en tensión, en los tramos finales y donde se producen giros.

2. NORMATIVA

Para la realización de este anexo se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Norma UNE EN 10025. Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones de uso general.
- Norma UNE-EN ISO 12944-5. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores
- Norma UNE 48293. Pinturas y barnices.
- Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero

3. ALCANCE

Se detallan a continuación las acciones realizadas en el presente anexo:

- Cálculo y dimensionamiento de perfiles en las torres de apoyo.
- Cálculo y dimensionamiento de perfiles en las torres para el tensado del cable en tramos finales.
- Cálculo y dimensionamiento de perfiles en las torres para el tensado del cable en los tramos previos a cambio de dirección.

3.1. FUERA DE ALCANCE

No se tendrán en cuenta en el presente anexo las soldaduras o uniones con tornillería necesarias para la fabricación de las distintas torres.

4. CÁLCULOS

4.1. TORRES DE APOYO

4.1.1. DISTRIBUCIÓN Y ALTURA DE LAS ESTRUCTURAS

La Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el Banano, Guías para el manejo y uso del Cable Vía, recomiendan para zonas plataneras de otras partes del mundo una altura para las estructuras que soportan el cable vía de 2,20 m. A pesar de ello en el cálculo de la altura óptima de las estructuras, para las condiciones de la finca objeto de este proyecto, se ha contado con los parámetros de longitud, diámetro y peso de una muestra de 50 racimos correspondientes a la época de mayor tamaño y peso, como se ha podido comprobar en las tablas 1 y 2 del *Anexo 1: Cálculo del cable*, tomando como dimensiones de las torres de apoyo 2,7 m de altura y 1,6 m de ancho. Con respecto a la distribución de las estructuras, se considerarán condiciones ideales, con una pendiente uniforme del terreno.

4.1.2. CÁLCULO DE LAS TORRES DE APOYO

Pese a que el diseño que se llevará a cabo en las torres es circular, como se aprecia en la siguiente figura:

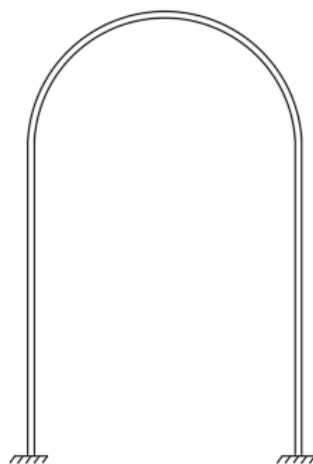


Figura 1: Diseño para las torres de apoyo: (Fuente: Elaboración propia)

Para la simplificación de los cálculos de estas, se plantea una estructura con ángulos rectos. Con este estudio se asegura que el diseño final cumplirá con las sollicitaciones, comportándose, además, de mejor manera que la calculada, ya que su forma de arco contrarrestará el fenómeno de la flecha.

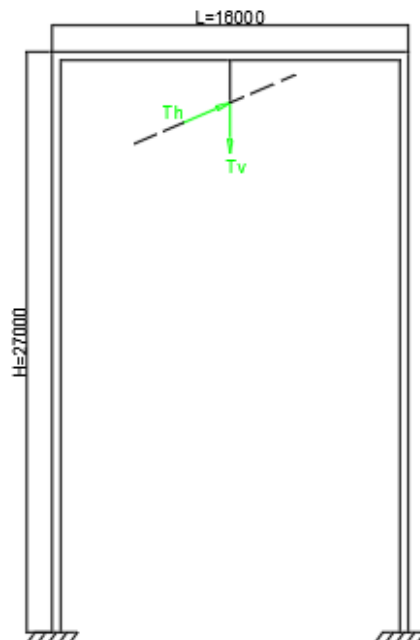


Figura 2: Diseño para el cálculo de las torres de apoyo (Fuente: Elaboración propia)

Para el caso más restrictivo:

$$T_v = 1654,52 \text{ N}$$

$$T_H = 19911,53 \text{ N}$$

Se analizan las torres de apoyo mediante el análisis del diagrama de cuerpo libre de la parte superior y horizontal de la torre:

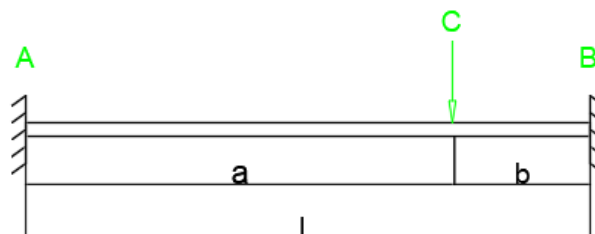


Figura 3: Diagrama de cuerpo libre (Fuente: Elaboración propia)

Mediante el *Formulario para Vigas y Pórticos*, considerando el caso para una viga empotrada en los extremos y con una carga puntual, se establecen las ecuaciones para las reacciones, esfuerzos cortantes y momentos flectores.

Se comienza analizando los esfuerzos en el *eje vertical*.

Teniendo en cuenta que:

$$P = T_v = 1654,52 \text{ N}$$

- Reacciones en los extremos A y B:

$$R_{AV} = \frac{P \cdot b^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot a) = \frac{1654,52 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,60 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$R_{AV} = 827,26 \text{ N}$$

$$R_{BV} = \frac{P \cdot a^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot b) = \frac{1654,52 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,60 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$R_{BV} = 827,26 \text{ N}$$

- Los esfuerzos cortantes son:

$$V_{(AC)V} = \frac{P \cdot b^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot a) = \frac{1654,52 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,60 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$V_{(AC)V} = 827,26 \text{ N}$$

$$V_{(BC)V} = -\frac{P \cdot a^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot b) = -\frac{1654,52 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,6 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$V_{(BC)V} = -827,26 \text{ N}$$

- Los momentos flectores son:

$$M_{AV} = -\frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2} = -\frac{1654,52 \text{ N} \cdot 0,80 \text{ m} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^2 \text{ m}^2}$$

$$M_{AV} = -330,90 \text{ Nm}$$

$$M_{BV} = -\frac{P \cdot b \cdot a^2}{L^2} = -\frac{1654,52 \text{ N} \cdot 0,80 \text{ m} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^2 \text{ m}^2}$$

$$M_{BV} = -330,90 \text{ Nm}$$

$$M_{CV} = \frac{2 \cdot P \cdot b^2 \cdot a^2}{L^3} = \frac{2 \cdot 1654,52 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2 \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3}$$

$$M_{BV} = 330,90 \text{ Nm}$$

A continuación, se analizan los esfuerzos en el eje horizontal.

Teniendo en cuenta que:

$$P = Th = 19911,53 \text{ N}$$

- Reacciones en los extremos A y B:

$$R_{AH} = \frac{P \cdot b^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot a) = \frac{19911,53 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,60 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$R_{AH} = 8089,05 \text{ N}$$

$$R_{BH} = \frac{P \cdot a^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot b) = \frac{19911,53 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,60 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$R_{BH} = 8089,05 \text{ N}$$

- Los esfuerzos cortantes son:

$$V_{(AC)H} = \frac{P \cdot b^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot a) = \frac{19911,53 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,60 \text{ m} + 2 \cdot 0,80 \text{ m})$$

$$V_{(AC)V} = 8089,05 \text{ N}$$

$$V_{(BC)H} = -\frac{P \cdot a^2}{L^3} \cdot (L + 2 \cdot b) = -\frac{19911,53 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3} \cdot (1,6 \text{ m} + 2 \cdot 0,8 \text{ m})$$

$$V_{(BC)V} = -8089,05 \text{ N}$$

- Los momentos flectores son:

$$M_{AV} = -\frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2} = -\frac{19911,53 \text{ N} \cdot 0,80 \text{ m} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^2 \text{ m}^2}$$

$$M_{AV} = -3982,31 \text{ Nm}$$

$$M_{BV} = -\frac{P \cdot b \cdot a^2}{L^2} = -\frac{19911,53 \text{ N} \cdot 0,80 \text{ m} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^2 \text{ m}^2}$$

$$M_{BV} = -3982,31 \text{ Nm}$$

$$M_{CV} = \frac{2 \cdot P \cdot b^2 \cdot a^2}{L^3} = \frac{2 \cdot 19911,53 \text{ N} \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2 \cdot (0,80)^2 \text{ m}^2}{(1,60)^3 \text{ m}^3}$$

$$M_{BV} = 3982,31 \text{ Nm}$$

Se realiza la combinación de momentos flectores y esfuerzos cortantes:

- *Momentos flectores combinados:*

$$M = \sqrt{M_H^2 + M_V^2}$$

Se obtiene:

$$M_A = 3996,03 \text{ N}$$

$$M_B = 3996,03 \text{ N}$$

$$M_C = 3996,03 \text{ N}$$

- *Esfuerzos cortantes combinados:*

$$V = \sqrt{V_H^2 + V_V^2}$$

Se obtiene:

$$V_A = 3996,03 \text{ N}$$

$$V_B = 3996,03 \text{ N}$$

$$V_C = 3996,03 \text{ N}$$

4.1.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LAS TORRES DE APOYO

Para el dimensionamiento del perfil de las torres de apoyo se estudiará el pandeo de la estructura, calculando cual sería la carga crítica a pandeo y comprobando que sea inferior a la carga máxima que tendrá que soportar las torres:

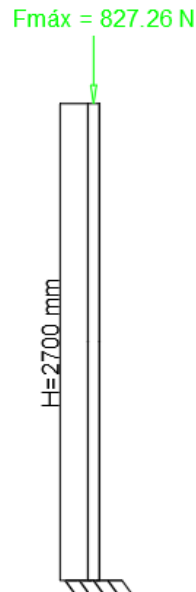


Figura 4: Diagrama de cuerpo libre para el estudio de pandeo (Fuente: Elaboración propia)

Se calcula la carga crítica a pandeo mediante la ecuación:

$$P_{cc} = \frac{n^2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I}{H^2} \quad (1)$$

Donde:

n: relación que depende del número de apoyos intermedios.

E: módulo de elasticidad o módulo de Young.

I: inercia del perfil.

H: altura del perfil.

No tendrá lugar el fenómeno de pandeo cuando se cumpla:

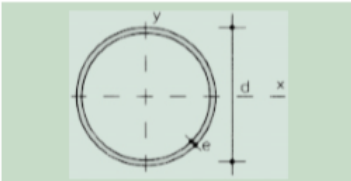
$$P_{cc} > F_{máx} = 827,26 \text{ N}$$

Para el cálculo de la carga crítica a pandeo es necesario definir tanto el tipo de perfil como el material del que estará conformado.

Se utilizarán pórticos con perfiles huecos redondos de acero S275 JR. Un acero estructural que cumple con el estándar europeo de EN 10025, sobre el que se aplicará un revestimiento anticorrosivo superficial, el cual será la imprimación anticorrosiva de cinc, debido a su excelente poder anticorrosivo por

su alto contenido en cinc y su enlace químico con el hierro del acero. Este recubrimiento no será considerado en los cálculos de la sección.

Tabla 2.A2.1. Perfiles huecos redondos



u = Perímetro
 A = Área de la sección
 S = Momento estático de media sección, respecto a un eje baricéntrico
 I = Momento de inercia de la sección, respecto a un eje baricéntrico
 W = 2I : d. Módulo resistente de la sección, respecto a un eje baricéntrico
 i = $\sqrt{I/A}$. Radio de giro de la sección, respecto a un eje baricéntrico
 I_t = Módulo de torsión de la sección

Perfil	Dimensiones			Términos de sección						Peso	
	d mm	e mm	u mm	A cm ²	S cm ³	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I _t cm ⁴	p kp/m	
∅ 40.2	40	2	126	2,39	1,44	4,33	2,16	1,35	8,66	1,88	P
∅ 40.3	40	3	126	3,49	2,05	6,01	3,00	1,31	12,00	2,74	P
∅ 40.4	40	4	126	4,52	2,60	7,42	3,71	1,28	14,80	3,55	C
∅ 45.2	45	2	141	2,70	1,85	6,26	2,78	1,52	12,50	2,12	P
∅ 45.3	45	3	141	3,96	2,65	8,77	3,90	1,49	17,50	3,11	P
∅ 45.4	45	4	141	5,15	3,37	10,90	4,84	1,45	21,80	4,04	C
∅ 50.2	50	2	157	3,02	2,30	8,70	3,48	1,69	17,40	2,37	P
∅ 50.3	50	3	157	4,43	3,31	12,20	4,91	1,66	24,50	3,47	P

Figura 5: Prontuario de perfiles huecos redondos

El perfil empleado será considerado como un pilar que requiere ir unido mediante soldadura a una placa de anclaje. Por este motivo, se toma en consideración lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, a cerca de la aplicación de uniones soldadas cuando los elementos a unir tengan al menos 4 mm de espesor y sean aceros estructuralmente soldables, aunque el cálculo de esta no entrará en el alcance de este proyecto.

Por ello, se comienza el cálculo eligiendo inicialmente un perfil de sección 40.4 y se obtienen los parámetros necesarios del prontuario anterior. Con respecto al valor del módulo de elasticidad, según el Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, se tiene en cuenta que, para el cálculo y diseño de estructuras de acero en rango elástico, se toma convencionalmente el valor de:

$$E = 210000 \frac{N}{mm^2}$$

La carga crítica a pandeo para un perfil de diámetro 40.2 mm será, según (1):

$$P_{cc} = 21095,75 N$$

Se comprueba si existe pandeo utilizando este perfil:

$$P_{cc} = 21095,75 \text{ N} > F_{m\acute{a}x} = 827,26 \text{ N}$$

Como se cumple la condición anterior no se producirá el fenómeno de pandeo con este perfil.

A continuación, hay que comprobar si el perfil resiste a compresión, para ello se debe cumplir la siguiente condición:

$$\sigma < \sigma_{adm}$$

Donde:

- *Tensión debida a la carga crítica:*

$$\sigma = \frac{P_{cc}}{\text{Área}} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{21095,75 \text{ N}}{4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 46,67 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- *Tensión admisible del perfil:*

Para la obtención de la tensión admisible es necesario el cálculo del esfuerzo a flexión y el esfuerzo cortante.

El esfuerzo a flexión viene definido como:

$$\sigma_f = \frac{M}{W} \quad (3)$$

Siendo:

M: momento flector (Nm)

W: módulo de resistencia (m³)

$$\sigma_f = \frac{M}{W} = \frac{3996,03 \text{ Nm}}{3,71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 1,08 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Por otro lado, el esfuerzo cortante será:

$$\zeta = \frac{V \cdot S}{I \cdot e} \quad (4)$$

Siendo:

V: fuerza cortante (N)

S: momento estático de la sección (m³)

e: espesor de la sección transversal (m)

I: momento de inercia (m³)

$$\zeta = \frac{V \cdot S}{I \cdot e} = \frac{8131,24 \text{ N} \cdot 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{7,42 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 71,23 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

A continuación, se obtienen los esfuerzos máximos y mínimos, así como el cortante máximo.

Esfuerzos máximos y mínimos:

$$\sigma_{\text{máx, mín}} = \frac{\sigma_f}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_f}{2}\right)^2 + \zeta^2} \quad (5)$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 1,08 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = -4,68 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Esfuerzo cortante máximo:

$$\zeta_{\text{máx}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_f}{2}\right)^2 + \zeta^2} \quad (6)$$

$$\zeta_{\text{máx}} = 544,68 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Aplicando Von Misses se obtiene el esfuerzo admisible del perfil:

$$\sigma_{\text{adm}} = \sqrt{\sigma_{\text{máx}}^2 - \sigma_{\text{máx}} \cdot \sigma_{\text{mín}} + \sigma_{\text{mín}}^2 + 3 \cdot \zeta_{\text{máx}}^2} \quad (7)$$

$$\sigma_{\text{adm}} = 1,08 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Hay que comprobar que se cumpla la condición de compresión:

$$\sigma = 46,67 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} < \sigma_{\text{adm}} = 1,08 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Cumple la condición, por tanto, el perfil resistirá las cargas a compresión. Se considerará aceptable los perfiles huecos circulares de diámetro 40.4 mm y acero S275 para la construcción de las torres de apoyo.

Tras esto, se calcula la flecha máxima que se daría empleando este tipo de perfil. Para ello, se aplica la ecuación para la flecha máxima que viene dada por el prontuario de vigas empotradas-empotradas:

$$f_{\text{máx}} = \frac{2 \cdot P \cdot b^2 \cdot a^3}{3 \cdot E \cdot I \cdot (1 + 2 \cdot a)^2} \quad (8)$$

$$f_{\text{máx}} = 1,13 \text{ mm}$$

Para contrarrestar esta flecha se propone la estructura planteada inicialmente, cuya parte superior tiene forma de arco.

4.2. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES

Con el objetivo de mantener en tensión el cable que servirán de guía para el transporte la fruta, se plantea la siguiente estructura:

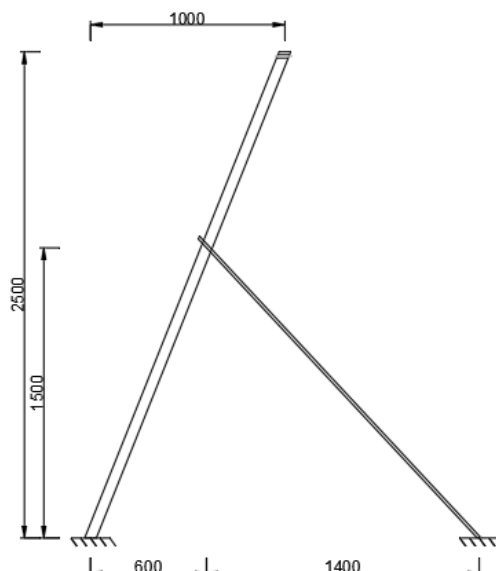


Figura 6: Estructura para tensar el cable en apoyos finales (Fuente: elaboración propia)

Para el cálculo de la estructura se comienza analizando los distintos elementos que la componen.

4.2.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA

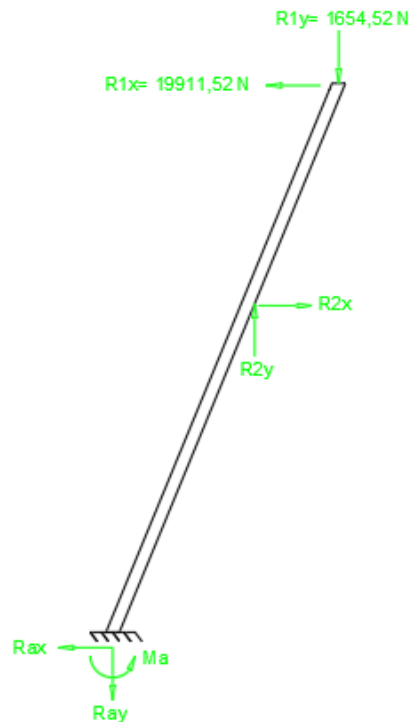


Figura 7: Reacciones generadas (Fuente: Elaboración propia)

Se tomará como consideraciones de diseño que:

$$R_{2x} = 3 \cdot R_{Ax}$$

$$R_{2y} = 3 \cdot R_{Ay}$$

Para la obtención de los valores de las reacciones y momento se aplicará la primera Ley de Newton sobre las condiciones de equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en el eje x es igual a cero, $\Sigma F_x = 0$

$$-R_{1x} - R_{Ax} + R_{2x} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{Ax} = 9955,76 \text{ N}$$

Por tanto:

$$R_{2x} = 3 \cdot R_{Ax} \quad \rightarrow \quad R_{2x} = 29867,28 \text{ N}$$

Sumatoria de fuerzas en el eje y es igual a cero, $\Sigma F_y = 0$

$$-R_{1Y} - R_{AY} + R_{2Y} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{AY} = 827,26 \text{ N}$$

Por tanto:

$$R_{2Y} = 3 \cdot R_{AY} \quad \rightarrow \quad R_{2Y} = 2481,78 \text{ N}$$

Sumatoria de momentos con respecto al punto B, $\Sigma M_B = 0$

$$m_A + R_{2Y} \cdot 0,6\text{m} - R_{2X} \cdot 1,5\text{m} + R_{1X} \cdot 2,5\text{m} - R_{1Y} \cdot 1\text{m} = 0$$

$$m_A = -4812,43 \text{ N}$$

4.2.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.

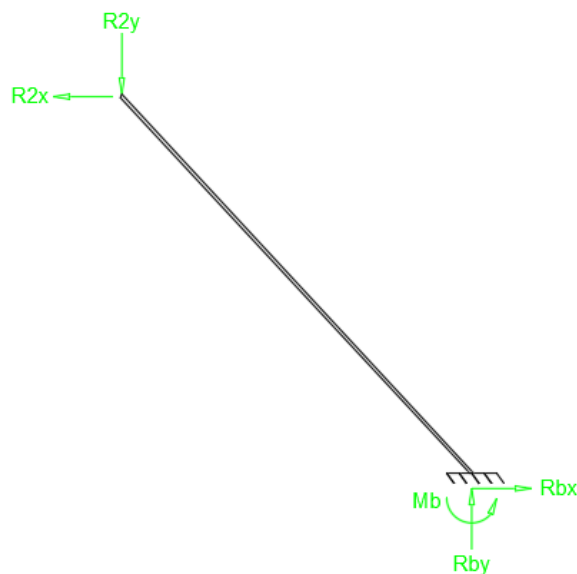


Figura 8: Reacciones generadas (Fuente: Elaboración propia)

De igual forma que en el caso anterior se aplican las condiciones de equilibrio.

Sumatoria de fuerzas en el eje x es igual a cero, $\Sigma F_x = 0$

$$R_{BX} - R_{2X} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{BX} = 29867,28 \text{ N}$$

Sumatoria de fuerzas en el eje y es igual a cero, $\Sigma F_y = 0$

$$R_{BY} - R_{2Y} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{BY} = 2481,78 \text{ N}$$

Sumatoria de momentos con respecto al punto B, $\Sigma M_B = 0$

$$m_B + R_{2Y} \cdot 1,4\text{m} + R_{2X} \cdot 1,5\text{m} = 0$$

$$m_B = -48275,41 \text{ N}$$

4.3. SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE TENSIÓN DEL CABLE DEL FINAL DEL TRAMO

4.3.1. PERFIL PARA EL PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.

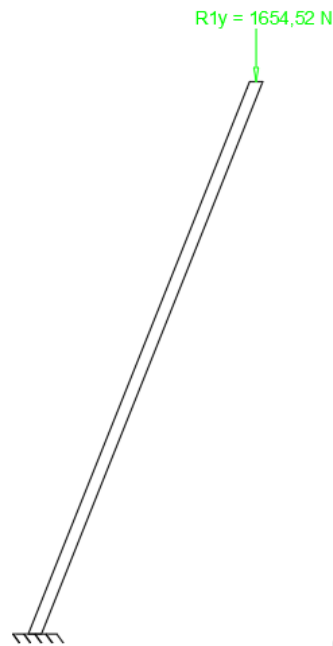
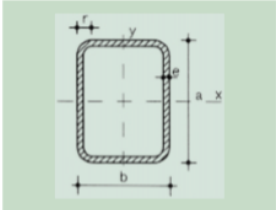


Figura 9: Estudio de pandeo para el pilar izquierdo (Fuente: Elaboración propia)

Se elige inicialmente tanto el tipo de perfil, como el acero empleado en el mismo. Utilizando el mismo acero que para las torres de apoyo, el S275 JR con tratamiento anticorrosivo, y eligiendo un perfil hueco rectangular cuyas dimensiones son 60x40.4 mm, se comprueba si resistirá las cargas.

Tabla 2.A2.3. Perfiles huecos rectangulares



r = Radio exterior de redondeo
 u = Perímetro
 A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto al eje X
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto al eje X
 $W_x = 2I_x / a$: a. Módulo resistente de la sección, respecto al eje Y
 $i_x = \sqrt{I_x / A}$: A. Radio de giro de la sección, respecto al eje X

S_y = Momento estático de media sección, respecto al eje Y
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto al eje Y
 $W_y = 2I_y / b$: b. Módulo resistente de la sección, respecto al eje Y
 $i_y = \sqrt{I_y / A}$: A. Radio de giro de la sección, respecto al eje Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección

Perfil	Dimensiones					Términos de sección										Peso	
	a mm	b mm	e mm	r mm	u mm	A cm ²	S_x cm ³	I_x cm ⁴	W_x cm ³	i_x cm	S_y cm ³	I_y cm ⁴	W_y cm ³	i_y cm	I_t cm ⁴	p kg/m	
× 60. 40.2	60	40	2	5	191	3,70	3,70	18,1	6,03	2,21	2,80	9,69	4,85	1,62	20,7	2,91	P
× 60. 40.3	60	40	3	8	187	5,33	5,18	24,7	8,23	2,15	3,91	13,10	6,56	1,57	29,2	4,18	P
× 60. 40.4	60	40	4	10	183	6,81	6,42	29,7	9,91	2,09	4,84	15,70	7,86	1,52	36,1	5,35	P
× 70. 40.2	70	40	2	5	211	4,10	4,67	26,4	7,55	2,54	3,18	11,10	5,57	1,65	25,8	3,22	C
× 70. 40.3	70	40	3	8	207	5,93	6,59	36,4	10,40	2,48	4,47	15,20	7,59	1,60	36,4	4,66	C
× 70. 40.4	70	40	4	10	203	7,61	8,23	44,3	12,60	2,41	5,56	18,30	9,16	1,55	45,3	5,97	C
× 70. 50.2	70	50	2	5	231	4,50	5,35	31,1	8,87	2,63	4,26	18,50	7,42	2,03	37,5	3,53	C

Figura 10: Prontuario de perfiles huecos rectangulares

La carga crítica a pandeo se obtiene teniendo en cuenta el lado de menor inercia, que será considerado como el más restrictivo.

Se realiza el cálculo eligiendo inicialmente un perfil de sección 60x40.4 mm y se obtienen los parámetros necesarios del prontuario anterior. Con respecto al valor del módulo de elasticidad se tiene en cuenta que, para el cálculo y diseño de estructuras de acero en rango elástico, se toma convencionalmente el valor de:

$$E = 210000 \frac{N}{mm^2}$$

La carga crítica a pandeo para un perfil de sección 60x40.4 mm será según (1)

$$P_{cc} = 208256,55 \text{ N}$$

Hay que comprobar si existe pandeo utilizando este perfil:

$$P_{cc} = 208256,55 \text{ N} > F_{m\acute{a}x} = 1654,52 \text{ N}$$

Como se cumple la condición anterior no se producirá el fenómeno de pandeo con este perfil.

A continuación, se comprobará si el perfil resiste a compresión. Para ello se debe cumplir la siguiente condición:

$$\sigma < \sigma_{adm}$$

Donde:

- *Tensión debida a la carga crítica según (2):*

$$\sigma = 305.81 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$$

- *Tensión admisible del perfil:*

El esfuerzo a flexión será según (3):

$$\sigma_f = 485,61 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2}$$

Por otro lado, el esfuerzo cortante será según (4)

$$\zeta = \frac{V \cdot S}{I \cdot e} = 2,3 \cdot 10^{18} \frac{N}{m^2}$$

A continuación, se obtienen los esfuerzos máximos y mínimos, así como el cortante máximo.

Esfuerzos máximos y mínimos, se emplea (5)

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 1,78 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

$$\sigma_{m\acute{i}n} = -1,29 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

Esfuerzo cortante máximo, según (6):

$$\zeta_{m\acute{a}x} = 1,54 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

Se aplica Von Misses para obtener el esfuerzo admisible del perfil (7):

$$\sigma_{adm} = 2,67 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

Ver que se cumpla la condición de compresión:

$$\sigma = 305,81 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} < \sigma_{adm} = 2,67 \cdot 10^9 \frac{N}{m^2}$$

El perfil seleccionado es capaz de resistir los esfuerzos a los que se verá sometido.

4.3.2. PERFIL PARA EL PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.

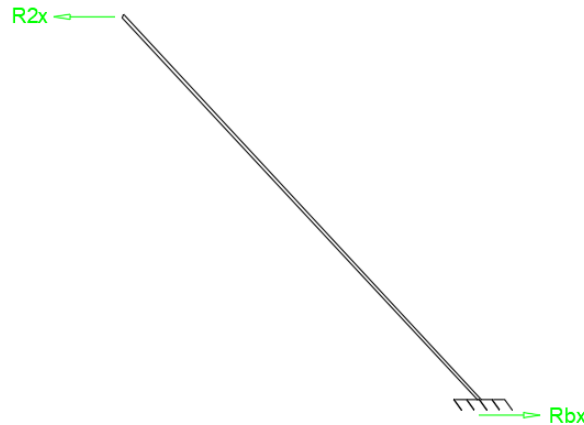
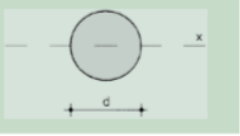


Figura 11: Estudio de tracción para el pilar derecho (Fuente: Elaboración propia)

Para el análisis del perfil del pilar derecho se comienza teniendo en cuenta las cargas axiales. Se elegirá aquel perfil cuyo factor de seguridad se encuentre comprendido entre 2,5 y 3.

Se utilizará un acero S275 JR al que se le aplicará un tratamiento anticorrosivo de cinc, como se indica en la memoria. Y posteriormente, el tipo de perfil, en este caso se elige un perfil redondo macizo y se comprueba con cual de todos sus diámetros se cumple la condición planteada anteriormente.

Tabla 2.A1.8. Redondos



A = Área de la sección
 I_x = Momento de inercia de la sección
 $W_x = 2I_x / d$: d. Módulo resistente de la sección
 $r_x = \sqrt{I_x / A}$: Radio de giro de la sección
 u = Perímetro de la sección
 p = Peso por m

Producto	Dimensiones		Términos de sección				Peso	
	d mm	u mm	A cm ²	I_x cm ⁴	W_x cm ³	r_x cm	p kp/m	
∅ 6	6	18,8	0,283	0,006	0,021	0,150	0,222	P
∅ 7	7	22,0	0,385	0,012	0,034	0,175	0,302	C
∅ 8	8	25,1	0,503	0,020	0,050	0,200	0,395	P
∅ 10	10	31,4	0,785	0,049	0,098	0,250	0,617	P
∅ 12	12	37,7	1,130	0,102	0,170	0,300	0,888	P
∅ 14	14	44,0	1,540	0,189	0,269	0,350	1,210	P
∅ 16	16	50,3	2,010	0,322	0,402	0,400	1,580	P
∅ 18	18	56,5	2,550	0,515	0,573	0,450	2,000	C
∅ 20	20	62,8	3,140	0,785	0,785	0,500	2,470	P
∅ 22	22	69,1	3,80	1,15	1,05	0,550	2,98	C
∅ 25	25	78,5	4,91	1,92	1,53	0,625	3,85	P

Figura 12: Prontuario de perfiles macizos redondos

Se calcula la tensión axial, definida por

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (9)$$

Donde:

N: esfuerzo transversal que se transmite a través de la sección.

A: área de la sección.

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{29867,28 \text{ N}}{3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 95,07 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Para que el perfil sea capaz de resistir la tensión de trabajo de la viga, la tensión axial debe ser inferior a la tensión admisible del material.

$$\sigma = 95,07 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \leq \sigma_{\text{adm}} = 275 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

En la siguiente tabla aparecen reflejados los resultados de estos cálculos.

Diámetro(mm)	σ (MN/m²)	σ_{adm} (MN/m²)	F.S.
12	264,31	275	1,04
14	193,94	275	1,42
16	148,59	275	1,85
18	117,13	275	2,35
20	95,12	275	2,89
22	78,6	275	3,50

Tabla 1: Elección del perfil (Fuente: Elaboración propia)

Se comprueba que todos ellos sean capaces de resistir las cargas a tracción, ya que su tensión axial es superior a la tensión admisible del material.

Se elige el perfil de sección de 20 mm, ya que cumple la condición anteriormente planteada para el coeficiente de seguridad.

Posteriormente, se comprobará si este perfil cumple con las solicitaciones de las cargas que producirán el pandeo de la estructura.

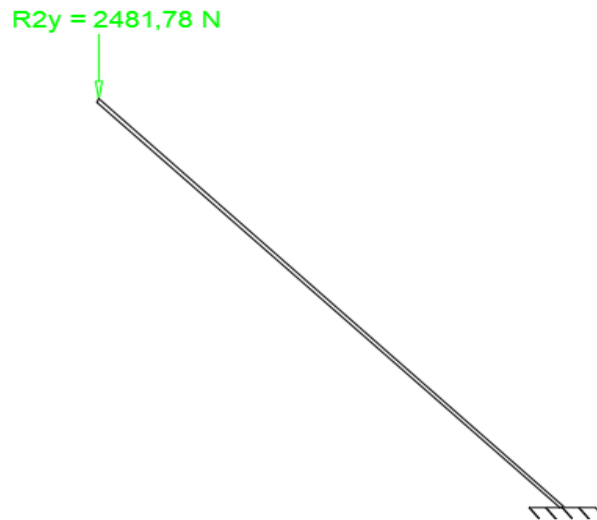


Figura 13: Estudio de pandeo para el pilar derecho (Fuente: Elaboración propia)

La carga crítica a pandeo para un perfil de diámetro 20 mm será, aplicando la ecuación (1):

$$P_{cc} = 7231,13 \text{ N}$$

Comprobar si existe pandeo utilizando este perfil:

$$P_{cc} = 7231,13 \text{ N} > F_{m\acute{a}x} = 2481,78 \text{ N}$$

Como se cumple la condición anterior no se producirá el fenómeno de pandeo con este perfil y, por tanto, será considerado como válido.

4.4. CÁLCULO DE LAS ZONAS PARA CAMBIO DE DIRECCIÓN



Figura 14: Imagen de cambio de dirección (Fuente: Propia)



Figura 15: Croquis de cambio de dirección (Fuente: Elaboración propia)

Para el cálculo de estas estructuras se hace uso de software SolidWorks. Con este programa se representan los tramos, eligiendo el tipo de perfil y el material del que estará fabricado.

Tras designar tanto las cargas que han de soportar como los tipos de apoyo, el programa permite hacer una simulación del comportamiento que tendría la viga en cuestión, dando como resultado los valores de tensión y deformación.

A continuación, se estudiará el cambio de sentido del punto C, indicado en la siguiente figura.

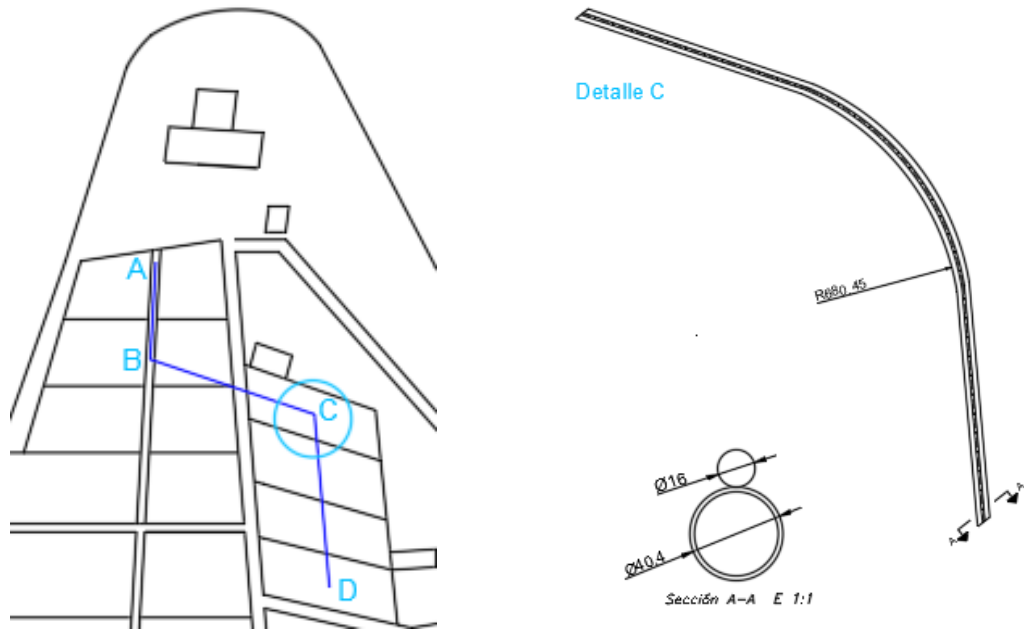


Figura 16: Cambio de dirección (Fuente: Elaboración propia)

Como factores de diseño, se eligen vigas de perfil hueco circular del mismo material que el empleado para las torres, el S275 JR, y se estudiarán distintas secciones para este perfil, hasta dar con aquella que cumpla con un valor de tensión máxima superior al límite elástico del material. También se tendrá en cuenta aquella que cumpla con un valor de desplazamiento comprendido entre los valores recomendados por el Documento Básico de Seguridad Estructural de:

$$\frac{L}{250} \geq F_{\text{máx}} \leq \frac{L}{500}$$

Para realizar la simulación se elige el perfil hueco circular 40.4 y se obtienen los comportamientos deseados.

Se determina que la tensión máxima en su caso más desfavorable, cuando la carga esté situada en el extremo central de la curva, no supera el valor del límite elástico del material, y además está muy por debajo de este. El coeficiente de seguridad que se tendrá al usar este perfil será de un 8,9.

A continuación, se puede ver el resultado de la simulación:

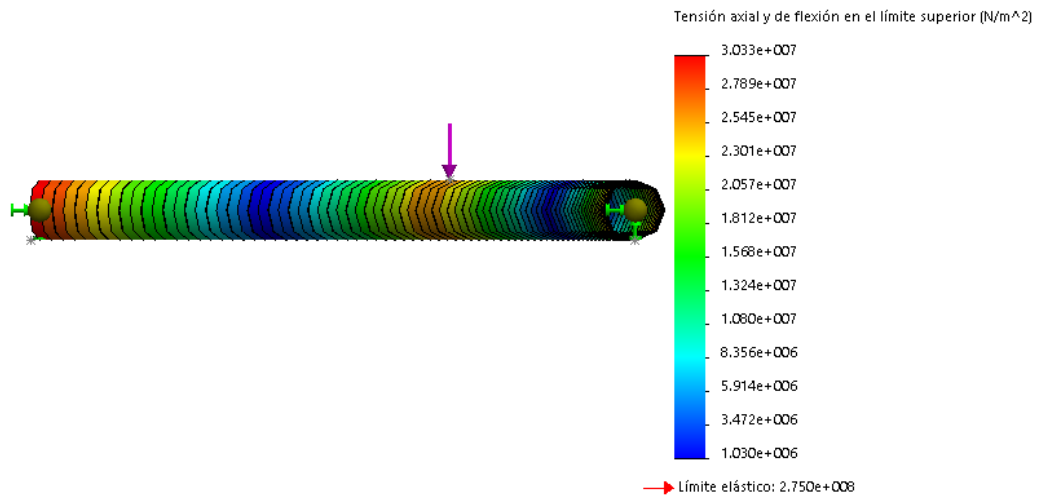


Figura 17: Resultado de la simulación en SolidWorks del valor de tensión (Fuente: Elaboración propia)

Con respecto a los valores de desplazamiento, cumple con el valor de flecha propuesto en el Documento Básico de Seguridad Estructural anteriormente comentado, siendo inferior al máximo establecido en este documento.

Los desplazamientos en el eje y son los siguientes:

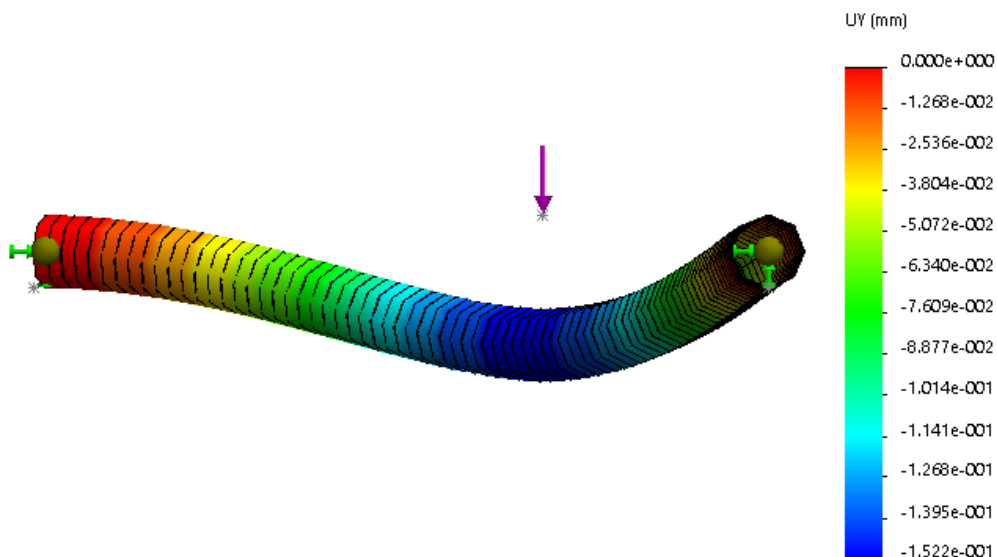


Figura 18: Resultado de la simulación en SolidWorks del valor de desplazamiento en el eje Y (Fuente: Elaboración propia)

Es por ello, que para la elaboración de las zonas que permitan el cambio de dirección del tren de racimos de plátanos, se usaran perfiles circulares huecos

de sección 40.4 y material de acero S275 JR, con el correspondiente tratamiento anticorrosivo del que se ha comentado.

4.5. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE ANTES DE ZONAS DE CAMBIO DE DIRECCIÓN

El planteamiento para estas estructuras es el mismo que para el apartado del cálculo de las estructuras para tensar el cable al final de los tramos, pero en este caso los esfuerzos se verán repartidos en dos apoyos en lugar de uno, como era el caso anterior.

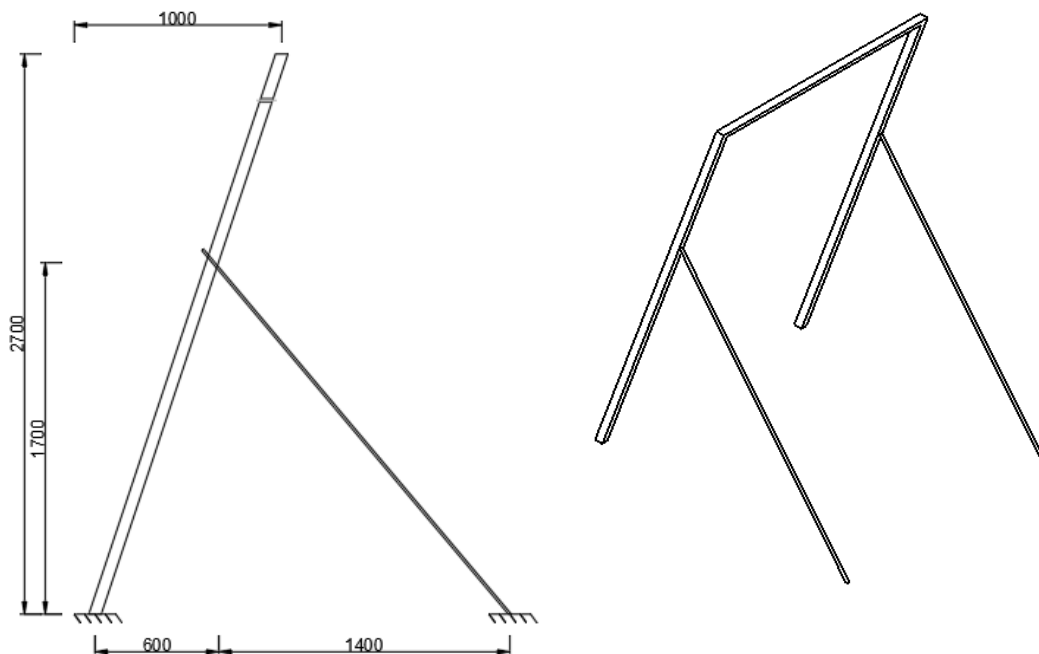
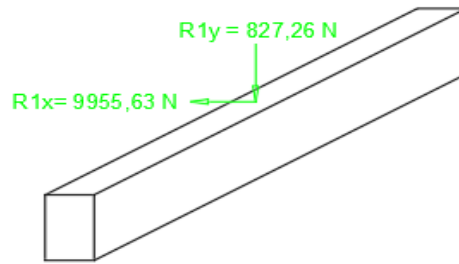


Figura 19: Estructura para tensar el cable antes de cambios de dirección (Fuente: Elaboración propia)

Para el cálculo y dimensionamiento de estas estructuras no se tendrá en cuenta el peso de la estructura que permitirá que el tren de fruta pueda realizar cambios de dirección, calculada en el apartado 4.4 de este anexo.

Teniendo en cuenta que la estructura es simétrica, los esfuerzos se verán repartidos de igual manera en el dos pilares y por tanto solo será necesario el cálculo de uno de ellos.

Se obtiene el valor de las reacciones sobre cada apoyo:



Reacción en el eje x:

$$R_x = \frac{1654,52 \text{ N}}{2} = 827,26 \text{ N},$$

Reacción en el eje y:

$$R_x = \frac{19911,25 \text{ N}}{2} = 9955,63 \text{ N}$$

4.5.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.

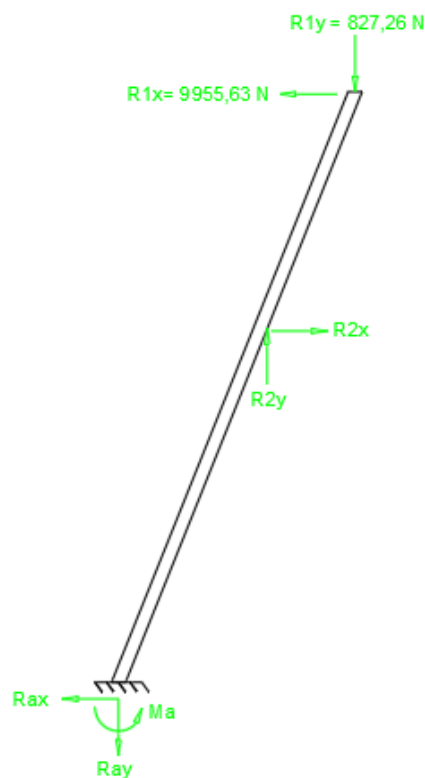


Figura 20: Reacciones generadas (Fuente: Elaboración propia)

Se tomará como consideraciones de diseño que:

$$R_{2x} = 3 \cdot R_{Ax}$$

$$R_{2y} = 3 \cdot R_{Ay}$$

Para la obtención de los valores de las reacciones y momento se aplicará la primera Ley de Newton sobre las condiciones de equilibrio:

Sumatoria de fuerzas en el eje x es igual a cero, $\Sigma F_x = 0$

$$-R_{1X} - R_{Ax} + R_{2X} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{Ax} = 4977,81 \text{ N}$$

Por tanto:

$$R_{2x} = 3 \cdot R_{Ax} \quad \rightarrow \quad R_{2x} = 14933,44 \text{ N}$$

Sumatoria de fuerzas en el eje y es igual a cero, $\Sigma F_y = 0$

$$-R_{1Y} - R_{Ay} + R_{2Y} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{Ay} = 413,63 \text{ N}$$

Por tanto:

$$R_{2y} = 3 \cdot R_{Ay} \quad \rightarrow \quad R_{2y} = 1240,89 \text{ N}$$

Sumatoria de momentos con respecto al punto B, $\Sigma M_B = 0$

$$m_A + R_{2Y} \cdot 0,63\text{m} - R_{2X} \cdot 1,7\text{m} + R_{1X} \cdot 2,7\text{m} - R_{1Y} \cdot 1\text{m} = 0$$

$$m_A = -1446,59\text{N}$$

4.5.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.

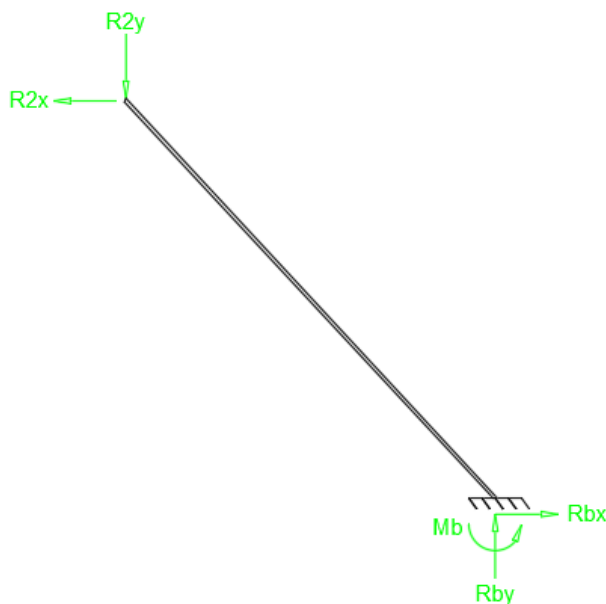


Figura 21: Reacciones generadas (Fuente: Elaboración propia)

De igual forma que en el caso anterior se aplican las condiciones de equilibrio.

Sumatoria de fuerzas en el eje x es igual a cero, $\Sigma F_x = 0$

$$R_{Bx} - R_{2x} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{Bx} = 14933,44 \text{ N}$$

Sumatoria de fuerzas en el eje y es igual a cero, $\Sigma F_y = 0$

$$R_{By} - R_{2y} = 0 \quad \rightarrow \quad R_{By} = 1240,89 \text{ N}$$

Sumatoria de momentos con respecto al punto B, $\Sigma M_B = 0$

$$m_B + R_{2y} \cdot 1,37\text{m} + R_{2x} \cdot 1,70\text{m} = 0$$

$$m_B = -27086,87 \text{ N}$$

4.6. SELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL PARA LA ESTRUCTURA DE TENSIÓN DEL CABLE DEL FINAL DEL TRAMO

4.6.1. PERFIL PARA EL PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.

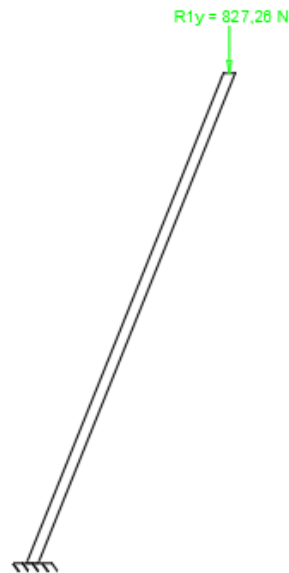


Figura 22: Estudio de pandeo para el pilar izquierdo (Fuente: Elaboración propia)

Al igual que para el caso de las estructuras para tensar el cable en los tramos finales, se elige el tipo de perfil y el acero empleado. Se realizarán las comprobaciones con tomando el acero S275 JR y un perfil de 60x40.4 mm.

Tabla 2.A2.3. Perfiles huecos rectangulares

Perfil	Dimensiones						Términos de sección										Peso
	a mm	b mm	e mm	r mm	u mm	A cm ²	S _y cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	S _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	p kp/m	
× 60. 40.2	60	40	2	5	191	3,70	3,70	18,1	6,03	2,21	2,80	9,69	4,85	1,62	20,7	2,91	P
× 60. 40.3	60	40	3	8	187	5,33	5,18	24,7	8,23	2,15	3,91	13,10	6,56	1,57	29,2	4,18	P
× 60. 40.4	60	40	4	10	183	6,81	6,42	29,7	9,91	2,09	4,84	15,70	7,86	1,52	36,1	5,35	P
× 70. 40.2	70	40	2	5	211	4,10	4,67	26,4	7,55	2,54	3,18	11,10	5,57	1,65	25,8	3,22	C
× 70. 40.3	70	40	3	8	207	5,93	6,59	36,4	10,40	2,48	4,47	15,20	7,59	1,60	36,4	4,66	C
× 70. 40.4	70	40	4	10	203	7,61	8,23	44,3	12,60	2,41	5,56	18,30	9,16	1,55	45,3	5,97	C
× 70. 50.2	70	50	2	5	231	4,50	5,35	31,1	8,87	2,63	4,26	18,50	7,42	2,03	37,5	3,53	C
× 70. 50.3	70	50	3	8	227	6,53	7,59	43,1	12,30	2,57	6,03	25,60	10,30	1,98	53,6	5,13	C

Figura 23: Prontuario de perfiles huecos rectangulares

Se calcula la carga crítica a pandeo teniendo en cuenta el lado de menor inercia considerando el caso más restrictivo para la inercia, según (1):

Se realiza el cálculo eligiendo inicialmente un perfil de sección 60x40.4 mm y se obtienen los parámetros necesarios del prontuario anterior.

La carga crítica a pandeo para un perfil de sección 60x40.4 mm será:

$$P_{cc} = 178546,42 \text{ N}$$

Se comprueba si existe pandeo utilizando este perfil:

$$P_{cc} = 178546,42 \text{ N} > F_{m\acute{a}x} = 827,26 \text{ N}$$

Como se cumple la condición anterior no se producirá el fenómeno de pandeo con este perfil.

A continuación, comprobamos si el perfil resiste a compresión, para ello se debe cumplir la siguiente condición:

$$\sigma < \sigma_{adm}$$

Donde:

- *Tensión debida a la carga crítica, se aplica (2):*

$$\sigma = 262,18 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- *Tensión admisible del perfil:*

Para la obtención de la tensión admisible es necesario el cálculo del esfuerzo a flexión y el esfuerzo cortante.

El esfuerzo a flexión viene dado por la ecuación (3):

$$\sigma_f = 485,61 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Por otro lado, el esfuerzo cortante será, según (4):

$$\zeta = 2,3 \cdot 10^{18} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

A continuación, se obtienen los esfuerzos máximos y mínimos, así como el cortante máximo.

Esfuerzos máximos y mínimos, mediante (5):

$$\sigma_{\text{máx}} = 1,78 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{\text{mín}} = -1,29 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Esfuerzo cortante máximo, según (6):

$$\zeta_{\text{máx}} = 1,54 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Aplicando Von Mises se obtiene el esfuerzo admisible del perfil, según (7):

$$\sigma_{\text{adm}} = 2,67 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Comprobar que se cumpla la condición de compresión:

$$\sigma = 97,34 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} < \sigma_{\text{adm}} = 2,67 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

El perfil seleccionado es capaz de resistir los esfuerzos a los que se verá sometido.

4.6.2. PERFIL PARA EL PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.

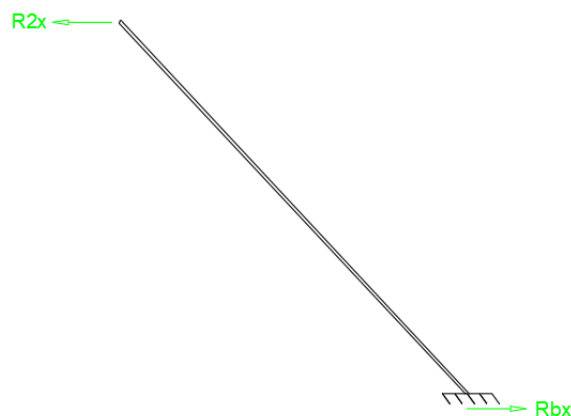
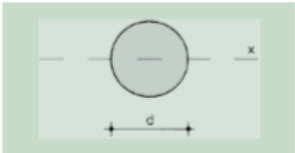


Figura 24: Estudio de tracción para el pilar derecho (Fuente: Elaboración propia)

Para el análisis del perfil del pilar derecho se comienza teniendo en cuenta las cargas axiales. Se elegirá aquel perfil cuyo factor de seguridad se encuentre comprendido entre 2,5 y 3.

Se comienza eligiendo el tipo de acero. Se utilizará un acero S275 JR al que se le aplicará un tratamiento anticorrosivo de cinc, tal y como se indicó. Y posteriormente, se elige el tipo de perfil. Un perfil redondo macizo y se comprueba cual de todos los diámetros cumple la condición planteada anteriormente.

Tabla 2.A1.8. Redondos



A = Área de la sección
 I_x = Momento de inercia de la sección
 $W_x = 2I_x : d$: Módulo resistente de la sección
 $i_x = \sqrt{I_x : A}$: Radio de giro de la sección
 u = Perímetro de la sección
 p = Peso por m

Producto	Dimensiones		Términos de sección				Peso	
	d mm	u mm	A cm ²	I_x cm ⁴	W_x cm ³	i_x cm	p kg/m	
∅ 6	6	18,8	0,283	0,006	0,021	0,150	0,222	P
∅ 7	7	22,0	0,385	0,012	0,034	0,175	0,302	C
∅ 8	8	25,1	0,503	0,020	0,050	0,200	0,395	P
∅ 10	10	31,4	0,785	0,049	0,098	0,250	0,617	P
∅ 12	12	37,7	1,130	0,102	0,170	0,300	0,888	P
∅ 14	14	44,0	1,540	0,189	0,269	0,350	1,210	P
∅ 16	16	50,3	2,010	0,322	0,402	0,400	1,580	P
∅ 18	18	56,5	2,550	0,515	0,573	0,450	2,000	C
∅ 20	20	62,8	3,140	0,785	0,785	0,500	2,470	P

Figura 25: Prontuario de perfiles macizos

Se calcula la tensión axial, definida por (9):

$$\sigma = \frac{14933,44 \text{ N}}{1,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 96,97 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Para que el perfil sea capaz de resistir la tensión de trabajo de la viga, la tensión axial debe ser inferior a la tensión admisible del material.

$$\sigma = 96,97 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \leq \sigma_{\text{adm}} = 275 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

En la siguiente tabla aparecen reflejados los resultados de estos cálculos.

Diámetro(mm)	σ (MN/m ²)	σ_{adm} (MN/m ²)	F.S.
12	132,15	275	2,08
14	96,97	275	2,84
16	74,30	275	3,70

Figura 26: Elección del diámetro de perfil (Fuente: Elaboración propia)

Se comprueba que todos ellos sean capaces de resistir las cargas a tracción, ya que su tensión axial es superior a la tensión admisible del material.

Se elige el perfil de sección de 14 mm, ya que cumple la condición anteriormente planteada para el coeficiente de seguridad.

Posteriormente, se comprobará si este perfil cumple con las sollicitaciones de las cargas que producirán el pandeo de la estructura.

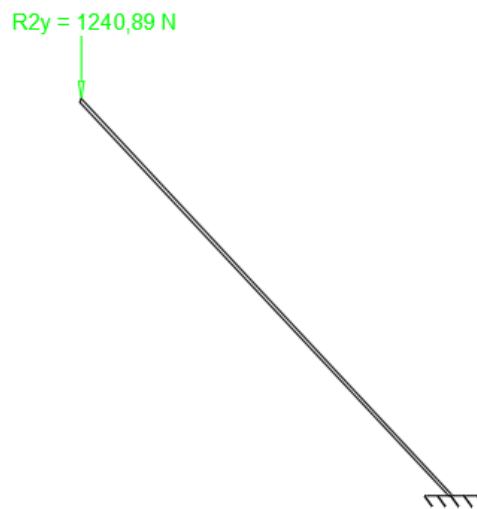


Figura 27: Estudio del pandeo para el pilar derecho (Fuente: Elaboración propia)

La carga crítica a pandeo para un perfil de diámetro 14 mm será según (1):

$$P_{cc} = 5421,79 \text{ N}$$

Comprobar si existe pandeo utilizando este perfil:

$$P_{cc} = 5421,79 \text{ N} > F_{m\acute{a}x} = 1240,89 \text{ N}$$

Como se cumple la condición anterior no se producirá el fenómeno de pandeo con este perfil, y por tanto será considerado como válido.

ANEXO III

CÁLCULO DE OBRA CIVIL

ÍNDICE

1. OBJETO.....	4
2. ESTUDIO GEOTÉCNICO	4
3. NORMATIVA.....	4
4. ALCANCE	4
4.1. FUERA DE ALCANCE	5
5. CÁCULOS.....	5
5.1. TORRES DE APOYO.....	5
5.1.1. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS TORRES DE APOYO	5
5.1.2. ZAPATA PARA LAS TORRES DE APOYO.....	15
5.2. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES.....	20
5.2.1. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES (PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA).....	20
5.2.2. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES (PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA).....	26
5.3. ZAPATAS PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES	32
5.3.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA.....	32
5.3.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA.....	37
5.4. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE ANTES DE ZONAS DE CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Valores para el dimensionamiento de la zapata y la base soporte	6
Figura 2: Esquema para la zapata y basa soporte	7
Figura 3: Vista en 3D de la zapata y la basa de soporte	7
Figura 4: Esquema de tensiones y momentos	10
Figura 5: Pernos en “J”	13
Figura 6: Tabla 69.5.1.2.a EHE-08	15
Figura 7: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes...	18
Figura 8: Valores para el dimensionamiento de la zapata y la base soporte ..	20
Figura 9: Esquema para la zapata y basa de soporte	21
Figura 10: Vista en 3D de la zapata y la basa de soporte	21
Figura 11: Esquema de tensiones y momentos	23
Figura 12: Valores para el dimensionamiento de la zapata y la base soporte .	27
Figura 13: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes.	35
Figura 14: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes.	36
Figura 15: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Dimensionado de la zapata para las torres de apoyo	18
Tabla 2: Dimensionado de la zapata para las torres de apoyo	34
Tabla 3: Dimensionado de la zapata para las torres de apoyo	38

1. OBJETO

El objeto del presente anexo es describir y especificar los cálculos de las placas de anclaje, las longitudes de anclaje y las zapatas para los distintos pilares que conforman el proyecto.

2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para la realización de este estudio no se tendrá en cuenta la existencia del agua freática habitual, y se supone que el terreno no presenta agresividad al hormigón.

Se trata de un terreno destinado a la explotación de frutales. Y cuyas características técnicas, proporcionadas por el Laboratorio ICINCO, son las siguientes:

- Tensión admisible del terreno: 0,1 - 0,2 N/mm²
- Peso específico: 16,5 kN/m³
- Coeficiente de rozamiento cimiento-suelo: 0,364 (Tangente de 20)

3. NORMATIVA

Para la realización de este anexo se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, DB SE-A.
- Instrucción Española del Hormigón Estructural, EHE-08.

4. ALCANCE

Se detallan a continuación las acciones realizadas en el presente anexo:

- Cálculo y dimensionamiento de todas las placas de anclaje.

- Cálculo y dimensionamiento de todas las zapatas.

4.1. FUERA DE ALCANCE

No se tendrán en cuenta en el presente anexo el cálculo de soldaduras.

5. CÁCULOS

5.1. TORRES DE APOYO

5.1.1. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS TORRES DE APOYO

Para la realización de estos cálculos se tienen en cuenta los resultados en el anexo de cálculos de las torres de apoyo.

Los cálculos de la placa de anclaje se realizarán conforme a lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, DB SE-A.

Debido a que, en el caso del presente TFG, el pilar utilizado será de acero y la zapata de hormigón, es necesario utilizar una basa o placa soporte entre la unión de estos elementos con el fin de distribuir los esfuerzos de compresión sobre la superficie de hormigón.

Para la realización de los cálculos se tiene en cuenta el caso más desfavorable, donde el valor de la fuerza es 827,26 N y el momento es de 3996,03 Nm.

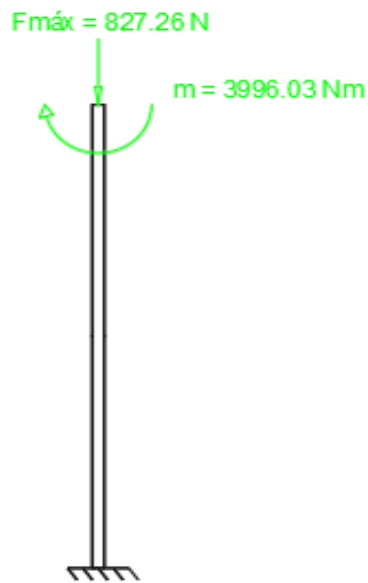


Figura 1: Valores para el dimensionamiento de la zapata y la base soporte (Fuente: Elaboración propia)

Para dimensionar la zapata y la basa de soporte es necesario realizar un predimensionado en el que se definen sus dimensiones iniciales.

Estas dimensiones son:

$$A = 300 \text{ mm}$$

$$B = 300 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

$$g = 10 \text{ mm}$$

Y cuyo significado viene reflejado en los siguientes esquemas:

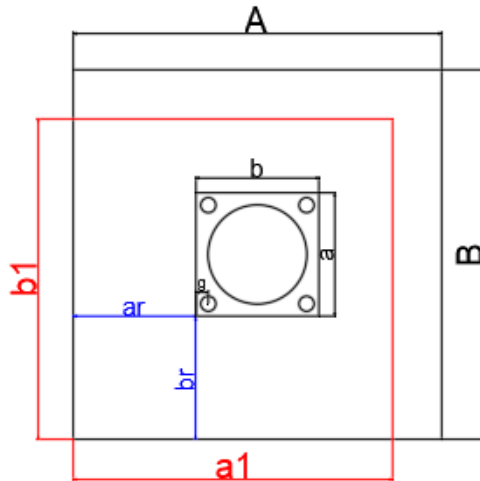


Figura 2: Esquema para la zapata y basa soporte
(Fuente: Elaboración propia)

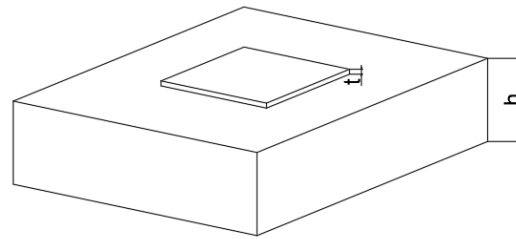


Figura 3: Vista en 3D de la zapata y la basa de soporte
(Fuente: Elaboración propia)

Donde las dimensiones de “ar” y “br” son, respectivamente:

$$ar = \frac{A - a}{2} = \frac{(300 - 100)\text{mm}}{2} = 100 \text{ mm} \quad (1)$$

$$br = \frac{B - b}{2} = \frac{(300 - 100)\text{mm}}{2} = 100 \text{ mm} \quad (2)$$

A continuación, se calculan las dimensiones del área portante haciendo uso de la tabla 8.2 del DB SE-A:

a1	b1
$a1 = a + 2 \cdot ar = 300 \text{ mm}$	$b1 = b + 2 \cdot br = 300 \text{ mm}$
$a1 = 5 \cdot a = 500 \text{ mm}$	$b1 = 5 \cdot b = 500 \text{ mm}$
$a1 = a + h = 200 \text{ mm}$	$b1 = b + h = 200 \text{ mm}$
$a1 = 5 \cdot b1 = 1000 \text{ mm}$	$b1 = 5 \cdot a1 = 1000 \text{ mm}$

De entre todos los valores se elige el valor de “a1” y “b1” más pequeño, por tanto:

$$a_1 = 200 \text{ mm}$$

$$b_1 = 200 \text{ mm}$$

Se calcula la distancia “c”, considerada como la región que permite establecer, junto con las tracciones en los pernos de anclaje, una configuración de esfuerzos en equilibrio con los del axil y momento de cálculo del soporte.

$$c \leq t \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} \quad (3)$$

Donde:

t: espesor de la basa

f_{yd} : resistencia de cálculo del acero de la basa, $\gamma_M = 1,1$

$$f_{yd} = \frac{f_{yK}}{\gamma_M} = \frac{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,1} = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (4)$$

f_{jd} : resistencia portante de la superficie de asiento, de valor definido en la instrucción del hormigón. Para el caso de apoyo sobre macizos, que aseguran un confinamiento al hormigón, dicha resistencia puede alcanzar el valor de:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot K_j \cdot f_{CK} \leq 3,3 \cdot f_{Cd} \quad (5)$$

Siendo:

β_j : coeficiente de la unión. Puede tomarse como $\beta_j = \frac{2}{3}$ siempre que la resistencia característica del mortero de nivelación no sea inferior a 0,2 veces la resistencia característica del hormigón, y que su espesor no sea superior a 0,2 veces el ancho menor de la base.

K_j : factor de concentración, depende del área portante equivalente del hormigón.

$$K_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} \quad (6)$$

f_{CK} : características del hormigón armado. Se elige hormigón HA-30, por tanto:

$$f_{CK} = 30 \frac{N}{mm^2}$$

f_{Cd} : valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sobre probeta, a la instrucción aplicable al hormigón armado.

$$f_{Cd} = \frac{f_{CK}}{1,5} = \frac{30 \frac{N}{mm^2}}{1,5} = 20 \frac{N}{mm^2} \quad (7)$$

Por lo tanto, aplicando (5):

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 30 \frac{N}{mm^2} \leq 3,3 \cdot 20 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{jd} = 40 \frac{N}{mm^2} \leq 66 \frac{N}{mm^2}$$

Entonces, el valor de la distancia máxima para c al aplicar (3), será:

$$c \leq 5,77 \text{ mm} \cong 5 \text{ mm}$$

Se calcula a continuación, la distancia a la que se encuentra la fuerza de reacción del hormigón en la base soporte (x). Para su cálculo se realiza el equilibrio de momentos en el siguiente esquema:

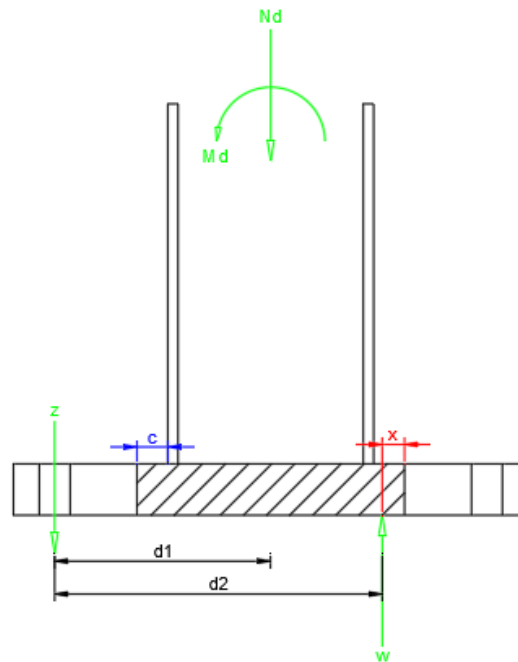


Figura 4: Esquema de tensiones y momentos (Fuente: Elaboración propia)

Si se realiza el equilibrio de momentos con respecto al punto de aplicación de la fuerza z , entonces:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma M_z &= 0 \\ Nd \cdot d_1 + Md - W \cdot d_2 &= 0 \end{aligned} \right\} (8)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{a}{2} - g = \frac{100 \text{ mm}}{2} - 10 \text{ mm} = 40 \text{ mm} \quad (9)$$

$$d_2 = d_1 + \frac{h}{2} + c - \frac{x}{2} = 40 \text{ mm} + \frac{200 \text{ mm}}{2} + 5 \text{ mm} - \frac{x}{2} = 145 \text{ mm} - \frac{x}{2} \quad (10)$$

$$W = x \cdot \phi_{\text{perfil}} \cdot f_{jd} = x \cdot 40 \text{ mm} \cdot 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = x \cdot 1600 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad (11)$$

$$Nd = N \cdot \text{Coef. de mayorado} = 827,26 \text{ N} \cdot 1,5 = 1240,89 \text{ N} \quad (12)$$

$$Md = M \cdot \text{Coef. de mayorado} = 3996,03 \text{ Nm} \cdot 1,35 = 5,39 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \quad (13)$$

La distancia a la que se encuentra la fuerza de reacción del hormigón en la base soporte (x), será, la que se obtiene a partir de (8). La aplicación de la

misma da lugar a dos resultados de los cuales, tan solo uno de ellos será el que se adapte al diseño:

$$x_1 = 274,78 \text{ mm}$$

$$x_2 = 21,21 \text{ mm}$$

El valor de “x” que encaja en el diseño es el de $x=21,21 \text{ mm}$.

A continuación, se calcula el valor de la reacción del hormigón (w), según la fórmula (11):

$$W = x \cdot 1600 \frac{\text{N}}{\text{mm}} = 33936 \text{ N}$$

Se calcula el valor de la fuerza ejercida por la base soporte (z), mediante la realización del equilibrio de fuerzas sobre el eje y:

$$\left. \begin{array}{l} \Sigma F_y = 0 \\ Nd + z - W = 0 \end{array} \right\} (14)$$

Se obtiene:

$$z = 32695,11 \text{ N}$$

Una vez conocidos los parámetros anteriores, se comprueba si la base es capaz de soportar los esfuerzos. Para ello, se procede al cálculo del momento debido a la reacción del hormigón y el momento plástico. La placa aguantará siempre que el momento plástico por unidad de longitud sea mayor que el momento debido a la reacción del hormigón, también por unidad de longitud.

Momento debido a la reacción del hormigón, M_w :

$$M_w = \frac{f_{jd} \cdot (\varnothing_{\text{perfil}} + 2 \cdot c) \cdot c^2}{2} = \frac{40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (40 \text{ mm} + 2 \cdot 5 \text{ mm}) \cdot 5^2}{2} \quad (15)$$

$$M_w = 25000 \text{ Nmm}$$

Momento debido a la reacción del hormigón por unidad de longitud, $M_{(w/unidad)}$:

$$M_{\frac{w}{unidades}} = \frac{M_w}{(\varnothing_{\text{perfil}} + 2 \cdot c)} = \frac{25000 \text{ Nmm}}{(40 \text{ mm} + 2 \cdot 5 \text{ mm})} \quad (16)$$

$$M_{\frac{w}{unidades}} = 500 \frac{\text{N}}{\text{unidades}}$$

Momento plástico, $M_{\text{plástico}}$:

$$M_{\text{plástico}} = \frac{M_d}{2} \cdot \frac{M_d}{4} \cdot 2 \cdot \frac{S_{275}}{\varphi_M} \cdot (\varnothing_{\text{perfil}} + 2 \cdot c) \quad (17)$$

Donde:

$$\frac{M_d}{N_d} = \frac{5394,64 \text{ Nmm}}{1240,89 \text{ N}} = 4,35 \text{ mm}$$

$$M_{\text{plástico}} = \frac{4,35 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{4,35 \text{ mm}}{4} \cdot 2 \cdot \frac{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,1} \cdot (40 \text{ mm} + 2 \cdot 5 \text{ mm}) \cdot 1 \text{ mm}$$

$$M_{\text{plástico}} = 59132,81 \text{ Nmm}$$

Momento plástico por unidad de longitud, $M_{(\text{plástico}/unidades)}$:

$$M_{\frac{\text{plástico}}{unidades}} = \frac{M_{\text{plástico}}}{(\varnothing_{\text{perfil}} + 2 \cdot c)} = \frac{59132,81 \text{ Nmm}}{(40 \text{ mm} + 2 \cdot 5 \text{ mm})} \quad (18)$$

$$M_{\frac{\text{plástico}}{unidades}} = 1182,66 \frac{\text{N}}{\text{unidades}}$$

La placa será capaz de soportar los esfuerzos si se cumple la siguiente condición:

$$M_{\frac{\text{plástico}}{unidades}} = 1182,66 \frac{\text{N}}{\text{unidades}} > M_{\frac{w}{unidades}} = 500 \frac{\text{N}}{\text{unidades}}$$

Como se cumple la condición, la base soportará los esfuerzos.

Se calculan el número de pernos necesarios para unir la basa soporte al bloque de hormigón. Para ello, se eligen pernos de acero B400S, adecuado para uniones en hormigón y métrica M6.

$$N^{\circ} \text{ de pernos necesarios} = \frac{z}{\pi \cdot \left(\frac{\phi_{\text{perno}}}{2}\right)^2 \cdot f_{yk}} = \frac{32695,11 \text{ N}}{\pi \cdot \left(\frac{6 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \quad (19)$$

$$N^{\circ} \text{ de pernos necesarios} = 2,89 \cong 3$$

Como conclusión, la unión entre el bloque de hormigón y la placa soporte tan solo serán necesarios 3 pernos de acero B400S y métrica 6, pero por cuestiones de diseño se implantarán 4 pernos en lugar de 3. Además, serán de pernos en “J” tal y como se indica en la siguiente figura

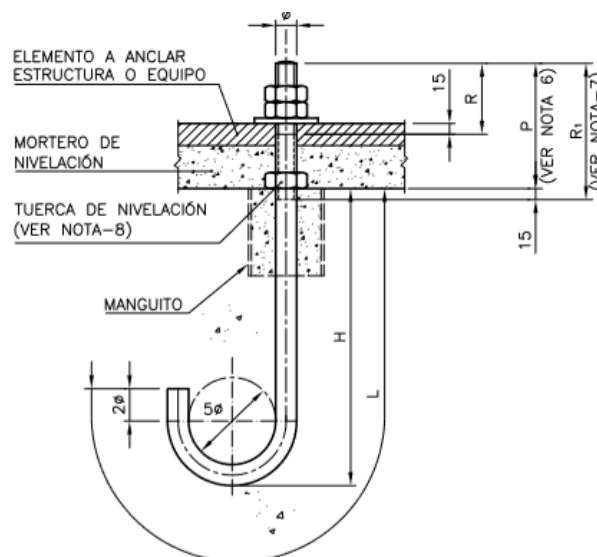


Figura 5: Pernos en “J”

Para asegurar la unión entre la placa de anclaje y el pilar se hará uso de rigidizadores del mismo espesor de la placa de anclaje y altura 50 mm.

Con objetivo de asegurar un mayor agarre entre las estructuras y evitar que se produzca un deslizamiento relativo entre el acero y el hormigón, se realizará el cálculo de la longitud de anclaje del perno, L_b , siguiendo para ello la EHE-08, artículo 69.5.1.2.

Los pernos se anclan en el hormigón fundamentalmente por tres procesos:

- Adhesión del acero con el hormigón (fuerzas capilares y moleculares)
- Por la propia reacción del hormigón sobre la corruga (acuñamiento)
- Por el rozamiento entre la superficie del acero y el hormigón.

La longitud de anclaje del perno viene en función de varios parámetros:

- Diámetro de la barra
- Límite elástico del acero
- Resistencia del hormigón a compresión y tracción
- Posición de la barra durante el hormigonado

Para conocer su posición se acude nuevamente a la EHE-08, donde especifica lo siguiente en el artículo 62.5.1.1:

- Posición I: adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90°, o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.
- Posición II: adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.

Por ello, se determina que, en este caso, los pernos estarán en posición I, puesto que se encuentran a 90 grados. Por tanto, se calcula la longitud de anclaje a partir de la ecuación que se muestra en el apartado 69.5.1.2 de la EHE-08:

$$l_{bI} = m \cdot \varnothing^2 \quad (20)$$

Donde:

\varnothing : Diámetro del perno de acero, en mm

m: coeficiente numérico con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adherencia de los pernos

f_{yk} : límite elástico garantizado del acero, en N/mm^2

El valor de m se obtiene de la siguiente tabla:

Resistencia característica del hormigón (N/mm^2)	m	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥ 50	0,7	1,0

Figura 6: Tabla 69.5.1.2.a EHE-08

Teniendo el hormigón a usar, una resistencia característica de $30 N/mm^2$, y haciendo uso de un acero B400S, se determina un valor de m igual a 1,0.

Por tanto, la longitud de anclaje de los pernos será la siguiente:

$$l_{bI} = 1 \cdot 6^2 = 36 \text{ mm}$$

5.1.2. ZAPATA PARA LAS TORRES DE APOYO

Para el cálculo de las zapatas de las torres de apoyo se deberá considerar como dimensión del pilar la dimensión de la placa de anclaje que se ha calculado en el apartado anterior:

- Dimensión "x" del pilar: 100 mm
- Dimensión "y" del pilar: 100 mm

Se comienza comprobando la tensión que ejercerá el peso que soporta la estructura sobre el terreno:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (21)$$

Donde:

F: Peso.

S: Sección de la placa del anclaje.

$$\sigma = \frac{827,26 \text{ N}}{(100 \cdot 100) \text{ mm}^2} = 0,0827 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Como se puede apreciar, no se supera la tensión límite del terreno, proporcionada por el Laboratorio ICINCO, y reflejada en el apartado 2 de este anexo, "Estudio Geotécnico", por lo que no se producirá el fenómeno de hundimiento:

$$\sigma = 0,0827 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{adm (Terreno)}} = 0,15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teniendo en cuenta que la zapata calculada tendrá mayor sección que la placa de anclaje con la que se ha comprobado el hundimiento, la distribución de las tensiones será en una superficie mayor por lo que se verá reducido aún más este fenómeno.

Para el cálculo de la zapata se tiene en cuenta la carga que soportará el pilar ($N=827,26 \text{ N}$) y el momento producido por estas cargas ($M=3996,02 \text{ Nm}$). Además, se deberá tener en cuenta, el momento mínimo ejercido debido al propio peso del pilar, para ello:

- Cálculo del peso del pilar:

$$P = \rho \cdot A \quad (22)$$

Siendo:

ρ : densidad del acero del pilar

A: sección del pilar

$$P = \rho \cdot A = 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,2215 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 9,588 \text{ Kg}$$

$$P = 95,88 \text{ N}$$

- Sobrecarga de uso:

Se tomará una sobrecarga, por recomendación, de un 30% del peso del pilar, por tanto:

$$\frac{S}{U} = 28,76 \text{ N}$$

Por lo tanto, el peso que debe soportar la zapata será, por tanto:

$$N_{\text{Total}} = F + P + \frac{S}{U} = 951,9 \text{ N} \quad (23)$$

Según el Documento Estructural del Acero, el momento mínimo que se genera en el pilar debido a las cargas viene dado por:

$$M_{\text{mínimo}} = 0.02m \cdot N_{\text{Total}}$$

$$M_{\text{mínimo}} = 19,04 \text{ Nm}$$

A continuación, se mayoran las cargas y momentos:

$$N_d = 1,5 \cdot F = 1,5 \cdot 827,26 \text{ N} = 1240,89 \text{ N}$$

$$M_d = 1,5 \cdot M = 1,5 \cdot 3996,02 \text{ Nm} = 5994,03 \text{ Nm}$$

$$M_{d(\text{mínimo})} = 1,5 \cdot M_{\text{mínimo}} = 1,5 \cdot 19,04 \text{ Nm} = 28,56 \text{ Nm}$$

Según lo establecido la EHE-08, se determina el predimensionado de las zapatas:

$$a \text{ (mm)} = \sqrt{\frac{N \cdot 0,1 + N}{\sigma_{\text{adm}} \text{ (Terreno)}}} = 83,55 \text{ mm} \quad (24)$$

$$A \text{ (mm)} = a + 0,5 \cdot (\text{dim, x} - \text{dim, y}) = 83,55 \text{ mm} \quad (25)$$

$$B \text{ (mm)} = a - 0,5 \cdot (\text{dim, x} - \text{dim, y}) = 83,55 \text{ mm} \quad (26)$$

Una vez que se tiene el predimensionado de la zapata se realizan una serie de iteraciones incrementando las dimensiones en 50 mm cada vez, hasta dar con aquella cuya tensión sea igual o inferior a la tensión admisible del terreno. Para ello, se utiliza el hormigón armado HA-30. En la realización de esta iteración se hace uso del software Excel:

A (mm)	B (mm)	Vuelo (mm)	Canto h (mm)	Canto h, a usar (mm)	A' (mm)	B' (mm)	σ (N/mm ²)	$\xi\sigma \leq \sigma_{adm}$?
100	100	0	0	#N/A	60	60	#N/A	#N/A
150	150	25	12,5	#N/A	110	110	#N/A	#N/A
200	200	50	25	#N/A	160	160	#N/A	#N/A
250	250	75	37,5	50	210	210	0,02284	Sí
300	300	100	50	50	260	260	0,01533	Sí
350	350	125	62,5	75	310	310	0,01178	Sí
400	400	150	75	75	360	360	0,00922	Sí
450	450	175	87,5	100	410	410	0,00816	Sí

Tabla 1: Dimensionado de la zapata para las torres de apoyo (Fuente: Elaboración propia)

Se comprueba en la tabla anterior que la zapata que cumple con las solicitaciones es aquella cuyas dimensiones son 250x250x50 mm, y aparecerá reflejada en los planos como Tipo 1.

El peso propio de la zapata considerando las dimensiones anteriormente calculadas será de 55,123 KN.

La tensión mayorada, σ , fin, será:

$$\sigma_{fin} = \frac{N_d + P_{Zapata}}{A' \cdot B'} = \frac{1240,89 \text{ N} + 55,12 \text{ KNm}}{(0,21 \cdot 0,21) \text{ m}^2} \quad (27)$$

$$\sigma_{fin} = 0,0341 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A continuación, se calcula la armadura necesaria para esta zapata aplicando la *Teoría de Bielas y Tirantes*.

- Armadura en dirección x:

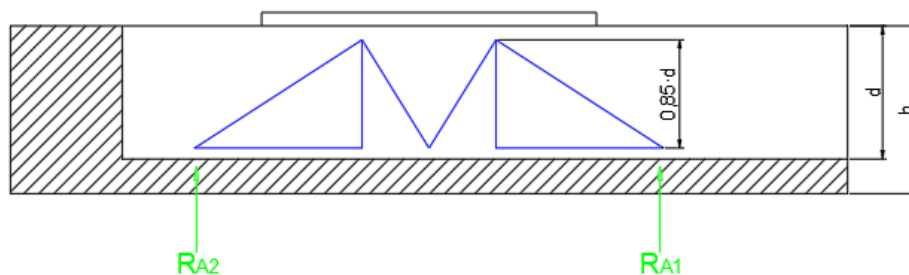


Figura 7: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes (Fuente: Elaboración propia)

Se calculan las reacciones:

$$R_{A1} = \frac{A}{2} \cdot B' \cdot \sigma_{fin} = \frac{250 \text{ mm}}{2} \cdot 210 \text{ mm} \cdot 0,0341 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (28)$$

$$R_{A1} = 894,02 \text{ N}$$

$$R_{A2} = \left(A' - \frac{A}{2}\right) \cdot B' \cdot \sigma_{fin} = \left(210 \text{ mm} - \frac{250 \text{ mm}}{2}\right) \cdot 210 \text{ mm} \cdot 0,0341 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (29)$$

$$R_{A2} = 608,06 \text{ N}$$

El dimensionamiento de la armadura se realiza conforme a los establecido en el apartado 63.3.1 de la EHE-08.

$$T_{d1} = \frac{R_{A1} \cdot \left(\frac{A}{4} - \frac{\text{dim}, x}{4}\right)}{0,85 \cdot (H - r. m)} \quad (30)$$

Donde:

r.m: recubrimiento mecánico (r.m = 15 mm)

Por lo tanto, aplicando (30)

$$T_{d1} = 1126,92 \text{ N}$$

A continuación, se calcula el número de hierros necesarios. Para ello, se tiene en cuenta la recomendación de la EHE-08, donde el diámetro mínimo a disponer en un elemento de cimentación no debe ser inferior a 12 mm. Por tanto:

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{T_{d1}}{\pi \cdot (D. \text{hierros})^2 \cdot f_{yd}} \quad (31)$$

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{1126,92 \text{ N}}{\pi \cdot (12)^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0,0249$$

Se opta por poner 2 hierros de diámetro 12 mm con una separación entre ellos de 195 mm, en la dirección "x" de la zapata.

Al ser una zapata simétrica el número de hierros en la dirección "y" será el mismo que en la dirección "x".

5.2. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES

5.2.1. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES (PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA)

Para la realización de estos cálculos se tienen en cuenta los resultados en el apartado 4.2.1 y 4.3.1 del Anexo II: Cálculos de torres.

Al igual que para la placa de anclaje calculada en el apartado 5.1, los cálculos de la placa de anclaje se realizarán conforme a lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, DB SE-A.

Para la realización de los cálculos se tiene en cuenta el caso más desfavorable, donde el valor de la fuerza es 827,26 N y el momento es de 4812,43 Nm. No se tendrá en cuenta el peso propio del pilar, debido a que su valor se considera despreciable en relación con las fuerzas.

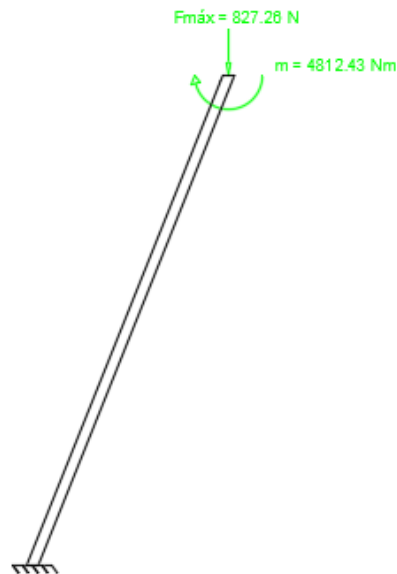


Figura 8: Valores para el dimensionamiento de la zapata y la base soporte (Fuente: Elaboración propia)

Para dimensionar la zapata y la basa de soporte es necesario realizar un predimensionado en el que se definan sus dimensiones iniciales.

Las dimensiones serán las siguientes:

$A = 300 \text{ mm}$

$B = 500 \text{ mm}$

$h = 100 \text{ mm}$

$a = 150 \text{ mm}$

$b = 200 \text{ mm}$

$t = 5 \text{ mm}$

$g = 20 \text{ mm}$

Y cuyo significado viene reflejado en los siguientes esquemas:

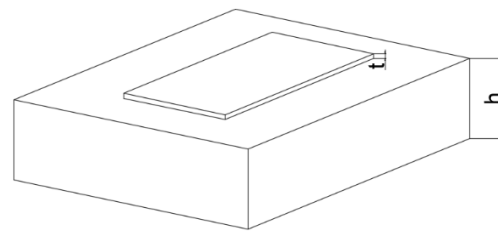
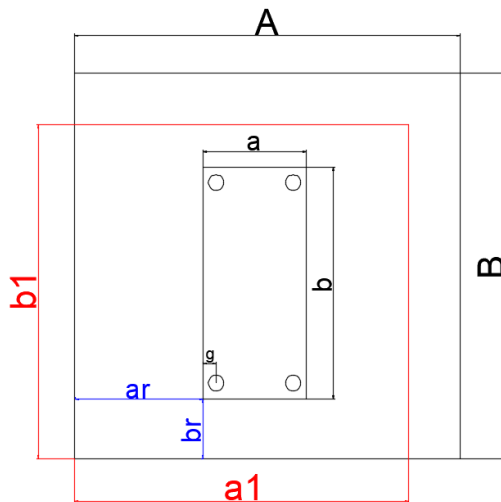


Figura 9: Esquema para la zapata y basa de soporte
(Fuente: Elaboración propia)

Figura 10: Vista en 3D de la zapata y la basa de soporte
(Fuente: Elaboración propia)

Donde las dimensiones de “ar” y “br” son, aplicando (1) y (2), respectivamente:

$ar = 75\text{mm}$

$br = 150 \text{ mm}$

A continuación, se calculan las dimensiones del área portante haciendo uso de la tabla 8.2 del DB SE-A:

a1	b1
$a1 = a + 2 \cdot ar = 300 \text{ mm}$	$b1 = b + 2 \cdot br = 500 \text{ mm}$
$a1 = 5 \cdot a = 750 \text{ mm}$	$b1 = 5 \cdot b = 1000 \text{ mm}$
$a1 = a + h = 250 \text{ mm}$	$b1 = b + h = 300 \text{ mm}$
$a1 = 5 \cdot b1 = 1500 \text{ mm}$	$b1 = 5 \cdot a1 = 1250 \text{ mm}$

De entre todos los valores se elige el valor de “a1” y “b1” más pequeño, por tanto:

$$a1 = 250 \text{ mm}$$

$$b1 = 300 \text{ mm}$$

Se calcula la distancia “c”, considerada como la región que permite establecer, junto con las tracciones en los pernos de anclaje, una configuración de esfuerzos en equilibrio con los del axil y momento de cálculo del soporte. Según (3) y (4):

f_{yd} : resistencia de cálculo del acero de la basa.

$$f_{yd} = \frac{f_{yK}}{\gamma_M} = \frac{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,1} = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

f_{jd} : resistencia portante de la superficie de asiento, de valor definido en la instrucción del hormigón. Para el caso de apoyo sobre macizos, que aseguran un confinamiento al hormigón, dicha resistencia puede alcanzar el valor de:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot K_j \cdot f_{CK} \leq 3,3 \cdot f_{Cd}$$

K_j : factor de concentración, depende del área portante equivalente del hormigón. Aplicando (5) y (6) se obtiene:

f_{Cd} : valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sobre probeta, a la instrucción aplicable al hormigón armado.

$$f_{Cd} = \frac{f_{CK}}{1,5} = \frac{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,5} = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Por lo tanto:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot K_j \cdot f_{CK} \leq 3,3 \cdot f_{Cd}$$

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 1,58 \cdot 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 3,3 \cdot 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{jd} = 31,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 66 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Entonces, el valor de la distancia máxima para c , será:

$$c \leq 8\text{mm}$$

Se calcula a continuación, la distancia a la que se encuentra la fuerza de reacción del hormigón en la base soporte (x). Para su cálculo se realiza el equilibrio de momentos en el siguiente esquema:

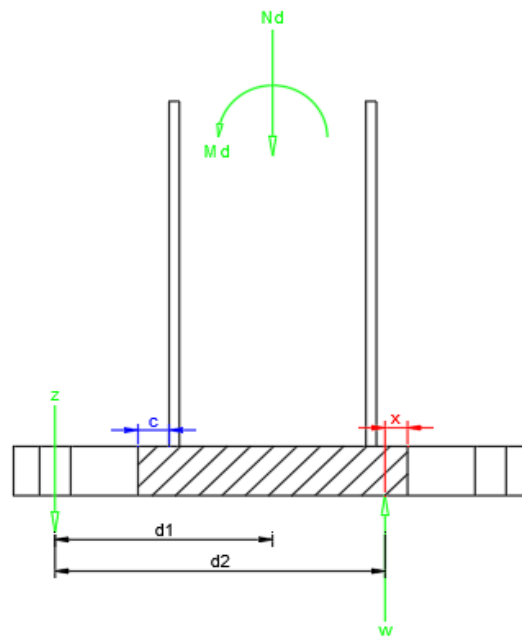


Figura 11: Esquema de tensiones y momentos (Fuente: Elaboración propia)

Si se analiza el equilibrio de momentos con respecto al punto de aplicación de la fuerza z , según (8), aplicando además ecuaciones de (9) a (13), entonces:

Donde:

$$d_1 = 65 \text{ mm}$$

$$d_2 = 103 \text{ mm} - \frac{x}{2}$$

$$W = x \cdot 1769,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$Nd = F \cdot \text{Coef. de mayorado} = 1240,89 \text{ N}$$

$$Md = M \cdot \text{Coef. de mayorado} = 6,50 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

La distancia a la que se encuentra la fuerza de reacción del hormigón en la base soporte (x), será la que resulta de sustituir los valores obtenidos en la ecuación (8):

$$Nd \cdot d_1 + Md - W \cdot d_2 = 0$$

$$884,8 \cdot x^2 \text{ Nmm} - 182,268 \cdot 10^3 \cdot x \text{ Nmm} + 6,58 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 0$$

La ecuación anterior tiene dos soluciones de las cuales, solo una de ellas cumple las condiciones de diseño:

$$x_1 = 159,32 \text{ mm}$$

$$x_2 = 46,68 \text{ mm}$$

El valor de "x" que encaja en el diseño es el de $x=46,68 \text{ mm}$.

A continuación, se calcula el valor de la reacción del hormigón (w):

$$W = x \cdot 1769,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}} = 82604,93 \text{ N}$$

Se calcula el valor de la fuerza ejercida por la base soporte (z), mediante la realización del equilibrio de fuerzas sobre el eje y, aplicando (24) y sustituyendo los datos calculados:

Se obtiene:

$$z = 81364,038 \text{ N}$$

Una vez conocidos los parámetros anteriores, se comprueba si la base es capaz de soportar los esfuerzos. Para ello, se procede al cálculo del momento debido a la reacción del hormigón y el momento plástico. La placa aguantará siempre que el momento plástico, por unidad de longitud, sea mayor que el momento debido a la reacción del hormigón, también por unidad de longitud.

Momento debido a la reacción del hormigón (15), M_w :

$$M_w = 56627 \text{ Nmm}$$

Momento debido a la reacción del hormigón por unidad de longitud (16),
 $M_{(w/unidad)}$:

$$M_{\frac{w}{unidad}} = 1011,2 \frac{\text{N}}{\text{unidad}}$$

Momento plástico (17), $M_{plástico}$:

$$M_{plástico} = 96101,6 \text{ Nmm}$$

Momento plástico por unidad de longitud (18), $M_{plástico/unidad}$:

$$M_{\frac{plástico}{unidad}} = 1716,1 \frac{\text{N}}{\text{unidad}}$$

La placa será capaz de soportar los esfuerzos si se cumple la siguiente condición:

$$M_{\frac{plástico}{unidad}} = 1716,1 \frac{\text{N}}{\text{unidad}} > M_{\frac{w}{unidad}} = 1011,2 \frac{\text{N}}{\text{unidad}}$$

Como se cumple la condición, la base soportará los esfuerzos.

Se calculan el número de pernos necesarios para unir la basa soporte al bloque de hormigón. Para ello, se eligen pernos de acero B400S, adecuados para uniones en hormigón y métrica M8, al aplicar la fórmula (19) se obtiene que:

$$N^{\circ} \text{ de pernos necesarios} = 4$$

Como conclusión, la unión entre el bloque de hormigón y la placa soporte tan solo serán necesarios 4 pernos de acero B400 S y métrica M8.

Se calcula la longitud de anclaje de igual forma que en el apartado 5.3 de este anexo.

Los pernos estarán en posición I, puesto que se encuentran a 90 grados. Por tanto, se determina la longitud de anclaje a partir de la ecuación que se muestra en el apartado 69.5.1.2:

$$l_{bI} = m \cdot \phi^2$$

Teniendo el hormigón usado una resistencia característica de 30 N/mm², y haciendo uso de un acero B400S, se determina un valor de m igual a 1,0.

Por tanto, la longitud de anclaje de los pernos será la siguiente:

$$l_{bI} = 1 \cdot 6^2 = 36 \text{ mm}$$

5.2.2. PLACAS DE ANCLAJE PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES (PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA)

Para la realización de estos cálculos se tienen en cuenta los resultados en el apartado 4.2.2. y 4.3.2 del Anexo II: Cálculos de torres.

Los cálculos de la placa de anclaje se realizarán conforme a lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero, DB SE-A.

Para la realización de los cálculos se tiene en cuenta el caso más desfavorable, donde el valor de la fuerza es 241,78 N y el momento es de 48275,41 Nm. No se tendrá en cuenta el peso propio del pilar, debido a que su valor se considera despreciable en relación con las fuerzas.

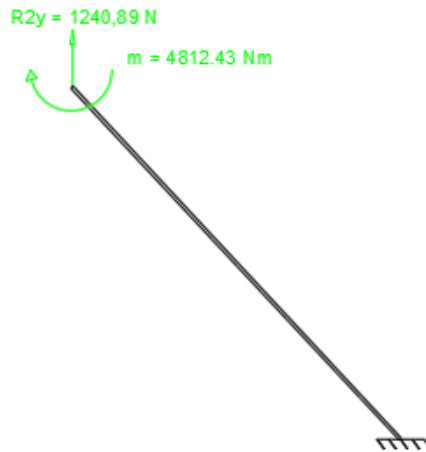


Figura 12: Valores para el dimensionamiento de la zapata y la base soporte (Fuente: Elaboración propia)

Para dimensionar la zapata y la basa de soporte es necesario realizar un predimensionado en el que se definan sus dimensiones iniciales. El esquema de las zapatas y basas es el mismo de las figuras 2 y 3 de este anexo. Y los cálculos se realizarán de igual forma que para el apartado 5.1.1.

Las dimensiones de partida serán las siguientes:

$$A = 400 \text{ mm}$$

$$B = 400 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$a = 300 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

$$g = 20 \text{ mm}$$

Donde las dimensiones de “ar” y “br” son, respectivamente:

$$ar = \frac{A - a}{2} = \frac{(400 - 300)\text{mm}}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$br = \frac{B - b}{2} = \frac{(400 - 300)\text{mm}}{2} = 50 \text{ mm}$$

A continuación, se calculan las dimensiones del área portante haciendo uso de la tabla 8.2 del DB SE-A:

a1	b1
$a1 = a + 2 \cdot ar = 400 \text{ mm}$	$b1 = b + 2 \cdot br = 400 \text{ mm}$
$a1 = 5 \cdot a = 1500 \text{ mm}$	$b1 = 5 \cdot b = 1500 \text{ mm}$
$a1 = a + h = 500 \text{ mm}$	$b1 = b + h = 500 \text{ mm}$
$a1 = 5 \cdot b1 = 2000 \text{ mm}$	$b1 = 5 \cdot a1 = 2000 \text{ mm}$

De entre todos los valores se elige el valor de “a1” y “b1” más pequeño, por tanto:

$$a1 = 400 \text{ mm}$$

$$b1 = 400 \text{ mm}$$

Se calcula la distancia “c”, considerada como la región que permite establecer, junto con las tracciones en los pernos de anclaje, una configuración de esfuerzos en equilibrio con los del axil y momento de cálculo del soporte.

f_{yd} : resistencia de cálculo del acero de la basa.

$$f_{yd} = \frac{f_{yK}}{\gamma_M} = \frac{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,1} = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

f_{jd} : resistencia portante de la superficie de asiento, de valor definido en la instrucción del hormigón. Para el caso de apoyo sobre macizos, que aseguran un confinamiento al hormigón, dicha resistencia puede alcanzar el valor de:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot K_j \cdot f_{cK} \leq 3,3 \cdot f_{cd}$$

K_j : factor de concentración, depende del área portante equivalente del hormigón.

f_{cd} : valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sobre probeta, a la instrucción aplicable al hormigón armado.

$$f_{cd} = \frac{f_{cK}}{1,5} = \frac{30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,5} = 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Por lo tanto:

$$f_{jd} = \beta_j \cdot K_j \cdot f_{CK} \leq 3,3 \cdot f_{Cd}$$

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot 1,33 \cdot 30 \frac{N}{mm^2} \leq 3,3 \cdot 20 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{jd} = 26,6 \frac{N}{mm^2} \leq 66 \frac{N}{mm^2}$$

El valor de la distancia máxima para c, será según (3):

$$c \leq 7 \text{ mm}$$

Se calcula a continuación, la distancia a la que se encuentra la fuerza de reacción del hormigón en la base soporte (x). Para su cálculo se realiza el equilibrio de momentos siguiendo el esquema de tensiones y momentos vistos en el apartado mencionado.

El equilibrio de momentos con respecto al punto de aplicación de la fuerza z, utilizando las fórmulas del apartado 5.1.1:

Donde:

$$d_1 = 130 \text{ mm}$$

$$d_2 = 237 \text{ mm} - \frac{x}{2}$$

$$W = x \cdot 532 \frac{N}{mm}$$

$$Nd = F \cdot \text{Coef. de mayorado} = 3722,67 \text{ N}$$

$$Md = M \cdot \text{Coef. de mayorado} = 65,17 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

Al llevar estos valores a la ecuación de equilibrios, la distancia a la que se encuentra la fuerza de reacción del hormigón en la base soporte (x), será, de las dos soluciones posibles, la que cumpla los requisitos de diseño:

$$x_1 = 477,28 \text{ mm}$$

$$x_2 = 3,298 \text{ mm}$$

El valor de “x” que encaja en el diseño es el de $x = 3,298 \text{ mm}$.

A continuación, se calcula el valor de la reacción del hormigón (w) y se obtiene:

$$W = x \cdot 532 \frac{\text{N}}{\text{mm}} = 1754,54 \text{ N}$$

El valor de la fuerza ejercida por la base soporte (z), mediante la realización del equilibrio de fuerzas sobre el eje y, se obtiene, siguiendo método de cálculo de apartado 5.1.1:

$$z = 5477,19 \text{ N}$$

Una vez conocidos los parámetros anteriores, se comprueba si la base es capaz de soportar los esfuerzos. Para ello, se procede al cálculo del momento debido a la reacción del hormigón y el momento plástico. La placa aguantará siempre que el momento plástico por unidad de longitud sea mayor que el momento debido a la reacción del hormigón, también por unidad de longitud.

Momento debido a la reacción del hormigón, M_w :

$$M_w = 22157,8 \text{ Nmm}$$

Momento debido a la reacción del hormigón por unidad de longitud, $M_{(w/unidad)}$:

$$M_{\frac{w}{\text{unidad}}} = 410,33 \frac{\text{N}}{\text{unidad}}$$

Momento plástico, $M_{\text{plástico}}$:

$$M_{\text{plástico}} = 650781,25 \text{ Nmm}$$

Momento plástico por unidad de longitud, $M_{plástico/unidad}$:

$$M_{\frac{plástico}{unidad}} = 19140,625 \frac{N}{unidad}$$

La placa será capaz de soportar los esfuerzos si se cumple la siguiente condición:

$$M_{\frac{plástico}{unidad}} = 19140,625 \frac{N}{unidad} > M_{\frac{w}{unidad}} = 410,33 \frac{N}{unidad}$$

Como se cumple la condición, la base soportará los esfuerzos.

Se calculan el número de pernos necesarios para unir la basa soporte al bloque de hormigón. Para ello, se eligen pernos de acero B400S, adecuado para uniones en hormigón y métrica M8.

$$N^{\circ} \text{ de pernos necesarios} = \frac{z}{\pi \cdot \left(\frac{\phi_{perno}}{2}\right)^2 \cdot f_{yk}} = \frac{81364,038 \text{ N}}{\pi \cdot \left(\frac{8 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot 400 \frac{N}{mm^2}}$$

$$N^{\circ} \text{ de pernos necesarios} = 4$$

Como conclusión, la unión entre el bloque de hormigón y la placa soporte tan solo serán necesarios 4 pernos de acero B400 S y métrica 8.

Se calcula la longitud de anclaje de igual forma que en apartados anteriores de este anexo.

Los pernos estarán en posición I, puesto que se encuentran a 90 grados. Por tanto, se determina la longitud de anclaje a partir de la ecuación que se muestra en el apartado 69.5.1.2:

$$l_{bI} = m \cdot \phi^2$$

Teniendo el hormigón a usar una resistencia característica de 30 N/mm², y haciendo uso de un acero B400S, se determina un valor de m igual a 1,0.

Por tanto, la longitud de anclaje de los pernos será la siguiente:

$$l_{bI} = 1 \cdot 6^2 = 36 \text{ mm}$$

5.3. ZAPATAS PARA LAS ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN LOS TRAMOS FINALES

5.3.1. PILAR IZQUIERDO DE LA ESTRUCTURA

Para el cálculo de las zapatas de las torres de apoyo, se seguirá el mismo procedimiento y ecuaciones del apartado 5.1.2 de este anexo. Se deberá considerar como dimensión del pilar la dimensión de la placa de anclaje que se ha calculado en el apartado anterior:

- Dimensión "x" del pilar: 200 mm
- Dimensión "y" del pilar: 150 mm

Se comprueba al igual que en el caso anterior que no existe riesgo de hundimiento:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Donde:

F: Peso.

S: Sección de la placa del anclaje.

$$\sigma = \frac{827,26 \text{ N}}{(200 \cdot 150) \text{ mm}^2} = 0,0275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 0,0275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \sigma_{\text{adm (Terreno)}} = 0,15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teniendo en cuenta que la zapata calculada, tendrá mayor sección que la placa de anclaje con la que se ha comprobado el hundimiento, la distribución de las tensiones será en una superficie mayor con lo que se verá reducido aún más este fenómeno.

Para el cálculo de la zapata se tiene en cuenta la carga que soportará el pilar (F=827,26 N) y el momento producido por estas cargas (M=4812,43 Nm). Además, se deberá tener en cuenta, el momento mínimo ejercido debido al propio peso del pilar, para ello:

- Cálculo del peso del pilar:

$$P = \rho \cdot A$$

Donde:

ρ : densidad del acero del pilar

A: sección del pilar

$$P = \rho \cdot A = 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,0368 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 = 8,168 \text{ Kg}$$

$$P = 81,68 \text{ N}$$

- Sobrecarga de uso:

Se tomará una sobrecarga, por recomendación, de un 30% del peso del pilar, por tanto;

$$\frac{S}{U} = 24,41 \text{ N}$$

Por lo tanto, el peso que debe soportar la zapata será, por tanto:

$$N_{\text{Total}} = F + P + \frac{S}{U} = 933,69 \text{ N}$$

Según el Documento Estructural del Acero, el momento mínimo que se genera en el pilar debido a las cargas viene dado por:

$$M_{\text{mínimo}} = 0,02\text{m} \cdot N_{\text{Total}}$$

$$M_{\text{mínimo}} = 18,67 \text{ Nm}$$

A continuación, se mayoran las cargas y momentos:

$$N_d = 1,5 \cdot N = 1,5 \cdot 827,26 \text{ N} = 1240,89 \text{ N}$$

$$M_d = 1,5 \cdot M = 1,5 \cdot 4812,43 \text{ Nm} = 7218,65 \text{ Nm}$$

$$M_{d(\text{mínimo})} = 1,5 \cdot M_{\text{mínimo}} = 1,5 \cdot 18,67 \text{ Nm} = 28,01 \text{ N}$$

Según lo establecido la EHE-08, se determina el predimensionado de las zapatas aplicando las ecuaciones (24) a (26) de este anexo, obteniéndose:

$$a \text{ (mm)} = 82,75 \text{ mm}$$

$$A \text{ (mm)} = 107,75 \text{ mm}$$

$$B \text{ (mm)} = 57,75 \text{ mm}$$

Una vez que se tiene el predimensionado de la zapata, se realizan una serie de iteraciones incrementando las dimensiones en 50 mm cada vez, hasta dar con aquella cuya tensión sea igual o inferior a la tensión admisible del terreno. Para ello, se utiliza el hormigón armado HA-30. La realización de esta iteración se hace uso del software Excel:

A (mm)	B (mm)	Vuelo (mm)	Canto h (mm)	Canto h, a usar (mm)	A' (mm)	B' (mm)	σ (N/mm ²)	$\xi\sigma \leq \sigma_{adm}$?
150	100	-25	-12,5	#N/A	110	110	#N/A	#N/A
200	150	0	0	#N/A	160	160	#N/A	#N/A
250	200	25	12,5	#N/A	210	210	#N/A	#N/A
300	250	50	25	#N/A	260	260	#N/A	#N/A
350	300	75	37,5	50	310	310	0,01097	Sí
400	350	100	50	50	360	360	0,00845	Sí
450	400	125	62,5	75	410	410	0,00743	Sí
500	450	150	75	75	460	460	0,00629	Sí

Tabla 2: Dimensionado de la zapata para las torres de apoyo (Fuente: Elaboración propia)

Se comprueba en la tabla anterior que la zapata que cumple con las solicitaciones es aquella cuyas dimensiones son 350x300x75 mm.

El peso propio de la zapata considerando las dimensiones anteriormente calculadas será de 120,13 KN.

La tensión mayorada, σ , fin, será sustituyendo valores en ecuación (27):

$$\sigma_{fin} = 0,01626 \frac{N}{mm^2}$$

A continuación, según el sistema de trabajo del apartado 5.1.2, se calcula la armadura necesaria para esta zapata aplicando la *Teoría de Bielas y Tirantes*.

- Armadura en dirección x:

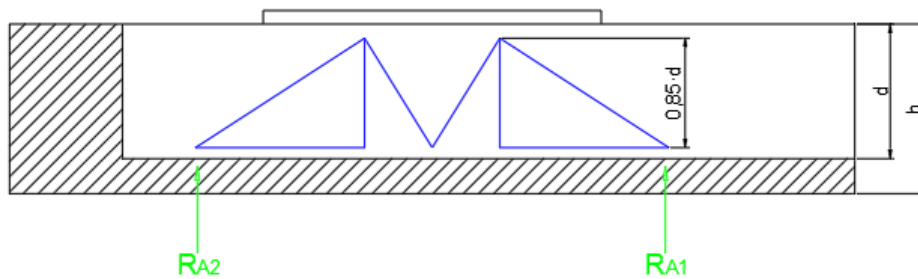


Figura 13: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes (Fuente: Elaboración propia)

Se calculan las reacciones:

$$R_{A1} = 882,15 \text{ N}$$

$$R_{A2} = 680,56 \text{ N}$$

El dimensionamiento de la armadura se realiza conforme a los establecido en el apartado 63.3.1 de la EHE-08.

$$T_{d1} = 1111,95 \text{ N}$$

A continuación, se calcula el número de hierros necesarios. Para ello, se tiene en cuenta la recomendación de la EHE-08, donde el diámetro mínimo a disponer en un elemento de cimentación no debe ser inferior a 12 mm. Por tanto:

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{T_{d1}}{\pi \cdot (D. \text{hierros})^2 \cdot f_{yd}}$$

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{1111,95 \text{ N}}{\pi \cdot (12)^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$n^{\circ} \text{ hierros} = 0,00614$$

Se opta por poner 2 hierros de diámetro 12 mm con una separación entre ellos de 230 mm, en la dirección "x" de la zapata.

- Armadura en dirección y:

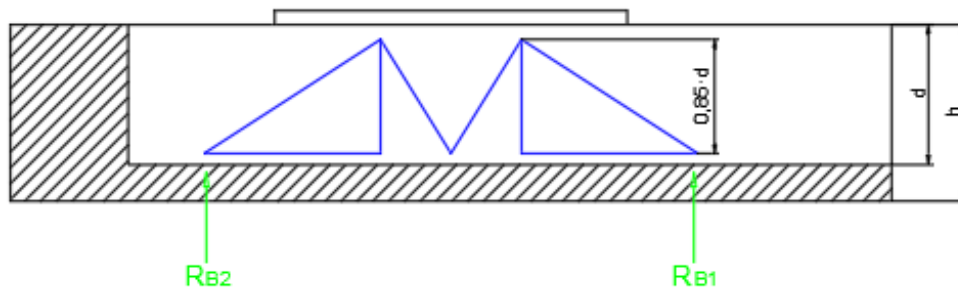


Figura 14: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes (Fuente: Elaboración propia)

Se calculan las reacciones:

$$R_{B1} = 756,13 \text{ N}$$

$$R_{B2} = 806,58 \text{ N}$$

Conforme a lo establecido en el apartado 63.3.1 de la EHE-08, se obtiene:

$$T_{d2} = 953,11 \text{ N}$$

Se calcula el número de hierros necesarios. Para ello, se tiene en cuenta la recomendación anterior en la que el diámetro mínimo a disponer en un elemento de cimentación no debe ser inferior a 12 mm. Por tanto:

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{T_{d1}}{\pi \cdot (D. \text{ hierros})^2 \cdot f_{yd}}$$

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{953,11 \text{ N}}{\pi \cdot (12)^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$n^{\circ} \text{ hierros} = 0,00526$$

Se opta por poner 2 hierros de diámetro 12 mm con una separación entre ellos de 295 mm, en la dirección “y” de la zapata.

5.3.2. PILAR DERECHO DE LA ESTRUCTURA

Para el cálculo de las zapatas de las torres de apoyo se deberá considerar como dimensión del pilar la dimensión de la placa de anclaje que se ha calculado en el apartado anterior siguiendo el método de cálculo del apartado 5.2.1.2:

- Dimensión "x" del pilar: 300 mm
- Dimensión "y" del pilar: 300 mm

Se omite la comprobación del hundimiento del terreno ya que no existe riesgo de que se produzca, debido a que la carga a la que está sometido no es a compresión sino a tracción.

Para el cálculo de la zapata se tiene en cuenta la carga a tracción a la que está sometido el pilar ($F=29867,28$ N) y el momento producido por estas cargas ($M=48275,41$ Nm). Además, se deberá tener en cuenta, el momento mínimo ejercido debido al propio peso del pilar, para ello:

- Peso del pilar:

$$P = 41,92 \text{ N}$$

- Sobrecarga de uso:

Se tomará una sobrecarga, por recomendación, de un 30% del peso del pilar:

Por lo tanto, el peso que debe soportar la zapata será:

$$N_{\text{Total}} = 29812,78 \text{ N}$$

Según el Documento Estructural del Acero, el momento mínimo que se genera en el pilar debido a las cargas será, según cálculos:

$$M_{\text{mínimo}} = 596,26 \text{ Nm}$$

A continuación, se mayoran las cargas y momentos:

$$N_d = 44800,92 \text{ N}$$

$$M_d = 72413,12 \text{ Nm}$$

$$M_{d(\text{mínimo})} = 894,39 \text{ N}$$

Según lo establecido la EHE-08, se determina el predimensionado de las zapatas:

$$a \text{ (mm)} = 468,43 \text{ mm}$$

$$A \text{ (mm)} = 468,43 \text{ mm}$$

$$B \text{ (mm)} = 468,43 \text{ mm}$$

Una vez que se tiene el predimensionado de la zapata se realizan una serie de iteraciones incrementando las dimensiones en 50 mm cada vez, hasta dar con aquella cuya tensión sea igual o inferior a la tensión admisible del terreno. Para ello, se utiliza el hormigón armado HA-30. La realización de esta iteración se hace uso del software Excel:

A (mm)	B (mm)	Vuelo (mm)	Canto h (mm)	Canto h, a usar(mm)	A' (mm)	B' (mm)	σ (N/mm ²)	$\dot{\epsilon} \sigma \leq \sigma_{adm}$?
500	500	100	50	50	460	460	0,14256721	Sí
550	550	125	62,5	75	510	510	0,11684836	Sí
600	600	150	75	75	560	560	0,09723881	Sí
650	650	175	87,5	100	610	610	0,08287	Sí

Tabla 3: Dimensionado de la zapata para las torres de apoyo (Fuente: Elaboración propia)

Se comprueba en la tabla anterior que la zapata que cumple con las solicitaciones es aquella cuyas dimensiones son 500x500x50 mm, pero para mayor seguridad se opta por la utilización de la zapata de 550x550x75 mm.

El peso propio de la zapata considerando las dimensiones anteriormente calculadas será de 487,97 KN.

La tensión mayorada, σ , fin, será:

$$\sigma_{fin} = 0,1749 \frac{N}{mm^2}$$

Se calcula la armadura necesaria para esta zapata aplicando la *Teoría de Bielas y Tirantes*.

- Armadura en dirección x:

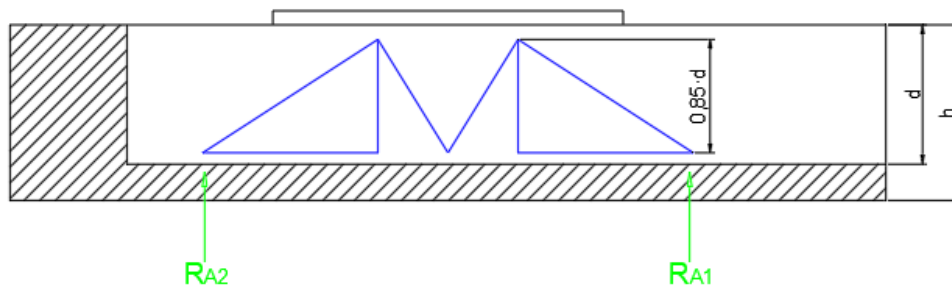


Figura 15: Esquema de reacciones en la zapata, Teoría de Bielas y Tirantes (Fuente: Elaboración propia)

Se calculan las reacciones:

$$R_{A1} = 24549,52 \text{ N}$$

$$R_{A2} = 20991,63 \text{ N}$$

El dimensionamiento de la armadura se realiza conforme a lo establecido en el apartado 63.3.1 de la EHE-08, da los siguientes resultados:

$$T_{d1} = 30085,19 \text{ N}$$

El número de hierros necesarios. Teniendo en cuenta la recomendación de la EHE-08, donde el diámetro mínimo a disponer en un elemento de cimentación no debe ser inferior a 12 mm.

$$n^{\circ} \text{ hierros} = \frac{T_{d1}}{\pi \cdot (D. \text{ hierros})^2 \cdot f_{yd}}$$

$$n^{\circ} \text{ hierros} = 0,764$$

Se opta por poner 4 hierros de diámetro 12 mm con una separación entre ellos de 165 mm, en la dirección “x” de la zapata.

Al ser una zapata simétrica el número de hierros en la dirección “y” será el mismo que en la dirección “x”.

5.4. ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE ANTES DE ZONAS DE CAMBIO DE DIRECCIÓN

Por cuestiones de simplificación a la hora de la realización de la obra, se propone la implantación de las mismas placas de anclaje y zapatas correspondientes a las estructuras para tensar el cable al final de los tramos. Además, está del lado de la seguridad, ya que cada pilar de esta estructura se verá sometido a solicitaciones más pequeñas que las del caso anterior.

ANEXO IV

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

ÍNDICE

1. FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE.....	3
2. DESCRIPCIÓN GARRUCHA.....	7

1. FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300		
		Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno	
DESIGNACIÓN	TIPO AISI	304	316	
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD) (g/cm ³)	7.9	7.95 - 7.98	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193,000	193,000	
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C (W/m K)	15 / 16	15 / 16	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C (x 10 ⁶ C ⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5	
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)	1398/1454	1371/1398	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1.008	AMAGNÉTICO 1.008	
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)	0.72 - 0.73	0.73 - 0.74	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	130150 / 180330	130185 / -	
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	7088 / 1035	7085 / -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm (N/mm ²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -	
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (N/mm ²)	210 / 230	205410 / -	
	ELONGACIÓN (A ₅) MIN (%)	≥ 45		
	RESILIENCIA KCUL / KVL (J/cm ²)	160 / 180	160 / 180	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	125 / 97 / 93	140 / 125 / 105
		RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	147 / 127 / 107	166 / 147 / 127
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C σ _{1/10⁵/t} (N/mm ²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5	
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC)	ENFR. RÁPIDO 1008/1120	ENFR. RÁPIDO 1008/1120	
	TEMPLADO	NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE	
	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL (C)	1200 / 925	1200 / 925	
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE	925 / 840	925 / 840	
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA	
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%	
	EMBUTICIÓN	MUY BUENA	BUENA	

* Son aceptables tolerancias de un 1%

PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE AISI 316

APLICACIONES

Acero resistente a la corrosión intercrystalina hasta 300°C bajo condiciones de operación continua. Con la adición de molibdeno se le confiere una alta resistencia a ácidos no oxidables y corrosión por picado. El acero AISI 316 es utilizado en piezas y elementos de la industria de la celulosa, textiles, seda artificial, equipos para el desarrollo de fotografía, ejes de hélices, acoples. Usualmente utilizado en industria química y farmacéutica. Ideal para ser usado en piezas y elementos expuestos a la corrosión localizada originada por el ácido sulfuroso, baños de pinturas con ácido sulfúrico, baños clorados, etc.

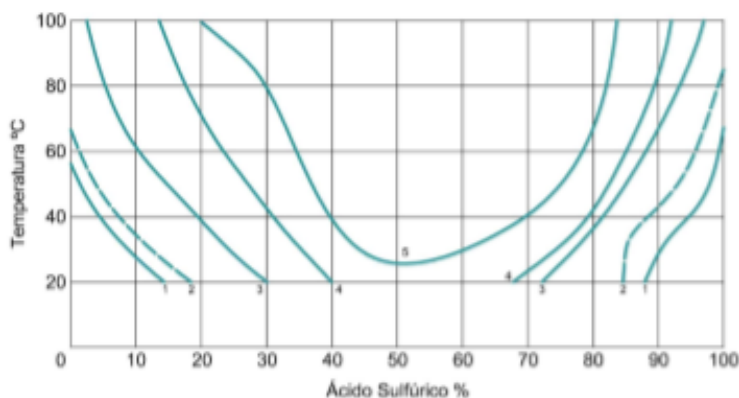
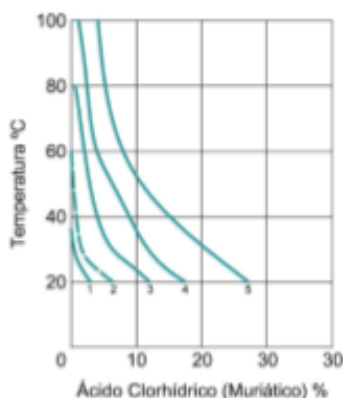
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO AISI 316

El acero AISI 316 corresponde a un acero inoxidable aleado con molibdeno. Esta adición le confiere mejores propiedades anticorrosivas que los de la familia 304, debido principalmente a que se disminuye de forma importante la susceptibilidad a la corrosión por picado, dado que la capa pasiva formada es mucho más resistente.

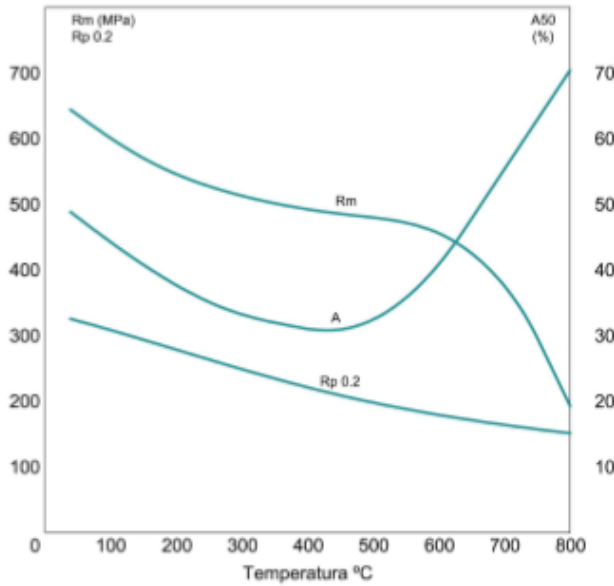
Presenta una muy buena resistencia a la oxidación en condiciones intermitentes a temperaturas no superiores a 870 °C y en continuo a 930 °C. No se recomienda el uso de este acero en temperaturas que oscilen en el rango 420/860 °C, pero en valores por debajo y por encima de estos, su comportamiento es bueno, esto principalmente debido a la posibilidad de precipitaciones de carburos de cromo en los bordes de grano, lo que lo vuelve sensible y por ende su resistencia a la corrosión se ve drásticamente comprometida. Este acero no puede ser endurecido mediante templado. Presenta buenas condiciones de soldabilidad y se recomienda que en las secciones soldadas se realice recocido posterior con el objetivo de obtener la más alta resistencia a la corrosión.

Resistencia a la corrosión

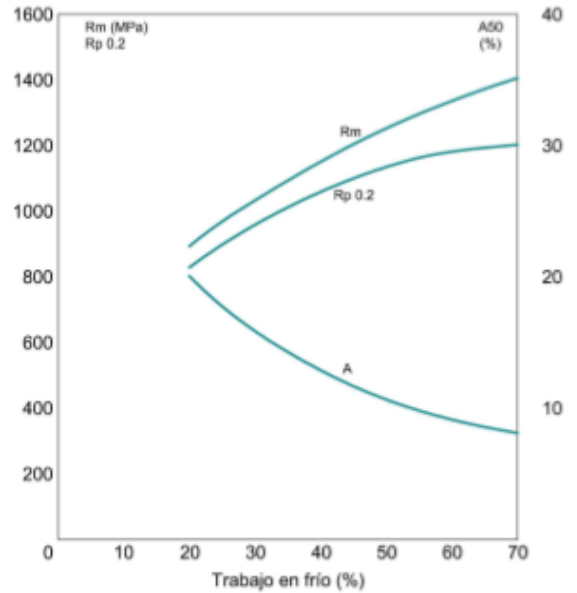
En los diagramas se observan las pérdidas de peso, determinadas experimentalmente para diferentes probetas atacadas con concentraciones variables para distintos ácidos en función de la temperatura. Las curvas representan la pérdida de peso de 0.1, 0.3, 1.0, 3.0 y 10.0 gr/m²·hr. Generalmente, una pérdida de peso de 0.3 gr/m²·hr (línea segmentada) se considera en el límite tolerable de un acero inoxidable.



Efecto de la temperatura en las propiedades mecánicas



Efecto del trabajo en frío en las propiedades mecánicas



2. DESCRIPCIÓN GARRUCHA

Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen:	Zhejiang, China (Mainland)
Marca:	Jinnaike
Número de Modelo:	GL10A
Tipo:	Rodillos para puertas y ventanas
Nombre del produc...	Plátano carro suspensión
Material:	Acero
Color:	Plata
Acabado:	Galvanoplastia del cinc
Customerized:	Sí
Certificado:	ISO 9001: 2008 BV

Capacidad de suministro

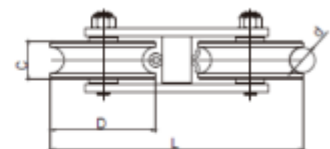
Capacidad de sumi... 150000 Piece/Pieces per Month at least 5000 pcs per day

Embalaje y envío

Paquete	Mar estándar digno cartón paquete especial para rueda puerta corredera
Puerto	FOB SHANGHAI / NONGBO

Carrito banana, garruchas bananeras, polea trasera para banana, sistema de cablevas

Hanging Door Roller (with Chains)



NO.	Dmm	C	L	d	WEIGHT(g)
GL10A	64	23.3	154	16	1660

Características del producto:

Material	De acero al carbono
Acabado	Galvanizado acabado
Servicio de	Las plantaciones de plátano
Experiencia de exportación	Más de 18 años de experiencia en la fabricación
Paquete	Bolsa de plástico y caja de cartón, luego embalada en palés de exportación normales.
Condiciones de pago	T/T
El tiempo de entrega	Menos de 20 días después de recibir el depósito
MOQ	La pequeña orden está disponible

ANEXO V

DOSSIER FOTOGRAFICO

ÍNDICE

1. Situación actual	4
2. Situación con cablecarril	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Panorámica de la finca	5
Figura 2: Ligeros desniveles entre bancales	5
Figura 3: Caminos secundarios	5
Figura 4: Racimo a hombros hasta el camión de transporte a empaquetado	5
Figura 5: Operación de carga de jaulas en finca	5
Figura 6: Daños en fruta por contusión y rozadura	5
Figura 7: Rozaduras y traumatismos en fruta por deficiente manipulación.....	6
Figura 8: Salón de empaquetado.....	6
Figura 9: Camión con jaulas previa descarga en empaquetado.....	6
Figura 10: Jaulas preparadas para descarga y pesado de racimos	6
Figura 11: Operación de descarga de racimos con el apoyo de un polipasto.....	6
Figura 12: Pesaje de racimos	6
Figura 13: Colocación de racimos en el tren de lavado.....	7
Figura 14: Racimos en fase de lavado.....	7
Figura 15: Racimos lavados para su desmanillado	7
Figura 16: Operación de desmanillado	7
Figura 17: Jaulas y montacargas para su manejo.....	7
Figura 18: Jaulas vacías para continuar la recolección	7
Figura 19: Cablecarril en carga	9
Figura 20: Sujeción del cable a la torre por medio de la pieza zeta y la charnela.....	9
Figura 21: Garrucha con separadores y cadena de atado de racimos	9
Figura 22: Detalle de amarre de racimo con cadena.....	9
Figura 23: Distribución de torres y zapatas	9
Figura 24: Detalle de zapatas	9
Figura 25: Soporte de extremos del cable.....	10

Figura 26: Detalle para tensar el cable y tirante de sujeción de soporte.....	10
Figura 27: Detalle de pie de soporte del cable	10
Figura 28: Sujeción de tensor al bloque de hormigón en el suelo	10
Figura 29: Pequeño tractor para la conducción del tren de racimos a empaquetado ..	10
Figura 30: Detalle de conexión de tractor a tren de racimos	10
Figura 31: Garruchas y separadores hacia zona de recolección.....	11
Figura 32: Intersecciones de cambiavías	11
Figura 33: Detalle de piezas para cambiavías	11
Figura 34: Puentes o tramos móviles para paso de trenes en vías de tránsito de vehículos	11
Figura 35: Cablecarril a la entrada del salón empaquetado	11
Figura 36: Estación de varias vías para su entrada a tren de lavado y desmanillado..	11

1. SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se muestra el estado actual de la finca en la que se ha llevado a cabo este proyecto.



Figura 1: Panorámica de la finca (Fuente: Propia)



Figura 2: Ligeros desniveles entre bancales (Fuente: Propia)



Figura 3: Caminos secundarios (Fuente: Caminos secundarios)



Figura 4: Racimo a hombros hasta el camión de transporte a empaquetado (Fuente: Propia)



Figura 5: Operación de carga de jaulas en finca (Fuente: Propia)



Figura 6: Daños en fruta por contusión y rozadura (Fuente: Propia)



Figura 7: Rozaduras y traumatismos en fruta por deficiente manipulación (Fuente: Propia)



Figura 8: Salón de empaquetado (Fuente: Propia)



Figura 9: Camión con jaulas previa descarga en empaquetado (Fuente: Propia)



Figura 10: Jaulas preparadas para descarga y pesado de racimos (Fuente: Propia)



Figura 11: Operación de descarga de racimos con el apoyo de un polipasto (Fuente: Propia)



Figura 12: Pesaje de racimos (Fuente: Propia)



Figura 13: Colocación de racimos en el tren de lavado (Fuente: Propia)



Figura 14: Racimos en fase de lavado (Fuente: Propia)



Figura 15: Racimos lavados para su desmanillado (Fuente: Propia)



Figura 16: Operación de desmanillado (Fuente: Propia)



Figura 17: Jaulas y montacargas para su manejo (Fuente: Propia)



Figura 18: Jaulas vacías para continuar la recolección (Fuente: Propia)

2. SITUACIÓN CON CABLECARRIL

Las siguientes imágenes corresponden a la FINCA EL FRAILE situada en el sur de Tenerife, Arona, correspondientes a la empresa Agroalimentaria Bonnysa S.A. La cual se toma como referencia para el diseño de este TFG.



Figura 19: Cablecarril en carga (Fuente: Propia)



Figura 20: Sujeción del cable a la torre por medio de la pieza zeta y la charnela (Fuente: Propia)



Figura 21: Garrucha con separadores y cadena de atado de racimos (Fuente: Propia)



Figura 22: Detalle de amarre de racimo con cadena (Fuente: Propia)



Figura 23: Distribución de torres y zapatas (Fuente: Propia)



Figura 24: Detalle de zapatas (Fuente propia)



Figura 25: Soporte de extremos del cable (Fuente: Propia)



Figura 26: Detalle para tensar el cable y tirante de sujeción de soporte (Fuente: Propia)



Figura 27: Detalle de pie de soporte del cable (Fuente: Propia)



Figura 28: Sujeción de tensor al bloque de hormigón en el suelo (Fuente: Propia)



Figura 29: Pequeño tractor para la conducción del tren de racimos a empaquetado (Fuente: Propia)



Figura 30: Detalle de conexión de tractor a tren de racimos (Fuente: Propia)



Figura 31: Garruchas y separadores hacia zona de recolección (Fuente: Propia)



Figura 32: Intersecciones de cambiavías (Fuente: Propia)



Figura 33: Detalle de piezas para cambiavías (Fuente: Propia)



Figura 34: Puentes o tramos móviles para paso de trenes en vías de tránsito de vehículos (Fuente: Propia)



Figura 35: Cablecarril a la entrada del salón empaquetado (Fuente: Propia)



Figura 36: Estación de varias vías para su entrada a tren de lavado y desmanillado (Fuente: Propia)

ANEXO VI

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	3
3. RECURSOS CONSIDERADOS.....	3
3.1. MATERIALES.	3
3.2. ENERGÍA Y FLUIDOS.	3
3.3. MANO DE OBRA.	3
3.4. HERRAMIENTAS.....	4
3.5. MAQUINARIA.....	4
3.6. MEDIOS AUXILIARES.	4
3.7. SISTEMAS DE TRANSPORTE Y/O MANUTENCIÓN.....	4
4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.....	4
5. RIESGOS GENERALES.....	6
6. PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.	7
6.1. MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR EN TODOS LOS TRABAJOS	7
6.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL NECESARIOS EN TODAS LAS FASES DE LA OBRA	8
7. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.....	12
7.1. CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.	12
7.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.....	12
8.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICOS.	27
9.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	31
9.1.- INTERFERENCIAS Y/O SERVICIOS AFECTADOS	31
9.2.- TRABAJOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA.....	33
9.3.- CAMIÓN DE TRANSPORTE	35
9.4.- GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	36
9.5.- MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES	36
9.6.- IMPRIMACIÓN DE PINTURAS.....	37
Implantación de un sistema cablecarril en finca productora de plátanos	1

10.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	38
10.1.- GENERALIDADES.....	38
10.2.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	39
10.2.1.- PROTECCIÓN DE LA CABEZA	39
10.2.2.- PROTECCIÓN DEL OÍDO	39
10.2.3.- PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA	40
10.2.4.- PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS	41
10.2.5.- PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS	42
10.2.6.- PROTECCIÓN DE LOS PIES.....	42

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En cumplimiento de lo dispuesto en el Art.4 Ap.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente estudio básico de Seguridad y Salud al tratarse de una obra que no cumple con ninguno de los apartados del Art.4 ap.1.

El estudio básico precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

Se trata de las actuaciones necesarias para la implantación de un sistema de recogida de plátanos mediante la instalación de un cable carril, con su debida obra civil y la instalación mecánica de las torres soportantes.

3. RECURSOS CONSIDERADOS.

3.1. MATERIALES.

Cables, anclajes, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

3.2. ENERGÍA Y FLUIDOS.

Electricidad y esfuerzo humano.

3.3. MANO DE OBRA.

Responsable técnico a pie de obra, (Jefe de Obra), Montadores, Soldadores y Ayudantes.

3.4. HERRAMIENTAS.

Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura.

Herramientas de mano: cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.

Herramientas de tracción: ternaes, trócolas y poleas.

3.5. MAQUINARIA.

Camión grúa, Camión, Equipos de soldadura, Grupo electrógeno

3.6. MEDIOS AUXILIARES.

Escaleras de mano, aparejos para izado de cargas (ganchos estrobos, eslingas), cuerdas, señales de seguridad, vallas, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros.

3.7. SISTEMAS DE TRANSPORTE Y/O MANUTENCIÓN.

Contenedores de recortes, cuerdas de izado, eslingas, grúas, carretillas elevadoras cabrestantes, etc.

4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de "Riesgos de accidente y enfermedad profesional", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto "Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>
	Media	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>
	Baja	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

-Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.

-Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.

-Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.

-Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.

-Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.

-Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.

5. RIESGOS GENERALES

Se entienden como Riesgos Generales aquellos que se considera que puedan estar presentes en las actividades que comprenden los trabajos, por lo que las medidas preventivas y elementos de protección indicados en este apartado serán de aplicación para todos los trabajos analizados en este Plan. Con el fin de no repetir innecesariamente esta relación de riesgos, se analizarán primero los generales y, a continuación, los específicos de cada actividad. Además de las citadas medidas preventivas, habrá que tener en cuenta las correspondientes a las máquinas, herramientas, medios auxiliares y equipos de trabajo que intervengan en cada actividad.

LISTADO DE RIESGOS GENERALES

- Riesgos mecánicos:

- Equipos que pueden ponerse en marcha intempestivamente.
- Atrapamiento, choques y golpes, por chapas deflectoras, agitadores, elementos salientes, obstáculo, etc.

- Riesgos de electrocución por contacto con partes metálicas que accidentalmente pueden estar en tensión.

- Caídas a distinto nivel y al mismo nivel por resbalamientos, etc.
- Malas posturas.
- Ambiente físico agresivo. Ambiente caluroso o frío. Ruido y vibraciones (martillos neumáticos, amoladoras rotativas, etc.). Iluminación deficiente.
- Un ambiente agresivo además de los riesgos de accidente acrecienta la fatiga.
- Riesgos derivados de problemas de comunicación.

6. PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

6.1. MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR EN TODOS LOS TRABAJOS

- Formar e Informar a todo el personal sobre su cometido y posibles riesgos.
- Los mandos responsables establecerán la relación de EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI's) necesarios para cada trabajo y que obligatoriamente deberán utilizar los trabajadores.
- Mantener en buen estado de conservación todos los medios de protección, tanto individuales como colectivos.
- Acopiar debidamente los materiales.
- Revisar y acondicionar las zonas de almacenamiento y las zonas de trabajo antes de comenzar.
- Orden y limpieza en todas las zonas de trabajo y zonas de paso. Recoger los materiales, herramientas, equipos, etc. al final de cada jornada de trabajo.
- Las tareas de recogida de vidrios rotos, virutas, objetos cortantes, etc. se realizarán con medios adecuados y las manos protegidas.
- Acotamiento y señalización de las zonas cuando haya riesgo de daños a terceros (caída de objetos o materiales, proyecciones, etc.).
- Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de otros tajos, siempre que exista el riesgo de caída de objetos.

- Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán de disponer, de una iluminación adecuada y suficiente. Los puntos de iluminación portátiles llevarán protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización. Las instalaciones de iluminación deberán estar colocadas de forma que no supongan un riesgo para los trabajadores.
- Cumplir las normas de seguridad establecidas para los Equipos de Trabajo y Medios Auxiliares.
- No levantar cargas superiores a 25 Kg. Evitar sobreesfuerzos y adoptar posturas correctas.
- Se tendrán en cuenta las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Fuera del horario normal de trabajo y en lugares solitarios se debe trabajar en pareja.
- Los vehículos usados en la obra dispondrán de señales luminosas y acústicas de marcha atrás y circularán a velocidades bajas, sin realizar maniobras bruscas dentro de la obra.
- Los vehículos no se abandonarán con el motor en marcha ni sin inmovilizar.
- Respetar las señales y limitaciones de velocidad establecidas para la circulación de vehículo por carretera y viales de acceso a las obras. Añadir las señales que sobre la marcha pudieran ser necesarias.

6.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL NECESARIOS EN TODAS LAS FASES DE LA OBRA

Cada operario dispondrá del siguiente equipo, además de tener a su disposición (con la obligación de usarlo) los EPI's específicos de cada trabajo.

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Botas de seguridad.
- Gafas de protección.

EVALUACIÓN DE RIESGOS			
Actividad: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE ZAPATAS			
Centro de trabajo: PRODUCTORA DE PLÁTANOS EN LOS SILOS, TENERIFE		Evaluación nº:	
Sección:			
Puesto de Trabajo:		Fecha:	
Evaluación:	<input type="checkbox"/>	Periódica	Hoja nº:
	<input type="checkbox"/>	Inicial	

Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	X				X			MUY ALTO
02.- Caídas de personas al mismo nivel			X			X		BAJO
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X				X	MUY BAJO
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		MODERADO
05.- Caídas de objetos desprendidos		X				X		MODERADO
06.- Pisadas sobre objetos		X				X		MODERADO
07.- Choque contra objetos inmóviles		X					X	BAJO
08.- Choque contra objetos móviles			X				X	MUY BAJO
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		MODERADO
10.- Proyección de fragmentos o partículas	X				X			MUY ALTO
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X				X		MODERADO
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.		X					X	BAJO
13.- Sobreesfuerzos		X				X		MODERADO
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas			X				X	MUY BAJO
15.- Contactos térmicos			X				X	MUY BAJO
16.- Exposición a contactos eléctricos			X				X	MUY BAJO
17.- Exposición a sustancias nocivas			X				X	MUY BAJO
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas		X				X		MODERADO
19.- Exposición a radiaciones			X				X	MUY BAJO
20.- Explosiones			X				X	MUY BAJO
21.- Incendios			X				X	MUY BAJO
22.- Accidentes causados por seres vivos				X			X	NO PROCEDE
23.- Atropello o golpes con vehículos			X				X	MUY BAJO
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJO
25.- E.P. infecciosa o parasitaria			X				X	MUY BAJO
26.- E.P. producida por agentes físicos		X				X		MODERADO
27.- Enfermedad sistemática				X			X	NO PROCEDE
28.- Otros: Manipulación de materiales abrasivos		X					X	BAJO

Nº de trabajadores Especialmente Sensibles	Maternidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FIRMA
	Menor de edad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sensibilidad Especial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Si	No	

EVALUACIÓN DE RIESGOS			
Actividad: INSTALACIÓN MECÁNICA			
Centro de trabajo: PRODUCTORA DE PLÁTANOS EN LOS SILOS,		Evaluación nº:	
TENERIFE			
Sección:			
Puesto de Trabajo:		Fecha:	
Evaluación:	<input type="checkbox"/>	Periódica	
	<input type="checkbox"/>	Inicial	
		Hoja nº:	

Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B		G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel	X					X		ALTO
02.- Caídas de personas al mismo nivel			X				X	MUY BAJO
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento		X				X		MODERADO
04.- Caídas de objetos en manipulación		X				X		MODERADO
05.- Caídas de objetos desprendidos			X			X		BAJO
06.- Pisadas sobre objetos			X			X		BAJO
07.- Choque contra objetos inmóviles		X					X	BAJO
08.- Choque contra objetos móviles			X				X	MUY BAJO
09.- Golpes por objetos y herramientas		X				X		MODERADO
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X				X	MUY BAJO
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X				X		MODERADO
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.		X					X	BAJO
13.- Sobreesfuerzos		X				X		MODERADO
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas			X				X	MUY BAJO
15.- Contactos térmicos			X				X	MUY BAJO
16.- Exposición a contactos eléctricos			X				X	MUY BAJO
17.- Exposición a sustancias nocivas			X				X	MUY BAJO
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X				X	MODERADO
19.- Exposición a radiaciones		X				X		MODERADO
20.- Explosiones			X				X	MUY BAJO
21.- Incendios			X				X	MUY BAJO
22.- Accidentes causados por seres vivos			X				X	MUY BAJO
23.- Atropello o golpes con vehículos			X				X	MUY BAJO
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJO
25.- E.P. infecciosa o parasitaria			X				X	MUY BAJO
26.- E.P. producida por agentes físicos		X				X		MODERADO
27.- Enfermedad sistemática				X			X	NO PROCEDE
28.- Otros: Manipulación de materiales abrasivos		X					X	BAJO

Nº de trabajadores Especialmente Sensibles	Maternidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FIRMA
	Menor de edad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Sensibilidad Especial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Si	No	

GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA

Actividad: PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLE CARRIL PARA RECOGIDA DE PLÁTANOS

Centro de trabajo: PRODUCTORA DE PLÁTANOS EN LOS SILOS, TENERIFE

Evaluación nº:
Fecha:

Sección:

Puesto de Trabajo:

Hoja nº

Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado	
				Si	No
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles		X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco .	Manejo correcto	X	X		X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X		X
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X		X
19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X		X
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos		X			X
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistémica				X	
28.- Otros				X	
				Si	No

7. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.

En este apartado se incluyen aquellas disposiciones mínimas incluídas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997 y que afecten al conjunto de la obra, aunque no sean las específicas de la instalación y/o obra incluídas en el Estudio Básico.

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

7.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.

A. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES RELATIVAS A LOS LUGARES DE

TRABAJO EN LAS OBRAS.**Ámbito de aplicación de la parte A:**

La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

1.- ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan un resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de forma segura.

2.- INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y REPARTO DE ENERGÍA.

a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de éste.

b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

c) El proyecto, la realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

3.- VÍAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA.

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y

desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

4.- DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS.

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

5.- EXPOSICIÓN A RIESGOS PARTICULARES.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

6.- TEMPERATURA.

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

7.- ILUMINACIÓN.

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

8.- PUERTAS Y PORTONES.

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

9.- VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS.

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan

utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visibles.

10.- ESPACIO DE TRABAJO

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

11.- PRIMEROS AUXILIOS.

a) Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.

b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

12.- SERVICIOS HIGIÉNICOS.

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

13.- TRABAJOS DE MINUSVALIDOS.

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta , en su caso a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará en particular a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

14.- DISPOSICIONES VARIAS.

a) El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

B.- DISPOSICIONES MÍNIMAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LAS OBRAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES.

Ámbito de aplicación de la parte C:

La presente parte será de aplicación siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1.- ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

a.- Los puestos de trabajo y las plataformas de trabajo, móviles o fijos, situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

- El número de trabajadores que los ocupe.
- Las cargas máximas, fijas o móviles, que puedan tener que soportar, así como su distribución.
- Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

b.- Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

2.- CAÍDAS DE OBJETOS.

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible,

medidas de protección colectiva.

- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

3- CAÍDAS DE ALTURA.

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caídas de altura superior a 2 m de altura, se protegerán mediante barandillas, redes u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente, en todos sus bordes o huecos, ni siquiera en el primer forjado cuando se vayan a montar horcas y redes cada 2 alturas.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

4.- FACTORES ATMOSFÉRICOS

- Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

5.- ANDAMIOS Y ESCALERAS

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

- Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

1º Antes de su puesta en servicio.

2º A intervalos regulares en lo sucesivo.

3º Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

6.- APARATOS ELEVADORES

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores, y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:

1º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

2º Instalarse y utilizarse correctamente.

3º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

4º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

- En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

- Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

7.- VEHÍCULOS Y MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES.

- Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

1º Estar bien proyectadas y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse correctamente.

- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para

movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

- Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

- Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

8.- INSTALACIONES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

- Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

9.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS, EXCAVACIONES, POZOS, TRABAJOS SUBTERRÁNEOS Y TÚNELES.

- Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse

medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

- En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1º Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entubación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

2º Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.

3º Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

4º Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

- Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.

- Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

10.- INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA.

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

- Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o

dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

11.- ESTRUCTURAS METÁLICAS O DE HORMIGÓN, ENCOFRADOS Y PIEZAS PREFABRICADA PESADAS.

- Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.
- Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

12.- OTROS TRABAJOS ESPECÍFICOS.

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.
- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura inclinación o posible carácter o estando resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través

suyo.

- Los trabajos con explosivos así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

- Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provistas de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales.

La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo, las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

8.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICOS.

- **Riesgos más frecuentes durante la instalación.**
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Cortes por manejo de herramientas manuales.
 - Cortes por manejo de las guías conductores.
 - Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
 - Golpes por herramientas manuales.
 - Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
 - Otros.
- **Normas de Actuación Preventiva.**
 - Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico.
 - En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
 - El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
 - Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de

obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.

- La instalación eléctrica, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

- **Herramientas Eléctricas Portátiles:**

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.

- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificios, etc., serán de clase II o doble aislamiento.

- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas

dimensiones con paredes conductoras (metálicas por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.

- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.
- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc., los transformadores de separación de circuito deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.
- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponerle un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.
- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.
- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

- **Herramientas Eléctrica Manuales:**

- Deberán estar todas Homologadas según la Norma Técnica Reglamentaria CE sobre "Aislamiento de Seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión".

- Las Herramientas Eléctricas Manuales podrán ser dos tipos:

Herramientas Manuales: Estarán constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.

Herramientas aisladas: Son metálicas, recubiertas de material aislante.

- Todas las herramientas manuales eléctrica llevarán un distintivo con la inscripción de la marca CE, fecha y tensión máxima de servicio 1.000 Voltios".

- **Medios de Protección Personal.**

- 1. Ropa de trabajo:

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.

- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

2. Protección de cabeza:

- Los cascos de seguridad con barbuquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca CE. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

3. Protección de la vista:

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.
- Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.
- Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

4. Protección de Pies:

- Para trabajos con tensión:
 - Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:
 - Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz.y marcado CE. En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.
- Para trabajos de montaje:
 - Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

5. Guantes aislantes:

- Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión serán dieléctrica.
- Homologados Clase II (1000 v) con marca CE " Guantes aislantes de la electricidad", donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080. Además para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general.
- Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE p
- Cinturón de seguridad.
- Faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

6. Protección del oído.

- Se dispondrán para cuando se precise de protector antiruido Clase C, con marcado CE.
- Medios de protección

7. Comprobadores de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

9.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

9.1.- INTERFERENCIAS Y/O SERVICIOS AFECTADOS

En la zona de trabajo es posible encontrar conducciones enterradas de

carácter eléctrico, de telefonía, de saneamiento, de agua así como de combustibles hidrocarburos. Se seguirán las siguientes instrucciones:

- Cuando se conozca perfectamente el trazado y profundidad de las líneas subterráneas, se podrá excavar con máquina hasta 0.5 m. de la conducción y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

- Cuando se desconoce exactamente el trazado y la profundidad, se excavará con máquina hasta 1 m y posteriormente se empleará el martillo neumático o picos hasta 0.5 m. A partir de esta profundidad se empleará pala manual.

- Si durante la realización de trabajos en la obra se detectan algunas interferencias no esperada, se acordonará la zona y paralizarán los trabajos en la zona. Se comunicará la interferencia encontrada al Coordinador de Seguridad y Salud. Se procederá a solicitar la presencia de personal de la compañía afectada. El jefe de obra y el personal de la compañía estudiarán el caso. Se pueden dar varios casos:

- Línea activa que no se pueda trasladar o fuera de servicio que no se autorice a tocar. Se comunicará el hecho a la Dirección Facultativa, para que estudie otro trazado alternativo y tome las decisiones oportunas.
- Línea activa que se puede trasladar. En caso de ser la compañía correspondiente quien realice el traslado, se suspenderán los trabajos hasta que comuniquen la finalización del traslado y autoricen continuar. En caso de ser la contrata quien tenga que ejecutar el traslado se ejecutará siguiendo las directrices de la compañía correspondiente. En el caso de línea eléctrica, la compañía eléctrica realizará el descargo de la línea, bloqueará contra cualquier alimentación, comprobará la ausencia de tensión, podrá a tierra y en cortocircuito el circuito y medirá la ausencia de tensión. Las otras compañías realizarán el corte de sus líneas, verificando el mismo. Tras realizar el corte la empresa correspondiente y haber verificado que no representa peligros para su traslado, lo comunicará a la contrata para que ejecute el traslado según sus indicaciones.
- Línea no activa que la compañía autorice a eliminar. El personal de la compañía verificará que dicha línea no está en servicio ni representa peligros para su eliminación, autorizando la compañía el corte de la canalización.

- En caso de sufrir algún daño el cable, alejar al personal de la obra e informar inmediatamente a la compañía propietaria.
- En caso de rotura o fuga de la canalización se deberá paralizar inmediatamente los trabajos y ponerse en contacto con la compañía instaladora.
- En caso de duda tratar todos los cables o canalización subterránea encontrada como si estuvieran en servicio.
- No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- Emplear la señalización indicativa del riesgo indicando la proximidad a la línea de tensión y área de seguridad.
- Se deberán apuntalar o suspender las tuberías descubiertas en grandes tramos y señalarlas adecuadamente.
- Se deberán localizar los puntos de corte o interrupción.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.

9.2.- TRABAJOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.

La superficie de los porta-electrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.

Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.

La pinza porta-electrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.

Los cables deteriorados o averiados deben repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deben estar perfectamente aislados.

Los cables de conexión a la red y los de soldadura deben enrollarse

antes de realizar cualquier transporte.

En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.

Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.

Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.

También deberán usar gafas o pantallas inactivas los ayudantes de los soldadores.

Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.

La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.

El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.

Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.

Las conexiones con la máquina deben tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.

La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.

Los generadores de combustión interna (diesel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.

Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diesel.

Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.

Antes de realizar cambios de intensidad debe de desconectar el equipo.

No introducir jamás el porta-electrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.

No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

9.3.- CAMIÓN DE TRANSPORTE

•Riesgos:

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes, cortes y atrapamientos en el uso de máquinas o equipos.
- Caída de la carga.
- Vuelco de la máquina.
- Atropellos de personas.
- Accidentes de tráfico.

•Medidas Preventivas

- Sólo será conducido por personas autorizadas con capacitación acreditada.
- Las operaciones de carga y descarga de los camiones se efectuarán en los lugares indicados.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas para prevenir el riesgo de accidente por fallo mecánico.
- Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición (salida) del camión serán dirigidas.
- Está prohibido saltar desde la caja o la carga al suelo.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Se circulará únicamente por los lugares señalizados hasta llegar al lugar de la

carga y descarga.

9.4.- GRUPOS ELECTRÓGENOS

- Riesgos

- Electrouciones.
- Explosiones en el abastecimiento.

- Medidas Preventivas

- Protección contra contactos eléctricos directos e indirectos (toma de tierra e interruptor diferencial).
- Prohibición de fumar o encender fuego durante el abastecimiento.
- No abastecer de combustible en funcionamiento.
- La sección de los cables será la especificada de acuerdo a la carga eléctrica que han de soportar.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables.

9.5.- MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES

- Causas de riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
 - Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
 - Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
 - Prolongar los brazos de palanca con tubos.
 - Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
 - Utilización de limas sin mango.

- Medidas de Prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
 - No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.

- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.
- Medidas de Protección:
 - Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
 - Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas anti-impactos.

9.6.- IMPRIMACIÓN DE PINTURAS

Esta actividad de obra engloba los trabajos que se realizan en la aplicación de pinturas. Se desarrolla básicamente en tres pasos que son preparación del paramento soporte, aplicación de la mano de imprimación y aplicación de las manos de acabado que sean necesarias.

Medidas a tomar frente al riesgo de Incendios y explosiones:

Antes de la imprimación se sanea la tubería, para ello se hará mediante radial neumática con cepillo con alambres de aleación de cobre (certificación Ex).

Deberá almacenarse las pinturas en los lugares señalados en los planos como "almacén de pinturas", manteniéndose siempre la ventilación por "tiro de aire" para evitar riesgos de incendios y de intoxicaciones, además la pintura que contenga nitrocelulosa se almacenará de forma que pueda realizarse el volteo periódico de los recipientes para evitar el riesgo de inflamación.

Ventilar siempre el local donde se está pintando para evitar la formación de atmósferas explosivas.

Cerrar correctamente los recipientes que contengan pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

No realizar "pruebas de funcionamiento" de las instalaciones durante los

trabajos de pintura de señalización.

Instalar señales de "peligro de incendios" y "prohibido fumar" en la puerta del almacén de pinturas, así como un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.

Medidas a tomar frente al riesgo de Proyección de fragmentos o partículas

Verter los pigmentos en el soporte desde la menor altura posible para evitar salpicaduras.

EPIs específicos: Equipos filtrantes, máscara de protección completa, gafas de seguridad para protección del aparato ocular para protección de riesgos mecánicos, gafas de seguridad para protección del aparato ocular, antiimpactos.

10.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

10.1.- GENERALIDADES

Es obligatoria la utilización de los Equipos de Protección Individual y Colectivos definidos con medidas preventivas en la identificación de los riesgos por parte de todos los trabajadores, incluyendo al Jefe de Obra y otras personas que pudieran visitar la obra en función de los riesgos existentes.

Durante el transcurso de la obra, se tomarán todas las medidas y precauciones necesarias para que los elementos de Seguridad e Higiene instalados para la ejecución de estas obras y definidos en el presente

Plan de Seguridad y Salud se encuentren en todo momento en servicio y en buenas condiciones para su finalidad.

Es responsabilidad de todo el personal en general, y de la línea de mando en especial, el mantener y conservar dichas medidas en perfecto estado de uso y funcionalidad, cambiando o reemplazando de lugar los elementos que así lo requieran, utilizando y exigiendo la utilización a todo el personal de todas las preceptivas protecciones individuales y colectivas. Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite o que por su uso haya más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, será desechado y repuesto al momento.

10.2.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual serán homologados y llevarán el mercado CE. En caso de que para alguno de ellos no existiese tal identificación, se elegirá aquel que mejor responda a las necesidades y sea garantizada su calidad por el fabricante.

Como Equipos de Protección Individual comunes a todos los trabajos a realizar, los operarios deberán utilizar **OBLIGATORIAMENTE** cascos, botas y guantes, utilizándose el resto de las prendas descritas en las medidas preventivas en función de que se esté realizando la actividad para la que están previstos.

A continuación, se definen las condiciones de empleo de los Equipos de Protección Individual:

10.2.1.- PROTECCIÓN DE LA CABEZA

La cabeza puede verse agredida dentro del ambiente laboral por distintas situaciones de riesgo, entre las que cabe destacar:

- Riesgos mecánicos. Caída de objetos, golpes y proyecciones.
- Riesgos térmicos. Metales fundidos, calor, frío...
- Riesgos eléctricos. Maniobras y/u operaciones en alta o baja tensión.

La protección del cráneo frente a estos riesgos se realiza por medio del casco que cubre la parte superior de la cabeza.

10.2.2.- PROTECCIÓN DEL OÍDO

Un protector auditivo es un elemento de protección personal utilizado para disminuir el nivel de ruido que percibe un trabajador situado en un ambiente ruidoso.

Los protectores auditivos los podemos clasificar en los siguientes grupos:

- Orejeras
- Tapones

Las OREJERAS son protectores que envuelven totalmente el pabellón auditivo. Están formadas por:

- Los CASCOS, que son piezas de plástico duro que cubren y rodean la oreja. Los bordes están recubiertos por unas almohadillas rellenas de espuma plástica con el fin de sellar acústicamente contra la cara. La superficie interior del casco está normalmente recubierta de un material absorbente del ruido. Hay cascos de seguridad que llevan acoplados dos cascos de protección auditiva y que pueden girarse 90° a una posición de descanso cuando no es preciso su uso.
- El ARNÉS, que es el dispositivo que sujeta y presiona los cascos contra la cabeza o sobre la nuca.

Los TAPONES son protectores auditivos que se utilizan insertos en el conducto auditivo externo, obturándolo. En general, no son adecuados para personas que sufran enfermedades de oído o irritación del canal auditivo. Puede llevar un ligero arnés o cordón de sujeción para evitar su pérdida.

10.2.3.- PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA

Los equipos de protección personal de ojos y cara se pueden clasificar en dos grandes grupos:

PANTALLAS. Las pantallas cubren la cara del usuario, preservándolo de las distintas situaciones de riesgo a que pueda verse sometido. Las pantallas protectoras, en orden a sus características intrínsecas, pueden clasificarse en:

- Pantallas de soldadores. Pueden ser de mano o de cabeza. Las pantallas para soldadores van provistas de filtros especiales inactínicos que, de acuerdo con la intensidad de las radiaciones, tendrán una opacidad determinada, indicada por su grado de protección N. Estas pantallas pueden llevar antecristales que protegen también contra los posibles riesgos de impactos de partículas en operaciones de limpieza o preparación de soldaduras. Estos cristales de protección mecánica pueden ser de dos tipos: Antecristales y cubrefiltros.
- Pantallas faciales. Están formadas por un sistema de adaptación a la cabeza abatible y ajustable y diferentes variantes de visores. Dependiendo del tipo de visor proporciona protección contra radiaciones, salpicaduras de líquidos

corrosivos, proyección de partículas, etc.

GAFAS. Tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador. Las gafas, en función del tipo de riesgos a que se encuentre sometido el trabajador en su puesto de trabajo, debe garantizar total o parcialmente la protección adicional de las zonas inferior, temporal y superior del ojo. Los oculares pueden ser tanto de material mineral como de material orgánico. En cualquier caso, como la montura, requieren una certificación específica. Las gafas pueden ser de los siguientes tipos:

- Gafas tipo universal.
- Gafas tipo cazoleta.
- Gafas tipo panorámica.

10.2.4.- PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias tienen como misión hacer que el trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente contaminado o con deficiencia de oxígeno, pueda disponer para su respiración de aire en condiciones apropiadas. Estos equipos se clasifican en dos grandes grupos:

•**RESPIRADORES PURIFICADORES DE AIRE:** Son equipos que filtran los contaminantes del aire antes de que sean inhalados por el trabajador. Pueden ser de presión positiva o negativa. Los primeros, también llamados respiradores motorizados, son aquellos que disponen de un sistema de impulsión del aire que lo pasa a través de un filtro para que llegue limpio al aparato respiratorio del trabajador. Los segundos, son aquellos en los que la acción filtrante se realiza por la propia inhalación del trabajador.

•**RESPIRADORES CON SUMINISTRO DE AIRE:** Son equipos que aíslan del ambiente y proporcionan aire limpio de una fuente no contaminada,

- Equipos semiautónomos.
- Equipos autónomos.

10.2.5.- PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS

Un guante es una prenda del equipamiento de protección personal que protege una mano o una parte de ésta, de riesgos. También pueden cubrir parte del antebrazo y brazo.

Las extremidades superiores de los trabajadores pueden verse sometidas, en el desarrollo de un determinado trabajo, a riesgos de diversa índole, en función de los cuales la normativa de la Comunidad Europea establece la siguiente clasificación:

- Protección contra riesgos mecánicos.
- Protección contra riesgos químicos y microorganismos.
- Protección contra riesgos térmicos.
- Protección contra el frío.
- Guantes para bomberos.
- Protección contra radiación ionizada y contaminación radiactiva.

Cada guante, según el material utilizado en su confección, tiene sus limitaciones de uso, debiéndose elegir el más adecuado para cada tarea en particular.

10.2.6.- PROTECCIÓN DE LOS PIES

Son los pies la parte del cuerpo humano con mayor riesgo de daño directo o capaz de transmitir daños a otra parte del organismo por ser los puntos de contacto necesarios con el medio para desplazarnos o desarrollar la mayor parte de nuestras actividades. Esta circunstancia ha hecho que de forma natural la humanidad haya tendido a protegerse en primer lugar de las agresiones del suelo y de los agentes meteorológicos a través del calzado.

El calzado de seguridad pretende ser un elemento que proteja, no solo de las agresiones a los pies, sino que evite, además, que por éstos lleguen agresiones a otras partes del organismo a través del esqueleto del que constituyen su base. Así, el calzado de seguridad no ha de verse como único elemento de protección contra impactos o pinchazos, sino que, además, protege contra:

- Vibraciones

- Caídas mediante la absorción de energía
- Disminuye el resbalamiento proporcionando una mayor adherencia
- Disminuye la influencia del medio sobre el que se apoya, calor o frío
- Previenen de agresiones químicas como derrames, etc.

ANEXO VII

PRESUPUESTO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

Capítulo 1: Protecciones individual

Capítulo 2: Protecciones visuales

Capítulo 3: Protecciones auditivas

Capítulo 4: Seguridad contra incendios

Código	Unidad	Capítulo	Unidades	Latitud	Longitud	Altura	Medición	Subtotal	Partida	Subtotal partida
Capítulo 1: Protecciones individuales										
01.01	ud	Casco de seguridad homologado						8	5,53	44,24
01.02	ud	Mono de trabajo						6	23,46	140,76
01.03	ud	Guantes de trabajo de piel Indicado para maquinaria, obra, carga y almacenaje						6	5,99	35,94
Capítulo 2: Protecciones visuales										
02.01	ud	Gafas de seguridad Lentes de policarbonato resistentes a los impactos						8	3,82	30,56
Capítulo 3: Protecciones auditivas										
03.01	ud	Orejeras adaptables cosco Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadilla recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo, homologado						8	16,53	132,24
03.02	ud	Par tapones antirruido PVC Par de tapones fabricados en cloruro de polivinilo, homologados						30	0,51	15,3
Capítulo 4: Seguridad contra incendios										
04.01	ud	Extintor polvo seco 6 Kg Extintor manual AFIG de polvo seco polivalente A, B, C, E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p de pequeño material, recargas y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones						3	43,69	131,07
									TOTAL.....	530,11

Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos

Universidad de La Laguna
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Mecánica

PLIEGO DE CONDICIONES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA
PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

ÍNDICE DE PLIEGOS

I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	5
II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS	45
III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL.....	65

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

ÍNDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES.....	10
1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES....	10
1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.....	10
1.3. FORMA Y DIMENSIONES.....	11
1.4. CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.....	11
1.5. DOCUMENTOS DE OBRA	11
1.6. LEGISLACIÓN SOCIAL	11
1.7. SEGURIDAD PÚBLICA.....	12
1.8. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL	12
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	15
2.1. PROPIEDAD O PROPIETARIO.....	15
2.2. INGENIERO-DIRECTOR.....	16
2.3. DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	16
2.4. SUMINISTRADOR	16
2.5. CONTRATA O CONTRATISTA	17
2.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD	17
2.7. OFICINA DE OBRA	18
2.8. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	19
2.9. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	19
2.10. RESPONSABILIDAD CIVIL	20
2.11. ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS.....	21
2.12. REPLANTEO	21
2.13. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.....	22
2.14. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	22
2.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS.....	22
2.16. OBRAS OCULTAS.....	23

2.17. TRABAJOS DEFECTUOSOS	23
2.18. VICIOS OCULTOS.....	23
2.19. MATERIALES Y SU PROCEDENCIA.....	24
2.20. MATERIALES NO UTILIZADOS	24
2.21. MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS.....	25
2.22. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	25
2.23. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS	25
2.24. ACTA DE RECEPCIÓN	26
2.25. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA	26
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	27
3.1. BASE FUNDAMENTAL.....	27
3.2. GARANTÍA.....	27
3.3. MATERIALES.	27
3.4. MANO DE OBRA.	27
3.5. TRANSPORTES DE MATERIALES.....	28
3.6. TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD. 28	
3.7. TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES.	28
3.8. TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES.	28
3.9. TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA.	28
3.10. PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	29
3.11. GASTOS GENERALES Y FISCALES.....	29
3.12. HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA	29
3.13. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.....	29
3.14. MEDIOS AUXILIARES.	30
3.15. ABASTECIMIENTO DE AGUA.	30
3.16. ENERGÍA ELÉCTRICA.	30
3.17. VALLADO.....	30
3.18. ACCESOS.....	30
3.19. MATERIALES NO UTILIZADOS.	30
3.20. MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS.	31
3.21. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.....	31
3.22. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES	31

3.23. RESCISIÓN DEL CONTRATO	31
3.24. SEGURO DE LAS OBRAS	32
3.25. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.....	32
3.26. PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS.....	33
4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	33
4.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	33
4.2. PLANOS.....	34
4.3. ESPECIFICACIONES	34
4.4. OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	34
4.5. DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	34
4.6. ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	34
4.7. DECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	35
4.8. COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	35
4.9. ROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	35
4.10. CONTRATO	35
4.11. POR TANTO, ALZADO	35
4.12. POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS	35
4.13. POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA.....	36
4.14. POR CONTRATO DE MANO DE OBRA.....	36
4.15. CONTRATOS SEPARADOS	36
4.16. SUBCONTRATOS	36
4.17. ADJUDICACIÓN	36
4.18. SUBASTAS Y CONCURSOS	37
4.19. FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO.....	37
4.20. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA	37
4.21. SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO.....	38
4.22. DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO....	38
4.23. DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO	39
4.24. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	39
4.25. PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS	40
4.26. DAÑOS A TERCEROS	40

4.27. ACCIDENTES DE TRABAJO.....	40
4.28. RÉGIMEN JURÍDICO.....	41
4.29. SEGURIDAD SOCIAL.....	41
4.30. RESPONSABILIDAD CIVIL	42
4.31. IMPUESTOS	42
4.32. DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS	42
4.33. HALLAZGOS.....	43

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.2.- DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o de arrendamiento de obra, si existiera.

Planos, anexos de cálculo, memoria, mediciones, y presupuesto.

El presente Pliego de Condiciones Generales.

Los Pliegos de Condiciones Técnicas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

Estudio de Seguridad y Salud

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus

determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Deberá incluir aquellas condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad acreditadas, si la obra así lo requiere.

1.3.- FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente proyecto.

Siempre cabrá la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pie de obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero-Director.

1.4.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas

1.5.- DOCUMENTOS DE OBRA

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

1.6.- LEGISLACIÓN SOCIAL

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de

vejez, seguro de enfermedad y todas aquéllas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.7.- SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista que resulte adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.8.- NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrá en cada uno de los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares, se observarán en todo momento, durante la ejecución de la obra, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

ORDEN de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas, modificada por Orden de 10.12.1953 (M. Trabajo, BOE 22.12.1953) Orden de 23.9.1966 (M. Trabajo, BOE 1.10.1966) derogada parcialmente por: Real Decreto 2177/2004 de 12.11. (M. Presidencia, BOE 13.11.2004). Capítulo III derogado a partir del 4.12.2004.

ORDEN de 10 de diciembre de 1953, que modifica la Orden 20 de mayo de 1952

Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre. (Presidencia, BBOOE 7.12., rect. 30.12.1961 y 7.3.1962). por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. (BOE 292 de 7/12/60), modificado por Decreto 3494/1964 y Real Decreto 374/2001.

ORDEN de 23 de septiembre de 1966, sobre cumplimiento del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas.

DECRETO 1775/1967 de 22 de julio de 1967 del Ministerio de Industria. "Industrias en General. Régimen de instalación, ampliación y traslado" derogado parcialmente por **REAL DECRETO 378/1977 de 25 de febrero** de medidas liberalizadoras en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias.

ORDEN de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

REAL DECRETO 2135/1980 de 26 de septiembre del Ministerio de Industria y Energía. "Industrias en general. Liberalización en materia de instalación, ampliación y traslado".

REAL DECRETO 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

LEY 21/1992 de 16.7. (Jefatura Estado, BOE 23.7.1992). Ley de Industria.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre).

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27, de 31 de enero de 1997)

REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997), modificado por el Real Decreto 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004)

REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 124, de 24 de mayo de 1997),

REAL DECRETO 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección individual (BOE número 140, de 12 de junio de 1997).

REAL DECRETO 1.389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE número 240, de 7 de octubre de 1997).

REAL DECRETO 1.627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE número 256, de 25 de octubre de 1997).

ORDEN de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo (BOE número 76, de 30 de marzo de 1998).

REAL DECRETO 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 145, de 17 de junio de 2000)

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE número 148, de 21 de junio de 2001).

LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

REAL DECRETO 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos (BOE nº 82, de 5 de abril de 2003)

REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. (BOE nº 145, de 18 de junio de 2003)

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

2.1.- PROPIEDAD O PROPIETARIO.

Se denominará como “Propiedad” o “Propietario” a la entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.

Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS, la Propiedad proporcionará al Ingeniero-Director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.

DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.

UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del proyecto.

2.2.- INGENIERO-DIRECTOR.

Será aquella persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden, además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales, las siguientes:

Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.

Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las eventualidades que se presenten e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.

Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

2.3.- DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero-Director en la realización de su cometido, ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

2.4.- SUMINISTRADOR

Será aquella entidad o persona física o jurídica que, mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos comprendidos en el presente proyecto.

2.5.- CONTRATA O CONTRATISTA

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con la Propiedad, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este Delegado tendrá capacidad para:

Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero-Director.

Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo estimase oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico Delegado. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Ingeniero-Director para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Por otra parte, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

2.6.- COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Será aquel personal técnico cualificado designado por el Contratista que velará por el estricto cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan de Seguridad y Salud, correspondiéndole durante la ejecución de la obra, las siguientes funciones:

Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

2.7.- OFICINA DE OBRA

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

El proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero.

La licencia de obras.

El plan de seguridad y salud.

El libro de incidencias.

El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.

El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo.

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará al Ingeniero-Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.8.- INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el “enterado”, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como el Ingeniero-Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de cinco (5) días, al inmediato técnico superior que la hubiera dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

2.9.- RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de

la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

2.10.-RESPONSABILIDAD CIVIL

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un ingeniero proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los ingenieros proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El Contratista y el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la Dirección Facultativa de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que

pudiere corresponderle frente al ingeniero proyectista.

Cuando la Dirección Facultativa de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso edificatorio, si se prueba que aquellos fueron ocasionados fortuitamente, por fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

2.11.-ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra, así como el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.12.-REPLANTEO

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales, dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el contrato. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en el Plan de Seguridad y Salud o en su defecto en la memoria descriptiva del presente proyecto.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, sometiéndolo a la aprobación del Ingeniero-Director y una vez que éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero-Director, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.13.-FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.14.-CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.15.-AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por el Ingeniero-Director en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de

momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

2.16.-OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

Uno a la Propiedad.

Otro al Ingeniero-Director.

El tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados y se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las correspondientes mediciones.

2.17.-TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero-Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

2.18.-VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en

cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.19.-MATERIALES Y SU PROCEDENCIA

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de los materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.20.-MATERIALES NO UTILIZADOS

El Contratista, a su costa, transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado que se le designe para no causar perjuicios a la marcha de los trabajos.

De la misma forma, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero autorizado.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero-Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

2.21.-MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones no fueran de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones o no estuviesen debidamente preparados, o faltaran a las prescripciones formales recogidas en el proyecto y/o se reconociera o demostrara que no son adecuados para su objeto, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de retirar los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no estén en condiciones, y ésta no hubiere sido cumplida, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista.

Si los materiales, elementos de instalaciones, equipos y/o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se recibirán, pero con la correspondiente minoración o rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.22.-LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entorno limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

2.23.-COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de

las necesarias precauciones.

2.24.-ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

Las partes que intervienen.

La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

El coste final de la ejecución material de la obra.

La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

2.25.-PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no

se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

3.1.- BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

Asimismo, la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2.- GARANTÍA

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo, deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3.- MATERIALES.

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

3.4.- MANO DE OBRA.

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas

invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

3.5.- TRANSPORTES DE MATERIALES.

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

3.6.- TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD.

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

3.7.- TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES.

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

3.8.- TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES.

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

3.9.- TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA.

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputa cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del contrato.

3.10.-PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el % de IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio.

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.11.-GASTOS GENERALES Y FISCALES

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.12.-HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato de adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

3.13.-GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

3.14.-MEDIOS AUXILIARES.

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

3.15.-ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

3.16.-ENERGÍA ELÉCTRICA.

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

3.17.-VALLADO.

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

3.18.-ACCESOS.

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

3.19.-MATERIALES NO UTILIZADOS.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

3.20.-MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS.

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa

3.21.-MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, usase materiales y/o equipos de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general introdujese en ésta, y sin ser solicitada, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero-Director no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.22.-UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.23.-RESCISIÓN DEL CONTRATO

La Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que, por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.

Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

3.24.-SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, tal y como el resto de los trabajos de la obra. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de gastos, materiales acopiados, etc., incluyendo una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubiese abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados, a tales efectos, por el Ingeniero-Director de la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.25.-CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para su guarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones

3.26.-PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, insulares o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

4.- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

4.1.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva
- Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego de Condiciones Generales
- Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud

4.2.- PLANOS

Son los citados en el apartado de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

4.3.- ESPECIFICACIONES

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

4.4.- OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones, así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

4.5.- DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de los planos y en todo caso, la aclaración que al respecto facilite el Ingeniero-Director.

4.6.- ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero-Director que lo corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias,

errores u omisiones, se hará por cuenta y riesgo de éste.

4.7.- ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

4.8.- COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

4.9.- PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero-Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero-Director, y no podrán utilizarse en otras obras.

4.10.-CONTRATO

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

4.11.-POR TANTO, ALZADO

Comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

4.12.-POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS

Asimismo, con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

4.13.-POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA

Con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

4.14.-POR CONTRATO DE MANO DE OBRA

Siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero-Director a casas especializadas.

4.15.-CONTRATOS SEPARADOS

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero-Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero-Director estas anomalías indicarán que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

4.16.-SUBCONTRATOS

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

4.17.-ADJUDICACIÓN

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes

modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

4.18.-SUBASTAS Y CONCURSOS

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de plicas, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

4.19.-FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

4.20.-RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero-Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados

todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero-Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

4.21.-SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero-Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.22.-DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones del Ingeniero-Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, - trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

4.23.-DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

4.24.-CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

La muerte o incapacitación del Contratista.

La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tenga derecho a indemnización alguna.

Alteraciones del contrato por las siguientes causas:

La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero-Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.

La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.

La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.

La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.

El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en

las condiciones particulares del proyecto.

El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.

La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.

El abandono de la obra sin causa justificada.

La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.25.-PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

4.26.-DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

4.27.-ACCIDENTES DE TRABAJO

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se

estimen necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el “Tablón de Anuncios” de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero-Director.

4.28.-RÉGIMEN JURÍDICO

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

4.29.-SEGURIDAD SOCIAL

Además de lo establecido en el capítulo de condiciones de índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

4.30.-RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será, por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

4.31.-IMPUESTOS

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

4.32.-DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha,

siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero-Director le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

4.33.-HALLAZGOS

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

ÍNDICE

1. OBJETO.....	48
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	48
3. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	48
4. CARACTERÍSTICAS Y CALIDADES DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA METÁLICA	49
4.1. COMPONENTES GENÉRICOS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA	50
4.2. TIPOS DE ACEROS (SEGÚN UNE EN 10027-1) Y SUS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SEGÚN UNE EN 10025, CTE-DB- SE-A Y UNE-EN 10210-1:1994	51
4.3. ACEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	53
4.4. PRODUCTOS HUECOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, ACABADOS EN CALIENTE, DE ACERO NO ALEADO Y DE GRANO FINO.....	57
5. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA	57
5.1. CONDICIONES GENERALES.....	57
5.2. CONTROLES DE RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES Y CONDICIONES DE SUMINISTRO	58
5.3. PROCESO DE EJECUCIÓN.....	58
5.4. OPERACIONES PREVIAS	58
5.5. MONTAJE EN TALLER.....	59
5.6. CONDICIONES DEL EMPLAZAMIENTO	59
5.7. DE MONTAJE	60
5.8. REPLANTEO Y COLOCACIÓN.....	60
5.9. EJECUCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	60
5.10. PILARES	61
5.11. INSPECCIONES DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS	61
5.12. MANTENIMIENTO	61
6. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVA.....	61
6.1. CONDICIONES GENERALES A SATISFACER POR EL CONTRATISTA	

.....	61
6.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	62
6.3. REPLANTEO.	63

1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas, el cual forma parte de la documentación del presente proyecto, tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución y montaje de la estructura metálica, así como definir las características y calidad de los materiales a emplear con la finalidad de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social, la protección patrimonial y del medio ambiente, así como el establecimiento de las condiciones de seguridad de las estructuras metálicas por parte de los usuarios, haciéndose necesario que dichas instalaciones se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de su funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la estructura y de la edificación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en el montaje de la estructura metálica, incluida en el ámbito de aplicación general del Código Técnico de la Edificación y específicamente en lo recogido en el documento CTE-DB-SE-A de Seguridad Estructural del Acero.2.

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las Condiciones Técnicas particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la obra, las generales especificadas en los siguientes documentos:

LEY 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

REAL DECRETO 2200/1995, de 28 de diciembre (BOE de 6 de febrero

de 1996) por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

REAL DECRETO 411/1997, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial. B.O.E. Nº 100 publicado el 26/4/1997.

REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). B.O.E.: 22 de agosto de 2008

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de Marzo, por el Ministerio de la Vivienda por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE), según B.O.E.: 28 de Marzo de 2006. (Documento Básico - Seguridad Estructural - Acero).

Pliego de Condiciones Generales de la Dirección General de Arquitectura

Ordenanzas municipales del municipio correspondiente.

4. CARACTERÍSTICAS Y CALIDADES DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA METÁLICA

En general se considerarán válidas todas las prescripciones referentes a las condiciones que deberán satisfacer los materiales que aparecen en el presente Pliego de Condiciones y normas de obligado cumplimiento que reglamenten la recepción, el transporte, la manipulación o el uso de los mismos en las obras de este proyecto, siempre que no se opongan a las prescripciones particulares del presente capítulo.

Los materiales no especificados en el presente Pliego y que deban ser utilizados en la obra, serán de probada calidad, teniendo que presentar el Contratista, para recabar la aprobación del Ingeniero-Director, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, se podrán exigir los ensayos oportunos de los materiales a utilizar. El Ingeniero-Director

podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan, a su juicio, la calidad y condiciones necesarias para la finalidad a la que deban ser destinados, de acuerdo con lo anteriormente estipulado.

Definición:

Se define como estructura metálica (normalmente realizada en acero) a los elementos o conjuntos de elementos (normalmente de acero) ensamblados que forman la parte resistente y sustentante de una edificación, cuyos componentes genéricos podrán ser los señalados en el apartado correspondiente.

Forma y materiales:

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los planos y en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos, sin la previa autorización del Ingeniero-Director de la obra.

4.1. COMPONENTES GENÉRICOS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

Productos laminados en caliente, de acero aleado, para construcciones metálicas en general:

Aceros soldables y de grano fino suministrados en estado normalizado o laminado de normalización.

Aceros soldables y de grano fino con laminación termomecánica.

Aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica.

Productos huecos para la construcción, acabados en caliente (UNE EN 10210) y conformados en frío (UNE EN 10219).

Productos huecos para la construcción, acabados en caliente, de acero no aleado y de grano fino.

Productos huecos para la construcción, conformados en frío, de acero no aleado y de grano fino

Perfiles abiertos para la construcción laminados en frío y perfilados (UNE EN 10162)

Productos planos de acero recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados), UNE EN 10169 y la norma UNE EN 10326.

Elementos de unión y anclaje:

Anclajes de cimentación

Piezas de amarre (pinzas)

Tornillos ordinarios y calibrados

Tornillos de alta resistencia

La estructura podrá estar formada por vigas metálicas, perfiles y cubierta.

En el ámbito del presente proyecto sólo podrán utilizarse los productos de construcción (aceros, productos de acero, etc.) legalmente comercializados en países que sean miembros de la Unión Europea o bien que sean parte en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio).

4.2. TIPOS DE ACEROS (SEGÚN UNE EN 10027-1) Y SUS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SEGÚN UNE EN 10025, CTE-DB-SE-A Y UNE-EN 10210-1:1994

En función del contenido de carbono, los aceros se clasifican en:

- Acero no aleado, el contenido de carbono es inferior al 0,2%
- Acero de baja aleación, contiene carbono en cantidad superior al 0,2% y una cantidad total de otros elementos no superior al 5%.
- Acero de alta aleación, contiene una cantidad total de otros elementos superior al 5%. En este grupo se encuentran los aceros inoxidables, que contienen un mínimo del 10,5% de cromo y un máximo del 1,2% de carbono.

La norma UNE EN 10027-1 establece las reglas para la designación simbólica de los aceros mediante símbolos numéricos y letras que expresan ciertas características básicas (mecánicas, químicas, físicas, de aplicación, etc.) necesarias para establecer una designación abreviada de los aceros.

1 **XX** **XX (XX)**
 número de orden (entre paréntesis, ampliación futura)
 número del grupo de acero, según su uso - ver tabla 1 de norma
 UNE EN 10027-2, para aceros de construcción varía del 50 al 89
 1 indica que el material es acero

Por ejemplo, para el acero S 355 XXX donde,

S **355** **XXX**
 Símbolos adicionales (ver cuadro adjunto)
 valor mínimo garantizado del límite elástico en MPa
 símbolo S, del acero

Los símbolos adicionales se dividen en “grupo 1” y “grupo 2”. Si los símbolos del grupo 1 son insuficientes para describir completamente el acero, se pueden añadir símbolos adicionales del grupo 2. Los símbolos del grupo 2 sólo deben utilizarse conjuntamente con los del grupo 1 y colocarse detrás de ellos.

Designación	Espesor Nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy (°C)
	Tensión de límite elástico fy(N/mm2)			Tensión de rotura fu (N/mm2)	
	T <= 16	16 < t <= 40	40 < t <= 63			3 <= t <= 100
S235JR	235	225	215	360	20
S235J0					0
S235J2					-20
S275JR	275	265	255	410	20
S275J0					0
S275J2					-20
S355JR	355	345	335	470	20
S355J0					0
S355J2					-20
S355K2					-20
S450J0	450	430	410	550	0

El uso de los distintos grados del acero es el siguiente:

- Grado JR: aplicación en construcción ordinaria
- Grado J0: aplicación en construcción con altas exigencias de soldabilidad
- Grado J2: aplicación en construcción con especiales exigencias de resistencia, resiliencia y soldabilidad

UNE 36-080-64 MV 102 (1964)	UNE 36-080-73 (1973)	UNE 36-080-78 (1978)	UNE 36-080-85 (1985)	UNE 36-080-90 EN 10025 (1990) Eurocódigo 3	EN 10027-1 (1992) UNE EN 10025 (1994)	NBE EA 95 (1995)	Límite elástico de cálculo N/mm ² (kg/cm ²)	Tensión de rotura de cálculo N/mm ² (kg/cm ²)
A 37a A 37b A 37c A 37d -	A 37a A 37b A 37c A 37d -	- A 360-B A 360-C A 360-D -	- AE 235-B AE 235-C AE 235-D -	- Fe 360-B Fe 360-C Fe 360-D -	- S 235-JR S 235-JO S 235-J2G3 S 235-J2G4	A 37a A 37b A 37c A 37d -	235 (2400)	360 (3700)
A 42a A 42b A 42c A 42d	A 42a A 42b A 42c A 42d	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	A 42a A 42b A 42c A 42d	255 (2600)	410 (4200)
- - - -	A 44a A 44b A 44c A 44d -	- A 430-B A 430-C A-430-D -	- AE 275-B AE 275-C AE 275-D -	- Fe 430-B Fe 430-C Fe 430-D1 Fe 430-D2	- S 275-JR S 275-JO S 275-J2G3 S 275-J2G4	- - - -	275 (2800)	430 (4400)
- - A 52d - - -	A 52b A 52c A 52d - - -	A 510-B A-510-C A-510-D - - -	AE 355-B AE 355-C AE 355-D - AE 355-DD -	Fe 510-B Fe 510-C Fe 510-D1 Fe 510-D2 Fe 510-DD1 Fe 510-DD2	S 355-JR S 355-JO S 355-J2G3 S 355-J2G4 S 355-K2G3 S 355-K2G4	A 52b A 52c A 52d - - -	355 (3600)	510 (5200)

Tabla de sucesivas denominaciones de los aceros según Normas.

4.3. ACEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los aceros para la construcción se clasifican de acuerdo con el proceso de fabricación y están regulados en las Euronormas:

Productos de acero laminados en caliente, están definidos en la norma UNE EN 10025.

Productos huecos para la construcción, acabados en caliente (UNE EN 10210) y conformados en frío (UNE EN 10219).

Perfiles abiertos para la construcción laminados en frío y perfilados (UNE EN 10162)

Productos planos de acero recubiertos en continuo de materias orgánicas (prelacados), UNE EN 10169 y la norma UNE EN 10326.

Asimismo, se contemplan igualmente los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformado en frío.

Las características de los materiales suministrados deben estar documentadas de forma que puedan compararse con los requisitos establecidos en el presente Pliego de Condiciones. Además, los materiales deben poderse identificar en todas las etapas de fabricación, de forma única y por un sistema apropiado.

Los requerimientos que se detallan a continuación, relativos a la recepción de los materiales, son preceptivos a cumplir en la obra, para llevar a

cabo la ejecución de los elementos laminados, y servirán de base para emitir cualquier enmienda en el proyecto. El Contratista, a requerimiento de la Dirección Facultativa, quedará obligado a emitir un documento donde figuren las propiedades y las características más relevantes de todos los materiales que se utilizarán en obra. Este documento, si la Dirección Facultativa lo estima oportuno, irá certificado por la empresa adjudicataria del control de calidad. Las mencionadas propiedades y características serán, como mínimo, las siguientes:

- 1) Resistencia a la tracción.
- 2) Límite de fluencia.
- 3) Alargamiento en rotura.
- 4) Doblado.
- 5) Resiliencia.
- 6) Procedimiento de fabricación empleado.
- 7) Soldabilidad.

Condiciones de suministro:

A la entrega del suministro del producto de acero, el suministrador aportará un albarán, con documentación anexa si fuera necesario, conteniendo los siguientes datos:

- Identificación del fabricante y suministrador del producto de acero:
 - a) Nombre de la fábrica donde se ha elaborado el producto de acero.
 - b) Nombre y dirección de la empresa suministradora, adicionalmente, nombre y dirección de la empresa fabricante del producto de acero si es distinta de la suministradora.
- Fecha del suministro
- Identificación del vehículo de transporte (matrícula)
- Cantidad que se suministra.
- Designación normalizada del producto y tipo de acero, conforme a la presente instrucción
- Nombre y dirección del comprador y punto de destino del producto
- Referencia del pedido.
- Advertencias, en su caso, en materia de seguridad, salud y medio ambiente

– Logotipo del marcado “CE” y el número de identificación del organismo de certificación.

– Número del certificado de conformidad “CE”.

– En su caso, referencia del distintivo de calidad oficialmente reconocido y mención del número de certificado correspondiente y año de concesión.

Además del albarán, la empresa suministradora facilitará la documentación adicional que se relaciona a continuación, salvo en el caso de que el producto de acero se encuentre en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, en cuyo caso el responsable de la recepción podrá renunciar a disponer de la misma.

Un documento firmado por persona física, con poder de representación de la empresa, en que se ponga de manifiesto la garantía de que el producto de acero suministrado cumple las especificaciones de esta instrucción, y en el que se recoja, al menos, la siguiente información:

a) Identificación del cliente y lugar de suministro (obra, almacén, taller, etc.);

b) Designación de los productos y tipos de acero amparados por la garantía

c) Período de suministro

Un certificado de evaluación estadística de la producción de los últimos seis meses, sellado por la empresa suministradora. En el caso de que el producto de acero esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido. Esta documentación podrá ser sustituida por copia de un certificado análogo al anterior, expedido por el organismo certificador.

Alternativamente, esta documentación podrá ser sustituida por la posibilidad de acceso a la misma información, pero suministrada por el organismo certificador y la que pueda accederse en cualquier momento a través de una página web.

En todos los casos, el certificado de evaluación estadística deberá contener, al menos, la siguiente información:

a) Nombre de la fábrica

b) Nombre de la empresa

c) Designación del producto y del tipo de acero

d) Período de referencia del control de producción

- e) Número de muestras consideradas en el control de producción
- f) Fecha de expedición del certificado

Para las características controladas por variables, se aportará la siguiente información, tanto para los resultados del control de producción, como para las muestras de contraste, en su caso:

- a) Especificación, según el presente Pliego
- b) Valor medio
- c) Número de ensayos
- d) Desviación típica
- e) Valor inferior
- f) Valor superior

Para las características controladas por atributos, se aportará la siguiente información, tanto para los resultados del control de producción, como para las muestras de contraste, en su caso:

- a) Especificación, según el presente Pliego
- b) Valor medio
- c) Número de ensayos
- d) Número de resultados defectuosos
- e) Número de resultados defectuosos admisibles

El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante y no usarse si ha superado la vida útil en almacén especificada. Si por la forma o el tiempo de almacenaje pudieran haber sufrido un deterioro importante, antes de su utilización deben comprobarse que siguen cumpliendo con los requisitos establecidos.

Los componentes estructurales se manipularán y almacenarán de forma segura, evitando que se produzcan deformaciones permanentes y de manera que los daños superficiales sean mínimos. Cada componente estará protegido de cualquier daño en los puntos en donde se sujete para su manipulación. Los componentes estructurales se almacenarán apilados sobre el terreno, pero sin estar en contacto con él, evitando cualquier acumulación de agua y humedad.

El almacenaje de los productos tipo perfil –secciones abiertas y cerradas, planos, chapas y tipos de barra calibrada, de alta resistencia, etc.- se hará protegiéndose de los agentes atmosféricos directos, especialmente de las lluvias, así como del terreno.

Si el ambiente donde se hace el almacenaje fuera agresivo para los materiales, hará falta, además, salvaguardarlos de este ambiente con las protecciones adecuadas.

4.4. PRODUCTOS HUECOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, ACABADOS EN CALIENTE, DE ACERO NO ALEADO Y DE GRANO FINO

La norma UNE EN 10210-2 especifica las características de los perfiles huecos acabados en caliente, de forma circular, cuadrada, rectangular o elíptica, conformados en caliente, con o sin tratamiento térmico ulterior, o conformados en frío con un tratamiento térmico ulterior para obtener un estado metalúrgico similar al de los productos conformados en caliente. Los aceros de grano fino suelen suministrarse en estado normalizado.

Se designan de acuerdo con la UNE EN 10210-1, según la siguiente nomenclatura:

Para los aceros no aleados se establecen tres grados: JR, J0 y J2

5. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA

5.1. CONDICIONES GENERALES

Las actividades de montaje, reparación, revisión y mantenimiento de la estructura metálica sólo podrán ser realizadas por empresas inscritas en el Registro de empresas con la intervención de profesionales habilitados inscritos en el Registro de profesionales habilitados.

La instalación y montaje de la estructura metálica será ejecutada de acuerdo con los documentos del presente proyecto, las condiciones recogidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares o de las órdenes que establezca el Ingeniero-Director.

Antes del inicio de la fase de montaje, se procederá a revisar y replantear, al igual que en otros sistemas constructivos, los documentos del proyecto consistentes en:

- Documentación Técnica: Planos Generales, planos de detalles, cortes, secciones, vistas, etc.
- Memoria Técnica: Información sobre todas las acciones, coeficientes de seguridad, cálculos; especificación de los materiales a utilizar, condiciones de ejecución y montaje.
- Pliegos.
- Mediciones.
- Presupuesto.

5.2. CONTROLES DE RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES Y CONDICIONES DE SUMINISTRO

Se comprobará mediante los documentos suministrados con los materiales y productos fabricados, que éstos coinciden con los pedidos. Si no se incluye una declaración del suministrador de que los productos o materiales cumplen con el presente Pliego de Condiciones, se tratarán como productos o materiales no conformes.

El Ingeniero-Director podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan, a su juicio, la calidad y condiciones necesarias para la finalidad a la que deban ser destinados.

5.3. PROCESO DE EJECUCIÓN

En la ejecución de una estructura metálica se distinguen dos etapas:

- Elaboración o montaje en Taller
- Montaje en Obra

5.4. OPERACIONES PREVIAS

Corte: se realizará por medio de herramientas adecuadas como sierra, cizalla, oxicorte automático y, solamente si este no es posible, oxicorte manual.

Conformado del material: el acero se doblará, prensará o forjará hasta que adopte la forma requerida, utilizando para ello procesos de conformado (en caliente o en frío) y siempre que las características del material no queden por debajo de los valores especificados; siendo los radios de acuerdo mínimos, para el conformado en frío, los especificados en el apartado 10.2.2 del documento

CTE-DB-SE-A.

Perforación: los agujeros se realizarán por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente. Queda prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

Se admite el punzonado en materiales de hasta 25 mm de espesor, siempre que su espesor nominal no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o su dimensión mínima si no es circular).

Ángulos entrantes y entallas: tendrán un acabado redondeado con un radio mínimo de 5 mm. Cuando este acabado se realice mediante punzonado en chapas de más de 16 mm de espesor, los materiales deformados se eliminarán mediante amolado.

5.5. MONTAJE EN TALLER

La elaboración de la estructura metálica en taller requiere que éstos estén equipados con las instalaciones adecuadas y con personal con la idoneidad necesaria, apropiados para la envergadura de la obra que se edificará, de tal forma que garantice la ejecución de la misma sin problemas, ya sea en lo referido a plazos de ejecución, organización, aspectos técnicos y económicos. Los talleres deberán demostrar su capacidad técnica, de acuerdo a cualificación, certificación, experiencia en obras similares, procedimientos homologados, etc. y su capacidad física, de acuerdo a la superficie cubierta, instalaciones montadas, parque de almacenamiento, maquinaria y medios de elevación.

5.6. CONDICIONES DEL EMPLAZAMIENTO

El montaje de la estructura comenzará cuando se cumplan los requisitos del Plan de Seguridad, que entre otros debe considerar los siguientes aspectos:

Zonas de aparcamiento para vehículos, maquinaria en general y acopios.

Acceso y circulación en el interior de la obra.

Instalación de grúas fijas.

- Preparación del terreno de emplazamiento en cuanto a condiciones de suelo, drenaje superficial y estabilidad de taludes, si ha lugar.

- Comprobación de servicios afectados, incluyendo conductos subterráneos, cables aéreos o cualquier otro condicionante físico.
- Comprobación de que las piezas de mayores dimensiones y peso pueden ser suministradas a pie de obra.
- Zonas contiguas afectadas por el montaje.
- Condiciones climáticas y medioambientales.
- Comprobación de las condiciones del terreno que permitan prever o corregir eventuales movimientos, tales como asentos de bases de pilares o giro de paramentos de muros durante la ejecución de la obra.

5.7. DE MONTAJE

El Contratista, basándose en las indicaciones del proyecto y siempre que no figure como documentación del mismo, redactará un ***programa de montaje***.

Este documento deberá ser coherente con el Plan de Seguridad e Higiene. Deberá incluir el montaje en blanco realizado en taller para asegurar el ensamble de piezas si así está previsto y cualquier elemento constructivo auxiliar necesario para el montaje, como cimbras, apeos o arriostrados provisionales.

5.8. REPLANTEO Y COLOCACIÓN

Las zapatas deben haber sido inspeccionadas previamente, incluyendo los pernos de anclaje embebidos en ellas, para garantizar que su posición y alineaciones están de acuerdo con los planos.

Es recomendable que los pernos embebidos estén dotados de una cierta libertad que permita un ligero desplazamiento de los mismos para facilitar su inserción en las placas base de soportes.

5.9. EJECUCIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Además de las condiciones de carácter general y específico detallado en apartados anteriores, será preciso que para cada elemento estructural en concreto se observen las particularidades que se mencionan a continuación.

5.10. PILARES

En la ejecución de los pilares se velará por el cumplimiento de las siguientes condiciones específicas:

El perfil que constituya al pilar se presentará perfectamente aplomado, con las desviaciones y tolerancias que admite la Norma EC 3.

Si en los planos no quedasen fijadas las dimensiones de las chapas de base de los pilares, éstas se dimensionarían de manera que no transmitan tensiones superiores a los 75 Kg/cm² al mortero del relleno y que la unión entre pilar y cimiento sea rígida.

5.11. INSPECCIONES DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las estructuras convencionales de edificación, situadas en ambientes normales y realizadas conforme a las prescripciones del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SE-A Acero y a las del CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio) no requerirán un nivel de inspección superior al que se deriva de las inspecciones técnicas rutinarias de los edificios. Es recomendable que estas inspecciones se realicen al menos cada 10 años, salvo en el caso de la primera, que podrá desarrollarse en un plazo superior.

5.12. MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes (de pinturas, por ejemplo).

6. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVA

6.1. CONDICIONES GENERALES A SATISFACER POR EL CONTRATISTA

El Contratista se hará responsable directo de los procedimientos utilizados para la realización de los trabajos de ejecución de los elementos de la estructura metálica.

A tal efecto, deberán observarse las siguientes puntualizaciones:

A cargo del Contratista la reparación de averías o desperfectos que se hubiesen producido por efecto de la ejecución de la estructura metálica.

Siempre que se detecte la presencia de cualquier conducción, aunque

aparente estar fuera de servicio, se dará aviso a la Dirección Facultativa, a fin de que ésta decida la solución más conveniente.

El Contratista estará obligado a disponer de todos los medios que la Dirección Facultativa estime oportunos para realizar la obra.

En ningún caso el Contratista estará facultado para variar por su cuenta las dimensiones, posición, número de elementos, características de las uniones, geometría, procedimiento constructivo o tipo de cualquiera de los elementos que constituyen la estructura metálica, sin el visto bueno de la Dirección Facultativa.

Podrá, no obstante, expresar la conveniencia de efectuar aquellos cambios que estime oportunos, de forma que el Ingeniero-Director, si lo considera adecuado, pueda aplicarlos en la ejecución de la obra.

6.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El Contratista se asegurará de que el almacenaje de material sobre los elementos ya construidos no modifica las hipótesis de carga que se han tenido en cuenta en el cálculo de la estructura. Cualquier duda al respecto, especialmente por desconocimiento de estas hipótesis, se consultará a la Dirección Facultativa, para que determine la viabilidad de la solución.

El Contratista deberá permitir, sin limitaciones al efecto de la función inspectora, la entrada en su taller al Ingeniero-Director de la obra o a sus representantes, a los que dará toda clase de facilidades, durante el período de construcción de la estructura.

El Contratista viene obligado a comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura metálica. Salvo indicación en contrario de los documentos del contrato, el Contratista viene obligado especialmente:

A la ejecución en taller de la estructura.

A la prestación del personal y materiales necesarios para la prueba de carga de la estructura.

A enviar al Contratista de las fábricas u hormigones, en caso de ser otro distinto y dentro del plazo previsto en el contrato, todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados en la obra no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o pernos de anclaje.

6.3. REPLANTEO.

El inicio de los trabajos de la ejecución de los elementos de la estructura metálica tendrá como punto de partida las relativas a su replanteo. Por este concepto se velará para que satisfagan los siguientes apartados:

- La señalización del replanteo se realizará con medios perdurables, replanteando de nueva cuando, por alguna razón, se hayan perdido las referencias ya replanteadas anteriormente. Será aconsejable situar los ejes de los elementos estructurales a ejecutar, marcándolos con pintura, yeso de color o azulete sobre los cimientos o puntos de arranque de aquellos.
- El Contratista no tendrá derecho a ningún tipo de abono como consecuencia de errores de replanteo que se le pudiesen imputar. Si existiese divergencia entre dos planos o documentos de proyecto el Contratista estará obligado a comunicar ésta a la Dirección Facultativa para que se manifieste dando prioridad a uno u otro documento. De no hacerlo así, no podrá argumentar error en el proyecto, en el supuesto de haber optado por la solución incorrecta.
- Las dimensiones de cualquier elemento amparado por el presente Pliego de Condiciones no se modificarán sobre las tolerancias que le correspondan, especificadas para cada elemento más adelante, sin conocimiento de la Dirección Facultativa. Así mismo, no se podrá variar su posición absoluta ni relativa, si no es con el visto bueno del Ingeniero-Director.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL

ÍNDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES	68
1.1. ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA OBRA CIVIL NECESARIA EN LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES	68
1.2. CALIDAD EN LOS MATERIALES.....	68
1.3. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES.....	68
1.4. MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO.	69
1.5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.	69
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	69
2.1. EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS.....	69
2.2. DE LOS COMPONENTES, PRODUCTOS CONSTITUYENTES.....	70
2.3. DE LA EJECUCIÓN.	71
2.4. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	75
2.5. DE LA EJECUCIÓN.	75
2.6. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	78
2.7. DE LA EJECUCIÓN.	79
2.8. HORMIGONES	79
2.9. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	80
2.10. DE LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO.....	91
3. MORTEROS.....	98
3.1. DOSIFICACIÓN DE MORTEROS.....	98
3.2. FABRICACIÓN DE MORTEROS	98
3.3. MEDICIÓN Y ABONO	98
3.4. ENCOFRADOS.....	99
3.5. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	99
3.6. DE LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO.....	100
3.7. SOPORTES DE HORMIGÓN ARMADO.....	105
3.8. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES	105
3.9. DE LA EJECUCIÓN	106
3.10. MANTENIMIENTO	110
3.11. VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.	110
Implantación de un sistema cablecarril en finca productora de plátanos	66

3.12. DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES ...	111
3.13. DE LA EJECUCIÓN	112
3.14. MANTENIMIENTO.	117

1. DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA OBRA CIVIL NECESARIA EN LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para Obra Civil necesaria en la ejecución de las instalaciones industriales del presente proyecto, tiene por finalidad regular las condiciones que han de verificar y cumplir los materiales, sus ensayos y pruebas, así como aquellas otras que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

1.2.- CALIDAD EN LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a las edificaciones e instalaciones de los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

1.3.- PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta del Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario

emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

1.4.- MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

1.5.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán cuidadosamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS.

2.1.- EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrá de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada. Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

- El desmonte a cielo abierto consiste en rebajar el terreno hasta la cota de profundidad de la explanación.

- El terraplenado consiste en el relleno con tierras de huecos del terreno o en la elevación del nivel del mismo.

- Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, las plantas, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier

tipo de material no deseable.

- La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

2.2.- DE LOS COMPONENTES, PRODUCTOS CONSTITUYENTES

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

Préstamos.

- El Contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

- En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo:

Identificación granulométrica.

Límite líquido. Contenido de humedad.

Contenido de materia orgánica.

Índice CBR e hinchamiento.

Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

- El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

2.3.- DE LA EJECUCIÓN.

Preparación

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Fases de ejecución

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal

Sostenimiento y entibaciones

El Contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por el director de obra.

Evacuación de las aguas y agotamientos.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de

agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

Empleo de los productos de excavación.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra deberán eliminarse.

Excavación en roca.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

Terraplenes

La temperatura ambiente será superior a 2^o C. Con temperaturas menores se suspenderán los trabajos.

Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación.

Cuando se utilicen para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria.

Acabados

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones cada 1000 m² de planta.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

Limpieza y desbroce del terreno.

El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:

- Situación del elemento.
- Cota de la explanación.
- Situación de vértices del perímetro.
- Distancias relativas a otros elementos.
- Forma y dimensiones del elemento.
- Horizontalidad: nivelación de la explanada.
- Altura: grosor de la franja excavada.
- Condiciones de borde exterior.

Desmontes.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

Base del terraplén.

- Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo.
- Excavación.

Terraplenes:

- Nivelación de la explanada.
- Densidad del relleno del núcleo y de coronación.
- En el núcleo del terraplén, se controlará que las tierras no contengan más de un 25% en peso de piedras de tamaño superior a 15 cm. El contenido de material orgánico será inferior al 2%.

Conservación hasta la recepción de las obras:

- Terraplenes.

- Se mantendrán protegidos los bordes ataluzados contra la erosión, cuidando que la vegetación plantada no se seque y en su coronación contra la acumulación de agua, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, asimismo se cortará el suministro de agua cuando se produzca una fuga en la red, junto a un talud.

- No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m² junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

- Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a un técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

- No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente.

2.4.- DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Entibaciones: tablonos y codales de madera, clavos, cuñas, etc.

Maquinaria: pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.

2.5.- DE LA EJECUCIÓN.

Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía

eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, etc.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Fases de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Ingeniero-Director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

Cuando la excavación de la zanja se realice por medios mecánicos, además, será necesario:

- que el terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad,
- que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

Se acotará, en caso de realizarse a máquina, la zona de acción de cada máquina.

Una vez replanteados en el frente del talud, los bataches se iniciarán por uno de los extremos, en excavación alternada.

No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del batache, debiendo separarse del mismo una distancia no menor de dos veces su profundidad.

Acabados

Refino, limpieza y nivelación.

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreechanco de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

Unidad y frecuencia de inspección:

- Zanjas: cada 20 m o fracción.
- Pozos: cada unidad.

Comprobación final:

- El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de $+ - 5$ cm, con las superficies teóricas.

- Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

- Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

2.6.- DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

2.7.- DE LA EJECUCIÓN.

Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: cada 50 m³ o fracción, y no menos de uno por zanja o pozo.

Compactación

Rechazo: si no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie.

Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

Conservación hasta la recepción de las obras

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

2.8.- HORMIGONES

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación

permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con la Instrucción EHE "Instrucción de Hormigón Estructural", salvo indicación expresa distinta.

2.9.- DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Hormigón para armar:

Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando:

- la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm² en hormigón armado, (artículo 31.4);

- el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 31.5);

- el tamaño máximo del árido (artículo 28.3) y

- la designación del ambiente (artículo 8.2.1).

Tipos de hormigón:

A. Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

B. Hormigón no fabricado en central.

Materiales constituyentes:

Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97), correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción EHE.

Si el suministro del cemento se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad.

Agua.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales.

Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

Áridos.

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo,

o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;

- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,

- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

Otros componentes.

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

La Instrucción EHE recoge como adiciones únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 30).

Armaduras pasivas: Serán de acero y estarán constituidas por:

Barras corrugadas: Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente: 6- 8- 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las normas UNE 36068:94, 36092:96 y 36739:95 EX, respectivamente, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 32 de la Instrucción EHE.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Control y aceptación

A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado.

Control documental:

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro, firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.
4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
5. Especificación del hormigón:
 - a. En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
 - Designación de acuerdo con el artículo 39.2.
 - Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de hormigón, con una tolerancia de + - 15 kg.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de + - 0,02.
 - b. En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
 - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de + - 0,02.

- Tipo de ambiente de acuerdo con la tabla 8.2.2.
 - a. Tipo, clase, y marca del cemento.
 - b. Consistencia.
 - c. Tamaño máximo del árido.
 - d. Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - e. Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 30) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
- 6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- 7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- 8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según Anejo 21, apartado 2.
- 9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.
2. Identificación de las materias primas.
3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.
4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.

- Ensayos de control del hormigón.

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 6).

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la

resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

2. Control de la durabilidad (artículo 86).

Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento.

Si las clases de exposición son III o IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua.

Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.

3. Control de la resistencia (artículo 86).

Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución prevista), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción EHE establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 86.

Ensayos de control de resistencia:

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control indirecto (artículo 86.5.6).

2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todo el amasado (artículo 86.5.5).

3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan (artículo 86.5.4 de la Instrucción EHE). Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate. Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 86.5.2.2

B. Hormigón no fabricado en central.

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

Control documental:

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.

2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.

3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.

4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.

5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

- Ensayos de control del hormigón.

- Ensayos previos del hormigón:

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86.4, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos característicos del hormigón:

Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de

proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 86.5, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

- Ensayos de control del hormigón:

Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.

De los materiales constituyentes:

Cemento (artículos 26 y 85.1 de la Instrucción EHE, Instrucción RC-97).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

- Control documental:

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-97.

- Ensayos de control:

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-97 y los correspondientes a la determinación del ión cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción EHE.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

- Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT: Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-EHE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la

documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Agua (artículos 27 y 85.5).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayos (según normas UNE): Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatos. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

- Control documental:

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96.

Determinación de cloruros. Además, para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

Otros componentes (artículo 29 y 85.2).

- Control documental:

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física.

- Ensayos de control:

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29, 30, 85.3 y 85.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.4.

Acero en armaduras pasivas:

- Control documental.

a. Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1):

Cada partida de acero irá acompañada de:

- Acreditación de que está en posesión del mismo;
- Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados;

- Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 32.2 (barras corrugadas), 33.1.1. (mallas electrosoldadas) y 33.1.2 (armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la Instrucción EHE.

b. Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-EHE según artículo 1):

Cada partida de acero irá acompañada de:

- Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas, efectuados por un organismo de los

citados en el artículo 1º de la Instrucción EHE;

- Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.

- CC-EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 32.2, 33.1.1 y 33.1.2, según el caso.

- Ensayos de control.

Se tomarán muestras de los aceros para su control según lo especificado en el artículo 90, estableciéndose los siguientes niveles de control:

Control a nivel reducido, sólo para aceros certificados.

Se comprobará sobre cada diámetro:

- que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 32.2, realizándose dos verificaciones en cada partida;

- no formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra.

Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 88.5.2.

Control a nivel normal:

Las armaduras se dividirán en lotes que correspondan a un mismo suministrador, designación y serie. Se definen las siguientes series:

Serie fina: diámetros inferiores o iguales 10 mm.

Serie media: diámetros de 12 a 25 mm.

Serie gruesa: diámetros superiores a 25 mm.

Se comprobará sobre una probeta de cada diámetro, tipo de acero y suministrador en dos ocasiones:

- Límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura.

Por cada lote, en dos probetas:

- se comprobará que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 32.2,

- se comprobarán las características geométricas de los resaltos, según el artículo 32.2,

- se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 32.2.

En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 32.2).

Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 88.5.2.

2.10.- DE LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO.

Preparación

Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de las estructuras (empotramientos, apoyos, etc.).

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que exponen la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Armado o Pretensado EF-96 y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras.

Documentación necesaria para el comienzo de las obras.

Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos.

Fases de ejecución

Ejecución de la ferralla.

Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.

Doblado, según artículo 69.3.4.

Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 69.3.4.

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación puede realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Colocación de las armaduras

Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las barras durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueas.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de barras, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

2cm

El diámetro de la mayor

1.25 veces el tamaño máximo del árido

Separadores

Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra y se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la tabla 69.8.2.

Anclajes

Se realizarán según indicaciones del artículo 69.5.

Empalmes

No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra.

Fabricación y transporte a obra del hormigón

Criterios generales

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso,

No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

Hormigón fabricado en central de obra o preparado

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento.

El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30°C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

Hormigón no fabricado en central

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden

dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento.

El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

Transporte del hormigón preparado

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

Cimbras, encofrados y moldes (artículo 68)

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa.

Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón.

La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficiente para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

Puesta en obra del hormigón

Colocación, según artículo 71.5.1

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los

encofrados verticales y las armaduras.

Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

Compactación, según artículo 71.5.2.

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida se picarán hasta la capa inferior ya compactada

Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos.

Juntas de hormigonado, según artículo 71.5.4.

Las juntas de hormigonado, que deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la dirección de obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. Se evitarán juntas horizontales.

No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la dirección de obra.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido suelto y se retirará la capa superficial de mortero utilizando para ello chorro de arena o cepillo de alambre. Se prohíbe a tal fin el uso de productos corrosivos.

Para asegurar una buena adherencia entre el hormigón nuevo y el antiguo se eliminará toda lechada existente en el hormigón endurecido, y en el caso de que esté seco, se humedecerá antes de proceder al vertido del nuevo hormigón.

No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo.

Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que, dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

Curado del hormigón, según artículo 71.6.

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica.

Queda prohibido el empleo de agua de mar.

Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículos 73 y 74.

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y, en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

Acabados

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Conservación hasta la recepción de las obras

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

3. MORTEROS.

3.1 DOSIFICACIÓN DE MORTEROS.

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

3.2 FABRICACIÓN DE MORTEROS

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

3.3 MEDICIÓN Y ABONO

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

3.4 ENCOFRADOS

Elementos auxiliares destinados a recibir y dar forma a la masa de hormigón vertida, hasta su total fraguado o endurecimiento.

Según el sistema y material de encofrado se distinguen los siguientes tipos:

1. Sistemas tradicionales de madera, montados en obra.
2. Sistemas prefabricados, de metal y/o madera, de cartón o de plástico.

3.5 DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Material encofrante.

Superficie en contacto con el elemento a hormigonar, constituida por tableros de madera, chapas de acero, moldes de poliestireno expandido, cubetas de polipropileno, tubos de cartón, etc.

Elementos de rigidización.

El tipo de rigidización vendrá determinado por el tipo y las características de la superficie del encofrado. Con los elementos de rigidización se deberá impedir cualquier abolladura de la superficie y deberá tener la capacidad necesaria para absorber las cargas debidas al hormigonado y poder transmitir las a los elementos de atirantamiento y a los apoyos.

Elementos de atirantamiento.

En encofrados de muros, para absorber las compresiones que actúan durante el hormigonado sobre el encofrado se atarán las dos superficies de encofrado opuestas mediante tirantes de alambres. La distancia admisible entre alambres está en función de la capacidad de carga de los elementos de rigidización.

Elementos de arriostramiento.

En encofrados de forjados se dispondrán elementos de arriostramiento en cruz entre los elementos de apoyo para garantizar la estabilidad del conjunto.

Elementos de apoyo y diagonales de apuntalamiento.

Los apoyos y puntales aseguran la estabilidad del encofrado y transmiten las cargas que se produzcan a elementos de construcción ya existentes o bien al subsuelo.

Elementos complementarios.

Piezas diseñadas para sujeción y unión entre elementos, acabados y encuentros especiales.

Productos desencofrantes.

Compatibilidad

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que hayan de estar en contacto con el hormigón.

Si se reutilizan encofrados se limpiarán con cepillo de alambre para eliminar el mortero que haya quedado adherido a la superficie y serán cuidadosamente rectificadas.

Se evitará el uso de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo, pudiéndose utilizar para estos fines barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida.

3.6 DE LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO.

Preparación

Se replantearán las líneas de posición del encofrado y se marcarán las

cotas de referencia.

Se planificará el encofrado de cada planta procediéndose, en general, a la ejecución de encofrados de forma que se hormigonen en primer lugar los elementos verticales, como soportes y muros, realizando los elementos de arriostramiento como núcleos rigidizadores o pantallas, antes de hormigonar los elementos horizontales o inclinados que en ellos se apoyen, salvo estudio especial del efecto del viento en el conjunto del encofrado.

En elementos de hormigón inclinados, como vigas-zanca, tiros de escalera o rampas, será necesario que, en sus extremos, el encofrado se apoye en elemento estructural que impida su deslizamiento.

Se localizarán en cada elemento a hormigonar las piezas que deban quedar embebidas en el hormigón, como anclajes y manguitos.

Cuando el elemento de hormigón se considere que va a estar expuesto a un medio agresivo, no se dejarán embebidos separadores o tirantes que sobresalgan de la superficie del hormigón.

Fases de ejecución

Montaje de encofrados.

Se seguirán las prescripciones señaladas para la ejecución de elementos estructurales de hormigón armado en el artículo 71 de la Instrucción EHE.

Antes de verter el hormigón se comprobará que la superficie del cofre se presenta limpia y húmeda y que se han colocado correctamente, además de las armaduras, las piezas auxiliares que deban ir embebidas en el hormigón, como manguitos, patillas de anclaje y calzos o separadores.

Antes del vertido se realizará una limpieza a fondo, en especial en los rincones y lugares profundos de los elementos desprendidos (clavos, viruta, serrín, etc., recomendándose el empleo de chorro de agua, aire o vapor). Para ello, en los encofrados estrechos o profundos, como los de muros y pilares, se

dispondrán junto al fondo aberturas que puedan cerrarse después de efectuada la limpieza.

Un aspecto de importancia es asegurar los ajustes de los encofrados para evitar movimientos ascensionales durante el hormigonado.

Los encofrados laterales de paramentos vistos deben asegurar una gran inmovilidad, no debiendo admitir flechas superiores a $1/300$ de la distancia libre entre elementos estructurales, adoptando si es precisa la oportuna contraflecha.

Es obligatorio tener preparados dispositivos de ajuste y corrección (gatos, cuñas, puntales ajustables, etc.) que permitan corregir movimientos apreciables que se presenten durante el hormigonado.

- Resistencia y rigidez.

Los encofrados y las uniones entre sus distintos elementos tendrán resistencia suficiente para soportar las acciones que sobre ellos vayan a producirse durante el vertido y la compactación del hormigón, y la rigidez precisa para resistirlas, de modo que las deformaciones producidas sean tales que los elementos del hormigón, una vez endurecidos, cumplan las tolerancias de ejecución establecidas.

- Condiciones de paramento.

Los encofrados tendrán estanquidad suficiente para impedir pérdidas apreciables de lechada de cemento dado el sistema de compactación previsto. La circulación entre o sobre los encofrados, se realizará evitando golpearlos o desplazarlos. Cuando el tiempo transcurrido entre la realización del encofrado y el hormigonado sea superior a tres meses se hará una revisión total del encofrado.

Desencofrado.

Los encofrados se construirán de modo que puedan desmontarse fácilmente sin peligro para la construcción.

El desencofrado se realizará sin golpes y sin causar sacudidas ni daños en el hormigón.

Para desencofrar los tableros de fondo y planos de apeo se tomará el tiempo fijado en el artículo 74 de la Instrucción EHE, con la previa aprobación de la dirección facultativa una vez comprobado que el tiempo transcurrido es no menor que el fijado. Las operaciones de desencofrado se realizarán cuando el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a que va a estar sometido durante y después del desencofrado.

Cuando los tableros ofrezcan resistencia al desencofrar se humedecerá abundantemente antes de forzarlos o previamente se aplicará en su superficie un desencofrante, antes de colocar la armadura, para que ésta no se engrase y perjudique su adherencia con el hormigón. Dichos productos no deben dejar rastros en los paramentos de hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. Además, el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente.

Los productos desencofrantes se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado, colocándose el hormigón durante el tiempo en que sean efectivos.

Acabados

Para los elementos de hormigón que vayan a quedar vistos se seguirán estrictamente las indicaciones de la dirección facultativa en cuanto a formas, disposiciones y material de encofrado, y el tipo de desencofrantes permitidos.

Control y aceptación

Puntos de observación sistemáticos:

Cimbras:

- Superficie de apoyo suficiente de puntales y otros elementos para repartir cargas.

- Fijación de bases y capiteles de puntales. Estado de las piezas y uniones.
- Correcta colocación de codales y tirantes.
- Buena conexión de las piezas contraviento.
- Fijación y templado de cuñas.
- Correcta situación de juntas de estructura respecto a proyecto.

Encofrado:

- Dimensiones de la sección encofrada. Altura.
- Correcto emplazamiento. Verticalidad.
- Contraflecha adecuada en los elementos a flexión.
- Estanquidad de juntas de tableros, en función de la consistencia del hormigón y forma de compactación. Limpieza del encofrado.
- Recubrimientos según especificaciones de proyecto.
- Unión del encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.

Descimbrado. Desencofrado:

- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden de desapuntalamiento.
- Flechas y contraflechas. Combas laterales. En caso de desviación de resultados previstos, investigación.
- Defectos superficiales. En su caso, orden de reparación.
- Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se mantendrá la superficie limpia de escombros y restos de obra, evitándose que actúen cargas superiores a las de cálculo, con especial atención a las de tipo dinámico.

Cuando se prevea la presencia de fuertes lluvias, se protegerá el encofrado mediante lonas impermeabilizadas o plásticos.

3.7 SOPORTES DE HORMIGÓN ARMADO.

Elementos de directriz recta y sección rectangular, cuadrada, poligonal o circular, de hormigón armado, pertenecientes a la estructura del edificio, que transmiten las cargas al cimiento.

3.8 DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.

Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

Las cimentaciones o los soportes inferiores.

Se colocarán y hormigonarán los anclajes de arranque, a los que se atarán las armaduras de los soportes.

Compatibilidad

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

3.9 DE LA EJECUCIÓN

Replanteo.

Plano de replanteo de soportes, con sus ejes marcados, indicando los que se reducen a ejes y los que mantienen cara o caras fijas, señalándolas.

Condiciones de diseño.

Dimensión mínima de soporte de hormigón armado 25 cm, según el artículo 54 de la Instrucción EHE, o de 30 cm, en zona sísmica con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a $0,16g$, siendo g la aceleración de la gravedad, para estructuras de ductilidad muy alta, según la norma NCSR-02.

La disposición de las armaduras se ajustará a las prescripciones de la Instrucción EHE, y de la norma NCSR-02, en caso de zona sísmica, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Se cumplirán las cuantías mínimas y máximas, establecidas por limitaciones mecánicas, y las cuantías mínimas, por motivos térmicos y reológicos. Se establecen cuantías máximas para conseguir un correcto hormigonado del elemento y por consideraciones de protección contra incendios.

- La armadura principal estará formada, al menos, por cuatro barras, en el caso de secciones rectangulares y por seis, en el caso de secciones circulares.

- La separación máxima entre armaduras longitudinales será de 35 cm.

- El diámetro mínimo de la armadura longitudinal será de 12 mm. Las barras irán sujetas por cercos o estribos con las separaciones máximas y diámetros

mínimos de la armadura transversal que se indican en el artículo 42.3.1 de la Instrucción EHE.

- Si la separación entre las armaduras longitudinales es inferior o igual a 15 cm, éstas pueden arriostrarse alternativamente.

- El diámetro del estribo debe ser superior a la cuarta parte del diámetro de la barra longitudinal más gruesa. La separación entre estribos deberá ser inferior o igual a 15 veces el diámetro de la barra longitudinal más fina.

- En zona sísmica, el número mínimo de barras longitudinales en cada cara del soporte será de tres y su separación máxima de 15 cm. Los estribos estarán separados, con separación máxima y diámetro mínimo de los estribos según la Norma NCSR-02.

- En soportes circulares los estribos podrán ser circulares o adoptar una distribución helicoidal.

Colocación del armado.

Colocación y aplomado de la armadura del soporte; en caso de reducir su sección se grifará la parte correspondiente a la espera de la armadura, solapándose la siguiente y atándose ambas.

Los cercos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados, según el artículo 69.4.3 de la Instrucción EHE.

Encofrado. Según subcapítulo EEE-Encofrados.

Los encofrados pueden ser de madera, cartón, plástico o metálicos, evitándose el metálico en tiempos fríos y los de color negro en tiempo soleado. Se colocarán dando la forma requerida al soporte y cuidando la estanquidad de la junta. Los de madera se humedecerán ligeramente, para no deformarlos, antes de verter el hormigón. En la colocación de las placas metálicas de encofrado y posterior vertido de hormigón, se evitará la disgregación del mismo, picándose o vibrándose sobre las paredes del encofrado. Tendrán fácil desencofrado, no

utilizándose gasoil, grasas o similares.

Encofrado, aplomado y apuntalado del mismo, hormigonándose a continuación el soporte.

Hormigonado y curado.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto no se quedará disminuida por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Se verterá y compactará el hormigón dentro del molde mediante entubado, tolvas, etc.

Se vibrará y curará sin que se produzcan movimientos de las armaduras.

Terminado el hormigonado, se comprobará nuevamente su aplomado.

Desencofrado.

Según se haya previsto, cumpliendo las prescripciones de los subcapítulos EEH-Hormigón armado y EEE-Encofrados.

Acabados

Los pilares presentarán las formas y texturas de acabado en función de la superficie encofrante elegida.

Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m² de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Replanteo:

- Verificación de distancia entre ejes de arranque de cimentación.
- Verificación de ángulos de esquina y singulares en arranque de cimentación.
- Diferencia entre eje real y de replanteo de cada planta. Mantenimiento de caras de soportes aplomadas.
- Colocación de armaduras.
- Longitudes de espera. Correspondencia en situación para la continuidad.
- Solapo de barras de pilares de última planta con las barras en tracción de las vigas.
- Continuidad de cercos en soportes, en los nudos de la estructura.
- Cierres alternativos de los cercos y atado a la armadura longitudinal.
- Utilización de separadores de armaduras, al encofrado.

Encofrado.

- Dimensiones de la sección encofrada.
- Correcto emplazamiento.
- Estanquidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación. Limpieza del encofrado.

Vertido y compactación del hormigón.

Curado del hormigón.

Desencofrado:

- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden para desencofrar.

Comprobación final.

- Verificación del aplomado de soportes de la planta.
- Verificación del aplomado de soportes en la altura del edificio construida.
- Tolerancias.

Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

3.10 MANTENIMIENTO

Uso

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a los soportes construidos, en la que figurarán las solicitudes para las que han sido previstos.

Cuando se prevea una modificación que pueda altera las solicitudes previstas en los soportes, será necesario el dictamen de un técnico competente.

No se realizarán perforaciones ni cajeados en los soportes de hormigón armado.

Conservación

Cada 5 años se realizará una inspección, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen fisuras o cualquier otro tipo de lesión.

Reparación. Reposición

En el caso de ser observado alguno de los síntomas anteriores, será estudiado por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

3.11 VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.

Elementos estructurales, planos o de canto, de directriz recta y sección rectangular que salvan una determinada luz, soportando cargas principales de

flexión.

3.12 DE LOS COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.

Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

El hormigón para armar y las barras corrugadas de acero deberán cumplir las condiciones indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado, para su aceptación.

Otros componentes.

Deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

Se dispondrá de la información previa de las condiciones de apoyo de las vigas en los elementos estructurales que las sustentan.

Compatibilidad

Se tomarán las precauciones necesarias en ambientes agresivos, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la Instrucción EHE, indicadas en el subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear (según la Instrucción RC-97), de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc.

3.13 DE LA EJECUCIÓN

Preparación

Replanteo.

Pasado de niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar, verificar la distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas, y entre los trazos de la misma planta.

Condiciones de diseño.

La disposición de las armaduras, así como el anclaje y solapes de las armaduras, se ajustará a las prescripciones de la Instrucción EHE y de la norma NCSR-02, en caso de zona sísmica.

En zona sísmica, con aceleración sísmica de cálculo mayor o igual a $0,16g$, siendo g la aceleración de la gravedad, no se podrán utilizar vigas planas, según el artículo 4.5 de la norma NCSE-02.

Fases de ejecución

La organización de los trabajos necesarios para la ejecución de las vigas es la misma para vigas planas y de canto: encofrado de la viga, armado y

posterior hormigonado.

En el caso de vigas planas el hormigonado se realizará tras la colocación de las armaduras de negativos, siendo necesario el montaje del forjado.

En el caso de vigas de canto con forjados apoyados o empotrados, el hormigonado de la viga será anterior a la colocación del forjado, en el caso de forjados apoyados y tras la colocación del forjado, en el caso de forjados semiempotrados.

Además de las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado, se seguirán las siguientes indicaciones particulares:

Encofrado: según subcapítulo EEE-Encofrados.

Los fondos de las vigas quedarán horizontales y las caras laterales, verticales, formando ángulos rectos con aquellos.

Colocación del armado.

Encofrada la viga, previo al hormigonado, se colocarán las armaduras longitudinales principales de tracción y compresión, y las transversales o cercos según la separación entre sí obtenida.

Se utilizarán calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta de negativos en vigas.

Se colocarán separadores con distancias máximas de 100 cm. Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, acoplados a los cercos o estribos.

Hormigonado y curado.

Se seguirán las prescripciones del subcapítulo EEH-Hormigón armado.

El hormigón colocado no presentará disgregaciones o vacíos en la masa, su sección en cualquier punto no se quedará disminuida por la introducción de elementos del encofrado ni otros.

Se verterá y compactará el hormigón dentro del molde mediante entubado, tolvas, etc.

La compactación se realizará por vibrado. El vibrado se realizará de forma, que su efecto se extienda homogéneamente por toda la masa.

Se vibrará y curará sin que se produzcan movimientos de las armaduras.

Desencofrado.

Según se haya previsto, cumpliendo las prescripciones de los subcapítulos EEH-Hormigón armado y EEE-Encofrados.

Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: 2 comprobaciones por cada 1000 m² de planta.

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Niveles y replanteo.

- Pasados los niveles a pilares sobre la planta y antes de encofrar la siguiente verificar:

- Distancia vertical entre los trazos de nivel de dos plantas consecutivas.

- Diferencia entre trazos de nivel de la misma planta.

- Replanteo de ejes de vigas. Tolerancias entre ejes de viga real y de replanteo, según proyecto.

Encofrado.

- Número y posición de puntales, adecuado.
- Superficie de apoyo de puntales y otros elementos, suficientes para repartir cargas.
- Fijación de bases y capiteles de puntales. Estado de piezas y uniones.
- Correcta colocación de codales y tirantes.
- Correcta disposición y conexión de piezas a cortaviento.
- Espesor de cofres, sopandas y tableros, adecuado en función del apuntalamiento.
- Dimensiones y emplazamiento correcto del encofrado de vigas y forjados.
- Estanqueidad de juntas de tableros, función de la consistencia del hormigón y forma de compactación.
- Unión del encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado.
- Fijación y templado de cuñas. Tensado de tirantes en su caso.
- Correcta situación de juntas estructurales, según proyecto.

Colocación de piezas de forjado.

- Verificación de la adecuada colocación de las viguetas y tipo según la luz de forjado.
- Separación entre viguetas.
- Empotramiento de las viguetas en viga, antes de hormigonar. Longitud.
- Replanteo de pasatubos y huecos para instalaciones.
- Verificación de la adecuada colocación de cada tipo de bovedilla. Apoyos.
- No invasión de zonas de macizado o del cuerpo de vigas o de soportes con bovedillas.

Colocación de armaduras.

- Longitudes de espera y solapo. Cortes de armadura. Correspondencia en situación para la continuidad.
- Colocación de armaduras de negativos en vigas. Longitudes respecto al eje del soporte.
- Separación de barras. Agrupación de barras en paquetes o capas evitando el tamizado del hormigón.

- Anclaje de barras en vigas extremo de pórtico o brochales.
 - Colocación de las armaduras de negativos de forjados. Longitudes respecto al eje de viga.
 - Colocación de la armadura de reparto en la losa superior de forjado.
- Distancia entre barras.

Vertido y compactación del hormigón.

- Espesor de la losa superior de forjados.

Juntas.

- Correcta situación de juntas en vigas.
- Distancia máxima de juntas de retracción en hormigonado continuo tanto en largo como en ancho, 16 m.

Curado del hormigón: según especificaciones del subcapítulo EEH-Hormigón Armado

Desencofrado:

- Tiempos en función de la edad, resistencia y condiciones de curado.
- Orden de desapuntalamiento.

Comprobación final.

- Flechas y contraflechas excesivas, o combas laterales: investigación.
- Tolerancias.

Se realizarán además las comprobaciones correspondientes del subcapítulo EEH-Hormigón armado.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados.

3.14 MANTENIMIENTO.

Uso

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a las vigas construidas, en la que figurarán

las sobrecargas para las que han sido previstas. No se realizarán perforaciones ni oquedades en las vigas de hormigón armado.

Conservación

Las vigas, salvo haberlo previsto con anterioridad, no estarán expuestas a humedad habitual y se denunciará cualquier fuga observada en las canalizaciones de suministro o evacuación.

Cada 5 años se realizará una inspección, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen fisuras, flechas excesivas o cualquier otro tipo de lesión.

Reparación. Reposición

En el caso de ser observado alguno de los síntomas anteriores, será estudiado por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos

Universidad de La Laguna
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA
DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

ÍNDICE

Capítulo 0: Acondicionamiento del terreno

Capítulo 1: Cimentación

Capítulo 2: Estructura

Capítulo 3: Accesorios

Capítulo 4: Seguridad y salud

Código	Unidad	Capítulo	Unidades	Latitud	Longitud	Altura	Medición	Subtotal	Partida	Subtotal partida
Capítulo 0: Acondicionamiento del terreno										
00.01	m3	Desmante en tierra Para dar al terreno la rasante para asentamiento del sistema cablecarril con empleo de medios mecánicos, incluida mano de obra			6	11	66	66,00	1,87	123,42
00.02	m3	Terraplenado y compactado Con material de la propia excavación para asentamiento del sistema cablecarril Incluida mano de obra			6	11	66	66	5,97	394,02
00.03	m2	Pared de mampostería ordinaria a una cara vista, con mano de obra incluida Fabricada con piedra basáltica, labrada, colocada en seco, de espesor hasta 50 cm existentes en el propio lugar			6	4	24	24	49,03	1176,72
Capítulo 1: Cimentación										
01.01	m3	Excavación en zanjas, con mano de obra incluida								
		ZAP TIPO 1	40	0,45	0,45	0,09	0,729			
		ZAP TIPO 2	14	0,5	0,55	0,115	0,443			
		ZAP TIPO 3	14	0,75	0,75	0,115	0,906	2,08	3,77	7,83
01.02	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. (espesor 4 cm). Incluida mano de obra								
		ZAP TIPO 1	40	0,45	0,45	0,04	0,324			
		ZAP TIPO 2	14	0,5	0,55	0,04	0,154			
		ZAP TIPO 3	14	0,75	0,75	0,04	0,315	0,79	94,41	74,87
01.03	m3	HORM. HA-30/P/20/I GCIM. V. BOMBA Hormigón en masa HA-30 N/mm2, consistencia plástica, Tmáx 20mm, para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Incluida mano de obra								
		ZAP TIPO 1	40	0,25	0,25	0,05	0,125			
		ZAP TIPO 2	14	0,3	0,35	0,075	0,110			
		ZAP TIPO 3	14	0,55	0,55	0,075	0,318	0,55	122,86	67,93
01.04	m2	ENCOFRADO DE MADERA Incluida mano de obra								
		ZAP TIPO 1	40	4	0,25	0,05	2			
		ZAP TIPO 2	14	2	0,3	0,075	0,63			
			14	2	0,35	0,075	0,735			
		ZAP TIPO 3	14	4	0,55	0,075	2,31	5,675	14,60	82,855
01.05	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.								
		ZAP TIPO 1	40	4	1,95	0,888	277,056			
		ZAP TIPO 2	14	2	0,23	0,888	5,719			
			14	2	0,295	0,888	7,335			
		ZAP TIPO 3	14	8	0,195	0,888	19,394	309,50	1,11	343,55
									10%	34,35
Capítulo 2: Estructura										
02.01	kg	ACERO S275EN ESTRUCT.SOLDAD Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas, incluido esquema de pinturas TORRES DE APOYO Y MANO DE OBRA								
		40.4	20	6,4	3,55	454,400				
		TORRES PARA TENSAR EN EXTERMOS FINALES Y MANO DE OBRA								
		60X40.4	2	2,7	5,35	28,890				
		20	2	2,2	2,47	10,868				
		TORRES PARA TENSAR EN ANTES DE CAMBIOS DE DIRECCIÓN Y MANO DE OBRA								
		60X40.4	6	2	2,9	5,35	186,180			
		20	6	2	2,3	2,47	68,172			
		60X40.4	6	1	1,6	5,35	51,360			
		PERFILES HUECOS CIRCULARES PARA LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN Y MANO DE OBRA								
		40.4	2	2	3,55	14,2		748,51	1,90	1422,17

02.02	kg	ACERO INOXIDABLE AISI 316 Cable macizo de diámetro 16mm y de acero AISI 316	220	1,7			8,40	3141,60
02.03	ud	PLAC.ANCLAJ. S275JR 100x100x4mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones indicadas. con cuatro pernos en "J" de acero B400S y métrica 6, de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y norma NBE-MV, incluido esquema de pinturas Incluida mano de obra					40	1536
02.04	ud	PLAC.ANCLAJ. S275JR 150x200x5mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones indicadas. con cuatro pernos en "J" de acero B400S y métrica 6, de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y norma NBE-MV, incluido esquema de pinturas Incluida mano de obra					14	619,22
02.05	ud	PLAC.ANCLAJ. S275JR 300x300x4mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones indicadas. con cuatro pernos en "J" de acero B400S y métrica 8, de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y norma NBE-MV, incluido esquema de pinturas Incluida mano de obra					14	814,80

Capítulo 3: Accesorios

03.01	ud	GARRUCHAS Garrucha de acero galvanizado Q235, con rondanas preparadas para diámetro 16mm					50	500
03.02	ud	SOPORTE ZETA Zeta de acero galvanizado Q235. incluye plancha y tornillos para soporte al cable					20	160
03.03	ud	SEPARADORES Separadores de acero galvanizado de 1 m de longitud y 25 mm de diámetro					50	600

Capítulo 4: Seguridad y salud

04.01	PA	SEGURIDAD Y SALUD Partida alzada a justificar en equipos y medios de protección en cumplimiento de plan de plan de Seguridad y Salud. Incluyendo elaboración de este.					1	530,11
-------	----	--	--	--	--	--	---	--------

Total 11629,44

Código	Capítulo	Unidades	Latitud	Longitud	Altura	Medición	Subtotal	Partida	Subtotal partida
00	Acondicionamiento del terreno	.....							1694,16
01	Cimentación	.....							611,38
02	Estructura	.....							7533,79
03	Accesorios	.....							1260
04	Seguridad y salud	.....							530,11

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL **11629,44**

15,00% Gastos generales..... 1744,416
7,00% Beneficio industrial..... 814,061

SUMA DE G.G y B.I. 2558,48

7,00% I.G.I.C 814,06

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA **14187,92**

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL **15001,98**

PRESUPUESTO POR METRO LINEAL DE CABLE CARRIL **68,19**

Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos

Universidad de La Laguna
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Mecánica

PLANOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA
DE PLÁTANOS

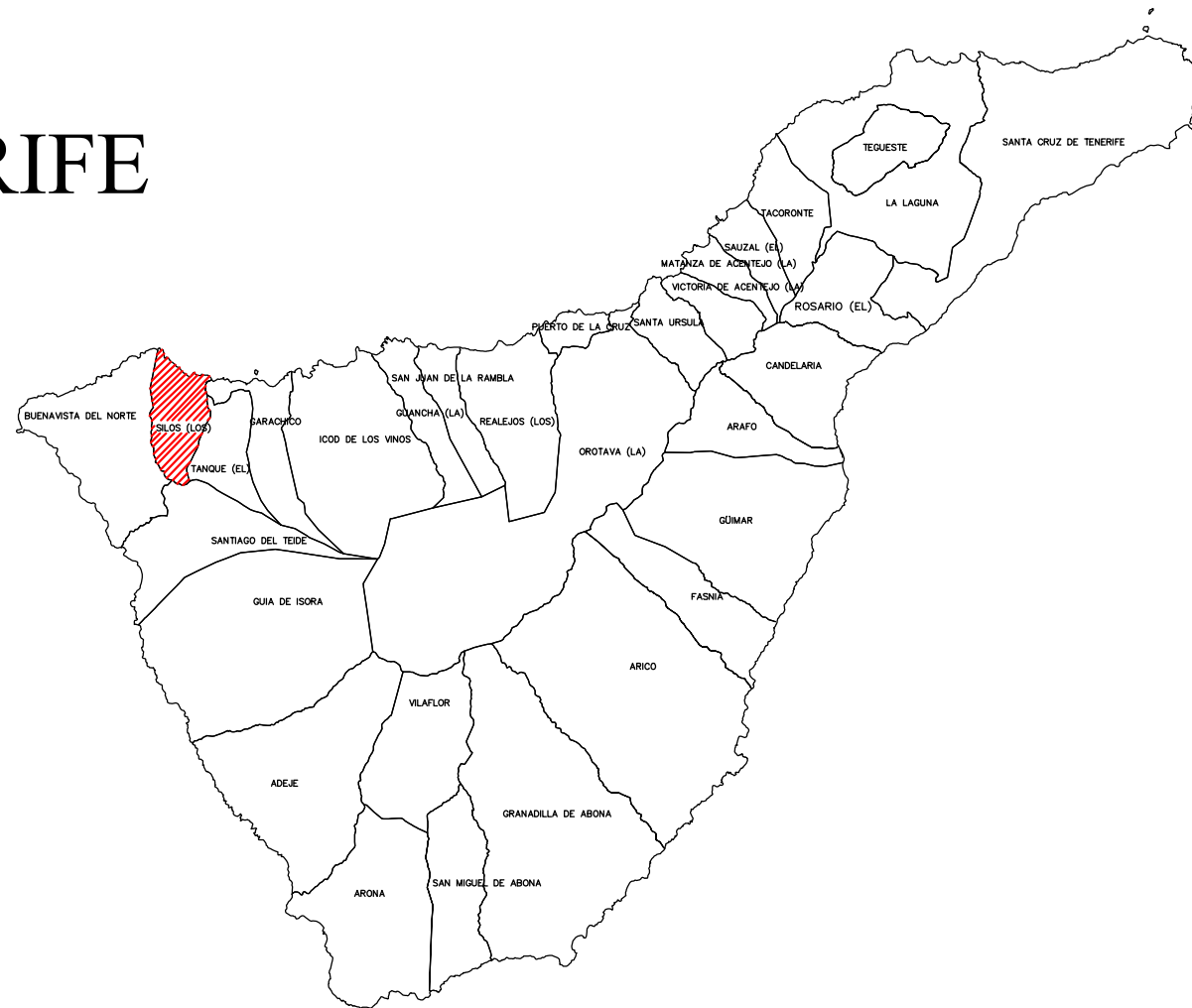
Autora: Marta Rodríguez Sosa

Tutora: Rosa Navarro Trujillo

ÍNDICE

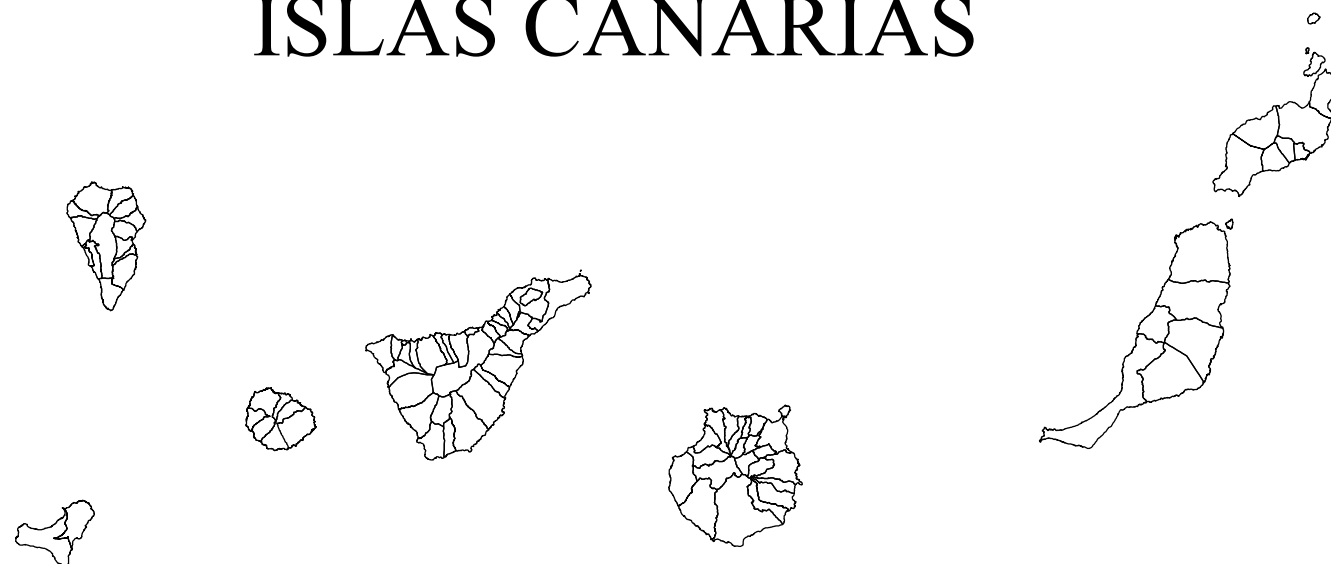
- 1.- Plano de situación
- 2.- Plano de emplazamiento
- 3.- Plano de planta de la finca
- 4.- Plano de desniveles
- 5.- Plano de propuesta para distribución del cable y de las torres
- 6.- Plano de alcance del proyecto
- 7.- Plano de distribución del cable en la finca
- 8.- Plano de distribución de las torres de apoyo
- 9.- Plano de cambio de dirección en el punto "B"
- 10.- Plano de cambio de dirección en el punto "C"
- 11.- Plano de torres de apoyo para sujeción del cable
- 12.- Plano de estructuras para tensar el cable en los tramos finales
- 13.- Plano de estructuras para tensar el cable antes de cambios de dirección
- 14.- Plano de placas de anclaje
- 15.- Plano de zapatas

TENERIFE



E 1:500000

ISLAS CANARIAS



IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN

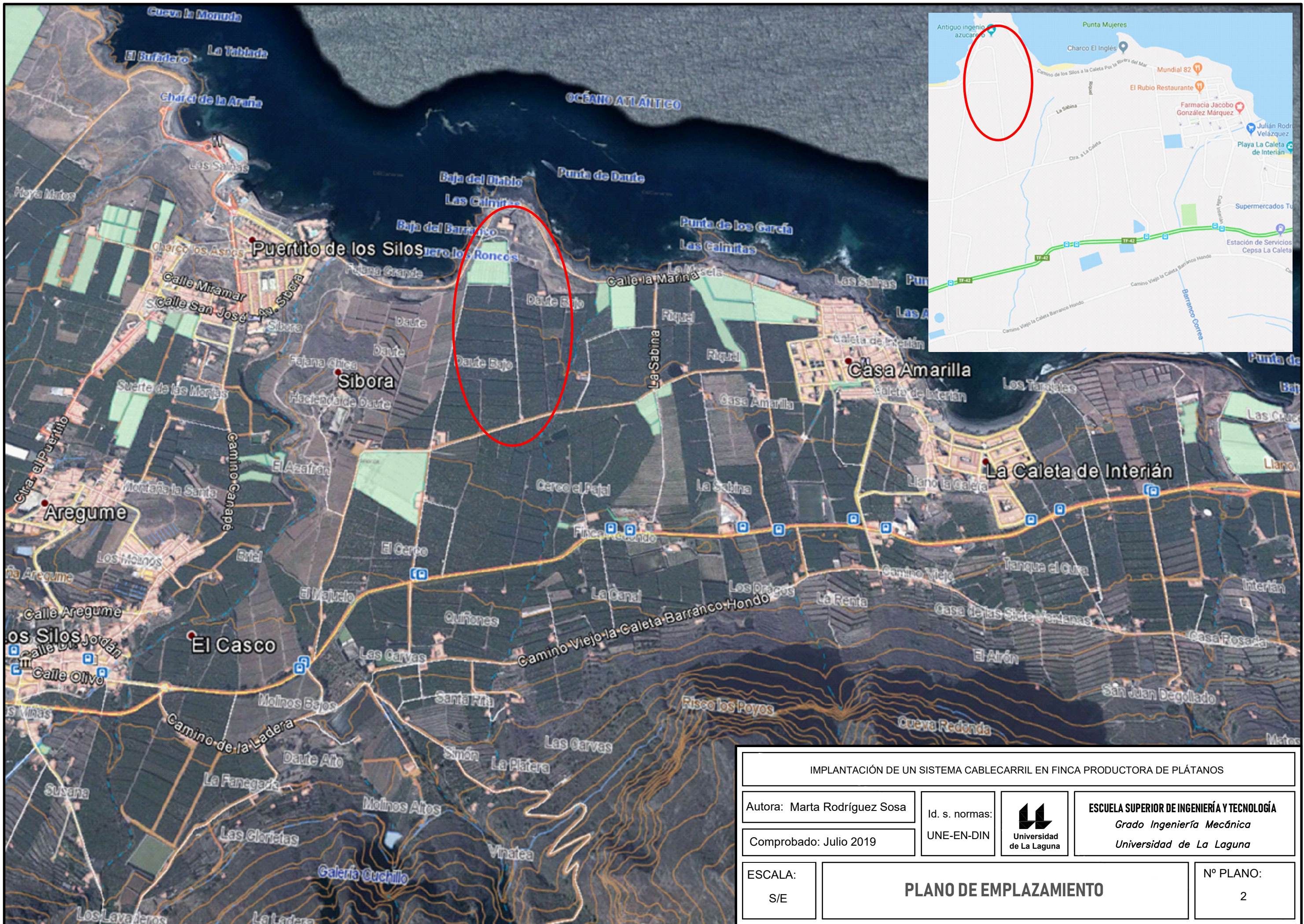


ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

ESCALA:
S/E

PLANO DE SITUACIÓN

Nº PLANO:
1



IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



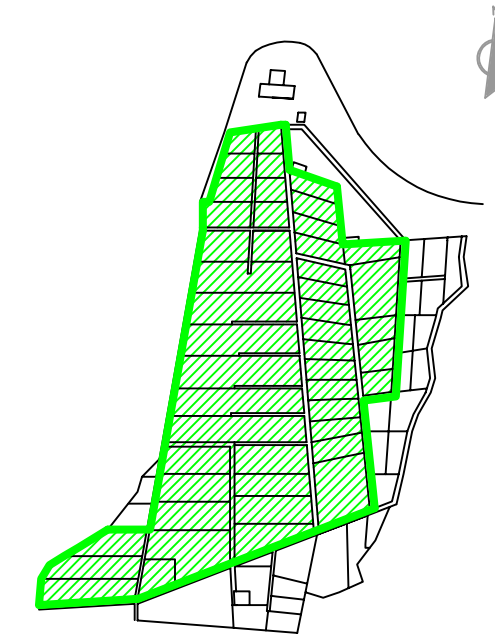
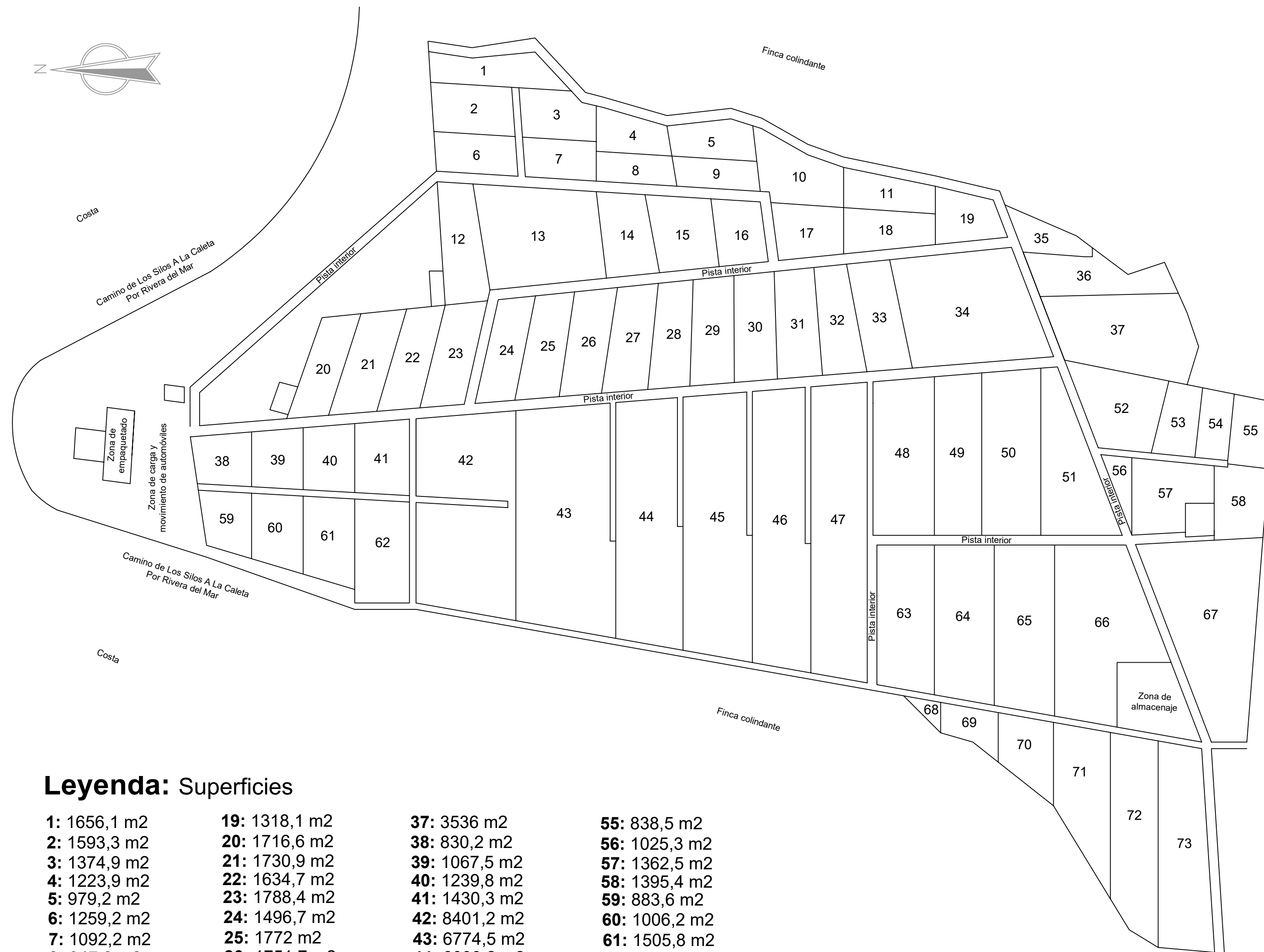
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

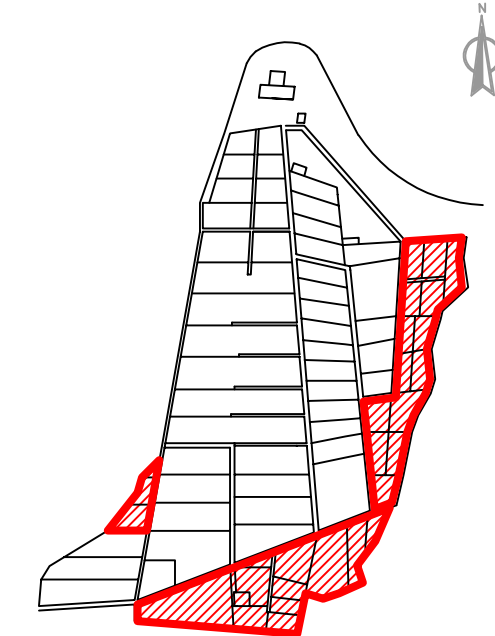
ESCALA:
S/E

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

Nº PLANO:
2



Zona apta para la implantación del cablecaril
E: 1:10000



Zona no apta para la implantación del cablecaril
E: 1:10000

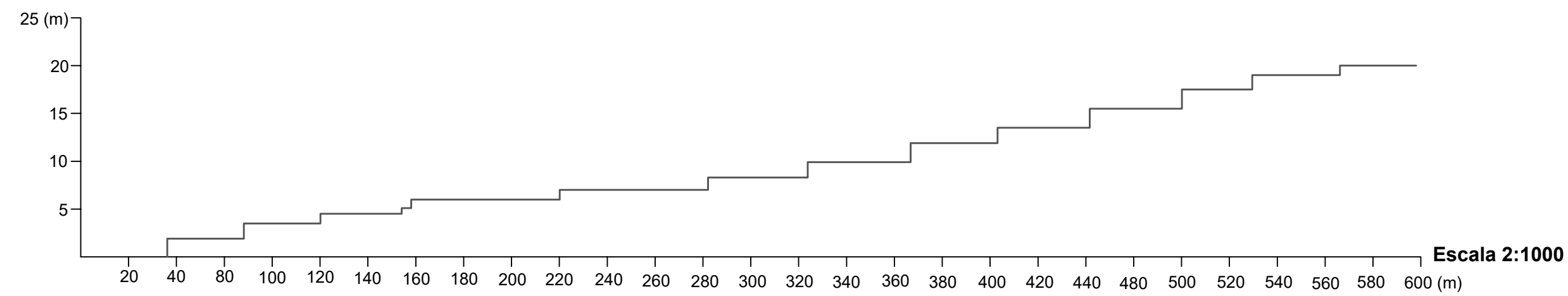
Legenda: Superficies

1: 1656,1 m2	19: 1318,1 m2	37: 3536 m2	55: 838,5 m2
2: 1593,3 m2	20: 1716,6 m2	38: 830,2 m2	56: 1025,3 m2
3: 1374,9 m2	21: 1730,9 m2	39: 1067,5 m2	57: 1362,5 m2
4: 1223,9 m2	22: 1634,7 m2	40: 1239,8 m2	58: 1395,4 m2
5: 979,2 m2	23: 1788,4 m2	41: 1430,3 m2	59: 883,6 m2
6: 1259,2 m2	24: 1496,7 m2	42: 8401,2 m2	60: 1006,2 m2
7: 1092,2 m2	25: 1772 m2	43: 6774,5 m2	61: 1505,8 m2
8: 947,2 m2	26: 1751,7 m2	44: 6099,2 m2	62: 2158 m2
9: 850,4 m2	27: 1744,5 m2	45: 5821,1 m2	63: 3391,7 m2
10: 1345,9 m2	28: 1760,5 m2	46: 6137,4 m2	64: 3454,4 m2
11: 1044,4 m2	29: 1776,6 m2	47: 6407,6 m2	65: 3859,4 m2
12: 1709,1 m2	30: 1792,7 m2	48: 3794,1 m2	66: 5324,3 m2
13: 4371,5 m2	31: 1708,2 m2	49: 2786,3 m2	67: 5995,4 m2
14: 1415 m2	32: 1808,5 m2	50: 3617,6 m2	68: 70,7 m2
15: 1647,4 m2	33: 1699,2 m2	51: 2453,5 m2	69: 484,9 m2
16: 1166,8 m2	34: 5142,4 m2	52: 1910,2 m2	70: 1124,3 m2
17: 1432 m2	35: 826,5 m2	53: 1056,5 m2	71: 2450,5 m2
18: 1076,5 m2	36: 1608,9 m2	54: 625,5 m2	72: 3162 m2

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Julio 2019	ESCALA: 1:2000		Nº PLANO: 3
PLANO DE PLANTA DE LA FINCA			

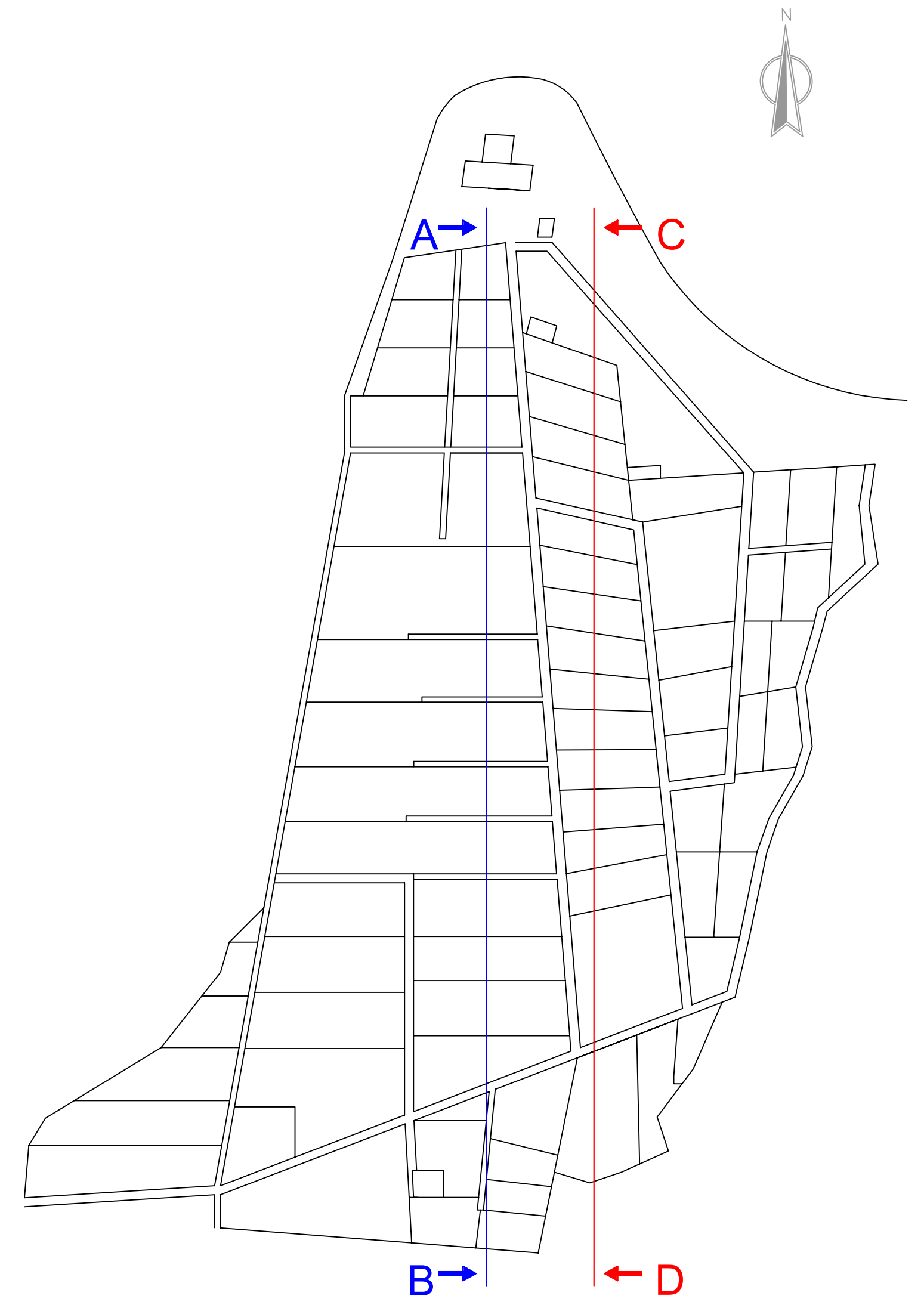
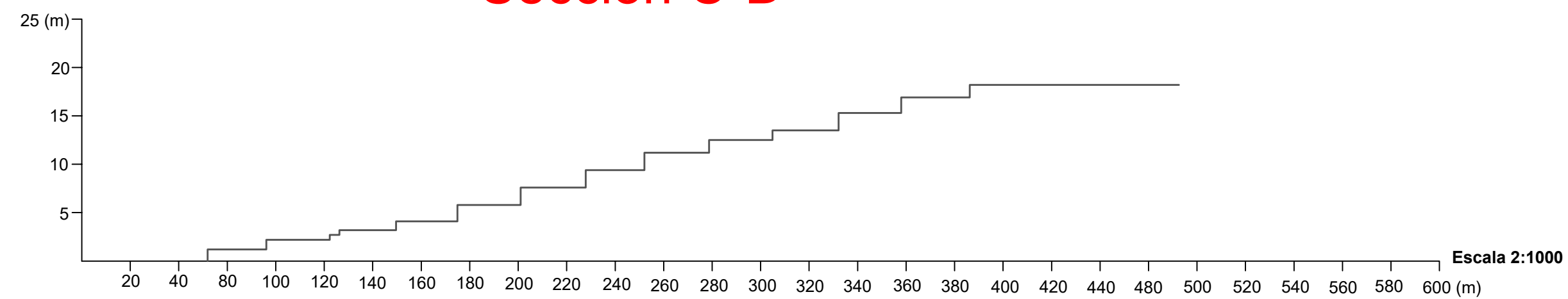
Sección A-B

Escala 1:2000






Sección C-D

Escala 1:2000

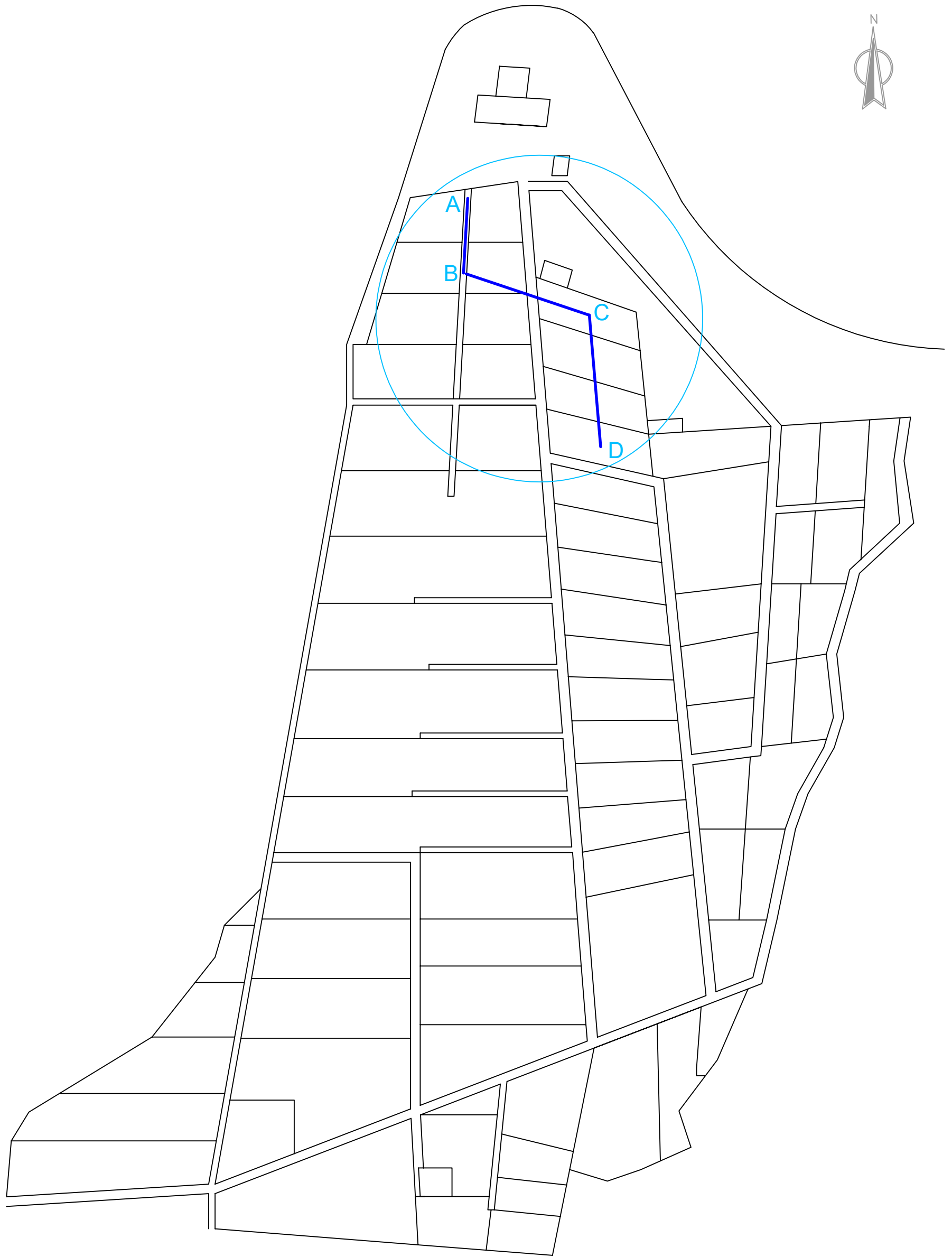


IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Julio 2019	ESCALA: 1:3000		Nº PLANO: 4
DESNIVELES			



-  **Torres para tensar el cable en tramos finales**
-  **Torres para tensar el cable antes de cambios de dirección**
-  **Torres de apoyo**

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: Julio 2019	PROPUESTA PARA DISTRIBUCIÓN DEL CABLE Y DE LAS TORRES		Nº PLANO: 5
ESCALA: 1:2500			



IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

UNE-EN-DIN

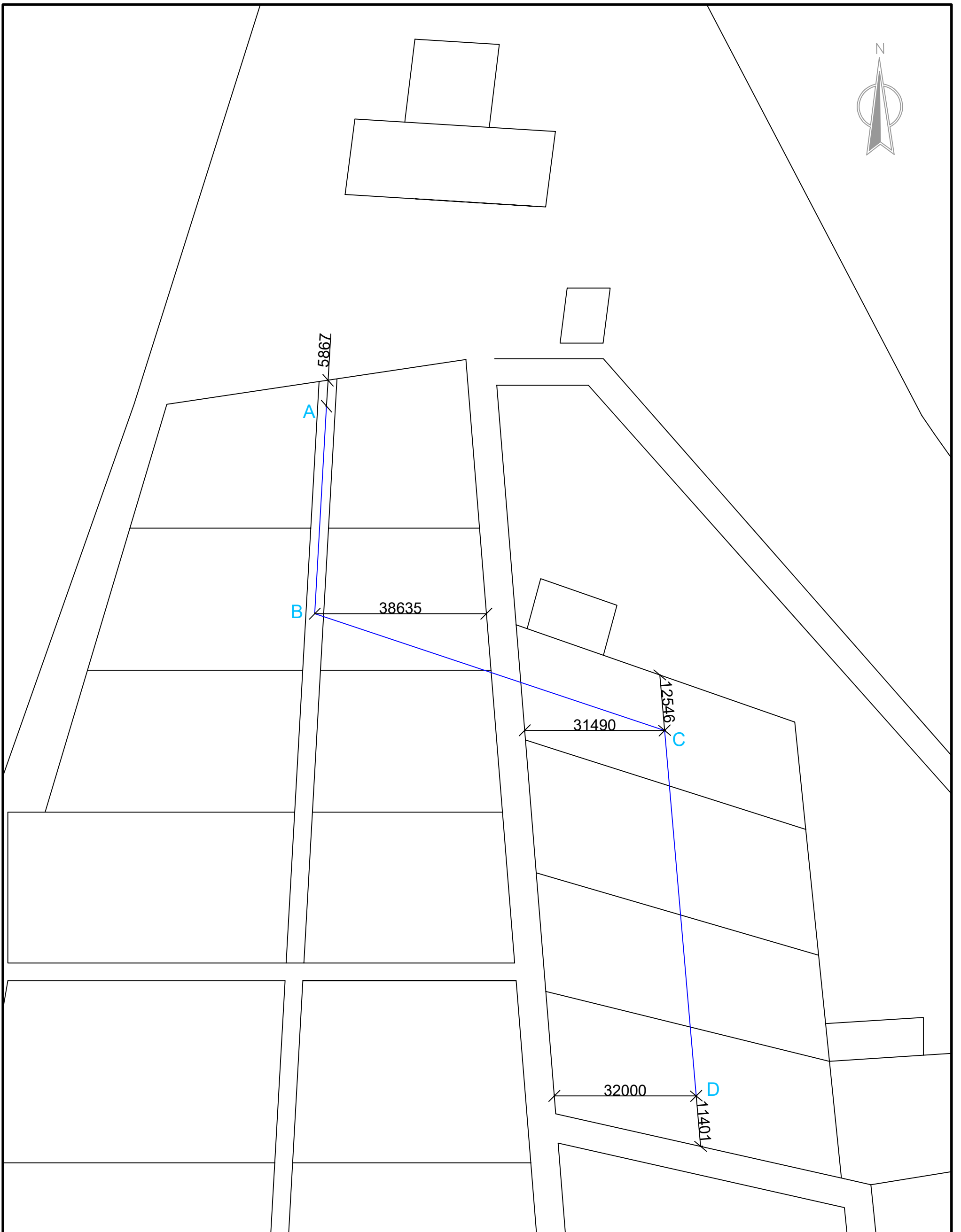
ESCALA:

1:2500

ALCANCE DEL PROYECTO

Nº PLANO:

6



Leyenda: Distancias entre puntos

A-B: 50,5 m

B-C: 56 m

C-D: 71,6 m

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

UNE-EN-DIN

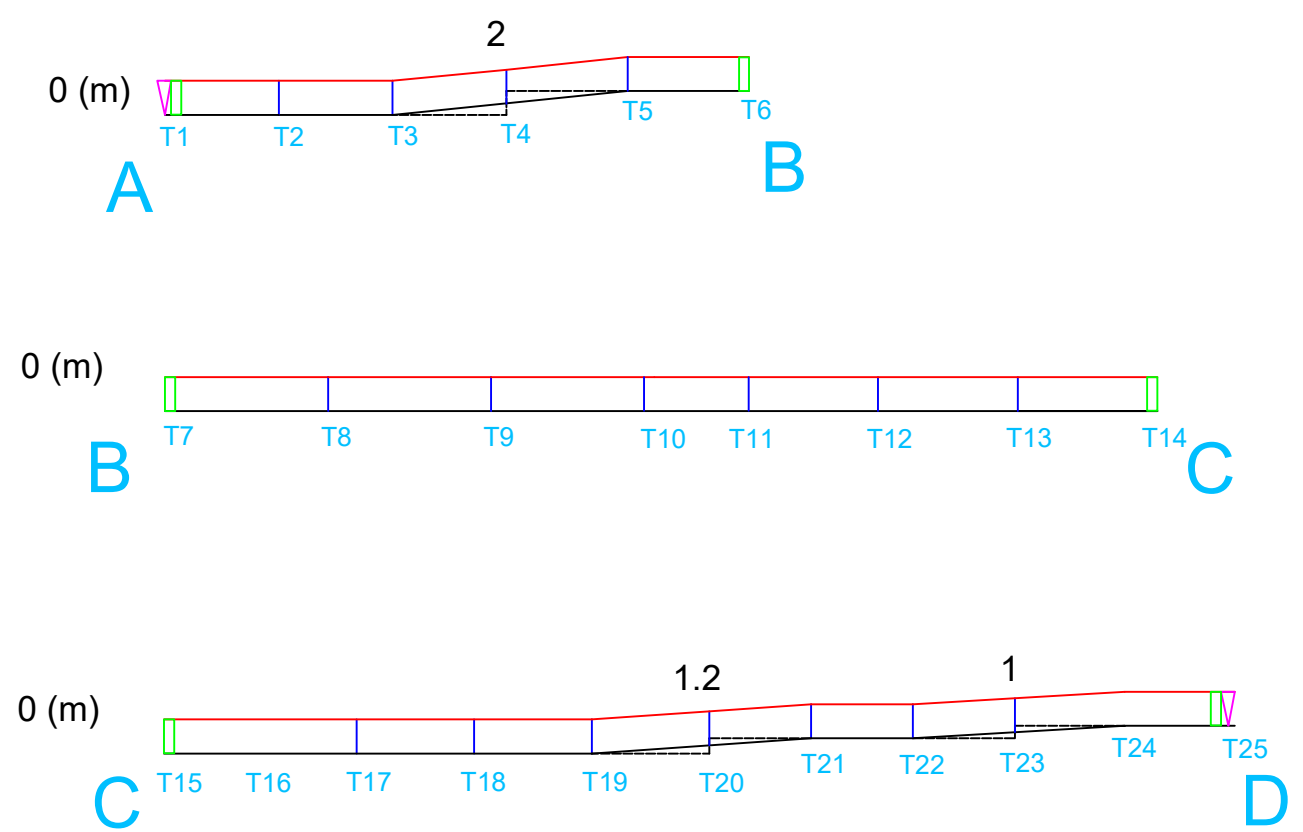
ESCALA:

1:800

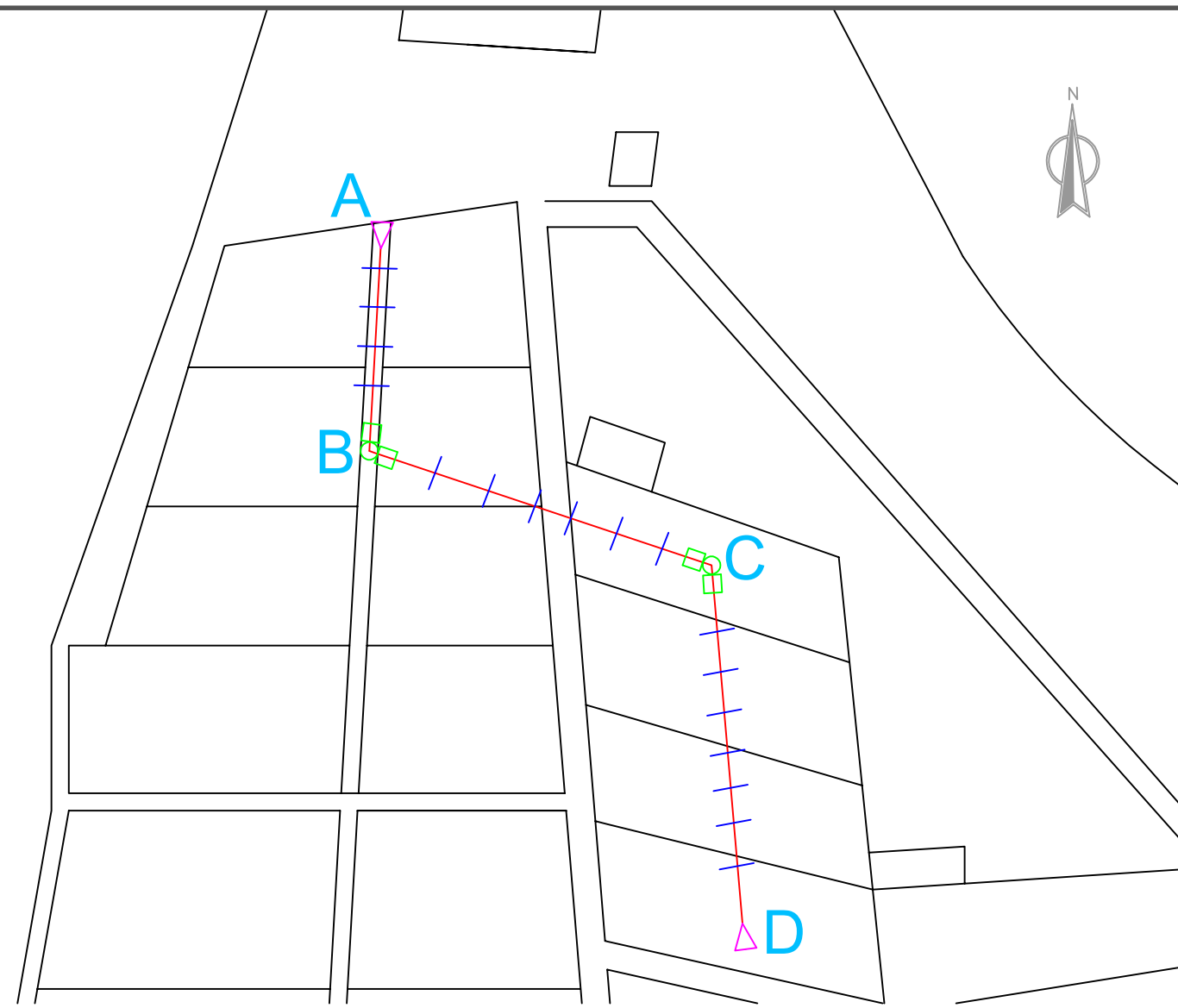
DISTRIBUCIÓN DEL CABLE EN LA FINCA

Nº PLANO:

7



Escala 1:600



Leyenda: Distribución de las torres de apoyo

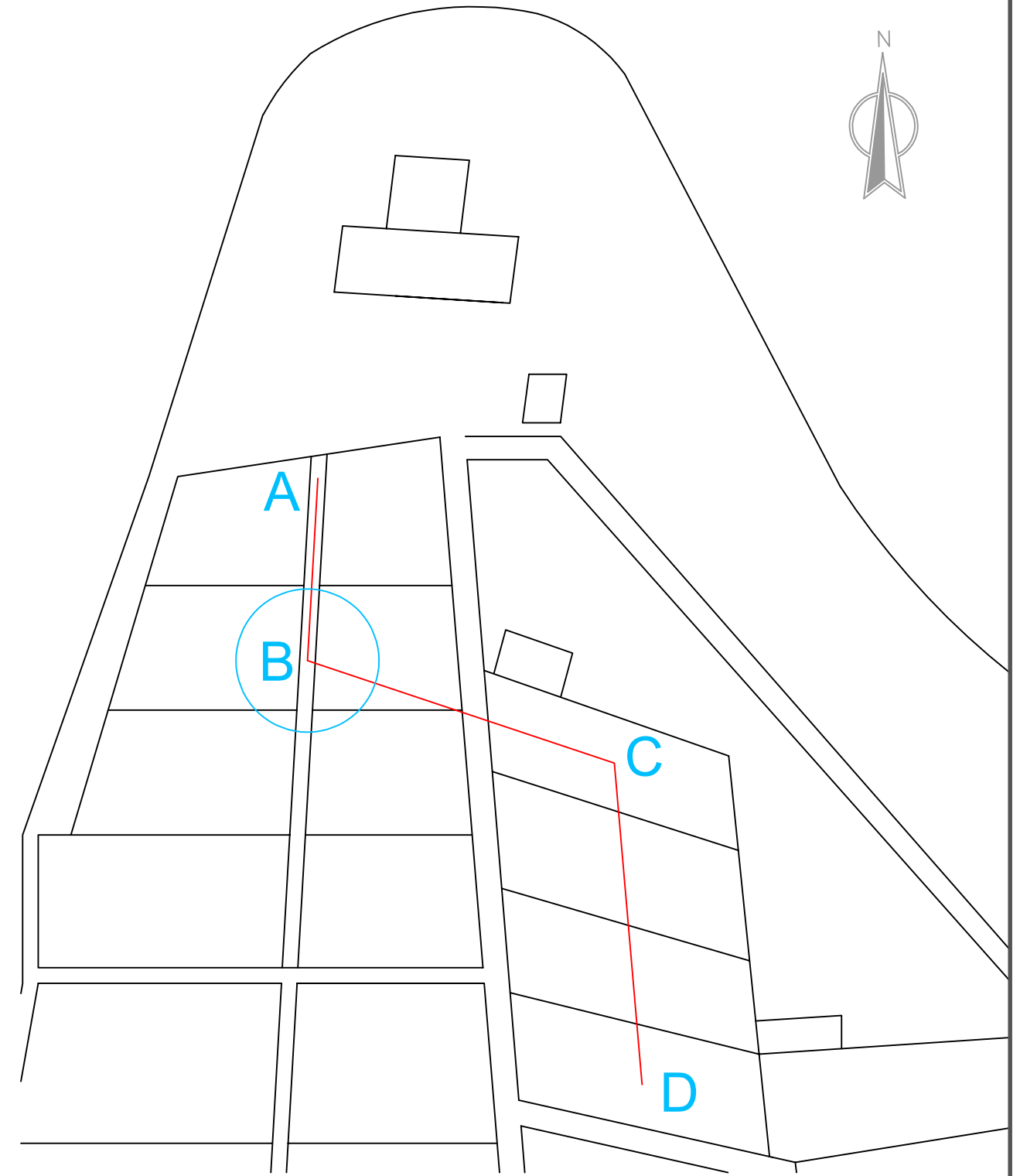
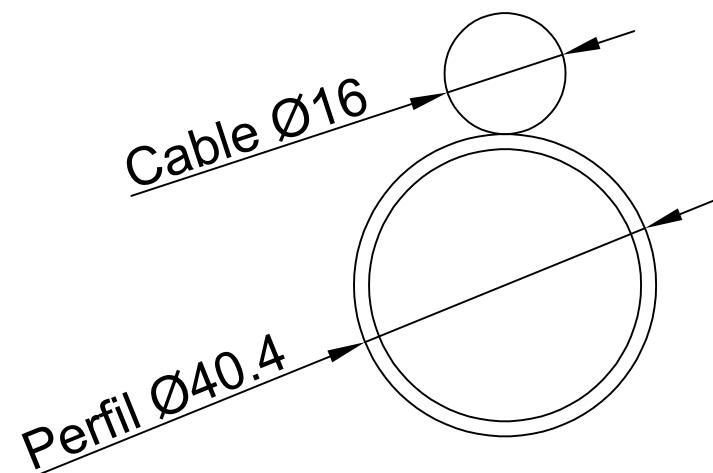
T1-T2: 10,1 m	T9-T10: 9,0 m	T18-T19: 7,6 m
T2-T3: 10,1 m	T11-T12: 9,6 m	T19-T20: 7,6 m
T3-T4: 10,1 m	T12-T13: 9,6 m	T21-T22: 8,1 m
T4-T5: 10,1 m	T13-T14: 9,6 m	T22-T23: 8,1 m
T5-T6: 10,1 m	T15-T16: 7,6 m	T23-T24: 8,7 m
T7-T8: 9,0 m	T16-T17: 7,6 m	T24-T25: 8,7 m
T8-T9: 9,0 m	T17-T18: 7,6 m	

- Torres para tensar el cable en tramos finales**
- Torres para tensar el cable antes de cambios de dirección**
- Torres de apoyo**

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: Julio 2019	DISTRIBUCIÓN DE LAS TORRES DE APOYO		Nº PLANO: 8
ESCALA: 1:1500			

Detalle B

R422,4



Escala 1:1500

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

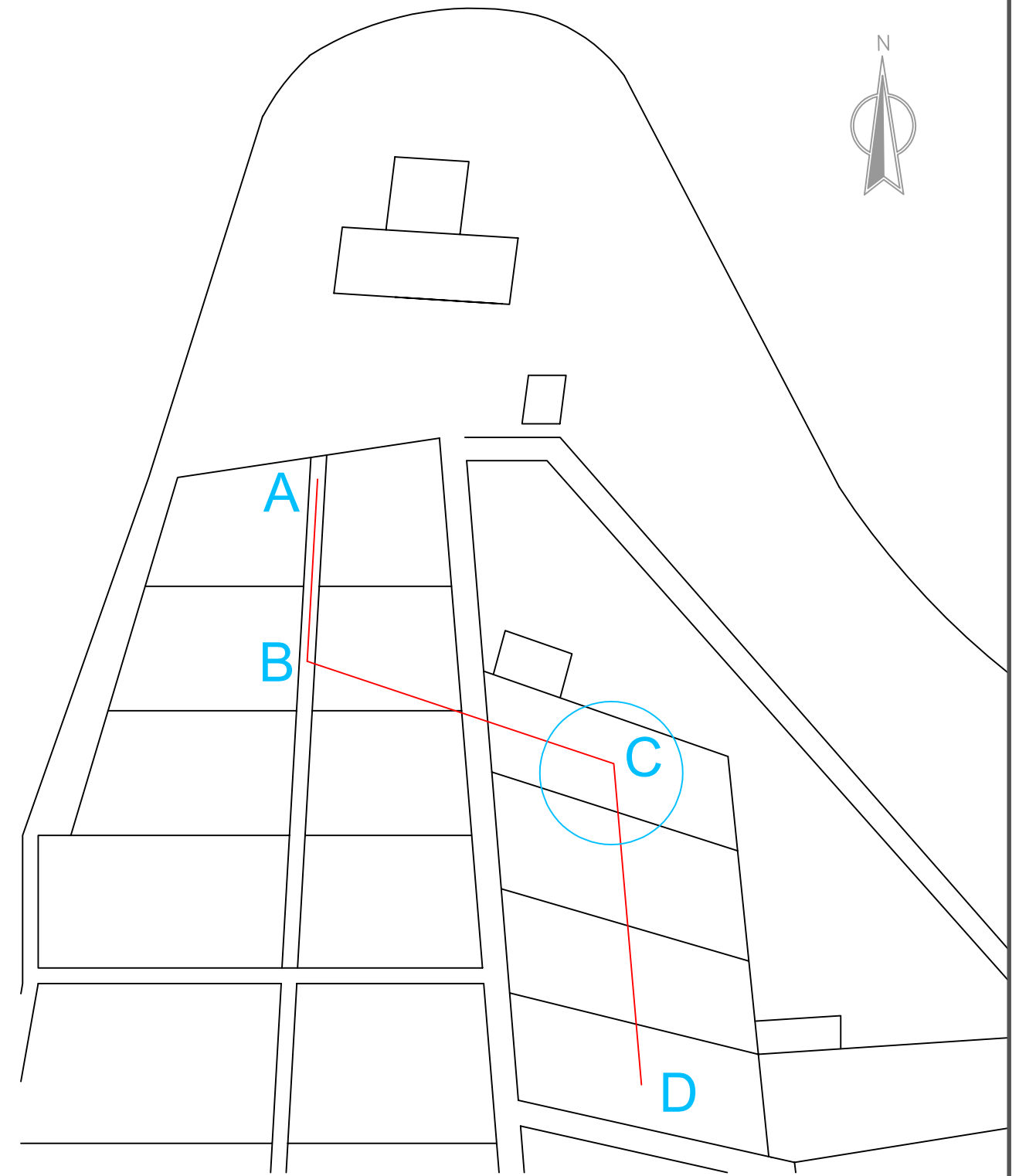
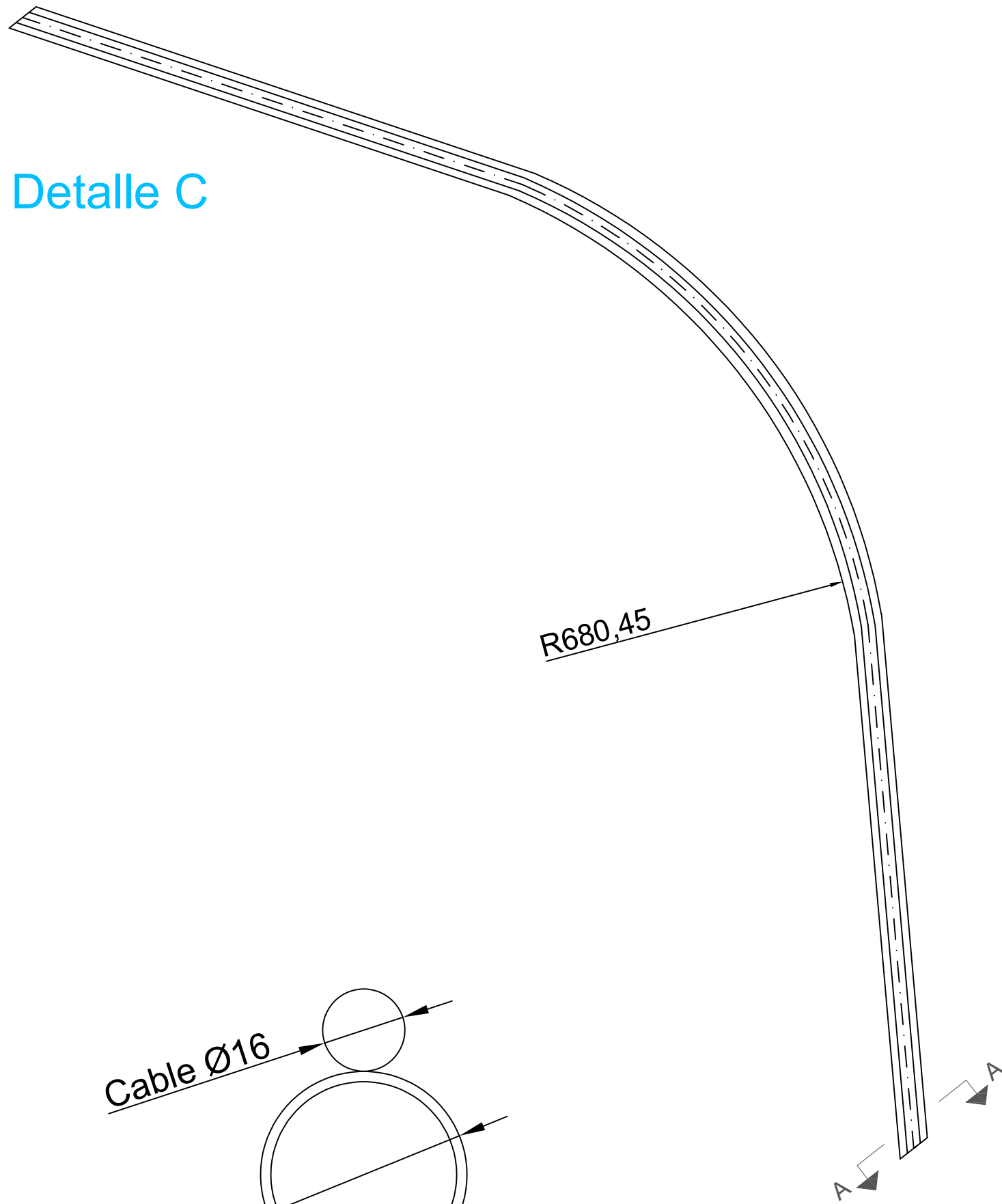
Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
1:4


CAMBIO DE DIRECCIÓN EN PUNTO "B"

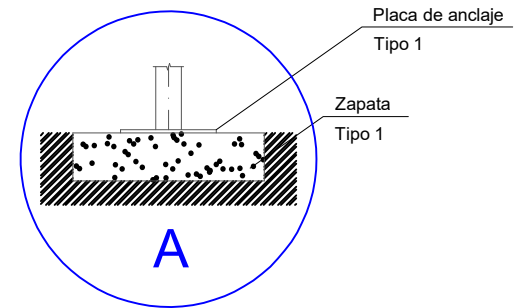
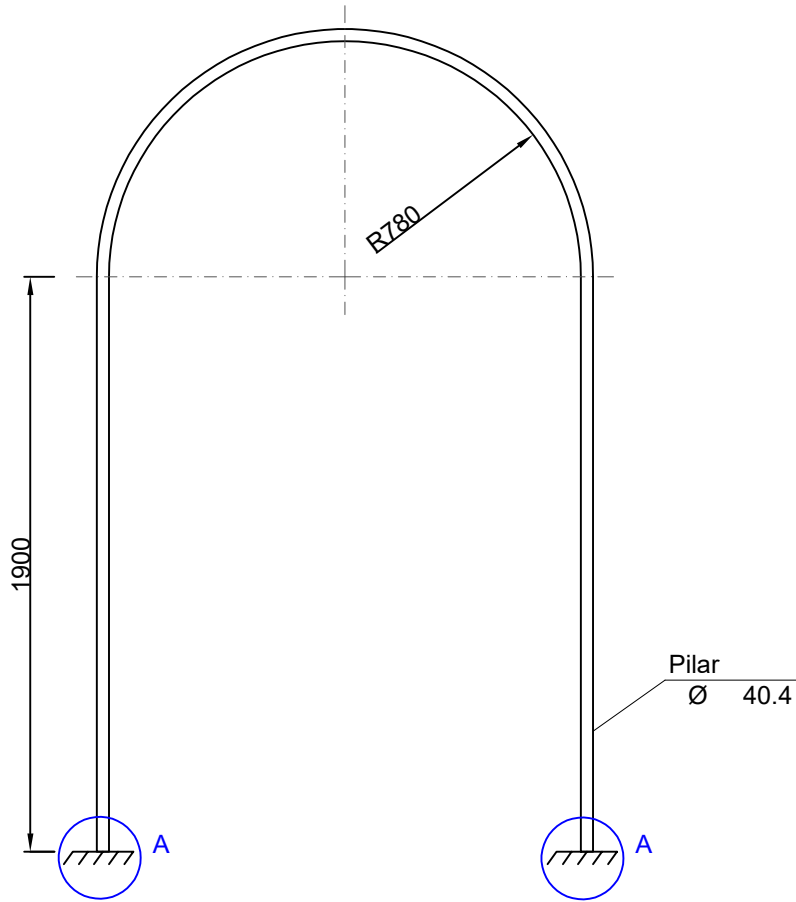
Nº PLANO:
9

Detalle C



Escala 1:1500

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Julio 2019	ESCALA: 1:6		Nº PLANO: 10
CAMBIO DE DIRECCIÓN EN PUNTO "C"			



IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:



Universidad
de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

UNE-EN-DIN

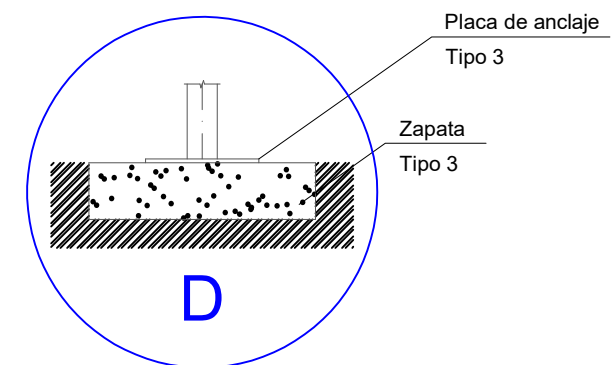
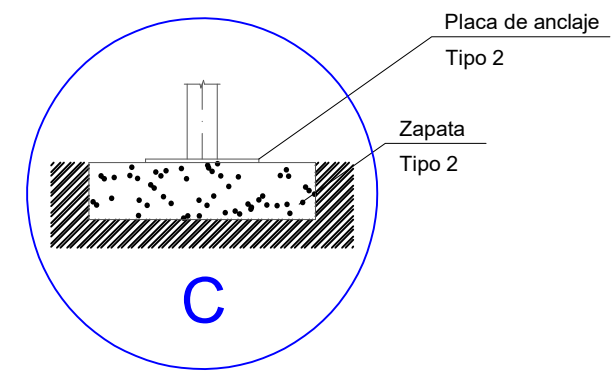
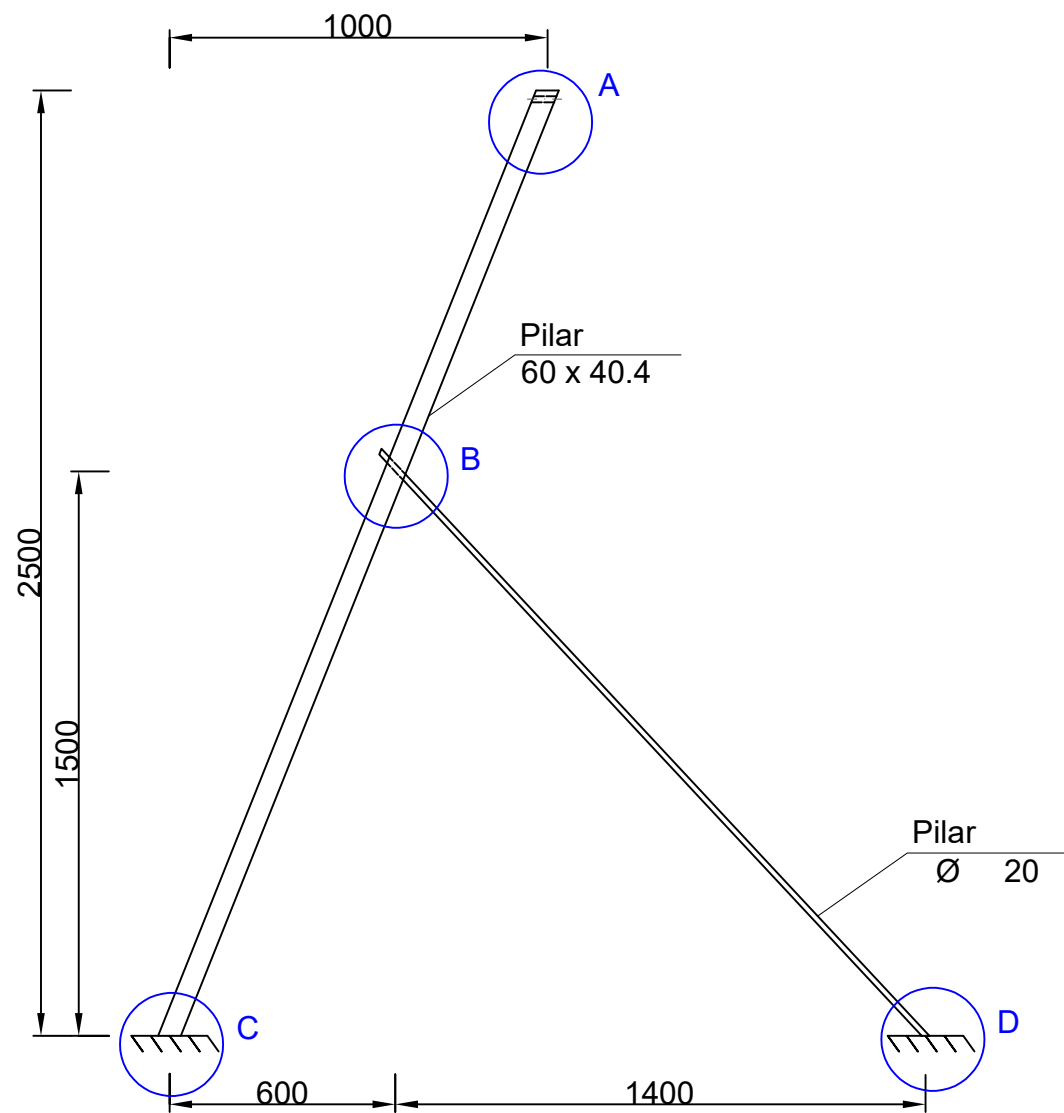
ESCALA:

1:25

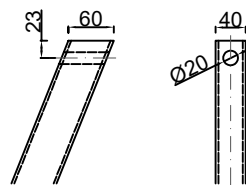
TORRES DE APOYO PARA LA SUJECIÓN DEL CABLE

Nº PLANO:

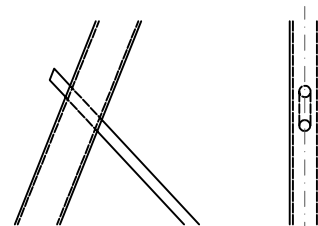
11



Detalle A

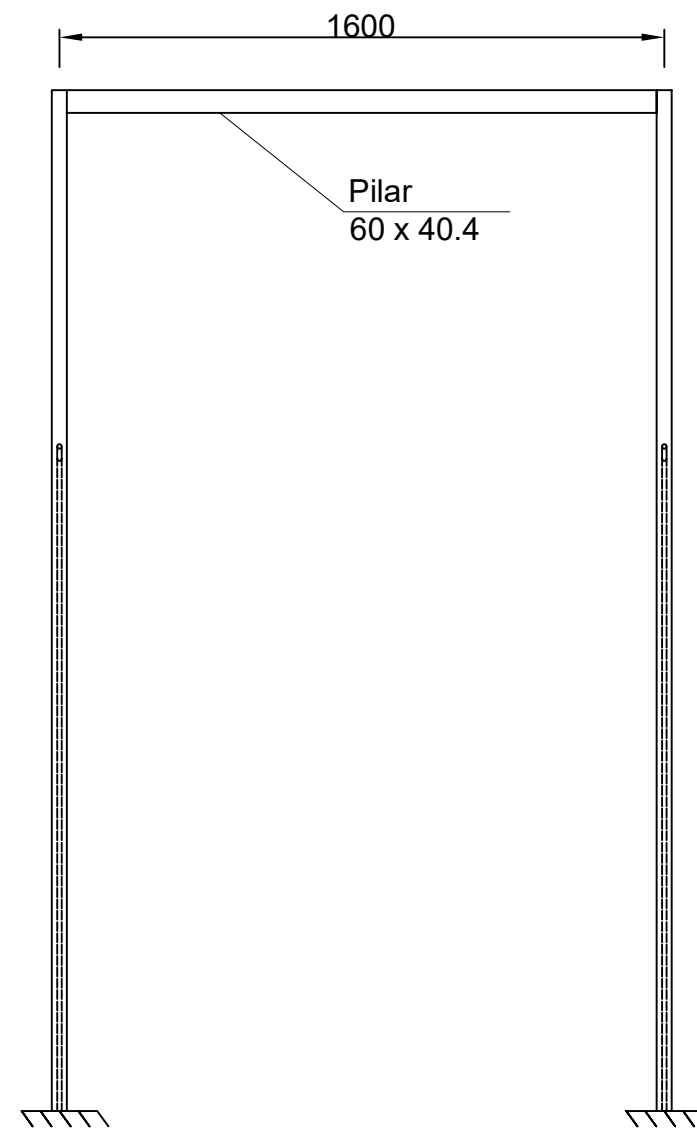
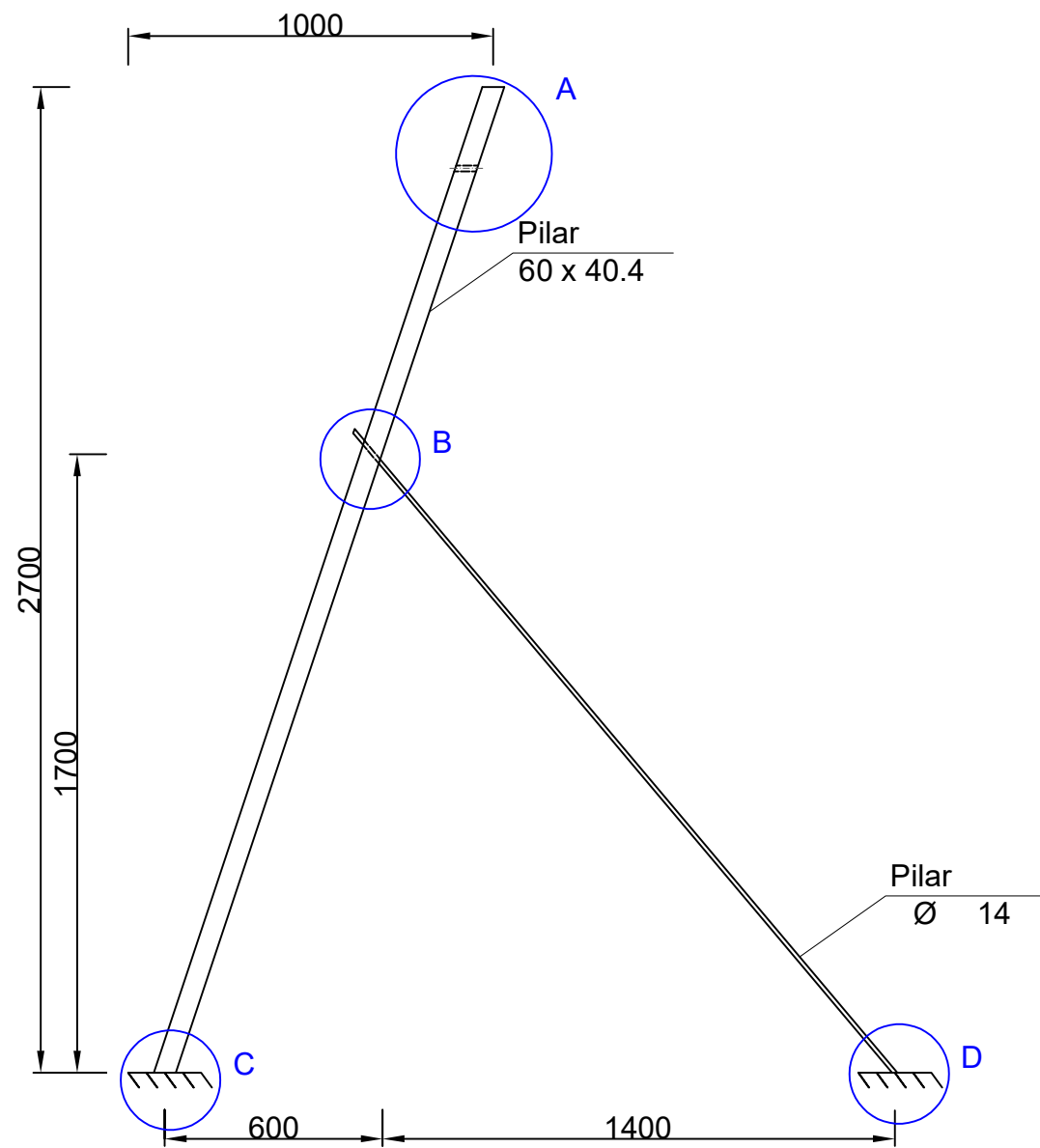


Detalle B

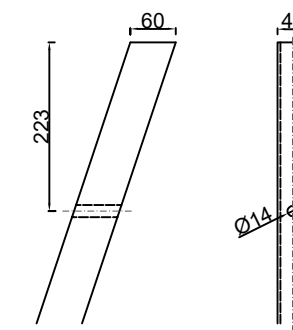


Escala 1:10

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: Julio 2019			
ESCALA: 1:20	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN TRAMOS FINALES		Nº PLANO: 12

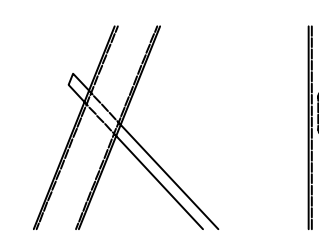


Detalle A

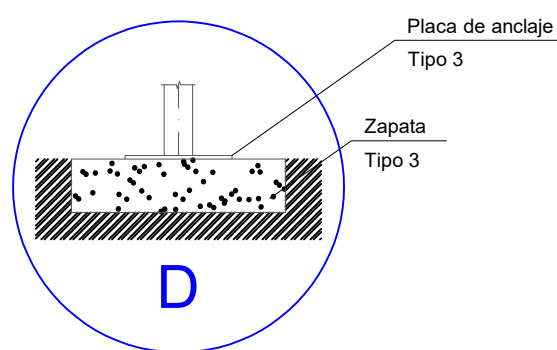
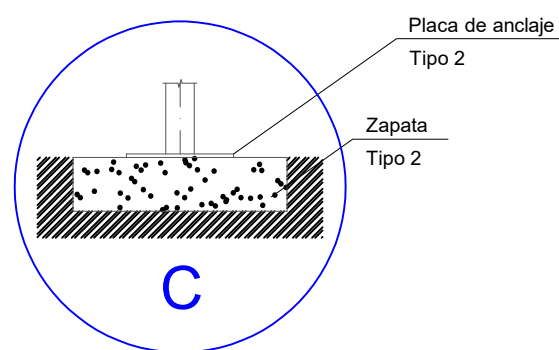


Escala 1:10

Detalle B

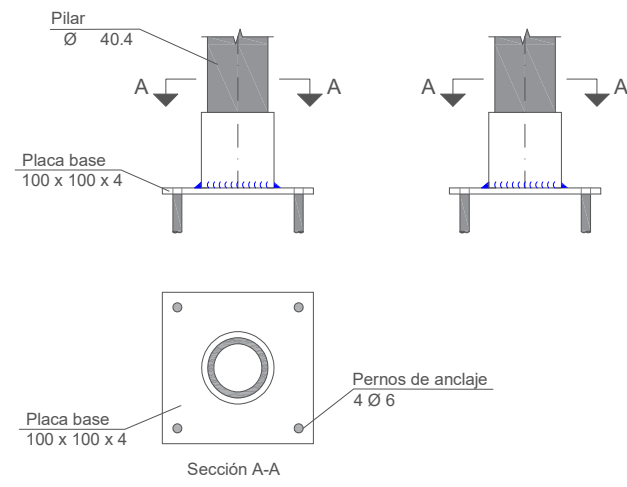


Escala 1:10

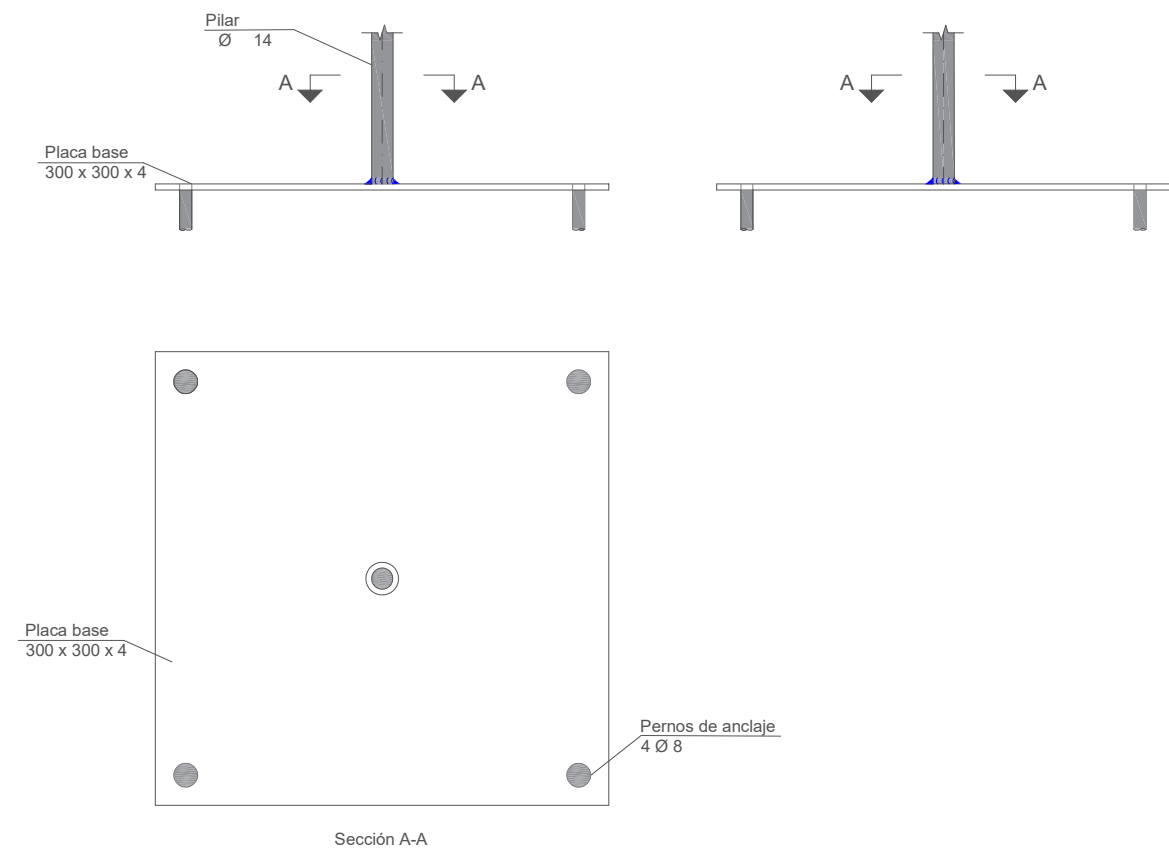


IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS			
Autora: Marta Rodríguez Sosa	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: Julio 2019	ESTRUCTURAS PARA TENSAR EL CABLE EN TRAMOS ANTERIORES A CAMBIOS DE DIRECCIÓN		Nº PLANO: 13
ESCALA: 1:20			

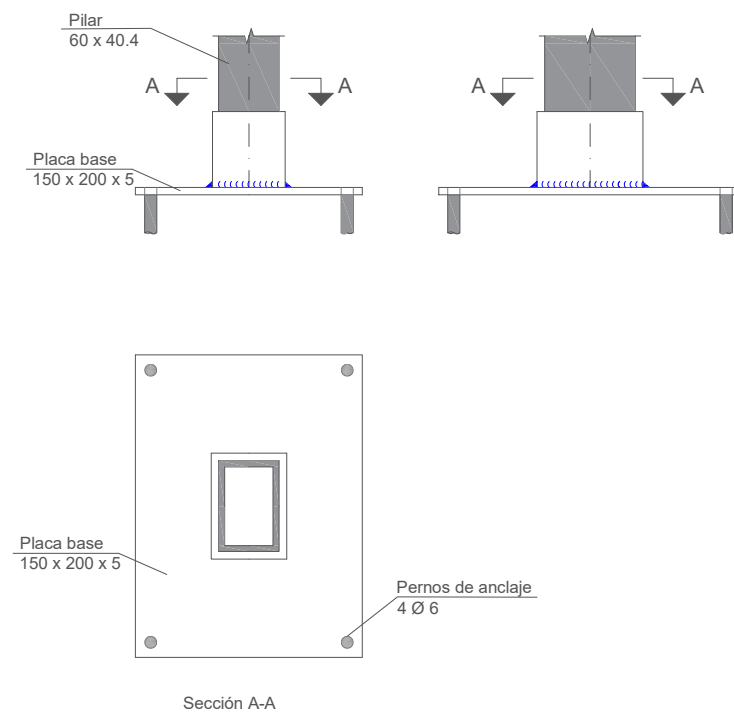
TIPO 1



TIPO 3



TIPO 2



IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

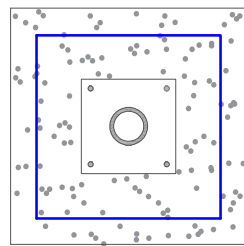
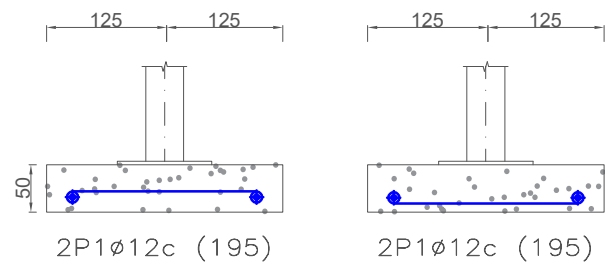
Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
1:5

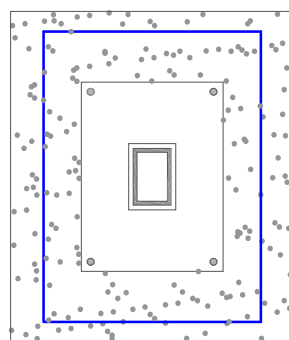
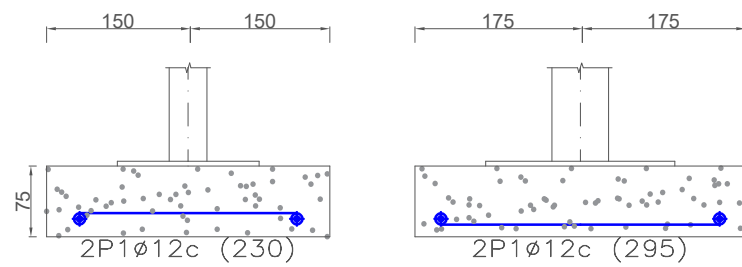
PLACAS DE ANCLAJE

Nº PLANO:
14

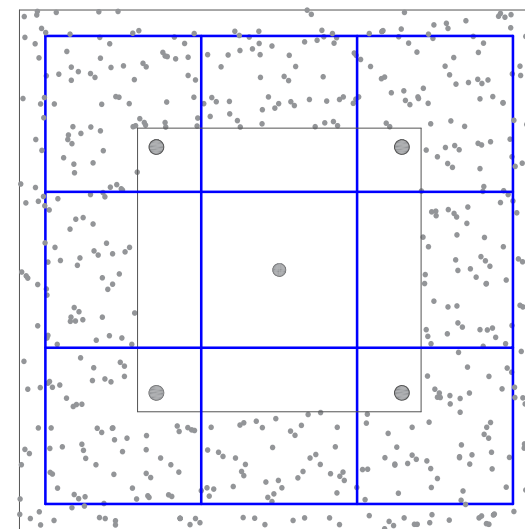
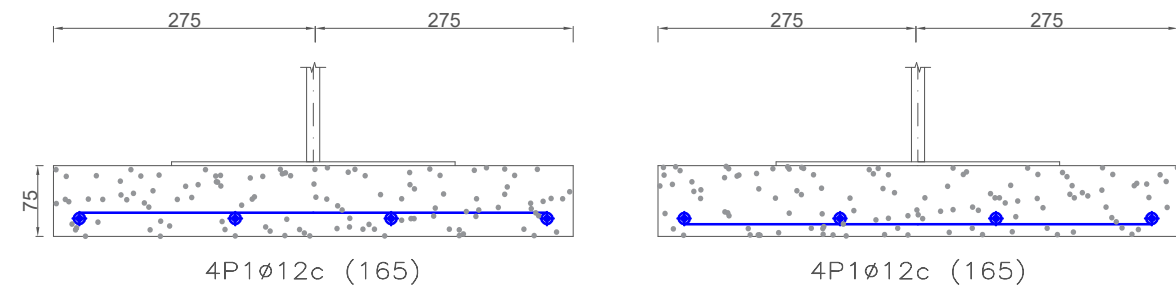
TIPO 1



TIPO 2



TIPO 3



IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA CABLECARRIL EN FINCA PRODUCTORA DE PLÁTANOS

Autora: Marta Rodríguez Sosa

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
1:8

ZAPATAS

Nº PLANO:
15

Marta Rodríguez Sosa

Implantación de un sistema cablecarril en finca
productora de plátanos