



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL
DESTINADA AL LAVADO Y
MANTENIMIENTO BÁSICO DE
TURISMOS Y VEHÍCULOS
INDUSTRIALES**

Alumno: Jesús Salvador Martínez Casado

Tutor: Prof. D. Bartolomé Carrasco Hurtado

Depto.: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Junio, 2016



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL
DESTINADA AL LAVADO Y
MANTENIMIENTO BÁSICO DE
TURISMOS Y VEHÍCULOS
INDUSTRIALES**

Vº Bº a la defensa del Trabajo Fin de Grado

Tutor:

Autor:

Fdo.: D. Bartolomé Carrasco Hurtado

Fdo.: Jesús Salvador Martínez Casado

Linares, 11 de Junio de 2016

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	1
1.1. Objeto.....	2
1.2. Alcance.....	2
1.3. Antecedentes	3
1.4. Normas y referencias.....	3
1.4.1. Normas aplicadas.....	3
1.4.2. Programa de cálculo	6
1.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.....	6
1.4.3. Bibliografía.....	7
1.4.5. Otras referencias	8
1.5. Definiciones y abreviaturas	8
1.5.1. Definiciones.....	8
1.5.2. Abreviaturas	9
1.6. Requisitos de diseño	9
1.7. Descripción y justificación de las soluciones adoptadas	13
1.7.1. Situación	13
1.7.2. Descripción del proyecto.....	14
1.7.3. Programa de seguimiento y control.....	15
1.7.3.1. Control de la actuación.....	15
1.7.3.2. Visita de inspección.....	16
1.7.3.3. Puesta en marcha o entrada en servicio	17
1.7.4. Medidas correctoras Medioambientales.....	17

1.7.4.1. Gestion de residuos no peligrosos.	17
1.7.4.2. Residuos peligrosos.	18
1.7.4.3. Normas para la manipulación de aceites y filtros.....	20
1.7.4.4. Gestión y obligaciones por parte de la empresa.	23
1.7.4.5. Documentación.....	24
1.7.4.6. Decantación y eliminación de lodos.....	24
1.7.5. Edificación de la parcela	24
1.7.5.1. Desbroce y explanación del terreno.....	25
1.7.5.2. Compactación.....	26
1.7.5.3. Excavación de los pozos y zunchos de la cimentación.	26
1.7.5.4. Retranqueos	27
1.7.5.5. Vallado de la parcela	27
1.7.5.6. Depósito.....	28
1.7.6. Estructura.....	28
1.7.6.1. Nave.....	28
1.7.6.2. Edificio representativo.....	29
1.7.6.3. Entramados.	30
1.7.6.3.1. Entramado frontal y posterior.....	30
1.7.6.3.2. Entramado lateral.....	30
1.7.6.4. Arriostramientos.	30
1.7.6.4.1. Arriostramientos laterales.....	30
1.7.6.4.2. Contravientos.....	30
1.7.6.5. Soldadura.....	31
1.7.7. Distribución del edificio representativo	31
1.7.8. Cubierta	32
1.7.9. Placas de anclaje.....	34

1.7.10. Cerramiento	36
1.7.10.1. Nave.....	37
1.7.10.2. Edificio representativo.....	37
1.7.11. Revestimientos	38
1.7.11.1. Revestimientos de parámetros	38
1.7.11.1.1. Tendido de yeso.....	38
1.7.11.1.2. Alicatados	38
1.7.11.1.3. Pinturas	39
1.7.11.1.4. Vidriería.....	40
1.7.11.2. Revestimiento de suelos	41
1.7.11.2.1. Solera	41
1.7.11.2.2. Pavimento	41
1.7.11.2.3. Rodapié.....	42
1.7.11.3. Revestimiento de techos	42
1.7.12. Cimentaciones	42
1.7.12.1. Zapata tipo A	43
1.7.12.2. Zapata tipo B	44
1.7.12.3. Zapata tipo C	44
1.7.12.4. Zapata tipo D	45
1.7.12.5. Zapata tipo E.....	45
1.7.13. Instalación de saneamiento y fontanería.....	46
1.7.13.1. Saneamientos	46
1.7.13.3. Fontanería	50
1.7.14. Instalación de alumbrado.....	53
1.7.14.1. Iluminación natural.....	53
1.7.14.2. Iluminación artificial.	54

1.7.14.2.1. Nave.....	54
1.7.14.2.2. Recepción	55
1.7.14.2.3. Administración	55
1.7.14.2.4. Sala de espera	56
1.7.14.2.5. Vestuarios	56
1.7.14.2.6. Sala de máquinas	57
1.7.14.2.7. Almacén.....	58
1.7.14.2.8. Alumbrado exterior.....	58
1.7.14.2.9. Alumbrado de emergencia.....	59
1.7.15. Instalación eléctrica.	61
1.7.15.1. Consideraciones a tener en cuenta.....	61
1.7.15.1.1. Canalizaciones.	62
1.7.15.1.2. Conductores aislados.	62
1.7.15.1.3. Elementos conductores.	63
1.7.15.1.4. Tubos	63
1.7.15.1.5. Aparatos de mando, protección y tomas de corriente.....	63
1.7.15.1.6. Dispositivos de protección.....	63
1.7.15.1.7. Receptores de alumbrado.....	63
1.7.15.1.8. Derivaciones individuales.....	64
1.7.15.1.9. Cuadro general de protección	64
1.7.15.2. Instalación.....	65
1.7.15.2.1. Condiciones	65
1.7.15.2.2. Instalaciones en aseos.....	66
1.7.15.2.3. Distribución de zonas.	68
1.7.15.3. Puesta a tierra.	69
1.7.15.3.1. Disposiciones generales.....	69

1.7.15.3.2. Elementos que componen las tomas de tierra de la nave	69
1.7.16. Instalación de aire comprimido.	73
1.7.17. Instalación contra incendios.	75
1.7.18. Implantación de máquinas.....	75
1.7.19. Ruidos y vibración.....	77
1.7.20. Cumplimiento de Las Normas de Seguridad e Higiene.	78
1.7.21. Protección del personal.....	80
1.7.22. Servicios higiénicos.....	80
1.7.23. Instalaciones sanitarias	81
1.7.24. Consideraciones finales	81
2. ANEXOS	83
2.1. Cálculos.....	84
2.1.1. Cálculo de La Nave	84
2.1.1.1. Características base.....	84
2.1.1.2. Material de cubierta.	84
2.1.1.3. Cargas sobre cubierta	84
2.1.1.4. Cálculo de correas.	89
2.1.1.5. Cálculo de la cercha.....	93
2.1.1.6. Cálculo de la celosía.	98
2.1.1.7. Cálculo de Los Pilares.	113
2.1.1.8. Arriostramientos.	116
2.1.1.8.1. Contravientos.....	116
2.1.1.8.2. Vigas de atado del entramado frontal y posterior.....	117
2.1.1.8.3. Viga de atado del entramado lateral izquierdo y derecho.	117
2.1.1.9. Cálculo del dintel.....	118
2.1.2. Cálculo del Edificio Representativo.....	120

2.1.2.1. Cálculo del Pórtico N° 1.	120
2.1.2.2. Cálculo de Pórtico N° 2.	126
2.1.3. Archivos de datos y resultados	137
2.1.4. Cálculo De Placas De Anclaje y Tornillos	157
2.1.3.1. Placa A.....	157
2.1.3.2. Placa B.....	160
2.1.3.3. Placa C.....	163
2.1.3.4. Placa D.....	164
2.1.3.5. Placa E.....	166
2.1.3.6. Placa F.....	168
2.1.5. Cálculo De La Cimentación.....	170
2.1.5.1. Cálculo de las zapatas.....	170
2.1.5.1.1. Zapata A.....	171
2.1.5.1.2. Zapata B.....	176
2.1.5.1.3. Zapata C.....	181
2.1.5.1.4. Zapata D.....	185
2.1.5.1.5. Zapata E.....	190
2.1.5.1.6. Zapata F.....	194
2.1.5.2. Cálculo De Zunchos de Atado.....	199
2.1.5.3. Cálculo de La Solera.....	202
2.1.5.4. Cálculo del Foso	204
2.1.6. Cálculo de Las Soldaduras	206
2.1.3. Instalación de Alumbrado.....	207
2.1.3.1. Alumbrado interior.....	207
2.1.3.2. Nivel de iluminación	209
2.1.3.3. Alumbrado exterior.....	212

2.1.3.4. Alumbrado de emergencia.....	213
2.1.4. Instalación eléctrica.....	217
2.1.4.1. Bases de cálculo.....	217
2.1.4.2. Cálculo de Secciones e Interruptores.....	218
2.1.4.3. Puesta a tierra.....	260
2.1.5. Instalación de Fontanería.....	266
2.1.5.1. Agua fría.....	266
2.1.5.2. Agua caliente.....	272
2.1.6. Instalación de saneamiento.....	276
2.1.6.1. Red de aguas residuales.....	277
2.1.6.2. Red de aguas pluviales.....	279
2.2. Estudio de prevención de incendios.....	283
2.2.1. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.....	284
2.2.1.1. Objeto.....	284
2.2.1.2. Introducción.....	284
2.2.1.3. Caracterización del establecimiento industrial.....	284
2.2.1.4. Establecimientos industriales ubicados en un edificio.....	284
2.2.1.5. Características del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco.....	285
2.2.1.6. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.....	288
2.2.1.7. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.....	299
2.3. Estudio de seguridad y salud.....	306
2.3.1. Definiciones.....	307
2.3.2. Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	307

2.3.3. Obligaciones de los Contratistas y Subcontratistas	308
2.3.4. Obligaciones de los Trabajadores Autónomos	309
2.3.5. Obligaciones del Coordinador en Materia de Seguridad y de Salud durante la fase del Proyecto de Obra.....	311
2.3.6. Obligaciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra	311
2.3.7. Libro De Incidencias	312
2.3.8. Paralización de los trabajos	313
2.3.9. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	313
2.3.10. Identificación de riesgos para la construcción de naves industriales.	314
2.3.11. Normas de seguridad y salud aplicables a las obras.....	315
2.3.11.1. Protecciones personales.....	316
2.3.11.1.1. Protecciones de la cabeza	316
2.3.11.1.2. Protecciones del cuerpo	317
2.3.11.1.3. Protecciones de extremidades superiores	317
2.3.11.1.4. Protección de extremidades inferiores.....	317
2.3.11.2. Protecciones colectivas.....	317
2.3.11.3. Trabajos en andamios	318
2.3.11.4. Trabajos con escalera de mano	318
2.3.11.5. Trabajos en alturas.....	319
2.3.11.6. Herramientas eléctricas y lámparas portátiles	319
2.3.11.7. Trabajos con cortadora de discos.....	320
2.3.11.8. Equipos de soldadura.....	320
2.3.11.9. Lámparas eléctricas portátiles.	320
2.3.11.10. Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión.....	321
2.3.11.11. Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión.....	321

2.3.12. Medicina Preventiva y Primeros Auxilios.....	321
2.3.13. Conclusión.....	322
2.4. Características de las máquinas	323
3. PLANOS.....	328
3.1. Índice de planos	329
3.1.1. Emplazamiento	330
3.1.2. Situación	331
3.1.3. Distribución en planta.....	332
3.1.4. Planta de cotas y superficies.....	333
3.1.5. Alzados	334
3.1.6. Cimentación.....	335
3.1.7. Placas de anclaje y cimentación	336
3.1.8. Entramados	337
3.1.9. Detalles de estructura	338
3.1.10. Celosía	339
3.1.11. Cercha.....	340
3.1.12. Cubierta	341
3.1.13. Saneamiento	342
3.1.14. Detalles de saneamiento	343
3.1.15. Fontanería.....	344
3.1.16. Esquema de fontanería	345
3.1.17. Instalación eléctrica y contra incendios.....	346
3.1.18. Esquema unifilar.....	347
3.1.19. Foso	348
3.1.20. Depósito.....	349
3.1.21. Carpintería	350

4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	351
4.1. Condiciones generales	352
4.1.1. Dirección de las obras.	352
4.1.2. Representación y obligación del contratista.	352
4.1.3. Seguridad en el trabajo.	352
4.1.4. Modificaciones.	353
4.1.5. Recepción de materiales.	353
4.1.6. Dirección e inspección.	354
4.1.7. Rescisión.....	354
4.1.8. Litigio.	354
4.2. Condiciones técnicas.....	354
4.2.1. Especificaciones de materiales y equipos.....	354
4.2.1.1. Prescripciones Generales.....	355
4.2.1.2. Materiales no incluidos en el presente Pliego.	355
4.2.1.3. Exámenes y pruebas de los materiales.	355
4.2.1.4. Materiales que no reúnan las condiciones de este Pliego.....	356
4.2.1.5. Responsabilidad del Contratista.	356
4.2.1.6. Yesos.	356
4.2.1.7. Cementos.	357
4.2.1.8. Agua a emplear en morteros y hormigones.	360
4.2.1.9. Áridos para morteros y hormigones.	361
4.2.1.10. Armaduras para hormigón.	363
4.2.1.11. Acero laminado para estructuras metálicas.	366
4.2.1.12. Madera.....	367
4.2.1.13. Morteros de cemento.	368
4.2.1.14. Ladrillos macizos.....	369

4.2.1.15. Ladrillos huecos.....	370
4.2.1.16. Accesorios para pozos de registro y sumideros.....	371
4.2.1.17. Tuberías de acero.....	372
4.2.1.18. Pinturas.....	372
4.2.1.19. Elementos de fontanería.....	373
4.2.1.20. Materiales para firmes.....	373
4.2.1.20.1. Terraplenes y pedraplenes.....	373
4.2.1.20.2. Subbases naturales.....	374
4.2.1.20.3. Áridos para mezclas bituminosas en caliente.....	374
4.2.1.20.4. Ligantes para riegos de imprimición.....	374
4.2.1.20.5. Ligantes para riegos de adherencia.....	375
4.2.1.20.6. Betunes alfélticos.....	375
4.2.2. Especificaciones de ejecución.....	375
4.2.2.1. Condiciones generales.....	375
4.2.2.2. Replanteo del terreno.....	376
4.2.2.3. Despeje y limpieza del terreno.....	377
4.2.2.4. Excavaciones.....	377
4.2.2.5. Terraplenes.....	379
4.2.2.6. Ejecución de morteros de cemento.....	380
4.2.2.7. Encofrado y cimbras.....	381
4.2.2.8. Colocación y doblado de armaduras.....	383
4.2.2.9. Ejecución de hormigones.....	385
4.2.2.10. Ejecución de pavimentos de hormigón.....	387
4.2.2.11. Ejecución de firmes flexibles.....	405
4.2.2.11.1. Subbases naturales.....	405
4.2.2.11.2. Riegos de imprimición y adherencia.....	407

4.2.2.12. Ejecución de edificios de mampostería ordinaria.....	409
4.2.2.13. Ejecución de edificios de ladrillo.	410
4.2.2.14. Ejecución de forjados.	411
4.2.2.15. Ejecución de estructura metálica.	412
4.2.2.16. Rejuntados.	412
4.2.2.17. Enlucidos.	413
4.2.2.18. Relleno de zanjas.	414
4.2.2.19. Pozos de registro y arquetas para llaves.	414
4.3. Condiciones económicas	414
4.3.1. Plazos a realizar al Contratista.	414
4.3.2. Plazo de garantía.....	415
4.3.3. Medición y abono.	415
4.4. Condiciones de seguridad en el trabajo.....	420
4.4. Condiciones de funcionamiento y conservación.	421
5. MEDICIONES.....	422
6. PRESUPUESTO.....	433
6.1. Precios unitarios	434
6.2. Presupuesto Parcial	443
6.2.1. Obra civil.....	444
6.2.2. Estructura metálica.	446
6.2.3. Instalaciones	448
6.2.4. Instalación de lavado y engrase	452
6.3. Presupuesto total	453

1. MEMORIA

1.1. OBJETO

El presente TFG tiene por objeto definir las instalaciones necesarias para la puesta en marcha de una nave industrial dedicada al lavado y mantenimiento básico de turismos y vehículos industriales.

Se ha elegido este trabajo final de grado porque abarca un amplio abanico de temas referidos al cálculo y dimensionamiento de la estructura e instalaciones, lo cual académicamente es interesante, al tener que estudiar e investigar problemas que normalmente se presentan a cualquier técnico en la realidad

Este engloba la obra civil de una nave para una empresa de lavado y mantenimiento básico de turismos y vehículos industriales, con su cálculo y dimensionamiento completo de las estructuras así como de todas las instalaciones que se consideran necesarias.

Toda la estructura e instalaciones se irán definiendo y justificando a lo largo de este documento.

1.2. ALCANCE

El alcance del TFG incluye el diseño de la nave industrial, junto con todas las instalaciones necesarias para el buen funcionamiento de la actividad empresarial que se pretende desarrollar en el local objeto de este TFG. Estas obras e instalaciones serán descritas detalladamente en apartados posteriores.

No está dentro del alcance del trabajo fin de grado ni los trabajos de ejecución ni la dirección de la obra.

La finalidad del presente TFG es fundamentalmente académico. Con la elección de este proyecto se han podido poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la realización de los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica.

Este se redacta para ser presentado como trabajo final de grado del alumno que lo firma, en la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Ha sido redactado de acuerdo con la normativa vigente en nuestra Escuela para Trabajos Fin de Grado.

La dirección del trabajo fin de grado ha corrido a cargo del profesor de esta escuela, D. Bartolomé Carrasco Hurtado.

1.3. ANTECEDENTES

Se redacta el presente trabajo final de grado como culminación de los estudios de Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Jaén y a instancias de la normativa local vigente del Excmo. Ayuntamiento de Linares, donde se llevará a cabo dicho proyecto.

Se desarrolla esta idea de negocio, en este trabajo fin de grado, ante la necesidad de promover el desarrollo económico y laboral, en Linares.

1.4. NORMAS Y REFERENCIAS

1.4.1. Normas aplicadas

Las obras de la nave y las instalaciones a proyectar están reguladas, por la siguiente normativa:

- Norma UNE 157001:2014, “Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico”. AENOR. Julio 2014.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- UNE - EN 12464 -1: 2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- UNE-EN 12665:2012 Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.
- UNE 72 - 163 - 84. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.
- UNE 72 - 502 - 84. Sistemas de iluminación. Clasificación general.
- E.H.E. “Instrucción de Hormigón Estructural”. R.D. 1247/2008 de 18 de Julio de 2008.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Plan general de Ordenación Urbana del término de Linares. En concreto del polígono de los Rubiales II, publicado el 14 de Febrero de 2003.
- Norma NCSE-02. Norma de construcción Sismorresistente. R.D. 997/2002, de 27 de Septiembre.
- C.T.E. “Código Técnico de la Edificación”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo :
 - o DB-SE. Documento básico de seguridad estructural.
 - o DB-SE-AE. Documento básico de seguridad estructural de acciones en la edificación.
 - o DB-SE-A. Documento básico de seguridad estructural en acero.
 - o DB-SE-C. Documento básico de seguridad estructural en cimientos.
 - o DB-HS. Documento básico de salubridad.
 - o DB-HE. Documento básico de ahorro de energía.
 - o DB-SI. Documento básico de seguridad en caso de incendios.
 - o DB-SU. Documento básico de seguridad de utilización
- R.D. 842/2002 de 2 de agosto de 2002, Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones complementarias (ITC) de BT 01 a BT 51.
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (BOE 16/3/1971).
- Ley 31/95 del 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y modificaciones por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 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.
- R.D. 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.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención, modificado por R.D. 780/1998, de 30 de abril.
- R.D. 2267/2004, de 3 de Diciembre. Seguridad Contra incendios en establecimientos industriales.
- R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (modificado por R.D 560/2010).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua. Decreto 120/1991, de 11 de junio, modificado por el Decreto 327/2012.
- Reglamento del servicio municipal de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y depuración de aguas residuales de la ciudad de Linares. B.O.P. de Jaén, número 229, de 29 Noviembre de 2013.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Real Decreto 679/2006, de 2 de Junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, modificado por la Orden ARM/795/2011.
- Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que se aprueba el reglamento que regula las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía.
- R.D. 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.4.2. Programa de cálculo

Para el correcto desarrollo del proyecto y de sus diversos cálculos se han utilizado los siguientes programas informáticos:

- Programas ofimáticos: Se incluyen en este apartado el paquete de aplicaciones ofimáticas desarrollado por Microsoft. Microsoft Office 2010, dentro del cual se han utilizado los siguientes: Microsoft Word como procesador de textos y redacción del proyecto y Microsoft Excel como base de datos para la redacción del estado de mediciones, presupuesto y cálculos de hormigón armado.
- Programas de CAD: En este apartado se incluye el programa de desarrollo planos Autocad 2015.
- Programas de cálculo: Programa de cálculo matricial de estructuras metálicas de Francisco Morán Cabre (Instituto Eduardo Torroja).
- Programa de cálculo eléctrico: DmElect.
- Programa de cálculo de iluminación: Indalux.

1.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto

Durante la redacción del proyecto se ha cuidado que el diseño de la instalación sea óptimo, sin dejar a un lado el cumplimiento de reglamentaciones y normas.

La calidad de los materiales se considera un elemento importante para la correcta ejecución del proyecto, eligiéndose los mismos entre las mejores marcas del mercado. Serán adecuados a las normas y condiciones de uso.

Para esto, el listado de materiales en el Pliego de Condiciones, se considera un elemento primordial para este control de calidad, tanto en la fase de proyecto, como en la de posterior ejecución de las instalaciones.

Durante la redacción del trabajo fin de grado, se ha ido revisando minuciosamente la documentación, por parte del alumno con la finalidad de detectar errores en los documentos básicos, a fin de asegurar que los distintos documentos mantienen los parámetros de calidad que exigen las normas, y subsanar posibles errores en la confección de los mismos.

Además será el tutor del trabajo fin de grado, quien revisará que todo este conforme dictan las normas.

1.4.3. Bibliografía

Además de la normativa expuesta anteriormente, en la redacción del presente T.F.G. se ha tenido en cuenta la bibliografía que a continuación se relaciona:

- Guías Técnicas de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de carácter no vinculante, publicadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- “La estructura metálica hoy”. Ramón Argüelles Álvarez. Bellisco, 2011.
- “Resistencia de materiales”. Luis Ortiz Berrocal. McGraw-Hill, 2007.
- “Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón”. José Calavera Ruiz. Intemac ediciones, 2008.
- “Reglamento electrotécnico para baja tensión”. Pablo Alcalde San Miguel. Paraninfo, 2013.
- “Análisis matricial de estructuras en ordenadores personales compatibles”. Francisco Moran Cabre. Rueda, 1990.

- “Cálculo y análisis de instalaciones eléctricas de baja tensión”. Ángel Muñoz Medina. Granada dmelect, 2010.
- “Hormigón Armado”. Jimenez Mintoya, Meseguer, Morán Cabré, Editorial Gustavo Gili, 2009.
- “Autocad Avanzado 2013-2014”. José Antonio Tajadura Zapirain. McGraw-Hill, 2013.

1.4.5. Otras referencias

Además de las referencias expuestas en los apartados anteriores, cabe mencionar que para la elaboración de este trabajo fin de grado, se han utilizado catálogos de productos y guías técnicas, principalmente de los siguientes fabricantes: Istobal, Atlas Copco, Samoa, etc...

1.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación se relacionan todas las definiciones, abreviaturas, etc. que se han utilizado en la redacción del presente proyecto:

1.5.1. Definiciones

Obra de construcción u obra: cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúan trabajos de construcción o ingeniería civil.

Promotor: cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

Proyectista: el autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto y obra.

Dirección facultativa / Ingeniero Director: el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Contratista: persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista: la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones en la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Trabajador autónomo: la persona física o jurídica distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones.

1.5.2. Abreviaturas

TFG: Trabajo Final de Grado.

CTE: Código Tecnológico de la Edificación.

DB: Documento Básico. (Referido al CTE)

PCI: Protección Contra Incendios.

RBT: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

BT: Baja Tensión.

1.6. REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño están condicionados, en este caso, por las necesidades de la actividad que se llevará a cabo en el interior de la nave y siempre atendiendo a la normativa vigente, la cual ya ha sido relacionada en el Apdo. 1.4 del presente documento.

Además para la redacción de este T.F.G. se tendrá en cuenta las Ordenanzas Municipales del vigente P.G.O.U. (Plan General de Ordenación Urbana) de Linares, y las Ordenanzas del Plan Parcial del Sector Rubiales II aprobado definitivamente el 14/02/2002.

Consultado dicho Plan Parcial, la parcela objeto de este trabajo fin de grado está clasificadas como:

- Parcela 2.15.3: suelo URBANO consolidado, uso industrial GRADO 2.

Los requisitos de diseño que dicho Plan Parcial nos obliga a tener en cuenta, en este trabajo final de grado, para uso industrial **Grado 2**, según las ordenanzas del Ayuntamiento de Linares, son:

1. Condiciones de parcelación

1.1. La superficie de las parcelas deberá ser, como mínimo de seiscientos (600) metros cuadrados.

1.2. Fachada mínima de 16 m.

1.3. Podrán agregarse y segregarse parcelas siempre cumplan las condiciones del apartado anterior.

1.4. En la parcela podrá inscribirse un círculo de al menos 16 m. de diámetro.

2. Condiciones particulares de posición y forma de los edificios

2.1. Alineación exterior

La alineación exterior, deberá materializarse con elementos de cerramiento, tales como verjas o setos, con una **altura máxima de 2 metros**.

2.2. Separación a linderos

Las construcciones e instalaciones se separarán 6 metros del lindero frontal, pudiendo adosarse a los linderos laterales y trasero.

Las parcelas con frente a dos vías, se separarán **6 metros de los linderos de fachada** exterior, pudiendo adosarse a los restantes.

2.3. Ocupación

La superficie de parcela ocupada por edificaciones no sobrepasará el **70% de la superficie total de la misma.**

2.4. Altura

La altura máxima de las construcciones e instalaciones será de dos (2) plantas con un **máximo de 10 metros**, medidos hasta la intersección de la cara superior del último forjado con el plano de fachada del edificio.

2.5. Edificabilidad

La edificabilidad neta correspondiente a esta subzona será de **0,70 metros cuadrados de techo sobre metro cuadrado de suelo.**

Se permiten entreplantas para uso de oficinas con superficie máxima del **10%** de la superficie global de la parcela, no computándose a efectos de edificabilidad.

3. Condiciones particulares de estética.

3.1. El decoro de las construcciones e instalaciones deberá garantizar su integración con el entorno y los paramentos que sean visibles desde la calle deberán tratarse de forma que su aspecto y calidad sean equiparables a los de las fachadas.

3.2. Se prohíben cuerpos de edificación salientes por fuera de la línea de edificación.

3.3. Los cerramientos exteriores de las parcelas dispondrán de un zócalo de hasta **50 centímetros** de altura de obra de fábrica, que podrán superarse con setos o protecciones diáfanos hasta un límite de 2 metros de altura.

3.4. Los cerramientos de espacios libres de parcela que no den a viales podrán ser de elementos de hasta 2 metros de altura.

3.5. En todo caso se prohíbe la coronación de los cerramientos con elementos punzantes o cortantes.

4. Condiciones particulares de uso

4.1. El uso determinado de la subzona será el industrial en todas sus categorías y con las únicas limitaciones que se deriven del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas y de las condiciones generales de calidad e higiene, de seguridad y ambientales establecidas en estas Normas, en el Plan General de Linares y en cualquiera otras disposiciones municipales, autonómicas o estatales.

4.2. Además del uso determinado se permiten los siguientes usos pormenorizados:

- Comercio.
- Oficinas, sólo como uso complementario de otras actividades, quedando prohibido como uso exclusivo.
- SIPS (Servicio de Interés Público y Social).
- Centros de Transformación Eléctrica.

4.3. Cada parcela deberá disponer de una dotación de aparcamientos en cuantía mínima de una plaza por cada 122 metros cuadrados de techo edificado.

Además, conforme dicta el DECRETO 293/2009, de 7 de julio, por el que se aprueba el reglamento que regula las normas técnicas de accesibilidad en el que se dicta que en todas las zonas de estacionamiento de vehículos en las vías o espacios públicos, estén situados en superficie o sean subterráneos, de titularidad pública o privada, sean o no de horario limitado, siempre que se destinen a uso colectivo o concurrencia pública, de manera permanente o provisional, se reservará, como mínimo, una plaza para personas con

movilidad reducida por cada cuarenta plazas o fracción, de manera que cualquier fracción menor de cuarenta siempre requerirá como **mínimo una plaza**.

Además esas plazas deberán tener unas dimensiones, si son en batería, de 5 x 3.6 m.

Por lo que para estas instalaciones se necesitarán 8 plazas de aparcamiento de las que 1 de ellas será para minusválidos.

El CTE establece la obligatoriedad de un estudio geotécnico previo al dimensionamiento de la estructura de la nave. En el TFG actual, con tintes académicos, no se ejecuta por el coste que supondría, pero si se toman para los cálculos de la estructura, los resultados obtenidos en proyectos de naves colindantes a la del objeto en este TFG.

Tomaremos para esto, el estudio geotécnico de la empresa CEMOSA (Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra) ubicada en el Polígono Industrial Los Olivares de Jaén, de una parcela próxima a la de estudio. El estudio arroja que el apoyo de la nave se realiza en la capa geotécnica de vertisoles (arcillosa) a profundidad variable respecto de la rasante actual del terreno entre 0.15 y 0.82 m.

El estrato de apoyo se extiende hasta una profundidad de -11 m., por lo que no es previsible un comportamiento diferencial (heterogéneo) de la cimentación prevista. La tensión admisible del estrato de apoyo es de 3 Kg/cm².

1.7. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

Una vez analizadas las características de la actividad a la que va destinada la nave, así como estudiadas las posibles soluciones a adoptar, se ha decidido dotar a la misma de las instalaciones que a continuación paso a describir.

1.7.1. Situación

La construcción objeto del presente proyecto se ubicará en el Polígono Industrial “Los Rubiales II”, en la parcela 2.15.3, en la localidad de Linares.

El solar donde irá ubicada la construcción tiene una configuración rectangular de 80×52 con una superficie total de la parcela de 4160 m² como queda reflejado en los planos correspondientes.

1.7.2. Descripción del proyecto.

La parcela está vallada en todo su perímetro. El acceso a la parcela será mediante una puerta corrediza de 8 metros de longitud.

La nave a construir, de planta rectangular, y superficie de 960 m², estará edificada a partir de una cimentación de zapatas centradas de hormigón armado. La estructura será en diente de sierra con todos sus componentes metálicos.

La altura de los pilares es de 7 m, con una celosía de 2 m, lo que hace una altura total de la nave sea de 9 m. La luz de la nave es de 20 m libres entre pilares.

Se colocarán 8 cerchas a una distancia de 6 m entre un pilar y otro formando así los 48 m de longitud de la nave.

La cubierta se dispondrá en diente de sierra con una pendiente del 33%. El material empleado para la misma son paneles de doble capa prelacado de tipo “sandwich” con aislante térmico de polietileno con un peso de 15.4 kg/m². Los paneles que componen el cerramiento de cubierta se fija a las correas por medio de tornillos, las cuales están separadas entre sí 1.05 m.

La nave dispone de tres portones elevables de 5 m de anchura situada en la fachada de cara a la plaza Los Rubiales.

El edificio representativo se sitúa en el interior de la propia nave, ocupando una superficie de 180 m², y constará de una planta de 3.25 m de altura:

- Recepción.
- Administración.
- Aseos.
- Almacén.
- Sala de espera.
- Sala de máquinas.
- Vestuarios.

1.7.3. Programa de seguimiento y control

1.7.3.1. Control de la actuación

El control de las actuaciones es del Ayuntamiento de Linares, según dicta la ley 7/2007 de 9 Julio.

Los hitos y parámetros a considerar para el control de la actuación serán:

1. Límites admisibles de nivel sonoro en el interior de la edificación destinada a edificio representativo:

Día (7-23)	Noche (23-7)
45 dBA	35 dBA

2. Límites admisibles de nivel sonoro al exterior de la edificación:

- a) Edificio representativo:

Día (7-23)	Noche (23-7)
65 dBA	55 dBA

b) Nave industrial:

Día (7-23)

Noche (23-7)

75 dBA

70 dBA

3. Ningún equipo o instalación podrá transmitir a los elementos sólidos que componen la compartimentación del recinto receptor, niveles de vibración superiores:

Uso del recinto afectado	Período	Curva base
Oficinas	Diurno (7-23)	4
	Nocturno (23-7)	4
Nave industrial	Diurno (7-23)	8
	Nocturno (23-7)	8

1.7.3.2. Visita de inspección

Recibida la notificación de puesta en marcha o entrada en servicio, el Ayuntamiento de Linares, podrá acordar que se gire visita de inspección para comprobar el cumplimiento de los términos y condiciones ambientales establecidos.

El supuesto de que se gire visita de inspección, se expedirá la correspondiente acta de comprobación en la que se hará constar si se ha dado cumplimiento a las condiciones ambientales impuestas y a los requisitos establecidos por la legislación vigente.

Cuando se observan deficiencias en el cumplimiento de las condiciones ambientales impuestas se dará un plazo para la subsanación de las mismas, transcurrido el cual se procederá a una nueva visita de inspección y al levantamiento de la correspondiente acta de comprobación.

1.7.3.3. Puesta en marcha o entrada en servicio

Con anterioridad a la puesta en marcha o entrada en servicio de las actuaciones, el titular de la nave destinada al lavado y mantenimiento básico, notificará su intención al Ayuntamiento de Linares, acompañando certificación suscrita por la Dirección Técnica en la que se acredite la actuación a los términos establecidos y se detallen las mediciones y comprobaciones técnicas realizadas. Recibida la notificación de puesta en marcha o entrada en servicio, el Ayuntamiento de Linares la trasladará inmediatamente a la Agencia de Medio Ambiente junto con la documentación aportada.

1.7.4. Medidas correctoras Medioambientales.

Por tratarse de una empresa, que por su actividad queda encuadrada dentro del Anexo Tercero de la Ley de gestión integrada de la calidad ambiental, en su punto “27. Lavado y engrase de vehículos a motor”, la Prevención Ambiental a que se refiere dicha Ley se articula a través de una Calificación Ambiental. (Art. 8)

Dicha Calificación Ambiental es el pronunciamiento de los Ayuntamientos, sobre la adecuación de las actuaciones del anexo tercero, a la normativa ambiental en vigor.

En el Art. 34 de dicha Ley nos dice que en el ámbito de sus competencias medioambientales, corresponderá a los Ayuntamientos encargados de otorgar las correspondientes licencias, formular la Resolución de Calificación Ambiental. En nuestro caso el Ayuntamiento de Linares.

La Calificación Ambiental se desarrollará con arreglo a lo que reglamentariamente se establezca integrándose en el procedimiento de otorgamiento de la correspondiente licencia municipal.

1.7.4.1. Gestion de residuos no peligrosos.

Esta empresa, como productora o poseedora de desechos y residuos estará obligada a ponerlos a disposición del Ayuntamiento de Linares, en las condiciones exigidas en las Ordenanzas Municipales o en el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos.

Además deberá mantenerlos en condiciones tales que no produzcan molestias ni supongan ninguna clase de riesgo hasta tanto pongan los mismos a disposición de la Administración o entidad encargada de las distintas actividades de gestión.

El Ayuntamiento de Linares estará obligado con carácter general a prestar el servicio de recogida de desechos y residuos o designar a una entidad encargada de prestar dicho servicio.

El Ayuntamiento de Linares y entidades encargados de las actividades de gestión de los desechos y residuos serán responsables de los mismos a partir del momento en que se realice la entrega, en las condiciones exigidas por las Ordenanzas Municipales o en el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos, adquiriendo, a partir de la entrega y recogida, la propiedad de los mismos.

1.7.4.2. Residuos peligrosos.

Como empresa de engrase, deberemos gestionar este tipo de residuo siguiendo las instrucciones del Real Decreto 679/2006, de 2 de Junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, modificado por la Orden ARM/795/2011.

En dicho R.D. en cuanto a la correcta gestión ambiental, dictamina que corresponde a los fabricantes de aceites industriales la obligación de asegurar la correcta gestión y sufragar el costo total de las operaciones necesarias.

Por tanto, los usuarios entregarán los aceites usados al fabricante o a un gestor autorizado quienes se encargarán de la correspondiente gestión.

El R.D. prohíbe:

- Todo vertido de aceites usados en aguas superficiales o subterráneas, en todo el territorio nacional, sea mar, sistema de alcantarillado o evacuación de aguas residuales.
- Todo vertido de aceite usado, o de los residuos derivados de su tratamiento, sobre el suelo.
- Todo tratamiento de aceite usado que provoque una contaminación atmosférica superior al nivel establecido en la legislación vigente.

Para dar cumplimiento a esto deberemos tener en cuenta en cuanto o vertidos que se puedan producir:

- Mantener limpio el puesto de trabajo en las operaciones de reparación y revisión de vehículos, para evitar cualquier tipo de derrame.
- En la limpieza de los motores deben recogerse todos los derrames.
- Se dispone, en la instalación de saneamiento (ver plano) un depósito separador de grasas y fangos, para recoger el agua residual generada en la operación de limpieza de vehículos, con el fin de separar los aceites antes del vertidos al alcantarillado.
- En el caso de que se produzca algún derrame, nunca deben limpiarse con agua sino con material absorbente, como serrín.
- Incorporar bandejas de contención a los equipos, cuando exista la posibilidad de fuga de aceite y evitar la contaminación.
- Los depósitos o tanques de almacenamiento de aceite usado deben ubicarse lejos de arquetas, canaletas, sumideros o cualquier otro elemento del sistema de evacuación de aguas, para evitar derrames accidentales que contaminen el agua.
- Evitar el derrame de fluidos de motor y de los residuos líquidos resultantes de las actividades en el suelo.
- Colocaremos los contenedores en zonas bien ventiladas, a cubierto del sol y la lluvia dentro de la nave, separados de focos de calor.
- Los textiles (ropa y trapos) y cartones que han estado en contacto con aceites y grasas usadas, deben guardarse en contenedores para su recogida y posterior gestión.

- Formar a todo el personal de la empresa para que conozcan todos los riesgos que una mala gestión de estos desechos puede ocasionar y cual es su correcto manejo.
- Tanto los residuos peligrosos como los envases que los han contenido y no han sido reutilizados y los materiales (trapos, papeles, ropas) contaminados con estos productos deben ser entregados para ser gestionados por gestores autorizados.
- Los filtros de aceite y combustible son considerados residuos peligrosos mientras que el del aire y del habitáculo no están incluidos dentro de esta categoría. El aceite y el combustible de los filtros pueden contaminar un gran volumen de agua. El empresa gestora lo entregará en una planta de tratamiento donde pueden ser compactados, separando por un lado el aceite y por otro los metales; el aceite y el filtro se valorizan energéticamente y el papel se inertiza y se entrega en un vertedero de seguridad.

1.7.4.3. Normas para la manipulación de aceites y filtros

Cambio de aceites usados

Antes de realizar un cambio de aceites usados, se recomienda:

Verificar que se cuenta con los elementos necesarios para efectuar el cambio, como: embudo o sistema de drenaje, recipiente de recibo, recipiente para el drenaje de filtros, etc.

Disponer de elementos de seguridad como: material para control de filtraciones y derrames con características absorbentes tales como: arena, aserrín u otros diseñados para este fin y extintores de polvo químico seco.

Al efectuar un cambio de aceite usado, es aconsejable disponer de un sistema que permita el traslado seguro del aceite usado desde el motor o equipo hasta el lugar de almacenamiento evitando derrames, goteos o fugas de aceites usados en la zona de trabajo.

La persona encargada de la recolección estará equipada con protección personal como: overol o ropa de trabajo y botas o zapatos antideslizantes, guantes impermeables ajustables y lentes de seguridad.

Filtros de aceites usados

Los filtros de aceites usados deben ser drenados antes de ser almacenados para su posterior reciclaje o eliminación.

Los pasos a seguir en el drenaje de filtros son:

1. Perforar la parte superior del filtro con una herramienta adecuada, como un destornillador.
2. Colocar el filtro boca abajo, sobre una malla que se encuentre situada en la parte superior de un tambor de recolección de aceites usados.
3. Dejarlo drenar como mínimo durante 12 horas.
4. Guardarlo en un contenedor etiquetado con el nombre "Filtros Usados".
5. Eliminarlo de manera compatible con el medio ambiente.

En todo momento se deben prevenir posibles derrames y/o goteos, durante el proceso de drenado, mediante la ayuda de bandejas de goteo.

Envasado

Los aceites usados se deberán depositar en contenedores apropiados que faciliten su recolección en función de sus características físico-químicas y al volumen generado.

El R.D. 679/2006 señala que *los contenedores de residuos peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos:*

- a) Tener un espesor adecuado y estar construido con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones.

- b) Estar diseñado para ser capaz de resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.
- c) Estar en todo momento en buenas condiciones, debiéndose reemplazar todos aquellos que muestren deterioro de su capacidad de contención.
- d) Estar rotulado indicando, en forma claramente visible, las características de peligrosidad del residuo contenido.

Para este menester, se ha elegido un contenedor que cumpla con todas las características técnicas y homologado para tal efecto. Se dotará a la instalación de Tanque de almacenamiento y eliminación de instalación interior de la marca Denios, TA 700 de 700 litros de capacidad.

Como contenedor de recogida de los filtros de aceite se utilizarán dos bidones de 220 l. de la marca Novodinamica modelo 3096B de chapa.

Además se proporcionará un cubeto de retención marca Denios tipo TC-2F de 1000 l. donde irá colocado dicho contenedor y los bidones de recogida de los filtros de aceite. La finalidad de este cubeto es que si se produjese algún derrame o escape de los contenedores, este no se derrame sobre el suelo y se produzca un vertido al alcantarillado.

Etiquetado.

La siguiente tabla muestra la rotulación de los aceites usados de acuerdo a sus características de peligrosidad.

CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD	ROTULACIÓN		
Residuos Tóxicos Extrínsecos y Residuos Tóxicos Crónicos			
Residuos Inflamables ¹⁵			

Los contenedores que contengan aceites usados deben estar rotulados indicando de forma claramente visible:

- El tipo de residuo que contiene: **ACEITES USADOS**
- La fecha de ubicación en el sitio de almacenamiento.
- Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.

El rotulado de los contenedores, bien sea por impresión, por pintura o mediante etiquetas adhesivas debe ser resistente a la acción del tiempo, de tal modo que permanezca sin deteriorarse o sin cambio sustancial de los colores cuando se mantenga expuesto a condiciones que, razonablemente, se espera que puedan encontrarse durante el almacenamiento, transporte y manipulación de los contenedores.

Las etiquetas deben colocarse impresas sobre una superficie visible, evitando el fondo y la tapa del contenedor y de modo que el color de la etiqueta sea contrastante con el color de la superficie en que se coloca.

1.7.4.4. Gestión y obligaciones por parte de la empresa.

- En Andalucía, según el Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía, los productores y gestores de residuos están sujetos a notificación previa con una antelación mínima de 5 días hábiles, a la realización de actuaciones en relación con los aceites usados que se lleven a cabo. Se remitirá un escrito dirigido a la Dirección General competente.
- Estar inscritos en el Registro General de Productores y Gestores de residuos de Andalucía.
- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan RP en la forma establecida en el RD 833/1988.
- Almacenar los residuos para su gestión posterior, sin exceder de 6 meses
- Gestionar los residuos por medio de un gestor autorizado.

- Informar de inmediato a la Consellería de Medio Ambiente en el caso de desaparición, pérdida o escape de aceite usado.

1.7.4.5. Documentación.

Con el objeto de controlar la transferencia de aceite usado de talleres, estaciones, garajes, pequeños productores, grandes productores o gestores intermedios, a recogedores, fabricantes o centros autorizados, se debe formalizar un documento de control y seguimiento. Se utilizan los documentos de control siguientes:

- Documento de control y seguimiento itinerante (SXCR-1)
- Justificante De entrega (SXCR2)

La empresa gestora de residuos peligrosos más cercana a Linares, con la que se podrá contrarar los servicios de recogida de residuos peligrosos, según el registro de empresas gestoras de residuos peligrosos de Andalucía es HIJOS DE POLO Y PAREJA, S.L. (RECYPOL), situada en la C/ Bailen, 6 del polígono industrial Cañada de Fuente, en Martos (Jaén).

1.7.4.6. Decantación y eliminación de lodos.

El vertido del lodo, en ningún caso se realizará a las red de alcantarillado ni al desagüe de aguas pluviales. Se depositarán en el depósito de decantación de lodos previsto en la instalación de saneamiento. (ver plano)

1.7.5. Edificación de la parcela

En la parcela de la nave industrial a realizar, no se observa la existencia de taludes, aunque si existe algo de vegetación y piedras. Además se detecta que la rasante de referencia para esta nave industrial, es decir la de la Plaza los Rubiales (la cual tendrá que coincidir con la cota de pavimento acabado de la nave industrial), era prácticamente la misma que la cota del terreno existente en la parcela.

Teniendo en cuenta las indicaciones realizadas anteriormente, definimos que, para este caso en concreto, únicamente será necesario para acondicionar el terreno y poder iniciar la realización de la cimentación los siguientes pasos:

1. Desbroce y explanación del terreno.
2. Compactación del suelo.
3. Excavación de los pozos y los zunchos de cimentación.

Teniendo en cuenta que el terreno tiene que estar nivelado y compactado para soportar el movimiento de los transportes y maquinaria propia del montaje, tales como grúas y plataformas elevadoras, los pasos 1 y 2 se realizarán en toda el área de la parcela.

Una vez finalizado el montaje de la nave se podrá reutilizar el material extraído durante los pasos 1 y 3, provisionalmente situados en la zona de la parcela no utilizada, para nivelar el terreno exterior a la construcción con la rasante de la Plaza los Rubiales.

1.7.5.1. Desbroce y explanación del terreno.

El primer paso a realizar para el acondicionamiento de nuestra parcela es el de eliminar toda la vegetación, las piedras sueltas y los escombros existentes en ella.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado de los mismos en emplazamiento provisional o definitivo.

Hay que tener en cuenta el pavimento de la nave industrial a realizar, será de 21 cm, por lo que la cota conseguida durante el desbroce del terreno será la requerida para que la rasante de la Plaza Los Rubiales coincida con la cota de pavimento acabado, no siendo necesario rebajar o aportar tierras.

Para realizar dicha tarea se utilizará una retroexcavadora, más concretamente la RC8 o similar, la cual realiza tanto la remoción del terreno como su transporte al nuevo emplazamiento que, de manera provisional y para aligerar el proceso, será en una zona de la parcela.

Para realizar el desbroce la retroexcavadora utiliza su pala cargadora, la cual, según las indicaciones técnicas de ésta, su profundidad máxima de excavación es de 203 mm, por lo que será necesario realizar una vez esta operación para poder conseguir los 21 cm requeridos.

Hay que tener en cuenta que al realizar el desbroce mediante la pala cargadora la superficie del terreno quedará prácticamente nivelada, no siendo necesario realizar ningún otro proceso para la explanación.

Una vez realizado el desbroce y la explanación del terreno se procederá a la compactación del suelo.

1.7.5.2. Compactación.

Durante el transcurso de los trabajos anteriores el aire o el agua penetran dentro del suelo, aumentando el volumen del mismo con la consecuente reducción de su densidad.

Para la compactación se utilizará un compactador vibrante monocilíndrico, más concretamente el modelo R712 o similar, que proporcionará la energía necesaria en el terreno para producir una disminución apreciable del volumen de huecos llenos de aire o agua (poros), mejorándose las diferentes características del suelo, como aumentar la capacidad de soportar cargas, mayor estabilidad, disminución de la permeabilidad y aumentando el valor de la densidad del mismo.

1.7.5.3. Excavación de los pozos y zunchos de la cimentación.

Los cimientos son las estructuras que reciben todo el peso de una construcción, por lo que deben descansar en terrenos firmes sólidos, que no se asienten ni compriman con el peso del edificio, ya que un cimiento es tan fuerte y sólido como la tierra de debajo.

La máquina utilizada para realizar la excavación de los pozos será la misma que la utilizada en el desbroce del terreno, es decir, la RC8 o similar, la cual utiliza la

retroexcavadora para realizar el proceso, pudiendo llegar según las indicaciones técnicas de ésta a una profundidad máxima de excavación de 4600 mm. No será necesario nivelar el fondo de la excavación ya que el agujero realizado se llenará de hormigón pobre hasta llegar a la cota donde vaya situada la zapata para el pilar.

Para realizar la excavación del zuncho, se utilizará igualmente la RC8, sustituyendo el cazo de la retroexcavadora por uno de anchura similar al requerido por el zuncho a realizar.

Toda la tierra extraída durante la excavación será depositada provisionalmente en una zona de la parcela.

Una vez utilizada parte de la tierra extraída, durante este proceso, para nivelar toda la parcela de posibles desniveles que pueda tener, el sobrante de escombros se transportará al vertedero más cercano autorizado por el Ayuntamiento de Linares, dando cumplimiento al R.D. 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.7.5.4. Retranqueos

Según las Ordenanzas del Plan Parcial del Sector Rubiales II del Ayuntamiento de Linares, el retranqueo de la nave será de 10 metros del lindero frontal y 2 m a los linderos laterales.

1.7.5.5. Vallado de la parcela

Cumpliendo por las Ordenanzas, la parcela irá vallada en todo su perímetro excepto la puerta de acceso, que será de 8 m.

La cerca estará formada por tela metálica galvanizada enmarcada por perfiles LPN $40 \times 40 \times 4$; dichas placas se unirán a la base de la cerca mediante tubo $\phi 50 \times 3$. El basamento tendrá una altura de 0.5 m y será de bloque de hormigón $40 \times 40 \times 20$. La

altura total de la cerca será de 2 metros, como se prevé en las Ordenanzas del polígono industrial de los Rubiales II.

1.7.5.6. Depósito

Detrás de la nave se realizará un depósito de 1.5×1.25 m de base y 1.65 m de profundidad, para la decantación de lodos producidos por la actividad a realizar en esta empresa.

1.7.6. Estructura

1.7.6.1. Nave

Se realizará con diferentes perfiles de acero establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) según la norma CTE- DB SE-A.

Se ha proyectado una nave en diente de sierra de 20 m de luz y 48 m de longitud. Estas medidas son las necesarias para disponer de espacio suficiente para la instalación de la maquinaria y poder contar con la amplitud necesaria para el movimiento de vehículos en el interior de la nave.

La estructura se realizará mediante pórticos transversales de 20 m de luz y separados entre sí 6 m.

Los pórticos estarán formados por una celosía plana tipo Warren con montantes, de 2 m de altura, la cual irá empotrada mediante soldadura en ambos extremos a los pilares formados por perfiles HEB-280 y cerchas tipo Poncelau soldadas a la celosía cada 5 m, es decir cada montante. Cada cercha unirá un pórtico con otro, de esta forma el edificio quedará constituido como conjunto espacial cuya estabilidad estará asegurada por los arriostramientos longitudinales, mediante cruces de San Andrés, formados por redondos con tensor de acero B-400-S de diámetro 100 mm, situadas tal como se muestran en los planos adjuntos, cuya misión será absorber, los esfuerzos longitudinales debidos al viento.

La altura de los pilares es de 7 m y la pendiente de los dientes de sierra del 33%, lo que da una altura máxima de 9 m.

Para la sujección de la cubierta se emplearán correas de perfil laminado IPN-120, separadas 1.05 m apoyadas isostáticamente sobre los nudos de las cerchas.

1.7.6.2. Edificio representativo.

Se dispondrá en el interior de la nave, en su parte anterior izquierda, ocupando 12 m de fachada y 5 m del entramado lateral izquierdo, lo que hace una superficie total de 60 m². Contará de un sólo piso con una altura total de 3.25 m.

Además dentro de la nave y a una distancia de 24 m de la parte lateral izquierda, se dispondrá de un edificio de uso privado (sólo trabajadores) descompuesto en tres partes (almacén, vestuarios y sala de máquinas).

La estructura de ambos edificios se realizará en construcción metálica (pórticos de nudos rígidos) pudiéndose sintetizar la estructuras en dos pórticos formados por:

- Pórtico nº 1: Formado por pilares HEB-100 y jacentas de perfiles IPN-200.
- Pórtico nº 2: Formado por pilares HEB-100 y jacentas de perfiles IPN-200.

El tipo de unión elegida entre jacentas y pilares es el empotramiento. Se dispondrán de angulares como casquillo del montage del cordón de unión, serán de reducidas dimensiones para evitar que si se dejan permanentemente puedan penalizar el grado de elasticidad de la unión, siendo su función únicamente facilitar las labores de soldadura.

El forjado se hará del tipo unidireccional se realizará mediante viguetas metálicas para una luz de 5m y 6 m en cada caso y una separación entre ejes de nervios de 70 cm;

como pieza de entrevigado se han elegido bloques cerámicos por sus buenas características como aislante térmico ($k = 0.79$).

1.7.6.3. Entramados.

1.7.6.3.1. Entramado frontal y posterior

Queda compuesto por los pilares extremos de la nave, más los pilares centrales sobre los que apoyan la celosía. Los pilares del entramado serán, por orden de derecha a izquierda, según se mira la nave, HEB-280, HEB-100, HEB-100, HEB-100, HEB-280. Estos pilares irán atados por vigas horizontales de sección cuadrada 60.2, a una altura de 5 m.

1.7.6.3.2. Entramado lateral

El entramado lateral estará constituido por los propios pilares de la nave, a los que irán soldadas las distintas cerchas que dan la forma de diente de sierra, y en su caso por los dinteles de las puertas de entrada. En el entramado lateral se ha dispuesto arriostramiento para absorber los empujes horizontales provocados por la acción del viento.

1.7.6.4. Arriostramientos.

1.7.6.4.1. Arriostramientos laterales

La misión de los arriostramientos laterales la desempeñan las propias cerchas, que actúan como vigas de atado, dando a la estructura carácter tridimensional.

1.7.6.4.2. Contravientos

En los módulos extremos del plano de cerramiento se disponen arriostramientos en forma de cruz de San Andrés, constituida por redondos de acero B-400-S de diámetro 100 mm con tensor.

1.7.6.5. Soldadura

El soldeo será eléctrico manual, por arco descubierto y electrodo fusible revestido.

Se utilizan electrodos del tipo E12018-M revestido para soldadura eléctrica por arco, con revestimiento básico que deposita un cordón de soldadura de las siguientes características:

- Resistencia a tracción: 7370 kg/cm²
- Alargamiento: 30 %
- resiliencia: 13 kg/cm²

La soldadura en la obra deberán reducirse en todo lo posible, efectuandose siempre que se pueda en el taller.

El depósito de los cordones se efectuará, siempre que sea posible, en posición horizontal, de tal forma que no se produzca sollicitaciones excesivas que puedan dañar la resistencia de los cordones depositados.

Antes de soldar se limpiará los bordes de unión eliminando cuidadosamente toda la cascarilla o suciedad en especial la grasa y pintura, hasta quedar la superficie de la soldadura lo más regular y lisa posible. Los cordones se depositarán sin producir mordeduras.

Después de ejecutar el cordón, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambres, eliminando todo rastro de escoria.

Los elementos provisionales de fijación que para el armado o el montaje se suelden a las barras de la estructura se desprenderán cuidadosamente con soplete sin dañar a las barras. Los restos de soldadura de las fijaciones se eliminarán con piedra de esmeril.

1.7.7. Distribución del edificio representativo

Se dividirá en dos, los cuales constarán de una planta con sección rectangular con las dimensiones 5 x 12 y 6 x 20 metros, respectivamente.

La distribución del edificio representativo queda reflejada en el cuadro siguiente:

DEPENDENCIA	SUPERFICIE (m ²)
Vestuario femenino	10
Vestuario masculino	10
Aseos minusválido/femenino	8
Aseos masculino	4
Almacén	66
Recepción	14
Administración	20
Sala de máquinas	36
Sala de espera	15

1.7.8. Cubierta

La cubierta de la nave será en diente de sierra de 6 m de luz y con una pendiente de 33%.

El material de cubierta para los planos inclinados de la cubierta será placas tipo sandwich que tiene de peso 15.4 kg/m². El panel utilizado será de la casa PACESA, más concretamente el panel cubierta PC-1000 de 30 mm de espesor, conformado de dos chapas de acero laminado en frío, lacadas o galvanizadas y unidas entre sí por un núcleo central aislante de espuma rígida de poliuretano expandido, con una densidad media de 40 Kg /m³ adherido durante el proceso de fabricación.

El faldón estará constituido por los siguientes elementos:

1. Accesorios de fijación: Se dispondrá ganchos de fijación en cada cruce con las correas, distanciados como máximo 250 mm en las correas intermedias y 185

mm en correas de alero y cumbrera. Estos serán de acero F-111, protegidos a corrosión mediante galvanizado. Vendrá equipado con tuerca y arandela estanca al agua. El gancho será de rosca métrica M 8.

2. Refuerzo: Se colocará un apoya ondas por cada accesorio de fijación cuando ésta se realice en la zona superior de los nervios, protegida a corrosión mediante proceso de galvanizado con recubrimiento mínimo Z 275.
3. Placas tipo sandwich: Se dispondrá un solapo de 150 mm en sentido longitudinal y de un cuarto de greca en sentido transversal.

La cumbrera o limatesa estará constituida por los siguientes elementos:

1. Accesorios de fijación: Se dispondrán 3 ganchos por metro, pudiendo ser comunes con los accesorios de fijación de las placas tipo sandwich.
2. Plancha de acero galvanizado: Plancha de acero galvanizado amoldada, de desarrollo no menor de 500 mm. El solapo de los distintos tramos será no menor de 150 mm.
3. Junta de estanquidad: Se dispondrá una junta de sellado que garantice la estanquidad, con perfil adaptado al de la placa del faldón para evitar el paso del agua a través de los valles.

El remate lateral estará constituido por los siguientes elementos:

1. Accesorios de fijación: Fijarán el remate lateral a las placas del faldón y parámetros vertical del cerramiento. Irán colocados remaches de acero inoxidable, equipado con arandela de estanquidad a una distancia no mayor de 250 mm.

2. Chapa prelacada: Tendrá un desarrollo de 500 mm. Quedará fijada mediante ganchos. El solapo con las chapas serán no menor de 100 mm, y se asegurará la estanquidad interponiendo juntas de sellado.

El canalón estará constituido por una chapa lisa de ancho 150 mm, alto 200 mm y espesor de 0.5 mm, protegida de la corrosión mediante proceso de galvanizado con un recubrimiento mínimo Z 275. El solapo de los distintos tramos será de 150 mm y se interpondrá una junta de sellado que asegure la estanquidad. Además, se dispondrá una junta de estanquidad de neopreno, con perfil adaptado al de la placa del faldón para evitar el paso del agua a través de los valles de los nervios.

Como elemento de cobertura de la parte correspondiente a la banda de la celosía y con función de lucernario de la nave, se dispondrá placa translúcida. Para el lucernario utilizado también será de la casa PACESA, más concretamente el modelo “policarbonato Danpalon”, basado en una placa de policarbonato celular hexagonal de 30 mm de espesor que se adapta a las características del perfil del panel de cubierta PC-1000, mejorando la estanquidad del cerramiento y minimizando el tiempo de montaje. El material de la placa de iluminación será de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de perfil ondulado pequeño, de color natural.

Tendrá un solape lateral de $\frac{1}{4}$ de onda o nervio y no hará falta complementos de estanquidad longitudinales. Como accesorio de fijación se empleará gancho de las mismas características que el utilizado para las placas tipo sandwich, equipado con capuchón de plástico. Se dispondrán dos accesorios de fijación por rastrel y placa.

Las correas que soportarán la cubierta serán perfiles IPN-120 de acero S275 JR, y con una separación de 1.05 m, apoyadas en las cerchas de forma hiperestática.

1.7.9. Placas de anclaje

El elemento usado para la ejecución de los pilares a las zapatas estará formado por chapa de acero B-400-S, anclado a la cimentación mediante pernos colocados a 6 cm del borde frontal de la placa para mejor nivelación por medio de tuercas.

Distinguimos entre 5 tipos de placas de anclaje según la carga que soportan:

1. Placa tipo A:

Se emplean placas de $790 \times 490 \times 25$, unidas a cimentación por barras de anclaje del mismo tipo de acero, diámetro 30 mm y 730 mm de longitud. Irán provistas de 4 taladros del mismo diámetro situados en las esquinas a 60 mm de los bordes que alojarán las barras de anclaje y de 2 taladros de 50 mm de diámetro que sirva de testigo a un perfecto asiento con el hormigón.

Las placas estarán rigidizadas por medio de cartelas, de 12 mm de espesor y 305 mm de altura. Las esquinas libres superiores irán achaflanadas por corte oblicuo a partir de una altura de 50 mm.

2. Placa tipo B:

Se emplean placas de $340 \times 300 \times 20$, unidas a cimentación por barras de anclaje del mismo tipo de acero, diámetro 20 mm y 550 mm de longitud. Irán provistas de 4 taladros del mismo diámetro situados en las esquinas a 60 mm de los bordes que alojarán las barras de anclaje, y de 2 taladros de 50 mm de diámetro que sirva de testigo a un perfecto asiento con el hormigón.

Las placas estarán rigidizadas por medio de cartelas, de 10 mm de espesor y 120 mm de altura. Las esquinas libres superiores irán achaflanadas por corte oblicuo a partir de una altura de 50 mm.

3. Placa tipo C:

Se emplean placas de $340 \times 340 \times 15$, unidas a cimentación por barras de anclaje del mismo tipo de acero, diámetro 12 mm y 150 mm de longitud. Irán provistas de 4 taladros del mismo diámetro situados en las esquinas a 60 mm de los bordes que alojarán

las barras de anclaje, y de 2 taladros de 50 mm de diámetro que sirva de testigo a un perfecto asiento con el con el hormigón.

Las placas estarán rigidizadas por medio de cartelas, de 10 mm de espesor y 120 mm de altura. Las esquinas libres superiores irán achaflanadas por corte oblicuo a partir de una altura de 50 mm.

4. Placa tipo D:

Se emplean placas de $340 \times 340 \times 15$, unidas a cimentación por barras de anclaje del mismo tipo de acero, diámetro 12 mm y 150 mm de longitud. Irán provistas de 4 taladros del mismo diámetro situados en las esquinas a 60 mm de los bordes que alojarán las barras de anclaje, y de 2 taladros de 50 mm de diámetro que sirva de testigo a un perfecto asiento con el hormigón.

Las placas estarán rigidizadas por medio de cartelas, de 10 mm de espesor y 120 mm de altura. Las esquinas libres superiores irán achaflanadas por corte oblicuo a partir de una altura de 50 mm.

5. Placa tipo E:

Se emplean placas de $340 \times 340 \times 15$, unidas a cimentación por barras de anclaje del mismo tipo de acero, diámetro 12 mm y 150 mm de longitud. Irán provistas de 4 taladros del mismo diámetro situados en las esquinas a 60 mm de los bordes que alojarán las barras de anclaje, y de 2 taladros de 50 mm de diámetro que sirva de testigo a un perfecto asiento con el hormigón.

Las placas estarán rigidizadas por medio de cartelas, de 10 mm de espesor y 120 mm de altura. Las esquinas libres superiores irán achaflanadas por corte oblicuo a partir de una altura de 50 mm.

1.7.10. Cerramiento

1.7.10.1. Nave

Los parámetros de cierre de la nave estarán formados por bloques de hormigón de dimensiones $40 \times 20 \times 20$ centímetros, tomados con mortero de cemento y arena de dosificación 1:6 y enfoscados al interior y al exterior, con una capa de 2 cm, con mortero de cemento.

Los de cerramiento deberán ir anclados a sus cuatro lados con elementos estructurales verticales y horizontales, de tal forma que quede asegurada su estabilidad y la transmisión de esfuerzos horizontales a que están sometidos dichos muros.

La altura de estos cerramientos será de 7 m ya que el resto se cubrirá con panel, hasta completar los 9 m de altura total de la nave.

Se realizarán los huecos necesarios en los cerramientos para la colocación de ventanas fijas; las dimensiones de la mismas $3 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$.

1.7.10.2. Edificio representativo

Los cerramientos se realizarán en todo su perímetro, incluso en la parte que estos coinciden con las de la nave.

El cerramiento será de tabique a la capuchina, el cual estará formado por:

- Revoco de cemento de 2 cm de espesor, en terminación de chino proyectado.
- Ladrillo de hueco doble.
- Cámara de aire de 5 cm de espesor, con placas de aislante térmico-acústico de lana de vidrio hidrofugada de 40 mm de espesor.
- Ladrillo de hueco simple.
- Enlucido de yeso de 1 cm de espesor.

Al igual que en la nave, se realizarán los huecos para puertas y ventanas necesarios.

Para alojar conducciones de instalaciones, se realizarán rozas con una profundidad no mayor de un canuto de ladrillo hueco.

Los tabiques que las dividen serán:

- Ladrillo tabiquero hueco de 4.5 cm de espesor.
- Revoco de cemento de 2 cm de espesor.
- Enfoscado de yeso y pintado de 1 cm de espesor.

1.7.11. Revestimientos

1.7.11.1. Revestimientos de parámetros

1.7.11.1.1. Tendido de yeso

Se realizará un tendido de yeso para revestir todas las paredes cerámicas interiores, excepto las que vayan revestidas con alicatados. Se utilizará para ello pasta de yeso con un espesor de 10 mm.

Antes de finalizar el fraguado, se dará un último repaso con pasta de yeso, pasado por el tamiz de 0.2 mm (UNE-7050).

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos de aceros galvanizados para la protección de estas, recibidos a nivel del rodapie.

1.7.11.1.2. Alicatados

Se aplicará en el revestimiento de parámetros interiores de los aseos, empleando para ello plaqueta imitación al mármol blanco Macael, de dimensiones 300x150x10 mm.

El revestimiento se comenzará a partir del nivel superior del pavimento.

Se empleará mortero bastardo de consistencia plástica con cemento P-250, cal y arena, de dosificación 2:1:10, para recibir el azulejo. Espesor de 1 cm, extendido sobre toda la cara posterior del azulejo.

Para rejuntado se empleará cemento blanco PB-250. Los azulejos se limpiarán con estropajo seco 12 horas después de efectuado el rejuntado.

1.7.11.1.3. Pinturas

Se tendrán en cuenta los siguientes tipos de pinturas, así como su aplicación:

- Pintura pétreo lisa al cemento de color gris para el exterior de la nave.
- Pintura plástica de color verde para franjas de fachada y pilares en el exterior de la nave.
- Se aplicará en el revestimiento de los parámetros interiores y exteriores, con aspecto mate, acabado liso y buena resistencia a la humedad y acción microbiciida.

Se procederá a una limpieza general del soporte. Se aplicará a continuación a mano de fondo con pintura a la cal diluida hasta la impregnación de los poros de la superficie del soporte. Pasado el tiempo de secado se procederá a la aplicación de dos manos de acabado.

- Pintura al esmalte sintético sobre acero: Se utilizará para el revestimiento de las puertas, con aspecto brillante, donde se precisa resistencia al roce, al lavado y con buena retención del brillo.

Se aplicará un rascado de óxidos. Se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva tipo epoxi.

Transcurrido el tiempo de secado, se aplicará dos manos de acabado de esmalte sintético.

- Imprimación anticorrosiva tipo epoxi: Para el revestimiento de los restantes elementos metálicos. Se aplicará un rascado de óxidos. Se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva tipo epoxi.

- Pintura plástica sobre yeso: Se utilizará para el revestimiento de tendidos de yeso sobre paredes interiores, con aspecto mate y con buena resistencia al roce y al lavado.

Se realizará un lijado de pequeñas adherencias e imperfecciones. Se aplicará una mano de imprimación selladora para yeso. A continuación se aplicará una mano a fondo de pintura.

Pasado el tiempo de secado, se realizará una proyección a pistola de pintura plástica mate.

- Barniz graso: Se utilizará para el revestimiento de elementos de madera, con aspecto mate, acabado liso y transparente, con gran resistencia al roce, al lavado y al intemperie, con buena retención del brillo.

Se procederá a una limpieza general del soporte seguida de un lijado fino de la madera. A continuación se aplicará un tapaporos para la madera y seguidamente, cuando este seco, se dará una mano de fondo con barniz diluido, mezclado con productos de conservación de la madera.

Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte aplicándose a continuación dos manos de barniz graso.

1.7.11.1.4. Vidriería

Para el acristalamiento de las ventanas se empleará luna de vidrio transparente, de 10 mm de espesor. Se ha elegido este tipo de acristalamiento debido a la necesidad de disminuir los efectos perjudiciales del ruido emitido por la actividad en el interior de la nave.

La luna se dimensionará de manera que entre ella y la carpintería quede una holgura de 6 mm en cada uno de sus lados. Se extenderá masilla en el perímetro de la carpintería antes de la del vidrio. Finalizado el acristalamiento se enrasará todo el perímetro.

1.7.11.2. Revestimiento de suelos

1.7.11.2.1. Solera

Se empleará solera pesada en el revestimiento de suelos naturales en toda la superficie de la nave. Sobre el terreno anteriormente citado se extenderá una capa de arena de río de 5 cm de espesor, con tamaño máximo de grano 5 mm. Sobre ésta, se extenderá una lámina aislante de polietileno y una capa de 16 cm de hormigón HA-25 de resistencia 254 kg/cm^2 .

La capa de hormigón irá armada con una malla electrosoldada de diámetro 16 mm y 125 mm de separación.

Se dispondrá junta de retracción, de material elástico, formado por una cuadrícula de lado 4 m. La junta tendrá un espesor de 0.5 cm y una profundidad de 4 cm.

Para aislar la solera de elementos estructurales como muros, pilares y bloques de cimentación se dispondrá de junta de contorno de poliestireno expandido de 2 cm de espesor y de altura 10 cm.

Finalmente se le aplicará a toda la nave una pintura Epoxi antideslizante de color rojo.

1.7.11.2.2. Pavimento

Se empleará baldosa porcelánica blanca, de 40x40 cm y 10 mm de espesor, como revestimiento de suelos interiores por ser incombustible, decorativo y resistente a cargas medias.

Sobre la solera se extenderá una capa de arena de espesor 20 cm y diámetro máximo de 5 mm. Sobre esta se irá extendiendo el mortero de cemento, de dosificación 1:6, formando una capa de 20 mm.

Previamente a la colocación de la baldosa y con el mortero fresco se espolvoreará este con cemento.

Posteriormente se extenderá la lechada de cemento blanco para el relleno de juntas. Una vez fraguada se eliminará los restos de la lechada y se limpiará la superficie.

1.7.11.2.3. Rodapié

Para la protección de los parámetros en el encuentro con el revestimiento de suelos se utilizará un rodapié del mismo material que estos, de dimensión 40x7x1 cm. Irán recibidos sobre 1 cm de mortero de cemento 1:6.

Posteriormente, se extenderá la lechada de cemento blanco sobre las juntas, de forma que estas queden completamente rellenas.

Seca la superficie se eliminará los restos de la lechada y se limpiará la misma.

1.7.11.3. Revestimiento de techos

En el interior del edificio representativo se dispondrá un falso techo desmontable de placas de escayola en módulos de 120 × 60 cm, con suspensión metálica vista. Este tipo de placas poseen unas destacadas propiedades en corrección acústica y aislamiento térmico. El falso techo se colocará a 15 cm de la estructura e irán unidos a ellos mediante varillas suspensoras de 3 mm de diámetro, las cuales se sujetarán a perfiles en forma de T de chapa, que hará de soportes y juntas de placas.

1.7.12. Cimentaciones

En primer lugar se expondrán las recomendaciones consideradas en el cálculo de las zapatas:

- a) Bajo la zapata debe disponerse siempre 10 cm de hormigón de limpieza como mínimo.
- b) Salvo grandes zapatas conviene disponer canto constante.
- c) La separación máxima de armadura no será superior a 30 cm ni inferior a 10 cm.

Además de dichas recomendaciones se cumplirá en el cálculo de las zapatas las exigencias de la norma EHE-08, NCSE-02 y CTE DB SE-C.

La cimentación se resolverá con zapatas centradas unidas mediante zunchos que serán de 40×40 cm armados longitudinalmente con seis redondos de 20 mm disponiéndose además transversalmente estribos de 5 mm de diámetro separados 30 cm.

Distinguiremos las zapatas según al pilar que vayan unidas, siendo sus dimensiones:

1.7.12.1. Zapata tipo A

Base de 2.4×1.8 m y canto 0.8 m como cimentación de soportes de la nave. Se empleará hormigón HA-25, tamaño máximo de árido 40 mm, de consistencia plástica, compactado por vibración.

Se extenderá en el fondo una capa de espesor 10 cm de hormigón de limpieza HM-20.

La armadura longitudinal estará constituida por 9 barras corrugadas B 400 S de 16 mm de diámetro y separadas 266 mm. Como armadura transversal se emplean barras del mismo diámetro que las armadura longitudinal.

Las barras se llevarán hasta 5 cm de la cara lateral de la zapata donde se doblarán con diámetro 3.5ϕ el diámetro, levantándolas 10cm.

1.7.12.2. Zapata tipo B

Base de 1.7×1.1 m y canto 0.7 m como cimentación de soportes del pórtico nº1. Se empleará hormigón HA-25, tamaño máximo de árido 40 mm, de consistencia plástica, compactado por vibración.

Se extenderá en el fondo una capa de espesor 10 cm de hormigón de limpieza HM-20.

La armadura longitudinal estará constituida por 6 barras corrugadas B 400 S de 14 mm de diámetro y separadas 283 mm. Como armadura transversal se emplean barras del mismo diámetro que las armadura longitudinal.

Las barras se llevarán hasta 5 cm de la cara lateral de la zapata donde se doblarán con diámetro 3.5 el diámetro, levantándolas 10cm.

1.7.12.3. Zapata tipo C

Base de 1.0×0.7 m y canto 0.4 m como cimentación de soportes de la nave. Se empleará hormigón HA-25, tamaño máximo de árido 40 mm, de consistencia plástica, compactado por vibración.

Se extenderá en el fondo una capa de espesor 10 cm de hormigón de limpieza HM-20.

La armadura longitudinal estará constituida por 4 barras corrugadas B 400 S de 10 mm de diámetro y separadas 250 mm. Como armadura transversal se emplean barras del mismo diámetro que las armadura longitudinal.

Las barras se llevarán hasta 5 cm de la cara lateral de la zapata donde se doblarán con diámetro 3.5 el diámetro, levantándolas 10cm.

1.7.12.4. Zapata tipo D

Base de 0.8×0.6 m y canto 0.3 m como cimentación de soportes de la nave. Se empleará hormigón HA-25, tamaño máximo de árido 40 mm, de consistencia plástica, compactado por vibración.

Se extenderá en el fondo una capa de espesor 10 cm de hormigón de limpieza HM-20.

La armadura longitudinal estará constituida por 4 barras corrugadas B 400 S de 8 mm de diámetro y separadas 200 mm. Como armadura transversal se emplean barras del mismo diámetro que las armadura longitudinal.

Las barras se llevarán hasta 5 cm de la cara lateral de la zapata donde se doblarán con diámetro 3.5 el diámetro, levantándolas 10cm.

1.7.12.5. Zapata tipo E

Base de 0.8×0.6 m y canto 0.3 m como cimentación de soportes de la nave. Se empleará hormigón HA-25, tamaño máximo de árido 40 mm, de consistencia plástica, compactado por vibración.

Se extenderá en el fondo una capa de espesor 10 cm de hormigón de limpieza HM-20.

La armadura longitudinal estará constituida por 4 barras corrugadas B 400 S de 8 mm de diámetro y separadas 200 mm. Como armadura transversal se emplean barras del mismo diámetro que las armadura longitudinal.

Las barras se llevarán hasta 5 cm de la cara lateral de la zapata donde se doblarán con diámetro 3.5 el diámetro, levantándolas 10cm.

1.7.13. Instalación de saneamiento y fontanería.

1.7.13.1. Saneamientos

Se dotará de red de saneamiento mixta, justificada por la necesidad de avacuar las aguas pluviales y residuales del edificio, desde los puntos de recogida hasta la acometida del alcantarillado. Asimismo, dentro de esa misma, se ha tenido que establecer un ramal de saneamiento para la recogida de aguas producidas como consecuencia del proceso de limpieza y engrase y llevarlas hasta el depósito de separación de lodos, para dar cumplimiento a lo establecido en la ley de protección ambiental.

La red de evacuación de aguas pluviales estará constituida por los siguientes elementos:

- Canales: Se montará canalón visto de chapa galvanizada de 15 cm de ancho y 20 cm de alto (ver detalle en planos).

Dichos diámetros se colocarán de tal modo que la mitad del agua recogida por la cubierta de la cercha desagüe hacia la derecha y la mitad hacia la izquierda, la pendiente dada a dichos canales será como mínimo del 2 %.

- Colector suspendido: Será de las mismas características que el canalón.
- Bajantes de PVC: Se utilizarán 6, de diámetro de 63 mm y se colocarán a ambos lados de la nave.

Las uniones se sellarán con colas sintéticas de gran adherencia, dejando una holgura en el interior de la capa de 5 mm. La sujeción a los parámetros se realizará por medio de abrazaderas con un mínimo de dos por tramo de tubo, una bajo la copa y las demás a intervalos de 150 cm.

Cada bajante recogerá las aguas pluviales de tres faldones consecutivos o dos según el caso.

- Arquetas a pie de bajante: Se utilizan para registro al pie de los bajantes. La red a partir de dicho punto irá enterrada. Son de distintas dimensiones que pueden apreciarse en los planos y estarán constituidas por los siguientes elementos:
 1. Muro aparejado de ladrillo macizo de 12 cm de espesor, recibido con mortero de cemento 1:6, bruñidas en su interior, ángulos redondeados.
 2. Tapa de hormigón HA-25, armado con redondos de 6 mm de diámetro con acero B 400 S, formando cuadrícula de 10×10 cm.
 3. Solera y formación de pendientes de hormigón en masa HM-20.
- Colector enterrado de PVC: se utilizará como red horizontal de evacuación de las aguas pluviales desde arquetas hasta la red de alcantarillado. Irá siempre situado debajo de la red de distribución de agua fría y tendrá una pendiente del 2 %. El colector será un tubo de PVC y juntas de caucho enterrado en la zanja.

El relleno de la zanja se realizará por tongadas de 20 cm con tierra exenta de áridos mayores de 8 cm y apisonada. El resto de zanja irá con arena de río de tamaño máximo de árido 5 mm.

En los tramos en los que el colector vaya a una profundidad menor de 120 cm, bajo zonas de tránsito de vehículos el colector enterrado de PVC irá reforzado de la siguiente manera:

1. Hasta una altura de 150 mm por encima de la cara superior del colector, la zanja irá rellena de hormigón HM-20.
 2. El resto del relleno se realizará por tongadas de 20 cm con tierra exenta de áridos mayores de 8 cm y apisonada.
- Desagüe de sanitarios: El desagüe de los sanitarios irán directamente a bote sifónico. Los desagües serán de tubos de PVC según norma UNE 37201.

En función de las dimensiones y características de nuestras instalaciones, será necesario colocar los siguientes elementos:

- Inodoros: 4 (2 en el vestuario y 2 en el aseo)

Desagüe ϕ 100 mm

- Lavabos: 4 (2 en el vestuario y 2 en el aseo)

Desagüe ϕ 32 y 40 mm respectivamente.

- Duchas: 2 en los vestuarios.

Desagüe ϕ 40 mm

Para la recogida de las aguas del proceso de limpieza de vehículos se empleará una canalización constituida por arqueta sumidero, la cual verterá sus aguas a arquetas de paso de dimensiones las expuestas en los planos correspondientes.

- Arqueta sumidero: Estará constituida por los siguientes elementos:

1. Muro aparejado de 12 cm de espesor de ladrillo macizo con juntas de mortero M-40. Las caras interiores irán enfoscadas con mortero 1:3, acabado bruñido y ángulos redondeados. El muro irá sobre capa de hormigón en masa HM-20 de 10 cm de espesor.
2. Rejilla plana, desmontable.
3. Contracerco de perfil laminado L 20.3 provisto de patillas de anclaje a obra de fábrica, para recibir la rejilla del sumidero.
4. Solera y formación de pendientes de hormigón en masa HM-20.

- Arqueta de paso: De construcción similar a las anteriores, se colocan donde confluyan varias tuberías.
- Depósito separador de grasas: En él se separará el fango, y estará constituido por:

1. Armaduras superior e inferior de la tapa-losa formadas, cada una, por una parrilla de redondos de diámetro 10 mm B 400 S cada 10 cm.
 2. Losa-tapa, sustentada en sus cuatro bordes, de hormigón HA-25.
 3. Tubería de PVC de diámetro 200 mm.
 4. Muro aparejado de 25 cm de espesor, de ladrillo macizo R-100 kg/cm², con juntas de mortero M-40 de espesor 1 cm.
 5. Enfoscado con mortero 1:3 y bruñido. Angulos redondeados.
 6. Solera de hormigón en masa HM-20.
- Pozo de registro: Se ha utilizado un pozo de registro, para instalar la acometida y para el registro del colector cuando se acomete a una profundidad superior a 90 cm. Estará construido por los siguientes elementos:

1. Hormigón en masa HM-20.
2. Muro aparejado de 25 cm de espesor, de ladrillo macizo R-100 kg/cm², con juntas de mortero M-40 de espesor 1 cm.
3. Pates empotrados 15 cm a una separación de 30 cm. Se colocarán a la vez que se levanta la fábrica.
4. Tapa circular y cerco enrasados con el pavimento.
5. Enfoscado con mortero 1:3 y bruñido. Angulos redondeados.
6. Solera y formación de pendientes de hormigón en masa HM-20.

1.7.13.2. Sanitarios

Se ha dispuesto colocar los siguientes elementos sanitarios (para ver su distribución puede remitirse a los planos adjuntos):

- 4 inodoros: Situados dos en los vestuarios y dos en los aseos. Serán de porcelana vitrificada de modelo y color a elegir en obra. Están dotados de depósitos de descarga.
- 4 lavabos: Situados 2 en los vestuarios y 2 en los aseos. Serán de porcelana vitrificada de modelo y color a elegir en obra.

- 2 duchas: será de 90x90 cm, al servicio de los empleados. Serán de acero con protección ante la corrosión.

1.7.13.3. Fontanería

Abastecimiento:

El agua la suministrará la empresa “Linaqua”, que es la empresa que abastece de agua potable a la población de Linares. La presión facilitada por la Empresa en el punto de suministro es de 25 m.c.a..

El abastecimiento de agua potable se hará en un único punto establecido en el depósito, desde el contador situado en la sala de máquinas través de un conducto PEX de 32 mm de diámetro.

Agua fría:

El edificio estará dotado de instalación de distribución de agua fría desde la arqueta de acometida al contador único, detallado en los planos adjuntos.

El tubo de alimentación que une la arqueta de acometida al contador, será de diámetro 32 mm. Quedará enterrado bajo solera, alojado en la arena, de tamaño máximo de grano 5 mm que dispondría de un registro en sus extremos que permita la inspección y control de posibles fugas.

Se instalará un contador único, de calibre 15 mm, para controlar el consumo de la nave. Quedará alojado en un armario metálico de dimensiones 900.500.300 mm. En el interior del armario se dispondrán de dos llaves de paso, un grifo de comprobación, filtro, válvula antirretorno y el contador general.

La instalación se realizará con tuberías de paredes lisas, del tipo Polietileno reticulado de alta densidad (PEX) estabilizadas para la temperatura con mezcla de fibras integradas y campo de aplicación hasta 16 Kg/cm² y 90 °C., con uniones a base de

accesorios del mismo material o material diferente con manguitos de acoplamiento específicos y ensamblado a presión por termo soldadura o por soldadura a tope.

Cuando la canalización atraviese zona de tránsito de vehículos, irá enterrada bajo solado, alojada en una canalización de obra de fábrica de ladrillo hueco doble, rellena de arena de tamaño máximo de grano 5 mm.

Para suministrar agua al depósito se instalará una llave de compuerta roscada a la entrada del mismo, y una válvula de flotador.

Para cortar el paso de agua en la conducción, en el punto de alimentación a cada una de las máquinas, se dispondrán de llaves de paso mariposa. La canalización a partir de este punto será elástica.

La arqueta de acometida estará realizada mediante muro aparejado de ladrillo de espesor 12 cm, construido sobre solera de espesor 10 cm de hormigón HM-20. La superficie interior de la misma irá revestida con enfoscado sin maestrear, de mortero 1:3 de espesor 15 mm y ángulos redondeados. La tapa será de fundición y base cuadrada de 40 × 40 cm. Quedará enrasada con la superficie de la solera. La instalación se detalla en el plano.

Agua caliente:

El edificio estará dotado de instalación de agua caliente desde la toma de la red hasta los aparatos de consumo.

En este caso la instalación queda exenta de contribución solar mínima de agua caliente sanitaria según el CTE-HE-4, que dice que quedan exentos los edificios de nueva construcción o edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) inferior a 50 l/d.

La instalación se realizará con tuberías de paredes lisas, del tipo Polietileno reticulado de alta densidad (PEX) estabilizadas para la temperatura con mezcla de fibras integradas y campo de aplicación hasta 16 Kg/cm² y 90 °C., con uniones a base de accesorios del mismo material o material diferente con manguitos de acoplamiento específicos y ensamblado a presión por termo soldadura o por soldadura a tope.

Las tuberías irán convenientemente aisladas térmicamente con coquilla de espuma elastomérica tipo K-FLEX ST.

Los espesores mínimos de aislante serán los establecidos según el RITE y la UNE 100170, a fin de eliminar al mínimo las pérdidas caloríficas, según Decreto 1.490/1.975, es decir, de 40 mm de espesor para diámetros nominales de tubería comprendidos entre DN90 y DN125, de 30 mm de espesor para diámetros nominales de tubería comprendidos entre DN32 y DN75 y de 20 mm para $D < DN25$.

Para las tuberías que transcurren por el interior se establece un espesor mínimo de 20 mm, al ser el rango de temperaturas comprendido entre 66 y 100 °C, y ser el diámetro máximo de 35 mm, en virtud de lo indicado en RITE ITC 03 Apéndice 03.1. Si las tuberías discurren por el exterior el aislamiento se incrementará en 10 mm.

La red irá a una distancia no inferior a 30 cm de cada conducción o cuadro eléctrico. La conducción de agua caliente se dispondrá a una distancia no menor de 4 cm de la instalación de agua fría y nunca se colocará por debajo de esta.

Para la producción de agua caliente se dispondrá de dos calentadores acumuladores eléctricos, cuyas características se pueden observar en el esquema de fontanería, los cuales irán fijados a la pared mediante cuatro pernos de acero de diámetro 10 mm que atravesarán la pared y se unirá con dos contraplacas metálicas de espesor 4 mm.

Se dispondrá un hidromezclador automático en la ducha, para la mezcla automática de agua fría y caliente a fin de rebajar la temperatura del agua caliente para su uso.

Los lavabos están dotados de los correspondientes hidromezcladores manuales de acero inoxidable, con el mismo fin que los automáticos.

Siendo estas instalaciones de agua, extensas y ramificadas, susceptibles de frecuentes modificaciones, existirá un plano general actualizado y un esquema de principio de toda la instalación, que se actualizarán con cada modificación.

El plano de la instalación recogerá todos sus componentes (válvulas de corte, filtros, etc.) con identificación clara de su situación en la edificación, para facilitar su localización.

Habrà un libro registro de mantenimiento que recogerà las operaciones de mantenimiento de la instalación y otras incidencias sufridas por esta, así como los tratamientos aplicados, que de ser efectuados por empresa contratada extenderà un certificado conforme Anexo 2 del R. D. 909/2001 del Ministerio de Sanidad y Consumo.

1.7.14. Instalación de alumbrado

Se realizará la instalación que a continuación se describe y justificada en los cálculos adjuntos.

Habiendo estimado idónea para iluminar y dotar la construcción objeto del presente proyecto.

1.7.14.1. Iluminación natural

La iluminación, mientras exista luz diurna será natural, estando asegurada por los lucernarios de la cubierta en diente de sierra y por la orientación sur de dichos lucernarios. Este es el motivo más importante por el que se ha optado por este tipo de cubierta, ya que ahorrará bastante energía eléctrica retrasando el encendido de la iluminación al caer la tarde.

Estas placas translúcidas estarán sujetas a la estructura por medio de dos rastreles separados entre sí 2 m. La misión de estas placas y ventanas es adoptar un mejor nivel de iluminación natural al interior de la nave. Para mayor detalle revisar los planos.

1.7.14.2. Iluminación artificial.

Atendiendo a las distintas actividades a realizar en la construcción objeto del presente proyecto se han adoptado varios niveles de iluminación, considerando cada caso suficiente para el desarrollo de estas y eligiendo los elementos considerados como mejores en cada caso para alcanzar dichos niveles.

1.7.14.2.1. Nave

Para la nave (tanto zona de turismos y vehículos industriales) elegimos luminarias de reflector simétrico de aluminio abrillantado, anodizado y sellado.

La chimenea tiene la parte superior de aluminio pintado en poliéster color gris, que aloja el equipo eléctrico hasta 400 w., parte inferior en perfil extruido de aluminio anodizado, con sistema de enfoque y portalámparas E-40.

El modelo utilizado es cerrado y incorporan al reflector aro de cierre con resortes de palanca, cristal termoestable y junta de etileno-propileno.

Se pueden suspender utilizando un cáncamo de ½". El modelo elegido es INDALUX 470-DKRX, con lámpara de 400 w de Mercurio color corregido.

En la zona de lavado de turismos se han dispuestos 17 luminarias y en la zona de lavado de vehículos industriales, se ponen 12 luminarias del mismo tipo.

La distribución de las luminarias puede observarse en los planos adjuntos, que ha sido realizada de esta forma para conseguir un reparto luminoso homogéneo y una estética agradable.

Los niveles de iluminación medios alcanzados en la nave son 626.14 lux, según las exigencias visuales de las tareas a desarrollar teniendo en cuenta y cumpliendo con el CTE-SU-4, el R.D 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 2267/2004 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

1.7.14.2.2. Recepción

Para la recepción se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2×58 w. Este es el modelo con mayor rendimiento (hasta un 61%).

Este modelo anteriormente citado será el utilizado para la luminaria de la recepción, la cual se colocará en el punto medio de la habitación destinada para tal fin. Los niveles de iluminación medios alcanzados en la recepción son 397.09 lux, según las exigencias visuales de las tareas a desarrollar teniendo en cuenta y cumpliendo con el CTE, el R.D 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 2267/2004 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

1.7.14.2.3. Administración

Para la administración se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2×58 w. Este es el modelo con mayor rendimiento (hasta un 61%).

Este modelo anteriormente citado será el utilizado para la luminaria de la administración, la cual se colocará en el punto medio de la habitación destinada para tal fin. Los niveles de iluminación medios alcanzados en la administración son 325.3 lux, cumpliendo así las recomendaciones de la NTE – Instalaciones 1º Parte.

1.7.14.2.4. Sala de espera

Para sala de espera, se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2×58 w.

Este modelo anteriormente citado será el utilizado para la luminaria de la sala de espera, la cual se colocará en el punto medio de la habitación destinada para tal fin. Los niveles de iluminación medios alcanzados en la sala de espera son 170.49 lux.

1.7.14.2.5. Vestuarios

Para los vestuarios se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2×58 w. Este es el modelo con mayor rendimiento (hasta un 61%).

Este modelo anteriormente citado será el utilizado para la luminaria de los vestuarios, la cual se colocará en el punto medio de la habitación destinada para tal fin. Los niveles de iluminación medios alcanzados en los vestuarios son 234.74 lux, según las exigencias visuales de las tareas a desarrollar teniendo en cuenta y cumpliendo con el CTE, el R.D 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 2267/2004 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

1.7.14.2.6. Sala de máquinas

Para la sala de máquinas se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2×58 w. Este es el modelo con mayor rendimiento (hasta un 61%).

Este modelo anteriormente citado será el utilizado para la luminaria de la sala de máquinas, la cual se colocará en el punto medio de la habitación destinada para tal fin. Los niveles de iluminación medios alcanzados en la sala de máquinas son 130.46 lux, según las exigencias visuales de las tareas a desarrollar teniendo en cuenta y cumpliendo con el CTE, el R.D 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 2267/2004 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

1.7.14.2.7. Almacén

Para el almacén se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2×58 w. Este es el modelo con mayor rendimiento (hasta un 61%).

Este modelo anteriormente citado será el utilizado para las luminarias del almacén, las cuales se colocarán, una a 2.8 m de la entrada y la otra a 8.3 m de la entrada, centradas y colocadas longitudinalmente, según planos. Los niveles de iluminación medios alcanzados en el almacén son 153.54 lux, según las exigencias visuales de las tareas a desarrollar teniendo en cuenta y cumpliendo con el CTE, el R.D 486/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 2267/2004 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

1.7.14.2.8. Alumbrado exterior.

Para el alumbrado exterior, se elige luminarias cerradas de reparto asimétrico con alojamiento de equipo y sistema de montaje lateral aptas para la utilización de lámparas de M.C.C. y S.A.P.

La carcasa es de fundición inyectada de aleación ligera y marco abatible con acabado de pintura epoxi-poliéster.

El reflector es de una sola pieza en aluminio puro, electroabrillantado, anodizado y sellado, de fácil reposición.

Posee un ambientador isostático que protege al sistema óptico de la polución y la humedad. El portalámparas E-40 con dispositivo de enfoque.

La cuba de cierre es de policarbonato irrompible y junta de cierre de etileno-propileno. La tornillería es de acero inoxidable.

El grado de estanqueidad de esta luminaria es IP-55, según norma U.N.E. 20324.

El modelo elegido es: INDALUX 752-OVX-TK . La lámpara es de 150 w.

Esta luminaria se montará sobre brazos para luminarias de acoplamiento lateral. El brazo elegido esta formado por base fundida en aleación ligera y tubo de aluminio curvado con orientación en plano vertical. El modelo elegido es: INDALUX brazo serie BLA-1033.

1.7.14.2.9. Alumbrado de emergencia

Según el REBT, es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse al fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje al menos del 70 por 100 de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia se instalará en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de éstas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. En el caso de que exista un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de

emergencia. Además deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Según:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBT-2002 - ITC-BT-28).
- Código técnico de edificación - Protección contra incendios en edificios
- Iluminación. Alumbrado de emergencia (UNE EN-1838:2000).

Además de lo citado anteriormente, debe de:

- Proporcionar una luminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurren por espacios distintos de los citados.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan la utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Además nos dice que el alumbrado de emergencia debe distribuirse adecuadamente para permitir, en cuanto sea necesaria la evacuación fácil y segura del público hacia el exterior, para lo cual debe cumplir las funciones de alumbrado ambiental, alumbrado de circulación y alumbrado de reconocimiento de obstáculos.

También nos dice que este alumbrado debe estar basado, como mínimo, en una potencia de 0,5 w por metro cuadrado de superficie del local.

Las lámparas ha utilizar son de una potencia de 15 w que nos suministrarán un flujo luminoso de 125 lm estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo.

La luminaria elegida para la iluminación de emergencia es: Phillips FBS 125.07 20 SFR.

1.7.15. Instalación eléctrica.

Se han previsto varios circuitos de fuerza así como de iluminación, montados todos de forma que las fases se alternen para evitar sobrecargas. Los elementos adoptados han sido justificados en la memoria de calculo, pudiéndose ver la distribución en los planos adjuntos.

1.7.15.1. Consideraciones a tener en cuenta.

Para el cálculo de la instalación eléctrica se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el Reglamento electrotécnico de baja tensión ITC- BT- 30, el cual define como locales mojados aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos de vaho durante largos períodos.

Nuestro caso se puede considerar como local mojado, ya que el local entra dentro de la definición de local mojado, dada por el REBT, por lo que se tendrá que tener en cuenta lo dispuesto para este tipo de locales en la ITC-BT-30.

Además por llegar a contener en su interior más de tres vehículos al mismo tiempo, según el REBT se puede considerar el local como un garaje, pero dada la actividad realizada en el interior de la nave, el area de ventilación natural de la que dispone la nave objeto de éste proyecto y la consideración de la velocidad del viento interior de 0.5 m/s

(según norma), no es necesario considerarlo como local de riesgo de explosión según la norma UNE-EN 60079-10: “Clasificación de emplazamientos peligrosos”. Por lo tanto puedo considerar que la nave, con la ventilación natural proyectada, no es un emplazamiento peligroso y por tanto no tengo porque cumplir las prescripciones de la ITC-BT-29.

1.7.15.1.1. Canalizaciones.

El montaje de las canalizaciones se realizará en todo momento de acuerdo a la ITC-BT-21 al ser una instalación eléctrica considerada como no peligrosa.

Las canalizaciones podrán estar constituidas por:

- Conductores rígidos aislados, de 450/750 voltios de tensión nominal, como mínimo, bajo tubos protectores.
- Conductores rígidos aislados armados, de 1.000 voltios de tensión nominal, como mínimo, fijados directamente sobre las paredes o colocados en el interior de huecos de la construcción.

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores, podrán ser rígidos de 750 voltios o flexibles.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua.

1.7.15.1.2. Conductores aislados.

Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán a una distancia mínima de 5 centímetros de las paredes y la separación entre conductores será de 3 centímetros, como mínimo.

El material utilizado para la sujeción de los conductores aislados fijados directamente sobre las paredes será hidrófugo, preferentemente aislante o estará protegido contra la corrosión.

1.7.15.1.3. Elementos conductores.

Todo elemento conductor no aislado de tierra y accesible simultáneamente a elementos metálicos de la instalación o a los receptores, se unirá a las masas de éstos mediante una conexión equipotencial, unida a su vez al conductor de protección.

1.7.15.1.4. Tubos

Si se emplean tubos para alojamiento de los conductores, éstos serán estancos y aislantes. Se colocarán en montaje superficial y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo, a 2 centímetros de las paredes.

1.7.15.1.5. Aparatos de mando, protección y tomas de corriente

Se recomienda instalar los aparatos de mando y protección y tomas de corriente, fuera de estos locales. Cuando no se pueda cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen una protección equivalente.

1.7.15.1.6. Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción ITC-BT-30, se instalará en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

1.7.15.1.7. Receptores de alumbrado.

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua, la cubierta de los portalámparas será en su totalidad de

materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen en un lugar fácilmente accesible.

1.7.15.1.8. Derivaciones individuales

Se cumplirá lo establecido por la ITC-BT-15

Será la línea que partiendo del equipo de medida de energía enlazará con el cuadro general de protección.

Estará constituida por un sistema trifásico de alimentación, constituido por conductores de fase y de neutro. Los conductores serán unipolares de Cobre, siguiendo su correspondiente código de colores establecida por la ITC-BT-19, con aislamiento de XPLE para 0,6/1kV, en montaje enterrado.

1.7.15.1.9. Cuadro general de protección

Se cumplirá lo establecido por la ITC-BT-17.

En el plano se indica el lugar indicado donde se ubicará el Cuadro General de Protección a una altura mínima de 1 metro desde el suelo.

Estará formado por un armario de doble aislamiento (Clase II) con puerta en material plástico aislante auto extingible. Tendrá capacidad suficiente para alojar todos los elementos correspondientes a las protecciones de la derivación individual y los distintos circuitos previstos.

Las envolventes del cuadro se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

En el cuadro general se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores.

Cerca de cada uno de los interruptores magnetotérmicos del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen. En caso de que no fuera posible se enumerará el interruptor adosándose a la puerta del armario una lista alusiva de los circuitos.

Del cuadro general de protección, partirán los circuitos interiores que discurrirán por el local. El cuadro general alojará en su interior un interruptor general automático de corte omnipolar (dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos), interruptores diferenciales (destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos), dispositivos de corte omnipolar (destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local) y disyuntores (hacen la función de diferencial y magnetotérmico).

El cuadro anteriormente descrito, dispondrá de un borne para la conexión de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra, según ITC-BT-26, apartado 5.

1.7.15.2. Instalación

La instalación se realizará mediante conductores aislados bajo tubo, empotrado o en un montaje superficial.

1.7.15.2.1. Condiciones

En la ejecución de la instalación deberá tenerse en cuenta:

- El cuadro de distribución se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general, y su emplazamiento no podrá, en consecuencia, corresponder a cuartos de baño, retretes, dormitorios, etc. Este cuadro estará realizado con materias no inflamables.

- Las canalizaciones admitirán, como dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como conductor neutro y, eventualmente, un conductor de protección cuando sea necesario.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.
- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. Cuando resulte impracticable cumplimentar esta disposición, las tomas de corriente que se conecten a la misma fase deben estar agrupadas y se establecerá una separación entre tomas de corriente conectadas a fases distintas, de por lo menos 1,5 metros.
- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

1.7.15.2.2. Instalaciones en aseos

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

- Volumen de prohibición: Es el volumen limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la ducha, y los horizontales constituidos por el suelo y por un plano situado a 2,25 metros por encima del fondo de aquéllos o por encima del suelo, en el caso de que estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.

- Volumen de protección: Es el comprendido entre los mismos planos horizontales señalados para el volumen de prohibición y otros verticales situados a 1,00 metro de los del citado volumen.

En el volumen de prohibición en ningún aseo de los aseos de la nave no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores, que en el caso que nos ocupa es así, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad. Podrán instalarse aparatos de alumbrado de instalación fija, preferentemente de Clase II de aislamiento, o en su defecto, no presentarán ninguna parte metálica accesible y en los portalámparas no se podrán establecer contactos fortuitos con partes activas al poner o quitar las lámparas. En estos aparatos de alumbrado no se podrán disponer interruptores ni tomas de corriente, a menos que estas últimas sean de seguridad.

Tanto en el interior de los volúmenes de prohibición como de protección, en todos los aseos de la nave, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conductores aislados colocados bajo tubos aislantes, admitiéndose para estos tanto el montaje empotrado como el superficial.

El calentador de agua se instalará fuera del volumen de prohibición, como se puede ver en el correspondiente plano, con objeto de evitar las proyecciones de agua al interior del aparato.

Fuera del volumen de protección se han instalado todos los interruptores, tomas de corriente y aparatos de alumbrado. Las tomas de corriente estarán provistas de un contacto de puesta a tierra, a menos que sean tomas de seguridad. Los aparatos de alumbrado no podrán ser colocados suspendidos de conductores, ni podrán utilizarse portalámparas ni soportes metálicos para éstos, tal y como los modelos elegidos para este fin.

Se realizará una conexión equipotencial entre los platos de duchas metálicos elegidos para los vestuarios. El conductor que asegure esta conexión debe estar preferentemente soldado o fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de

sujeción, a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí.

1.7.15.2.3. Distribución de zonas.

En los planos que se adjuntan se puede observar la planta de la instalación eléctrica de la nave industrial, en la cual existen 4 zonas bien diferenciadas:

- Zona dedicada a oficinas y sala de espera.
- Zona dedicada al lavado y engrase de turismos (zona mojada, pues las máquinas funcionan con agua, tal es el caso de las lavadoras, tren de lavado, etc).
- Zona de almacenamiento, sala de máquinas y vestuarios.
- Zona dedicada al lavado y engrase de vehículos industriales.

Para la zona de oficinas utilizaremos una canalización formada por conductores unipolares aislados (0.6/1 KV, XPLE) bajo tubo aislante rígido normales curvables en caliente, fabricados con material aislante, generalmente policloruro de vinilo, empotrados en la pared, tanto para los circuitos de alumbrado como para las tomas de corriente; Los tubos anteriormente citados son estancos y no propagadores de la llama.

Para la zona de turismos se utilizarán conductores unipolares aislados (0.6/1 KV, XPLE) en tubos metálicos blindados normalmente de acero, estancos y no propagadores de la llama, con aislamiento interior constituidos por un forro aislante de papel impregnado, para los circuitos de alimentación a la maquinaria y utilizaremos conductores unipolares aislados (0.6/1 KV, XPLE) bajo los mismos tubos anteriormente citados, en montaje superficial, para el resto.

Para la zona de almacenamiento, vestuarios y sala de máquinas se utilizarán conductores unipolares aislados (0.6/1 KV, XPLE) en tubos metálicos blindados, normalmente de acero, en montaje superficial, para los circuitos de alimentación a la

maquinaria y utilizaremos conductores unipolares aislados (0.6/1 KV, XPLE) bajo los mismos tubos anteriormente citados, en montaje superficial, para el resto.

Para la zona de vehículos industriales se utilizarán conductores unipolares aislados (0.6/1 KV, XPLE) bajo tubos metálicos blindados en montaje superficial, tanto para los circuitos de fuerza motriz como para los de alumbrado.

1.7.15.3. Puesta a tierra.

1.7.15.3.1. Disposiciones generales.

Se realizará según lo recogido en la instrucción ITC-BT-18.

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La puesta a tierra tiene por objeto conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la descarga de origen atmosférico.

1.7.15.3.2. Elementos que componen las tomas de tierra de la nave

El sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

1. Tomas de tierra.

1.1. Instalación.

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección y en este caso se ha optado por el sistema instalar en el fondo de las zanjas de cimentación de la nave, un cable rígido de cobre desnudo de una sección de 35 mm^2 formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro de la nave. A este anillo se conectan electrodos verticalmente hincados en el terreno, como es mi caso, para disminuir la resistencia de tierra que presenta el conductor del anillo.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectará, la estructura metálica del edificio o, a la cimentación del mismo a un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata. Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto para los puntos de puesta a tierra, como se indica en el plano.

1.2. Elementos que componen las tomas de tierra.

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo. Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener. El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior a 24 V.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones superiores al valor señalado anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados de la corriente de servicio.

NOTA.- La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los electrodos a utilizar en nuestra instalación serán:

a) Conductores enterrados horizontalmente:

Estos conductores serán conductores o cables de cobre desnudo de 35 mm² de sección, como mínimo.

Estos electrodos deberán estar enterrados a una profundidad que impidan sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm

b) Picas verticales:

Las picas verticales podrán elegirse de entre diferentes tipos de picas. Mi elección es una barra de cobre de 14 mm de diámetro como mínimo.

La longitud mínima de este electrodo no será inferior a 2 m.

- Línea de enlace con tierra: Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Estará constituida por una pletina de cobre recubierta de cadmio de 2.5 x 33 cm y 4 mm de espesor apoyada sobre material aislante.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas

de enlace y principal de tierra de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

2. Líneas principales de tierra

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

3. Derivaciones de las líneas principales de tierra

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

4. Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

5. Arqueta de conexión

Para hacer registrables las conexiones a la conducción enterrada de las líneas principales de bajada a tierra de las instalaciones del edificio. Estarán constituidas por:

- Muro aparejado de ladrillo macizo y 11.5 de espesor, con juntas de mortero M-40. Formará un rectángulo de 38×50 cm medidos en las caras interiores. Irá construido a partir de una solera, de espesor 10 cm, de hormigón HM-20.

En su parte superior llevará un cerco de perfil de acero laminado L 70.7 con patillas de anclaje en cada uno de sus ángulos. Las caras interiores de la arqueta irán enfoscadas con mortero 1:3.

- Tapadera constituida por losa de hormigón HA-25, armado por una parrilla formada con redondos de diámetro 6 mm cada 10 cm y soldados a un perfil de acero laminado L 60.6.
- Tubo de PVC de diámetro 60 mm.
- Punto de puesta a tierra de cobre recubierto de cadmio.

1.7.16. Instalación de aire comprimido.

Según el reglamento de equipos a presión, aprobado por Real Decreto 2060/2008, al resultar el producto $P \times V$ del aparato que se instala en el local menor de 25000 bar x l, no se precisa la redacción de un proyecto para la puesta en funcionamiento de la instalación de aire comprimido. Aporto para ello, los datos referentes a las características generales de los componentes de la instalación.

Volumen compresor = 300 l.

Presión del compresor = 10 bar.

Por tanto en nuestro compresor tendremos:

$$P \times V = 10 \text{ bar} \times 300 \text{ l} = 3000 \text{ bar} \times \text{l}$$

$$3000 \text{ bar} \times \text{l} < 25000 \text{ bar} \times \text{l}$$

Justificada la no redacción del proyecto de la instalación de aire comprimido, paso a relatar las partes de la que deberá constar y la instalación ha ejecutar, para abastecer a la maquinaria o procesos que necesitan de aire comprimido para su funcionamiento. Para ello vamos a instalar un compresor de aire de pistón lubricado con una presión máxima de 10 bar, una potencia de 11 Kw y un caudal de 30.3 l/s. Se calculará el diámetro de las tuberías para que la pérdida de carga máxima en cualquier punto de la instalación sea de 0,1 bar a una presión máxima de trabajo de 10 bar.

Las tuberías serán de acero galvanizado de 18 mm de diámetro y 3 mm de espesor, se situarán a una altura de 5 m sobre el nivel del suelo, los bajantes llegarán a una altura de 1.2 m. Las tuberías irán soldadas para evitar fugas.

Además, para eliminar posibles averías en las herramientas neumáticas o daño en la red de aire, por el contenido de agua en el aire comprimido, el compresor elegido incorpora un secador compacto (aftercooler) que reduce la temperatura del aire a la salida del compresor, sin esperar a que ese descenso tenga lugar en las propias líneas de suministro de aire comprimido y produzca allí condensaciones, drenando el agua de condensación que se extrae y proporcionando aire comprimido seco (ver apartado de características técnicas de la maquinaria).

Se ha procurado que la distribución, desde la sala de máquinas, minimice en la medida en que ha sido posible las longitudes de las tuberías desde el compresor al punto más alejado.

Algunos detalles que se han respetado son:

- Los puntos de drenaje se colocan con la ayuda de T's, ya que el cambio brusco en la dirección del flujo facilita la separación de las gotas de agua de la corriente de aire.
- Las tuberías deben ir descendiendo levemente en la dirección del flujo. La pendiente puede fijarse aproximadamente en un 2%.
- Las conexiones de las diversas ramificaciones se hacen desde arriba (para obstaculizar al máximo posibles entradas de agua).
- En los puntos de consumo se colocará un filtro final así como un regulador de presión que acondicione finalmente el suministro de aire comprimido.
- Se colocarán puntos de drenaje de condensados en los puntos más bajos de la instalación. Así mismo, en la línea principal se colocará puntos de drenaje cada 30 metros, saliendo siempre desde el punto inferior de la tubería.
- El número de juntas y codos debe reducirse al máximo posible. De esta forma las pérdidas serán las menores posibles.

1.7.17. Instalación contra incendios.

La justificación y cálculos de esta instalación se basará en la aplicación del “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales” (R.D. 2267/2004) y de la CTE, DB-SI.

Las soluciones a adoptar en este sentido, vienen descritas en el punto “2.2. Estudio de prevención de incendios” de los Anexos y en el plano de estas instalaciones.

En resumen, la protección contra incendios se realizará mediante la instalación de equipos de extintores portátiles en el interior del edificio y estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Se colocarán 6 extintores; 1 en oficinas de 6 Kg de capacidad y eficacia 21A 113B, 4 en la nave de 12 Kg de capacidad y eficacia 21A 113B, y 1 en las inmediaciones del depósito acumulador del aceite usado de 50 Kg ,con ruedas, de eficacia 21A 113B.

1.7.18. Implantación de máquinas.

La implantación y situación de las máquinas viene dada en relación con el uso empresarial. Se ha estudiado la organización industrial del sistema para que los turismos y demás vehículos tengan el menor recorrido posible.

La nave tendrá tres entradas de acceso principal, del tipo elevable, situadas en la fachada principal de la nave, es por donde entran los distintos vehículos.

Las dimensiones de dicha puerta serán de 5 m de ancho por 5 m de alto, siendo lo suficientemente grande para albergar con holgura a los camiones y a los turismos con un margen mínimo.

Para una mejor organización se han establecido varias zonas de trabajo donde los vehículos seguirán una cadena de limpieza y engrase y no se llegue a producir un cuello de botella. Las distintas zonas de trabajo serán las siguientes:

- 1) Zona de Almacenaje: Donde se almacenarán los productos necesarios para el lavado y engrase de los distintos vehículos. El almacenamiento se realizará por medio de estanterías construidas para tal efecto.
- 2) Zona de lavado de turismos: Situada a la izquierda de la zona de almacenaje. En primer lugar el turismo se limpiará con agua jabonosa a presión para arrancar la suciedad más profunda, que en ocasiones no quita el tren de lavado. A continuación se pasa el turismo por el tren de lavado donde se dará por finalizada la limpieza exterior.
Luego si el cliente lo desea se pasará a la zona de limpieza de interiores donde se procederá a la limpieza interior del vehículo, dando por finalizada la limpieza total del vehículo.
- 3) Zona de petroleado: Zona destinada al petroleado del turismo.
- 4) Zona de limpieza y engrase de vehículos industriales y turismos: Donde se procede a la limpieza de vehículos industriales y al engrase tanto de estos vehículos como de los turismos.

Para determinar la distancia mínima entre máquinas exigida por la ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo, se ha utilizado la fórmula de Guerchet: el autor de esta fórmula fija de antemano los siguientes conceptos:

- Superficie estática S_s : Es la superficie ocupada por la máquina y/o mobiliario.
- Superficie de gravitación S_g : Es la superficie utilizada alrededor de la máquina. Se obtiene multiplicando S_s por el número de lados N a partir de los cuales la máquina debe ser utilizada (por el operario, materiales, útiles, etc.).

De tal modo que:

$$S_g = S_s \times N$$

- Superficie de evolución S_e : Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para desplazamiento del personal y los materiales.

$$S_e = (S_s + S_g).K = (S_s + S_s.N).K = (1+N).S_s.K$$

K es coeficiente que varía de 0.05 a 3 dependiendo de la clase de industria que se trate (para nuestro caso se toma $K = 1.1$)

Obteniendo así el siguiente cuadro de resultados:

Maquina		Longitud (m)	Anchura (m)	Superficie Estática (m ²)	Superficie de evolución (m ²)	Potencia (kW)
Tren de lavado		15	2.5	37.5	82.5	28
Lavadoras	1	1.3	0.7	0.91	2.002	3.3
	2	1.6	1	1.6	3.52	5.5
Compresor		1.2	0.8	0.96	2.112	11
Aspiradoras		0.4	0.4	0.16	0.352	1.2

1.7.19. Ruidos y vibración

El límite admisible de nivel sonoro emitido al exterior de la nave, según se establece en los reglamentos para el desarrollo y ejecución de la ley de protección ambiental, sera: 75 dBA durante el día, y 70 dBA durante la noche.

Para reducir los riesgos provocados por este tipo de contaminación atmosférica así como para intentar no rebasar estos límites, se ha proyectado la bancada para el tren de

lavado sobre el suelo firme y aislada de la estructura de la edificación y del suelo del local por medio de material absorbente de la vibración.

La bancada de sustentación estará realizada de la forma siguiente:

1. Tendrá la misma forma que el tren de lavado, con un espesor de 35 cm.
2. En el fondo de la misma se colocará una plancha de corcho de 10 cm de espesor, la cual irá sobre una capa de 5 cm de hormigón de limpieza.
3. Las garras de fijación del elemento de trabajo deberá quedarse siempre por encima de la plancha de corcho unos 2 cm, ya que si la distancia es menor no se consiguen eliminar las vibraciones.

Las máquinas cuya cimentación este constituida por zapatas también estarán dotadas de elemento absorbente.

Para evitar que se transmitan estas vibraciones por los productos de fontanería, la conexión del tren de lavado con estas se realizará por medio de conductos de material elástico.

1.7.20. Cumplimiento de Las Normas de Seguridad e Higiene.

Supongo que para ejecutar de forma normal la actividad empresarial a realizar en estas instalaciones se prevé el trabajo de 5 personas. Para esto habrá que tener en cuenta que:

- Existirá un lavabo para cada 10 empleados y un espejo por cada 25 empleados que terminen su trabajo simultáneamente, un inodoro para cada 25 hombres y otro para cada 15 mujeres que trabajen en la misma jornada.
- Una ducha de agua fría y caliente para cada 10 trabajadores
- La zona de trabajo cumple: (Ver planos)
 - a) Tres metros de altura desde el piso al techo.
 - b) Dos metros cuadrados por cada trabajador.
 - c) Diez metros cúbicos por cada trabajador.

- El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso; en nuestro caso será de hormigón, no resbalizo o susceptible a serlo con el uso y de fácil limpieza. Todo estará al mismo nivel mejorando la accesibilidad a los clientes.
- Las paredes serán lisas y susceptibles de ser lavadas.
- Los techos tienen las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.
- Se dispondrá vestuario para estos, siendo un mínimo de 2 m² por trabajador y a una altura mínima de 2.3 m.
- Dichos vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave para guardar la ropa y calzado.
- La altura de los aseos será como mínimo 2.3 m.
- Las dimensiones mínimas, según normativa, de las cabinas de los inodoros serán de 1 m por 1.2 m de superficie y 2.3 m de altura y en nuestro caso se cumple.
- Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.
- Las duchas están en los vestuarios y aseos.
- Cuando los inodoros y vestuarios comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior natural o forzada. Para dar cumplimiento a esta norma se instalará un sistema de extracción forzada y admisión natural.

El sistema de extracción estará formado por un ventilador helicentrífugo de bajo perfil para conducto, instalado en el interior del vestuario, aspirando mediante conductos y difusores circulares repartidos uniformemente por el techo de los vestuarios. La descarga de aire se realizará por la facha trasera de la nave, a una altura superior a los 3 m.

Teniendo en cuenta que el volumen de aire a extraer así como las exigencias de calidad de aire exterior expuestas anteriormente se han elegido las cajas de ventilación cuyas características son las siguientes:

- Marca: SOLER & PALAU
- Tipo: Ventiladores helicentrífugos IN-LINE
- Modelo: TD-350/125

- Caudal máximo: 280 m³/h
- Potencia motor: 22 W
- Tensión: 230 V
- Velocidad: 1900 r.p.m.
- Presión sonora: 28 dB(A)
- Peso: 2 Kg

Todas las exigencias planteadas anteriormente son cumplidas por las instalaciones del presente TFG.

1.7.21. Protección del personal

A todo el personal empleado en la empresa se le dotará de los medios necesarios para la seguridad y comodidad en el desempeño de sus funciones tales como ropa de trabajo, guantes, petos, botas...

En el manejo de las máquinas se prohíbe al personal el uso de prendas peligrosas como bufandas, batas, ect..., durante el funcionamiento de las mismas.

Igualmente la protección de este personal contra contactos indirectos se realizará mediante la instalación en los cuadros de distribución de interruptores diferenciales con una sensibilidad de 0.03 A para la red de fuerza.

1.7.22. Servicios higiénicos

La higiene y aseo personal de los operarios al finalizar cada jornada de trabajo, quedará bien asegurada por medio de los aseos dispuestos para tal fin.

El cambio de ropa de calle por la de trabajo de los trabajadores de la empresa, se realizará en un vestuario dispuesto para tal fin.

Estas dependencias a que nos hemos referido están de acuerdo con los artículos 38 y 42, ambos incluidos, de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

1.7.23. Instalaciones sanitarias

Como medida preventiva, se dispondrá en la zona de trabajo, bien señalizado y convenientemente situado, un botiquín que un que estará a cargo de la persona más capacitada, designada por la empresa.

Este contendrá como mínimo: agua oxigenada, alcohol de 96°, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, antiespasmóticos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsa de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico.

1.7.24. Consideraciones finales

Las disposiciones de la ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo se ajustan a la protección mínima de personas que intervengan en la ejecución de las obras comprendidas en este proyecto, a fin de evitar accidentes y enfermedades profesionales, y lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar en los centros y puestos de trabajo para las personas que desarrollan su actividad.

En la memoria se detalla la formación de cada unidad de obra y las características de los materiales que la componen, igualmente se especifican las razones que determinan la aceptación de la misma.

Los detalles constructivos y características de los elementos resistentes se encuentran reflejados en los planos adjuntos, detallándose los cálculos de cada uno de dichos elementos en la memoria de cálculo.

Las condiciones por las que se regirá la interpretación y realización de este proyecto se encuentran recogidas en el pliego de condiciones que le acompaña.

El resto de los planos y demás documentos, definen suficientemente las características contenidas en el mismo.

Linares, 25 de Mayo 2016

Fdo. Jesús Salvador Martínez Casado.

2. ANEXOS

2.1. CÁLCULOS

2.1.1. Cálculo de La Nave

2.1.1.1. Características base

La superficie a construir ocupará una superficie total de novecientos sesenta metros cuadrados.

Las características principales de la nave a construir son las siguientes:

Luz 20.00 m.

Altura de pilares 7.00 m.

Separación entre formas 6.00 m.

2.1.1.2. Material de cubierta.

Como material de cubierta, pondremos placas tipo sandwich que pesan 15.4 kg/m^2 .

2.1.1.3. Cargas sobre cubierta

La pendiente del faldón será del 33%, el inclinado, y 90° el otro faldón.

Determinación de las cargas:

Permanentes:

Material de cubierta..... 15.4 kg/m^2

Material de Fijación..... 5 kg/m^2

$$\text{Total} \rightarrow P = 13.5 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecarga de Nieve

Las acciones características que se tendrán en cuenta en los cálculos serán las prescritas en el CTE DB-SE AE. Luego:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:

μ coeficiente de forma de la cubierta.

s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

$$\text{Altitud topográfica de Jaén} \rightarrow 570 \text{ m}$$

$$s_k = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\mu \text{ (interpolando)} = 0.94$$

$$N = 60 \text{ kg/m}^2 \times 0.94 = 56.92 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecarga de Viento

La sobrecarga de viento sobre la cubierta, suponiendo el tipo de edificación con menos de 30% de huecos y teniendo en cuenta de que se trata de una cubierta en diente de sierra, tendríamos:

$$q = q_e \times (\text{ancho de carga})$$

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

$$q_b = \text{Presión dinámica: DB-SE-AE. Anejo D} \rightarrow \text{Zona eólica} \rightarrow \text{Linares} \rightarrow \text{Zona A}$$

$$q_b = 0.42 \text{ KN/m}^2$$

C_e = coeficiente de exposición:

Ubicación: Polígono industrial → Tabla - Anejo D2.

$$K = 0.22 \quad L = 0.3 \text{ m} \quad Z = 5 \text{ m}$$

Siendo:

$$C_e = F \times (F + 7K)$$

Donde:

$$F = K \times \ln (\max (z,Z) / L)$$

C_e para cubierta:

$$\text{Max } (z,Z) = \max (8,5) = 8 \text{ m.}$$

$$F = 0.22 \times \ln (8/0.3) = 0.722$$

$$C_{e \text{ cubierta}} = F (F + 7K) = 0.722 (0.722 + 7 \times 0.22) = 1.63$$

C_e para fachada lateral:

$$\text{Max } (z,Z) = \max (3.5,5) = 5 \text{ m.}$$

$$F = 0.22 \times \ln (5/0.3) = 0.619$$

$$C_{e \text{ lateral}} = F (F + 7K) = 0.619 (0.619 + 7 \times 0.22) = 1.34$$

Acción del viento sobre fachada lateral:

Area de influencia en los pórticos centrales:

$$A = \text{Altura de pilar} \times \text{distancia entre pilares} = 7 \times 6 = 42 \text{ m}^2.$$

$$h/d = (7+2) / 20 = 0.45$$

Tabla D1 parametros verticales:

A (m ²)	h/d	A	B	C	D	E
>10	0.45	-1.2	-0.8	-0.5	0.7	-0.3

$$\text{Barlovento: } q_e = q_b \times C_{e \text{ lateral}} \times D = 0.42 \times 1.34 \times 0.7 = 0.393 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Sotavento: } q_e = q_b \times C_{e \text{ lateral}} \times E = 0.42 \times 1.34 \times (-0.3) = -0.168 \text{ KN/m}^2$$

Carga soportada por los pórticos centrales:

$$\text{Barlovento: } q_e \times \text{ancho de carga} = 0.393 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = 2.358 \text{ KN/m}$$

$$\text{Sotavento: } q_e \times \text{ancho de carga} = -0.168 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ m} = 1.008 \text{ KN/m}$$

Acción del viento sobre la cubierta:

1º Hipótesis: Ángulo de viento $-45^\circ < \beta < 45^\circ$

Cubierta en diente de sierra → Tabla D6 → Tabla D3

$$\alpha = 33^\circ \sim 30^\circ$$

$$A > 10 \text{ m}^2$$

El coeficiente más desfavorable:

$$F = 0.7$$

$$\text{Faldón inclinado: } q_e = q_b \times C_{e \text{ cubierta}} \times F = 0.42 \times 1.63 \times 0.7 = 0.479 \text{ KN/m}^2$$

$$q = q_e \times \text{ancho de carga} = 0.479 \sqrt{6^2 + 2^2} = 3.02 \text{ KN/m}^2$$

2º Hipótesis: Ángulo de viento $135^\circ < \beta < 225^\circ$

Cubierta en diente de sierra $\rightarrow$ Tabla D6 $\rightarrow$ Tabla D3

$$\alpha = 33^\circ \sim 30^\circ$$

$$A > 10 \text{ m}^2$$

El coeficiente más desfavorable:

$$F = -1.1$$

$$\text{Faldón inclinado: } q_e = q_b \times C_{e \text{ cubierta}} \times F = 0.42 \times 1.63 \times (-1.1) = -0.75 \text{ KN/m}^2$$

$$q = q_e \times \text{ancho de carga} = -0.75 \times \sqrt{6^2 + 2^2} = -4.75 \text{ KN/m}^2$$

3º Hipótesis: Ángulo de viento $45^\circ < \beta < 135^\circ$

Cubierta en diente de sierra $\rightarrow$ Tabla D6 $\rightarrow$ Tabla D3

$$\alpha = 33^\circ \sim 30^\circ$$

$$A > 10 \text{ m}^2$$

El coeficiente más desfavorable:

$$F_{\text{sup}} = -2.1$$

$$\text{Faldón inclinado: } q_e = q_b \times C_{e \text{ cubierta}} \times F = 0.42 \times 1.63 \times (-2.1) = -1.437 \text{ KN/m}^2$$

$$q = q_e \times \text{ancho de carga} = -1.437 \times \sqrt{6^2 + 2^2} = -9.08 \text{ KN/m}^2$$

Acción del viento sobre la fachada frontal:

A = área de influencia del elemento

$$A = 4 \times 5 = 20 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$$

Nos vamos a la tabla D1 y con los datos:

$$A > 10 \text{ m}^2 \quad h/d = 9/48 = 0.1875 < 0.25$$

La zona más desfavorable $\rightarrow$ Zona A = -1.2

$$q_e = q_b \times C_{e \text{ lateral}} \times C_p = 0.42 \times 1.34 \times (-1.2) = -0.675 \text{ KN/m}^2$$

$$q = q_e \times \text{ancho de carga} = -0.675 \times 9 = -6.07 \text{ KN/m}^2$$

2.1.1.4. Cálculo de correas.

Las correas serán calculadas como vigas continuas sin tirantas, para obtener un perfil más pequeña, por consiguiente un considerable ahorro de material. Estarán formadas por perfiles IPN, concretamente el perfil IPN 120. La separación entre las correas para la cercha es de 1.05 m.

En primer lugar, se pasará al cálculo del vano:

Para calcular el vano se tomará la distancia de un ala y se le restará el ancho de la IPN elegida:

$$(6.32 - 0.058) / 6 = 1.04 \text{ m.}$$

Paso de kg/m^2 a kg/m (multiplicando por el ancho del vano)

Peso de la viga : 11.1 kg/m

Viento : $10.959 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.04 \text{ m} = 11.397 \text{ kg/m}$

Nieve : $56.92 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.04 \text{ m} = 59.19 \text{ kg/m}$

Peso placa sandwich : $15.4 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.04 \text{ m} = 16.016 \text{ kg/m}$

Peso anclaje : $5 \text{ kg/m}^2 \cdot 1.04 \text{ m} = 5.2 \text{ kg/m.}$

Ponderando las cargas :

$$P_x' = 1.35 (11.1 + 16.016 + 5.2) \cos 18.43^\circ + 59.19 \cdot 1.5 \cdot \cos 18.43 + 11.397 \cdot 1.5 = 142.102 \text{ kg/m}$$

$$P_x' = 142.102 \text{ kg/m}$$

$$P_y' = 1.35 (11.1 + 16.016 + 5.2) \sin 18.43^\circ + 59.19 \cdot 1.5 \cdot \sin 18.43^\circ = 41.65 \text{ kg/m}$$

$$P_y' = 41.65 \text{ kg/m}$$

Comprobación a resistencia:

Se usará acero S275 JR.

$$\sigma^* = \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_{adm}$$

σ^* = Tensión de la correa.

σ_{adm} = Tensión admisible, que vale 2600 kg/cm²

W_X , W_Y = Módulos resistentes según los ejes X e Y.

$$W_x = 54.7 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 7.41 \text{ cm}^3$$

Para vigas continuas y cuatro vanos iguales, el mayor momento flector se presenta en el segundo apoyo y tiene de valor $0.107q^*l^2$:

$$M_x' = 0.107 \cdot P_x' \cdot l^2 = 380.122 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M_y' = 0.107 \cdot P_y' \cdot l^2 = 111.413 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$\sigma^* = \frac{380.12}{54.7} + \frac{111.413}{7.41} = 2198.47 \text{ kg} / \text{cm}^2 < 2600 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Comprobación a flecha:

La flecha en el centro del vano de una viga biapoyada de sección constante y perfil simétrico de canto h y luz l puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$f(mm) = \alpha \frac{\sigma(kg/mm^2) \times l^2(m^2)}{h(cm)}$$

Donde:

α = Un coeficiente que depende de la clase de situación y del tipo de correa.

$$f = 0.3 \frac{21.98 \times 5^2}{12} = 13.73 \text{ mm}$$

y según el CTE, la flecha admisible en vigas de cubiertas es:

$$f_{adm} = l/300 = 5000/300 = 16.6 \text{ mm}$$

Comprobación a pandeo lateral:

Debe cumplirse en las vigas la condición:

$$M^* < M_{cr}$$

Donde:

M^* es el máximo momento flector ponderado que actúa sobre la viga.

M_{cr} es el momento crítico de pandeo lateral.

Para vigas de sección simétrica con relación a un eje horizontal que pase por el baricentro, como es nuestro caso, con el IPN-120, el valor del momento crítico es:

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{E G I_Y I_T}$$

Donde:

l es la longitud teórica de pandeo lateral = 5 m.

I_Y es el momento de inercia respecto al eje contenido en el plano de flexión = 21.5 cm⁴

E módulo de elasticidad del acero;

G módulo de rigidez del acero;

I_T módulo de torsión de la sección total de la viga = 2.92 cm⁴

Sustituyendo valores en la fórmula obtenemos:

$$M_{cr} = 64929.59 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M^* = 441.31 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Luego:

$$M^* < M_{cr}$$

Como podemos observar, el perfil escogido anteriormente IPN-120, cumple las condiciones exigidas.

2.1.1.5. Cálculo de la cercha.

La cercha tendrá una pendiente del 33% ($\alpha=18.43^\circ$) y una luz de 6m, las cerchas estarán separadas 5 m entre sí.

El cálculo de los esfuerzos en las barras y de los desplazamientos de los nudos (de la cercha y de la celosía) se ha hecho mediante el programa de cálculo matricial de MORAN-CABRÉ

La ordenación de los nudos viene especificada en el punto 2.1.3.

Comprobación de perfiles:

1.Cordon inferior:

Como todas las barras son de igual longitud menos la barra 1-7, comprobaremos esta aparte:

Barra 1-7:

$$\square 40.2$$

$$A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} < \sigma_e$$

Como se trata de un cordón comprimido, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 266.6 = 266.6 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{266.6}{1.53} = 174.24$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 5.21$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 5.21 \frac{98}{2.9} = 176.06 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Elegimos el perfil cuadrado **□ 40.2** (tiene de área 2.9 cm²)

Como todas las demás tienen igual longitud y se trata de tracción, se toma el mayor esfuerzo (que se presenta en la barra (2-3)) y tiene de valor 3.409 Tn:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{3409}{2.9} = 1175.51 \text{ kg/cm}^2$$

Así, para la **barra 2-3** : □ **40.2**

2. Cordon superior:

Todas las barras que se presentan en el cordón superior están sometidas a esfuerzos de compresión, y tienen la misma longitud. Cogemos el mayor esfuerzo (que se presenta en la barra (12-13) y tiene de valor -3.499 Tn:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 105.4 = 105.4 \text{ cm} \quad \lambda = \frac{L_k}{i}$$

Con i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{105.4}{1.53} = 68.88$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 1.31$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 1.31 \frac{3499}{2.9} = 1580.58 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Eligiendo un perfil cuadrado, cogemos un □ **40.2** (tiene de área 2.9 cm²)

3. Diagonales y montantes:

En este caso, al tener longitudes diferentes, hay que comprobarlas una por una. Se eligen entre los perfiles $\square$:

Barra 7-8

$$\square 40.2A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$i = 1.53 \text{ cm}$$

$$L = 105.4 \text{ cm}$$

$$\beta = 0.8$$

$$L_k = 0.8 \cdot 105.4 = 84.32 \text{ cm}$$

$$\text{Entonces: } \lambda = \frac{84.32}{1.53} = 55.11 \quad \Bigg| \quad \omega = 1.17$$

$$\text{Y por consiguiente } \sigma = \omega \cdot \frac{F}{A} = 1.17 \frac{1294}{2.9} = 552.06 \text{ kg/cm}^2$$

Así, para la **barra 7-8**: $\square 40.2$

Como todos los montantes están sometidos a compresión y el mayor esfuerzo lo encontramos en la barra 7-8, no es necesario comprobar las demás barras, ya que si para esta es válido el perfil 40.2 para las demás también lo será (ya que no hay perfiles menores al 40.2, no podremos reducir aún más las secciones de los perfiles).

Barras 5-8 y 8-9: (tienen la misma longitud e igual esfuerzo)

$$\square 40.2A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{778}{2.9} = 268.27 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Así, para las **barras 5-8 y 8-9**: $\square 40.2$

Barras 3-6 y 10-11: (tienen la misma longitud e igual esfuerzo)

$$\square 40.2 A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{682}{2.9} = 235.17 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Así, para las **barras 3-6 y 10-11**: $\square 40.2$

Comprobación a flecha:

Según el CTE, la flecha no de superar el valor:

$$F_{\max} \leq \frac{L}{300} = \frac{6}{300} = 0.02 \text{ mm}$$

Como se puede observar en los datos facilitados por el programa Morán-Ca, ningún nudo sobrepasa este valor, en especial el nudo central (el nudo 7), cuya flecha es 0.0089 mm.

Cálculo del peso de la cercha:

El peso total de la cercha lo calculamos sumando el peso de cada barra que se obtiene multiplicando la densidad lineal del perfil por su longitud correspondiente que se resume en el siguiente cuadro:

BARRAS			Tipo de perfil	Densidad Lineal (Kg/m)	Longitud de la barra (m)	Peso de la barra (Kg)
Del Nudo	Al Nudo	Nº de Unidades				
Cordón superior		6	□ 40.2	2.28	1.054	14.41
1	2	1	□ 40.2	2.28	2	4.56
1	7	1	□ 40.2	2.28	2.666	6.07
3	4	1	□ 40.2	2.28	0.351	0.8
3	6	1	□ 40.2	2.28	1.111	2.53
5	6	1	□ 40.2	2.28	0.702	1.6
5	8	1	□ 40.2	2.28	1.266	2.88
7	8	1	□ 40.2	2.28	1.054	2.4
8	9	1	□ 40.2	2.28	1.266	2.88
9	10	1	□ 40.2	2.28	0.702	1.6
10	11	1	□ 40.2	2.28	1.111	2.53
11	12	1	□ 40.2	2.28	0.351	0.8
Cordón inferior		6	□ 40.2	2.28	1.111	15.18
					Peso de la cercha	58.24 kg

2.1.1.6. Cálculo de la celosía.

La celosía elegida es tipo Warren con montantes, la cual tendrá 20 m de luz y habrá 6 m de distancia entre celosías.

Sobre esta celosía se apoyarán las cerchas, colocadas estas cada 5m.

Sobre la celosía actúan tanto fuerzas en el plano, como en el plano perpendicular, por lo que, para resolverla con el programa del Morán-Ca habrá que crear dos archivos, uno para las cargas que estén en el plano (AM2, estructuras articuladas) y otro para las cargas perpendiculares al plano de la estructura (AM4, emparrillados).

1. Cargas en el plano:

Peso de la cercha = 58.24 kg.

Reacciones de la cercha:

Reacciones en el nudo 1:

$$R_{1V} = 1364 \text{ kg.}$$

$$R_{1H} = 98 \text{ kg.}$$

Reacción en el nudo 13:

$$R_{2V} = 1106.19 \text{ kg.}$$

Peso del tragaluz = Placa translúcida + canalón + accesorios: 25 kg/m^2

Distribución de cargas en los nudos:

Nudos 3, 5, 7:

Peso del tragaluz:

$$\text{Superficie} = 5 \times 2 = 10 \text{ m}^2 \rightarrow 25 \text{ kg/m}^2 \times 10 \text{ m}^2 = 250 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 250/2 = 125 \text{ kg.}$$

$$R_{1V} + R_{2V} + \text{Peso cercha} + \text{Peso tragaluz} = 2653.43 \text{ kg.}$$

Nudos 1, 9:

Peso del tragaluz:

$$\text{Superficie} = 2.5 \times 2 = 5 \text{ m}^2 \rightarrow 25 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m}^2 = 125 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 125/2 = 62.5 \text{ kg.}$$

$$R_{1V} + R_{2V} + \text{Peso cercha} + \text{Peso tragaluz} = 2590.93 \text{ kg.}$$

Nudos 4, 6, 8:

Peso del tragaluz:

$$\text{Superficie} = 5 \times 2 = 10 \text{ m}^2 \rightarrow 25 \text{ kg/m}^2 \times 10 \text{ m}^2 = 250 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 250/2 = 125 \text{ kg.}$$

Nudos 2, 10:

Peso del tragaluz:

$$\text{Superficie} = 2.5 \times 2 = 5 \text{ m}^2 \rightarrow 25 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m}^2 = 125 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 125/2 = 62.5 \text{ kg.}$$

Una vez distribuidas las cargas sobre los nudos creamos el archivo de cálculo de la celosía con el programa AM2, el cual se encuentra en el punto 2.1.3. del presente TFG.

2. Cargas perpendiculares al plano de la estructura:

$$\text{Carga de viento} = 64 \text{ kg/m}^2$$

Reacciones:

$$R_{1H} = 98 \text{ kg.}$$

Distribución de cargas sobre los nudos:

Nudos 3, 5, 7:

Carga de viento:

$$\text{Superficie} = 5 \times 2 = 10 \text{ m}^2 \rightarrow 64 \text{ kg/m}^2 \times 10 \text{ m}^2 = 640 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 640/2 = 320 \text{ kg.}$$

$$R_{1H} + \text{Carga de viento} = -98 + 320 = 222 \text{ kg.}$$

Nudos 1, 9:

Carga de viento:

$$\text{Superficie} = 2.5 \times 2 = 5 \text{ m}^2 \rightarrow 64 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m}^2 = 320 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 320/2 = 160 \text{ kg.}$$

$$R_{1H} + \text{Carga de viento} = -98 + 160 = 62 \text{ kg.}$$

Nudos 2, 10:

Carga de viento:

$$\text{Superficie} = 2.5 \times 2 = 5 \text{ m}^2 \rightarrow 64 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m}^2 = 320 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 320/2 = 160 \text{ kg.}$$

Nudos 4, 6, 8:

Carga de viento:

$$\text{Superficie} = 5 \times 2 = 10 \text{ m}^2 \rightarrow 64 \text{ kg/m}^2 \times 10 \text{ m}^2 = 640 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga sobre nudo} = 640/2 = 320 \text{ kg.}$$

Una vez distribuidas las cargas sobre los nudos creamos el archivo de cálculo de la celosía con el programa AM4, el cual se puede consultar en el punto 2.1.3. del presente TFG.

Con los resultados obtenidos con los programas pasamos a hacer la elección de perfiles.

3. Elección de perfiles:

a) Cordón superior:

Barras 4-6 y 6-8:

$$\square 120 \times 6$$

$$A = 26.1 \text{ cm}^2$$

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$i = 4.59 \text{ cm}$$

$$W_Y = 91.8 \text{ cm}^3$$

Comprobamos primero estos perfiles, que son los que mayor flector presentan, calculando para ello las tensiones máximas y las tensiones tangenciales máximas.

Al no producirse momento en el eje x, para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utilizará:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

Como se trata de cordón comprimido, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 500 = 500 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{500}{4.59} = 108.93$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 2.25$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 2.25 \frac{13892}{26.1} + \frac{43410}{91.8} = 1670.45 \text{ kg/cm}^2$$

Para el cálculo de la tensión tangencial máxima se sumarán las tensiones tangenciales producidas tanto por el momento torsor, como por el cortante:

$$\tau = \frac{T}{W_T} + \frac{V_x \times S_x}{I_x \times e}$$

Siendo $W_T = 2eA$

→ A = área encerrada por la línea media de la sección.

→ e = espesor.

Sustituyendo los datos del perfil elegido anteriormente y los resultados obtenidos por el programa en la expresión anterior obtenemos:

$$\tau = \frac{65}{1559.52} + \frac{170 \times 55.1}{551 \times 6} = 2.87 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces la tensión equivalente será:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 1670.4573 \text{ kg/cm}^2 \leq 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Como se puede observar el valor de la tensión equivalente es aproximadamente igual al de la tensión máxima, ya que la tensión tangencial máxima solamente sólo supone un 0.17% del valor de la tensión máxima, por lo tanto a partir de este momento se despreciarán el valor de las tensiones tangenciales, ya que considero que el valor de estas tensiones es muy bajo y modifican poco el valor de la tensión equivalente.

El perfil elegido es un **□ 120.6**.

Barras 2-4 y 8-10:

□ 120×6

$$A = 26.1 \text{ cm}^2$$

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$W_Y = 91.8 \text{ cm}^3$$

La tensión máxima se calculará mediante la expresión:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = \frac{0}{26.1} + \frac{37767}{91.8} = 411.405 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido es un **□ 120.6**.

b) Montantes:

Barra 1-2 y 9-10:

□ 40×2

$$A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$i = 1.53 \text{ cm}$$

$$W_Y = 3.4 \text{ cm}^3$$

Al no producirse momento en el eje x, para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_y}{W_y}$$

Como se trata de un montante, el coeficiente de esbeltez β vale 0.8 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 0.8 \times 200 = 160 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{160}{1.53} = 104.57$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 2.15$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 2.15 \frac{62}{2.9} + \frac{548}{3.40} = 207.13647 \text{ kg/cm}^2$$

La tensión tangencial máxima será:

$$\tau = \frac{T}{W_T} + \frac{V_x \times S_x}{I_x \times e}$$

Siendo $W_T = 2eA$

→ A = área encerrada por la línea media de la sección.

→ e = espesor.

Sustituyendo los datos del perfil elegido anteriormente y los resultados obtenidos por el programa en la expresión anterior obtenemos:

$$\tau = 0 + \frac{5 \times 2.04}{6.6 \times 2} = 0.77 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces la tensión equivalente será:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 207.140693 \text{ kg/cm}^2 \leq 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Como se puede observar de nuevo el valor de la tensión equivalente es aproximadamente igual al de la tensión máxima, ya que la tensión tangencial máxima es un 0.37 % del valor de la tensión máxima, por lo que de nuevo podemos comprobar que se puede despreciar el valor de las tensiones tangenciales, ya que se puede considerar que el valor de estas tensiones es muy bajo y modifican poco el valor de la tensión equivalente.

El perfil elegido para estas barras es un **□ 40.2**.

Barras 3-4 y 7-8:

□ 40×2

$$A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$W_Y = 3.4 \text{ cm}^3$$

La tensión máxima se calculará mediante la expresión:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = \frac{2653}{2.9} + \frac{3512}{3.40} = 1947.76 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido para esta barra es un **□ 40.2**.

Barra 5-6:

□ 40×2

$$A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$i = 1.53 \text{ cm}$$

$$W_Y = 3.4 \text{ cm}^3$$

Al no producirse momento en el eje x, para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

Como se trata de un montante, el coeficiente de esbeltez β vale 0.8 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 0.8 \times 200 = 160 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{160}{1.53} = 104.57$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 2.15$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 2.15 \frac{125}{2.9} + \frac{610}{3.40} = 272.08 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido para esta barra es un $\square$ 40.2.

c) Diagonales:

Barras 1-4 y 8-9:

$$\square 90 \times 5$$

$$A = 16.1 \text{ cm}^2$$

$$L = 538.5 \text{ cm}$$

$$i = 3.42 \text{ cm}$$

$$W_Y = 41.9 \text{ cm}^3$$

Para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

Como se trata de un montante, el coeficiente de esbeltez β vale 0.8 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 0.8 \times 538.5 = 430.81 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{430.81}{3.42} = 125.96$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 2.86$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 2.86 \frac{11222}{16.1} + \frac{8861}{41.9} = 2204.47 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido para esta barra es un **□ 90.5**.

Barras 5-8 y 4-5:

□ 40×2

$$A = 2.9 \text{ cm}^2$$

$$L = 538.5 \text{ cm}$$

$$W_Y = 3.4 \text{ cm}^3$$

Para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = \frac{3741}{2.9} + \frac{514}{3.40} = 1441.17 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido para esta barra es un **□ 40.2**.

d) Cordón inferior:

Barras 1-3 y 7-9:

□ 80×6

$$A = 16.5 \text{ cm}^2$$

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$W_Y = 36 \text{ cm}^3$$

Para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_Y}{W_Y}$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = \frac{10419}{16.5} + \frac{23769}{36} = 1291.7 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido para esta barra es un **□ 80.6**.

Barras 1-3 y 7-9:

□ 80×6

$$A = 16.5 \text{ cm}^2$$

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$W_Y = 36 \text{ cm}^3$$

Para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_y}{W_y}$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = \frac{10419}{16.5} + \frac{23783}{36} = 1292.08 \text{ kg/cm}^2 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido para esta barra es un $\square$ 80.6.

Cálculo del peso de la celosía.

El peso total de la celosía lo calculamos sumando el peso de cada barra que se obtiene multiplicando la densidad lineal del perfil por su longitud correspondiente que resumimos en el siguiente cuadro:

BARRAS		Tipo de perfil	Densidad lineal (Kg/m)	Longitud de la barras (m)	Peso de la barra (Kg)
Tipo de barra	Nº de Unidades				
Cordón superior	4	$\square$ 120×6	20.5	20	410
Cordón inferior	4	$\square$ 80×6	13.0	20	260
Montantes	5	$\square$ 40×2	2.28	10	22.8
Diagonales 5-8 y 4-5	2	$\square$ 40×2	2.28	10.77	24.555
Diagonales 1-4 y 8-9	2	$\square$ 90×5	12.7	10.77	136.779
				Peso de la celosía	854.134 kg

2.1.1.7. Cálculo de Los Pilares.

Tal y como indican los planos los pilares de la nave se designarán como pilares tipo A.

Carga de viento:

$$P = 65 \text{ kg/m} \times 6 \text{ m} \times 2/3 = 260 \text{ kg/m}$$

Carga P_1 :

$$P_1 = \frac{1.33(\text{Placas} + \text{fijaciones}) + 1.5\text{Nieve} + 1.33\text{Peso cerchas}}{2}$$

$$= \frac{1.33 \times 5448 + 1.5 \times 683.04 + 1.33(854.13 + 58.24)}{2} = 4741.92 \text{ kg}$$

Carga V_1 : Carga de viento lateral sobre el diente de sierra.

$$V_1 = 260 \text{ kg/m}^2 \times \frac{1}{2} \times 6 \times 2 = 1560 \text{ kg}$$

Carga R: Reacción celosía (perpendicular a la celosía).

$$R = 345 \text{ kg}$$

Carga R_1 : Reacción vertical de la celosía.

$$R_1 = 6821.075 \text{ kg}$$

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Comprobación a pandeo:

$$\sigma^* = \omega \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Donde:

N^* , M_x^* y M_y^* son, axil y momentos en la base del pilar

M_x^* y M_y^* son los momentos máximos en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h.

Así, la ley de momentos en los dos planos serán:

$$M(x) = -\frac{Px^2}{2} + Phx - \frac{Ph^2}{2} - V_1(l-x) = -\frac{260x^2}{2} + 260 \times 7 \times x - \frac{260 \times 7^2}{2} - 1560(7-x) = -130x^2 + 3380x - 17290$$

$$M(y) = R x - 7R = 345 x - 7 \times 345 = 345 x - 2415$$

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow \frac{11562.99}{131.4} + \frac{1729000}{1380} + \frac{241500}{471} = 1853.63 < 2600 \text{ kg / cm}^2$$

Entonces, el perfil **HEB 280** cumple a resistencia.

Comprobación a pandeo:

El pilar lo podremos colocar en dos posiciones, y estudiaremos cual de las dos es más conveniente:

- Posición: eje y paralelo a la cara longitudinal de la nave.

$$l_{ky} = \beta \times l = 0.7 \times 700 = 490 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{490}{7.09} = 69.11$$

$$l_{kx} = \beta \times l = 2 \times 700 = 1400 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{kx}}{i_x} = \frac{1400}{12.1} = 115.70 \quad \Rightarrow \quad \omega = 2.53$$

La tensión será en esta posición es:

$$\sigma^* = w \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

$$2.53 \frac{11562.99}{131.4} + \frac{1076530}{471} + \frac{169050}{1380} = 2630 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

- Posición: eje x paralelo a la cara longitudinal de la nave.

$$l_{kx} = \beta \times l = 0.7 \times 700 = 490 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{l_{kx}}{i_x} = \frac{490}{12.1} = 40.49$$

$$l_{ky} = \beta \times l = 2 \times 700 = 1400 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} = \frac{1400}{7.09} = 197.46 \quad \Rightarrow \quad \omega = 6.59$$

La tensión será en esta posición es:

$$\sigma^* = w \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow \quad 6.59 \frac{11562.99}{131.4} + \frac{1076530}{1380} + \frac{169050}{471} = 1718.92 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Así, adoptamos un **HEB 280**, colocado en esta última posición, es decir, con el eje x paralelo a la cara longitudinal de la nave.

2.1.1.8. Arriostramientos.

2.1.1.8.1. Contravientos.

Para darle a la estructura rigidez en sentido longitudinal, utilizaremos el método de las cruces de San Andrés, consistente en cubrir vanos entre pilares con una estructura en forma de cruz, acartelada en el centro para reducir la longitud de pandeo.

La acción del viento sobre la fachada Este u Oeste de la nave produce un esfuerzo que transmitiremos a cada uno de los extremos del pórtico.

La presión del viento vale 64 Kg/m^2 .

La superficie a la que afecta este esfuerzo, vale la mitad del total de la fachada

$$S_t = 20 \cdot 9 = 180 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{64 \cdot 180}{2} = 5760 \text{ Kg}$$

La fuerza que tiene que absorber la estructura tiene un valor de:

$$\alpha = \arctan \frac{7}{6} = 49.39^\circ$$

$$F = P \cdot \cos \alpha = \frac{5760}{\cos 49.9^\circ} = 8942.38 \text{ Kg}$$

La longitud de pandeo suponiendo las barras articuladas en los extremos vale:

$$l_p = \frac{1}{2} \sqrt{6^2 + 7^2} = 4.6 \text{ m}$$

Tomamos redondos 100.4 con tensor de acero, que tienen un área de $A = 12.1 \text{ cm}^2$ cada uno y un radio de giro de $i = 3.39 \text{ cm}$, calculamos la esbeltez y la tensión que soporta.

$$\lambda = \frac{l_p}{r_{\min}} = \frac{4.6 \cdot 100}{3.39} = 135.69 \rightarrow \omega = 3.27$$

$$\sigma_c = \frac{F \cdot \omega}{A} = \frac{8942.38 \cdot 3.27}{12.1} = 2416.65 \text{ Kg / cm}^2$$

El redondo elegido, da suficiente rigidez en la dirección longitudinal.

2.1.1.8.2. Vigas de atado del entramado frontal y posterior.

La estabilidad en el entramado longitudinal queda garantizada por la presencia de las cerchas, que actúan como vigas de atado, dando a la estructura carácter tridimensional.

2.1.1.8.3. Viga de atado del entramado lateral izquierdo y derecho.

Las vigas de atado se calcularán a esbeltez, por no soportar cargas importantes:

Se ha utilizado tubo estructural 60.60.2.

$$i = 2.35$$

$$\beta = 1$$

$$L_k = 500 \text{ cm} \times 1 = 500 \text{ cm}$$

$$\lambda = 500/2.35 = 213 < 250 \text{ (elemento secundario).}$$

2.1.1.9. Cálculo del dintel.

El dintel de las puertas de entrada a la nave estará sometido a un esfuerzo de flexión doble, debido al peso del cerramiento y a la acción del viento sobre la fachada.

El cerramiento de la nave estará formado por los siguientes elementos:

$$\text{Bloque hueco de mortero: } 1600 \text{ kg/cm}^3 \times 0.2 \text{ m} = 320 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Enfoscado de cemento: } 20 \text{ kg/m}^2 \text{ (por cm)} \times 3 \text{ cm} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Guarnecido interior de yeso pintado: } 12 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ cm} = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso total cerramiento: } 404 \text{ kg/m}^2$$

Se tomará para el cálculo del dintel las siguientes cargas lineales:

$$\text{Cerramiento: } 404 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m} = 808 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de la puerta: } 100 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso propio del dintel: } 115 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso total} = 1023 \text{ kg/m}$$

La carga a considerar será la ponderada:

$$P_x^* = 1023 \text{ kg/m} \times 1.35 = 1360.59 \text{ kg/m}$$

La carga de viento a tener en cuenta será:

$$P_y^* = 260 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m} = 1300 \text{ kg/m}$$

Para el cálculo de las vigas simplemente apoyadas, el valor del momento en cada plano es:

$$M_x^* = \frac{P_x \times l^2}{8} = 4251.84 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_y^* = \frac{P_y \times l^2}{8} = 4062.5 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Se empleará un perfil **IPN-500**.

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

$$\frac{4251.84}{2750} + \frac{4062.5}{268} = 1670.47 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a flecha:

La flecha en el centro del vano de una viga biapoyada de sección constante y perfil simétrico de canto h y luz l se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f(mm) = \alpha \frac{\sigma(kg/mm^2) \times l^2(m^2)}{h(cm)}$$

Donde:

α = Un coeficiente que depende de la clase de situación y del tipo de correa

$$f = 1 \times \frac{16.7 \times 5^2}{45} = 8.35mm$$

La flecha admisible es:

$$f_{adm} = l/300 = 5000/300 = 16.6 \text{ mm}$$

2.1.2. Cálculo del Edificio Representativo.

2.1.2.1. Cálculo del Pórtico N° 1.

El cálculo de los esfuerzos en las barras y de los desplazamientos de los nudos (de la cercha y de la celosía) se ha hecho mediante el programa de cálculo matricial de MORAN-CABRÉ.

La ordenación de los nudos y los archivos de entrada y salida del programa se encuentran en el punto 2.1.3.

La única carga que actúa sobre la estructura es el peso del forjado cuyo valor es $G = 130 \text{ kg/m}^2$. Se colocará el forjado más pequeño, ya que encima de él no habrá ninguna carga.

Carga sobre la viga de atado = $130 \times 6 \text{ m} = 780 \text{ kg/m}$.

Peso viga de atado = $31.1 \times 6 \text{ m} = 186.6 \text{ kg/m}$.

$$P^* = (780 + 186.6) = 1285.57 \text{ kg/m.}$$

Con los resultados obtenidos se comprueban todos los perfiles que forman parte del pórtico.

Comprobación de perfiles:

⇒ Vigas de atado 2-4 y 4-6:

IPN 200	$A = 33.5 \text{ cm}^2$
	$L = 600 \text{ cm}$
	$W_x = 214 \text{ cm}^3$
	$i = 1.87 \text{ cm}$

Calculamos primero las tensiones máximas y las tensiones tangenciales máximas.

Al no producirse momento en el eje y, para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_x}{W_x}$$

Como se trata viga biempotrada, el coeficiente de esbeltez β vale 0.5 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 0.5 \times 600 = 600 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{600}{1.87} = 160.42$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 4.45$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 2.25 \frac{13892}{26.1} + \frac{43410}{91.8} = 1670.45 \text{ kg/cm}^2$$

La tensión tangencial máxima, para las tensiones tangenciales producidas por el cortante en perfiles en I:

$$\tau = \frac{V}{Aa}$$

Siendo:

→ Aa = área del alma de la viga.

$$Aa = h_1 \times e = 15.9 \times 0.75 = 11.925 \text{ cm}^2$$

Sustituyendo los datos del perfil elegido anteriormente y los resultados obtenidos por el programa en la expresión anterior obtenemos:

$$\tau = \frac{4289}{11.925} = 359.6 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces la tensión equivalente será:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 2407.11 \text{ kg/cm}^2 \leq 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido es un **IPN 200**.

⇒ Pilares 1-2 y 5-6 (Tipo B):

$$\begin{aligned} \text{HEB 100} \quad A &= 26 \text{ cm}^2 \\ L &= 350 \text{ cm} \\ W_x &= 90 \text{ cm}^3 \\ i &= 2.53 \text{ cm} \end{aligned}$$

Las comprobaciones a realizar en el pilar son las siguientes:

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Comprobación a pandeo:

$$\sigma^* = \omega \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Donde:

N^* , M_x^* y M_y^* son, axil y momentos en la base del pilar

M_x^* y M_y^* son los momentos máximos en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h.

Así, la ley de las ecuaciones de momentos de los pilares serán iguales y opuestas. La ecuación de momentos del pilar 1-2 es:

$$M_{(x)} = 30.34x + 105.027$$

El momento en la base del pilar, según los resultados obtenidos por el programa, es 211250 kg·cm.

El momento máximo en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h, se obtiene a una distancia de 2.45m de la parte superior del pilar, obteniendo un valor de 179330 kg·cm.

Al no tener momento sobre el eje y, las comprobaciones serán:

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow \frac{3421}{26} + \frac{211250}{90} = 2478.799 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, el perfil **HEB 100** cumple a resistencia.

Comprobación a pandeo:

Para pilares de pórticos, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 350 = 350 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{350}{2.53} = 138.33$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 3.4$$

Luego la tensión máxima que se obtiene será:

$$\sigma^* = w \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow 3.4 \frac{3421}{26} + \frac{179330}{90} = 2439.91 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Así, adoptamos un **HEB 100**.

⇒ Pilar 5-6 (Tipo C):

HEB 100	$A = 26 \text{ cm}^2$
	$L = 350 \text{ cm}$
	$W_x = 90 \text{ cm}^3$
	$i = 2.53 \text{ cm}$

La comprobación a realizar en el pilar es la de pandeo ya que este pilar sólo trabaja a compresión, y en esta ocasión no tenemos momento.

Comprobación a pandeo:

Para pilares de pórticos, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 350 = 350 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{350}{2.53} = 138.33$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 3.4$$

Luego la tensión máxima que se obtiene será:

$$\sigma^* = w \frac{N^*}{A} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow 3.4 \frac{8579}{26} = 1121.86 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Así, adoptamos un **HEB 100**.

2.1.2.2. Cálculo de Pórtico N° 2.

La ordenación de los nudos y los archivos de entrada y salida del programa se encuentran en el apartado 2.1.3.

La única carga que actúa sobre la estructura es el peso del forjado cuyo valor es $G = 130 \text{ kg/m}^2$, se colocara el forjado más pequeño, ya que encima de él no habrá ninguna carga.

Carga sobre la viga de atado = $130 \times 6 \text{ m} = 780 \text{ kg/m}$.

Peso viga de atado = $31.1 \times 6 \text{ m} = 186.6 \text{ kg/m}$.

$P^* = (780 + 186.6) = 1285.57 \text{ kg/m}$.

Con los resultados obtenidos se comprueban todos los perfiles que forman parte del pórtico.

Comprobación de perfiles:

↗ Vigas de atado 2-4 y 8-10:

$$\begin{aligned} \text{IPN 160} \quad A &= 22.8 \text{ cm}^2 \\ L &= 500 \text{ cm} \\ W_x &= 214 \text{ cm}^3 \\ i &= 1.55 \text{ cm} \end{aligned}$$

Calculamos primero las tensiones máximas y las tensiones tangenciales máximas.

Al no producirse momento en el eje y, para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_x}{W_x}$$

Como se trata viga biempotrada, el coeficiente de esbeltez β vale 0.5 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 0.5 \times 500 = 250 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{250}{1.55} = 161.29$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 4.51$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 4.51 \frac{654}{22.8} + \frac{242114}{117} = 2198.71 \text{ kg/cm}^2$$

El cálculo de la tensión tangencial máxima, para las tensiones tangenciales producidas por el cortante en perfiles en I:

$$\tau = \frac{V}{Aa}$$

Siendo:

→ Aa = área del alma de la viga.

$$Aa = h_1 \times e = 12.5 \times 0.63 = 7.875 \text{ cm}^2$$

Sustituyendo los datos del perfil elegido anteriormente y los resultados obtenidos por el programa en la expresión anterior obtenemos:

$$\tau = \frac{2775}{7.875} = 352.38 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces la tensión equivalente será:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 2281.85 \text{ kg/cm}^2 \leq 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido es un **IPN 160**.

⇒ Vigas de atado 4-6 y 6-8:

IPN 160

$$A = 22.8 \text{ cm}^2$$

$$L = 500 \text{ cm}$$

$$W_X = 214 \text{ cm}^3$$

$$i = 1.55 \text{ cm}$$

Calculamos primero las tensiones máximas y las tensiones tangenciales máximas.

Al no producirse momento en el eje y, para el cálculo de las tensiones máximas en las barras se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sigma = \omega \frac{F}{A} + \frac{M_X}{W_X}$$

Como se trata viga biempotrada, el coeficiente de esbeltez β vale 0.5 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 0.5 \times 500 = 250 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{250}{1.55} = 161.29$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 4.51$$

y la tensión en la barra:

$$\sigma = 4.51 \frac{575}{22.8} + \frac{223906}{117} = 2027.46 \text{ kg/cm}^2$$

El cálculo de la tensión tangencial máxima, para las tensiones tangenciales producidas por el cortante en perfiles en I:

$$\tau = \frac{V}{Aa}$$

Siendo:

→ Aa = área del alma de la viga.

$$Aa = h_1 \times e = 12.5 \times 0.63 = 7.875 \text{ cm}^2$$

Sustituyendo los datos del perfil elegido anteriormente y los resultados obtenidos por el programa en la expresión anterior obtenemos:

$$\tau = \frac{2620}{7.875} = 332.69 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces la tensión equivalente será:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 2107.76 \text{ kg/cm}^2 \leq 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El perfil elegido es un **IPN 160**.

↗ Pilares 1-2 y 9-10 (Tipo F):

HEB 100	$A = 26 \text{ cm}^2$
	$L = 350 \text{ cm}$
	$W_x = 90 \text{ cm}^3$
	$i = 2.53 \text{ cm}$

Las comprobaciones a realizar en el pilar son las siguientes:

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Comprobación a pandeo:

$$\sigma^* = \omega \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Donde:

N^* , M_x^* y M_y^* son, axil y momentos en la base del pilar

M_x^* y M_y^* son los momentos máximos en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h.

Así, la ley de las ecuaciones de momentos de los pilares serán iguales y opuestas. La ecuación de momentos del pilar 1-2 es:

$$M_{(x)} = 22.194x + 75.686$$

El momento en la base del pilar, según los resultados obtenidos por el programa, es 153365 kg·cm.

El momento máximo en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h, se obtiene a una distancia de 2.45m de la parte inferior del pilar, obteniendo un valor de 130061.3 kg·cm.

Al no tener momento sobre el eje y, las comprobaciones serán:

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow \frac{2420}{26} + \frac{153365}{90} = 1797.132 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, el perfil **HEB 100** cumple a resistencia

Comprobación a pandeo:

Para pilares de pórticos, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 350 = 350 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{350}{2.53} = 138.33$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 3.4$$

Luego la tensión máxima que se obtiene será:

$$\sigma^* = w \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow 3.4 \frac{2420}{26} + \frac{130061.3}{90} = 1761.58 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Así, adoptamos un **HEB 100**.

↗ Pilares 3-4 y 7-8 (Tipo D):

$$\begin{aligned} \text{HEB 100} \quad A &= 26 \text{ cm}^2 \\ L &= 350 \text{ cm} \\ W_x &= 90 \text{ cm}^3 \\ i &= 2.53 \text{ cm} \end{aligned}$$

Las comprobaciones a realizar en el pilar son las siguientes:

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Comprobación a pandeo:

$$\sigma^* = \omega \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} + \frac{M_y^*}{W_y} < \sigma_e$$

Donde:

N^* , M_x^* y M_y^* son, axil y momentos en la base del pilar

M_x^* y M_y^* son los momentos máximos en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h.

Así, la ley las ecuaciones de momentos de los pils serán iguales y opuestas. La ecuación de momentos del pilar 1-2 es:

$$M_{(x)} = 2.46x + 9.57$$

El momento en la base del pilar, según los resultados obtenidos por el programa, es 18207 kg·cm.

El momento máximo en el intervalo comprendido entre 0.3h y 0.7h, se obtiene a una distancia de 2.45m de la parte inferior del pilar, obteniendo un valor de 15615.9 kg·cm.

Al no tener momento sobre el eje y, las comprobaciones serán:

Comprobación a resistencia:

$$\sigma^* = \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow \frac{5395}{26} + \frac{18207}{90} = 409.8 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, el perfil **HEB 100** cumple a resistencia

Comprobación a pandeo:

Para pilares de pórticos, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 350 = 350 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{350}{2.53} = 138.33$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 3.4$$

Luego la tensión máxima que se obtiene será:

$$\sigma^* = \omega \frac{N^*}{A} + \frac{M_x^*}{W_x} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow 3.4 \frac{5395}{26} + \frac{15615.9}{90} = 879.01 < 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Así, adoptamos un **HEB 100**.

↗ Pilar 5-6 (Tipo E):

HEB 100	$A = 26 \text{ cm}^2$
	$L = 350 \text{ cm}$
	$W_x = 90 \text{ cm}^3$
	$i = 2.53 \text{ cm}$

La comprobación a realizar en el pilar es la de pandeo ya que este pilar sólo trabaja a compresión, y en esta ocasión no tenemos momento.

Comprobación a pandeo:

Para pilares de pórticos, el coeficiente de esbeltez β vale 1 y por consiguiente, la longitud de pandeo L_k viene dada por:

$$L_k = \beta \cdot L = 1 \times 350 = 350 \text{ cm.}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Siendo i el radio de giro de la barra.

$$\lambda = \frac{350}{2.53} = 138.33$$

y por consiguiente, el coeficiente de pandeo del acero ω vale:

$$\omega = 3.4$$

Luego la tensión máxima que se obtiene será:

$$\sigma^* = w \frac{N^*}{A} < \sigma_e$$

$$\Rightarrow 3.4 \frac{5150}{26} = 673.46 < 2600 \text{ kg / cm}^2$$

Así, adoptamos un **HEB 100**.

2.1.3. Archivos de datos y resultados

CERCHA TRABAJO FIN DE GRADO AM2

DATOS GENERALES

13 23 6 1 2100

ABSCISAS

0 0 88.88 100 177.77 200 266.6 300 377.77 400 488.88 500 600

ORDENADAS

0 200 133.33 166.66 66.66 133.33 0 100 0 66.66 0 33.33 0

BARRAS TIPO

3 2.9 2.9 2.9

DEFINICION DE BARRAS

1 2 2 2 3 2 2 4 3 3 4 1 4 6 3 3 6 1 3 5 2 5 6 1 6 8 3 5 8 1 5 7 2 7 8 1 1 7 2 8 10 3
8 9 1 7 9 2 9 10 1 9 11 2 10 11 1 10 12 3 11 12 1 12 13 3 11 13 2

CARGAS

2 -0.0082 -0.2245 4 -0.0164 -0.44911 6 -0.0164 --0.44911 8 -0.0164 -0.44911
10 -0.0164 -0.44911 12 -0.0164 -0.44911 13 -0.0082 -0.2245

DEFINICION DE APOYOS

2 1 0 0 13 1 0

FIN DATOS

FIN FICHERO

CERCHA TRABAJO FIN DE GRADO AM2

HIPOTESIS NUM. 1

DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS

Nudo Direc. x Direc. z

1	-0.00000	-0.00000
2	0.44955	-0.04478
3	0.04370	-0.68948
4	0.16765	-0.73346
5	-0.02816	-0.86821
6	0.05614	-0.90419
7	-0.00431	-0.89856
8	0.00411	-0.92499
9	0.03124	-0.92439
10	-0.03803	-0.90916
11	0.07921	-0.77357
12	-0.04179	-0.73582
13	0.13963	-0.00000

ESFUERZOS EN BARRAS

i j Axil

1	2	-1.364
2	3	3.409
2	4	-2.866
3	4	-0.431

4	6	-2.993
3	6	0.682
3	5	2.727
5	6	-0.647
6	8	-2.472
5	8	0.778
5	7	2.045
7	8	-1.294
1	7	-0.098
8	10	-2.599
8	9	0.778
7	9	1.947
9	10	-0.647
9	11	2.629
10	11	0.682
10	12	-3.372
11	12	-0.431
12	13	-3.499
11	13	3.311

CELOSIA TRABAJO FIN DE GRADO AM2

DATOS GENERALES

10 17 3 1 2100

ABSCISAS

0 0 500 500 1000 1000 1500 1500 2000 2000

ORDENADAS

0 200 0 200 0 200 0 200 0 200

BARRAS TIPO

5 2.9 26.1 16.5 16.1 2.9

DEFINICION DE BARRAS

1 2 1 2 4 2 1 4 4 1 3 3 3 4 1 4 6 2 4 5 5 3 5 3 5 6 1 6 8 2 5 8 5 5 7 3 7 8 1 8 10 2
8 9 4 7 9 3 9 10 1

CARGAS

1 0 -2.59 2 0 -0.0625 3 0 -2.6534 4 0 -0.125 5 0 -2.6534 6 0 -0.125 7 0 -2.6534
8 0 -0.125 9 0 -2.59 10 0 -0.0625

DEFINICION DE APOYOS

2 1 0 0 9 1 0

FIN DATOS

FIN FICHERO

CELOSIA TRABAJO FIN DE GRADO AM2

HIPOTESIS NUM. 1

DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS

Nudo Direc. x Direc. z

1	0.00000	-0.00000
2	0.42742	-0.00205
3	0.15035	-1.63695
4	0.42742	-1.54981
5	0.30069	-2.75723
6	0.30069	-2.76134
7	0.45104	-1.63695
8	0.17396	-1.54981
9	0.60139	-0.00000
10	0.17396	-0.00205

ESFUERZOS EN BARRAS

i j Axil

1	2	-0.063
2	4	0.000
1	4	-11.222
1	3	10.419
3	4	2.653
4	6	-13.892
4	5	3.741

3	5	10.419
5	6	-0.125
6	8	-13.892
5	8	3.741
5	7	10.419
7	8	2.653
8	10	0.000
8	9	-11.222
7	9	10.419
9	10	-0.063

CELOSIA TRABAJO FIN DE GRADO AM4

DATOS GENERALES

10 17 3 1 810 2100

ABSCISAS

0 0 500 500 1000 1000 1500 1500 2000 2000

ORDENADAS

0 200 0 200 0 200 0 200 0 200

BARRAS TIPO

5 6.6 11.3 551 913 144 250 189 316 6.6 11.3

DEFINICION DE BARRAS

1 2 1 2 4 2 1 4 4 1 3 3 3 4 1 4 6 2 4 5 5 3 5 3 5 6 1 6 8 2 5 8 5 5 7 3 7 8 1 8 10 2
8 9 4 7 9 3 9 10 1

CARGAS

1 0 0 0.062 2 0 0 0.160 3 0 0 0.222 4 0 0 0.320 5 0 0 0.222 6 0 0 0.320 7 0 0 0.222
8 0 0 0.320 9 0 0 0.062 10 0 0 0.160

CARGAS EN BARRAS

0

DEFINICION DE APOYOS

1 1 0 0 9 1 0 0 2 1 0 0 1 0 1 0 0 5 1 0 0 6 1 0 0

FIN DATOS

FIN FICHERO

CELOSIA TRABAJO FIN DE GRADO AM4

HIPOTESIS NUM. 1

DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS

Nudo	Giro x	Giro y	Despl.z

1	0.00171	-0.00000	0.00000
2	0.00054	-0.00000	0.00000
3	-0.00398	-0.00000	3.27569
4	0.00080	-0.00041	1.42771
5	-0.00262	0.00000	0.00000
6	0.00084	-0.00000	0.00000
7	-0.00398	0.00000	3.27569
8	0.00080	0.00041	1.42771
9	0.00171	0.00000	0.00000
10	0.00054	0.00000	0.00000

ESFUERZOS EN BARRAS

i	j	Torsor i	Flect. i	Corte.i

1	2	-0.000	0.548	0.005
2	4	0.385	-37.767	-0.147
1	4	-0.475	-8.861	-0.033
1	3	-2.302	-23.769	-0.095
3	4	-0.018	2.850	0.032
4	6	0.065	43.410	0.170
4	5	-0.056	0.468	0.002

3	5	0.548	23.783	0.095
5	6	-0.000	-0.610	-0.004
6	8	-0.065	-41.529	-0.170
5	8	0.056	-0.514	-0.002
5	7	-0.548	-23.778	-0.095
7	8	0.018	2.850	0.032
8	10	-0.385	35.886	0.147
8	9	0.475	8.804	0.033
7	9	2.302	23.764	0.095
9	10	0.000	0.548	0.005

i	j	Torsor j	Flect. j	Corte.j
1	2	-0.000	-0.385	-0.005
2	4	0.385	35.886	0.147
1	4	-0.475	8.804	0.033
1	3	-2.302	23.764	0.095
3	4	-0.018	-3.512	-0.032
4	6	0.065	-41.529	-0.170
4	5	-0.056	-0.514	-0.002
3	5	0.548	-23.778	-0.095
5	6	-0.000	0.130	0.004
6	8	-0.065	43.410	0.170
5	8	0.056	0.468	0.002
5	7	-0.548	23.783	0.095
7	8	0.018	-3.512	-0.032
8	10	-0.385	-37.767	-0.147
8	9	0.475	-8.861	-0.033
7	9	2.302	-23.769	-0.095
9	10	0.000	-0.385	-0.005

PORTICO1 TRABAJO FIN DE GRADO AM1

DATOS GENERALES

6 5 2 1 2100

ABSCISAS

0 0 600 600 1200 1200

ORDENADAS

0 350 0 350 0 350

BARRAS TIPO

2 2140 33.5 450 26

DEFINICION DE BARRA

1 2 2 2 4 1 3 4 2 4 6 1 5 6 2

CARGAS EN NUDOS

0

CARGAS EN BARRAS

0 1 0.01285 0 600 270 2 0 1 0.01285 0 600 270 2 0

DEFINICION DE APOYOS

3 1 0 0 0 3 0 0 0 5 0 0 0

FIN DATOS

FIN FICHERO

PORTICO1 TRABAJO FIN DE GRADO AM1

HIPOTESIS NUM. 1

DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS

Nudo	Direc. x	Direc. y	Giro
1	-0.00000	-0.00000	-0.00000
2	0.00771	-0.01326	0.00587
3	-0.00000	-0.00000	-0.00000
4	-0.00000	-0.03325	-0.00000
5	0.00000	-0.00000	0.00000
6	-0.00771	-0.01326	-0.00587

ESFUERZOS EN BARRAS

i	j	Axil i	Corte.i	Momto.i
1	2	-3.421	0.904	105.027
2	4	-0.904	-3.421	-211.250
3	4	-8.579	0.000	0.000
4	6	-0.904	-4.289	-471.876
5	6	-3.421	-0.904	-105.027

i	j	Axil j	Corte.j	Momto.j
1	2	-3.421	0.904	211.250
2	4	-0.904	4.289	471.876

3	4	-8.579	0.000	0.000
4	6	-0.904	3.421	211.250
5	6	-3.421	-0.904	-211.250

PORTICO2 TRABAJO FIN DE GRADO AM1

DATOS GENERALES

10 9 2 1 2100

ABSCISAS

0 0 500 500 1000 1000 1500 1500 2000 2000

ORDENADAS

0 350 0 350 0 350 0 350 0 350

BARRAS TIPO

2 935 22.8 450 26

DEFINICION DE BARRA

1 2 2 2 4 1 3 4 2 4 6 1 5 6 2 6 8 1 7 8 2 8 10 1 9 10 2

CARGAS EN NUDOS

0

CARGAS EN BARRAS

0 1 0.01039 0 500 270 2 0 1 0.01039 0 500 270 2 0 1 0.01039 0 500 270 2 0
1 0.01039 0 500 270 2 0

DEFINICION DE APOYOS

5 1 0 0 0 3 0 0 0 5 0 0 0 7 0 0 0 9 0 0 0

FIN DATOS

FIN FICHERO

PORTICO2 TRABAJO FIN DE GRADO AM1

HIPOTESIS NUM. 1

DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS

Nudo	Direc. x	Direc. y	Giro
1	-0.00000	-0.00000	-0.00000
2	0.01284	-0.00938	0.00429
3	0.00000	-0.00000	0.00000
4	0.00601	-0.02091	-0.00048
5	-0.00000	-0.00000	-0.00000
6	-0.00000	-0.01996	-0.00000
7	-0.00000	-0.00000	-0.00000
8	-0.00601	-0.02091	0.00048
9	0.00000	-0.00000	0.00000
10	-0.01284	-0.00938	-0.00429

ESFUERZOS EN BARRAS

i	j	Axil i	Corte.i	Momto.i
1	2	-2.420	0.654	75.686
2	4	-0.654	-2.420	-153.365
3	4	-5.395	-0.079	-9.570
4	6	-0.575	-2.620	-223.906
5	6	-5.150	0.000	0.000

6	8	-0.575	-2.575	-212.757
7	8	-5.395	0.079	9.570
8	10	-0.654	-2.775	-242.114
9	10	-2.420	-0.654	-75.686

i	j	Axil j	Corte.j	Momto.j
1	2	-2.420	0.654	153.365
2	4	-0.654	2.775	242.114
3	4	-5.395	-0.079	-18.207
4	6	-0.575	2.575	212.757
5	6	-5.150	0.000	0.000
6	8	-0.575	2.620	223.906
7	8	-5.395	0.079	18.207
8	10	-0.654	2.420	153.365
9	10	-2.420	-0.654	-153.365

2.1.4. Cálculo De Placas De Anclaje y Tornillos

Para el cálculo de los mismos, se ha seguido el método expuesto en libro “La Estructura Metálica Hoy” de D. Ramón Argüelles.

Los distintos valores a tener en cuenta para el cálculo de placas será:

- Hormigón: HA-25 $\rightarrow f_{ck} = 254 \text{ kg/cm}^2$
- Acero: S-275 $\rightarrow f_{yk} = 2600 \text{ kg/cm}^2$
- Coeficiente de minoración del hormigón: $\gamma_c = 1.5$
- Coeficiente de minoración del acero: $\gamma_s = 1.15$

2.1.3.1. Placa A.

Esta placa se colocará en todos los pilares que conforman la estructura de la nave.

Se procede a comprobar la siguiente placa:

M = Momento = 1076530 kg.cm

P = Axil = 11562.99 kg

a = Anchura de la placa = 79 cm

b = profundidad de la placa = 49 cm

g = Separación entre el eje del tornillo y el borde de la placa = 6 cm

d = Anchura del pilar = 28 cm

La σ_b tiene que cumplir:

$$\sigma_b = \frac{4(M + P(\frac{a}{2} - g))}{ab(0.875a - g)} \leq f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{2600}{1.15} = 2261 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4(1729000 + 11562.99(\frac{79}{2} - 6))}{79 \times 49 \times (0.875 \times 79 - 6)} = 34.64 \text{ kg/cm}^2 \leq 2261 \text{ kg/cm}^2$$

Calculamos los dos momentos de voladizo y de vano:

$$M_{Voladizo} = \frac{(b-d)^2}{8} \sigma_b = \frac{(49-28)^2}{8} \times 34.64 = 1909.73 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{Vano} = \frac{b(2d-b)}{8} \sigma_b = \frac{49(2 \times 28 - 49)}{8} \times 34.64 = 1485.35 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor de los dos, se introduce como M_{Max} , y así calculamos el espesor mínimo que debe tener la placa:

$$t = \sqrt{\frac{6\sigma_{Ma}}{1 \times \sigma_F}} = \sqrt{\frac{6 \times 1909.73}{2600}} = 2.099 \text{ cm}$$

Siendo σ_F = el limite de fluencia del tornillo.

Entonces se elige una placa de 2.5 cm de espesor.

La fuerza que compensa la acción del momento:

$$Z = -P + \frac{M + P\left(\frac{a}{2} - g\right)}{0.875a - g} = -11562.99 + \frac{1729000 + 11562.9\left(\frac{79}{2} - 6\right)}{0.875 \times 79 - 6} = 21963.507 \text{ kg}$$

El área resistente mínima, suponiendo que se utilizan 2 tornillos, que se debería utilizar es:

$$A_r = \frac{Z}{0.8 \times n \times \gamma_t} = \frac{21963.507}{0.8 \times 2 \times 2600} = 5.27 \text{ cm}^2 \leq A_r$$

Se utiliza un tornillo de $\phi = 30 \text{ mm}$

$d_3 = \text{Diámetro interior} = 25.706 \text{ mm}$

$d_2 = \text{Diámetro medio} = 27.728 \text{ mm}$

Cuyo área resistente es:

$$Ar = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_3 + d_2}{2} \right)^2 = 5.6033 \text{ cm}^2$$

Para el acero utilizado:

$\gamma_t = \text{Resistencia a tracción del tornillo} = 2600 \text{ kg/cm}^2$

El coeficiente de adherencia:

$$\tau_{bd} = \frac{1.2}{\gamma_c} \sqrt{f_{ck}} = \frac{1.2}{1.5} \sqrt{175} = 10.58 \text{ kg/cm}^2$$

El número mínimo de tornillos es:

$$n = \frac{Z}{0.8 \times Ar \times \gamma_t} = 1.884$$

Ponemos 2 tornillos por cada lado.

Así, la longitud mínima del perno:

$$l = \frac{Z}{n \pi D \tau_{bd}} = \frac{21963.507}{2 \times \pi \times 3 \times 10.58} = 110.15 \text{ cm}$$

Como vemos esta longitud es muy grande, por lo que pondremos 3 tornillos reduciendo así esta longitud.

Así, la longitud mínima del perno:

$$l = \frac{Z}{n\pi D \tau_{bd}} = \frac{21963.507}{3 \times \pi \times 3 \times 10.58} = 73.43 \text{ cm}$$

Pondré finalmente 3 tornillos por cada lado.

Los pernos de anclaje tendrán una longitud dentro de la cimentación de no menos de 75 cm con los extremos en forma de garrota, con un radio de doblado de 5 veces el diámetro de los pernos.

La cartela tendrá un espesor mínimo de 12 mm y una altura de 305 mm, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

2.1.3.2. Placa B.

Este tipo de placa se colocará en los pilares 1-2 y 5-6 del pórtico nº 1.

Se procede a comprobar la siguiente placa:

M = Momento = 211250 kg.cm

P = Axil = 3421 kg

a = Anchura de la placa = 34 cm

b = profundidad de la placa = 30 cm

g = Separación entre el eje del tornillo y el borde de la placa = 6 cm

d = Anchura del pilar = 10 cm

La σ_b tiene que cumplir:

$$\sigma_b = \frac{4(M + P(\frac{a}{2} - g))}{ab(0.875a - g)} \leq f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{2600}{1.15} = 2261 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4(211250 + 3421(\frac{34}{2} - 6))}{34 \times 30 \times (0.875 \times 34 - 6)} = 41.09 \text{ kg/cm}^2 \leq 2261 \text{ kg/cm}^2$$

calculamos los dos momentos de voladizo y de vano:

$$M_{Voladozo} = \frac{(b-d)^2}{8} \sigma_b = \frac{(30-10)^2}{8} \times 41.09 = 2054.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{Vano} = \frac{b(2d-b)}{8} \sigma_b = \frac{30(2 \times 10 - 30)}{8} \times 41.09 = -1541.05 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor de los dos, se introduce como M_{Max} , y así calculamos el espesor mínimo que debe tener la placa:

$$t = \sqrt{\frac{6 \times M_a}{1 \times \sigma_F}} = \sqrt{\frac{6 \times 2054.74}{2600}} = 2.1775 \text{ cm}$$

Siendo σ_F = el limite de fluencia del tornillo.

Adoptamos una placa de 2.5 cm de espesor

La fuerza que compensa la acción del momento:

$$Z = -P + \frac{M + P\left(\frac{a}{2} - g\right)}{0.875a - g} = -16595.3 + \frac{789418 + 16595.3\left(\frac{70}{2} - 6\right)}{0.875 \times 70 - 6} = 7058.2 \text{ kg}$$

El área resistente mínima, suponiendo que se utilizan 2 tornillos, que se debería utilizar es:

$$A_r = \frac{Z}{0.8 \times n \times \gamma_t} = \frac{7058.2}{0.8 \times 2 \times 2600} = 1.69 \text{ cm}^2 \leq A_r$$

Se utiliza un tornillo de $\phi = 20 \text{ mm}$

$d_3 = \text{Diámetro interior} = 16.933 \text{ mm}$

$d_2 = \text{Diámetro medio} = 18.3775 \text{ mm}$

Cuyo área resistente es:

$$Ar = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_3 + d_2}{2} \right)^2 = 2.44 \text{ cm}^2$$

Para el acero utilizado:

$\gamma_t = \text{Resistencia a tracción del tornillo} = 2600 \text{ kg/cm}^2$

El coeficiente de adherencia:

$$\tau_{bd} = \frac{1.2}{\gamma_c} \sqrt{f_{ck}} = \frac{1.2}{1.5} \sqrt{175} = 10.58 \text{ kg/cm}^2$$

El número mínimo de tornillos es:

$$n = \frac{Z}{0.8 \times Ar \times \gamma_t} = 1.386$$

Ponemos 2 tornillos por cada lado.

Así, la longitud mínima del perno:

$$l = \frac{Z}{n \pi D \tau_{bd}} = \frac{7058.2}{2 \times \pi \times 2 \times 10.58} = 53.1 \text{ cm}$$

Los pernos de anclaje tendrán una longitud dentro de la cimentación de no menos de 55 cm con los extremos en forma de garrota, con un radio de doblado de 5 veces el diámetro de los pernos.

La cartela tendrá un espesor de 10 mm y una altura de 120 mm, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

2.1.3.3. Placa C.

Este tipo de placa se colocará en el pilar 3-4 del pórtico nº 1.

Se procede a comprobar la siguiente placa:

M = Momento = 0 kg.cm (esta en el medio de la nave)

P = Axil = 8579 kg

a = Anchura de la placa = 34 cm

b = profundidad de la placa = 30 cm

g = Separación entre el eje del tornillo y el borde de la placa = 6 cm

d = Anchura del pilar = 10 cm

La σ_b tiene que cumplir:

$$\sigma_b = \frac{4(M + P(\frac{a}{2} - g))}{ab(0.875a - g)} \leq f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{2600}{1.15} = 2261 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4(0 + 8579(\frac{34}{2} - 6))}{34 \times 30 \times (0.875 \times 34 - 6)} = 15.58 \text{ kg/cm}^2 \leq 2261 \text{ kg/cm}^2$$

calculamos los dos momentos de voladizo y de vano:

$$M_{\text{Voladizo}} = \frac{(b-d)^2}{8} \sigma_b = \frac{(30-10)^2}{8} \times 15.58 = 779.104 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\text{Vano}} = \frac{b(2d-b)}{8} \sigma_b = \frac{30(2 \times 10 - 30)}{8} \times 15.58 = -584.328 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor de los dos, se introduce como M_{Max} , y así calculamos el espesor mínimo que debe tener la placa:

$$t = \sqrt{\frac{6\sigma_{Ma}}{1 \times \sigma_F}} = \sqrt{\frac{6 \times 779.104}{2600}} = 1.34 \text{ cm}$$

Siendo σ_F = el límite de fluencia del tornillo.

Adoptamos una placa de 1.5 cm de espesor

La fuerza que compensa la acción del momento:

$$Z = -P + \frac{M + P\left(\frac{a}{2} - g\right)}{0.875a - g} = -8579 + \frac{0 + 8579\left(\frac{34}{2} - 6\right)}{0.875 \times 34 - 6} = -4605.56 \text{ kg}$$

Al estar trabajando sólo a compresión, no nos hace falta tornillos para compensar la acción del momento; como se puede ver Z nos sale negativo.

Adoptamos dos tornillo de $\phi = 12$ mm de 15 cm por cada lado de la placa.

La cartela tendrá un espesor de 10 mm y una altura de 120 mm, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

2.1.3.4. Placa D.

Este tipo de placa se colocará en los pilares 3-4 y 7-8 del pórtico nº 2.

Se procede a comprobar la siguiente placa:

M = Momento = 18207 kg.cm (esta en el medio de la nave)

P = Axil = 5395 kg

a = Anchura de la placa = 34 cm

b = profundidad de la placa = 30 cm

g = Separación entre el eje del tornillo y el borde de la placa = 6 cm

d = Anchura del pilar = 10 cm

La σ_b tiene que cumplir:

$$\sigma_b = \frac{4(M + P(\frac{a}{2} - g))}{ab(0.875a - g)} \leq f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{2600}{1.15} = 2261 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4(18207 + 5395(\frac{34}{2} - 6))}{34 \times 30 \times (0.875 \times 34 - 6)} = 12.805 \text{ kg/cm}^2 \leq 2261 \text{ kg/cm}^2$$

Calculamos los dos momentos de voladizo y de vano:

$$M_{\text{Voladozo}} = \frac{(b-d)^2}{8} \sigma_b = \frac{(30-10)^2}{8} \times 12.805 = 640.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\text{Vano}} = \frac{b(2d-b)}{8} \sigma_b = \frac{30(2 \times 10 - 30)}{8} \times 12.805 = -480.26 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor de los dos, se introduce como M_{Max} , y así calculamos el espesor mínimo que debe tener la placa:

$$t = \sqrt{\frac{6\sigma_{Ma}}{1 \times \sigma_F}} = \sqrt{\frac{6 \times 640.26}{2600}} = 1.215 \text{ cm}$$

Siendo σ_F = el limite de fluencia del tornillo.

Adoptamos una placa de 1.5 cm de espesor

La fuerza que compensa la acción del momento:

$$Z = -P + \frac{M + P\left(\frac{a}{2} - g\right)}{0.875a - g} = -5395 + \frac{18207 + 5395\left(\frac{34}{2} - 6\right)}{0.875 \times 34 - 6} = -2129.65 \text{ kg}$$

Al estar trabajando sólo a compresión, no nos hace falta tornillos para compensar la acción del momento; como se puede ver Z nos sale negativo.

Adoptamos dos tornillo de $\phi = 12 \text{ mm}$ de 15 cm por cada lado de la placa.

La cartela tendrá un espesor de 10 mm y una altura de 120 mm, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

2.1.3.5. Placa E.

Este tipo de placa se colocará en el pilar 5-6 del pórtico nº 2.

Se procede a comprobar la siguiente placa:

M = Momento = 0 kg.cm (esta en el medio de la nave)

P = Axil = 5150 kg

a = Anchura de la placa = 34 cm

b = profundidad de la placa = 30 cm

g = Separación entre el eje del tornillo y el borde de la placa = 6 cm

d = Anchura del pilar = 10 cm

La σ_b tiene que cumplir:

$$\sigma_b = \frac{4\left(M + P\left(\frac{a}{2} - g\right)\right)}{ab(0.875a - g)} \leq f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{2600}{1.15} = 2261 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4(0 + 5150(34/2 - 6))}{34 \times 30 \times (0.875 \times 34 - 6)} = 9.35 \text{ kg/cm}^2 \leq 2261 \text{ kg/cm}^2$$

Calculamos los dos momentos de voladizo y de vano:

$$M_{\text{Voladozo}} = \frac{(b-d)^2}{8} \sigma_b = \frac{(30-10)^2}{8} \times 9.35 = 467.69 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\text{Vano}} = \frac{b(2d-b)}{8} \sigma_b = \frac{30(2 \times 10 - 30)}{8} \times 9.35 = -350.77 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor de los dos, se introduce como M_{Max} , y así calculamos el espesor mínimo que debe tener la placa:

$$t = \sqrt{\frac{6\sigma_{Ma}}{1 \times \sigma_F}} = \sqrt{\frac{6 \times 467.69}{2600}} = 1.038 \text{ cm}$$

Siendo σ_F = el límite de fluencia del tornillo.

Adoptamos una placa de 1.5 cm de espesor

La fuerza que compensa la acción del momento:

$$Z = -P + \frac{M + P(a/2 - g)}{0.875a - g} = -5395 + \frac{0 + 5395(34/2 - 6)}{0.875 \times 34 - 6} = -2764.73 \text{ kg}$$

Al estar trabajando sólo a compresión, no nos hace falta tornillos para compensar la acción del momento; como se puede ver Z nos sale negativo.

Adoptamos dos tornillo de $\phi = 12$ mm de 15 cm por cada lado de la placa.

La cartela tendrá un espesor de 10 mm y una altura de 120 mm, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

2.1.3.6. Placa F.

Este tipo de placa se colocará en los pilares 1-2 y 9-10 del pórtico nº 2.

Se procede a comprobar la siguiente placa:

M = Momento = 153365 kg.cm

P = Axil = 2420 kg

a = Anchura de la placa = 34 cm

b = profundidad de la placa = 30 cm

g = Separación entre el eje del tornillo y el borde de la placa = 6 cm

d = Anchura del pilar = 10 cm

La σ_b tiene que cumplir:

$$\sigma_b = \frac{4(M + P(a/2 - g))}{ab(0.875a - g)} \leq f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{2600}{1.15} = 2261 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{4(153365 + 2420(34/2 - 6))}{34 \times 30 \times (0.875 \times 34 - 6)} = 29.71 \text{ kg/cm}^2 \leq 2261 \text{ kg/cm}^2$$

Calculamos los dos momentos de voladizo y de vano:

$$M_{\text{Voladozo}} = \frac{(b-d)^2}{8} \sigma_b = \frac{(30-10)^2}{8} \times 29.71 = 1485.94 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\text{Vano}} = \frac{b(2d-b)}{8} \sigma_b = \frac{30(2 \times 10 - 30)}{8} \times 29.71 = -1114.45 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor de los dos, se introduce como M_{Max} , y así calculamos el espesor mínimo que debe tener la placa:

$$t = \sqrt{\frac{6 \times M_a}{1 \times \sigma_F}} = \sqrt{\frac{6 \times 1485.94}{2600}} = 1.85 \text{ cm}$$

Siendo σ_F = el limite de fluencia del tornillo.

Adoptamos una placa de 2 cm de espesor

La fuerza que compensa la acción del momento:

$$Z = -P + \frac{M + P\left(\frac{a}{2} - g\right)}{0.875a - g} = -2420 + \frac{153365 + 2420\left(\frac{70}{2} - 6\right)}{0.875 \times 70 - 6} = 5158.31 \text{ kg}$$

El área resistente mínima, suponiendo que se utilizan 2 tornillos, que se debería utilizar es:

$$A_r = \frac{Z}{0.8 \times n \times \gamma_t} = \frac{5158.31}{0.8 \times 2 \times 2600} = 1.23 \text{ cm}^2 \leq A_r$$

Se utiliza un tornillo de $\phi = 16 \text{ mm}$

d_3 = Diámetro interior = 13.546 mm

d_2 = Diámetro medio = 14.701 mm

Cuyo área resistente es:

$$A_r = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_3 + d_2}{2} \right)^2 = 1.565 \text{ cm}^2$$

Para el acero utilizado:

$$\gamma_t = \text{Resistencia a tracción del tornillo} = 2600 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de adherencia:

$$\tau_{bd} = \frac{1.2}{\gamma_c} \sqrt{f_{ck}} = \frac{1.2}{1.5} \sqrt{175} = 10.58 \text{ kg/cm}^2$$

El número mínimo de tornillos es:

$$n = \frac{Z}{0.8 \times A_r \times \gamma_t} = 1.58$$

Ponemos 2 tornillos por cada lado.

Así, la longitud mínima del perno:

$$l = \frac{Z}{n\pi D \tau_{bd}} = \frac{5158.31}{2 \times \pi \times 1.6 \times 10.58} = 48.508 \text{ cm}$$

Los pernos de anclaje tendrán una longitud dentro de la cimentación de no menos de 50 cm con los extremos en forma de garrota, con un radio de doblado de 5 veces el diámetro de los pernos.

La cartela tendrá un espesor de 10 mm y una altura de 120 mm, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

2.1.5. Cálculo De La Cimentación.

2.1.5.1. Cálculo de las zapatas.

El cálculo de la cimentación se ha realizado basándose en el método expuesto en el libro de D. José Calavera, el CTE-DB-SE-C y las normas establecidas en la Norma EHE-08.

El hormigón utilizado será HA-25, y para el armado se utilizará B 400 S.

La tensión admisible del terreno será $\sigma_{adm} = 3 \text{ kg/cm}^2$

La densidad del hormigón será de $\rho = 2300 \text{ kg/cm}^3$

2.1.5.1.1. Zapata A.

Se comprueba la zapata de dimensiones:

$a = 240 \text{ cm}$ (largo de la zapata)

$b = 180 \text{ cm}$ (ancho de la zapata)

$h = 85 \text{ cm}$ (canto de la zapata)

$d = 75 \text{ cm}$ (canto útil de la zapata)

Teniendo en cuenta los valores siguientes se procederá al cálculo de la zapata para el pilar tipo A.

Comprobación de resistencia:

Axil P del pilar (minorado) $= 11562.99/1.33 = 8693.97 \text{ kg}$

Momento M en la base del pilar(minorado) $= 1729000/1.33 = 1300000 \text{ kg.cm}$

Peso de la zapata $P_p = a_2 \cdot b_2 \cdot h \cdot \rho = 8445.6 \text{ kg}$

Entonces, la fuerza total $N = \text{Axil P} + \text{Peso de la zapata } P_p = 8693.97 + 8445.6 = 17139.57 \text{ kg}$

Se determina en primer lugar el tipo de la zapata:

$$\begin{aligned}0.5 h < V_{\max} < 2 h \\0.5 \times 75 < 80.5 \text{ cm} < 2 \times 75 \\37.5 \text{ cm} < 80.5 \text{ cm} < 150 \text{ cm}\end{aligned}$$

Estamos ante una zapata tipo I:

Como la excentricidad:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{1300000}{17139.57} = 75.84 \text{ cm} > \frac{a_2}{6} = \frac{240}{6} = 40 \text{ cm}$$

El ancho de la zapata deberá ser mayor de:

$$b_2 \geq \frac{2N}{3\left(\frac{a_2}{2} - e\right)\sigma_{adm}} = \frac{2 \times 17139.57}{3 \times \left(\frac{240}{2} - 75.84\right) \times 3} = 86.26 \text{ cm}$$

Por tanto, las dimensiones escogidas son correctas.

Comprobamos que la tensión máxima no supere a la del suelo:

$$\sigma_t = \frac{2N}{3\left(\frac{a_2}{2} - e\right)b_2} = \frac{2 \times 17139.57}{3 \times \left(\frac{240}{2} - 75.84\right) \times 180} = 1.4377 \text{ kg/cm}^2 < 3 \text{ kg/cm}^2$$

Estamos en el caso extremo que es aquel en el que las tensiones no abarcan la totalidad de la zapata, por lo que se halla la longitud de zapata que está afectada por las tensiones:

$$x = 3\left(\frac{a_2}{2} - e\right) = 3 \times \left(\frac{240}{2} - 75.84\right) = 132.48 \text{ cm}$$

Comprobación a flexión:

Sección de referencia S1: (EHE-08) Situada en la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, distancia al borde de la zapata:

$$V_{S1} = V_1 - \frac{\text{ancho de la placa} - \text{ancho del pilar}}{4} = 106 - \frac{79 - 28}{4} = 93.25 \text{ cm}$$

Debe de cumplir además que:

$$d < 1.5 V \rightarrow 75 \text{ cm} < 1.5 \times \frac{240 - 79}{2} = 120.75 \text{ cm}$$

Para que cumpla a flexión:

$$M_{adm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d$$

El momento flector máximo que tenemos en la zapata:

$$M_{adm} = \gamma_f \cdot \sigma_t \cdot b_2 \cdot V_1 \cdot V_1/2 = 1.6 \times 1.43 \times 180 \times 93.25 \times 93.25/2 = 1800298.8 \text{ kg.cm}$$

y por otra parte:

$$U_c = 0.9 \cdot f_{cd} \cdot b_2 \cdot d = 1417500 \text{ kg.}$$

$$0.35 \cdot U_c \cdot d = 0.35 \times 1417500 \times 75 = 37209375 \text{ kg.cm}$$

y como :

$$M_{adm} = 1800298.8 \text{ kg.cm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d = 37209375 \text{ kg.cm}$$

Entonces, no hace falta armadura de compresión.

La capacidad mecánica del acero:

$$U_s = 0.97 \frac{M_{adm}}{d} \left(1 + \frac{M_{adm}}{U_c} \right) < 0.04 U_c$$

$$U_s = 0.97 \frac{1800298.8}{75} \left(1 + \frac{1800298.8}{1417500} \right) = 52855.58 \text{ kg} < 0.04 U_c = 56700 \text{ kg}$$

Comprobación a cuantía mínima:

$$0.04 \left(\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) b_2 d < n^\circ \text{ redondos} \times \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Siendo :

$$f_{cd} = 166.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1.15} = 3565.217 \text{ kg/cm}^2$$

Cogemos de la tabla de capacidades mecánicas:

$$n = 9 \text{ redondos de } \phi = 1.6 \text{ cm}$$

tenemos:

$$0.04 \frac{166.6}{3564.21} 180 \times 75 = 17.67 \text{ cm}^2 < 9 \frac{\pi \times 1.6^2}{4} = 18.08 \text{ cm}^2$$

Comprobación a adherencia:

Para garantizar una adherencia suficiente entre la armadura y el hormigón circundante se habrá de verificar:

$$\frac{Vd1}{0.9 \times d \times n \times u} \leq \tau_{bd} \text{ (para barras corrugadas)}$$

Siendo u el perímetro de una barra.

$$Vd1 = \gamma_f \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 = 1.6 \times 93.25 \times 1.43 \times 180 = 38612.307 \text{ kg}$$

Así:

$$\frac{38612.307}{0.9 \times 75 \times 9 \times \pi \times 1.6} = 12.65 \text{ kg/cm}^2 < 0.95 \sqrt[3]{fcd^2} = 22.68 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a cortante:

Sección de referencia S2: Situada a medio canto útil a partir del punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa de acero:

$$V_{s2} = V_{s1} - \frac{\text{canto}}{2} = 93.25 - \frac{75}{2} = 55.75 \text{ cm}$$

Deben de cumplirse las siguientes condiciones en las dimensiones de la zapata y en las de la sección S2:

$$b_{s2} = b + d < b_2 \rightarrow 49 + 75 = 124 \text{ cm} < 160 \text{ cm}$$

$$d_2 = d < 1.5 V_{s2} \rightarrow 75 \text{ cm} < 1.5 \times 55.75 \text{ cm} = 83.625 \text{ cm}$$

Luego las dimensiones dadas a la zapata cumplen con la norma.

$$Vd2 = \gamma_s \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 < Ucd = 2 \cdot f_{cv} \cdot b_2 \cdot d$$

$$1.15 \times 55.75 \times 1.43 \times 180 = 16592.03 \text{ kg} < 2 \times 5.4 \times 180 \times 75 = 145819.66 \text{ kg}$$

El punzonamiento solo se da en zapatas tipo III, por tanto no es necesario estudiarlo, ya que estamos en el caso de zapata tipo I

2.1.5.1.2. Zapata B.

Este tipo de zapata se colocará en los pilares 1-2 y 5-6 del pórtico nº1.

Se comprueba la zapata de dimensiones:

$$a = 170 \text{ cm (largo de la zapata)}$$

$$b = 110 \text{ cm (ancho de la zapata)}$$

$$h = 70 \text{ cm (canto de la zapata)}$$

$$d = 60 \text{ cm (canto útil de la zapata)}$$

Teniendo en cuenta los valores siguientes se procederá al cálculo de la zapata para el pilar tipo B:

$$\text{Axil P del pilar (minorado)} = 3421/1.33 = 2572.18 \text{ kg}$$

$$\text{Momento M en la base del pilar(minorado)} = 211250/1.33 = 158834.58 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Peso de la zapata } P_p = a_2 \cdot b_2 \cdot h \cdot \rho = 3010.7 \text{ kg}$$

$$\text{Entonces, la fuerza total } N = \text{Axil P} + \text{Peso de la zapata } P_p = 2572.18 + 3010.7 = 5582.88 \text{ kg}$$

Se determina en primer lugar el tipo de la zapata:

$$0.5 h < V_{\max} < 2 h$$

$$0.5 \times 70 < 68 \text{ cm} < 2 \times 70$$

$$35 \text{ cm} < 68 \text{ cm} < 140 \text{ cm}$$

Estamos ante una zapata tipo I:

Como la excentricidad:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{211250}{5582.88} = 28.45\text{cm} > \frac{a_2}{6} = \frac{170}{6} = 28.33\text{cm}$$

El ancho de la zapata deberá ser mayor de :

$$b_2 \geq \frac{2N}{3\left(\frac{a_2}{2} - e\right)\sigma_{adm}} = \frac{2 \times 5582.88}{3 \times \left(\frac{120}{2} - 20\right) \times 3} = 21.93\text{cm}$$

Por tanto, las dimensiones escogidas son correctas.

Comprobamos que la tensión máxima no supere a la del suelo:

$$\sigma_t = \frac{2N}{3\left(\frac{a_2}{2} - e\right)b_2} = \frac{2 \times 5582.88}{3 \times \left(\frac{170}{2} - 28.45\right) \times 110} = 0.598\text{kg/cm}^2 < 3\text{kg/cm}^2$$

Estamos en el caso extremo que es aquel en el que las tensiones no abarcan la totalidad de la zapata, por lo que se halla la longitud de zapata que está afectada por las tensiones:

$$x = 3\left(\frac{a_2}{2} - e\right) = 3 \times \left(\frac{170}{2} - 28.45\right) = 169.65\text{cm}$$

Comprobación a flexión:

Sección de referencia S1: Situada en la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, distancia al borde de la zapata:

$$V_{s1} = V_1 - \frac{\text{ancho de la placa} - \text{ancho del pilar}}{4} = 80 - \frac{34 - 10}{4} = 74 \text{ cm}$$

Debe de cumplir además que:

$$d < 1.5 V \rightarrow 60 \text{ cm} < 1.5 \times \frac{170 - 34}{2} = 102 \text{ cm}$$

Luego la zapata también cumple con lo dispuesto en la norma.

Para que cumpla a flexión:

$$M_{adm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d$$

El momento flector máximo que tenemos en la zapata:

$$M_{adm} = \gamma f \cdot \sigma_t \cdot b_2 \cdot V_1 \cdot V_1/2 = 1.6 \times 0.598 \times 110 \times 74 \times 74/2 = 288330.203 \text{ kg.cm}$$

y por otra parte:

$$U_c = 0.9 \cdot f_{cd} \cdot b_2 \cdot d = 693000 \text{ kg.}$$

$$0.35 \cdot U_c \cdot d = 0.35 \times 693000 \times 60 = 14553000 \text{ kg.cm}$$

y como :

$$M_{adm} = 288330.203 \text{ kg.cm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d = 14553000 \text{ kg.cm}$$

Entonces, no hace falta armadura de compresión

La capacidad mecánica del acero:

$$U_s = 0.97 \frac{M_{adm}}{d} \left(1 + \frac{M_{adm}}{U_c} \right) < 0.04 U_c$$

$$U_s = 0.97 \frac{288330.20}{60} \left(1 + \frac{288330.203}{693000} \right) = 6600.738 \text{ kg} < 0.04U_c = 27720 \text{ kg}$$

Para que cumpla a cuantía mínima se tiene que comprobar:

$$0.04 \left(\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) b_2 d < n^\circ \text{ redondos} \times \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Siendo :

$$f_{cd} = 166.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1.15} = 3565.217 \text{ kg/cm}^2$$

Cogemos de la tabla de capacidades mecánicas:

$$n = 6 \text{ redondos de } \phi = 1.4 \text{ cm}$$

tenemos:

$$0.04 \frac{166.6}{3564.21} 110 \times 60 = 8.639 \text{ cm}^2 < 6 \frac{\pi \times 1.4^2}{4} = 9.231 \text{ cm}^2$$

Comprobación a adherencia:

Para garantizar una adherencia suficiente entre la armadura y el hormigón circundante se habrá de verificar:

$$\frac{Vd1}{0.9 \times d \times n \times u} \leq \tau_{bd} \text{ (para barras corrugadas)}$$

Siendo u el perímetro de una barra.

$$Vd1 = \gamma f \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 = 1.6 \times 74 \times 0.598 \times 110 = 7792.708 \text{ kg}$$

Así:

$$\frac{7792.708}{0.9 \times 60 \times 6 \times \pi \times 1.4} = 5.471 \text{ kg / cm}^2 < 0.95 \sqrt[3]{fcd^2} = 22.68 \text{ kg / cm}^2$$

Finalmente, la última comprobación es a cortante:

Sección de referencia S2: Situada a medio canto útil a partir del punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa de acero:

$$V_{S2} = V_{S1} - \frac{\text{canto}}{2} = 74 - \frac{60}{2} = 44 \text{ cm}$$

Deben de cumplirse las siguientes condiciones en las dimensiones de la zapata y en las de la sección S2:

$$b_{S2} = b + d < b_2 \rightarrow 30 + 60 = 90 \text{ cm} < 110 \text{ cm}$$

$$d_2 = d < 1.5 V_{S2} \rightarrow 60 \text{ cm} < 1.5 \times 44 \text{ cm} = 66 \text{ cm}$$

Luego las dimensiones dadas a la zapata cumplen con la norma.

$$Vd2 = \gamma_s \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 < Ucd = 2 \cdot f_{cv} \cdot b_2 \cdot d$$

$$1.15 \times 44 \times 0.598 \times 110 = 3330.32 \text{ kg} < 2 \times 5.4 \times 110 \times 70 = 71288.147 \text{ kg}$$

El punzonamiento solo se da en zapatas tipo III, por tanto no es necesario estudiarlo, ya que estamos en el caso de zapata tipo I.

2.1.5.1.3. Zapata C.

Este tipo de zapata se colocará en el pilar 3-4 del pórtico nº 1.

Se comprueba la zapata de dimensiones:

$$a = 100 \text{ cm (largo de la zapata)}$$

$$b = 70 \text{ cm (ancho de la zapata)}$$

$$h = 40 \text{ cm (canto de la zapata)}$$

$$d = 30 \text{ cm (canto útil de la zapata)}$$

Teniendo en cuenta los valores siguientes se procederá al cálculo de la zapata para el pilar tipo E que al estar dentro de la nave no soporta ningún momento:

$$\text{Axil P del pilar (minorado)} = 8579/1.33 = 6450.56 \text{ kg}$$

$$\text{Momento M en la base del pilar} = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la zapata } P_p = a_2 \cdot b_2 \cdot h \cdot \rho = 644 \text{ kg}$$

$$\text{Entonces, la fuerza total } N = \text{Axil P} + \text{Peso de la zapata } P_p = 6450.56 + 644 = 7094.37 \text{ kg}$$

Se determina en primer lugar el tipo de zapata:

$$0.5 h < V_{\max} < 2 h$$

$$0.5 \times 40 < 33 \text{ cm} < 2 \times 40$$

$$20 \text{ cm} < 33 \text{ cm} < 80 \text{ cm}$$

Estamos ante una zapata tipo I.

Como la excentricidad:

$$e = \frac{M}{N} = 0\text{cm} < \frac{a_2}{6} = \frac{100}{6} = 16.66\text{cm}$$

El ancho de la zapata deberá ser mayor de:

$$b_2 \geq \frac{a_2 N + 6M}{a_2^2 \sigma_{adm}} = \frac{100 \times 7094.37}{100^2 \times 3} = 23.64\text{cm}$$

Por tanto, las dimensiones escogidas son correctas.

Estamos en el caso extremo que es aquel en el que las tensiones abarcan la totalidad de la zapata, por lo que al no tener momentos, la presión es uniforme sobre toda la zapata:

$$\sigma_t = \frac{N}{a_2 + b_2} \pm \frac{6M}{b_2 \times a_2^2} = \frac{7094.37}{100 \times 70} \pm 0 = 1.0134\text{kg/cm}^2$$

Comprobación a flexión:

Sección de referencia S1: Situada en la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, distancia al borde de la zapata:

$$V_{S1} = V_1 - \frac{\text{ancho de la placa} - \text{ancho del pilar}}{4} = 45 - \frac{34 - 10}{4} = 39\text{cm}$$

Debe de cumplir además que:

$$d < 1.5 V \rightarrow 30\text{ cm} < 1.5 \times \frac{100 - 34}{2} = 49.5\text{ cm}$$

Luego la zapata también cumple con lo dispuesto en la norma.

Para que cumpla a flexión:

$$M_{adm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d$$

El momento flector máximo que tenemos en la zapata:

$$M_{adm} = \gamma_f \cdot \sigma_t \cdot b_2 \cdot V_1 \cdot V_1/2 = 1.6 \times 1.0134 \times 70 \times 39 \times 39/2 = 115099.15 \text{ kg.cm}$$

y por otra parte:

$$U_c = 0.9 \cdot f_{cd} \cdot b_2 \cdot d = 220500 \text{ kg.}$$

$$0.35 \cdot U_c \cdot d = 0.35 \times 220500 \times 30 = 2315250 \text{ kg.cm}$$

y como :

$$M_{adm} = 115099.15 \text{ kg.cm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d = 2315250 \text{ kg.cm}$$

Entonces, no hace falta armadura de compresión

La capacidad mecánica del acero:

$$U_s = 0.97 \frac{M_{adm}}{d} \left(1 + \frac{M_{adm}}{U_c} \right) < 0.04 U_c$$

$$U_s = 0.97 \frac{115099.15}{30} \left(1 + \frac{115099.15}{220500} \right) = 5664.151 \text{ kg} < 0.04 U_c = 8820 \text{ kg}$$

Para que cumpla a cuantía mínima se tiene que comprobar:

$$0.04 \left(\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) b_2 d < n^\circ \text{ redondos} \times \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Siendo :

$$f_{cd} = 166.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1.15} = 3565.217 \text{ kg/cm}^2$$

Cogemos de la tabla de capacidades mecánicas:

$$n = 4 \text{ redondos de } \phi = 1 \text{ cm}$$

tenemos:

$$0.04 \frac{166.6}{3564.21} 70 \times 30 = 2.748 \text{ cm}^2 < 4 \frac{\pi \times 1^2}{4} = 3.14 \text{ cm}^2$$

Comprobación es a adherencia:

Se tiene que cumplir:

$$\frac{V_{d1}}{0.9 \times d \times n \times u} \leq \tau_{bd}$$

Siendo u el perímetro de una barra.

$$V_{d1} = \gamma_f \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 = 1.6 \times 39 \times 1.0134 \times 70 = 5902.52 \text{ kg}$$

Así:

$$\frac{5902.52}{0.9 \times 30 \times 4 \times \pi \times 1} = 17.405 \text{ kg/cm}^2 < 0.95 \sqrt{f_{cd}^2} = 22.68 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a cortante:

Sección de referencia S2: Situada a medio canto útil a partir del punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa de acero:

$$V_{S2} = V_{S1} - \frac{\text{canto}}{2} = 39 - \frac{30}{2} = 24 \text{ cm}$$

Deben de cumplirse las siguientes condiciones en las dimensiones de la zapata y en las de la sección S2:

$$b_{S2} = b + d < b_2 \rightarrow 30 + 30 = 60 \text{ cm} < 70 \text{ cm}$$

$$d_2 = d < 1.5 V_{S2} \rightarrow 30 \text{ cm} < 1.5 \times 24 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$

Luego las dimensiones dadas a la zapata cumplen con la norma.

$$Vd2 = \gamma_s \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 < Ucd = 2 \cdot f_{cv} \cdot b_2 \cdot d$$

$$1.15 \times 24 \times 1.0134 \times 70 = 2610.73 \text{ kg} < 2 \times 5.4 \times 70 \times 30 = 22682.59 \text{ kg}$$

El punzonamiento sólo se da en zapatas tipo III, por tanto no es necesario estudiarlo, ya que estamos en el caso de zapata tipo I

2.1.5.1.4. Zapata D.

Este tipo de zapata se colocará en los pilares 3-4 y 7-8 del pórtico nº2.

Se comprueba la zapata de dimensiones:

$a = 80 \text{ cm}$ (largo de la zapata)

$b = 60 \text{ cm}$ (ancho de la zapata)

$h = 30 \text{ cm}$ (canto de la zapata)

$d = 20 \text{ cm}$ (canto útil de la zapata)

Teniendo en cuenta los valores siguientes se procederá al cálculo de la zapata para el pilar tipo D que al estar dentro de la nave no soporta ningún momento:

$$\text{Axil P del pilar (minorado)} = 5395/1.33 = 4056.39 \text{ kg}$$

$$\text{Momento M en la base del pilar} = 18207/1.33 = 13689.47 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la zapata } P_p = a_2 \cdot b_2 \cdot h \cdot \rho = 331.2 \text{ kg}$$

$$\text{Entonces, la fuerza total } N = \text{Axil P} + \text{Peso de la zapata } P_p = 4056.39 + 331.2 = 4387.59 \text{ kg}$$

Se determina en primer lugar el tipo de zapata:

$$0.5 h < V_{\max} < 2 h$$

$$0.5 \times 30 < 23 \text{ cm} < 2 \times 30$$

$$15 \text{ cm} < 23 \text{ cm} < 60 \text{ cm}$$

Estamos ante una zapata tipo I.

Como la excentricidad:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{13689.47}{4387.59} = 3.12 \text{ cm} < \frac{a_2}{6} = \frac{80}{6} = 13.33 \text{ cm}$$

El ancho de la zapata deberá ser mayor de:

$$b_2 \geq \frac{a_2 N + 6M}{a_2^2 \sigma_{adm}} = \frac{80 \times 4387.59 + 6 \times 13689.47}{80^2 \times 3} = 22.55 \text{ cm}$$

Por tanto, las dimensiones escogidas son correctas.

Estamos en el caso extremo que es aquel en el que las tensiones abarcan la totalidad de la zapata, por lo que al no tener momentos, la presión es uniforme sobre toda la zapata:

$$\sigma_t = \frac{N}{a_2 + b_2} \pm \frac{6M}{b_2 \times a_2^2} = \frac{4387.59}{80 \times 60} \pm \frac{6 \times 13689.47}{60 \times 80^2} = 1.127 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a flexión:

Sección de referencia S1: Situada en la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, distancia al borde de la zapata:

$$V_{S1} = V_1 - \frac{\text{ancho de la placa} - \text{ancho del pilar}}{4} = 35 - \frac{34 - 10}{4} = 29 \text{ cm}$$

Debe de cumplir además que:

$$d < 1.5 V \rightarrow 20 \text{ cm} < 1.5 \times \frac{80 - 34}{2} = 34.5 \text{ cm}$$

Luego la zapata también cumple con lo dispuesto en la norma.

Para que cumpla a flexión:

$$M_{adm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d$$

El momento flector máximo que tenemos en la zapata:

$$M_{adm} = \gamma_f \cdot \sigma_t \cdot b_2 \cdot V_1 \cdot V_1/2 = 1.6 \times 1.12 \times 60 \times 29 \times 29/2 = 53361.79 \text{ kg.cm}$$

y por otra parte:

$$U_c = 0.9 \cdot f_{cd} \cdot b_2 \cdot d = 126000 \text{ kg.}$$

$$0.35 \cdot U_c \cdot d = 0.35 \times 126000 \times 20 = 882000 \text{ kg.cm}$$

y como :

$$M_{adm} = 53361.79 \text{ kg.cm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d = 882000 \text{ kg.cm}$$

Entonces, no hace falta armadura de compresión

La capacidad mecánica del acero:

$$U_s = 0.97 \frac{M_{adm}}{d} \left(1 + \frac{M_{adm}}{U_c} \right) < 0.04 U_c$$

$$U_s = 0.97 \frac{53361.79}{20} \left(1 + \frac{53361.79}{126000} \right) = 3684.101 \text{ kg} < 0.04 U_c = 5040 \text{ kg}$$

Para que cumpla a cuantía mínima se tiene que comprobar:

$$0.04 \left(\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) b_2 d < n^\circ \text{ redondos} \times \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Siendo:

$$f_{cd} = 166.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1.15} = 3565.217 \text{ kg/cm}^2$$

Cogemos de la tabla de capacidades mecánicas:

$$n = 4 \text{ redondos de } \phi = 0.8 \text{ cm}$$

tenemos:

$$0.04 \frac{166.6}{3564.21} 60 \times 20 = 1.5707 \text{ cm}^2 < 4 \frac{\pi \times 0.8^2}{4} = 2.0096 \text{ cm}^2$$

La siguiente comprobación es a adherencia, y se tiene que cumplir:

$$\frac{Vd1}{0.9 \times d \times n \times u} \leq \tau_{bd}$$

Siendo u el perímetro de una barra.

$$Vd1 = \gamma_f \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 = 1.6 \times 29 \times 1.12 \times 60 = 3680.12 \text{ kg}$$

Así:

$$\frac{3680.12}{0.9 \times 20 \times 4 \times \pi \times 0.8} = 20.34 \text{ kg / cm}^2 < 0.95 \sqrt{fcd^2} = 22.68 \text{ kg / cm}^2$$

Comprobación a cortante:

Sección de referencia S2: Situada a medio canto útil a partir del punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa de acero:

$$V_{s2} = V_{s1} - \frac{\text{canto}}{2} = 29 - \frac{20}{2} = 19 \text{ cm}$$

Deben de cumplirse las siguientes condiciones en las dimensiones de la zapata y en las de la sección S2:

$$b_{s2} = b + d < b_2 \rightarrow 30 + 20 = 50 \text{ cm} < 60 \text{ cm}$$

$$d_2 = d < 1.5 V_{s2} \rightarrow 20 \text{ cm} < 1.5 \times 19 \text{ cm} = 28.5 \text{ cm}$$

Luego las dimensiones dadas a la zapata cumplen con la norma.

$$Vd2 = \gamma_s \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 < Ucd = 2 \cdot f_{cv} \cdot b_2 \cdot d$$

$$1.15 \times 21 \times 1.12 \times 60 = 1732.98 \text{ kg} < 2 \times 5.4 \times 60 \times 20 = 12961.48 \text{ kg}$$

El punzonamiento sólo se da en zapatas tipo III, por tanto no es necesario estudiarlo, ya que estamos en el caso de zapata tipo I

2.1.5.1.5. Zapata E.

Este tipo de zapata se colocará en el pilar 5-6 del pórtico nº2.

Se comprueba la zapata de dimensiones:

$$a = 80 \text{ cm (largo de la zapata)}$$

$$b = 60 \text{ cm (ancho de la zapata)}$$

$$h = 30 \text{ cm (canto de la zapata)}$$

$$d = 20 \text{ cm (canto útil de la zapata)}$$

Teniendo en cuenta los valores siguientes se procederá al cálculo de la zapata para el pilar tipo E que al estar dentro de la nave no soporta ningún momento:

$$\text{Axil P del pilar (minorado)} = 5150/1.33 = 3872.18 \text{ kg}$$

$$\text{Momento M en la base del pilar} = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la zapata } P_p = a_2 \cdot b_2 \cdot h \cdot \rho = 331.2 \text{ kg}$$

$$\text{Entonces, la fuerza total } N = \text{Axil P} + \text{Peso de la zapata } P_p = 3872.18 + 331.2 = 4203.38 \text{ kg}$$

Se determina en primer lugar el tipo de zapata:

$$\begin{aligned}0.5 h < V_{\max} < 2 h \\0.5 \times 30 < 23 \text{ cm} < 2 \times 30 \\15 \text{ cm} < 23 \text{ cm} < 60 \text{ cm}\end{aligned}$$

Estamos ante una zapata tipo I.

Como la excentricidad:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{0}{4387.59} = 0 \text{ cm} < \frac{a_2}{6} = \frac{80}{6} = 13.33 \text{ cm}$$

El ancho de la zapata deberá ser mayor de:

$$b_2 \geq \frac{a_2 N + 6M}{a_2^2 \sigma_{adm}} = \frac{80 \times 4203.38}{80^2 \times 3} = 17.514 \text{ cm}$$

Por tanto, las dimensiones escogidas son correctas.

Estamos en el caso extremo que es aquel en el que las tensiones abarcan la totalidad de la zapata, por lo que al no tener momentos, la presión es uniforme sobre toda la zapata:

$$\sigma_t = \frac{N}{a_2 + b_2} \pm \frac{6M}{b_2 \times a_2^2} = \frac{4203.38}{80 \times 60} \pm 0 = 0.875 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a flexión:

Sección de referencia S1: Situada en la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, distancia al borde de la zapata:

$$V_{S1} = V_1 - \frac{\text{ancho de la placa} - \text{ancho del pilar}}{4} = 35 - \frac{34 - 10}{4} = 29 \text{ cm}$$

Debe de cumplir además que:

$$d < 1.5 V \rightarrow 20 \text{ cm} < 1.5 \times \frac{80 - 34}{2} = 34.5 \text{ cm}$$

Luego la zapata también cumple con lo dispuesto en la norma.

Para que cumpla a flexión:

$$M_{adm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d$$

El momento flector máximo que tenemos en la zapata:

$$M_{adm} = \gamma_f \cdot \sigma_t \cdot b_2 \cdot V_1 \cdot V_1/2 = 1.6 \times 0.875 \times 60 \times 29 \times 29/2 = 53361.79 \text{ kg.cm}$$

y por otra parte:

$$U_c = 0.9 \cdot f_{cd} \cdot b_2 \cdot d = 126000 \text{ kg.}$$

$$0.35 \cdot U_c \cdot d = 0.35 \times 126000 \times 20 = 882000 \text{ kg.cm}$$

y como :

$$M_{adm} = 53361.79 \text{ kg.cm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d = 882000 \text{ kg.cm}$$

Entonces, no hace falta armadura de compresión.

La capacidad mecánica del acero:

$$U_s = 0.97 \frac{M_{adm}}{d} \left(1 + \frac{M_{adm}}{U_c} \right) < 0.04 U_c$$

$$U_s = 0.97 \frac{47133.90}{20} \left(1 + \frac{47133.906}{126000} \right) = 3141.136 \text{ kg} < 0.04 U_c = 5040 \text{ kg}$$

Para que cumpla a cuantía mínima se tiene que comprobar:

$$0.04 \left(\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) b_2 d < n^\circ \text{ redondos} \times \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Siendo :

$$f_{cd} = 166.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1.15} = 3565.217 \text{ kg/cm}^2$$

Cogemos de la tabla de capacidades mecánicas:

$$n = 4 \text{ redondos de } \phi = 0.8 \text{ cm}$$

tenemos:

$$0.04 \frac{166.6}{3564.21} 60 \times 20 = 1.5707 \text{ cm}^2 < 4 \frac{\pi \times 0.8^2}{4} = 2.0096 \text{ cm}^2$$

La siguiente comprobación es a adherencia, y se tiene que cumplir:

$$\frac{V d_1}{0.9 \times d \times n \times u} \leq \tau_{bd}$$

Siendo u el perímetro de una barra.

$$V d_1 = \gamma_f \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 = 1.6 \times 29 \times 0.875 \times 60 = 3250.61 \text{ kg}$$

Así:

$$\frac{3250.61}{0.9 \times 20 \times 4 \times \pi \times 0.8} = 17.97 \text{ kg/cm}^2 < 0.95 \sqrt[3]{fcd^2} = 22.68 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a cortante:

Sección de referencia S2: Situada a medio canto útil a partir del punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa de acero:

$$V_{S2} = V_{S1} - \frac{\text{canto}}{2} = 29 - \frac{20}{2} = 19 \text{ cm}$$

Deben de cumplirse las siguientes condiciones en las dimensiones de la zapata y en las de la sección S2:

$$b_{S2} = b + d < b_2 \rightarrow 30 + 20 = 50 \text{ cm} < 60 \text{ cm}$$

$$d_2 = d < 1.5 V_{S2} \rightarrow 20 \text{ cm} < 1.5 \times 19 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

Luego las dimensiones dadas a la zapata cumplen con la norma.

$$Vd2 = \gamma_s \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 < Ucd = 2 \cdot f_{cv} \cdot b_2 \cdot d$$

$$1.15 \times 21 \times 0.875 \times 60 = 1530.73 \text{ kg} < 2 \times 5.4 \times 60 \times 20 = 12961.48 \text{ kg}$$

El punzonamiento sólo se da en zapatas tipo III, por tanto no es necesario estudiarlo, ya que estamos en el caso de zapata tipo I

2.1.5.1.6. Zapata F.

Este tipo de zapata se colocará en los pilares 1-2 y 9-10 del pórtico nº2.

Se comprueba la zapata de dimensiones:

$$a = 140 \text{ cm (largo de la zapata)}$$

$$b = 100 \text{ cm (ancho de la zapata)}$$

$$h = 60 \text{ cm (canto de la zapata)}$$

$$d = 50 \text{ cm (canto útil de la zapata)}$$

Teniendo en cuenta los valores siguientes se procederá al cálculo de la zapata para el pilar tipo C:

$$\text{Axil P del pilar (minorado)} = 2420/1.33 = 1819.54 \text{ kg}$$

$$\text{Momento M en la base del pilar(minorado)} = 153365/1.33 = 115312.03 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Peso de la zapata } P_p = a_2 \cdot b_2 \cdot h \cdot \rho = 1932 \text{ kg}$$

$$\text{Entonces, la fuerza total } N = \text{Axil P} + \text{Peso de la zapata } P_p = 1819.54 + 1932 = 3751.54 \text{ kg}$$

Se determina en primer lugar el tipo de zapata:

$$0.5 h < V_{\max} < 2 h$$

$$0.5 \times 60 < 53 \text{ cm} < 2 \times 60$$

$$30 \text{ cm} < 53 \text{ cm} < 120 \text{ cm}$$

Estamos ante una zapata tipo I.

Como la excentricidad:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{115312.03}{3751.54} = 30.737 \text{ cm} > \frac{a_2}{6} = \frac{140}{6} = 23.33 \text{ cm}$$

El ancho de la zapata deberá ser mayor de :

$$b_2 \geq \frac{2N}{3\left(\frac{a_2}{2} - e\right)\sigma_{adm}} = \frac{2 \times 3751.54}{3 \times \left(\frac{140}{2} - 30.73\right) \times 3} = 21.23 \text{ cm}$$

Por tanto, las dimensiones escogidas son correctas.

Comprobamos que la tensión máxima no supere a la del suelo:

$$\sigma_t = \frac{2N}{3\left(\frac{a_2}{2} - e\right)b_2} = \frac{2 \times 3751.54}{3 \times \left(\frac{140}{2} - 30.37\right) \times 100} = 0.6369 \text{ kg/cm}^2 < 3 \text{ kg/cm}^2$$

Estamos en el caso extremo que es aquel en el que las tensiones no abarcan la totalidad de la zapata, por lo que se halla la longitud de zapata que está afectada por las tensiones:

$$x = 3\left(\frac{a_2}{2} - e\right) = 3 \times \left(\frac{140}{2} - 30.37\right) = 118.89 \text{ cm}$$

Comprobación a flexión:

Sección de referencia S1: Situada en la mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, distancia al borde de la zapata:

$$V_{S1} = V_1 - \frac{\text{ancho de la placa} - \text{ancho del pilar}}{4} = 65 - \frac{34 - 10}{4} = 59 \text{ cm}$$

Debe de cumplir además que:

$$d < 1.5 V \rightarrow 50 \text{ cm} < 1.5 \times \frac{140 - 34}{2} = 79.5 \text{ cm}$$

Luego la zapata también cumple con lo dispuesto en la norma.

Para que cumpla a flexión:

$$M_{adm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d$$

El momento flector máximo que tenemos en la zapata:

$$M_{adm} = \gamma_f \cdot \sigma_t \cdot b_2 \cdot V_1 \cdot V_1/2 = 1.6 \times 0.636 \times 100 \times 59 \times 59/2 = 177391.11 \text{ kg.cm}$$

y por otra parte:

$$U_c = 0.9 \cdot f_{cd} \cdot b_2 \cdot d = 525000 \text{ kg.}$$

$$0.35 \cdot U_c \cdot d = 0.35 \times 525000 \times 50 = 9187500 \text{ kg.cm}$$

y como :

$$M_{adm} = 177391.11 \text{ kg.cm} < 0.35 \cdot U_c \cdot d = 9187500 \text{ kg.cm}$$

Entonces, no hace falta armadura de compresión.

La capacidad mecánica del acero:

$$U_s = 0.97 \frac{M_{adm}}{d} \left(1 + \frac{M_{adm}}{U_c} \right) < 0.04 U_c$$

$$U_s = 0.97 \frac{177391.11}{50} \left(1 + \frac{177391.11}{525000} \right) = 4604.19 \text{ kg} < 0.04 U_c = 21000 \text{ kg}$$

Para que cumpla a cuantía mínima se tiene que comprobar:

$$0.04 \left(\frac{f_{cd}}{f_{yd}} \right) b_2 d < n^\circ \text{ redondos} \times \frac{\pi \phi^2}{4}$$

Siendo:

$$f_{cd} = 166.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{4100}{1.15} = 3565.217 \text{ kg/cm}^2$$

Cogemos de la tabla de capacidades mecánicas:

$$n = 6 \text{ redondos de } \phi = 1.2 \text{ cm}$$

Tenemos:

$$0.04 \frac{166.6}{3564.21} 100 \times 50 = 6.544 \text{ cm}^2 < 6 \frac{\pi \times 1.2^2}{4} = 6.7824 \text{ cm}^2$$

Comprobación a adherencia:

Para garantizar una adherencia suficiente entre la armadura y el hormigón circundante se habrá de verificar:

$$\frac{Vd1}{0.9 \times d \times n \times u} \leq \tau_{bd} \text{ (para barras corrugadas)}$$

Siendo u el perímetro de una barra.

$$Vd1 = \gamma_f \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 = 1.6 \times 59 \times 0.636 \times 100 = 6013.25 \text{ kg}$$

Así:

$$\frac{6013.25}{0.9 \times 50 \times 6 \times \pi \times 1.2} = 5.91 \text{ kg/cm}^2 < 0.95 \sqrt[3]{fcd^2} = 22.68 \text{ kg/cm}^2$$

Comprobación a cortante:

Sección de referencia S2: Situada a medio canto útil a partir del punto medio entre la cara de la columna y el borde de la placa de acero:

$$V_{s2} = V_{s1} - \frac{\text{canto}}{2} = 59 - \frac{50}{2} = 34 \text{ cm}$$

Deben de cumplirse las siguientes condiciones en las dimensiones de la zapata y en las de la sección S2:

$$b_{s2} = b + d < b_2 \rightarrow 30 + 50 = 80 \text{ cm} < 100 \text{ cm}$$

$$d_2 = d < 1.5 V_{s2} \rightarrow 50 \text{ cm} < 1.5 \times 34 \text{ cm} = 51 \text{ cm}$$

Luego las dimensiones dadas a la zapata cumplen con la norma.

$$Vd2 = \gamma_s \cdot V_1 \cdot \sigma_t \cdot b_2 < Ucd = 2 \cdot f_{cv} \cdot b_2 \cdot d$$

$$1.15 \times 34 \times 0.639 \times 100 = 2490.66 \text{ kg} < 2 \times 5.4 \times 100 \times 50 = 54006.17 \text{ kg}$$

El punzonamiento solo se da en zapatas tipo III, por tanto no es necesario estudiarlo, ya que estamos en el caso de zapata tipo I.

2.1.5.2. Cálculo De Zunchos de Atado.

Estarán sometidos a un esfuerzo de flexocompresión provocado por cerramiento de nave y el axil procedente del pilar.

Estamos en zona sísmica donde $a_c < 0.6g$, ya que Linares según el anejo 1 de la NCSE-02 tiene un valor de $0.05g$, por lo cual tomaré, por seguridad, como valor para el axil que afectará al zuncho el 10% del máximo axil de los pilares que enlaza (que se presenta en el pilar B):

$$N = 10\% \times 11562.99 = 1156.299 \text{ kg}$$

$$N^* = 1.6 \times 1156.299 = 1850.07 \text{ kg}$$

Sabiendo que el peso del cerramiento ponderado es:

$$P^* = 1.6 \times 404 \text{ kg/m}^2 \times 6 \text{ m} = 3878.4 \text{ kg/m}$$

El momento ponderado al cual está sometido zuncho será:

$$M^* = (P^* \cdot l^2)/8 = (3878.4 \text{ kg/m} \times 36 \text{ m}^2)/8 = 17452.8 \text{ kg.m}$$

El canto del zuncho $b \geq l/20 = 500/20 = 25 \text{ cm}$; pero al no ser encofrado, el canto $b \geq 40 \text{ cm}$. El zuncho es cuadrado por lo que las dimensiones del mismo serán : $b \times b = 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ (capa de cubrimiento de 3 cm), además se pondrán 10 cm de hormigón de limpieza.

Dimensiones del zuncho:

Se dimensionará con armadura simétrica tal y como viene expuesto en la EHE-08.

$$N^* = 1850 \text{ kg}$$

Capacidad mecánica del hormigón:

$$U_c = 0.35 \times f_{cd} \times b \times d = 0.35 (254 \text{ kg/cm}^2 / 1.5) 40 \times 35 = 57\,167 \text{ kg}$$

y por consiguiente:

$$0.45 U_c = 25\,725 \text{ kg}$$

y como $N^* < 0.45 U_c$ estamos en el 1º caso por lo que se debe cumplir:

$$U_s = A'_s f_{yd} = \frac{N^*}{d - d'} \left(e_0 + \frac{d - d'}{2} \right) - \frac{d}{d - d'} N^* \left(1 - \frac{1}{2} \frac{N^*}{U_c} \right) \leq \begin{cases} 0.04 U_c \\ 0.05 N^o \end{cases}$$

Sabiendo que e_0 es la excentricidad de la carga de valor:

$$e_0 = \frac{1745280 \text{ kgcm}}{1850 \text{ kg}} = 943.39 \text{ cm}$$

$$d' = 3 \text{ cm (valor de la capa de recubrimiento)}$$

Finalmente el valor de U_s :

$$U_s = \frac{1850}{37 - 3} \left(943.39 + \frac{37 - 3}{2} \right) - \frac{37}{37 - 3} \times 1850 \left(1 - \frac{1850}{2 \times 57167} \right) = 50276.1 \text{ kg}$$

Por la tabla de capacidades mecánicas se arma el zuncho con 6 redondos de 20 (6 ϕ 20 mm)

Se comprueba a continuación si cumple las cuantías geométricas mínimas :

$$A_s = n \times \frac{\pi \phi^2}{4} = 6 \frac{\pi 2^2}{4} = 18.84 \text{ cm}^2$$

$$0.33\% \cdot A_c = 0.0033 \times 40 \times 40 = 5.28 \text{ cm}^2 < A_s = 18.84 \text{ cm}^2$$

Por fisuración:

$$A_s > 0.15 \times a^2 \times f_{cd}/f_{yd} = 12.38 \text{ cm}^2 < A_s = 18.84 \text{ cm}^2$$

Cumple las cuantías geométricas mínimas exigidas por la norma.

Estribos:

$$\phi_s = \frac{\phi_{\max}}{4} = \frac{20 \text{ mm}}{4} = 5 \text{ mm (Diámetro del estribo)}$$

$$S = 15 \times \phi_{\min} = 15 \times 2 \text{ cm} = 30 \text{ cm (separación entre estribos)}$$

2.1.5.3. Cálculo de La Solera.

Cuando la zona sísmica donde se contruirá la nave su $a_c < 0.16g$, en nuestro caso, Linares tiene $0.05g$, la norma NCSE-02 y EHE-08, nos dicen que podrá considerarse que la solera de hormigón constituye un elemento de atado, siempre se situe al nivel de las zapatas o apoyada en su cara superior, sea continua alrededor del pilar y tenga un espesor no menor de 15 cm, ni de 1/50 de la luz entre pilares.

Se procederá al cálculo y dimensionamiento del pavimento industrial de la nave mediante losas de hormigón armado.

Este pavimento descansa sobre un encachado de áridos con grava y cada losa de hormigón se armará mediante la colocación de mallas metálicas electrosoldadas y ha sido calculado y diseñado para resistir sobrecargas de uso y de paso de camiones de alto tonelaje.

Las losas serán de $4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ y el espesor se fijará por razones de resistencia y económicas y será de 16 cm con un canto útil de 13 cm.

Se han considerado para el dimensionamiento y comprobación de una losa de hormigón armado una presión de 5 Tn/m^2 .

Se estudia la losa de hormigón armado como una placa apoyada en sus cuatro bordes, o sea un simple apoyo en todos sus bordes.

Calculamos los esfuerzos por el método de las líneas de rotura de la parábola-rectángulo, el momento unitario de servicio en las secciones será:

$$\text{Placa de } a=4\text{m} \times b=4\text{m}$$

$$m = m_a = m_b = k \cdot q \cdot a^2$$

Siendo :

$$a/b = 4/4 = 1 \quad \rightarrow \quad k = 0.042$$

$$\varphi = 1$$

$$m = 0.042 \times 5 \times 4^2 = 3.36 \text{ Tm} \cdot \text{m} / \text{m}.$$

Para determinar la capacidad mecánica de la malla, utilizaremos el ábaco de cálculo de losas sometidas a flexión (método en rotura de la parábola-rectángulo) del libro “Hormigón Armado” de Jiménez Montoya, obteniendo una capacidad de 52 Tn.

Tabla de capacidades mecánicas de las mallas de acero de dureza natural cuyo $f_{yk} = 4100 \text{ kg/cm}^2$ y $f_{ck} = 254 \text{ kg/cm}^2$.

➔ 32 Barras de ϕ 16 mm.

Comprobación a cuantía mínima:

$$\omega = \frac{A \times f_{yd}}{b \times d \times f_{cd}} \geq 0.05$$

$$\omega = \frac{32 \times (\pi \times 1.6 / 4) \times 2260.87}{400 \times 13 \times 116.66} = 0.239 \geq 0.05$$

Por lo que la armadura anteriormente citada es correcta.

2.1.5.4. Cálculo del Foso

Para el cálculo de foso de dimensiones $1.5 \times 1 \times 15$ se procederá para su cálculo siguiendo el método semiempírico de Terzaghi y Peck para el cálculo del empuje activo en muros de pequeña altura.

El empuje producido sobre el plano vertical se incrementa de manera constante con la altura en el valor:

$$P_q = C \times q$$

donde C viene dada en función del tipo del relleno.

Se han considerado para el dimensionamiento y comprobación del murete de hormigón armado una presión $q = 5 \text{ Tn/m}^2$ debidas a las sobrecargas de uso y paso de camiones de alto tonelaje.

Entonces:

$$P_q = 0.27 \times 5 = 1.35 \text{ Tn/m}^2$$

Los muretes serán de $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ y el espesor se fijará por razones de resistencia y económicas, y será de 10 cm con un canto útil de 7.5 cm.

Se estudia el murete de hormigón armado como una placa apoyada en sus cuatro bordes, es decir, un simple apoyo en todos sus bordes.

Calculamos los esfuerzos por el método de las líneas de rotura de la parábola-rectángulo, el momento unitario de servicio en las secciones será:

Placa de $a=1.5\text{m} \times b=1.5\text{m}$

$$m = m_a = m_b = k \cdot q \cdot a^2$$

Siendo:

$$a/b = 4/4 = 1 \quad \rightarrow \quad k = 0.042$$

$$\varphi = 1$$

$$m = 0.042 \times 1.35 \times 1.5^2 = 0.1275 \text{ Tm} \cdot \text{m} / \text{m}.$$

Para determinar la capacidad mecánica de la malla, utilizaremos el ábaco de cálculo de losas sometidas a flexión (método en rotura de la parábola-rectángulo) del libro “Hormigón Armado” de Jiménez Montoya, obteniendo una capacidad de 4.1 Tn.

(Tabla de capacidades mecánicas de las mallas de acero de dureza natural cuyo $f_{yk} = 4100 \text{ kg/cm}^2$ y $f_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$).

$\rightarrow$ 8 Barras de ϕ 8 mm.

Comprobación a cuantía mínima:

$$\omega = \frac{A \times f_{yd}}{b \times d \times f_{cd}} \geq 0.05$$

$$\omega = \frac{8 \times (\pi \times 0.8^2 / 4) \times 2260.87}{150 \times 7.5 \times 116.66} = 0.069 \geq 0.05$$

Por lo que la armadura anteriormente citada es correcta.

Para el piso del foso se adoptará el mismo armado que se ha adoptado para los muretes, y me aseguro que cumple, ya que las sobrecargas de uso son inferiores a las cargas que se han adoptado para el cálculo de los mismos.

2.1.6. Cálculo de Las Soldaduras

Las soldaduras de la cercha y de la celosía, que están formados por tubos estructurales cuadrados soldados a lo largo de la cartela se calculan mediante la expresión:

$$a = 0.7 e$$

a = garganta de la soldadura.

e = espesor del perfil de menor espesor a soldar.

Y para el cálculo de las longitudes de soldaduras, para cada caso (cercha o celosía), cogemos el axil más desfavorable (tanto a compresión como a tracción) y calculamos la longitud correspondiente mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_{soldadura} = \frac{F}{A} = \frac{F}{2 \times 0.707 \times a \times l}$$

$$l = \frac{F}{2 \times 0.707 \times a \times \sigma_{soldadura}}$$

Utilizando un electrodo básico que tiene de limite elástico:

$$\sigma_e = 7370 \text{ kg/cm}^2$$

El 2 aparece en el denominador porque se supone que se suelda por los dos lados.

Como todos los perfiles de las cerchas son de 2 mm de espesor, la garganta de soldadura tendrá de espesor:

$$a = 0.7 \times 2 \text{ mm} = 1.4 \text{ mm}$$

Para las cerchas, el mayor esfuerzo se presenta en la barra (12-13) y vale 3499 kg.

Así para las cerchas, la longitud del cordón sale:

$$l_{cercha} = \frac{3499}{2 \times 0.707 \times 0.14 \times 7370} \approx 2.39cm$$

2.1.3. Instalación de Alumbrado

2.1.3.1. Alumbrado interior.

Para el cálculo de la instalación de iluminación de cada local de la nave, necesitamos conocer los siguientes parámetros:

a) Características geométricas del local:

- Altura
- Longitud
- Altura total
- Altura plano de trabajo
- Altura de suspensión

b) Factores de reflexión del local:

Los cuales dependen del color de estas y distinguimos entre:

- Techo
- Paredes
- Plano de trabajo

c) Tipo de luminarias

- Para la nave (tanto zona de turismos y camiones) elegimos luminarias de reflector simétrico de aluminio abrillantado, anodizado y sellado.

La chimenea tiene la parte superior de aluminio pintado en poliéster color gris, que aloja el equipo eléctrico hasta 400 w., parte inferior en perfil extruido de aluminio anodizado, con sistema de enfoque y portalámparas E-40.

El modelo utilizado es cerrado e incorporan al reflector aro de cierre con resortes de palanca, cristal termoestable y junta de etileno-propileno.

Se pueden suspender utilizando un cáncamo de ½": Modelo INDALUX 470-DKRX, con lámpara de 400 w de Mercurio color corregido.

- Para la recepción, la administración, los vestuarios, la sala de máquinas y almacén se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La instalación eléctrica se realiza totalmente en fábrica, con reactancias de arranque por cebador a 220 V. 50 Hz, a falta de lámparas y cebadores.

Los portalámparas son de zócalo rotor de seguridad con portacebador incorporado.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2x58 w. Este es el modelo con mayor rendimiento (hasta un 61%).

- Para sala de espera, se eligen luminarias de empotrar en falsos techos de perfil visto con difusor polilux (H), el cual es un difusor transparente con prismas refractores.

El chasis reflector fabricado en chapa de acero tratado con acabado de pintura epoxi-poliéster color blanco, que aloja el equipo eléctrico.

La instalación eléctrica se realiza totalmente en fábrica, con reactancias de arranque por cebador a 220 V. 50 Hz, a falta de lámparas y cebadores.

Los portalámparas son de zócalo rotor de seguridad con portacebador incorporado.

La fijación a falso techo de escayola lisa se efectúa con gran facilidad mediante los soportes metálicos que lleva incorporado el chasis: Modelo INDALUX 652-IED 2x58 w.

2.1.3.2. Nivel de iluminación

Según el CTE DB-SU en su Sección 4 “Seguridad frente al riesgo causado por la eliminación” dispone que en cada zona habrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo.

Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación

Zona			<i>Iluminancia mínima lux</i>
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10
		Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75
		Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas		50

De acuerdo con el tipo de actividad que se desarrolla en cada local y siguiendo las directrices que nos marca las referencias del CTE HE 3, se cumplen las recomendaciones de la norma UNE – EN 12464 -1: 2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo en su Parte 1: Lugares de trabajo en interiores, y elegimos los siguientes niveles de iluminación:

Nave: 500 Lux.

Oficinas y recepción: 300 Lux.

Sala de espera:	150 Lux.
Almacén:	100 Lux.
Aseos y vestuarios:	150 Lux.
Sala de máquinas:	100 Lux.
Exterior:	22 Lux.

Factor de conservación

Que se prevé para la instalación en función de las limpiezas periódicas, reposición de lámparas etc. $F_c = 0.8$

El cálculo del número de luminarias se ha hecho mediante el programa INDALUX de alumbrado técnico. Los resultados se reflejan en el siguiente cuadro:

Iluminancias Totales (Directa + Indirecta)						Uniformidades	
Media	Mínima	Máxima	Media servicio	enMedia	Extrema		
626.14	455.57	716.99	500.91	0.73	0.64		
397.09	277.53	558.68	317.67	0.70	0.50		
325.3	189.49	547.06	260.24	0.58	0.35		
120.8	96.23	152.36	96.64	0.80	0.63		
234.74	78.08	530.57	187.83	0.33	0.15		
153.54	33.41	715.46	122.83	0.22	0.05		
130.46	33.08	514.66	104.36	0.25	0.06		
170.49	74.46	323.37	136.4	0.44	0.23		

Características Geométricas					Factores De Reflexión			Luminarias Utilizada		
Anchura (m)	Longitud (m)	Altura total (m)	Altura plano	Altura deSuspensión	deTechos	Paredes	Plano Trabajo	deNº Luminarias	delModelo	Consumo
20	48	7	1.3	0.8	30%	70%	30%	33	470-DKRX	400W-MCC
3	3	3	0.85	0	80%	80%	30%	1	652-IED-H	2x58 Fluor
3	4	3	0.85	0	80%	80%	30%	1	652-IED-H	2x58 Fluor
2	3	3	0.85	0	80%	80%	30%	1	202-IED-H	2x18 Fluor
3	6	3	0.85	0	80%	80%	30%	1	652-IED-H	2x58 Fluor
6	11	3	0.85	0	80%	80%	30%	2	652-IED-H	2x58 Fluor
6	6	3	0.85	0	80%	80%	30%	1	652-IED-H	2x58 Fluor
3	5	3	0.85	0	80%	80%	30%	1	402-IED-H	2x36 Fluor

	Nave (S1 y S2)	Recepción.	Administr.	Aseos	Vestuarios	Almacén	Sala de máquinas	Sala de espera

2.1.3.3. Alumbrado exterior.

Para el cálculo del alumbrado exterior se cumplirán los niveles máximos de luminancia o iluminancia, y de uniformidad mínima permitida, según lo dispuesto en la ITC-EA-02 y la norma europea EN 12464-2:2007.

La distribución de luminarias elegido es el unilateral, es decir cuando los puntos de luz se disponen a un mismo lado. El ancho a iluminar se ha supuesto de 7 m.

Fijamos un grupo de valores:

$$P = 150 \text{ w.}$$

$$H \text{ (Altura del punto de luz)} = 8 \text{ m.}$$

Tipo de luminaria: Tipo II.

La luminaria del tipo II deberá tener fotometría regulable o fija y la carcasa podrá ser de aleación de aluminio, poliéster u otros materiales. El sistema óptico podrá ser abierto o cerrado con equipo auxiliar incorporado, y podrá llevar filtro para el caso de cerrado.

Consultando la norma, obtenemos un campo de variación de separación S de 26-36 m. De estos valores escojo la distancia entre luminarias más conveniente para la situación que será de 32 m.

La iluminancia media obtenida es de 22 lux.

Según lo dicho anteriormente y cumpliendo con la normativa vigente, para el alumbrado exterior, se elige el modelo INDALUX 752-OVX-TK y lámpara de 150 w.

Las luminarias elegidas son cerradas de reparto asimétrico, con alojamiento de equipo y sistema de montaje lateral aptas para la utilización de lámparas de M.C.C. (vapor de mercurio de color corregido) y S.A.P (vapor de sodio a alta presión).

La carcasa es de fundición inyectada de aleación ligera y marco abatible con acabado de pintura epoxi-poliéster.

El reflector es de una sola pieza en aluminio puro, electroabrillantado, anodizado y sellado, de fácil reposición.

Posee un ambientador isostático que protege al sistema óptico de la polución y la humedad. El portalámparas E-40 con dispositivo de enfoque.

La cuba de cierre es de policarbonato irrompible y junta de cierre de etileno-propileno. La tornillería es de acero inoxidable.

El grado de estanqueidad de esta luminaria es IP-55, según norma U.N.E. 20324.

Esta luminaria se montará sobre brazos para luminarias de acoplamiento lateral. El brazo elegido está formado por base fundida en aleación ligera y tubo de aluminio curvado con orientación en plano vertical. El modelo elegido es: INDALUX brazo serie BLA-1033.

2.1.3.4. Alumbrado de emergencia

Nuestro local, deberá cumplir las siguientes normas y reglamentos:

- Reglamento de Baja Tensión (RBT-2002 - ITC-BT-28).
- Código técnico de edificación - Protección contra incendios en edificios
- Iluminación. Alumbrado de emergencia (UNE EN-1838:2000).

El alumbrado de emergencia es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente

podrá ser alimentado por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior.

El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse al fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje al menos del 70 por 100 de su valor nominal.

Proporcionar una luminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.

La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan la utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.

La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

La norma nos dice que este alumbrado debe estar basado, como mínimo, en una potencia de 0,5 w por metro cuadrado de superficie del local.

Las lámparas a utilizar son de una potencia de 15 w que nos suministrarán un flujo luminoso de 125 lm estarán protegidos por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo.

Cálculo del alumbrado de emergencia.

Proceso de cálculo de la potencia necesaria:

$$P = S \times 0.5$$

Siendo:

P = Potencia que tienen que dar las luminarias de emergencia.

S = Superficie del recinto.

Cálculo de luminarias necesarias:

$$N = P/L$$

Siendo:

N = Luminarias necesarias.

L = Potencia de luminaria.

- Recepción:

$$S = 3 \times 3 = 9 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 9 \times 0.5 = 4.5 \text{ w}$$

$$N = P / L = 4.5/15 = 0.3 \rightarrow 1 \text{ Luminaria.}$$

- Administración:

$$S = 3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 12 \times 0.5 = 6 \text{ w}$$

$$N = P / L = 6/15 = 0.4 \rightarrow 1 \text{ Luminaria.}$$

- Almacén:

$$S = 6 \times 11 = 66 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 66 \times 0.5 = 33 \text{ w}$$

$$N = P / L = 33/15 = 2.2 \rightarrow 2 \text{ Luminarias.}$$

- Vestuarios:

$$S = 3 \times 6 = 18 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 18 \times 0.5 = 9 \text{ w}$$

$$N = P / L = 9/15 = 0.6 \rightarrow 1 \text{ Luminaria.}$$

- Sala de máquinas:

$$S = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 36 \times 0.5 = 18 \text{ w}$$

$$N = P / L = 18/15 = 1.2 \rightarrow 2 \text{ Luminarias.}$$

- Zona de turismos:

$$S = 17 \times 24 + 10 \times 3 = 438 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 438 \times 0.5 = 219 \text{ w}$$

$$N = P / L = 219/15 = 14.6 \rightarrow 14 \text{ Luminarias.}$$

- Zona de camiones:

$$S = 18 \times 20 = 360 \text{ m}^2$$

$$P = S \times 0.5 = 360 \times 0.5 = 180 \text{ w}$$

$$N = P / L = 180/15 = 12 \rightarrow 12 \text{ Luminarias.}$$

Una vez que tenemos el número necesario de luminarias para que se cumpla la normativa que impone el REBT, debemos comprobar que con ese número de luminarias también se cumple las condiciones impuestas por el Reglamento contra incendios.

Para ello, me ayudo del programa de ordenador “Calculux” con el cual podremos obtener el diagrama isolux, según la distribución que elijamos de las luminarias, y así saber el nivel de iluminación que tenemos en los puntos en los que estén situados los equipo de las instalaciones de protección contra incendios, que nunca deberá ser menor de 5 lux. También se podrá comprobar que iluminación tenemos a nivel del suelo en los recorridos de evacuación, que nunca podrá ser menor de 1 lux.

Una vez comprobado que se cumple con toda la normativa vigente, la distribución de luminarias que finalmente se instala es la plasmada en el plano adjunto, colocadas a una altura de 2.5 m del suelo.

La luminaria elegida para la iluminación de emergencia es: Phillips FBS 125.07 20 SFR.

2.1.4. Instalación eléctrica.

2.1.4.1. Bases de cálculo.

Para el cálculo de la instalación eléctrica se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el Reglamento electrotécnico de baja tensión, el cual define como locales mojados aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos de vaho durante largos períodos.

Nuestro caso se puede considerar como local mojado, ya que el local entra dentro de la definición de local mojado, dada por ICT-BT-30, por lo que se tendrá que tener en cuenta lo dispuesto para este tipo de locales en ella.

2.1.4.2. Cálculo de Secciones e Interruptores.

En los planos que se adjuntan se puede observar la planta de la instalación eléctrica de la nave industrial, en la cual existen 4 zonas bien diferenciadas:

- Zona dedicada a oficinas y sala de espera.
- Zona dedicada al lavado y engrase de turismos.
- Zona de almacenamiento, sala de máquinas y vestuarios.
- Zona dedicada al lavado y engrase de vehículos industriales.

Para la zonas donde transiten vehículos se utilizarán conductores unipolares en tubos metálicos blindados, normalmente de acero, estancos y no propagadores de la llama, con aislamiento interior constituidos por un forro aislante de papel impregnado, tanto para los circuitos de fuerza motriz como para los de alumbrado.

Para el resto de la instalación utilizaremos una canalización formada por conductores unipolares aislados bajo tubo aislante rígido normales curvables en caliente, fabricados con material aislante, generalmente policloruro de vinilo, empotrados en la pared, tanto para los circuitos de alumbrado como para las tomas de corriente; Los tubos anteriormente citados son estancos y no propagadores de la llama.

En la realización de los cálculos necesarios para la determinación de la instalación se han usado las siguientes fórmulas eléctricas:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \sin\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \sin\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos \phi$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\theta = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\tan\theta = Q/P.$$

$$Q_c = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2πf ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R : Resistencia de la línea en mohm.

X : Reactancia de la línea en mohm.

L : Longitud de la línea en m.

C_R : Coeficiente de resistividad.

K : Conductividad del metal.

S : Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : nº de conductores por fase.

$$t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{mcc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .

C_c = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S : Sección de la línea en mm^2 .

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$t_{ficc} = cte. fusible / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$L_{max} = 0,8 \cdot U_F / \sqrt{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}}$$

Siendo,

L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F : Tensión de fase (V)

K : Conductividad

S : Sección del conductor (mm^2)

X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n : nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

Curvas válidas. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

IMAG = 5 I_n

CURVA C

IMAG = 10 I_n

CURVA D Y MA

IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

$\sigma_{\max}$: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L : Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c : Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

S1 Zona Turismos	49210 W
Alumb Oficina	612 W
Emer Ofi	60 W
AlumExt	300 W
S2 Zona vehículos industriales	16580 W
TC PCs	2200 W
TC Ofic	7000 W
S3 Zona almacén, máquinas y vest.	31239 W
TOTAL....	107201 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13301

- Potencia Instalada Fuerza (W): 93900

- Potencia Máxima Admisible (W): 138560

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 107201 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$28000 \times 1.25 + 89841.8 = 124841.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 124841.8 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 225.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x150/95mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=1) 230 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 180 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 87.34

$e(\text{parcial}) = 40 \times 124841.8 / 27.12 \times 400 \times 150 = 3.07 \text{ V.} = 0.77 \%$

$e(\text{total}) = 0.77\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 107201 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$28000 \times 1.25 + 89841.8 = 124841.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 124841.8 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 225.25 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 299 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.38

$e(\text{parcial}) = 1 \times 124841.8 / 46.7 \times 400 \times 150 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 250 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 107201 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $28000 \times 1.25 + 89841.8 = 124841.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 124841.8 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 225.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 300 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.64

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 124841.8 / (47.76 \times 400 \times 150) = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 250 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 49210 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $28000 \times 1.25 + 25378 = 60378 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 60378 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 108.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.01

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 60378 / 47.07 \times 400 \times 50 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 113 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 113 A.

SUBCUADRO

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Aspiradoras	3600 W
Acumulador	2400 W
Tren Lavado	28000 W
TC Vehiculos	10000 W
L1 Alumbrado	200 W
L2 Alumbrado	2000 W
L3 Alumbrado	2800 W
Alum Emer	210 W
TOTAL....	49210 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 5210

- Potencia Instalada Fuerza (W): 44000

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3600 \times 1.25 + 2400 = 6900 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 6900 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 12.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.46

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6900 / (49.46 \times 400 \times 2.5) = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Aspiradoras

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3600 \times 1.25 = 4500 \text{ W.}$$

$$I = 4500 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 8.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol, RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.23

$$e(\text{parcial}) = 9 \times 4500 / (50.38 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 0.8 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Acumulador

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 14 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2400 \times 1.25 = 3000 \text{ W.}$$

$$I = 3000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol, RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.77

$e(\text{parcial}) = 14 \times 3000 / 51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.82 \text{ V.} = 0.21 \%$

$e(\text{total}) = 0.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 38000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$28000 \times 1.25 + 10000 = 45000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 45000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 81.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 103 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.07

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 45000 / 46.29 \times 400 \times 25 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 92 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Tren Lavado

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 38 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $28000 \times 1.25 = 35000 \text{ W.}$

$$I = 35000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 63.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.42

$$e(\text{parcial}) = 38 \times 35000 / (45.35 \times 400 \times 16 \times 1) = 4.58 \text{ V.} = 1.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 68 A.

Cálculo de la Línea: TC Vehiculos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 88 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.8=18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.77

$$e(\text{parcial})=88 \times 10000/46.33 \times 400 \times 2.5=18.99 \text{ V.}=4.75 \%$$

$$e(\text{total})=4.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5210 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
9378 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=9378/1,732 \times 400 \times 0.8=16.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.38

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 9378/49.3 \times 400 \times 4=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$e(\text{total})=0.04\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: L1 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 44 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $200 \times 1.8 = 360 \text{ W.}$

$I = 360 / 230 \times 1 = 1.57 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.31

$e(\text{parcial}) = 2 \times 44 \times 360 / 51.46 \times 230 \times 1.5 = 1.78 \text{ V.} = 0.78 \%$

$e(\text{total})=0.81\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: L2 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 37 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2000 \times 1.8 = 3600 \text{ W.}$

$$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.44

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 37 \times 3600 / 48.44 \times 230 \times 2.5 = 9.56 \text{ V.} = 4.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: L3 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 36 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $2800 \times 1.8 = 5040 \text{ W.}$

$$I = 5040 / 230 \times 1 = 21.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.53

$e(\text{parcial})=2 \times 36 \times 5040 / 48.27 \times 230 \times 4 = 8.17 \text{ V.} = 3.55 \%$

$e(\text{total})=3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Alum Emer

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 89 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 210 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$210 \times 1.8 = 378 \text{ W.}$$

$$I = 378 / 230 \times 1 = 1.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$e(\text{parcial})=2 \times 89 \times 378 / 51.45 \times 230 \times 1.5 = 3.79 \text{ V.} = 1.65 \%$

$e(\text{total})=1.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CALCULO DE EMBARRADO

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.66^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1133.681$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 108.94 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.66 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Alumb Oficina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 612 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $612 \times 1.8 = 1101.6 \text{ W}.$

$$I = 1101.6 / 230 \times 1 = 4.79 \text{ A}.$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.87

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 16 \times 1101.6 / 50.99 \times 230 \times 1.5 = 2 \text{ V.} = 0.87 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emer Ofi

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 60 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $60 \times 1.8 = 108 \text{ W.}$

$$I = 108 / 230 \times 1 = 0.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 108 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AlumExt

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $300 \times 1.8 = 540 \text{ W.}$

$$I = 540 / 230 \times 1 = 2.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.73

$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 540 / 51.38 \times 230 \times 1.5 = 2.74 \text{ V.} = 1.19 \%$

$e(\text{total})=1.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 48 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 16580 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
21844 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=21844/1,732 \times 400 \times 0.8=39.41 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.63

$e(\text{parcial})=48 \times 21844 / 46.97 \times 400 \times 10 = 5.58 \text{ V.} = 1.4 \%$

$e(\text{total})=1.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

SUBCUADRO

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

L4 Alumbrado	3200 W
L5 Alumbrado	3200 W
Alum Emer	180 W
TC Camiones	10000 W
TOTAL....	16580 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6580

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 6580 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

11844 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=11844/1,732 \times 400 \times 0.8=21.37$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.34

$e(\text{parcial})=0.3 \times 11844 / 50.36 \times 400 \times 10 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=1.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: L4 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 46 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3200 \times 1.8 = 5760 \text{ W.}$

$I = 5760 / 230 \times 1 = 25.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 65 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.42

$e(\text{parcial})=2 \times 46 \times 5760 / 50.16 \times 230 \times 10 = 4.59 \text{ V.} = 2 \%$

$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: L5 Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 61 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3200 \times 1.8 = 5760 \text{ W.}$

$$I = 5760 / 230 \times 1 = 25.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.42

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 61 \times 5760 / 50.16 \times 230 \times 10 = 6.09 \text{ V.} = 2.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: Alum Emer

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 77 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $180 \times 1.8 = 324 \text{ W.}$

$$I=324/230 \times 1=1.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.25

$$e(\text{parcial})=2 \times 77 \times 324/51.47 \times 230 \times 1.5=2.81 \text{ V.}=1.22 \%$$

$$e(\text{total})=2.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo:
 $10000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.8=18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.08

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 10000/47.37 \times 400 \times 2.5=0.06 \text{ V.}=0.02 \%$$

$e(\text{total})=1.43\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC Camiones

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 36 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.8=18.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 70.77

$e(\text{parcial})=36 \times 10000 / 46.33 \times 400 \times 2.5=7.77 \text{ V.}=1.94 \%$

$e(\text{total})=3.38\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

CALCULO DE EMBARRADO

Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.57^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 320.048$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 39.41 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.57 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: TC PCs

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: 2200 W.

$$I=2200/230 \times 0.8=11.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.18

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 2200 / 49.68 \times 230 \times 2.5=1.54 \text{ V.}=0.67 \%$$

$$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC Ofic

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/230 \times 0.8=38.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.2

$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 7000 / 45.82 \times 230 \times 6 = 7.75 \text{ V.} = 3.37 \%$

$e(\text{total}) = 3.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 41 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 31239 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$11000 \times 1.25 + 20670.2 = 34420.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 34420.2 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 62.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.52

$e(\text{parcial}) = 41 \times 34420.2 / 48.1 \times 400 \times 25 = 2.93 \text{ V.} = 0.73 \%$

$e(\text{total}) = 0.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Lavadora	5500 W
Acumulador	2400 W
TC Alma/Vestuarios	3500 W
Compresor	11000 W
Lavadora	3300 W
TC Sala Maquinas	5000 W
Alumbrado	464 W
Alumbrado Emergenc	75 W
TOTAL....	31239 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 539

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30700

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 11400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5500 \times 1.25 + 5900 = 12775 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=12775/1,732 \times 400 \times 0.8=23.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 81 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 44.05

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 12775/50.77 \times 400 \times 16=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Lavadora

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 14 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5500 \times 1.25=6875 \text{ W.}$$

$$I=6875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=12.4 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 54.54

$$e(\text{parcial})=14 \times 6875/48.93 \times 400 \times 2.5 \times 1=1.97 \text{ V.}=0.49 \%$$

$$e(\text{total})=1.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Acumulador

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 27 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2400 \times 1.25 = 3000 \text{ W.}$

$$I = 3000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.77

$$e(\text{parcial}) = 27 \times 3000 / 51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.59 \text{ V.} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC Alma/Vestuarios

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: 3500 W.

$$I=3500/230 \times 0.8=19.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.28

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 3500 / 50.73 \times 230 \times 10=0.36 \text{ V.}=0.16 \%$$

$$e(\text{total})=0.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 19300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 + 8300 = 22050 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=22050 / 1,732 \times 400 \times 0.8=39.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.98

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 22050 / 47.7 \times 400 \times 10 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Compresor

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$

$$I = 13750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.02

$$e(\text{parcial})=6 \times 13750 / 46.15 \times 400 \times 4 \times 1 = 1.12 \text{ V.} = 0.28 \%$$

$$e(\text{total})=1.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Lavadora

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 3300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3300 \times 1.25 = 4125 \text{ W.}$$

$$I = 4125 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 7.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.24

$$e(\text{parcial}) = 12 \times 4125 / (50.55 \times 400 \times 2.5) = 0.98 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC Sala Maquinas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.69

$e(\text{parcial}) = 10 \times 5000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 = 1 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total}) = 1.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 539 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
970.2 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 970.2 / 1,732 \times 400 = 1.75 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 19 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.42

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 970.2 / 51.44 \times 400 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.76\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $464 \times 1.8 = 835.2 \text{ W.}$

$$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 18 \times 835.2 / 51.21 \times 230 \times 1.5 = 1.7 \text{ V.} = 0.74 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Emergenc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 75 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $75 \times 1.8 = 135 \text{ W.}$

$$I=135/230 \times 1=0.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol, RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 135 / 51.51 \times 230 \times 1.5=0.53 \text{ V.}=0.23 \%$$

$$e(\text{total})=0.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE EMBARRADO

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm^3, cm^4) : 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013

- I. admisible del embarrado (A): 185

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.69^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1065.837$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 62.1 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.69 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cces}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

CÁLCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.75^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1150.805$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 225.25 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.75 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

2.1.4.3. Puesta a tierra.

1. Disposiciones generales.

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La puesta a tierra tiene por objeto conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y

que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la descarga de origen atmosférico.

2. Partes que comprenden la puesta a tierra.

Todo sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

2.1 Tomas de tierra

2.1.1 Instalación.

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección y en este caso se ha optado por el sistema instalar en el fondo de las zanjales de cimentación de la nave, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 milímetros cuadrados formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo se conectan electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando, se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor del anillo.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga a base de zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata.

Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto para los puntos de puesta a tierra

En nuestro caso el anillo estará formado por **30 m** de cable de cobre desnudo de 35 mm² y **una pica de 14 mm de diámetro de acero recubierto de Cu de 2 m.**

2.1.2 Elementos que componen las tomas de tierra.

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- **Electrodo.** Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener. El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior a 24 V.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones superiores al valor señalado anteriormente, se debe asegurar la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados de la corriente de servicio.

NOTA.- La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los electrodos a utilizar en nuestra instalación serán:

- a) Conductores enterrados horizontalmente.

Estos conductores serán conductores o cables de cobre desnudo de 35 mm² de sección, como mínimo y de una longitud de 30 m.

Estos electrodos deberán estar enterrados a una profundidad que impidan sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm. No obstante, si la capa superficial del terreno tiene una resistividad pequeña y las capas más profundas son de elevada resistividad, la profundidad de los electrodos puede reducirse a 30 cm.

b) Picas verticales

Las picas verticales podrán elegirse de entre los siguientes tipos de picas:

- tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo.
- perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm de largo, como mínimo,
- barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tiene que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitud es mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

- **Línea de enlace con tierra.**

Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.

- **Punto de puesta a tierra.**

Es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Estará constituida por una pletina de cobre recubierta de cadmio de 2.5 x33cm y 4 mm de espesor apoyada sobre material aislante.

Las instalación, dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al mismo electrodo o conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

2.2 Líneas principales de tierra.

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

2.3 Derivaciones de las líneas principales de tierra.

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

2.4 Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

3. Cálculo de la puesta a tierra.

El cálculo y comprobaciones constan de las siguientes fases:

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

Comprobación de la eficacia del magnetotérmico.

$$V_c = I_p \times R = 0.300 \times 17.65 = 5.29 \text{ V.}$$

Siendo :

I_p : Sensibilidad del magnetotermico = 300 mA.

R : Resistencia de tierra =17.65 Ohm

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

2.1.5. Instalación de Fontanería

El cálculo de los elementos que constituyen las instalaciones de agua fría y caliente se han hecho según el CTE-DB-HS 4: Suministro de agua.

2.1.5.1. Agua fría

Frente a los posibles cortes de suministro de la compañía de abastecimiento de agua, se dota a la instalación de fontanería de un depósito acumulador de 8 m³, con una válvula con flotador, que cortará el paso de agua cuando ésta alcance, en el depósito, un determinado nivel.

Las llaves de paso se dispondrán al principio de la derivación, en cada local húmedo y antes de cada inodoro.

Tramo 1:

Caudal (tabla 2.1 de HS-4): 4 lavabos(0.1) + 4 inodoros(0.1) + 2 duchas(0.2) + 4 grifos(0.15) = 1.8 l/s.

Coefficiente de simultaneidad: Se establece un criterio de simultaneidad para cada tramo de la instalación. La normativa no especifica que coeficiente de simultaneidad deberemos aplicar indicando simplemente que sea adecuado. Entonces utilizaremos:

$$K_{simult} = 1/\sqrt{n-1} \geq 0,2$$

El factor de simultaneidad, K, depende del número de aparatos sanitarios instalados, n, tomando como mínimo 0,2.

$$K = 0.27 > 0.2$$

Caudal Simultaneo: Que será nuestro caudal de cálculo.

Caudal simultaneo = Caudal total x Coeficiente de Simultaneidad

$$\text{Caudal simultaneo} = 1.8 \times 0.27 = 0.486 \text{ l/s}$$

Ayudandonos de las tablas de los fabricantes vamos a evitar el pre-dimensionamiento de tuberías obteniendo directamente el diámetro, velocidad, y pérdida de carga en función del caudal de agua que deben transportar.

Para esto elegiremos una velocidad de cálculo que este comprendida entre los valores que nos da la HS-4:

Para tubería de plástico se elegirá entre 0.5 y 3.5 m/s

Elijo un valor de 1 m/s, porque considero que a esta velocidad se producen menores ruidos en las tuberías.

Nos vamos a la tabla, por ejemplo, de selección de tuberías PEX serie 5 de Industrial Blansol, y con el caudal y esta velocidad obtenemos:

PÉRDIDAS DE CARGA PER BARBI SERIE 5,0

Ø	e	INT	VELOCIDAD	CAUDAL		PERDIDA CARGA		
			m/s	L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
12	1,8	8,4	0,4	79,8	0,02	39,49	394,95	3,95
16	1,8	12,4	0,4	173,9	0,05	23,45	234,46	2,34
20	1,9	16,2	0,4	296,8	0,08	16,47	164,71	1,65
25	2,3	20,4	0,4	470,7	0,13	12,18	121,81	1,22
32	2,9	26,2	0,4	776,3	0,22	8,80	88,04	0,88
40	3,7	32,6	0,4	1.202,0	0,33	6,64	66,44	0,66
50	4,6	40,8	0,4	1.882,7	0,52	4,99	49,87	0,50
63	5,8	51,4	0,4	2.988,0	0,83	3,72	37,19	0,37
75	6,8	61,4	0,4	4.263,7	1,18	2,97	29,71	0,30
90	8,2	73,6	0,4	6.126,4	1,70	2,37	23,66	0,24
12	1,8	8,4	0,6	119,7	0,03	78,32	783,17	7,83
16	1,8	12,4	0,6	260,8	0,07	46,86	468,58	4,69
20	1,9	16,2	0,6	445,2	0,12	33,08	330,77	3,31
25	2,3	20,4	0,6	706,0	0,20	24,56	245,58	2,46
32	2,9	26,2	0,6	1.164,5	0,32	17,82	178,18	1,78
40	3,7	32,6	0,6	1.802,9	0,50	13,49	134,91	1,35
50	4,6	40,8	0,6	2.824,0	0,78	10,16	101,57	1,02
63	5,8	51,4	0,6	4.482,0	1,24	7,60	75,98	0,76
75	6,8	61,4	0,6	6.395,6	1,78	6,08	60,83	0,61
90	8,2	73,6	0,6	9.189,7	2,55	4,85	48,54	0,49
12	1,8	8,4	0,8	159,6	0,04	128,23	1.282,29	12,82
16	1,8	12,4	0,8	347,8	0,10	77,09	770,95	7,71
20	1,9	16,2	0,8	593,6	0,16	54,59	545,85	5,46
25	2,3	20,4	0,8	941,3	0,26	40,62	406,24	4,06
32	2,9	26,2	0,8	1.552,7	0,43	29,55	295,49	2,95
40	3,7	32,6	0,8	2.403,9	0,67	22,42	224,17	2,24
50	4,6	40,8	0,8	3.765,3	1,05	16,91	169,11	1,69
63	5,8	51,4	0,8	5.976,0	1,66	12,67	126,73	1,27
75	6,8	61,4	0,8	8.527,4	2,37	10,16	101,61	1,02
90	8,2	73,6	0,8	12.252,9	3,40	8,12	81,19	0,81
12	1,8	8,4	1,0	199,5	0,06	188,75	1.887,48	18,87
16	1,8	12,4	1,0	434,7	0,12	113,87	1.138,68	11,39
20	1,9	16,2	1,0	742,0	0,21	80,79	807,93	8,08
25	2,3	20,4	1,0	1.176,7	0,33	60,23	602,32	6,02
32	2,9	26,2	1,0	1.940,9	0,54	43,89	438,86	4,39
40	3,7	32,6	1,0	3.004,9	0,83	33,34	333,42	3,33
50	4,6	40,8	1,0	4.706,7	1,31	25,19	251,87	2,52
63	5,8	51,4	1,0	7.470,0	2,07	18,90	189,01	1,89
75	6,8	61,4	1,0	10.659,3	2,96	15,17	151,69	1,52
90	8,2	73,6	1,0	15.316,1	4,25	12,13	121,33	1,21
12	1,8	8,4	1,2	239,4	0,07	259,56	2.595,62	25,96
16	1,8	12,4	1,2	521,7	0,14	156,99	1.569,92	15,70
20	1,9	16,2	1,2	890,4	0,25	111,57	1.115,69	11,16
25	2,3	20,4	1,2	1.412,0	0,39	83,28	832,83	8,33
32	2,9	26,2	1,2	2.329,0	0,65	60,76	607,61	6,08
40	3,7	32,6	1,2	3.605,9	1,00	46,21	462,13	4,62
50	4,6	40,8	1,2	5.648,0	1,57	34,95	349,46	3,49
63	5,8	51,4	1,2	8.964,0	2,49	26,25	262,51	2,63
75	6,8	61,4	1,2	12.791,2	3,55	21,08	210,83	2,11
90	8,2	73,6	1,2	18.379,3	5,11	16,88	168,76	1,69
12	1,8	8,4	1,4	279,3	0,08	340,45	3.404,54	34,05
16	1,8	12,4	1,4	608,6	0,17	206,33	2.063,35	20,63
20	1,9	16,2	1,4	1.038,6	0,29	146,82	1.468,21	14,68
25	2,3	20,4	1,4	1.647,3	0,46	109,71	1.097,09	10,97
32	2,9	26,2	1,4	2.717,2	0,75	80,12	801,25	8,01
40	3,7	32,6	1,4	4.206,8	1,17	60,99	609,92	6,10
50	4,6	40,8	1,4	6.589,3	1,83	46,16	461,60	4,62
63	5,8	51,4	1,4	10.458,0	2,90	34,70	347,03	3,47
75	6,8	61,4	1,4	14.923,0	4,15	27,89	278,88	2,79
90	8,2	73,6	1,4	21.442,5	5,96	22,34	223,35	2,23

Para un caudal de 0.54 l/s (el inmediatamente superior), un diámetro interior de tubería de 26.2 mm y diámetro exterior de 32 mm, obtenemos una pérdida de carga de 438.86 Pa/m.

La pérdida de presión lineal recoge la presión que se pierde en cada metro de tubería recta, pero adicionalmente se tendrán que tener en cuenta las pérdidas de carga que se producen en los "accidentes" de las tuberías: codos, tes, curvas, válvulas de retención, válvulas de esfera, reducciones, etc.

A estas pérdidas de presión localizadas se les denominan pérdidas singulares, y deberán valorarse para obtener la pérdida de presión total en un tramo de tubería.

El método más sencillo y admitido por la Normativa, es utilizar el método de la longitud equivalente. Así se aumenta la longitud real de la tubería en un porcentaje para asimilar las pérdidas de carga puntuales de los "accidentes" del trazado de tubería.

En nuestro caso elegimos para calcular la Leq , aumentar esta un 20%.

Luego:

$$Leq = L_{real} \times 1.2 = 27 \text{ m} \times 1.2 = 32.4 \text{ m}$$

Pérdida de presión del tramo:

Pérdida presión tramo = Pérdida de presión lineal x Longitud equivalente

$$\text{Pérdida de presión tramo} = 438.86 \times 32.4 = 14.2 \text{ KPa}$$

Para los sucesivos tramos operamos de igual forma, obteniendo como resultados los siguientes:

Tramo	Qt (l/s)	Qs (l/s)	Dext (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (Pa/m)	Longitud equivalente (m)	Pérdida de carga (KPa)
1	1.8	0.54	32	1	438.86	32.4	14.2
2	0.45	0.33	25	1	602.32	14.4	8.6
3	0.8	0.33	25	1	602.32	22.8	13.7
4	0.4	0.21	20	1	807.93	45.6	36.8
						Pérdida de carga total AFS	73.3

Si sabemos que la presión en la acometida, según Linaqua (Empresa suministradora en Linares), es de 25 m.c.a.

$$P_{\text{acometida}} = 25 \text{ m.c.a.} = 245.25 \text{ KPa.}$$

Para obtener la pérdida de carga total realizaremos los siguientes cálculos:

- 1) Pérdida de carga debida a la tubería es de 73.3 KPa.
- 2) La pérdida de presión debida a la existencia de un filtro (200 mbar) y un contador (300 mbar): Total 500 mbar = 50.000 Pa aprox. = 50 KPa

$$\text{Pérdida de carga total instalación} = 73.3 + 50 = 123.3 \text{ KPa}$$

La presión necesaria para un suministro adecuado será como mínimo la suma de las pérdidas de carga, más la correspondiente para vencer la altura del edificio (en nuestro caso no existe por ser de planta baja) y añadirle la presión mínima dinámica del aparato en situación más desfavorable.

Según norma:

Presión mínima de suministro:

- 100 kPa (1 bar) en los grifos comunes.
- 150 kPa (1,5 bar) en la entrada de los calentadores de ACS y de los fluxores.

Presión máxima de suministro:

- 500 kPa (5 bar) en todos los puntos de consumo.

Presión mínima dinámica del aparato (suponiendo que sólo tenemos grifos será) 100 kPa.

$$\text{Presión de suministro necesaria} = 123.3 + 100 = P_s = 223.3 \text{ KPa}$$

No habrá que instalar grupo de presión ya que la presión necesitada la supera la presión disponible en la acometida que era de $P_{acometida} = 245.25 \text{ KPa}$.

Finalmente comprobamos que la presión de suministro final esté entre el máximo y el mínimo según norma:

$$P_{final} = P_{inicial} - \text{Perdidas de carga del tramo} = 245.25 - 123.3 = 121.95 \text{ KPa}.$$

$$100 \text{ KPa} < 121.95 \text{ KPa} < 500 \text{ KPa}$$

Para su suministro de las tomas finales habrá que tener en cuenta los diámetros mínimos que nos dice la HS-4, según la naturaleza de la tubería que se debe respetar.

Tabla 4.2. y Tabla 4.3 HS-4.

Aparato	DN acero (")	DN Plástico o cobre (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera $\geq 1,40 \text{ m}$	3/4	20
Bañera $< 1,40 \text{ m}$	3/4	20
Bidé	1/2	12
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1 1/2	25-40
Urinario temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero no doméstico	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lav. Industrial 8kg	1	25
Vertedero	3/4	20

Tramo considerado	DN acero (")	DN Plástico o cobre (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial.	3/4	20
Columna (montante o descendente).	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización:		
< 50 kW	1/2	12
20-250 kW	3/4	20
251-500 kW	1	25
> 500 kW	1 1/4	32

En este caso y para las siguientes terminaciones en lavabos, inodoro y ducha colocaremos siempre para su conexión con su tramos correspondiente un diámetro interior de 12 mm, que corresponderá con una tubería de diámetro exterior de 16 mm.

Hay que tener en cuenta que la HS-4 en la actualidad cita la palabra "diámetro nominal", que será el interior o el exterior dependiendo de la Norma de Fabricación de la tubería. Así en acero el diámetro nominal está referido al diámetro interior de la tubería, y en el caso del cobre o de las tuberías plásticas, en las que el diámetro nominal está referido al diámetro exterior de la tubería.

Nota: El diámetro de la manguera que abastece tren de lavado es de 80 mm, según prescripciones del fabricante, e irá conectada directamente al depósito acumulador. El diámetro de la llave será de 80 mm. El diámetro de la válvula con flotador será de 25 mm.

2.1.5.2. Agua caliente

Se colocarán 2 calentadores acumuladores, para no tener que dotar de una red de retorno de ACS, ya que la longitud de la tubería de ida al punto de consumo, si utilizásemos un solo calentador, sería mayor a 15 m.

Hacemos los mismos cálculos realizados para AFS y obtenemos los siguientes resultados:

Tramo	Qt (l/s)	Qs (l/s)	Dext (mm)	Velocidad (m/s)	Perdida de carga (Pa/m)	Longitud equivalente (m)	Perdida de carga (KPa)
1	0.6	0.33	25	1	602.32	10.8	6.5
2	0.20	0.20	20	1	807.93	2.4	1.9

Tramo 1

Si sabemos que la presión en la acometida, según Linaqua (Empresa suministradora en Linares), es de 25 m.c.a.

$$P_{\text{acometida}} = 25 \text{ m.c.a.} = 245.25 \text{ KPa.}$$

Y que hasta el punto de entrada al termo eléctrico tenemos las pérdidas de los tramos 1, 2 y 3 de AFS, que suman 36.5 KPa.

Luego podemos contar que al inicio del tramo 1 tenemos la Presión de:

$$\text{Presión entrada} = P_{\text{acometida}} - \text{Perdidas de AFS} = 245.25 - 36.5 = 208.75 \text{ KPa.}$$

Según la norma la presión mínima de suministro en la entrada de los calentadores de ACS debe ser 150 KPa. En este caso vemos que la instalación cumple.

Para obtener la pérdida de carga total realizaremos los siguientes cálculos:

Perdida de carga debida a la tubería del tramo 1 es de 6.5 KPa.

La presión necesaria para un suministro adecuado será como mínimo la suma de las pérdidas de carga, más la correspondiente para vencer la altura del edificio (en nuestro caso no existe por ser de planta baja) y añadirle la presión mínima dinámica del aparato en situación más desfavorable.

Según norma:

Presión mínima de suministro:

- 100 kPa (1 bar) en los grifos comunes.
- 150 kPa (1,5 bar) en la entrada de los calentadores de ACS y de los fluxores.

Presión máxima de suministro:

- 500 kPa (5 bar) en todos los puntos de consumo.

Presión mínima dinámica del aparato (suponiendo que sólo tenemos grifos será) 100 kPa.

$$\text{Presión de suministro necesaria} = 6.5 + 100 = P_s = 106.5 \text{ KPa} < 208.75 \text{ KPa}$$

Comprobamos que la presión de suministro final esté entre el máximo y el mínimo según norma:

$$P_{\text{final}} = P_{\text{inicial}} - \text{Perdidas de carga del tramo} = 208.75 - 6.5 = 202.25 \text{ KPa}.$$

$$100 \text{ KPa} < 202.25 \text{ KPa} < 500 \text{ KPa}$$

Tramo 2

Si sabemos que la presión en la acometida, según Linaqua (Empresa suministradora en Linares), es de 25 m.c.a.

$$P_{\text{acometida}} = 25 \text{ m.c.a.} = 245.25 \text{ KPa}.$$

Y que hasta el punto de entrada al termo eléctrico tenemos las pérdidas de los tramos 1, 2, 3 y 4 de AFS, que suman 73.3 KPa.

Luego podemos contar que al inicio del tramo 1 tenemos la Presión de:

$$\text{Presión entrada} = P_{\text{acometida}} - \text{Perdidas de AFS} = 245.25 - 73.3 = 171.95 \text{ KPa}.$$

Según la norma la presión mínima de suministro en la entrada de los calentadores de ACS debe ser 150 KPa. En este caso vemos que la instalación cumple.

Para obtener la pérdida de carga total realizaremos los siguientes cálculos:

Pérdida de carga debida a la tubería del tramo 2 es de 1.9 KPa.

La presión necesaria para un suministro adecuado será como mínimo la suma de las pérdidas de carga, más la correspondiente para vencer la altura del edificio (en nuestro caso no existe por ser de planta baja) y añadirle la presión mínima dinámica del aparato en situación más desfavorable.

Según norma:

Presión mínima de suministro:

- 100 kPa (1 bar) en los grifos comunes.
- 150 kPa (1,5 bar) en la entrada de los calentadores de ACS y de los fluxores.

Presión máxima de suministro:

- 500 kPa (5 bar) en todos los puntos de consumo.

Presión mínima dinámica del aparato (suponiendo que sólo tenemos grifos será) 100 kPa.

Presión de suministro necesaria = $1.9 + 100 = P_s = 101.9 \text{ KPa} < 171.95 \text{ KPa}$

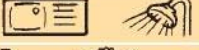
Comprobamos que la presión de suministro final esté entre el máximo y el mínimo según norma:

$$P_{\text{final}} = P_{\text{inicial}} - \text{Pérdidas de carga del tramo} = 171.95 - 1.9 = 170.05 \text{ KPa}.$$

$$100 \text{ KPa} < 170.05 \text{ KPa} < 500 \text{ KPa}$$

Elección acumuladores

Para una rápida elección del volumen del termo eléctrico, podemos utilizar las tablas de distintos fabricantes. En mi caso elijo la marca Junker que nos proporciona una tabla resumida: que indica el número de puntos de consumo de la primera columna a los que puede abastecer simultáneamente en demandas inferiores a $\frac{1}{4}$ de hora.

	HS 15	HS 30	HS 50	HS 75	HS 100
	2	4	5	7	10
	-	1	1	1	2
	-	-	1	1	1
	-	-	-	-	-
	-	-	1	1	2
	-	-	-	-	1
	-	-	-	-	-

El modelo más idóneo, sería el HS-100 de Junkers que nos suministrará un caudal de 8 l/min y una potencia de 2400 W.

En la instalación del termo eléctrico se debe de incluir necesariamente una válvula de seguridad o de sobrepresión, que se suministra siempre con el termo. Esta válvula de sobrepresión debe de ser conducida al desagüe en previsión de posibles goteos debidos a eventuales aperturas de dicha válvula, según la Instrucción Técnica ITE 02.15 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE.

Además, en instalaciones con presiones estáticas superiores a 6 kg/cm^2 , se recomienda instalar un reductor de presión. En caso de goteos persistentes de la válvula de sobrepresión, éstos se podrían reducir instalando un vaso de expansión de sanitaria, que resiste mayores presiones que los de calefacción, para absorber las dilataciones del agua contenida en el termo eléctrico y el resto de la instalación al calentarse.

2.1.6. Instalación de saneamiento

El diseño de dicha instalación se realiza de conformidad con lo dispuesto en el vigente Código Técnico de la Edificación (CTE) dentro de su Documento Básico de Salubridad (DB HS-5).

Según la nueva normativa del código técnico, debe aplicarse un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo, es decir, debe dimensionarse la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e

independiente, y posteriormente mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto o semiseparativo.

2.1.6.1. Red de aguas residuales

En el cálculo utilizaremos el concepto de "unidades de descarga". La Unidad de Descarga (UD), equivale a un caudal que corresponde a la evacuación de 28 litros de agua en un minuto de tiempo, o lo que es lo mismo 0,47 l/s.

Comenzaremos con la adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes, todo ello se establece en la tabla 4.1 del CTE, teniendo en cuenta el uso.

Tipo de aparato sanitario	Unidades de descarga		Diámetro mínimo sifón y ramal	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidet	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera	3	4	40	50
Inodoro cisterna	4	5	80	80
Inodoro fluxor	8	10	80	80
Turca	-	8	--	100
Lavacuñas	-	6	--	80
Urinario pedestal	-	4	--	50
Urinario suspendido	-	2	--	40
Urinario en batería	-	3,5	--	--
Fregadero de cocina	3	6	40	50
Fregadero de laboratorio	-	2	--	40
Lavadero	3	-	40	--
Vertedero	-	8	--	100
Fuente para beber	-	0,5	--	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavaplatos	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Drenaje de equipos	1	-	80	--
Aseo con cisterna	6	-	80	--
Aseo con fluxor	8	-	80	--
Baño con cisterna	7	-	80	--

Aseos Públicos:

Lavabos: 2	UD: 4	Diámetro: 40 mm
Inodoro cisterna: 2	UD: 10	Diámetro: 100 mm
Sumidero: 1	UD: 3	Diámetro: 50 mm
Total UD: 17		

Aseos Vestuarios:

Lavabos: 2	UD: 2	Diámetro: 40 mm
Inodoro cisterna: 2	UD: 8	Diámetro: 100 mm
Sumidero: 1	UD: 2	Diámetro: 50 mm
Duchas: 2	UD: 4	Diámetro: 40 mm
Total UD: 16		

Vertederos nave:

Vertedero: 5	UD: 40	Diámetro: 100 mm

Total UD aguas residuales: 73

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. Mientras que los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

El diámetro de salida del bote sifónicos, se obtendrá a partir de las unidades de descarga y de la pendiente que tenga la tubería tal y como se ve en la tabla 4.3 del CTE, dando como resultado para los dos aseos un diámetro de salida de 63 mm.

Algo que siempre hay que tener en cuenta a la hora de diseñar la red es que el diámetro de las conducciones nunca debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba. Además de lo que acabamos de indicar, es bueno tener en cuenta, y debe ser criterio de diseño que a todas aquellos colectores que acometen inodoros, el diámetro mínimo sea de 110 mm de diámetro, aunque el número de descargas según la tabla sea mucho menor que la correspondiente para dicho diámetro, ya que el diámetro del mánqueton del inodoro va a ser como mínimo de 100 mm, como ya se ha visto.

2.1.6.2. Red de aguas pluviales.

Antes de comenzar con el diseño, es necesario conocer que intensidad pluviométrica es característica en cada zona geográfica. El mapa pluviométrico de España, divide a nuestro país en dos zonas A y B pluviométricas, señalando además las intensidades de precipitación a adoptar, y de este modo realizar el dimensionamiento en función caudales de precipitación en l/s. Este mapa ha sido elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente, y adoptado para el CTE.

De acuerdo al anexo B del Documento Básico de Salubridad (DB HS) incluido en Código Técnico de la Edificación (CTE), la localidad de Linares se encuentra en la Zona B sobre la isoyeta 30, con lo que le corresponde una intensidad pluviométrica de 70 mm/h.

El CTE por defecto ha realizado todas las tablas de dimensionado para una intensidad pluviométrica media de 100 mm/h, pero para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100$$

Siendo, “ i ” la intensidad pluviométrica que se quiere considerar. Este factor mayorará la superficie proyectada cuando la intensidad pluviométrica sea mayor a 100 mm/h y la minorará cuando sea menor de ese valor standard. Con esta superficie modificada entraremos en las tablas correspondientes.

Por tanto, a nosotros nos corresponde un factor corrector $f = 90 / 100 = 0.7$.

La cubierta de la nave es en diente de sierra de superficie total en proyección horizontal 960 m^2 .

El número de balantes necesarias para la evacuación de aguas pluviales, y ajustándose a los valores expuestos en la tabla 4.6 del DB HS del CTE, para una superficie de evacuación de 960 m^2 le corresponde un número de sumideros igual a 6.

Para el dimensionado de canalones de sección rectangular, que son los que yo voy a utilizar, ajustándose a los valores expuestos en la tabla 4.7 del DB HS del CTE y teniendo en cuenta el factor corrector f de valor 0.7 y que la sección necesaria debe ser un 10% mayor que la calculada para un canalón circular, se obtiene una superficie de evacuación corregida de $960 \times 0.7 = 672 \text{ m}^2$, a la cual le corresponde para una pendiente del 2% un canalón de diámetro nominal igual a 250 mm, con lo que necesitaremos un canalón rectangular de 0.024 m^2 . En el caso de nuestro canalón se ha elegido rectangular de superficie de 0.03 m^2 , con lo cual cumple.

El dimensionado de los bajantes, ajustándonos a los valores expuestos en la tabla 4.8 del DB HS del CTE y teniendo en cuenta nuestro factor corrector f de valor 0.7, se obtiene una superficie de evacuación corregida de 672 m^2 y, por tanto, a cada bajante le corresponde evacuar una superficie aproximada de $S_b = 672 / 6 = 112 \text{ m}^2$. Para una superficie en proyección horizontal de estas dimensiones le corresponde una bajante de diámetro nominal igual a 63 mm.

Para el dimensionado de calderetas de unión entre canalones y bajantes, el área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta. En este caso se tomará el coeficiente 2 y teniendo en cuenta que nuestras bajantes son de diámetro nominal 63 mm, tendremos un área de paso para la caldereta de $2 \times (63/2)^2 \times \pi = 6.23 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, o lo que es lo mismo, un diámetro de sección de paso de aproximadamente 125 mm.

La utilización de colectores de tipo mixto es el proceso más común utilizado, ya que no tiene mucho sentido el disponer de redes de colectores independientes de aguas residuales y pluviales, si finalmente la red de alcantarillado que existe es unitaria.

Para dimensionar los colectores de tipo mixto deben transformarse las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y sumarse a las correspondientes a las aguas pluviales.

La transformación de las UD en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se efectúa según norma:

En nuestro caso como el número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90 m². Para un factor de corrección de 0.7, tenemos (90+960) x 0.7 = 735 m². Con este valor se entra en la tabla 4.9 de DB HS y se obtiene un valor del diámetro del colector mixto de 160 mm, que será el valor mínimo de la acometida.

El tubo de acometida que se conectará con el pozo de registro, saldrá de la arqueta general sifónica y se dimensionará a partir de la fórmula siguiente:

$$\phi_{salida} = \sqrt{\sum \phi^2_{entrada}}$$

Siendo Ø entrada, los diámetros de los colectores que llegan a la arqueta general sifónica.

Para los casos de los colectores de las arquetas de paso también se dimensionan a partir de dicha ecuación.

Se proyectan 11 arquetas cumpliendo con el CTE DB HS-5. Las dimensiones de las mismas serán en función del colector de salida, dando como resultados los siguientes:

Arqueta	Colector de salida	Dimensiones
1	63	40x40
2	90	40x40
3	110	50x50
4	63	40x40
5	90	40x40
6	110	50x50
7	140	50x50
8	180	60x60
9	200	60x60
10	225	60x70
11	250	60x70
Acometida	250	Pozo de registro

2.2. ESTUDIO DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

2.2.1. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.

2.2.1.1. Objeto

El presente estudio tiene por objeto establecer los requisitos que debe satisfacer y las condiciones que debe cumplir esta empresa para su seguridad en caso de incendio, evitando su generación, o para dar la respuesta adecuada al mismo, caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el mismo pueda producir a personas o bienes.

2.2.1.2. Introducción

La realización del presente anejo se basará en la aplicación del “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales” (R.D. 2267/2004) y de la CTE, DB-SI.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, minimizando los daños o pérdidas que pueda generar.

2.2.1.3. Caracterización del establecimiento industrial.

Los establecimientos industriales se caracterizan por:

- Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- Su nivel de riesgo intrínseco.

2.2.1.4. Establecimientos industriales ubicados en un edificio.

De las diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales, esta empresa se considera correspondiente al Tipo B del Anexo I del R. D. 2267/2004.

2.2.1.5. Características del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco.

Al encontrarnos en el tipo B, el nivel de riesgo intrínseco se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso, cada sector de incendio, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de dicho sector de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} K R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

Donde:

Qs = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

Gi = Masa, en Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

qi = Poder calorífico, en MJ/Kg o Mcal/Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Ci = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Ra = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrollo en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por 100 de la superficie del sector.

A = Superficie construida del sector de incendio en m^2 .

Los valores para cada uno de estos parámetros se obtienen a partir de las correspondientes tablas que aparecen en el R.D..

Entonces, para facilitar los cálculos del nivel de riesgo intrínseco (NRI), la web del INSHT (instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo) ha creado un formulario en la web, para facilitar la búsqueda de valores en las tablas, introduciendo los datos de nuestra instalación y obteniendo los siguientes resultados:

Actividad	Combustible	Gi(Kg)	qi(MJ/Kg)	Ci
Automóviles, reparación	Aceite de engrase	1500	46.02	Medio

$$Q_s = \frac{\sum (1500 \times 46.02 \times 1.3 \times 2)}{960} = 93.48 MJ / m^2$$

El nivel de riesgo intrínseco (NRI) se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_e , de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_i Q_{si} A_i}{\sum_i A_i} \quad (MJ / m^2) \text{ o } (Mcal / m^2)$$

Donde:

Q_e = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

Q_{si} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

A_i = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

En el caso de las instalaciones que nos ocupa el $Q_e = Q_s$.

Ahora si con los datos obtenidos nos vamos a la tabla para calcular el NRI:

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
	Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1 $Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2 $100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3 $200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4 $300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5 $400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6 $800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7 $1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8 $3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Vemos que para nuestra futura empresa el NRI se encuentra en un nivel de riesgo intrínseco BAJO (1), tal y como nos indican los resultados arrojados por el formulario telemático del INSHT.





[Calculadores INSHT](#)
[Seguridad contra incendios > Entrada de datos](#)
[Volver a calculadores](#)

Nivel de riesgo intrínseco en establecimientos industriales

Calculador del nivel de riesgo intrínseco en establecimientos industriales

Introducción

Entrada de datos

Recursos adicionales

VALOR NRI

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO (NRI): BAJO 1

Valor de Q_s : 93,48 MJ/m²
22,34 Mcal/m²



2.2.1.6. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

- Sectorización de los edificios industriales.

A continuación se va a comprobar que cada uno de los sectores de incendio definidos en el apartado anterior (nave) no superan la máxima superficie construida admisible, dependiendo de su nivel de riesgo intrínseco. Para ello usaremos la tabla del reglamento:

<i>Riesgo intrínseco del sector de incendio</i>	<i>Configuración del establecimiento</i>		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000
MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8	NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

La máxima superficie construida admisible, teniendo en cuenta que el riesgo intrínseco de esta es BAJO (1), y la configuración es de tipo B; entrando en la tabla, se obtiene que la máxima superficie construida admisible es de 6000 m². Este valor es muy superior a la superficie de la nave 960 m².

- Materiales.

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado *CE*.

- **Materiales de revestimiento.**

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial son:

Suelos:

En las dependencias para el personal y zona de oficinas el material empleado para el solado es Porcelánico. En las demás zonas de la nave será pavimento continuo fratasado mecanicamente, resistente al rozamiento, lavable y antiácido. En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.

Paredes y techos:

En dependencias para el personal y oficinas el acabado será enlucido de yeso blanco.

En baños y aseos el acabado será alicatado con plaqueta de 20 x 20 cm. de primera calidad.

En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable. Los materiales empleados en el revestimiento tanto de suelos como de paredes y techos tienen que ser de clase M2 o más favorables para cumplir con la normativa.

Dado que los materiales empleados en este caso cumplen esta condición, se consideran aptos.

Esta clasificación indica la capacidad relativa de los elementos materiales para favorecer el inicio o desarrollo de un incendio, según las normas UNE.

La clase M0 significa que el material no es combustible; la clase M1 indica un material combustible pero no inflamable; las clases M2, M3 y M4 significan productos con un grado de inflamabilidad creciente.

- **Otros productos**

En la instalación eléctrica, los conductores son de cobre y el tubo eléctrico es de PVC, aislado rígido normal curvable en caliente. Estos productos deben ser de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable.

Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A1 (M0).

- **Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.**

La nave del presente proyecto se corresponde con el tipo descrito en el apartado 4.2.2 del anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales: **Naves industriales en planta baja.**

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la siguiente tabla.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF – 120)	R 90 (EF – 90)	R 90 (EF – 90)	R 60 (EF – 60)	R 60 (EF – 60)	R 30 (EF – 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF – 120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF – 90)	R 90 (EF – 90)	R 60 (EF – 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF – 90)

Teniendo en cuenta que la configuración de la nave es de tipo B y su nivel de riesgo intrínseco es BAJO (1), los elementos constructivos portantes tendrán una estabilidad al fuego igual a R 60 (EF-60).

La tabla 2.3 del reglamento será también de aplicación a las estructuras principales de cubiertas ligeras y sus soportes en edificios en planta baja.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Teniendo en cuenta que la configuración de la nave es de tipo B y su nivel de riesgo intrínseco es BAJO (nivel 1), los elementos constructivos portantes tendrán una estabilidad al fuego igual a R 15 (EF-15).

Ateniendome al siguiente párrafo del R.D.:

“En los establecimientos industriales de una sola planta, o con zonas administrativas en más de una planta pero compartimentadas del uso industrial según su

reglamentación específica, situados en edificios de tipo B, separados al menos 10 m de límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas, no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura”. No será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura portante del presente proyecto ya que cumple estas condiciones.

- Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- a) Capacidad portante R.
- b) Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- c) Aislamiento térmico I.

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

- a) Estabilidad mecánica (o capacidad portante).
- b) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- c) No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- d) Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la siguiente tabla, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF – 120)	R 90 (EF – 90)	R 90 (EF – 90)	R 60 (EF – 60)	R 60 (EF – 60)	R 30 (EF – 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF – 120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF – 90)	R 90 (EF – 90)	R 60 (EF – 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF – 90)

Teniendo en cuenta que la configuración de la nave es de tipo B y su nivel de riesgo intrínseco es BAJO (nivel 1), los elementos constructivos portantes tendrán una estabilidad al fuego igual a R 60 (EF-60).

La resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será, como mínimo,

	Sin función portante	Con función portante
Riesgo bajo:	EI 120	REI 120 (RF-120)
Riesgo medio:	EI 180	REI 180 (RF-180)
Riesgo alto:	EI 240	REI 240 (RF-240)

Es decir la resistencia mínima al fuego por ser riesgo bajo será EI 120

- Evacuación de los establecimientos industriales.

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo B debe satisfacer las condiciones expuestas a continuación. La referencia en su caso a los artículos que se citan de la Norma básica de la edificación: condiciones de

protección contra incendios en los edificios se entenderá a los efectos de definiciones, características generales, cálculo, etc., cuando no se concreten valores o condiciones específicas.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P , deducida de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}P &= 1,10 p, \text{ cuando } p < 100. \\P &= 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200. \\P &= 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500. \\P &= 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.\end{aligned}$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P , según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

Por tanto $P = 1,10 \cdot 2 = 2,2$ redondeamos al entero superior = 3

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo B debe satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.1, subapartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5 y 7.1.6, respectivamente.
- b) Número y disposición de las salidas: además de tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.2, se ampliará lo siguiente:

- Los establecimientos industriales clasificados, como de riesgo intrínseco alto deberán disponer de dos salidas alternativas.
- Los de riesgo intrínseco medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas.
- Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:

<i>Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas</i>		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas. Se cumpliría la norma con una sola salida pero se dispondrán de dos salidas por razones obvias de seguridad.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

- Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras:

Se hará de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.4, subapartados 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3.

- Características de las puertas:

Se hará de acuerdo con el artículo 8 de la NBE-CPI/96, apartado

- Señalización e iluminación:

Se hará de acuerdo con el artículo 12 de la NBE-CPI/96, apartados 12.1, 12.2 y 12.3; además, deberán cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

- N° y disposición de salidas.

La nave tiene una 1 salida alternativa. La distancia máxima de los recorridos de evacuación no superará los 25 m medidos sobre el eje del recorrido.

- Dimensionado de salidas y pasillos.

La anchura A, en m, de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a $P/200$, siendo P la ocupación del sector de incendio.

$$P/200 = 3/200 = 0,015 \text{ m}$$

Todas las puertas y pasillos de la industria superan sobradamente esta medida.

- Anchuras mínimas y máximas.

La anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,80 m. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,60 m.

Estas condiciones son satisfechas por todas las puertas de la nave.

- **Almacenamientos.**

Los almacenamientos se caracterizan por los sistemas de almacenaje, cuando se realizan en estanterías metálicas. Se clasifican en autoportantes o independientes, que, en ambos casos, podrá ser automático y manual. En este caso optamos por:

- Sistema de almacenaje independiente. Solamente soportan la mercancía almacenada y son elementos estructurales desmontables e independientes de la estructura de cubierta.
- Sistema de almacenaje manual. Las unidades de carga que e almacenan se transportan y elevan mediante operativa manual, con presencia de personas en el almacén.
- *Sistema de almacenaje en estanterías metálicas.*

Como las estanterías elegidas en este proyecto son metálicas, deben de cumplir estos requisitos:

- a) Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0) (ver apartado 3 de este anexo).
- b) Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.
- c) Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).
- d) Para la estructura principal de sistemas de almacenaje con estanterías metálicas sobre rasante o bajo rasante sin sótano se podrán adoptar los valores siguientes:

Nivel de riesgo intrínseco	Sistema de almacenaje independiente o autoportante operado manualmente					
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua	
	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Riesgo bajo	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo medio	R60(EF-60)	R30(EF-30)	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige
Riesgo alto			R60 (EF-60)	R30(EF-30)	R30(EF-30)	R15(EF-15)

No se necesitarán rociadores de agua, puesto que se dispondrán de R15(EF-15).

- Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología de características que determinan el movimiento del humo.

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

a) Los sectores con actividades de producción:

- 1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida > 2000 m².
- 2.º De riesgo intrínseco alto y superficie construida > 1000 m².

b) Los sectores con actividades de almacenamiento:

- 1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida > 1000 m².
- 2.º De riesgo intrínseco alto y superficie construida > 800 m².

Como la nave no supera los 1000m², se podrán aplicar los valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos, por lo que no habrá que instalar un sistema de evacuación de humos.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida.

- **Instalaciones técnicas de servicios de los establecimientos industriales.**

Las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (incluyendo almacenamiento y distribución del combustible, aparatos o equipos de consumo y acondicionamiento térmico), las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación, almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente les afectan.

2.2.1.7. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

- **Sistemas automáticos de detección de incendio.**

a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

1.º Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.

2.º Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

3.º Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.

4.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.

5.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

b) Actividades de almacenamiento si:

1.º Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m² o superior.

2.º Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.

3.º Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

4.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.

5.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

Esta nave y sus condiciones, no se encuentran en estas condiciones por lo que **no procede** la instalación de detectores automáticos de incendios.

- **Sistemas manuales de alarma.**

Al no requerirse la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, y la superficie de la nave ser menor de 1000 m², no se requieren sistemas manuales de alarma.

- **Sistemas de comunicación de alarma.**

No es necesaria la instalación de este sistema.

- **Extintores de incendio.**

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales. En el sector de incendio de la nave objeto del presente Proyecto, se considera que la clase de fuego mayoritariamente es de tipo B, pero no se deben descartar posibles fuegos de clase A.

Los fuegos tipo A se definen como fuegos de materiales sólidos, y generalmente de naturaleza orgánica donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas. Sin embargo, los de tipo B son los generados por combustibles líquidos. Para fuegos de clase A-B, el agente extintor más adecuado, según la tabla I-1 del Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, de Agentes extintores y adecuación a las distintas clases de fuego, nos indica que el agente extintor más idóneo es la espuma física, que es una emulsión de un producto espumógeno en agua.

Básicamente apaga por sofocación, al aislar el combustible del ambiente que lo rodea, ejerciendo también una acción refrigerante, debido al agua que contiene.

Si se clasifica el extintor según la forma de impulsión, se han elegido extintores cuyo gas impulsor es el CO₂ y la sustancia extintora es la espuma. Los extintores de CO₂ son los más empleados, se usan para presurizar extintores de polvo seco, agua y espumas.

Dotación de extintores portátiles en el sector de incendio:

Se instalarán 5 extintores de incendio portátiles de eficacia 21A 113B, por tener un nivel de riesgo intrínseco bajo y una superficie total de 960 m².

<i>GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO</i>	<i>EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR</i>	<i>ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO</i>
BAJO	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)				
	V < 20	20 < V d 50	50 < V < 100	100 < V < 200
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

También recomienda el R.D. que cuando más del 50 por ciento del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, como es el caso de la instalación, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de la clase B, según la Norma UNE-EN 3-7, que en nuestro caso sigue siendo 21A 113B.

También dice el R.D. que cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50, a razón de:

Un extintor, si:

$$200 \text{ l} < V < 750 \text{ l}.$$

Como en nuestro caso disponemos de un depósito de 700 l. entoces debemos de equipar la instalación con este extintor de 50 kg. sobre ruedas, que situaremos cerca del contenedor.

- **Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIES).**

Al estar la nave calificada como en edificio de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es BAJO y no es necesario la instalación de BIES.

- **Sistemas de columna seca.**

No es un edificio de altura por lo que no procede este tipo de sistema de protección.

- **Sistemas de rociadores automáticos de agua.**

Al ser un edificio de tipo B y su nivel de riesgo intrínseco es BAJO, no es necesario la instalación de rociadores automáticos de agua.

- **Sistemas de agua pulverizada.**

Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

- **Sistemas de espuma física.**

No es necesario por ser los extintores elegidos, de espuma física.

- **Sistemas de extinción por polvo.**

No procede por haber aparatos eléctricos en el presente estudio.

- **Sistema de alumbrado de emergencia.**

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo en el del 70 % de su tensión nominal de servicio).
- Mantendrá las condiciones de servicio, que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los locales o espacios donde estén instalados: cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios, o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial y en los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

Por tanto, nuestra instalación de alumbrado de emergencia estará compuesta por 20 lámparas de 125 lúmenes cada 1. Cada lámpara posee una potencia de 15 W. Las lámparas estarán distribuidas por toda la nave, iluminando todos los recorridos de evacuación. Irán instaladas a una altura de 2,50 m del suelo.

- Señalización.

Se procede a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril.

Junto a cada elemento de extinción de incendios (extintores, pulsadores de alarma, ...) se colocarán señales luminiscentes de 297x210 mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor.

Igualmente se dispondrán de señales luminiscentes para indicación de la evacuación (salidas, salidas de emergencia, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor.

Linares, 25 de Mayo 2016.

Fdo. Jesús Salvador Martínez Casado.

2.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Objeto

El objeto de este documento es dar cumplimiento a lo establecido por *el Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre*, por el que se establecen *disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción*.

Por las características de la obra del presente proyecto se redacta el Estudio básico de seguridad para la construcción de naves industriales, a tenor del Artículo 4.2 del RD 1.627/1.997 dado que la ejecución de los trabajos no se encuentra en ninguno de los cuatro supuestos que prevé el artículo 4.1 del citado Real Decreto.

2.3.1. Definiciones

Proyectista: Jesús Salvador Martínez Casado, alumno de 4º de Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Dirección facultativa: El mismo.

Contratista: Resultará de la petición de ofertas y adjudicación correspondiente una vez aprobado el proyecto de ejecución.

El contratista tendrá la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre *prevención de riesgos laborales*.

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra: el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por la empresa para llevar a cabo las tareas indicadas.

2.3.2. Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo

1. Cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio

básico en función de su propio sistema de la ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente estudio básico.

2. El plan de seguridad y salud en el trabajo es la consecuencia de la evaluación de riesgos y la posterior planificación de la actividad preventiva en relación con los puestos de trabajo en obra.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

3. El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que pueden surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa en los términos del apartado 2. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas que intervengan en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

2.3.3. Obligaciones de los Contratistas y Subcontratistas.

1. Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:
 - a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de obra contemplados en el Artículo 10 del Real Decreto 1.627/1.997.

- b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV por el Real Decreto 1.627/1.997 durante la ejecución de la obra.
- d) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en los que se refiere a su seguridad y salud en obra.
- e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa.
- f) Los contratista y subcontratista serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- g) Las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratista.

2.3.4. Obligaciones de los Trabajadores Autónomos

1. Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
- b) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas por el Real Decreto 1.627/1.997 más las establecidas en el presente estudio básico de seguridad.
- c) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a los dispuesto en el Real Decreto 1.215/1.997, de 8 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.
- f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previsto en el Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

2. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

2.3.5. Obligaciones del Coordinador en Materia de Seguridad y de Salud durante la fase del Proyecto de Obra

Sus obligaciones serán las siguientes:

1. De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de prevención en materia de seguridad y de salud previsto en su artículo 15, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:
 - a) A tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
 - b) A estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del trabajo.
2. Tener en cuenta cualquier estudio de seguridad y salud o estudio básico, así como las previsiones e informaciones útiles a que se refieren el apartado 6 del artículo 5 y el apartado 3 del artículo 6 del mencionado Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre.
3. Coordinar la aplicación de lo dispuesto en los apartados anteriores.

2.3.6. Obligaciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra

Sus obligaciones serán las siguientes:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
 - a) Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

- b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
 3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
 4. Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
 6. 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 de coordinador.

2.3.7. Libro De Incidencias

1. Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud existirá en la oficina de obra de la empresa un libro de incidencias que constará con hojas por duplicado, habilitado al efecto. Este libro será facilitado por el Colegio Profesional del alumno que firma este estudio básico de seguridad y salud.
2. El libro de incidencias estará siempre en obra en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso:
 - La dirección facultativa.

- Los contratistas.
 - Los subcontratistas.
 - Los trabajadores autónomos.
 - Las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.
 - Los representantes de los trabajadores.
 - Los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.
3. Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estará obligada a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

2.3.8. Paralización de los trabajos

1. Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.
2. En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

2.3.9. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b) La 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.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio 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.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materia o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) 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.

2.3.10. Identificación de riesgos para la construcción de naves industriales.

El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen si son necesarios, los riesgos identificados en este apartado.

Numeración según la Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria mecánica.

- 1 Caídas de personas al mismo nivel
- 2 Caídas de personas a distinto nivel
- 3 Caída de objetos
- 4 Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- 5 Choques y golpes
- 6 Atrapamientos
- 7 Cortes
- 8 Proyecciones (partículas sólidas y líquidas)
- 9 Contactos y arco eléctrico
- 10 Sobresfuerzos
- 11 Ruido
- 12 Vibraciones
- 13 Radiaciones no ionizantes
- 14 Ventilación Industrial
- 15 Iluminación

2.3.11. Normas de seguridad y salud aplicables a las obras.

Además del **Anexo IV Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse a las obras** del RD 1627/1997, se tendrán en cuenta las normas legales siguientes:

- **Normas Generales**

- Estatuto de los Trabajadores (RDL 1/1.995)
- Ley General de la Seguridad Social (RDL 1/1994)

- Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales
 - RD 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
 - RD 1407/1.992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
 - RD 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - RD 486/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - RD 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
 - RD 664/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
 - RD 1215/1.997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Normas y Reglamentos para realización de actividades mecánicas.**
 - Reglamento Electrotécnico de baja tensión.
 - CTE.
 - UNE-140044-73 Instrucción para la inspección de estructuras de acero.
 - Reglamento de seguridad en las máquinas.

2.3.11.1. Protecciones personales

2.3.11.1.1. Protecciones de la cabeza

Cascos de seguridad para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas C.E. indicando la función a que van destinados así como el aislamiento eléctrico.

- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.
- Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.

2.3.11.1.2. Protecciones del cuerpo

Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 3 metros.

2.3.11.1.3. Protecciones de extremidades superiores

- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán marcados CE. Para B.T. serán clase 0 (500 V.) ó clase 0 (1.000 V.), y para M.T. serán clase 3 (26.500 V.).
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán marcadas CE sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

2.3.11.1.4. Protección de extremidades inferiores

Botas de seguridad de clase III marcado CE.

2.3.11.2. Protecciones colectivas.

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de BT.
- Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de lo mismo. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajo.
- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas.

2.3.11.3. Trabajos en andamios

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm. Y estará construida con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo por encima del trabajador y que no sea del andamio, mediante cinturón de seguridad.
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

2.3.11.4. Trabajos con escalera de mano

Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán escaleras portátiles metálicas en trabajos en instalaciones eléctricas de B.T. Dichas escaleras serán de madera o de fibra de vidrio.
- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el jefe del trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

- No se debe subir una carga de más de 30 Kg sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar en 1 metro el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se emplee la escalera, se deben guardar al abrigo del sol y la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán pero nunca se pintarán.

2.3.11.5. Trabajos en alturas

- Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa, presenta peligro de caída de más de 3 metros. Si el trabajo es estático se utilizará cinturón de seguridad –modelo de sujeción- y si el trabajo es con desplazamiento cinturón de seguridad- modelo caída-.
- El cinto de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.
- Queda prohibido sujetar el cinto en máquinas o andamios.
- El cinto debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura.

2.3.11.6. Herramientas eléctricas y lámparas portátiles

- Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctrica portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V. Con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos, tomando la precaución de colocar dicho transformador fuera del recinto húmedo o conductor.

2.3.11.7. Trabajos con cortadora de discos

- Cuando se use estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm de su parte superior.
- Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

2.3.11.8. Equipos de soldadura

- Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.
- Con carácter general en todos los trabajos se usarán guantes y gafas protectoras.
- Los motores generadores, los rectificadores o los transformadores de las máquinas, y todas las partes conductoras estarán protegidos para evitar contactos accidentales, con partes en tensión, estando conectados los armazones con puesta a tierra.
- Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como de las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantalla para proteger las manos del calor de los arcos. En caso contrario se utilizarán guantes.

2.3.11.9. Lámparas eléctricas portátiles.

Estas lámparas deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choque, tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua y un mango aislante que evite el riesgo eléctrico. Serán de clase II y la tensión de utilización no será superior a 250 V., siendo como máximo de 220 voltios cuando se trabaje en lugares secos y húmedos, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos. Cuando se trabaje en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no excederá de 24 V.

2.3.11.10. Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión

En la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión o en el interior de celdas en tensión, es obligatorio que el trabajo se haga por parejas de operarios, con el fin de tener mejor vigilancia y más rápido auxilio en caso de accidente.

2.3.11.11. Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión

- No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del Jefe de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondientes protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras).
- Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislarán las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Unicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no existe peligro alguno.
- Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas o electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

2.3.12. Medicina Preventiva y Primeros Auxilios

Las contratas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centro Médicos, Ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

2.3.13. Conclusión

Considerando suficientes los datos que se aportan para su estudio por parte de los Organismos Oficiales y estando dispuestos a aclararlos o complementarios, si la Administración del Estado lo estimara conveniente, se espera que este proyecto merezca servir para su construcción autorizándose la aprobación del mismo para su ejecución.

Linares, 25 de Mayo de 2016.

Fdo: Jesús Salvador Martínez Casado.

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS MÁQUINAS

LAVADORAS

Hay dos tipos de lavadoras:

Lavadora ISTOPRES “AC” de 3.3 kw.

Longitud:	1.05 m.
Ancho:	0.7 m.
Alto:	1.165 m.
Caudal:	12 lpm.
Alimentación:	380 – 400 V.
Frecuencia:	50 Hz.
Presión:	150 bar.
Tª Máx:	98 °C.

Viene prevista de un armazón con paneles de plancha de acero barnizada con pintura resistente a los productos químicos y a la intemperie.

Viene instalado un mando de 4 posiciones STOP-CHAMPÚ-ACALARADO y ENCERADO y además viene prevista con una manguera de 10 m y pistola.

Lavadora ISTOPRES “AC” de 5.5 kw.

Longitud:	1.6 m.
Ancho:	1.05 m.
Alto:	1.165 m.

Caudal:	21 lpm.
Alimentación:	380 – 400 V.
Frecuencia:	50 Hz.
Presión:	150 bar.
Tª Máx:	155 °C.

Viene prevista de un armazón con paneles de plancha de acero barnizada con pintura resistente a los productos químicos y a la intemperie.

Viene instalado un mando de 4 posiciones STOP-CHAMPÚ-ACALARADO y ENCERADO y además viene prevista con una manguera de 10 m y pistola.

COMPRESOR

Compresor de aire “Atlas Copco” Serie GA11⁺-10.

Longitud:	1.255 m.
Ancho:	0.692 m.
Alto:	1.475 m.
Caudal:	30.3 l/s.
Alimentación:	380 – 400 V.
Frecuencia:	50 Hz.
Presión máx. de trabajo:	10 bar.
Presión de entrada absoluta:	1 bar.
Nivel sonoro:	63 dB(A)
Potencia del motor:	11 kw.
Peso:	264 kg.

Para eliminar el daño que el contenido de agua en el aire comprimido puede ocasionar averías en las herramientas neumáticas o dañar la red de aire, este compresor

incorpora un secador compacto que utiliza refrigerante R134a, que no daña la capa de ozono, para aplicaciones de aire comprimido seco.

TREN DE LAVADO

Tren de lavado electrónico multiprograma “ISTOBAL”.

Longitud:	15 m.
Ancho:	2.55 m.
Alto:	3.55 m.
Alimentación:	380 – 400 V.
Frecuencia:	50 Hz.
Presión:	35 bar.
Nivel sonoro:	92 dB(A)
Potencia:	28 kw.
Peso:	264 kg.
Rendimiento vehíc/hora:	30-50

Este tren de lavado estará compuesto por:

Puesto de mando	Estructura soporte mangueras
Plataforma alineadora	Arco de aclarado
Semáforo control de acceso	Arco de encerado
Arco de enjuague	Cortina
Soporte instalación de arastras	Seguridad antitaponamiento
Pórtico de entrada	Caja de mando posterior
Instalación de arrastre 350 mm	Semáforo de salida de vehículo
Módulo de cepillos verticales	Soporte dosificadoras
Módulo cepillo horizontal	Armario de maniobra

ASPIRADORAS

Aspirador de polvo modelo 401 “ISTOBAL”.

Longitud:	0.41 m.
Ancho:	0.41 m.
Alto:	0.74 m.
Alimentación:	380-400/220-230
Frecuencia:	50 Hz.
Nivel sonoro:	56 dB(A)
Potencia del motor:	1.2 kw.
Peso:	64 kg.

Aspirador de gran potencia de aspiración, para la limpieza de interiores de vehículos, con manguera de 5 m con rótula y dos boquillas, una plana y otra sesgada.

BOMBA DE ENGRASE INDUSTRIAL

Bomba de engrase industrial neumática modelo 70 “SAMOA”:

Longitud:	0.3 m.
Ancho:	0.3 m.
Alto:	1.23 m.
Presión:	9.5 bar.
Nivel sonoro:	45 dB(A)
Peso:	67 kg.

ASPIRADOR- RECOGEDOR DE ACEITE.

Aspirador-recogedor de aceite por venturi modelo TANK-ASPIR-90 “SAMOA”:

Longitud:	0.42 m.
Ancho:	0.42 m.
Alto:	1.43 m.
Presión:	9.5 bar.
Nivel sonoro:	40 dB(A)
Peso en vacío:	96 kg.

Permite no sólo la recogida por gravedad sino la aspiración del aceite usado a través de la cala de nivel mediante un juego de sondas adecuadas.

3. PLANOS

3.1. INDICE DE PLANOS

3.1.1. Emplazamiento

3.1.2. Situación

3.1.3. Distribución en planta

3.1.4. Planta de cotas y superficies

3.1.5. Alzados

3.1.6. Cimentación

3.1.7. Placas de anclaje y cimentación

3.1.8. Entramados

3.1.9. Detalles de estructura

3.1.10. Celosía

3.1.11. Cercha

3.1.12. Cubierta

3.1.13. Saneamiento

3.1.14. Detalles de saneamiento

3.1.15. Fontanería

3.1.16. Esquema de fontanería

3.1.17. Instalación eléctrica y contra incendios

3.1.18. Esquema unifilar

3.1.19. Foso

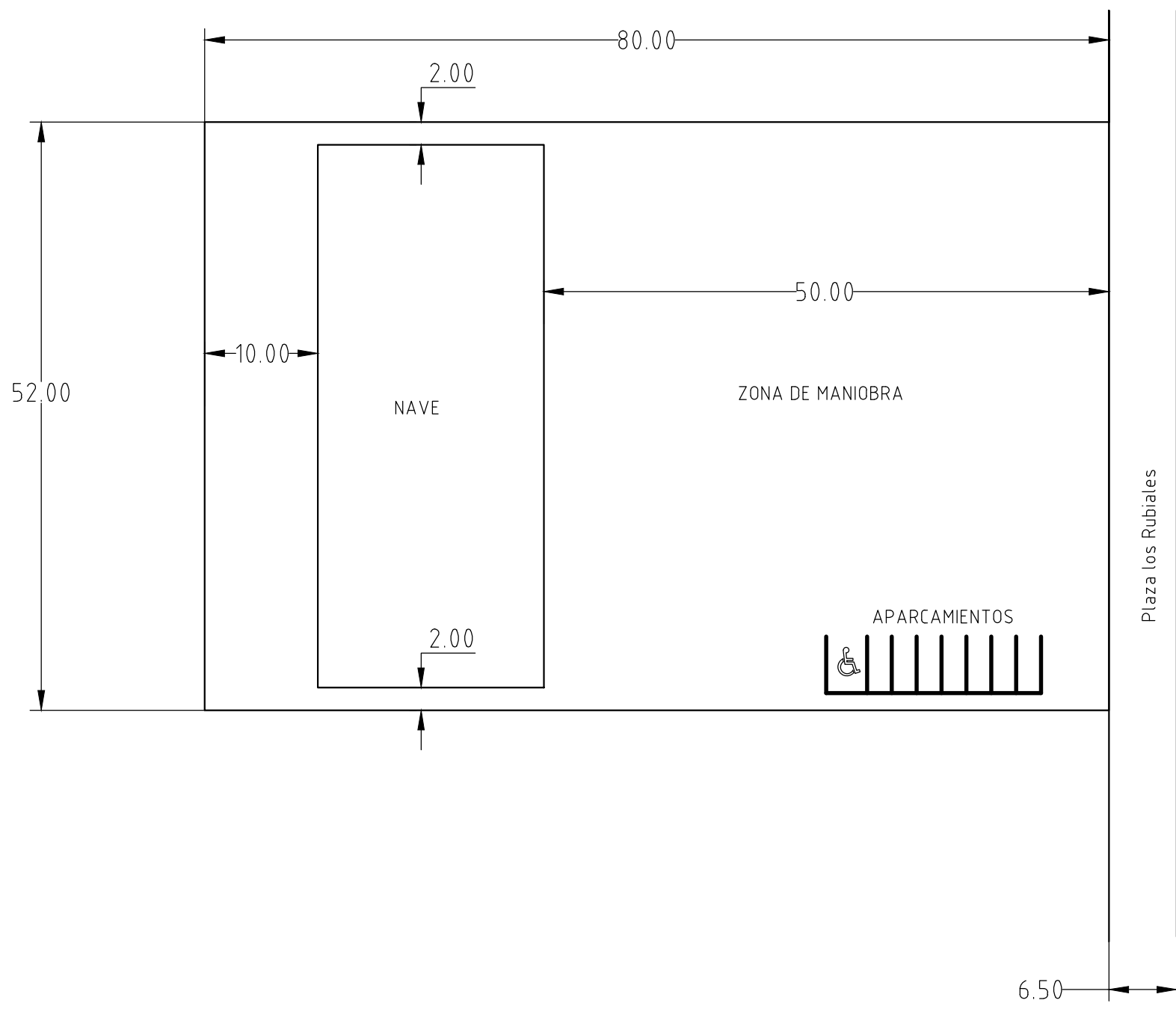
3.1.20. Depósito

3.1.21. Carpintería



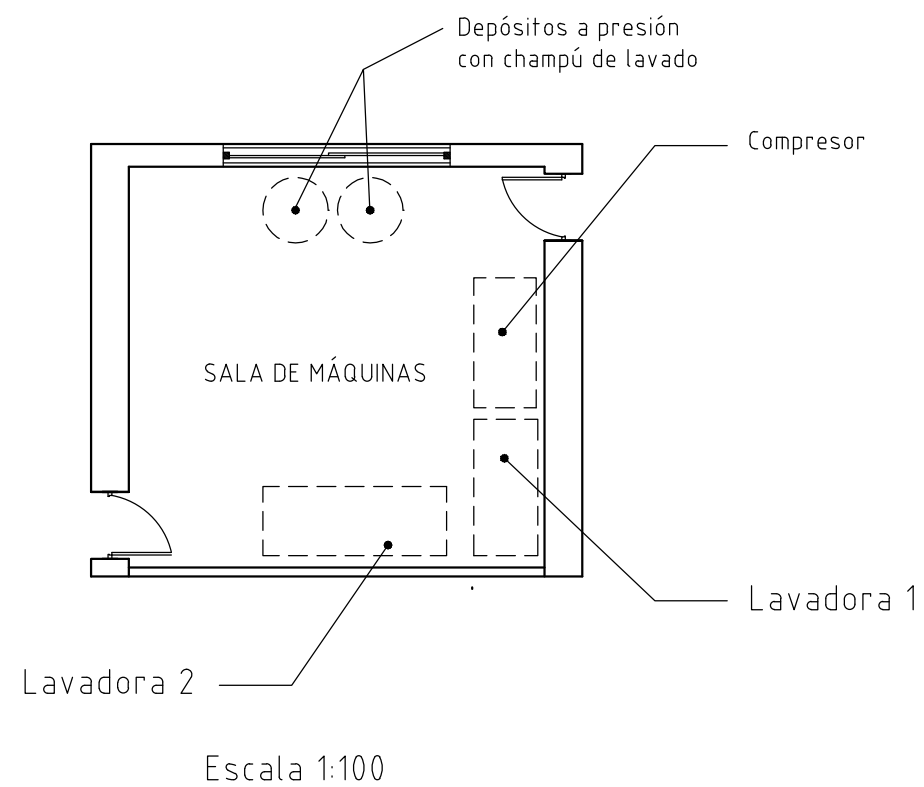
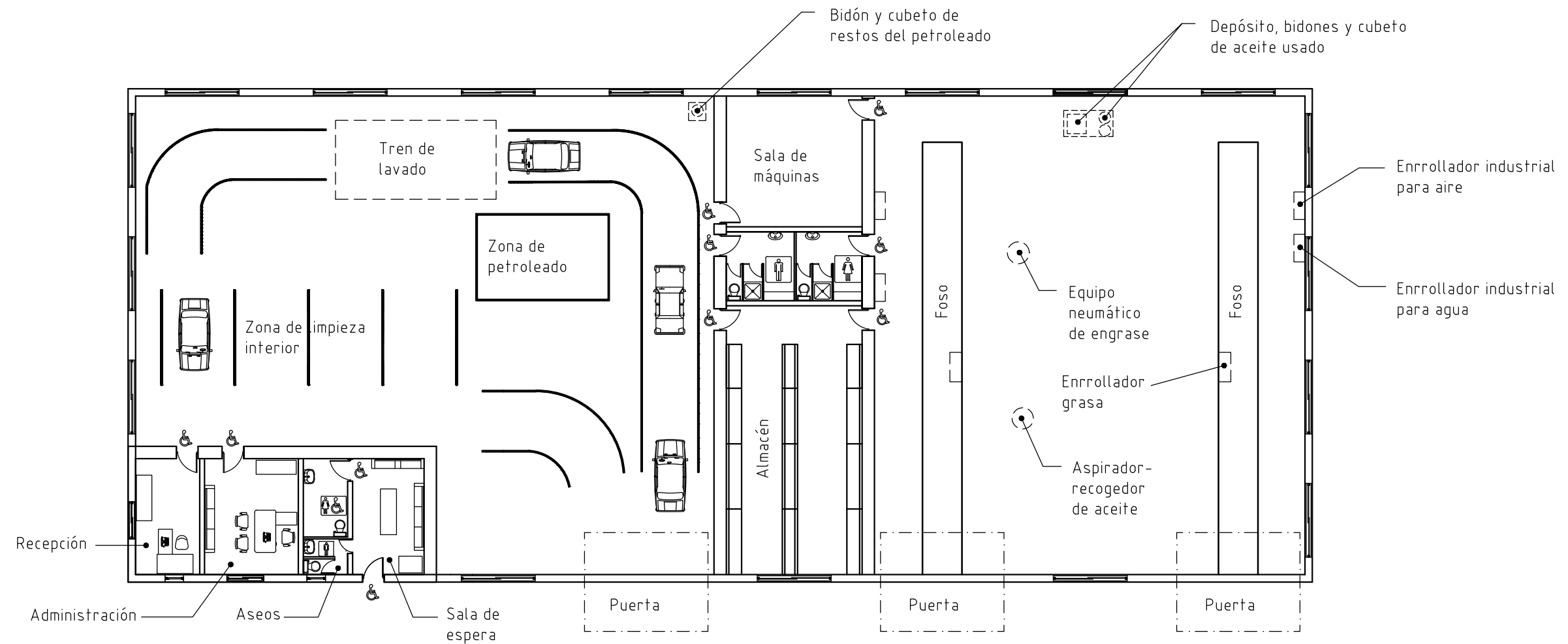
Población: Linares (JAÉN)
Localización: Polígono Industrial Los rubiales II
Referencia catastral del inmueble: 2758217VH4125N0001ZW

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	10-3-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES EMPLAZAMIENTO			Nº PLANO 1/21
1/2000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

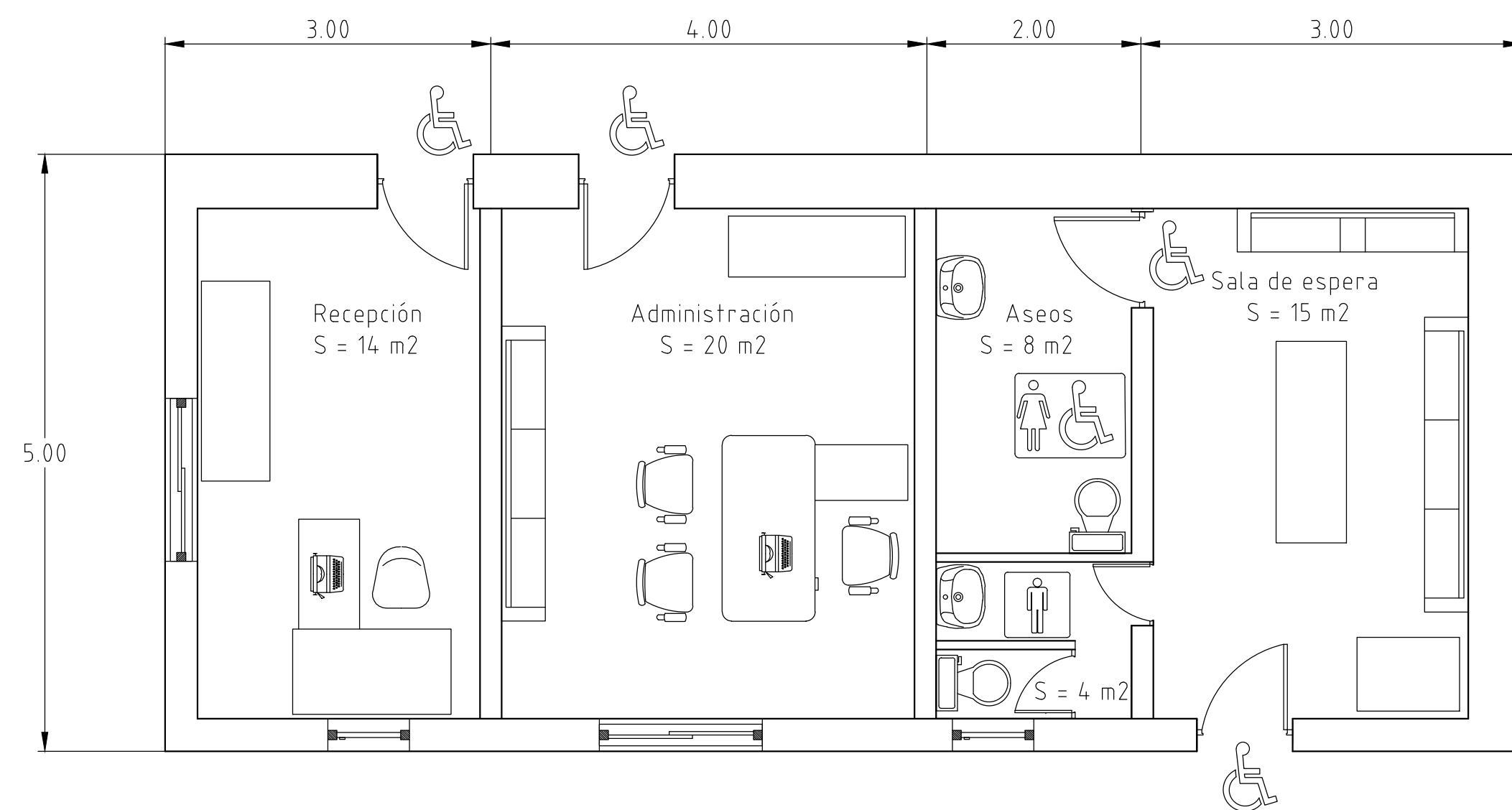
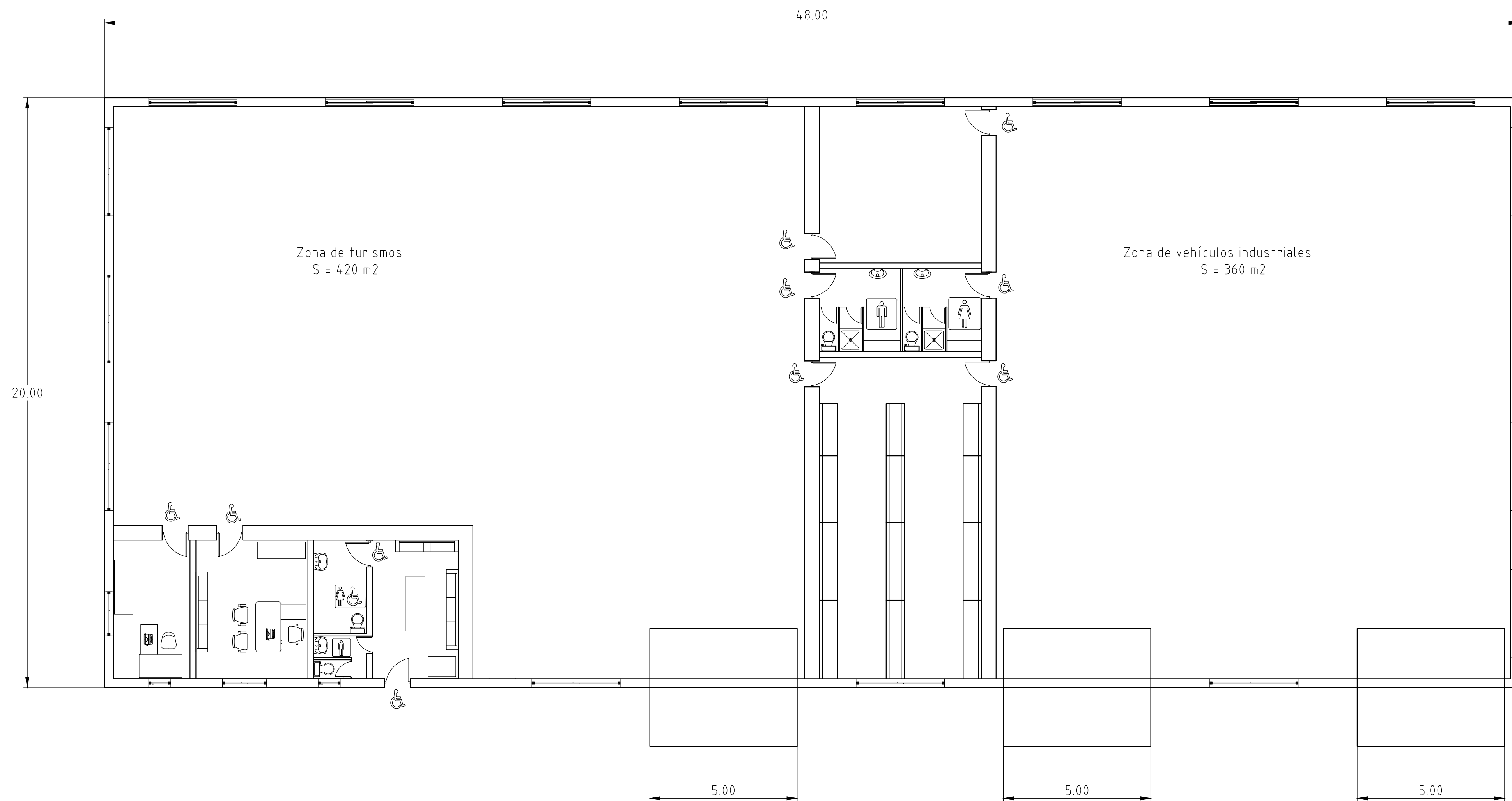


SUPERFICIE DE PARCELA: 4160 m²
SUPERFICIE DE NAVE: 960 m²

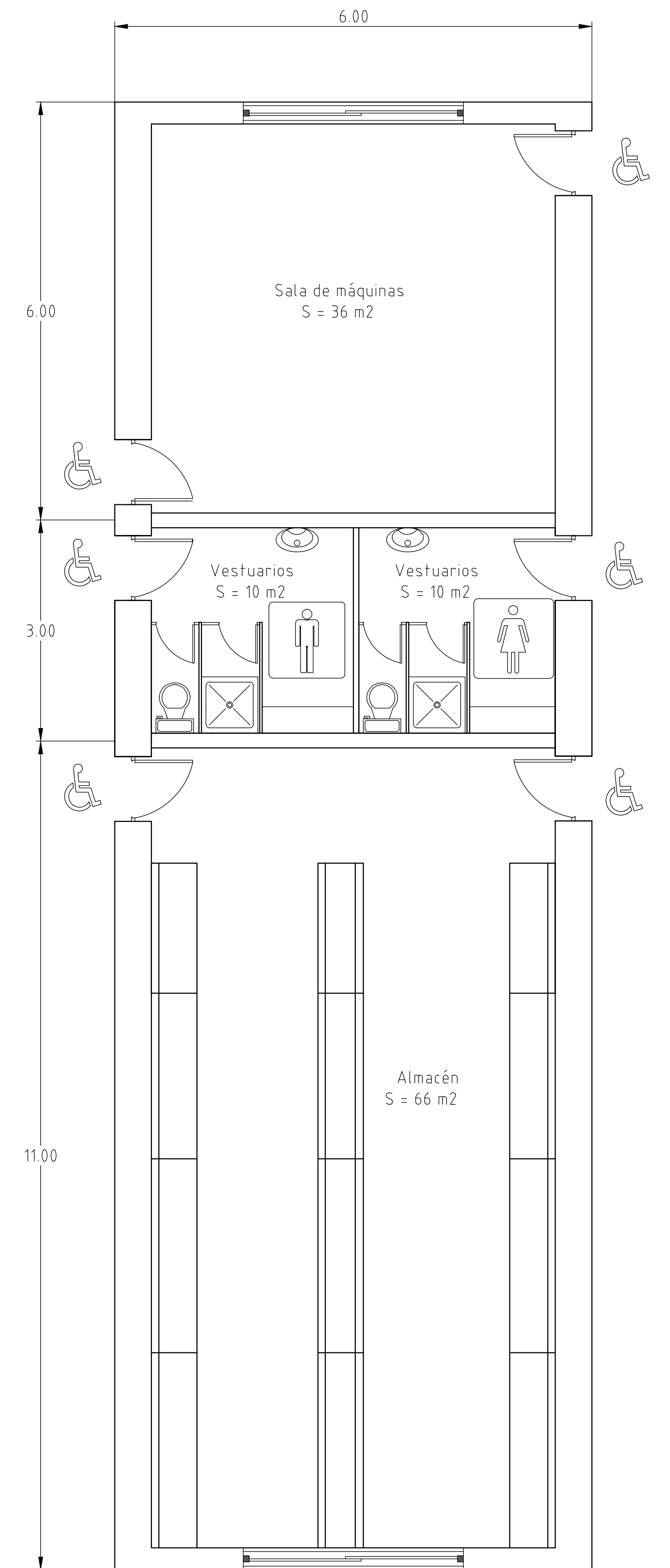
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	25-5-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES SITUACIÓN EN LA PARCELA			Nº PLANO 2/21
1/500				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	10-5-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA: 1/200	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES DISTRIBUCIÓN EN PLANTA			Nº PLANO 3/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

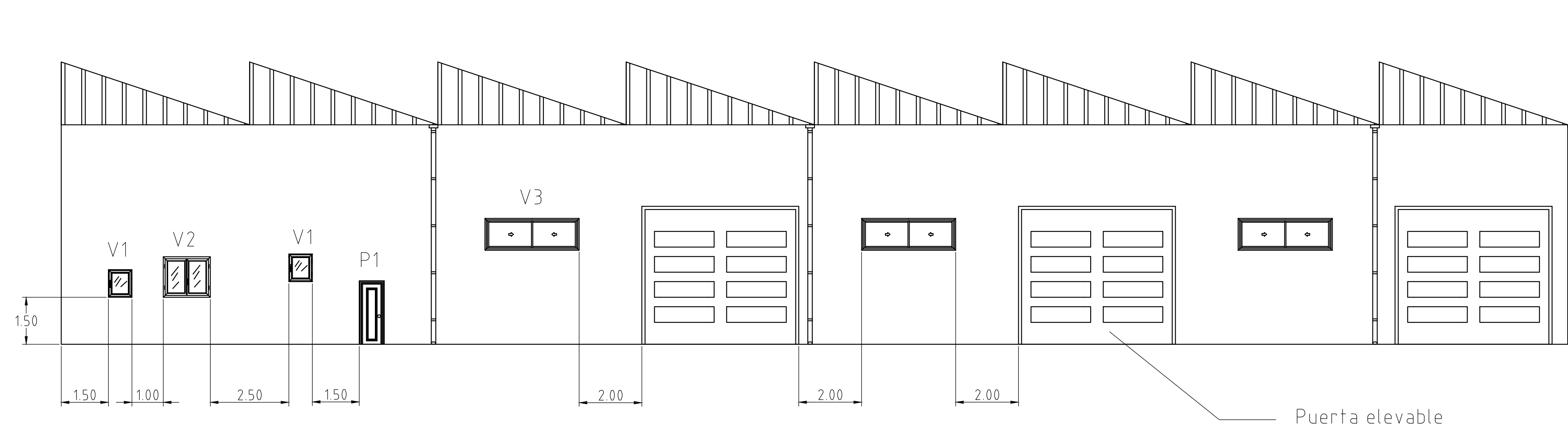


ESCALA 1:50

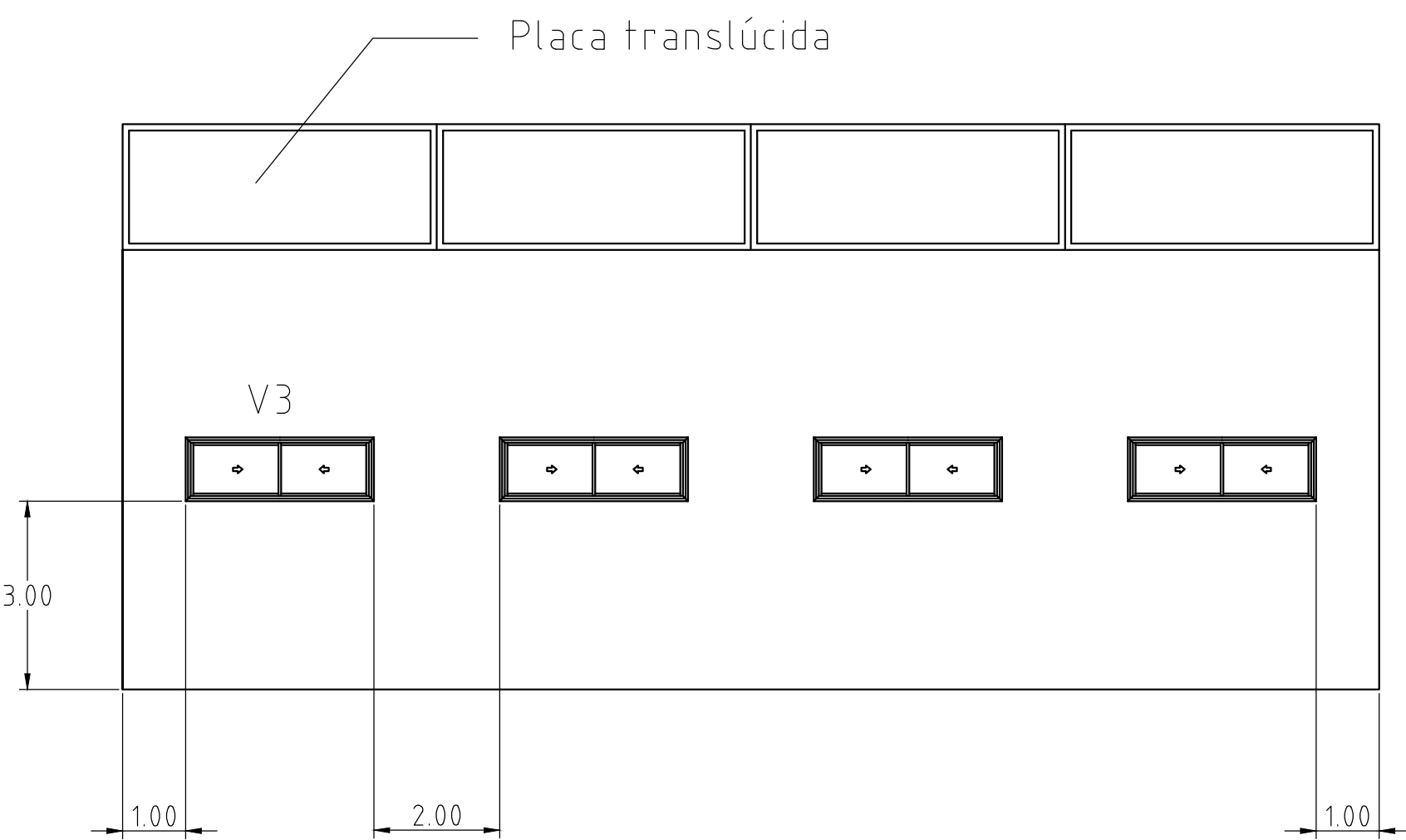


ESCALA 1:50

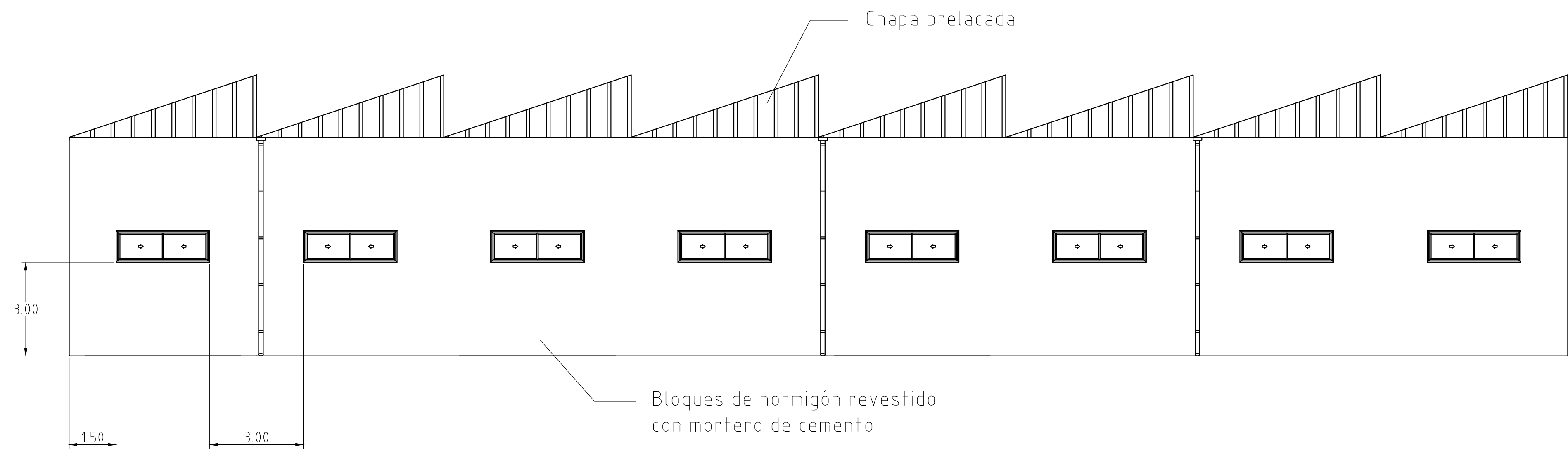
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	20-5-16	MARTÍNEZ			
COMPROBADO		CASADO		Nº PLANO 4/21	
		JESÚS S.			
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			SUSTITUYE A:	
1/100	PLANTA DE COTAS Y SUPERFICIES			SUSTITUIDO POR:	



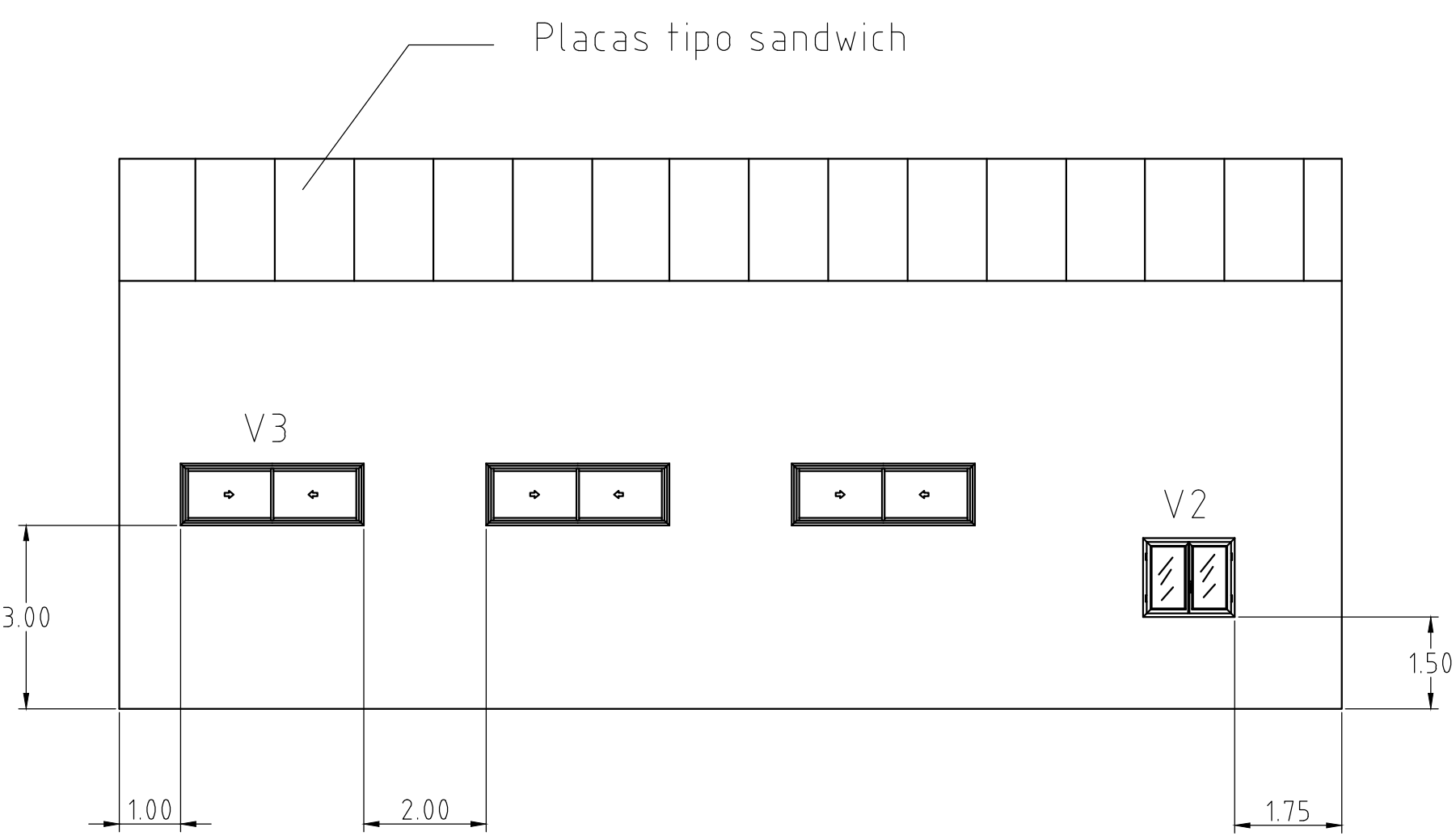
ALZADO PRINCIPAL



ALZADO LATERAL IZQUIERDO



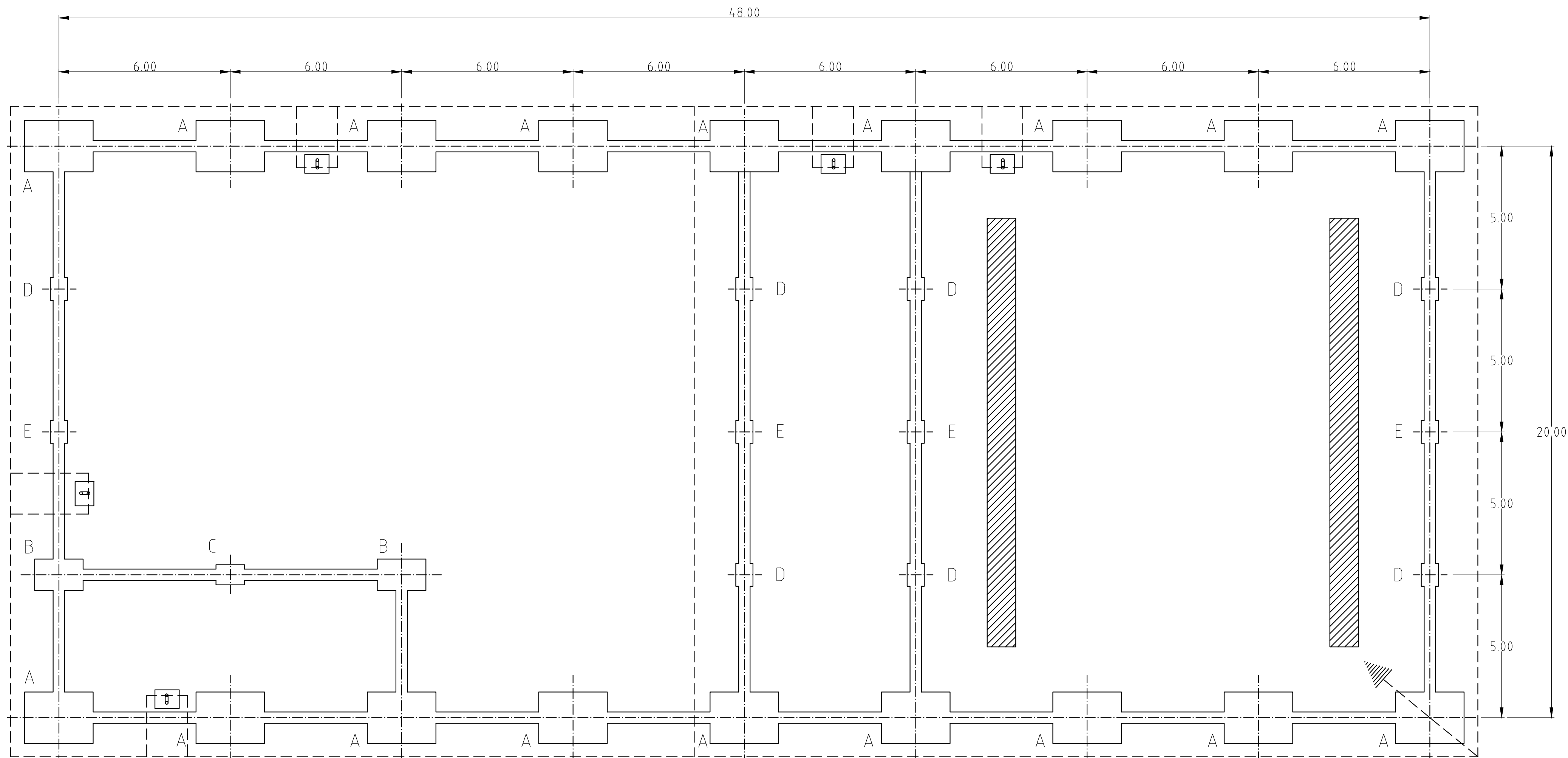
ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

Unidades en metros

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	2-5-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO
1/100	ALZADOS			5/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



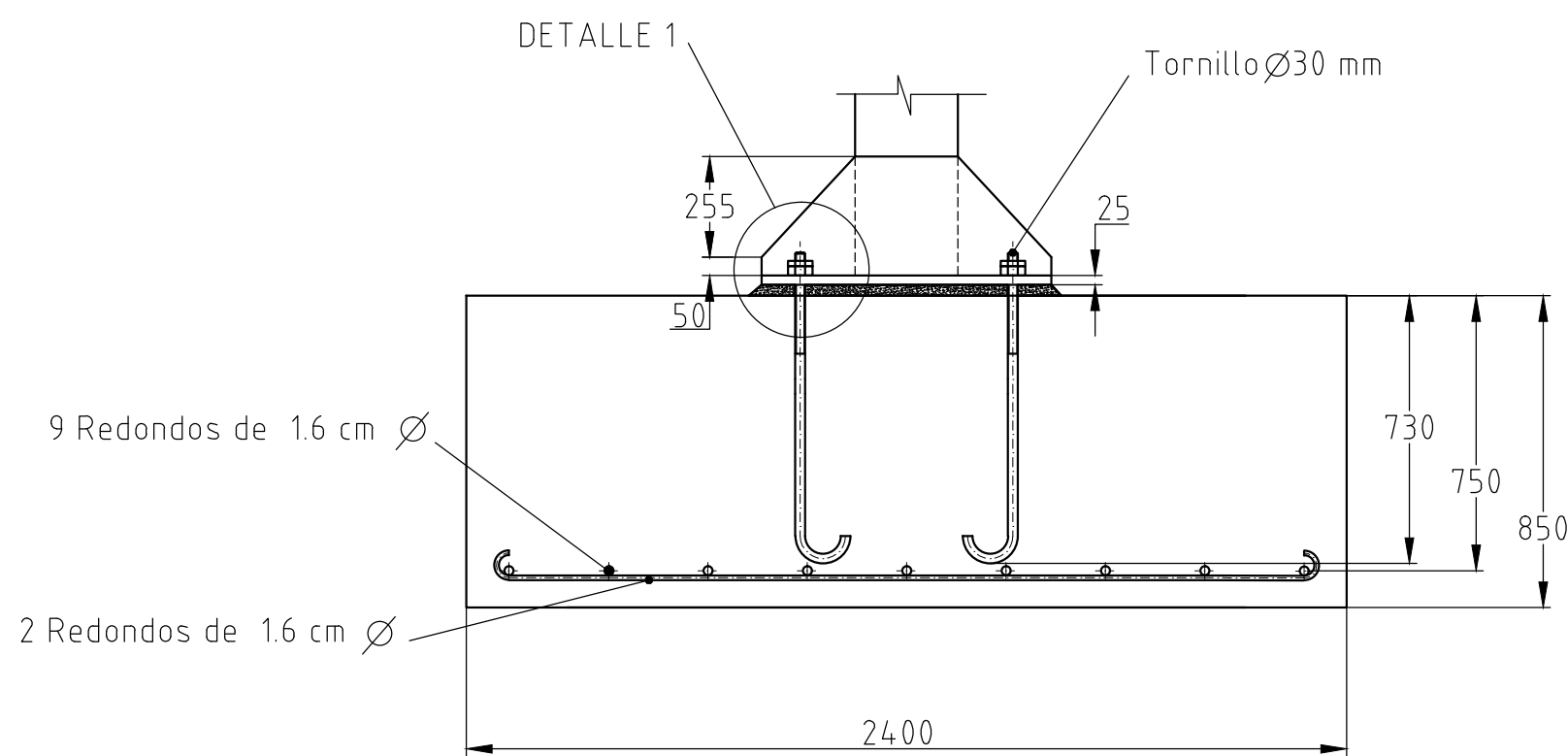
DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS

	a2(cm)	b2(cm)	c2(cm)	Armadura
A	240	180	85	9Ø1.6cm
B	170	110	70	6Ø1.4cm
C	100	70	40	4Ø1.0cm
D	80	60	30	4Ø0.8cm
E	80	60	30	4Ø0.8cm

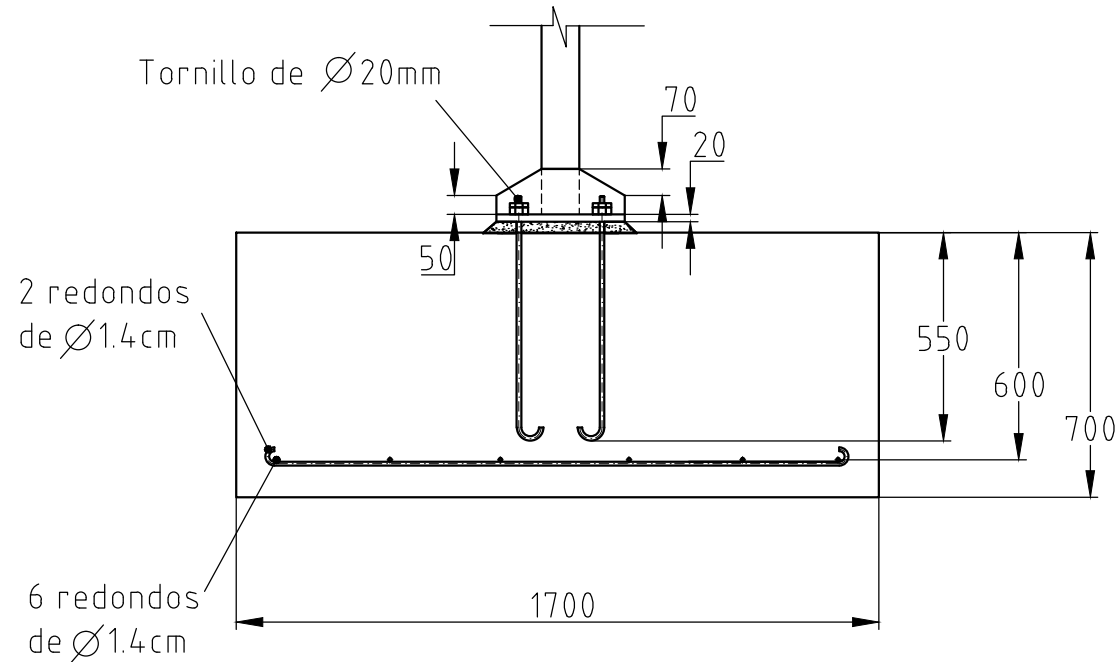
UNIDADES EN METROS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	24-5-16	MARTÍNEZ			
COMPROBADO		CASADO			
		JESÚS S.			
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO	
1/100				6/21	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

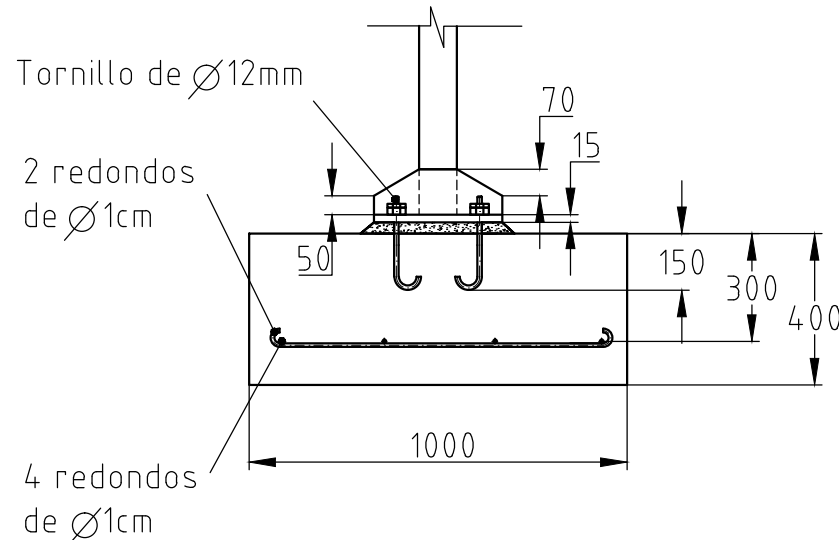
PLACA Y ZAPATA TIPO A



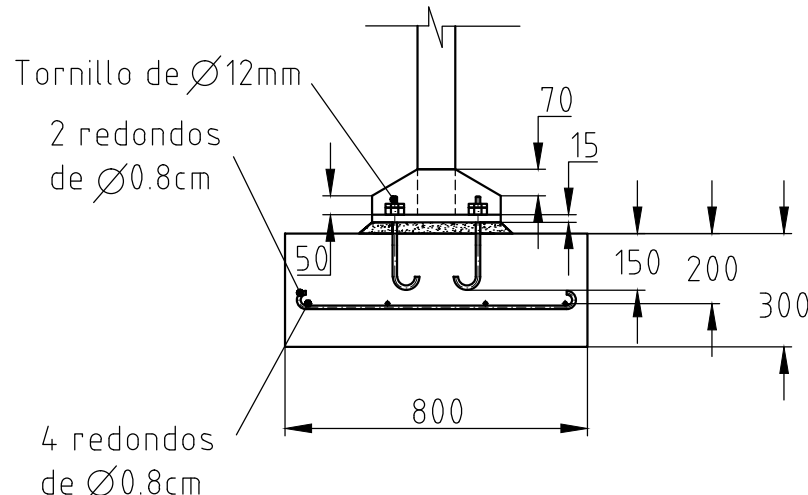
PLACA Y ZAPATA TIPO B



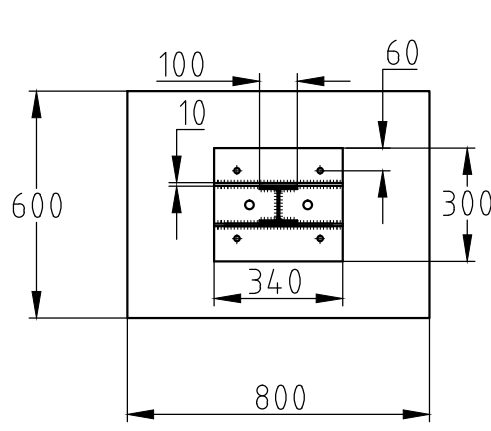
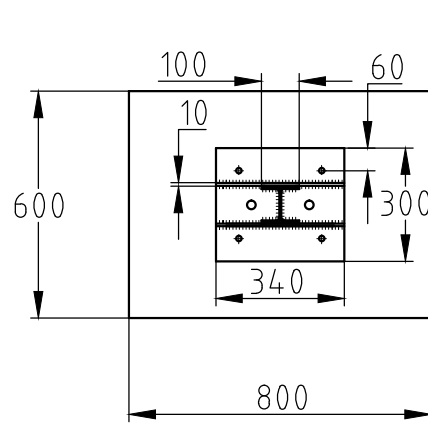
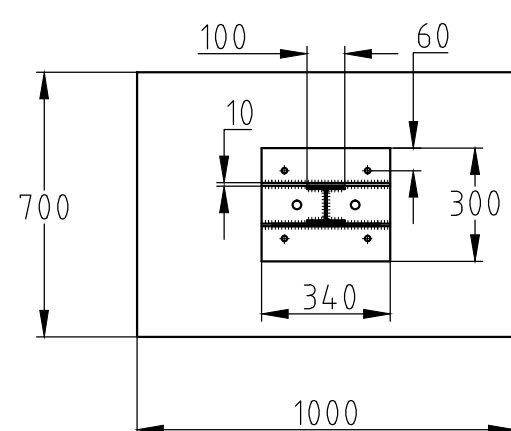
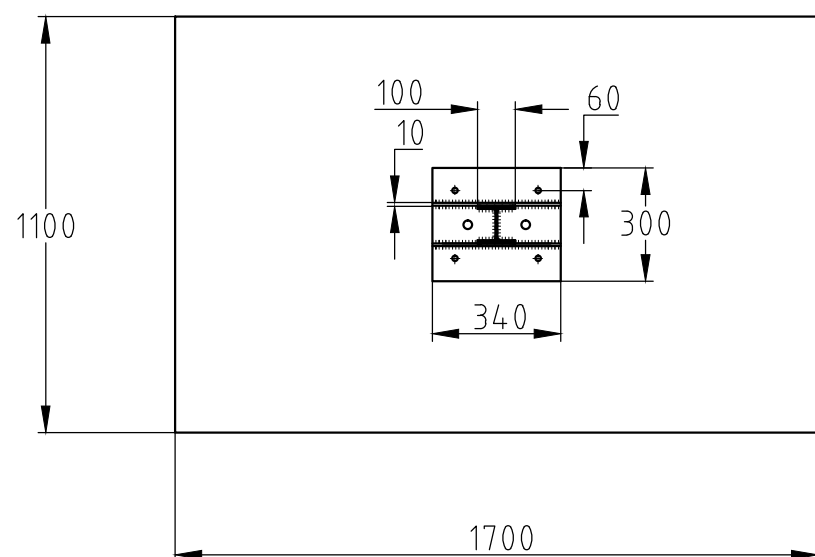
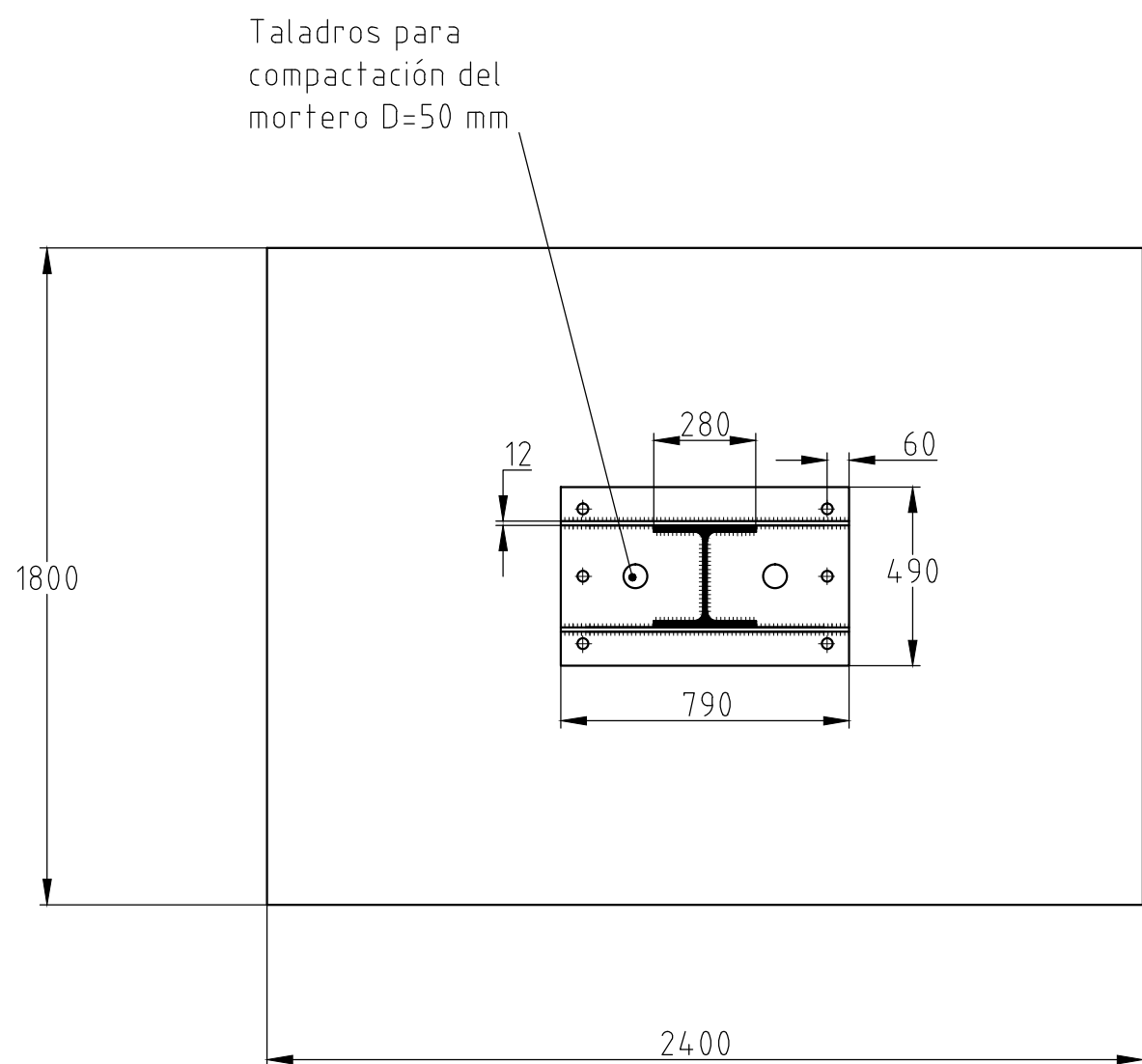
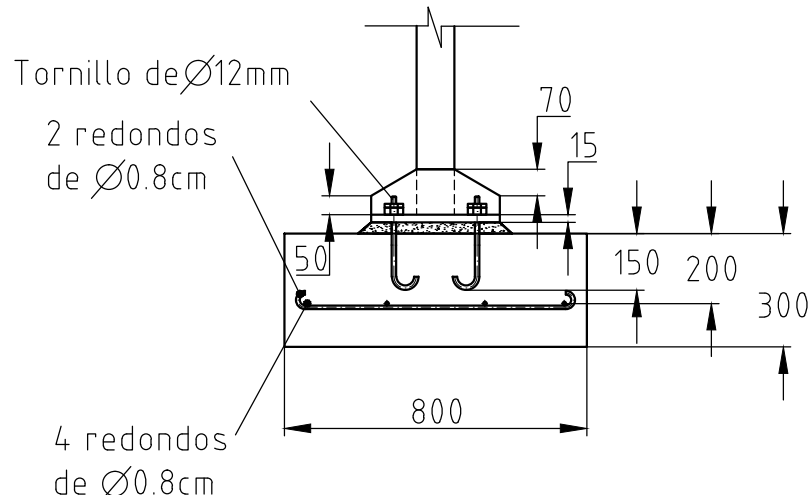
PLACA Y ZAPATA TIPO C



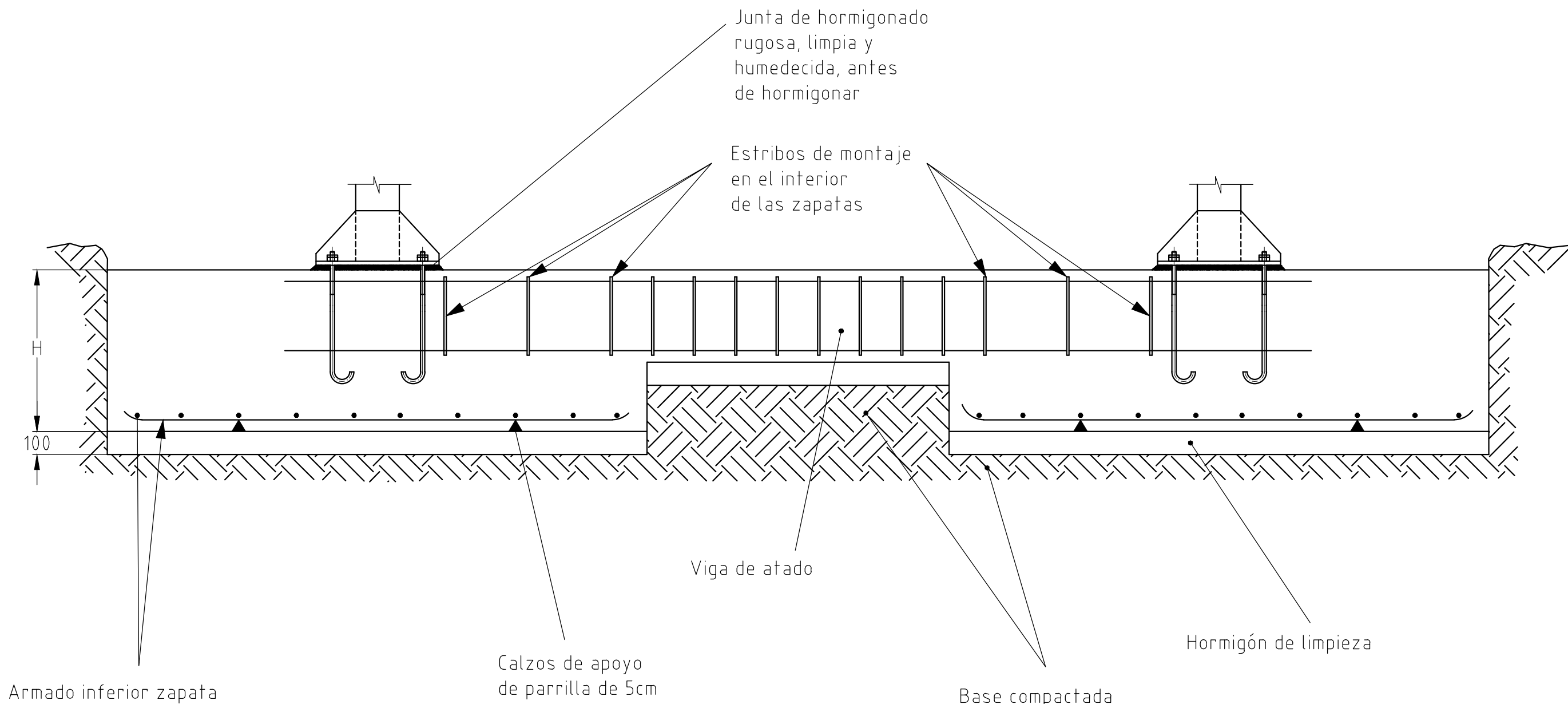
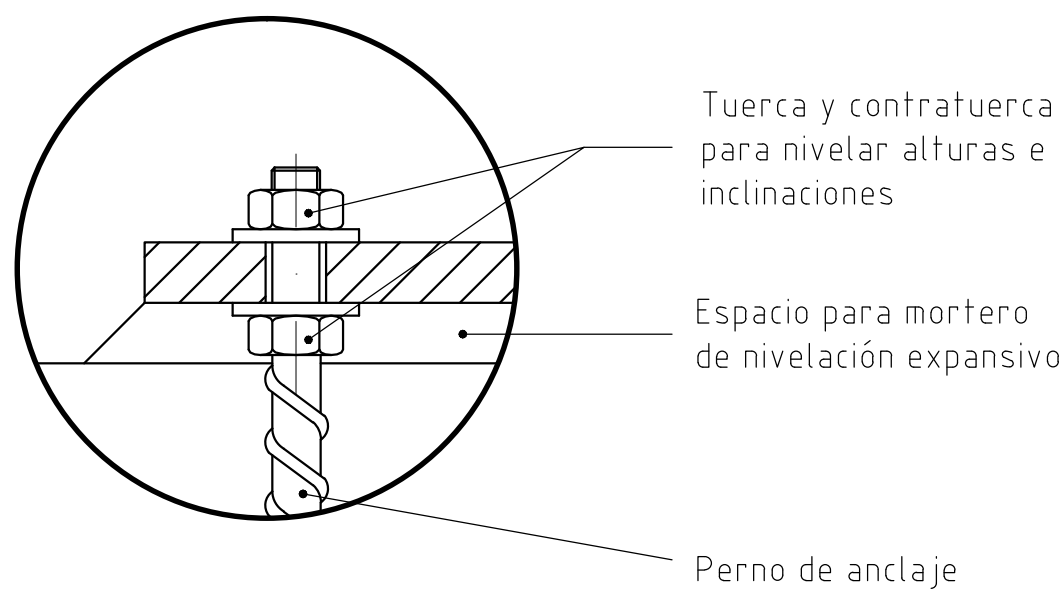
PLACA Y ZAPATA TIPO D



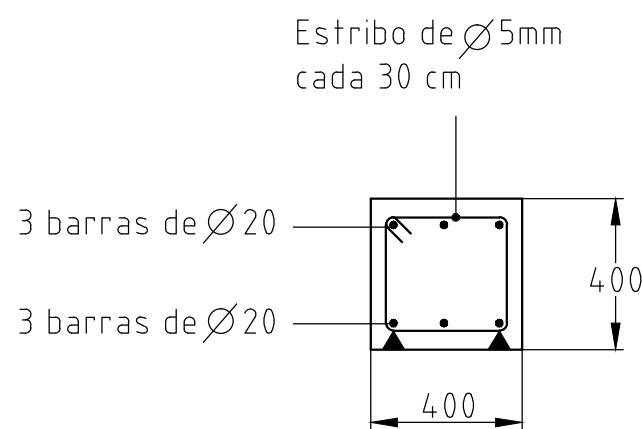
PLACA Y ZAPATA TIPO E



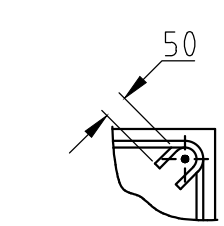
DETALLE 1



ZUNCHO DE ATADO

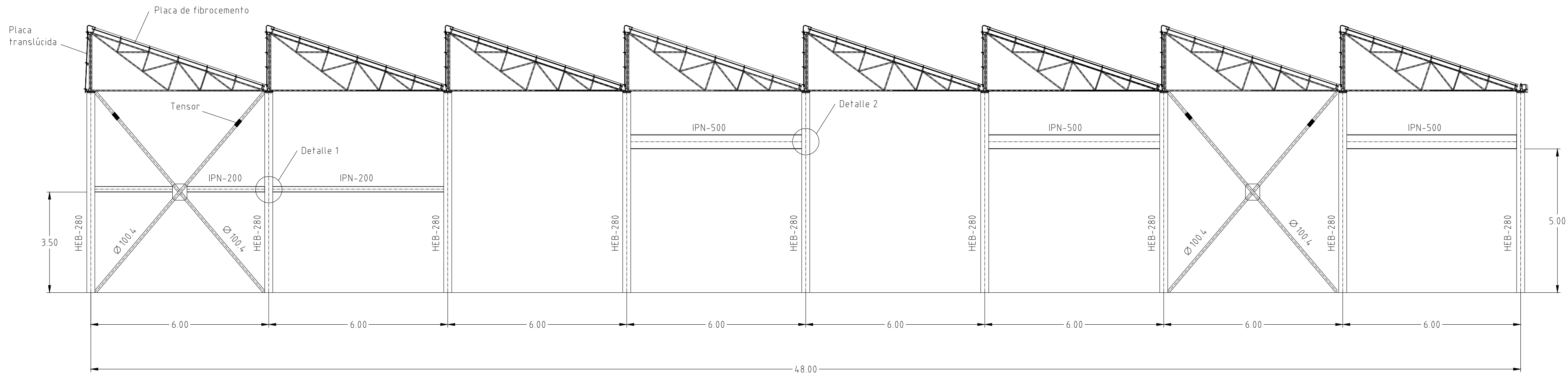


DETALLE ZUNCHO

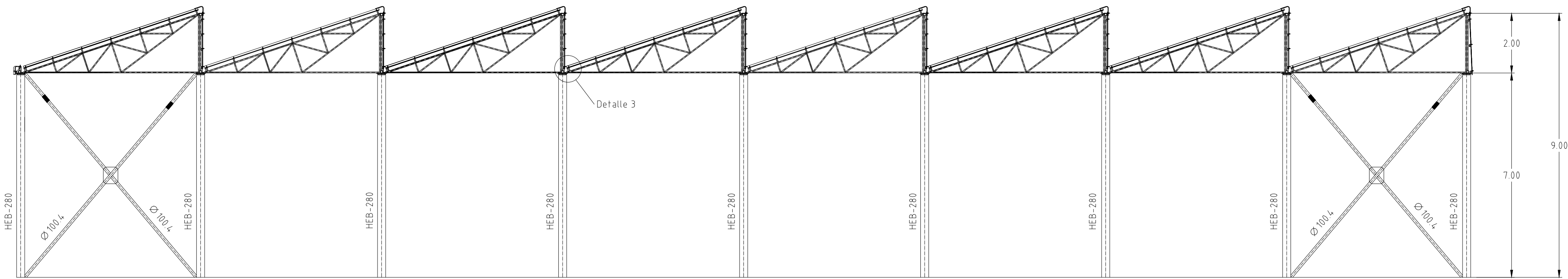


Escala 1:1

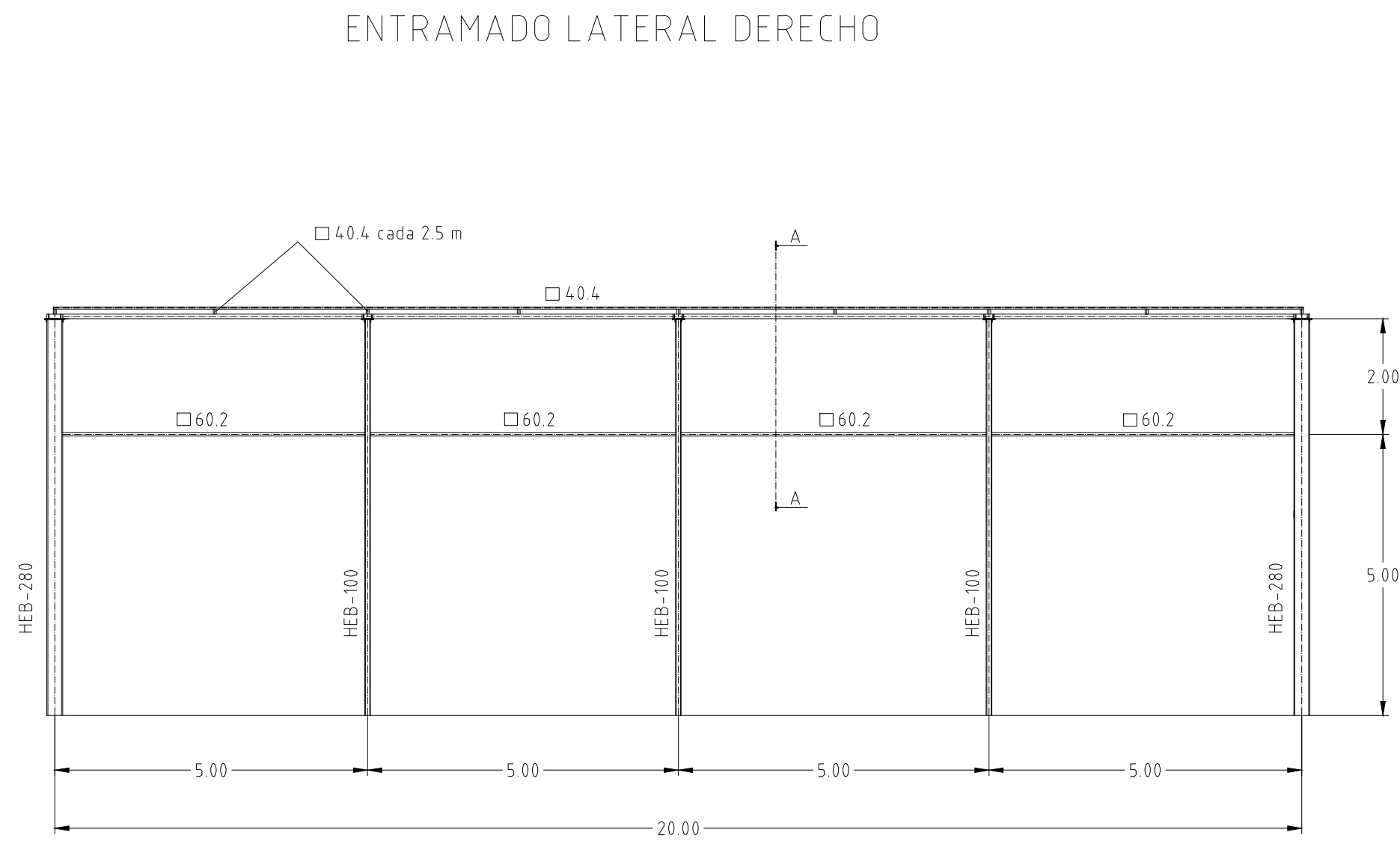
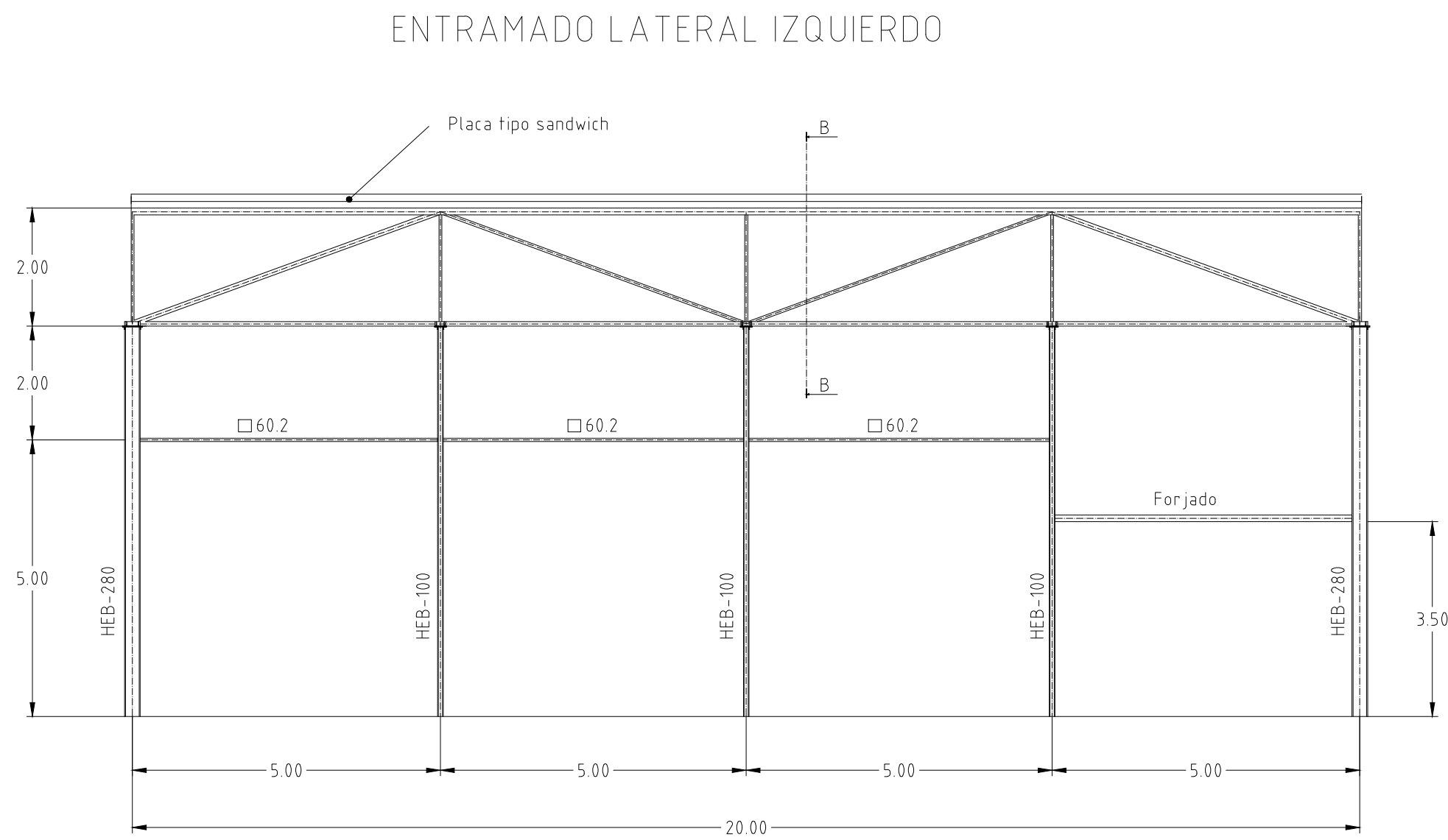
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	24-4-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO 7/21
1/20	PLACAS DE ANCLAJE Y CIMENTACIONES			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



ENTRAMADO FRONTAL

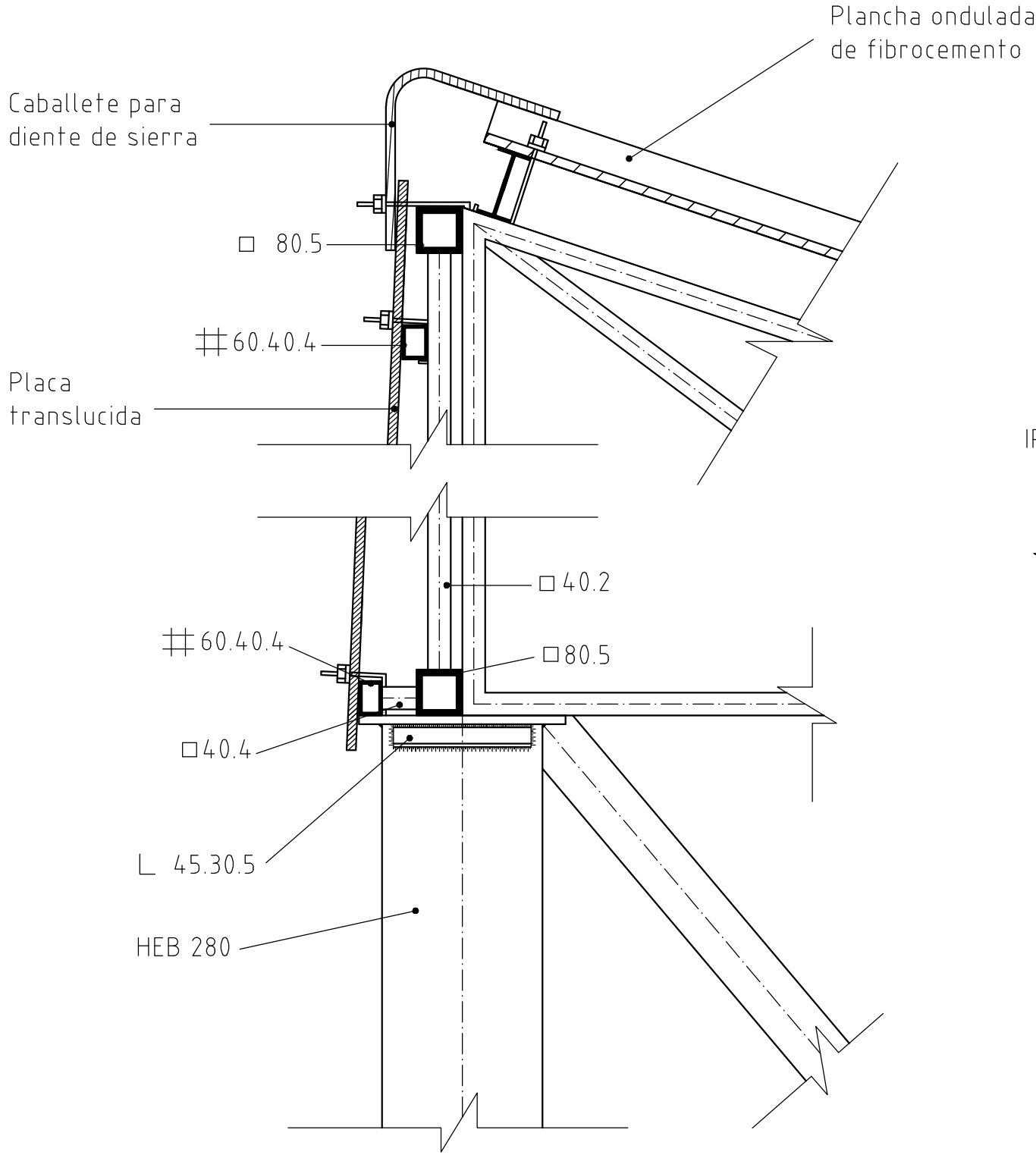


ENTRAMADO POSTERIOR

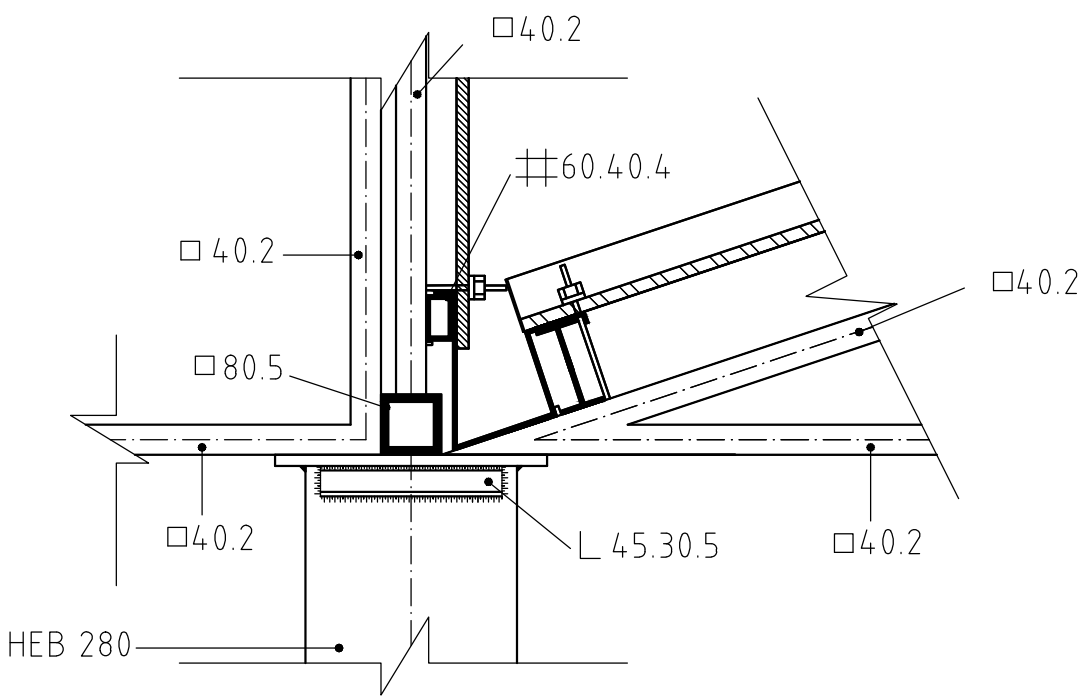


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	12-3-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO
1/100	ENTRAMADOS			8/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

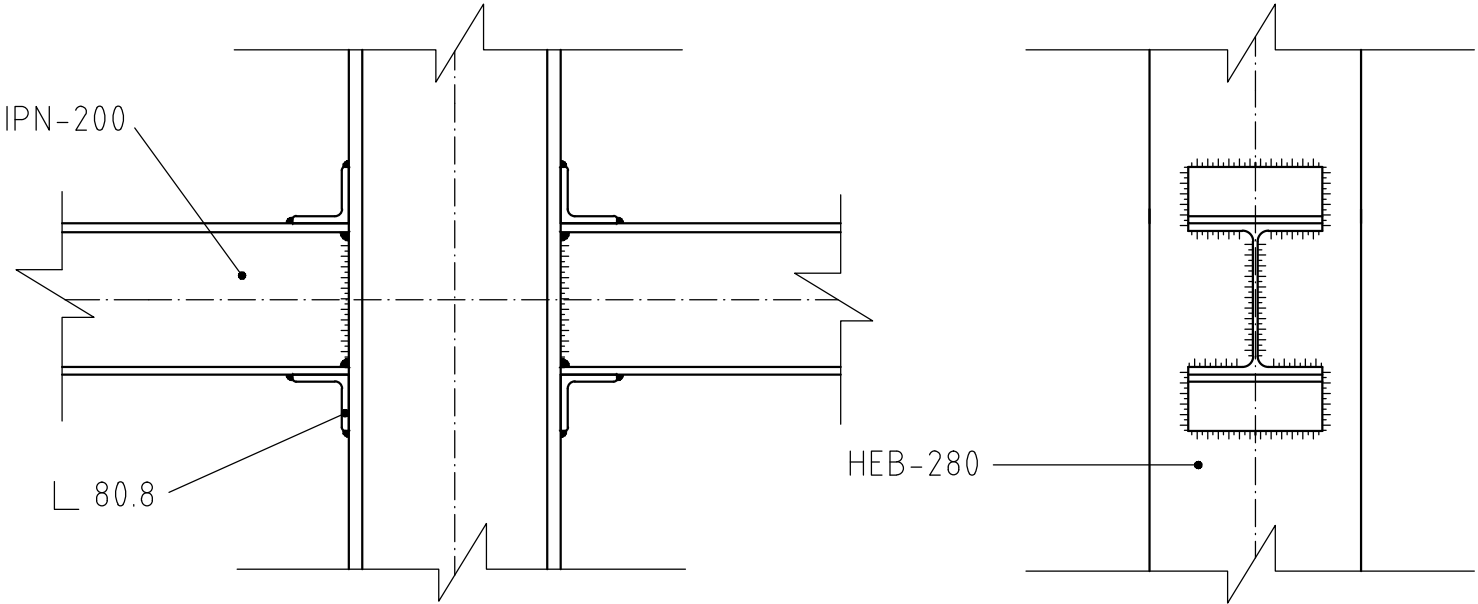
CORTE B-B



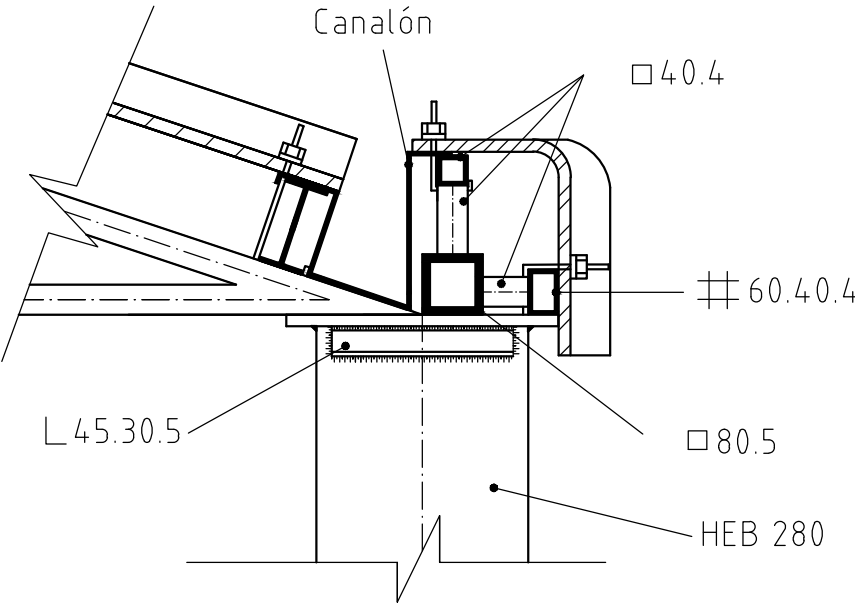
DETALLE 3



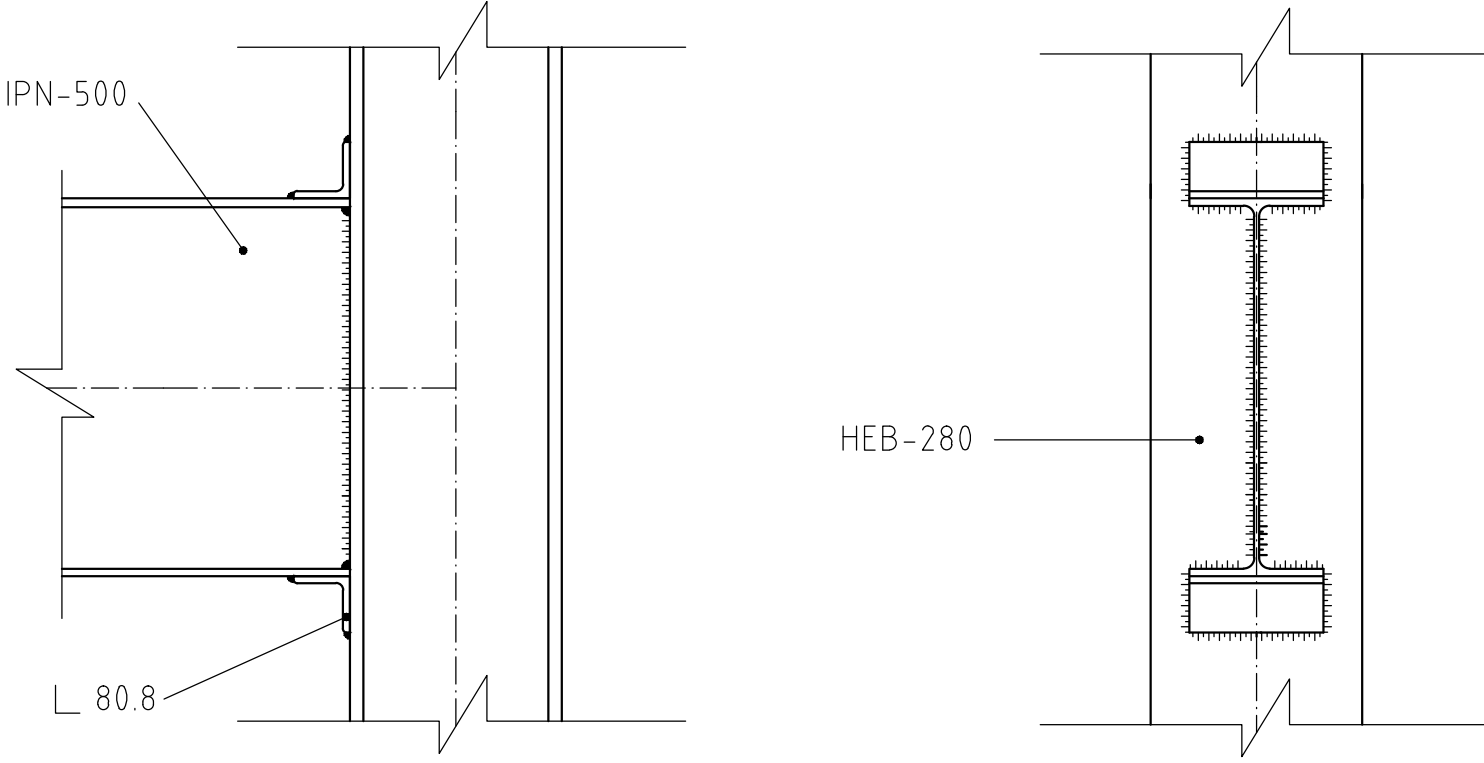
DETALLE 1



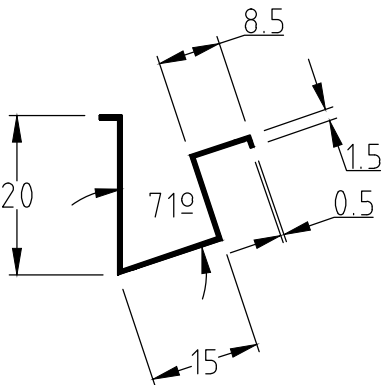
CORTE A-A



DETALLE 2

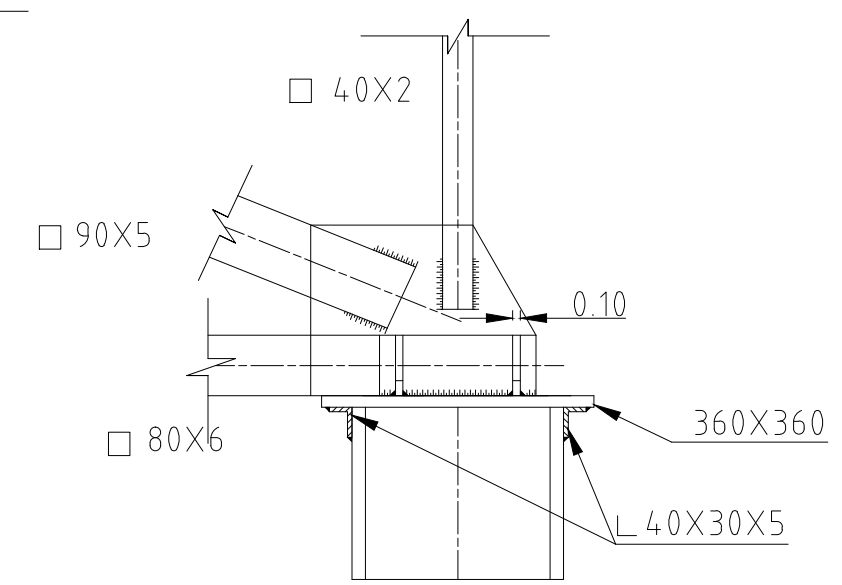
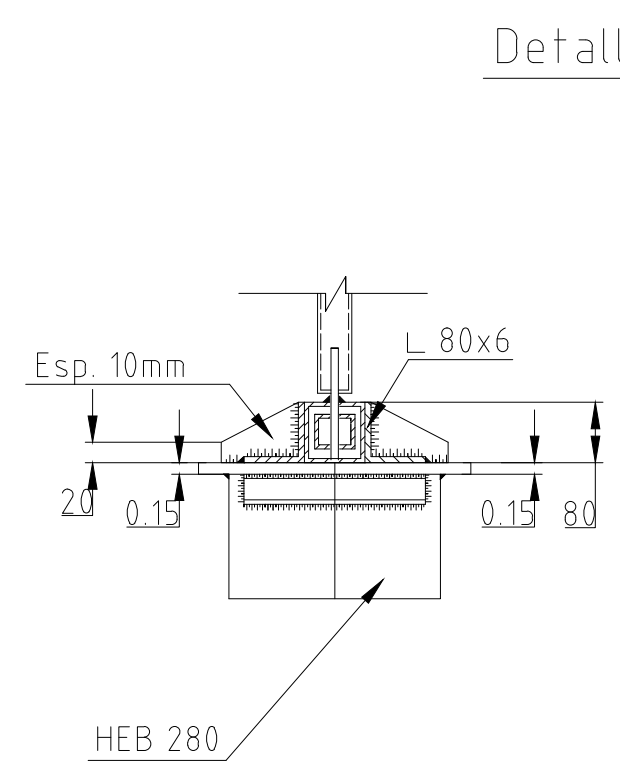
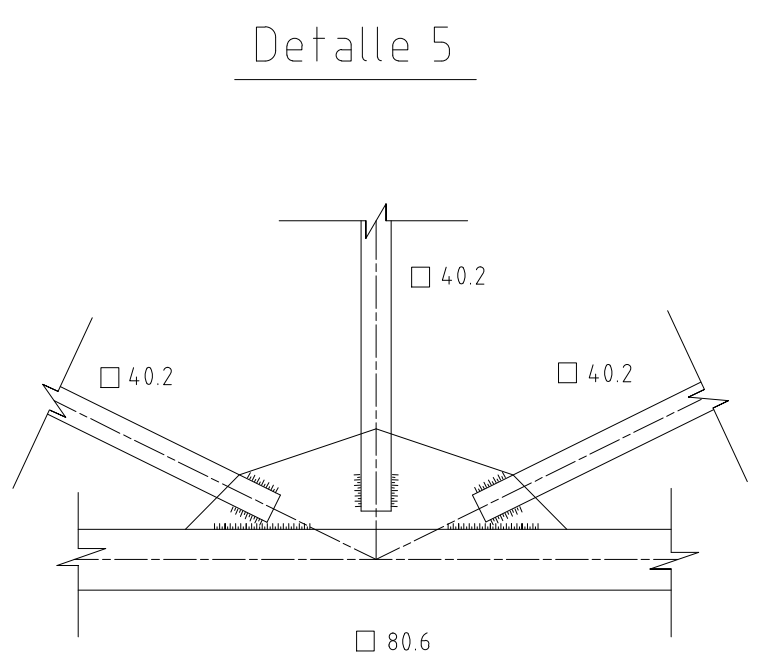
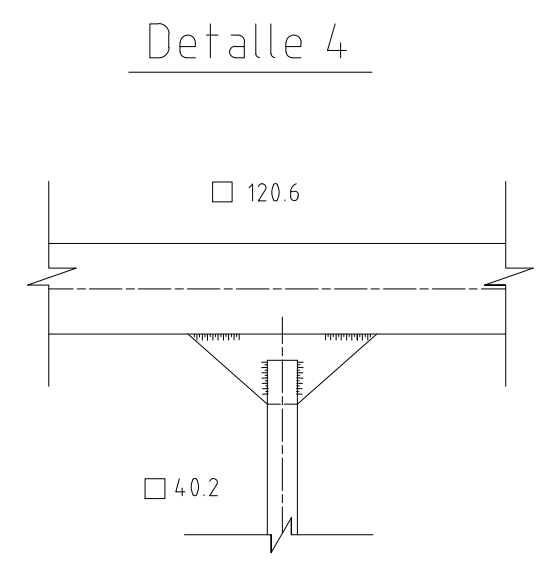
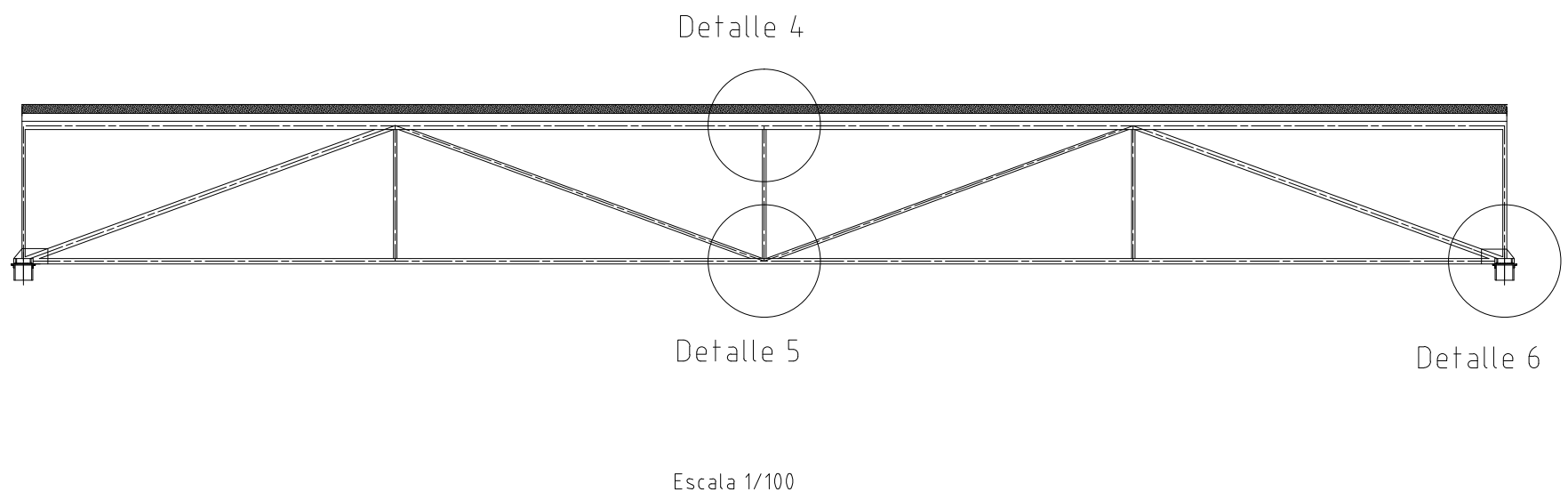


DETALLE CANALÓN

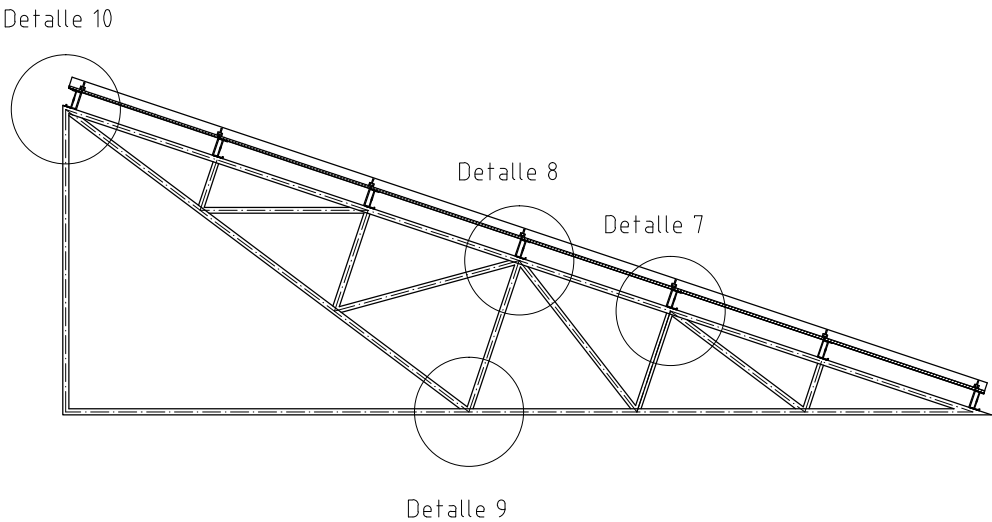


Cotas en cm.

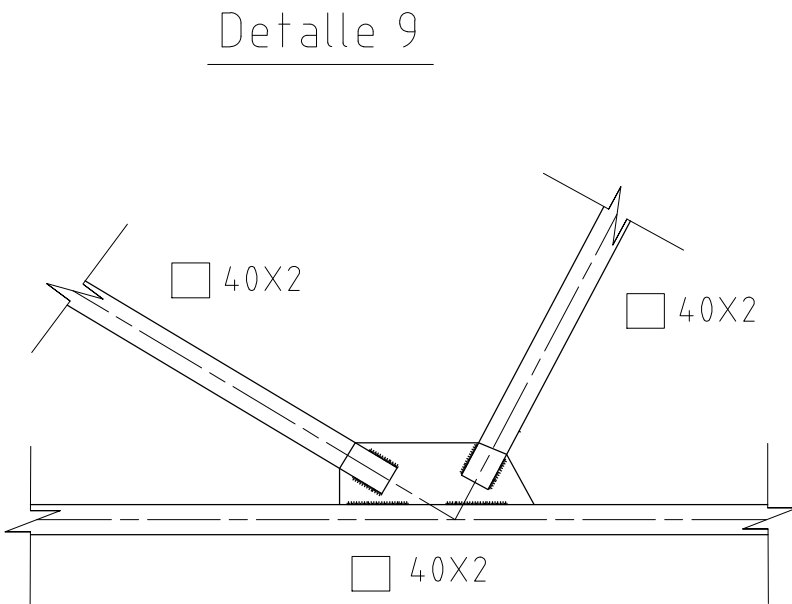
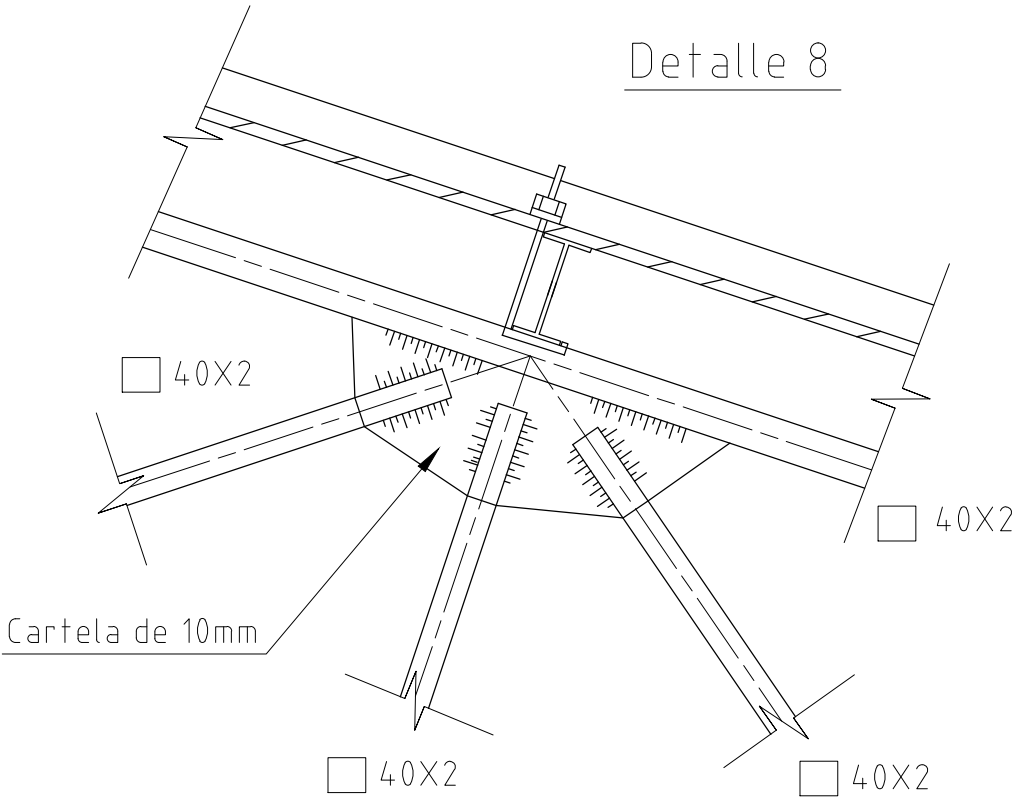
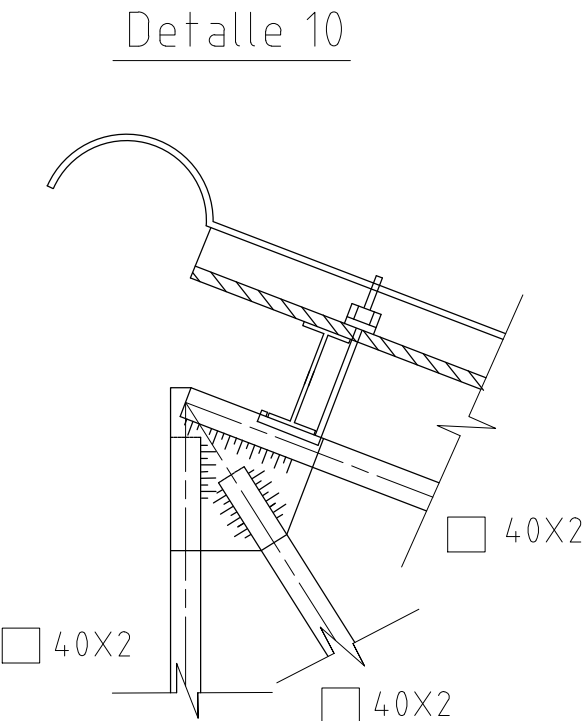
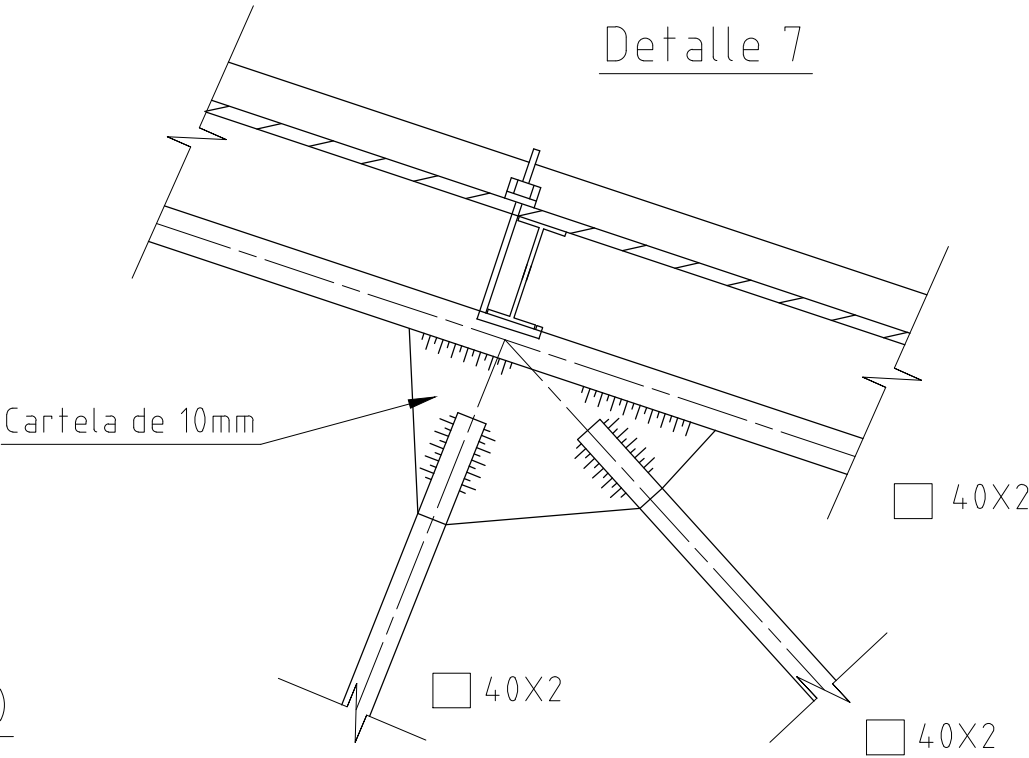
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	15-3-16	MARTÍNEZ			
COMPROBADO		CASADO			
		JESÚS S.			
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO	
1/10				9/21	
				DETALLES DE ESTRUCTURA	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



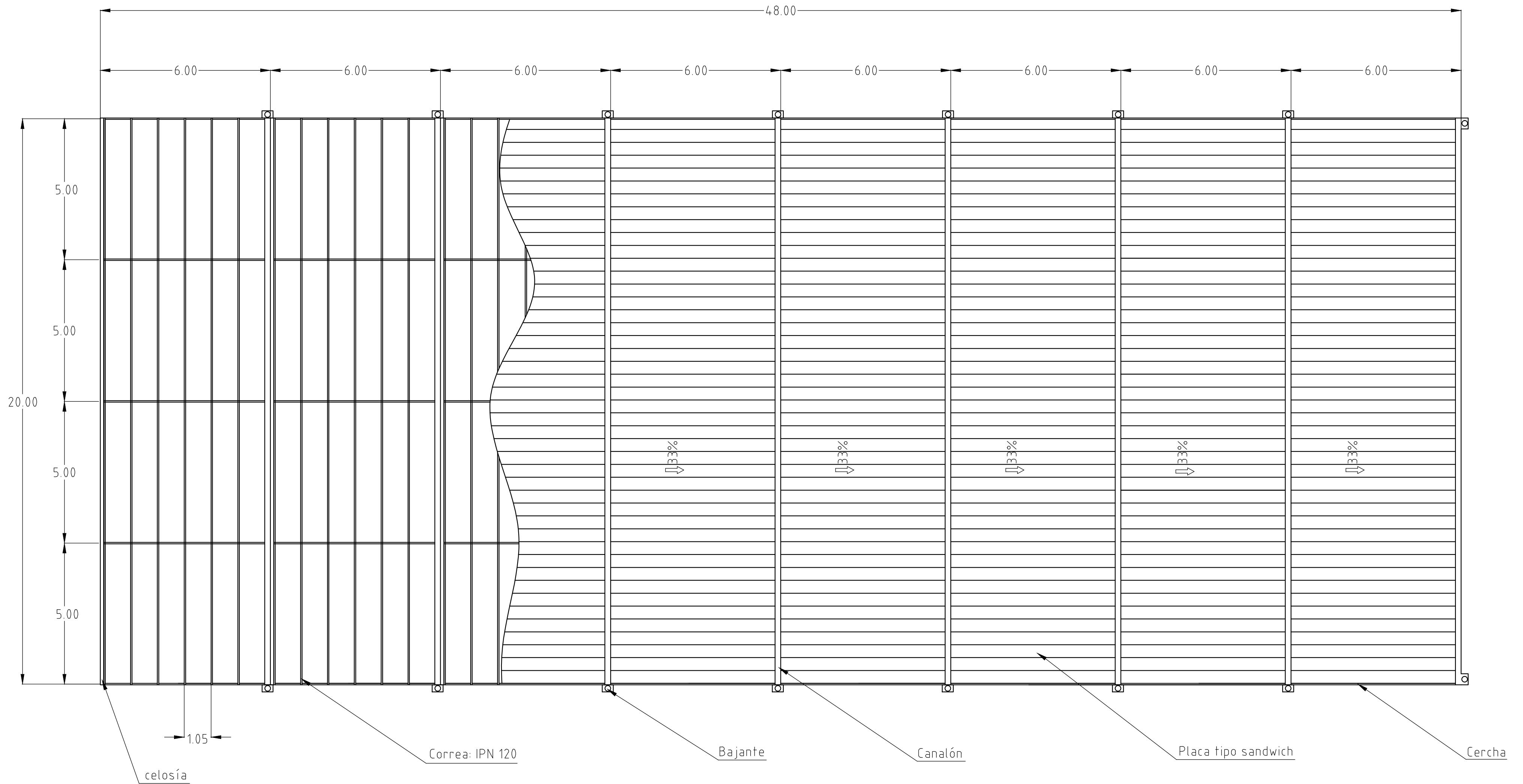
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	5-3-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA: 1/10	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES VIGA PRINCIPAL Y DETALLES			Nº PLANO 10/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



Escala 1:50

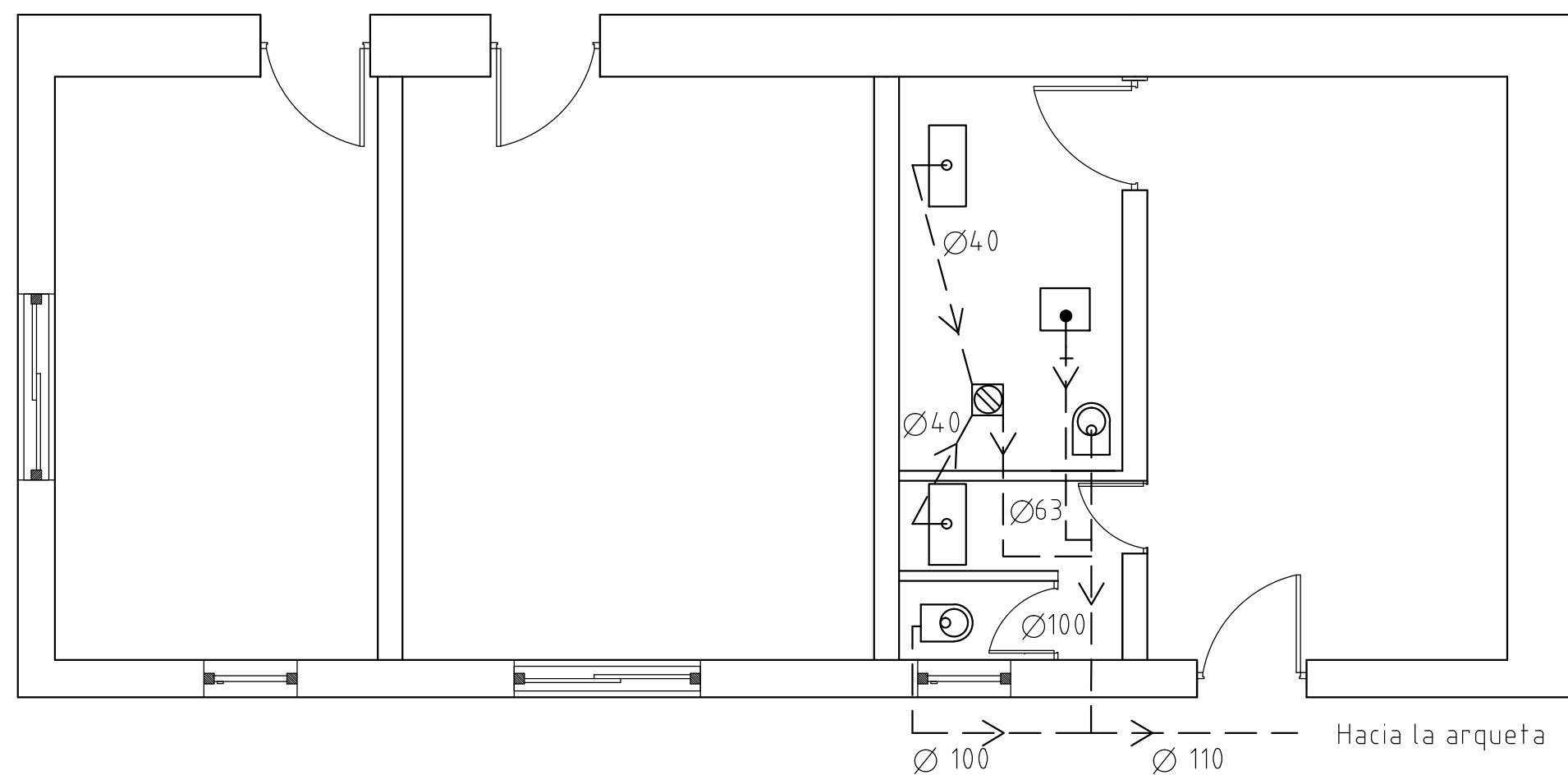
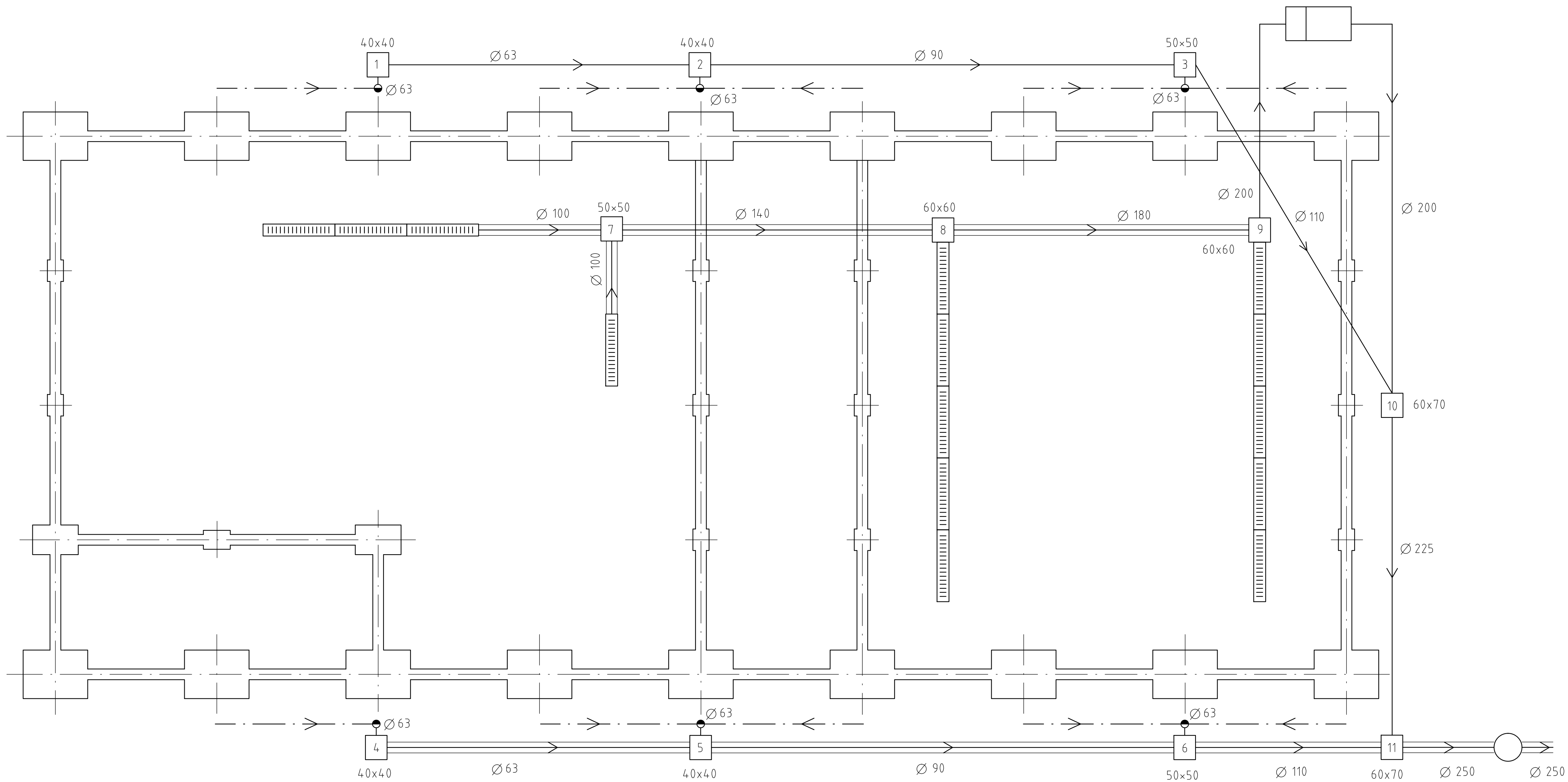


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	4-3-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES CERCHA Y DETALLES			Nº PLANO 11/21
1/10				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



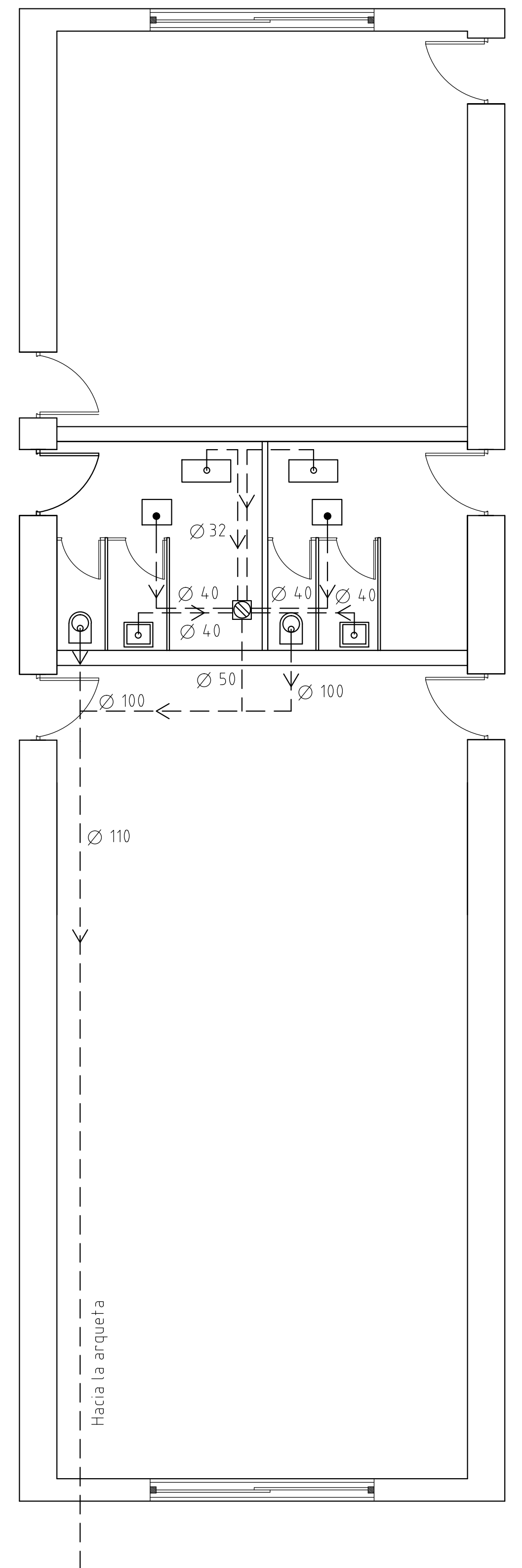
UNIDADES EN METROS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	17-3-16	MARTÍNEZ			
COMPROBADO		CASADO			
		JESÚS S.			
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO	
1/100				12/21	
				CUBIERTA	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



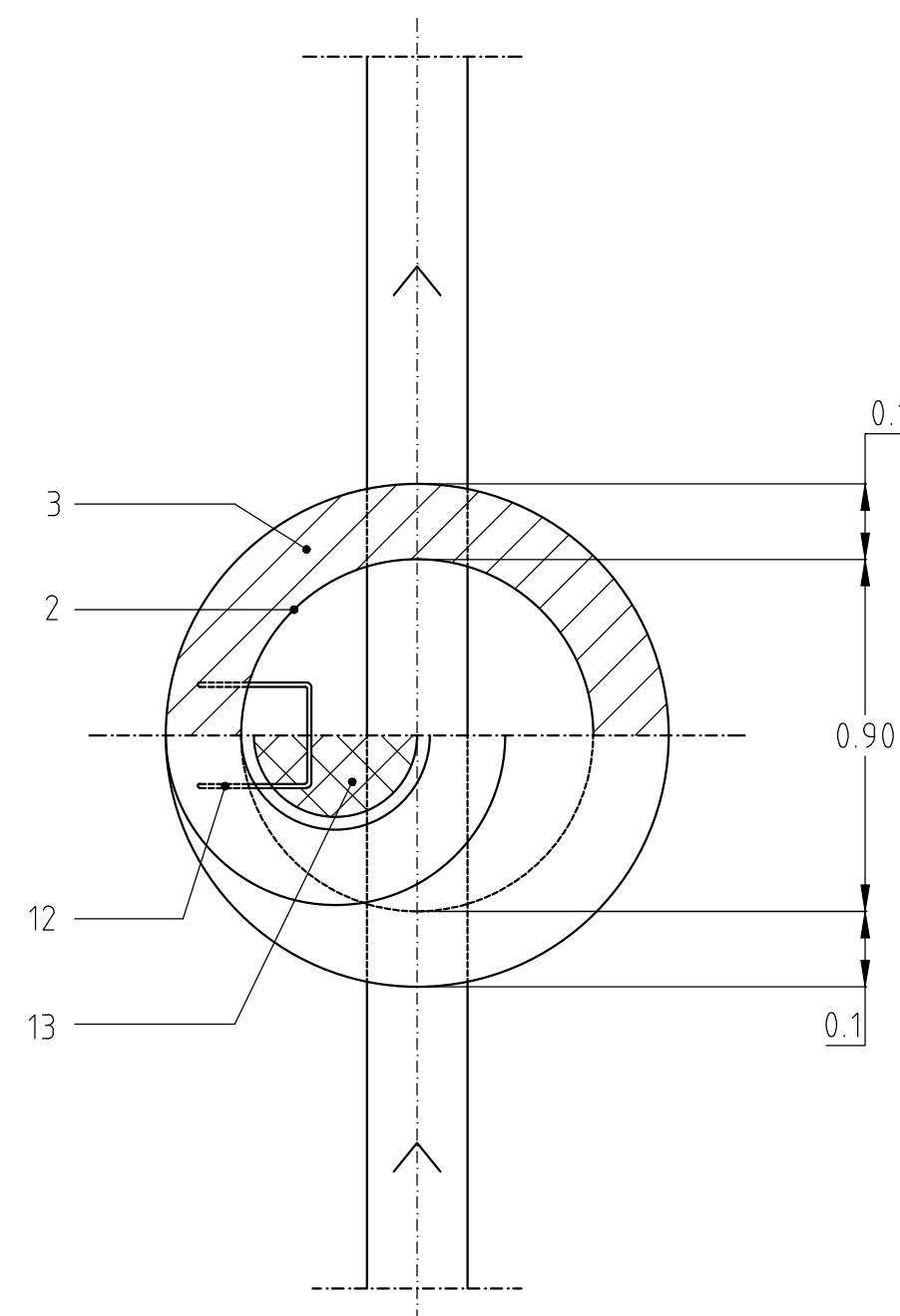
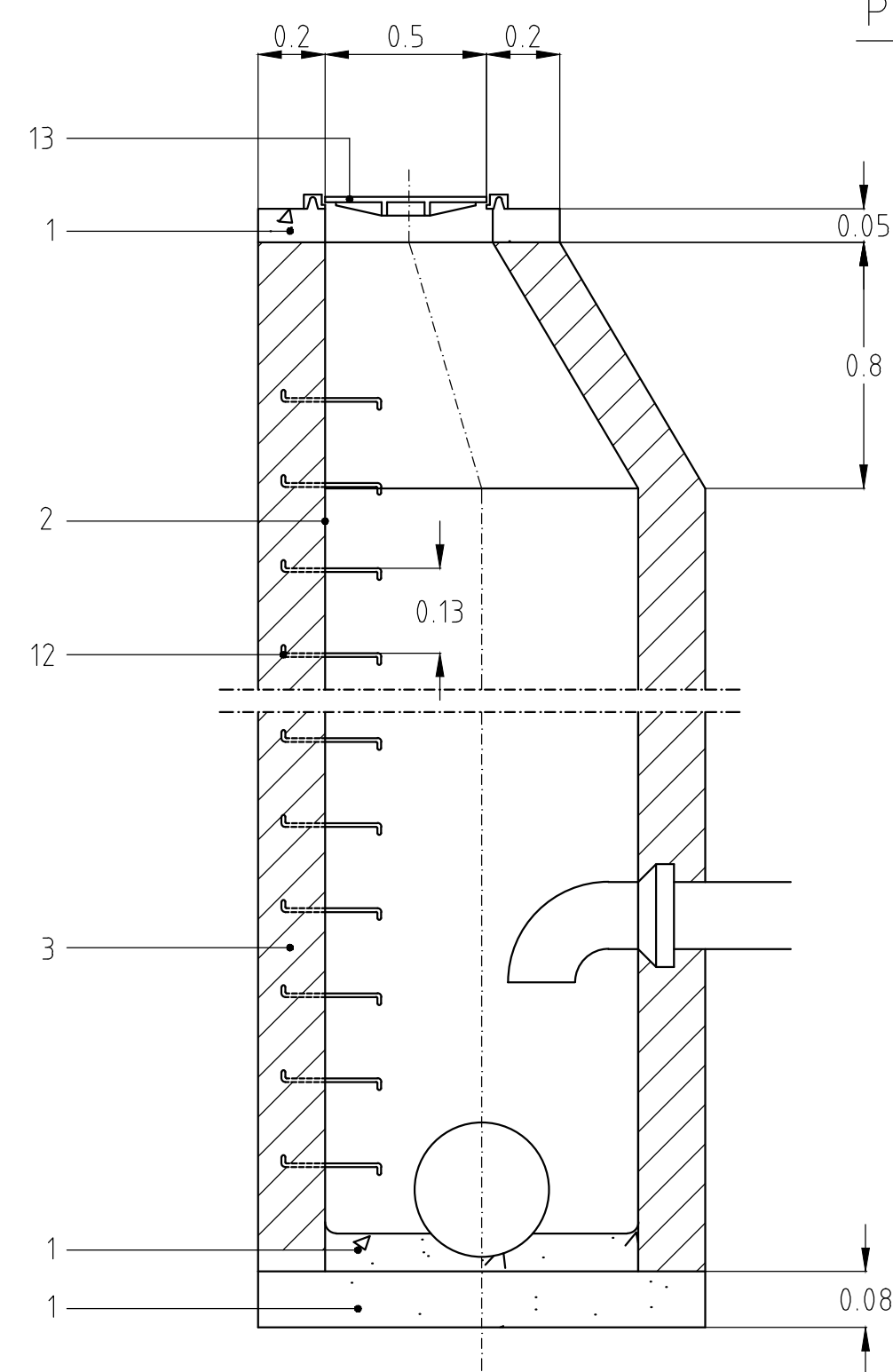
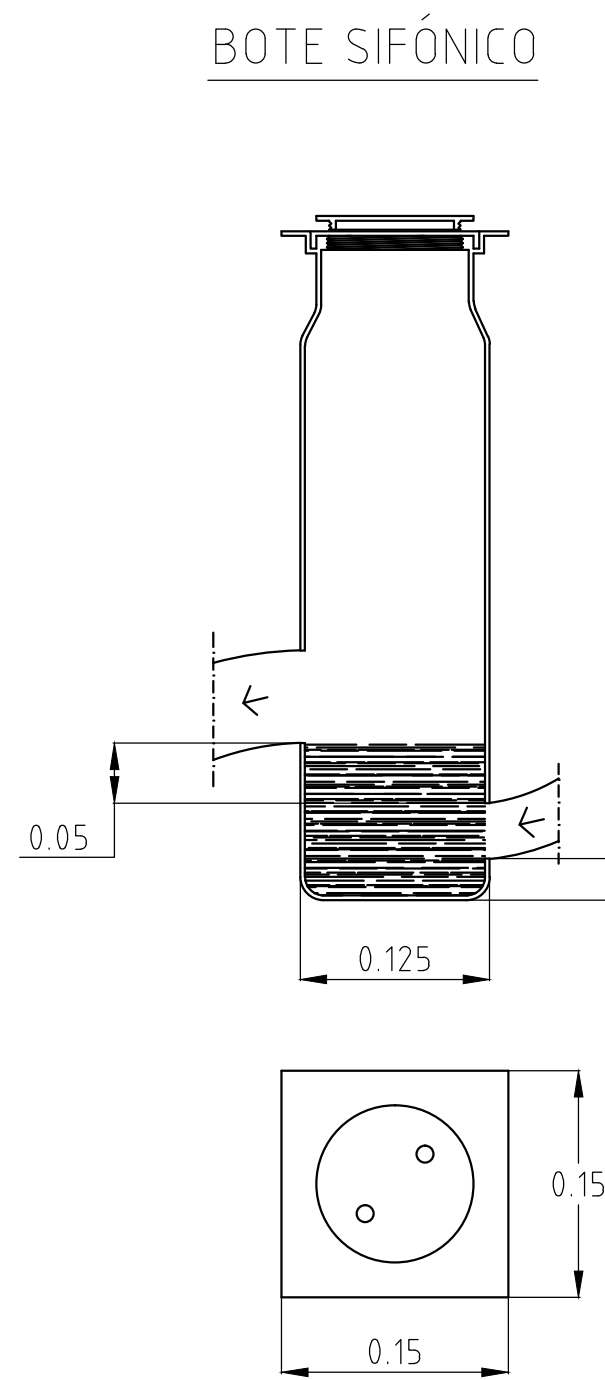
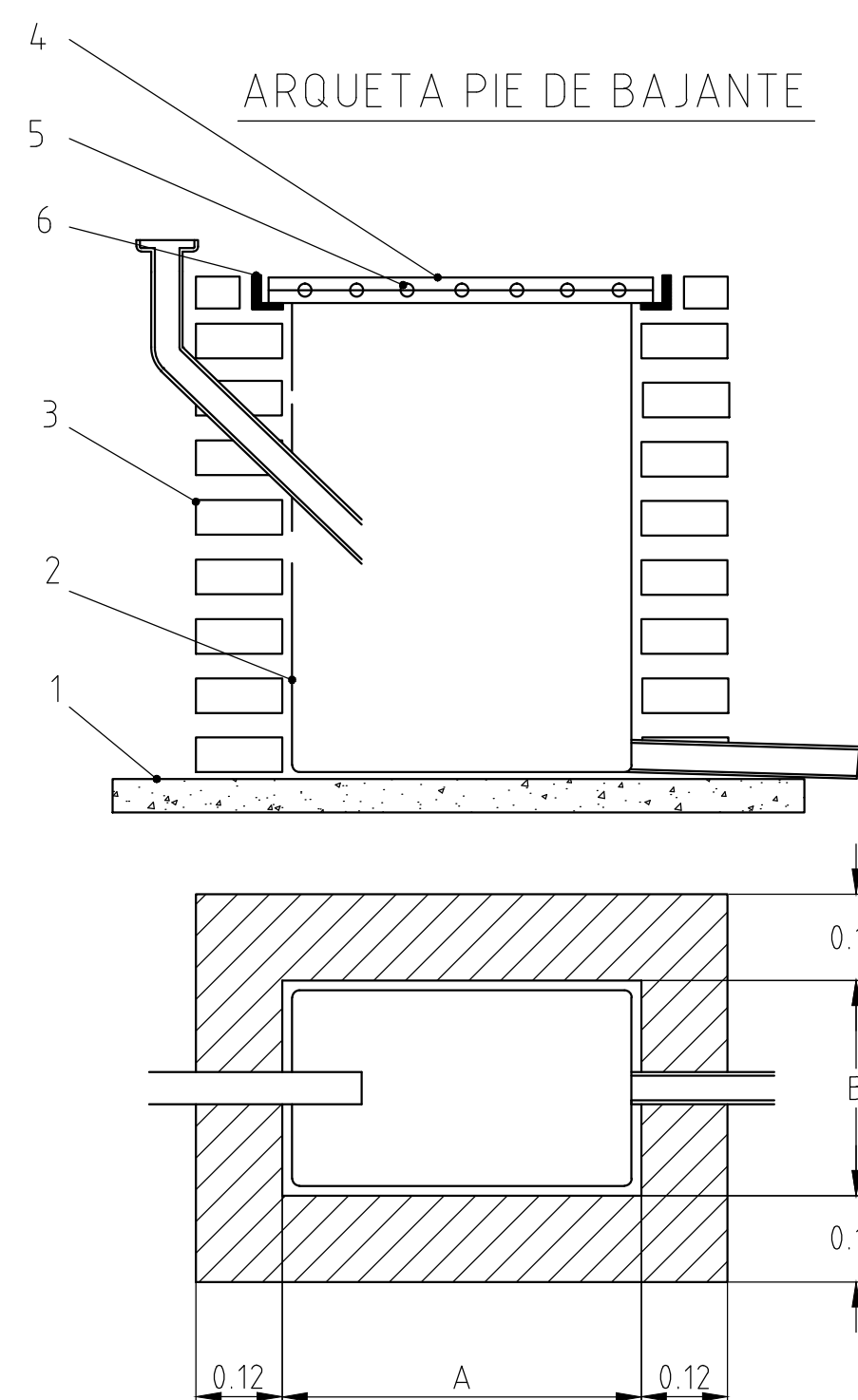
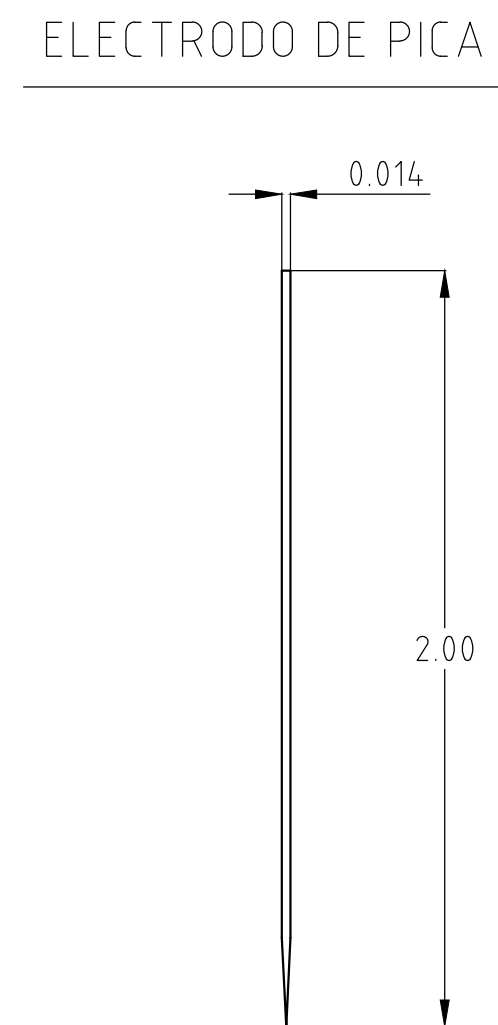
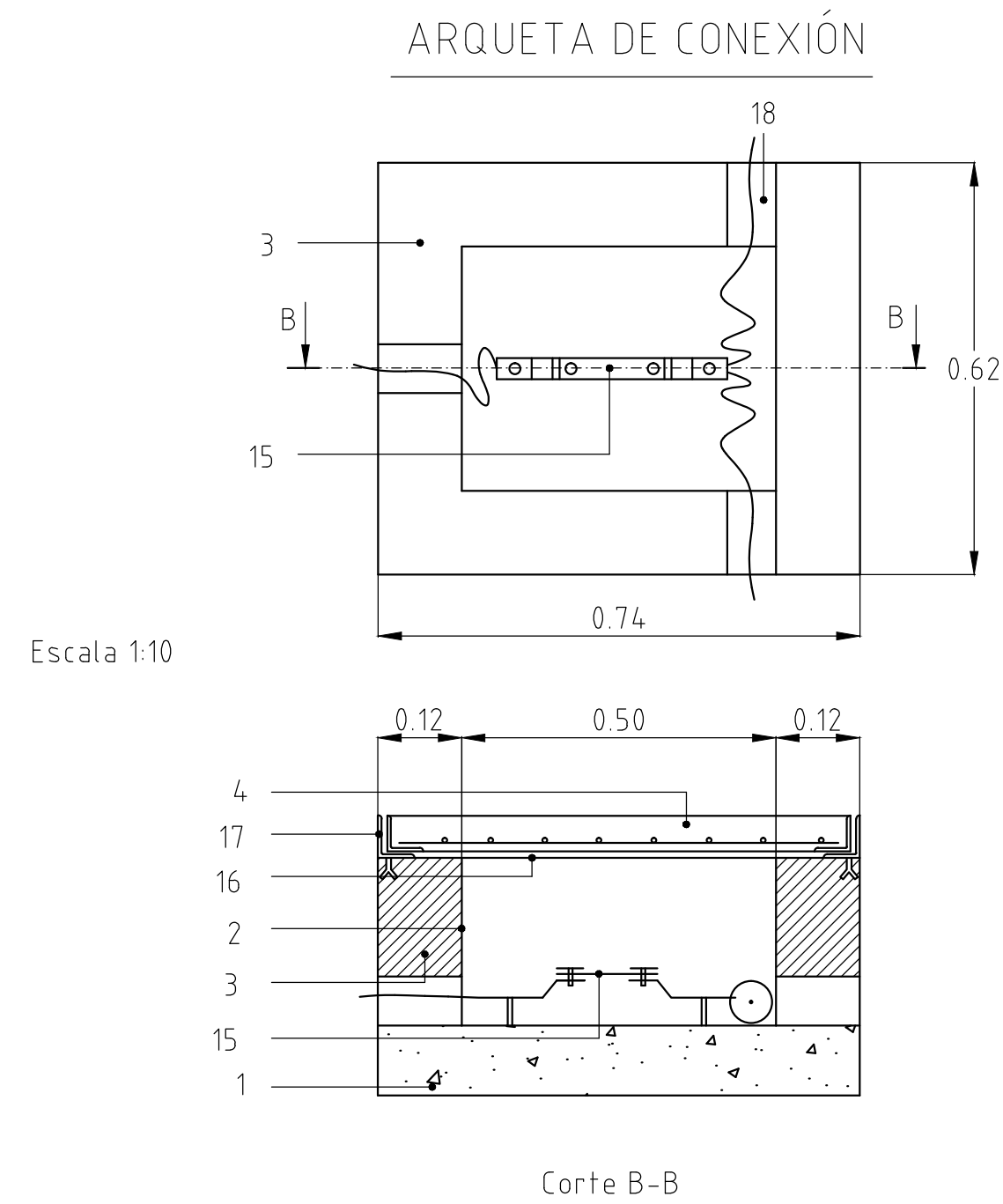
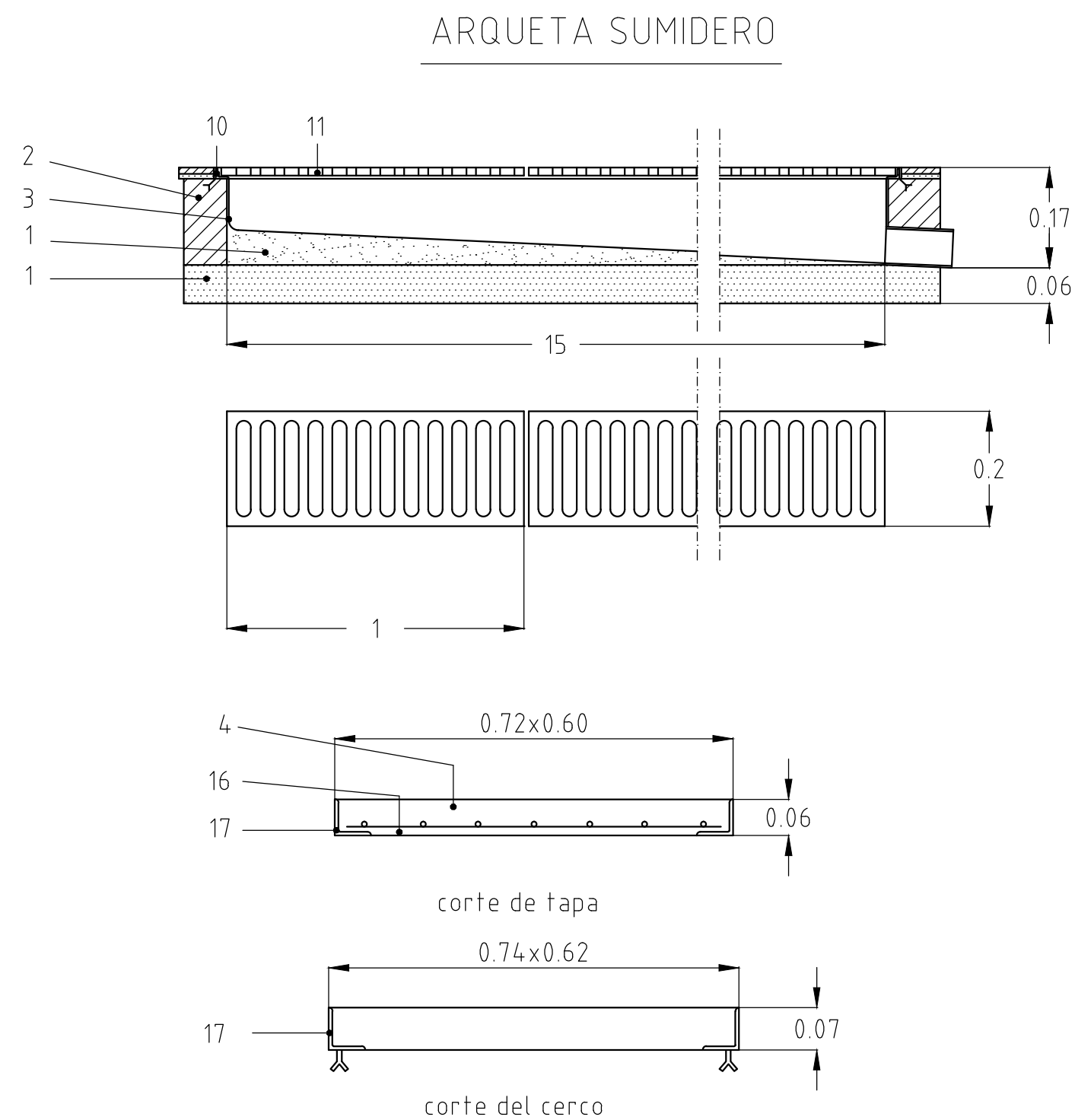
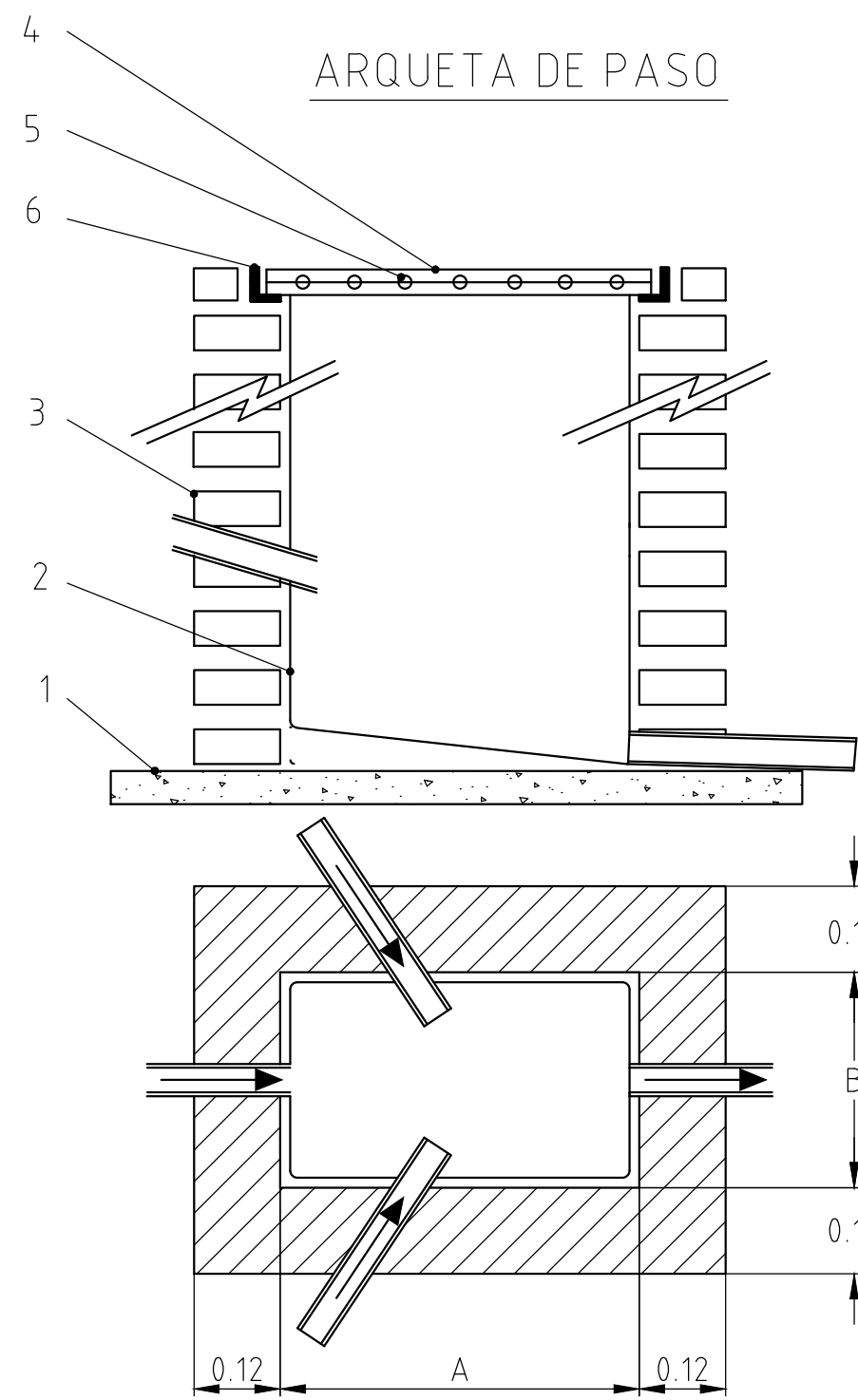
ESCALA 1:50

LEYENDA	
	Bajante de PVC
	Colector enterrado de PVC
	Refuerzo del colector de PVC
	Colector suspendido
	Tubería de PVC
	Arqueta de pie bajante
	Arqueta de paso
	Arqueta sumidero
	Pozo de registro
	Depósito separador de grasas y fangos.
	Bote sifónico
	Desagüe de lavabos a bote sifónico
	Desagüe de duchas a bote sifónico
	Desagüe de inodoro
	Sumidero sifónico para locales húmedos



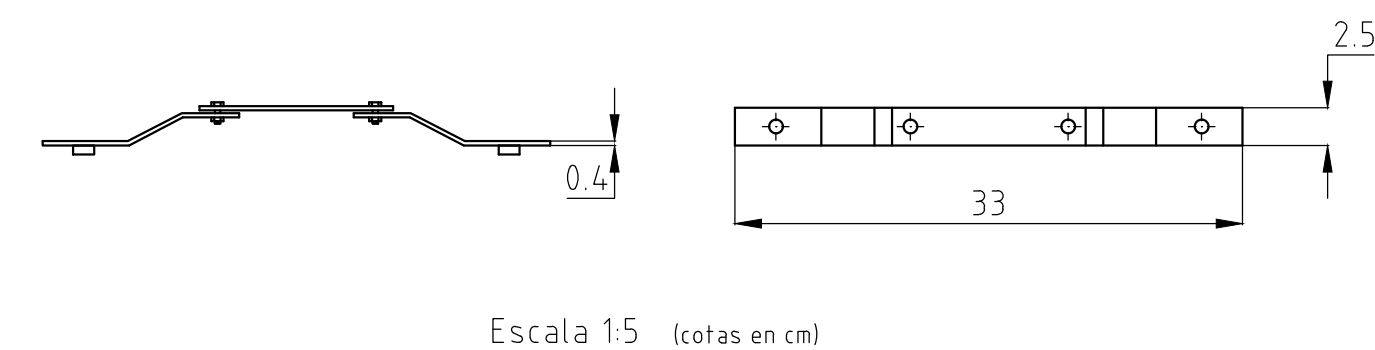
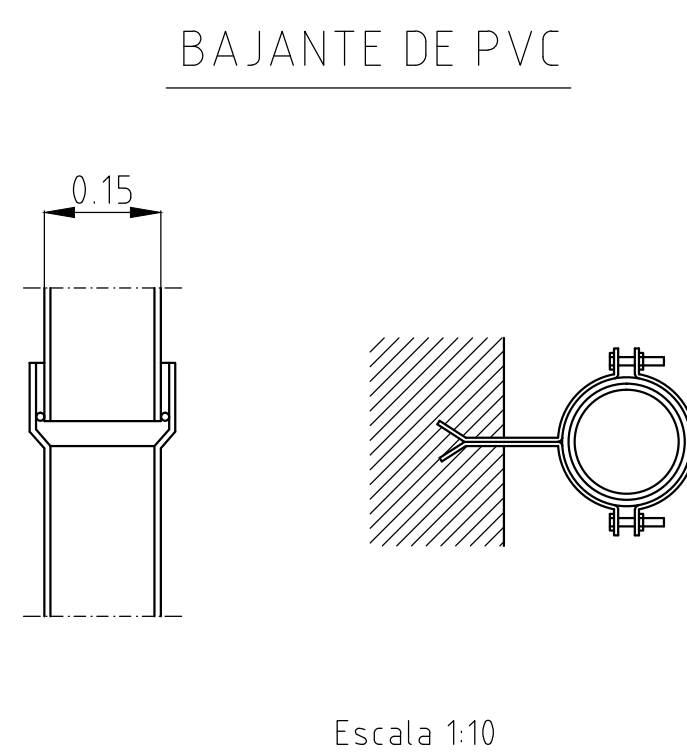
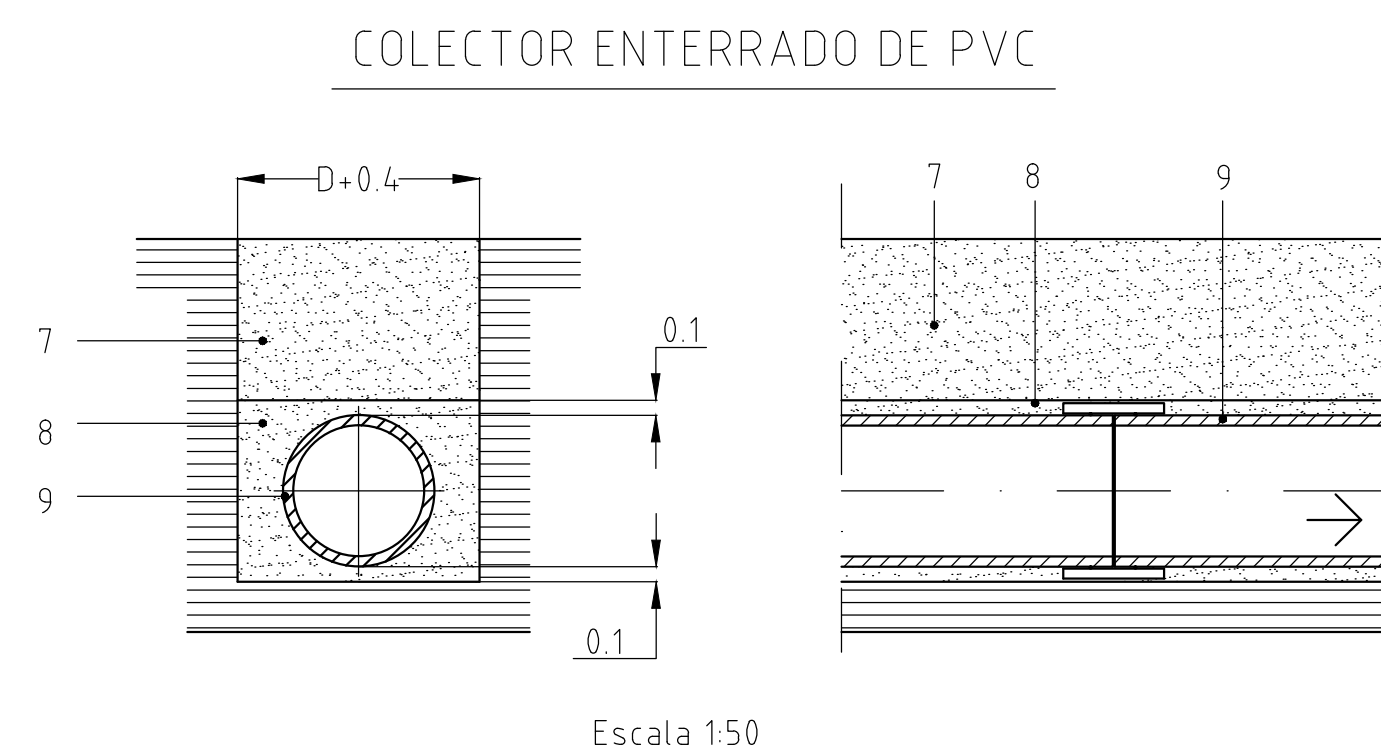
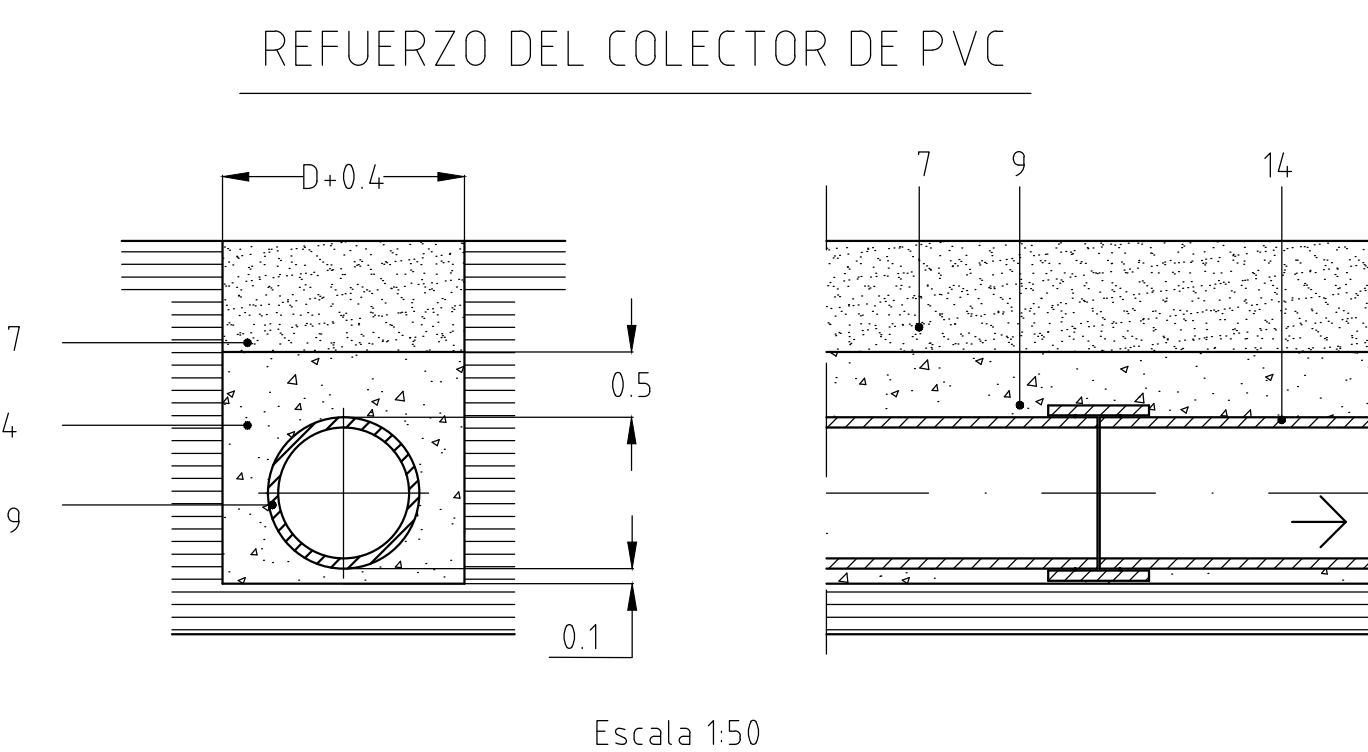
ESCALA 1:50

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	25-5-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO JESÚS S.		
ESCALA: 1/100	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES SANEAMIENTO			Nº PLANO 13/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

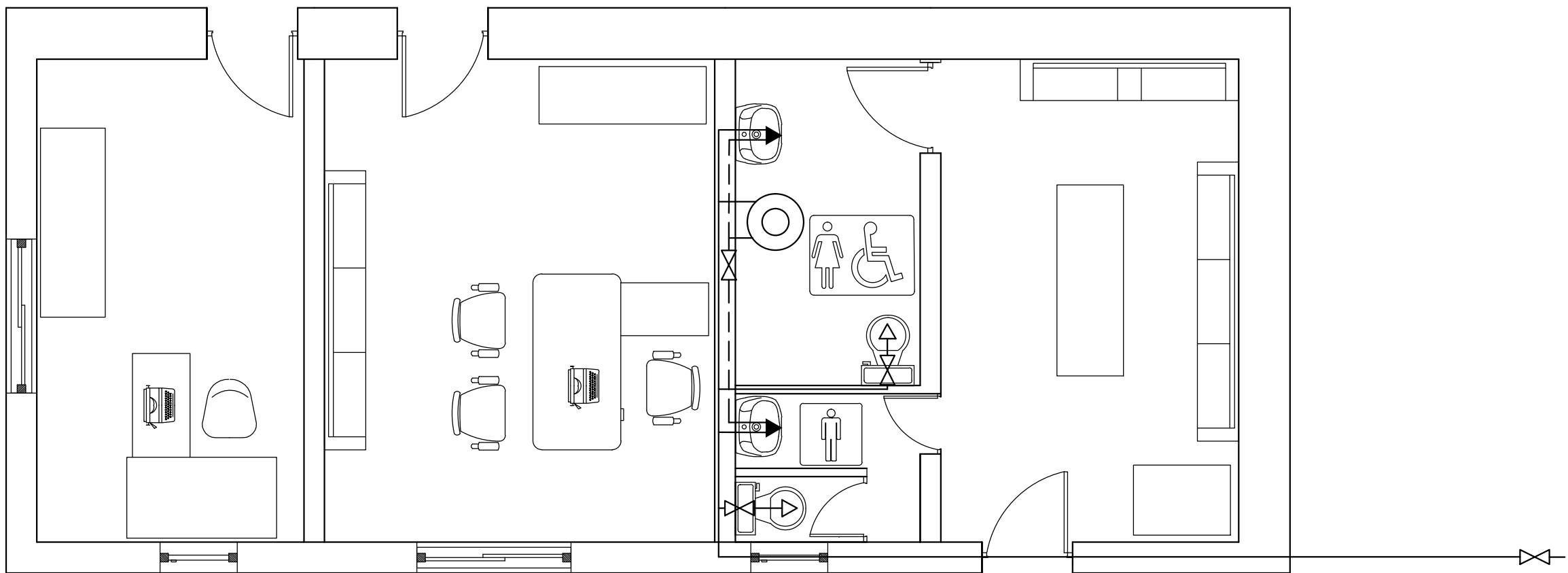
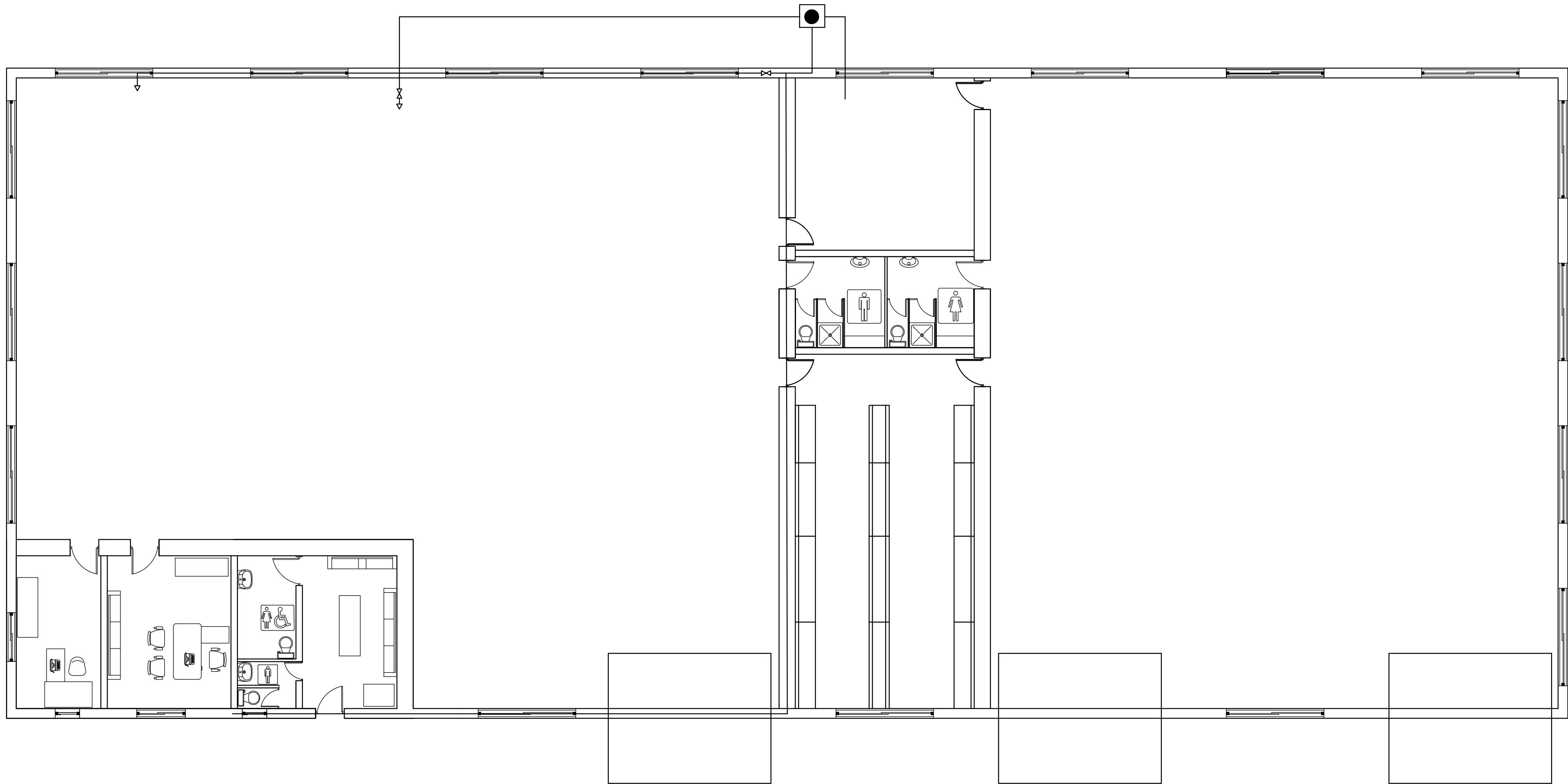


LEYENDA

1. Solera de hormigón en masa HM-20
2. Enfoscado con mortero 1:3 y bruido. Angulos redondeados.
3. Muro de 12 cm de espesor de ladrillo macizo con juntas de mortero M-40 de 1 cm.
4. Losa de hormigón HA-25.
5. Armadura de losa ϕ 8mm.
6. Perfil laminado L 50x5mm.
7. Relleno de zanja por tongadas 20 cm. con tierra externa de áridos de 8 cm. y apisonada.
8. Relleno de arena de río.
9. Conducción de PVC.
10. Perfil laminado L 20x3mm.
11. Rejilla plana. Desmontable.
12. Pales empotrados 15 cm.
13. Tapa circular y cerco.
14. Hormigón en masa HM-20.
15. Punto de puesta a tierra.
16. Parrilla de redondos de 8 mm cada 10 cm.
17. Perfil L60x6 y cerco formado por perfil L70x7.
18. Tubo de PVC de D=60 mm.



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
COMPROBADO	25-5-16	MARTÍNEZ	CASADO	Nº PLANO 14/21	
ESCALA: 1/20				DETALLES DE SANEAMIENTO Y PUESTA A TIERRA	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

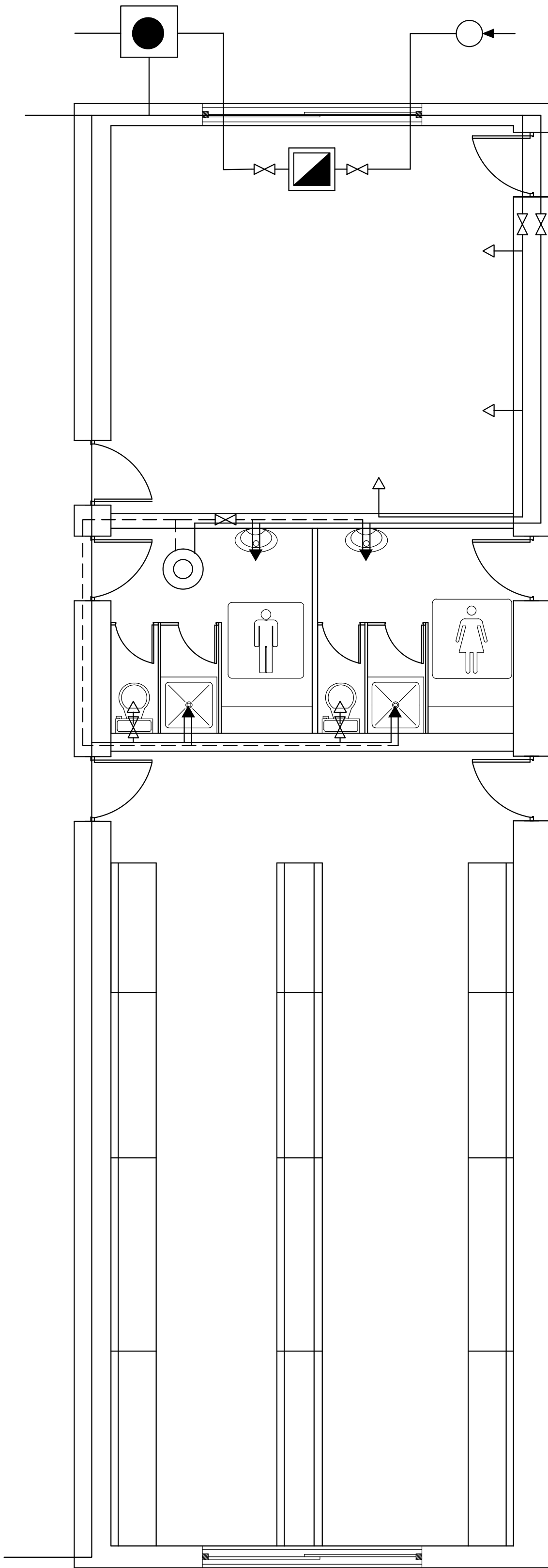


ESCALA 1:50

LEYENDA DE FONTANERIA	
Símbolo	Designación
	Acometida
	Contador general
	Llave de paso
	Canalizacion acero (fria)
	Canalizacion acero galvanizado sin calorifugar (caliente)
	Calentador acumulador electrico
	Hidromezclador manual
	Grifo de agua caliente
	Grifo de agua fria
	Depósito acumulador

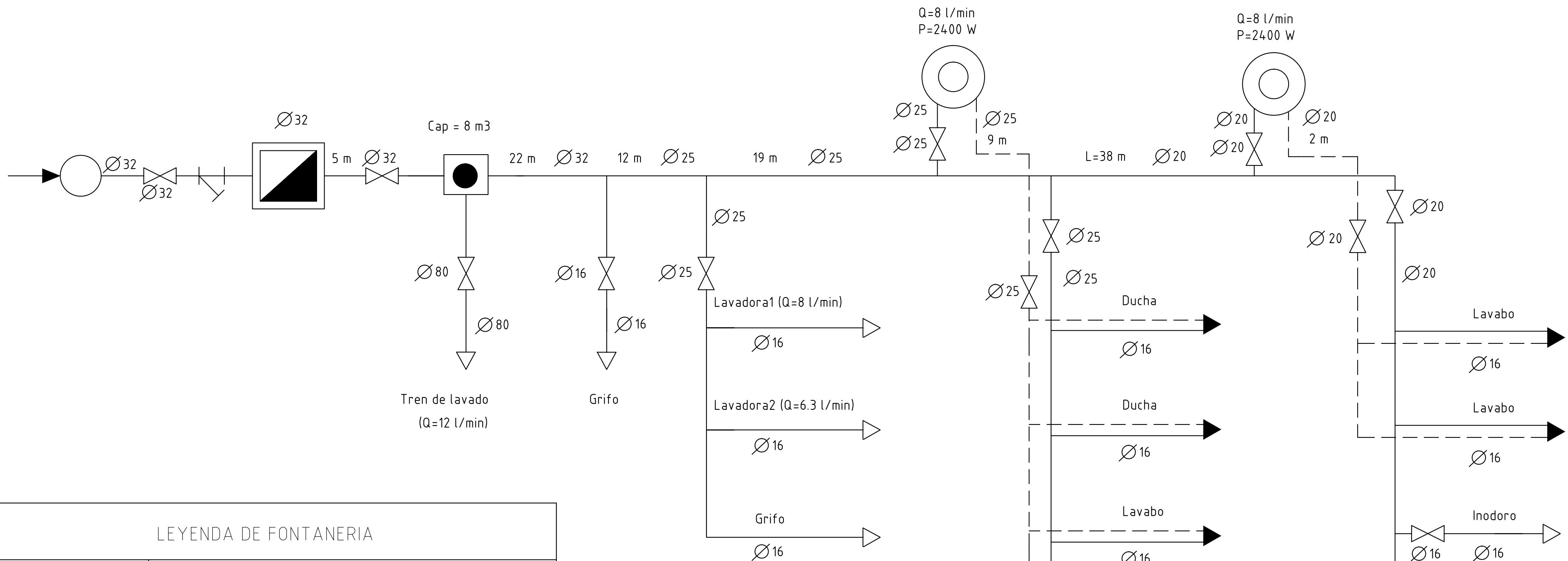
Al tren de lavado

Hacia nave



ESCALA 1:50

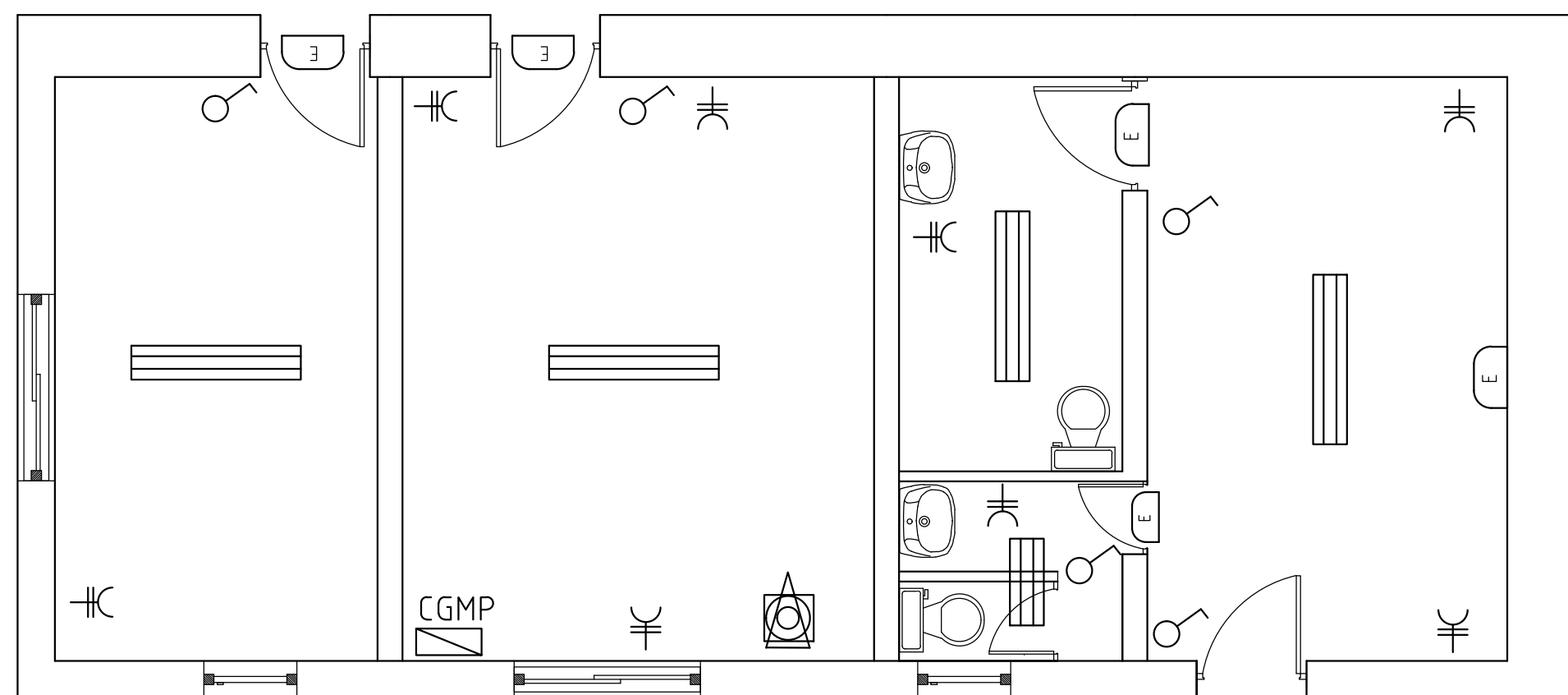
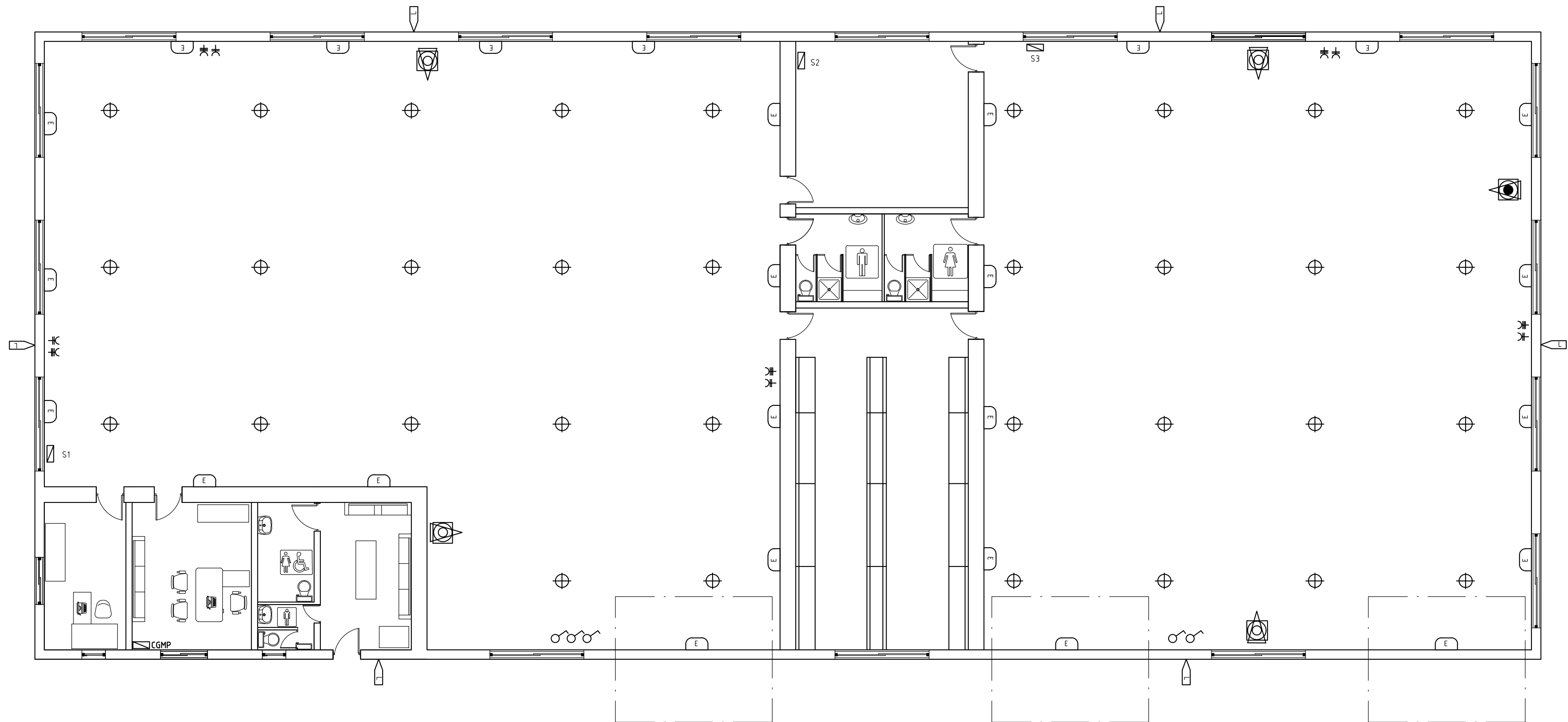
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO	26-4-16	MARTÍNEZ				
COMPROBADO		CASADO				
		JESÚS S.				
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO		
1/100				FONTANERÍA	15/21	
					SUSTITUYE A:	
			SUSTITUIDO POR:			



LEYENDA DE FONTANERIA

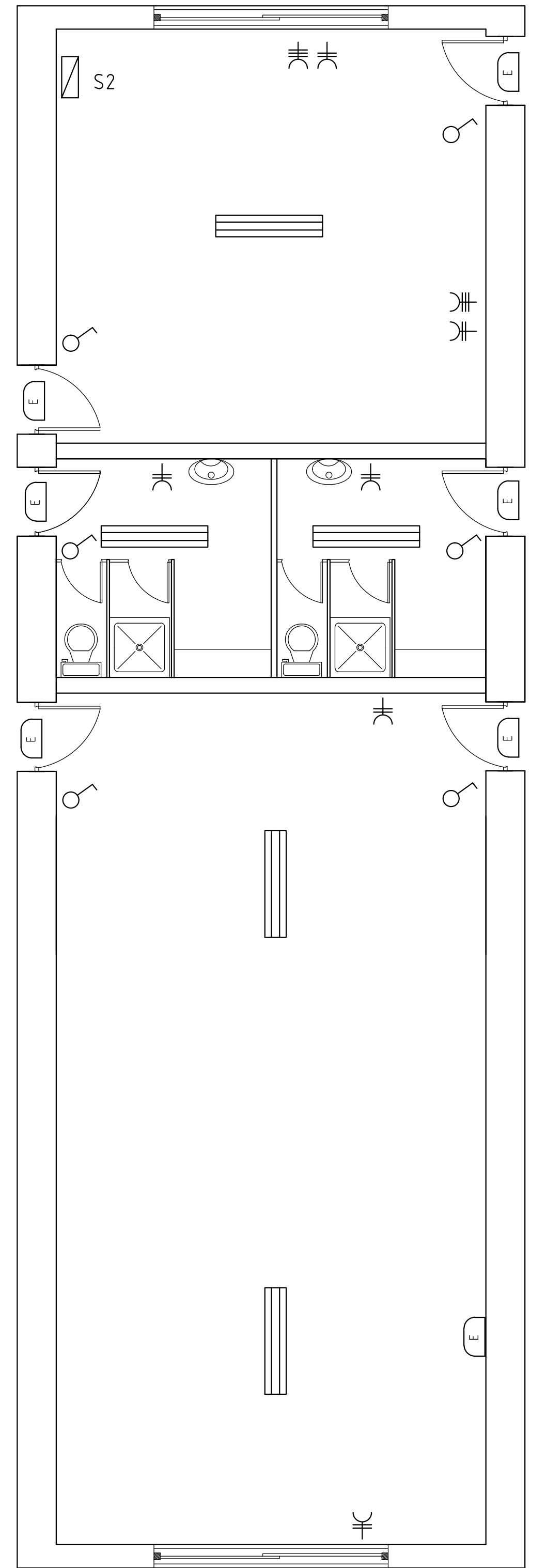
Simbolo	Designación
	Acometida
	Filtro
	Contador general
	Llave de paso
	Canalizacion acero (fria)
	Canalizacion acero galvanizado sin calorifugar (caliente)
	Calentador acumulador electrico
	Hidromezclador manual
	Grifo de agua fria
	Depósito acumulador

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	15-4-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES ESQUEMA DE FONTANERÍA			Nº PLANO 16/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



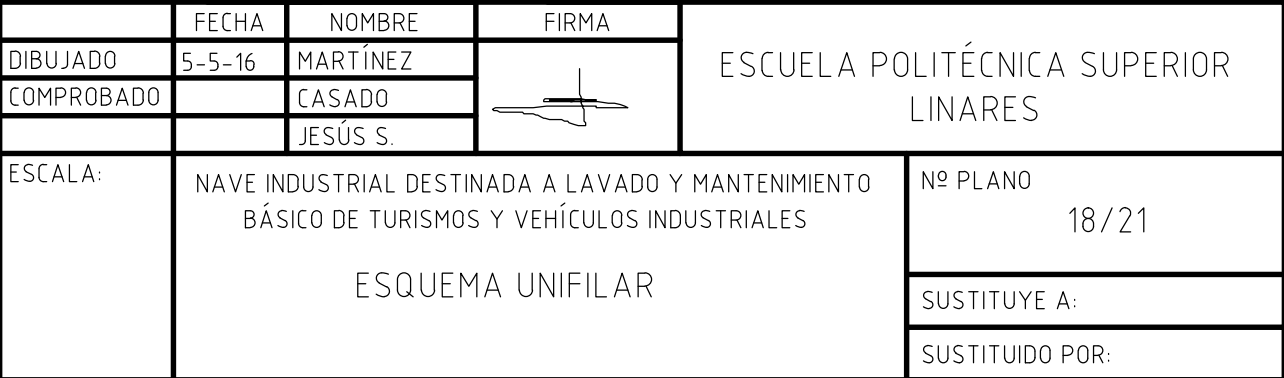
ESCALA 1:50

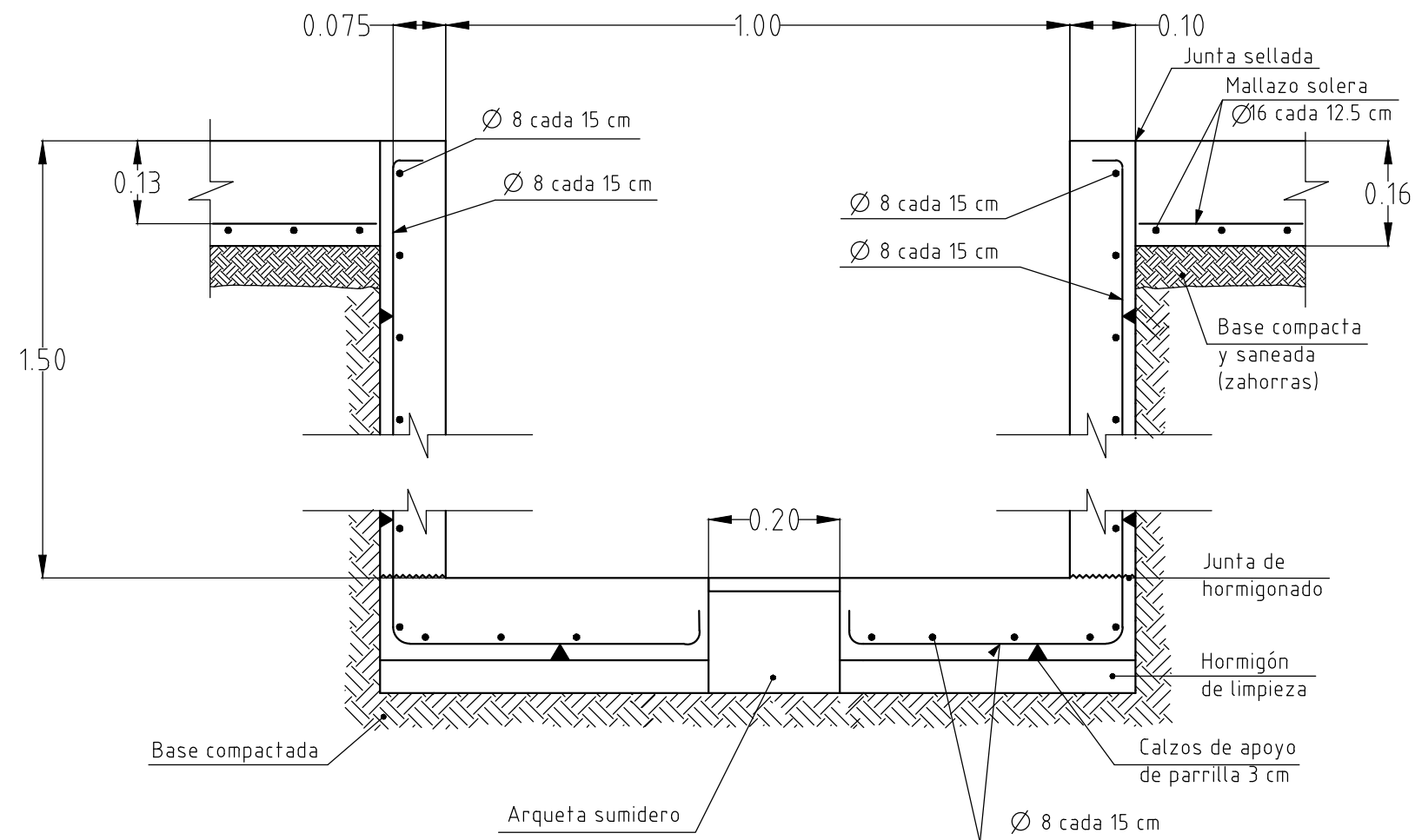
LEYENDA	
	Luminaria 470-DKRX. Lámpara 400 M.C.C.
	Vest., sala máq., recepción, administración y almacén: luminaria 652-IED-H. Lámpara 2x58 w. Sala de espera: Luminaria 402-IED-H. Lámpara 2x36 w. Aseos: Luminaria 202-IED-H. Lámpara 2x18 w.
	Extintor
	Equipo autónomo alumbrado de emergencia.
	Farolas: Luminaria 752-OVX-TK. Lámp: 150 w.
	Equipo de medida y caja general protección
	Cuadro de mando y protección.
	Toma de corriente monofásica.
	Toma de corriente trifásica.
	Interruptor.
	Extintor de 50 kg. con ruedas.



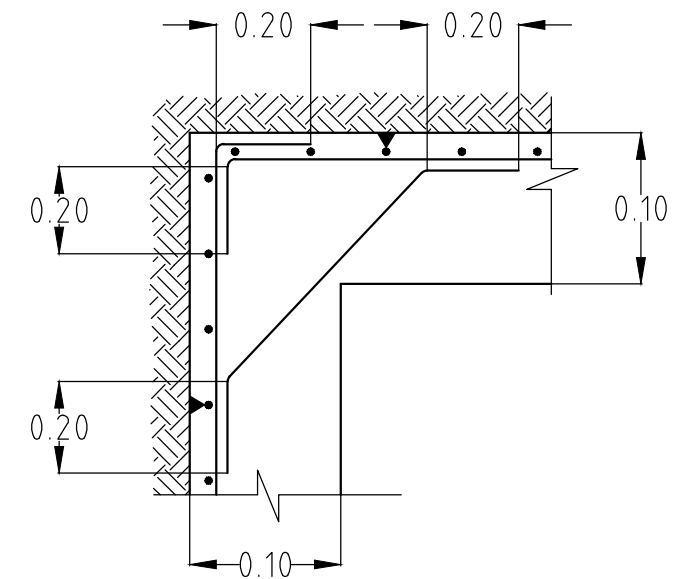
ESCALA 1:50

DIBUJADO COMPROBADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
	28-4-16	MARTÍNEZ CASADO JESÚS S.			
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO	17/21
1/100	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



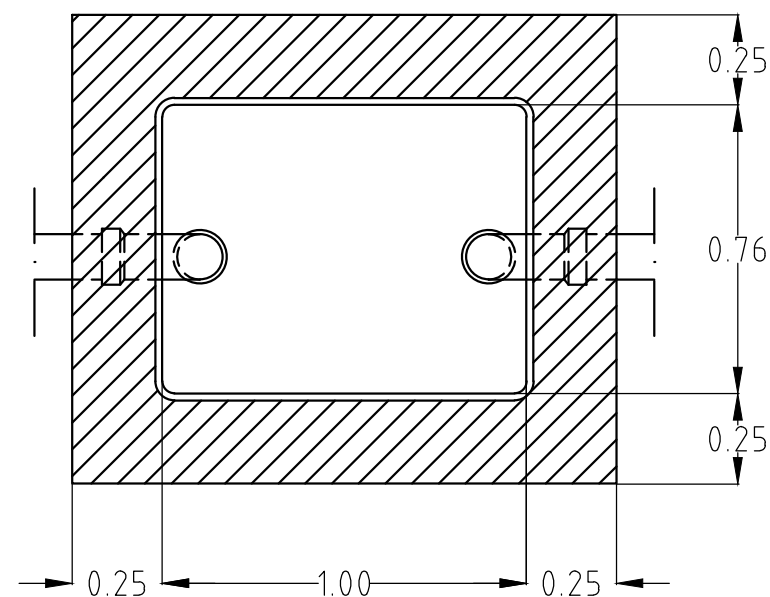
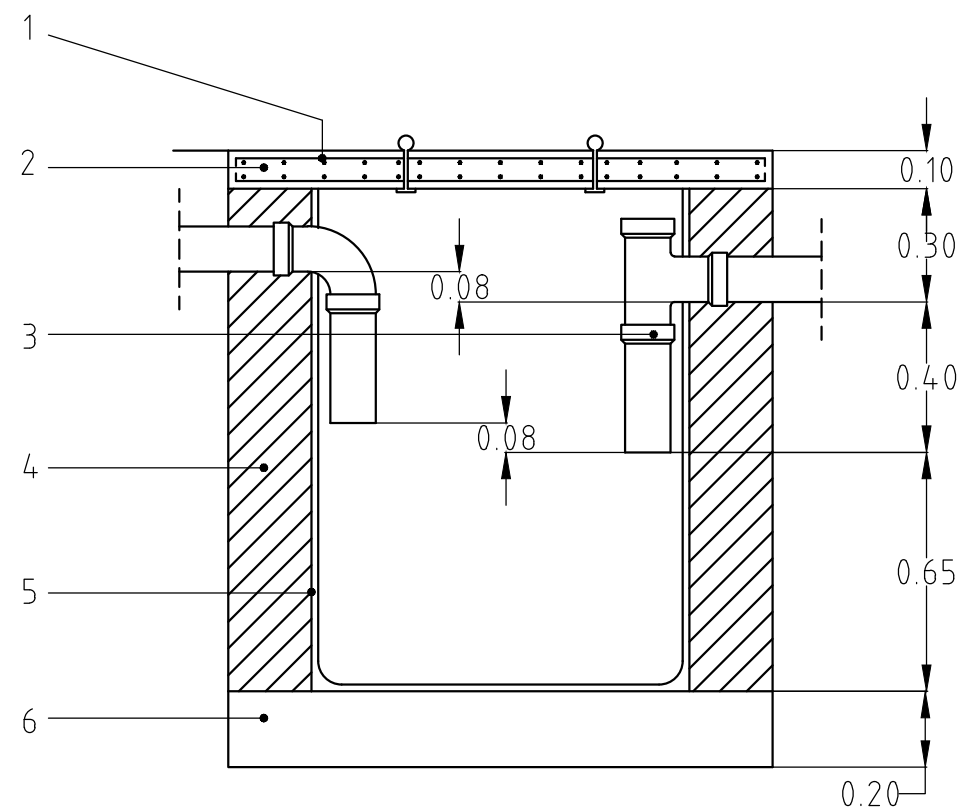


Esquema de encuentros en las esquinas de las armaduras horizontales



Escala 1:5

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	21-4-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO
1/10	FOSO			19/21
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

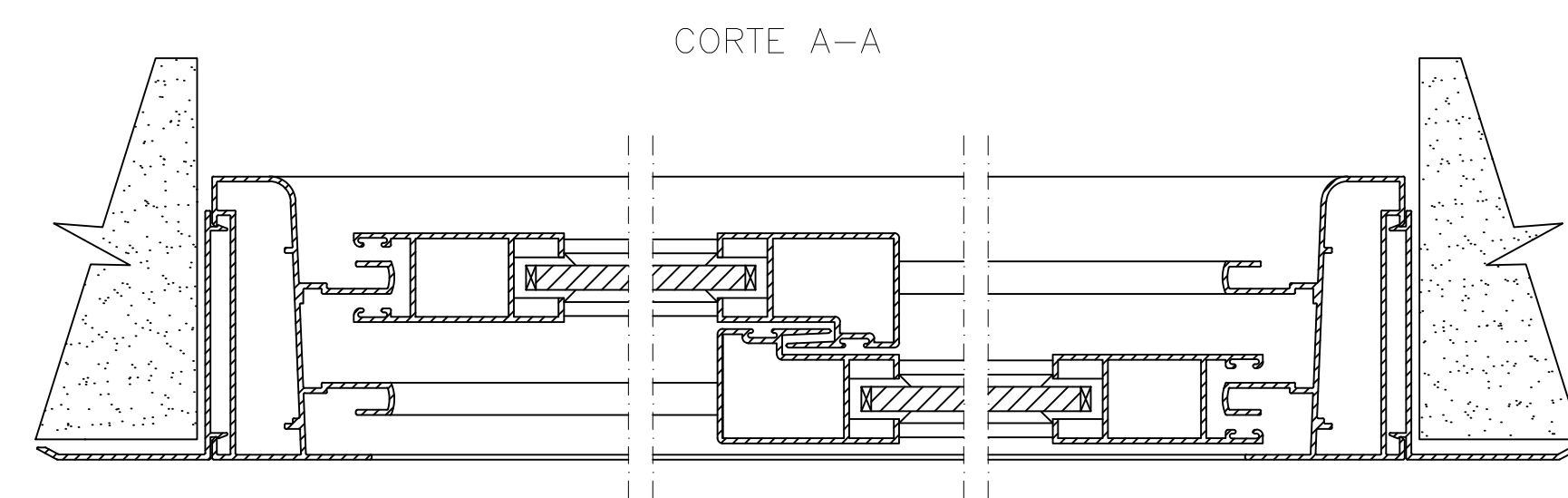
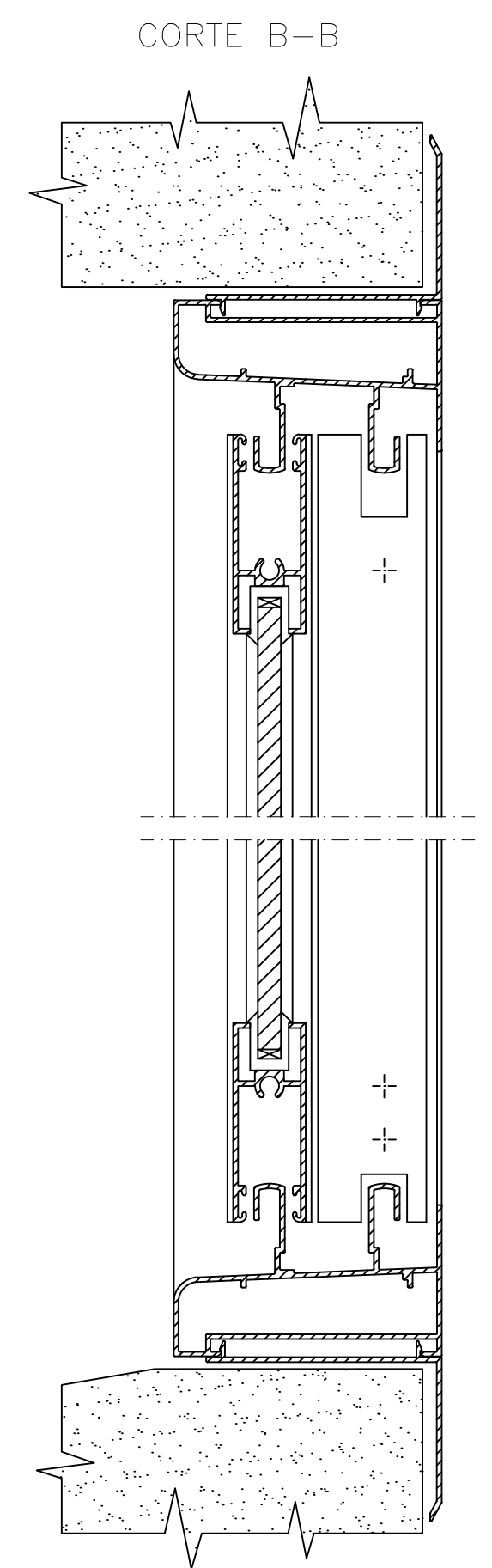
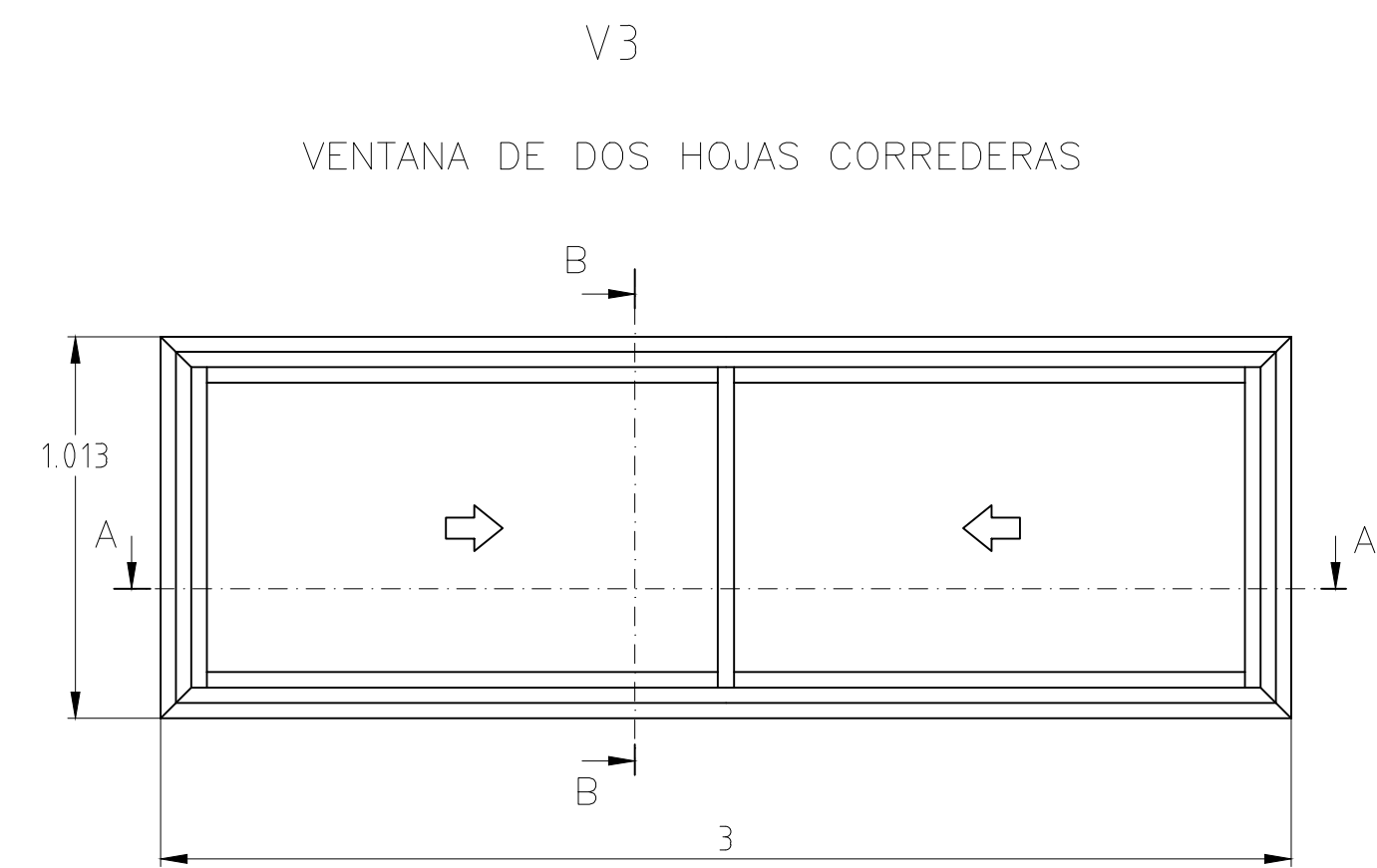
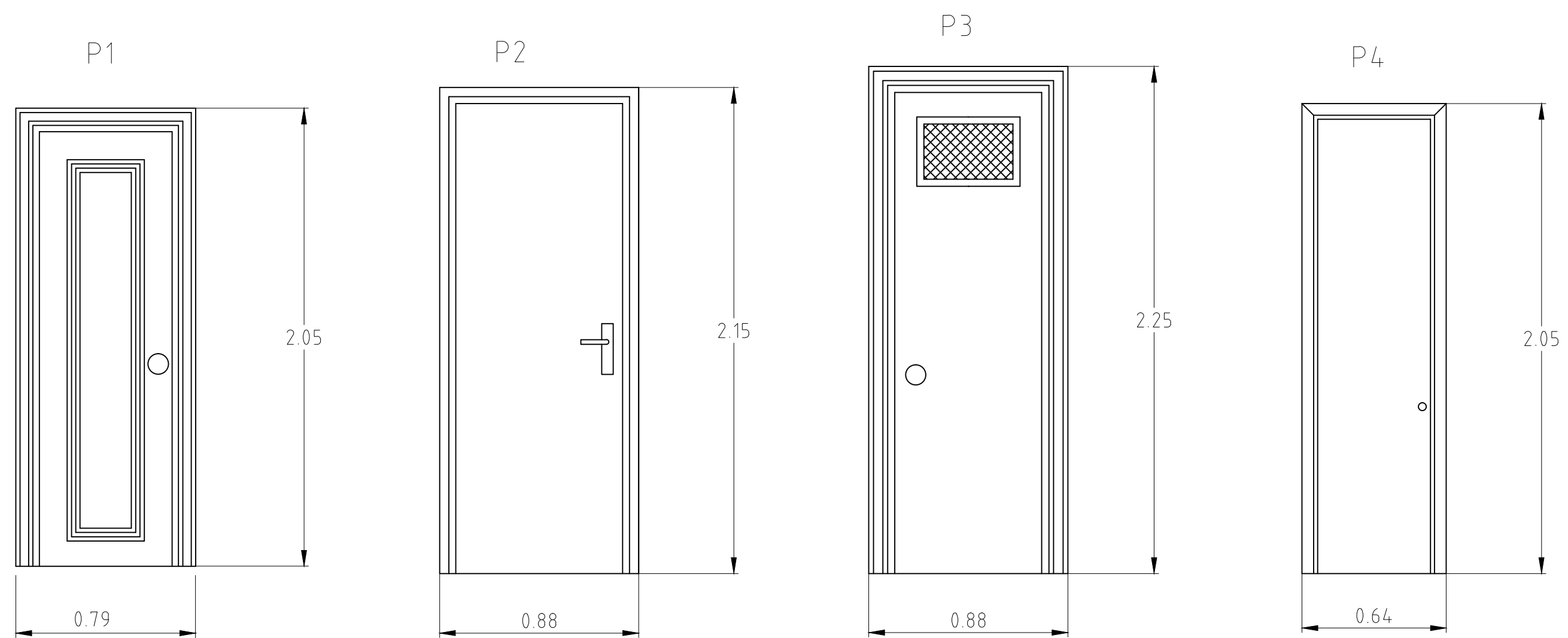


LEYENDA

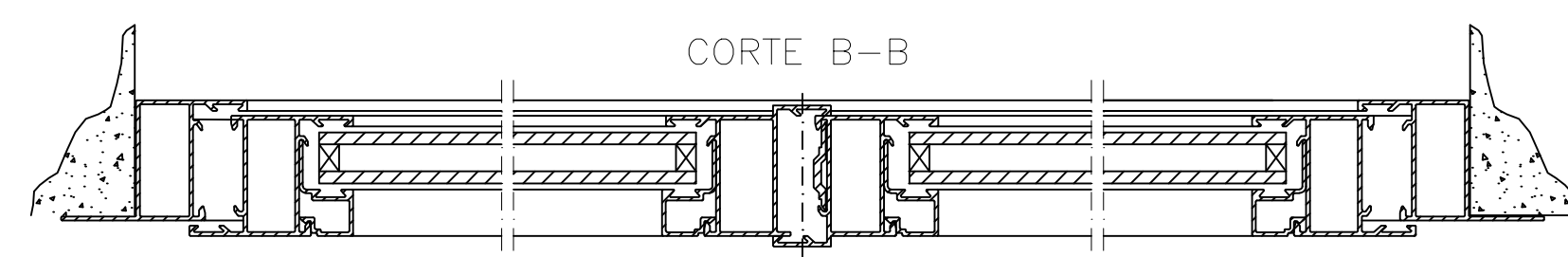
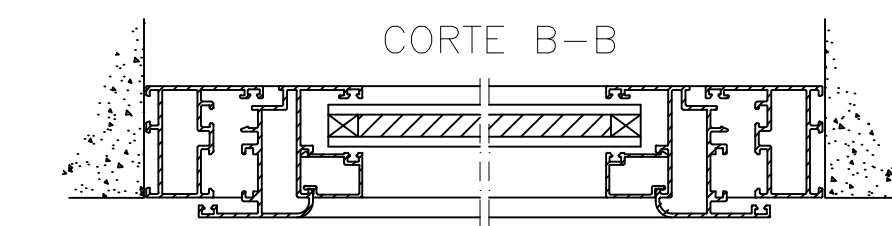
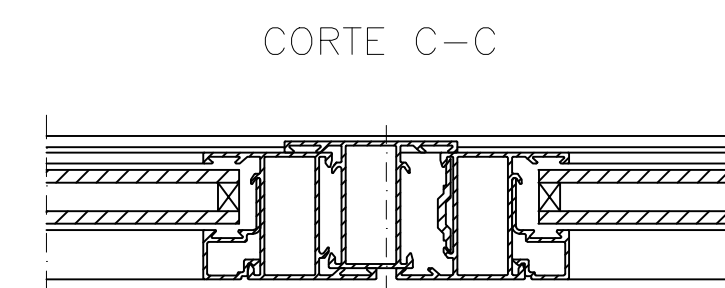
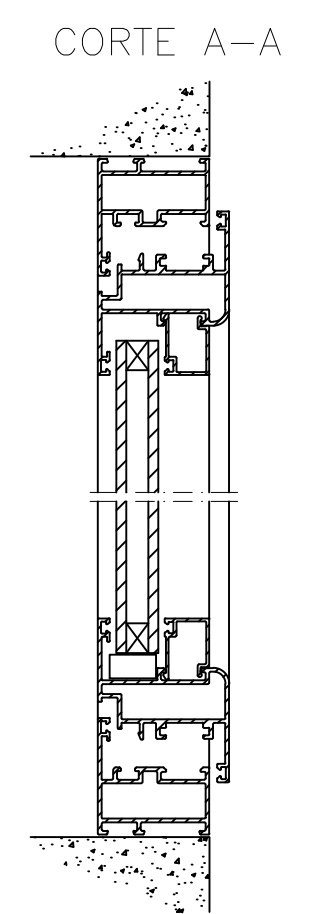
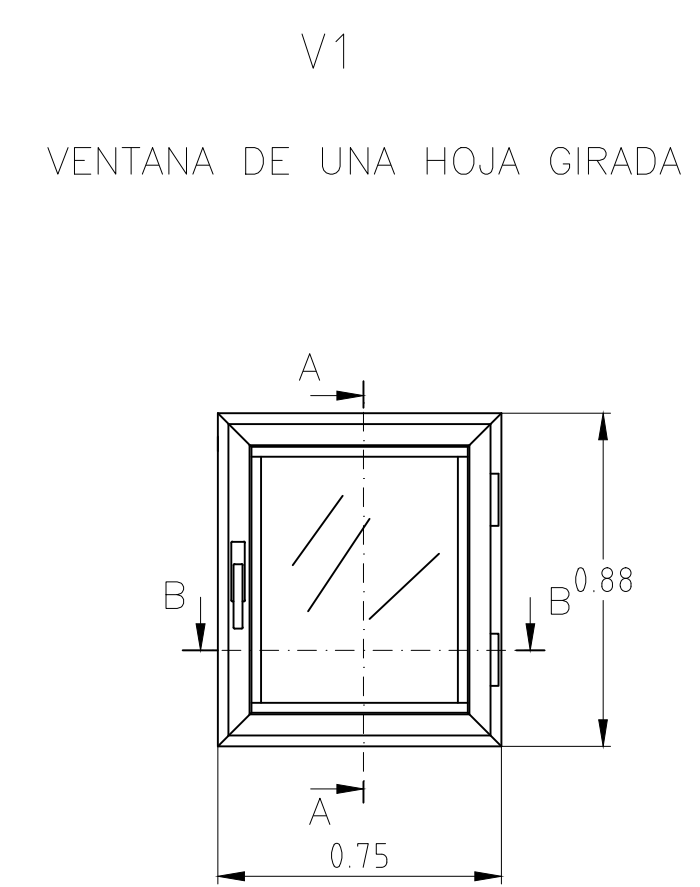
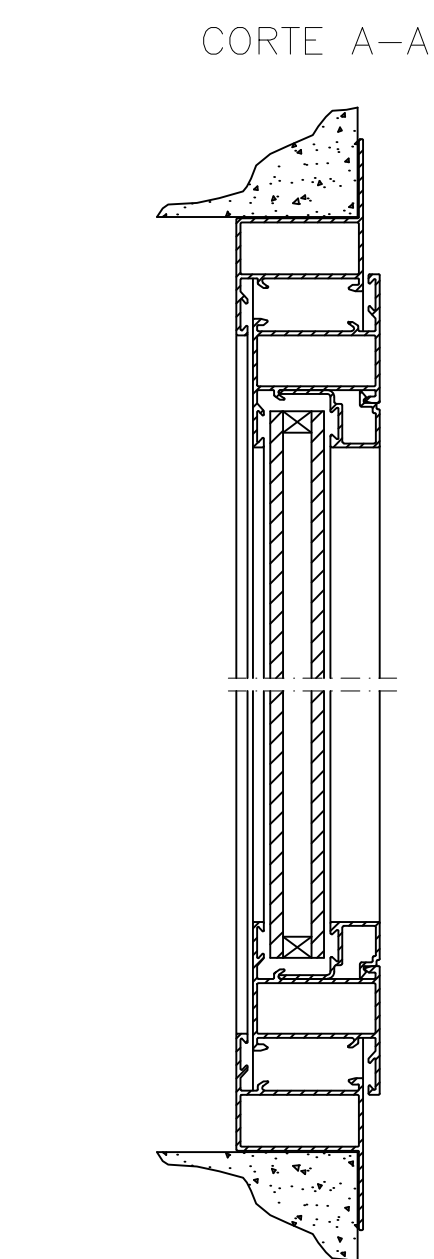
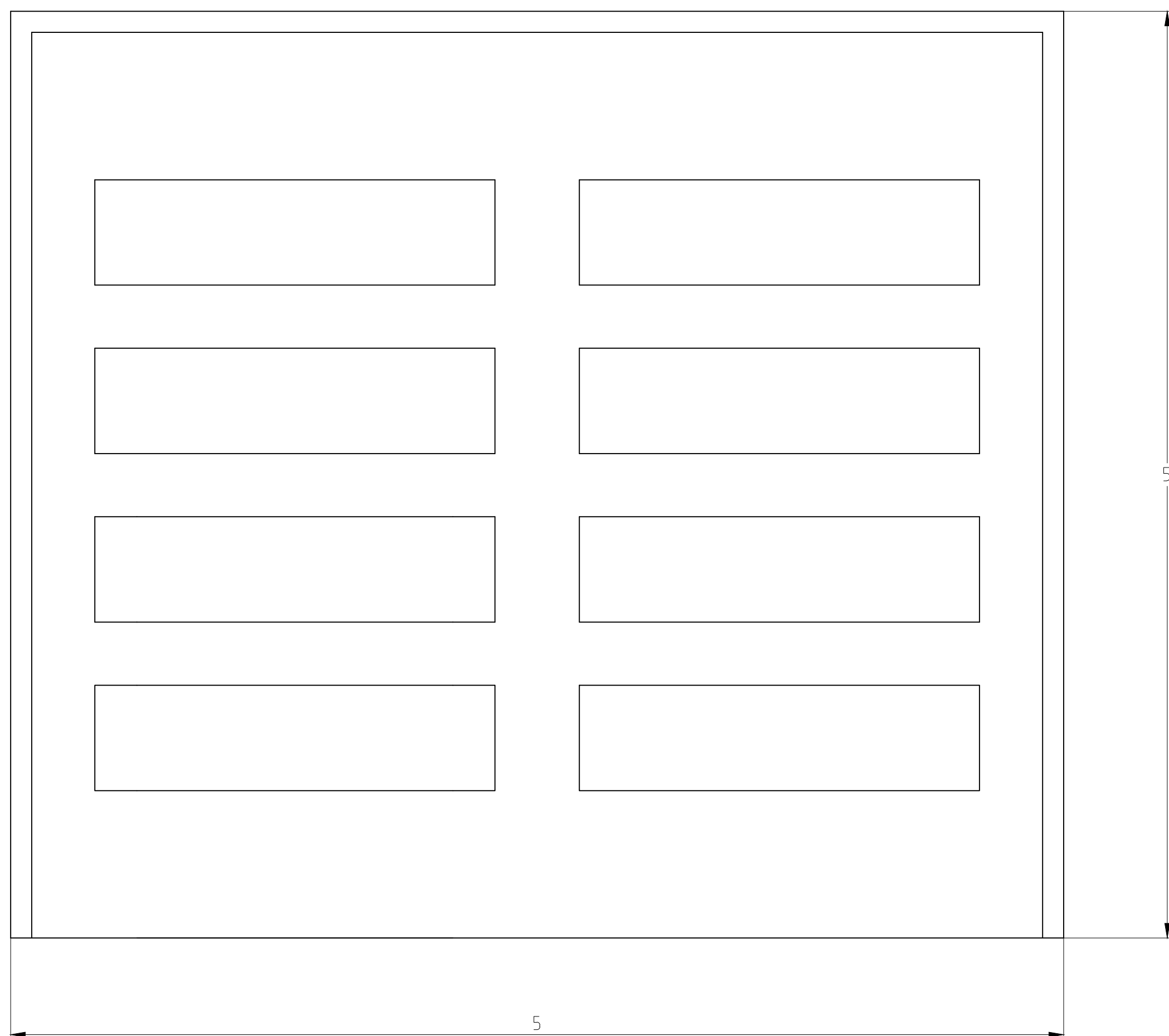
1. Armaduras superior e inferior de la tapa-losa formadas por una parrilla de redondos $D=10$ mm cada 10 cm.
2. Losa-tapa de hormigón HA-250.
3. Tubería de PVC de $D=200$ mm.
4. Muro aparejado de 25 cm de espesor, de ladrillo macizo R-100 kg/cm², con juntas de mortero M-40 de espesor 1 cm.
5. Enfoscado con mortero 1:3 y bruñido. Angulos redondeados.
6. Solera de hormigón HM-200 en masa.

UNIDADES EN METROS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	25-5-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESÚS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES DEPÓSITO			Nº PLANO 20/21
1/20				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



PUERTA EXTERIOR



UNIDADES EN METROS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	5-5-16	MARTÍNEZ		
COMPROBADO		CASADO		
		JESUS S.		
ESCALA:	NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LAVADO Y MANTENIMIENTO BÁSICO DE TURISMOS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES			Nº PLANO 21/21
1/20	DETALLES DE CARPINTERIA			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. CONDICIONES GENERALES

4.1.1. Dirección de las obras.

La dirección de las obras corresponde legalmente al técnico designado por la propiedad, siendo este el único competente para interpretar al proyecto y hacer las aclaraciones que fueran necesarias.

En la oficina de la obra, estarán permanentemente a disposición del técnico reglamentario libros de visitas y ordenes, donde se anotará todo aquello que se considere oportuno para la buena marcha de la obra.

4.1.2. Representación y obligación del contratista.

El constructor queda sometido al cumplimiento de las prescripciones técnicas contenidas en este pliego. Si los trabajadores exigiesen su realización por personal especializado o cualificado, la dirección de obra podrá, en todo momento, solicitar del constructor la presentación de los documentos necesarios que acrediten la adecuada titulación del personal.

Es obligación del constructor el ejecutar, cuando sea necesario, para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se hace expresamente estipulando en el pliego de condiciones y dentro del límite de posibilidades que los presupuestos determinan para cada unidad la obra y tipo de ejecución.

4.1.3. Seguridad en el trabajo.

El constructor será responsable de todas las actividades, daños, perjuicios que puedan ocurrir o sobrevenir como consecuencia directa o indirecta de la ejecución de las obras, debiéndose tener presente cuanto se determina en el vigente reglamento de seguridad e higiene en el trabajo.

La ejecución de andamios, vallas, preparación de medios auxiliares será a cargo del contratista. El pago de licencias de obras y además arbitrios municipales será por cuenta de la propiedad.

4.1.4. Modificaciones.

Terminadas las obras serán reconocidas por el Ingeniero Técnico, hallándose presentes el contratista y su representante debidamente autorizado y si por este reconocimiento se aprecia que han sido ejecutadas de conformidad con el proyecto e instrucciones recibidas de la Dirección, durante el desarrollo de los trabajos, se recibirán provisionalmente y empezará a contarse el Plazo de garantía. Para la debida constancia de la recepción, se levantará el acta correspondiente, en ejemplar triplicado con la firma del Ingeniero Director y del Contratista.

En el caso de que por el reconocimiento se observen condiciones defectuosas en la obra realizada, el contratista queda obligado a subsanar toda clase de deficiencias, llegando incluso a la demolición parcial y reconstrucción de aquellas partes de la obra no ejecutadas con las condiciones de calidad exigidas por el Proyecto. En este caso se suspenderá la recepción provisional hasta que hayan sido corregidas todas las deficiencias observadas.

4.1.5. Recepción de materiales.

Los materiales a emplear en las obras serán de la procedencia que estime conveniente el contratista, salvo para aquellos que por sus especiales condiciones o exclusivas, sea preciso imponer una marca o procedencia determinada. La citación en la realización de unidades de obra de una marca determinada, no quiere decir que ha de ser esta la que se emplee, sino que solo hemos de estimarla como una referencia de calidad.

Serán reconocidos en obra y antes de su empleo por el Ingeniero técnico que es el que autoriza o no su utilización, teniendo en cuenta para ello las condiciones de calidad exigibles. Los materiales que sean rechazados se retirarán de la obra por la contrata en el plazo más breve posible, y en el caso de que así no lo efectuare, la dirección tiene facultad para disponer su retirada con cargo a la misma, detrayendo en su caso el importe de los

gastos que por ello se ocasione, de la primera certificación de la obra que se libre a su favor, o de la fianza si diera lugar a ello.

4.1.6. Dirección e inspección.

Se llevará a cabo una auditoría de obra cada 5 Semanas con el fin de comprobar que se cumplen los plazos previstos en la planificación de la obra. Estas auditorías las realizará el ingeniero facultado por la propiedad para realizar la dirección de la obra.

4.1.7. Rescisión.

El plazo de ejecución que se estipula se considera improrrogable, y en ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en el pago de certificaciones suspender los trabajos o llevarlos a menor ritmo del que corresponda con arreglo al plazo en que deba terminarse. Solo podrá concederse ampliación del plazo de ejecución debidamente solicitada por el contratista, en los plazos de fuerza mayor como se define en el Pliego General de Condiciones de obras Civiles o cuando se justifiquen de manera documentada, imposibilidad de obtención en plazo conveniente de los materiales necesarios o dificultades para la disposición de mano de obra adecuada.

4.1.8. Litigio.

El incumplimiento del Plazo de ejecución por causas no justificadas, será sancionado con multas por cada semana o fracción de ella de retraso, cuya cuantía se determinará hasta el importe límite del 1% del tipo de adjudicación. El contratista habrá de efectuar el depósito correspondiente a la sanción que se imponga con anterioridad a la liquidación de las obras, y en caso contrario de esta será detraída la cantidad necesaria para sustituirlo, que de resultar insuficiente la que se libre a su favor, responderá la fianza para suplirla.

4.2. CONDICIONES TÉCNICAS

4.2.1. Especificaciones de materiales y equipos

4.2.1.1. Prescripciones Generales.

En general, serán válidas todas las prescripciones referentes a las condiciones que deben satisfacer los materiales y su mano de obra, que aparecen en las Instrucciones, Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales y Normas Oficiales, que reglamentan la recepción, transporte, manipulación y empleo de cada uno de los materiales que se utilizan en las obras del presente proyecto.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales, se hará de modo que no queden alteradas sus características, ni sufran deterioro en sus formas o dimensiones.

4.2.1.2. Materiales no incluidos en el presente Pliego.

Los materiales no incluidos en este pliego serán de probada calidad, debiendo presentar al Contratista para recabar la aprobación del Ingeniero Director, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios.

Cuando la información aportada por el Contratista no se considere suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos de los materiales a utilizar.

4.2.1.3. Exámenes y pruebas de los materiales.

No se procederá al empleo de los materiales sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director o persona en quien delegue, previa realización, en su caso, de las pruebas y ensayos previstos en este pliego.

En caso de no conformidad con los resultados conseguidos, bien por el Contratista o por el Ingeniero Director, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de Construcción, dependiente del Ministerio de Fomento, siendo obligatorio para ambas partes la aceptación de los resultados que obtenga y las conclusiones que formule el citado Laboratorio.

4.2.1.4. Materiales que no reúnan las condiciones de este Pliego.

Cuando a juicio del Ingeniero Director, alguno de los materiales a emplear en la obra no fuera aceptable, deberá comunicarlo por escrito al Contratista, señalando las causas que motiven tal decisión. En este caso, el Contratista podrá reclamar ante la Propiedad, en el plazo de diez días contados a partir de la notificación. Cuando las circunstancias o el estado de los trabajos no permitan esperar la resolución de la Propiedad, la Dirección podrá imponer al Contratista el empleo de los materiales que considere adecuados, asistiendo a este último un derecho de indemnización por los perjuicios ocasionados, en el caso de que la resolución le fuere favorable.

Si los materiales a emplear fueran defectuosos, pero aceptables, a juicio de la Dirección Técnica de las obras, podrán ser empleados, pero con la rebaja del precio que la misma determine, a no ser que el Contratista opte por el empleo de materiales de las calidades exigidas en este Pliego.

4.2.1.5. Responsabilidad del Contratista.

La aceptación de los materiales no exime la responsabilidad del Contratista respecto a la calidad de los mismos, que subsistirá hasta que se reciban definitivamente las obras que se hayan empleado.

4.2.1.6. Yesos.

El yeso empleado en la ejecución de bóvedas tabicadas, enrasillados, guarneidos y maestrados, será el llamado basto o pardo. Contendrá un mínimo del 50 %, en peso, de sulfato cálcico semihidratado y en el tamiz de novecientas mallas por centímetro cuadrado dejará un residuo comprendido entre el 26 y el 50 %.

El empleado para enlucidos, tendido y blanqueo, será el denominado blanco o fino. Contendrá un mínimo del 66 %, en peso, de sulfato cálcico semihidratado. En el tamiz de

novecientas mallas por centímetro cuadrado dejará un residuo inferior al 10% y en el tamiz de cien mallas por centímetro cuadrado, un residuo inferior al 1 %.

Los yesos deberán estar secos y exentos de grumos y se expendrán en envases adecuados para que no sufran alteración.

En cada envase deberán figurar los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- Designación del producto contenido según el vigente Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos y escayolas.
- Peso neto.

El producto deberá rechazarse si en el momento de abrir el recipiente que le entregue aparece húmedo o grumoso. Igualmente si apareciese el saco roto o deteriorado.

4.2.1.7. Cementos.

Son conglomerantes que amasados con agua fraguan y se endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones.

Se cumplirán las recomendaciones y prescripciones contenidas en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado (EHE-08).

Los cementos contemplados en el presente Pliego son los indicados a continuación:

- Portland P-350.
- Portland con adiciones activas PA-350.

-Portland resistente al yeso P-350-Y.

- *Cemento Portland*

Son cementos que se obtienen por molturación conjunta de su clinker y de la cantidad adecuada de regulador fraguado. Sus características químicas, físicas y mecánicas serán las siguientes:

- Pérdida al fuego máxima: 4
- Residuo insoluble máximo: 3 %.
- Óxido de magnesio (MgO) máximo: 5
- Trióxido de azufre (SO₃) máximo: 4 %.
- Finura de molido: residuo máximo retenido por el tamiz de 4.900 mallas / cm²= 15 %.
- Tiempo de fraguado: principio, después de 45 minutos; final, antes de 12 horas.
- Expansión en autoclave máxima: 1%
- Resistencia mínima (Kp/cm²) a flexotracción:
 - 3 días = 40.
 - 7 días = 50.
 - 28 días = 60.
- Resistencia mínima (Kp/cm²) a compresión:
 - 3 días = 175.
 - 7 días = 250.

28 días = 350.

- *Cemento Portland con adiciones activas PA- 350.*

Son cementos Portland en las que el contenido de adiciones hidráulicamente activas (escoria, siderúrgica y/o puzolana), deberá ser igual o inferior al 20 % en peso.

Las características químicas, físicas y mecánicas son las mismas que se exigen para el cemento Portland P-350, excepto las siguientes.-

Residuo insoluble máximo: 4%

Expansión por agujas máxima: 10 mm

Cemento Portland resistente al yeso P-350-Y.

Son cementos Portland fabricados con clinkers especiales, es decir, los clinkers empleados deben tener una composición mineralógica que satisfaga las siguientes condiciones: Aluminio tetracalcico 5%, aluminio tricalcico mas ferrito aluminato tetracalcico 22 %.

Las características químicas, físicas y mecánicas exigidas a este cemento son las indicadas para el cemento Portland P-350.

El cemento Portland resistente al yeso se empleará ante la presencia de yesos en el terreno en sustitución de los otros dos tipos considerados en éste Pliego. No obstante, no podrá ser utilizado cuando además exista sulfato magnésico.

La utilización de cualquiera de estos cementos deberá tener en cuenta:

a) Suministro y almacenamiento.

Cuando el suministro se realice en sacos, el cemento se recibirá en obra en los mismos envases cerrados en que fue expedido de fábrica y se almacenará en sitio

ventilado, tanto de la interperie, como de la humedad del suelo y de las paredes. Si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento de llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad.

Si el periodo de almacenamiento ha sido superior a 1 mes, se comprobará que las características del cemento continuar siendo adecuadas. Para ello, dentro de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán, como mínimo, los ensayos de fraguado y resistencias mecánicas a 3 y 7 días, sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido fraguarse.

b) Control de Calidad.

En todos los casos, y como mínimo, se realizaran los ensayos siguientes:

- Antes de comenzar el hormigonado y cada vez que varíen las condiciones de suministro, se realizarán los ensayos químicos, físicos y mecánicos previstos en este Pliego.

- Esta exigencia podrá suprimirse si el cemento posee el distintivo de calidad (DISCAL), o si con cada partida el fabricante acompaña un certificado de ensayo que corresponda a una fabricación sometida a un sistema de control de calidad, avalado por un organismo o entidad ajena a la propia factoría y siempre que lo acepte el Ingeniero Director.

4.2.1.8. Agua a emplear en morteros y hormigones.

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que en la practica se hayan catalogado como aceptables.

En los casos en que no se posean antecedentes de uso, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que su empleo no altera de forma importante las propiedades de los morteros u hormigones con ellas fabricados, se rechazarán todas las que tengan un PH inferior a 5; las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15

gramos por litro (15.000 ppm) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresados en SO_4 rebasa 1 gramo por litro (1.000 ppm) las que contengan Ion cloro en proporción superior a 6 gramos por litro (6.000 ppm); las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono y finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15. 000 ppm).

La toma de muestras y los análisis anteriormente prescritos deberán realizarse de acuerdo con los métodos de ensayo UNE-7130, UNE-7131, UNE-7132, UNE-7178, UNE-7234, UNE-7235 y UNE-7236.

4.2.1.9. Áridos para morteros y hormigones.

Como áridos para la fabricación de morteros y hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas u 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 o puedan contener piritas o cualquier otro tipo de sulfuros.

Clasificación de los áridos.

Se entiende por arena o áridos finos, el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz 5 UNE (luz de malla de 5 mm); por grava o áridos gruesos, el que resulta retenido por dicho tamiz; y por árido total, o simplemente árido, cuando no haya lugar a confusiones, aquel que, de por sí o por mezcla, posea las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario, en el caso particular que se considere.

El Ingeniero Director, para lograr la curva granulométrica adecuada, exigirá la clasificación del árido de acuerdo con el criterio siguiente: 4 tamaños, cuando se destinen a hormigón para armar; 3 tamaños, cuando se destinen a obras de hormigón en masa; y por último, solamente en el caso de obras aisladas, podrá autorizar la clasificación de dos tamaños.

Se efectuarán comprobaciones periódicas del grado de clasificación obtenido, en los puntos de empleo de los áridos, a fin de tener en cuenta una posible corrección.

Limitación del tamaño.

Al menos el 90 %, en peso, del árido grueso será de tamaño inferior a la menor de las dimensiones siguientes:

- a) Los cinco sextos ($5/6$) de la distancia horizontal libre entre armaduras independientes o entre éstas y el borde de la pieza, si es que dichas aberturas tamizan el vertido del hormigón.
- b) Cuatro tercios ($4/3$) entre una armadura y el paramento más próximo.
- c) La cuarta parte ($1/4$) de la anchura, espesor o dimensión mínima de la pieza que se hormigona.
- d) Un tercio ($1/3$) de la anchura libre de los nervios de los forjados.
- e) Un medio ($1/2$) del espesor mínimo de la losa superior en los forjados.

La totalidad del árido será de tamaño inferior al doble del menor de los límites aplicables en cada caso.

Prescripciones y ensayos

La cantidad de sustancias perjudiciales que puedan presentar los áridos no excederá de los límites que se indican en la EHE-08.

La pérdida de peso máxima experimentada por los áridos al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico, sulfato magnésico (método de ensayo UNE 7136), no será superior a la que se indica en la EHE-08.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 7238, no debe ser inferior a 0,15.

Almacenamiento.

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 los distintos tamaños.

Deberán también adaptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

4.2.1.10. Armaduras para hormigón.

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por: barras lisas, barras corrugadas y mallas electrosoldadas.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni soldaduras.

A los efectos de este Pliego, se considerará como límite elástico f_y del acero, el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2%

Se prohíbe la utilización de alambres lisos trefilados como armaduras para hormigón armado, excepto como componentes de mallas electrosoldadas.

En los documentos de origen figurarán la designación y características del material, que se especifican en este Pliego, así como la garantía del fabricante de que el material cumple las características exigidas.

El fabricante facilitará además, si se solicita, copia de los resultados de ensayos correspondientes a la partida servida.

- Barras lisas.

Se entiende por barras lisas para hormigón armado, las de acero de sección circular fabricadas a partir de lingotes o semiproductos identificadas por coladas o lotes de materia prima controlada, para que, con los procesos de fabricación empleados, se obtenga un producto homogéneo.

Las características mecánicas que deberán garantizarse son las siguientes:

- Carga unitaria de rotura (f_s) comprendida entre 3.400 y 5.000 Kp/cm²
- Límite elástico (f_y) igual o superior a 2.200 Kp/cm²
- Alargamiento de rotura en tanto por ciento, medido sobre base de 5 diámetros, igual o superior a 23.

Las anteriores características se determinan de acuerdo con la Norma UNE 7262/03.

La ausencia de grietas después del ensayo de doblado simple a 180°, efectuado a 23°± 5° centígrados, sobre un mandril del siguiente diámetro:

Para barras de diámetro superior a 16 mm, cuya carga unitaria de rotura sea superior a 4.500 Kp/cm², el diámetro será el doble del de la barra. Para cualquier otro caso, el diámetro del mandril será igual al de la barra.

La ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado a 90°. Este ensayo se efectuara a $20 \pm 2^\circ$ centígrados y, en el caso de que sea necesaria a juicio del Director de las obras, se realizará con arreglo a la Norma UNE 36.097.

-Barras corrugadas.

Se entiende por barras corrugadas para hormigón armado, las de acero que presentan en superficie resaltos o estrías que, por sus características, mejoran la adherencia con el hormigón, cumpliendo las prescripciones de la Instrucción EHE-08. Las barras

deben ser fabricadas a partir de lingotes o semiproductos identificados por coladas o lotes de materia prima controlada para que, con los procesos de fabricación empleados, se obtenga un producto homogéneo. La designación del acero se realizará de acuerdo con la EHE-08.

Existen dos tipos de procesos de fabricación que pueden clasificarse en:

- Proceso N. Composición química: dureza natural.
- Proceso F. Deformación en frío: estirado, torsión o ambos.

Las características mecánicas que deberán garantizarse son las siguientes:

- Carga unitaria de rotura f_s .
- Límite elástico aparente o convencional f_y .
- Alargamiento de rotura A en base $L_0 = 5 \cdot d$, siendo "d" el diámetro nominal de la barra.
- Relación carga unitaria de rotura / límite elástico f_s / f_y .

Estas características se determinarán de acuerdo con la Norma UNE 7262 y los valores que deben garantizarse vienen recogidos en la Instrucción EHE-08.

De la misma forma se producirá ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90° , realizado de acuerdo con la Norma UNE 36.088, sobre los mandriles que corresponde de acuerdo con la Instrucción EHE-08.

El fabricante indicará, si el acero es apto para el soldado, las condiciones y procedimientos en que éste deba realizarse.

Las barras corrugadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

- Mallas electrosoldadas.

Se entiende por mallas electrosoldadas, los elementos industrializados de armadura que se presentan en paneles rectangulares constituidos por alambres o barras soldadas a máquina, pudiendo disponerse los alambres o pareados y ser, a su vez, lisos o corrugados. En éste último caso, los alambres o barras aisladas cumplirán con la condición de adherencia exigida en la Instrucción EHE-08.

Cada panel debe llegar a al obra con una etiqueta en la que se haga constar la marca del fabricante y la designación de la malla.

Deberán garantizar las características indicadas en la Instrucción EHE-08.

Las mallas electrosoldadas se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separadas del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las mallas al hormigón.

4.2.1.11. Acero laminado para estructuras metálicas.

Se definen como aceros laminados para estructuras metálicas de acero laminado en caliente, perfiles y chapas que se utilizan en las estructuras y cuya medida nominal sea superior a 3 mm.

Deberán cumplir con lo especificado en la CTE.

Este proyecto contempla sólo aceros del tipo B 400 S.

Estos aceros se podrán fabricar por cualquiera de los procedimientos usuales: conversión por soplado, horno eléctrico Martín Siemens, convertidor ácido o básico, o cualquier otro tipo por el que se obtenga una calidad analoga de acero.

Los productos laminados para estructuras metálicas se almacenarán de forma que no estén expuestos a una oxidación directa o a la acción de atmósferas agresivas, ni se manchen de grasa, ligantes o aceites. Se clasificarán por series y clases de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general. El tiempo de permanencia a la intemperie quedará limitado por la condición de que una vez eliminado el óxido superficial antes de la puesta en obra, los perfiles cumplan las especificaciones establecidas en el presente artículo.

El control de materiales se llevará de acuerdo con el plan de control establecido, CTE, en cuanto a formación de lotes, toma de muestras y ensayos.

4.2.1.12. Madera.

La madera para entubaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados y demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada al aire, protegida del sol y de la lluvia durante no menos de dos años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataques de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.

- Dar sonido claro de percusión.

La forma y dimensión de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible resto de accidentes. El Ingeniero Director fijará la especie más adecuada y sus dimensiones precisas cuando no estén especificadas en los planos.

La madera de construcción encuadrada será madera de sierra, de aristas vivas y llenas.

4.2.1.13. Morteros de cemento.

Se define el mortero de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición que mejore sus propiedades y cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por el Ingeniero Director de las obras.

El Ingeniero Director podrá modificar la dosificación en más o menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen.

En general, los morteros de uso más frecuente serán (entre paréntesis la nueva designación según UNE-EN 998-2):

M10 (M-1).....	1:10 (cemento: arena); resistencia: 10kg/cm ²
M20 (M-2.5).....	1:8 (cemento: arena); resistencia: 8kg/cm ²
M40 (M-5).....	1:6 (cemento: arena); resistencia: 40kg/cm ²
M80 (M-10).....	1:4 (cemento: arena); resistencia: 80kg/cm ²
M160 (M-15).....	1:3 (cemento: arena); resistencia: 160kg/cm ²

La mezcla del mortero podrá realizarse a mano o mecánicamente. En el primer caso, se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos que siguen a su amasadura.

4.2.1.14. Ladrillos macizos.

Se definen como ladrillos macizos prensados de arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular, en los que se permiten perforaciones paralelas a una arista de volumen total no superior al 5 % del total aparente de la pieza; rebajados en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de 2 cm. de una soga y de los dos tizones; que el área rebajada sea menor del 40 % de la total y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio del nominal.

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino, uniforme y de textura compacta, con resistencia mínima a compresión de 200 Kp/cm^2 . Esta resistencia se determinará de acuerdo con la Norma UNE 7059.
- Al ser golpeadas por el martillo, los ladrillos producirán un sonido claro. Así mismo, serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.
- Su capacidad de absorción de agua será inferior al 14 % en peso, después de un día de inmersión. El ensayo de absorción de agua se realizará de acuerdo con la Norma UNE 706 1.

- Ser resistentes a heladas.

Los ladrillos macizos estarán perfectamente moldeados y presentarán aristas vivas y caras planas, sin imperfecciones ni desconchados. Sus dimensiones serán:

24 cm de soga.

11.5 cm de tizón.

4 cm de grueso.

Se aceptarán tolerancias, en más o menos, de hasta 5 mm en su soga, 4 mm en su tizón y solamente 2 mm en su grueso.

Como desviación máxima de la línea recta se admitirá, en toda su arista o diagonal superior a 11,5 cm, la de 3 mm, y de 2 mm en las inferiores.

4.2.1.15. Ladrillos huecos.

Son ladrillos de arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular, cuyas perforaciones paralelas a una de sus aristas tienen un volumen superior al 33 % del volumen aparente de la pieza.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino, uniforme y de textura compacta, con resistencia mínima a compresión de 200 Kp/cm^2 . Esta resistencia se entiende medida en dirección del grueso, sin descontar los huecos y de acuerdo con la Norma UNE 7059.
- Carecer de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

- Su capacidad de absorción de agua será inferior al 14 % en peso después de un día de inmersión. El ensayo de absorción de agua se realizará de acuerdo con la Norma UNE 7061.

- Ser resistentes a heladas.

4.2.1.16. Accesorios para pozos de registro y sumideros.

El material a emplear en marcos, tapas de cierre de pozos, rejillas, etc., será de fundición de hierro gris, con grafito en vetas finas repartidas uniformemente y sin zonas con fundición blanca. Las piezas estarán libres de defectos superficiales (gotas frías, inclusiones de arena, sopladuras, grietas de construcción, etc.).

La sección tendrá resistencia suficiente para soportar las cargas de tráfico, exigiéndose a la fundición una resistencia mínima a la tracción de 18 Kp/mm.

Las tapas para pozos de registro serán circulares y el apoyo de la tapa sobre el marco debe realizarse perfectamente a lo largo de toda la circunferencia. El ajuste lateral entre marco y tapa no debe sobrepasar los 4 mm. Estas condiciones deberán observarse cuidadosamente para no caer en el defecto de tapas que "bailan" dentro del marco. Por este motivo podrá exigirse el rectificado mecánico del ajuste entre marco y tapa.

Los patés para pozos de registro, depósitos, etc., serán de hierro galvanizado, en forma de "U" de 40 x 20 cm. De los 20 cm se empotrarán 10 cm. El diámetro o espesor de las barras será de 20 mm.

La distancia máxima vertical entre patés consecutivos se aconseja que no sobrepase los 35 cm. El primero y último peldaño deben estar situados a 25 y 50 cm. de la superficie y banqueta de fondo respectivamente.

4.2.1.17. Tuberías de acero.

Distinguimos tres tipos:

1.- Tubos de fundición dúctil. Son los fabricados con el material siderúrgico, aleación de hierro y carbón, denominado fundición, que pueden ser de dos clases:

a) con grafito esferoidal: Tubos de fundición dúctil.

b) con grafito laminar: Tubos de fundición gris.

Este artículo sólo considera los tubos de fundición con grafito esferoidal o tubos de fundición dúctil.

4.2.1.18. Pinturas.

La pintura para las superficies metálicas se compondrá de minio de hierro, finamente pulverizado y de aceite de linaza, claro, completamente puro, cocido con litargirio y por óxido de manganeso, hasta alcanzar un peso específico mínimo de 0,939. El minio contendrá 75 % por lo menos, de óxido férrico y estará exento de azufre.

El Técnico encargado podrá prescribir las pinturas que habrán de emplearse en los demás casos, pero quedará proscrito el empleo de los blancos de cinc de Holanda, los ocre y los compuestos de hierro distintos del óxido.

Las materias colorantes deberán hallarse finamente pulverizadas.

La pintura deberá tener fluidez suficiente para aplicarse con facilidad a las superficies, pero será suficientemente espesa para que no se separen sus componentes y puedan formarse capas bastantes gruesas de espesor uniforme.

Salvo indicación en contrario, se entenderá que todas las pinturas son al óleo, empleando aceites de linaza completamente puros, cocidos con litargirio.

Los colores serán los que designe el Técnico encargado, entendiéndose que el Contratista queda obligado a emplear materiales de primera calidad.

4.2.1.19. Elementos de fontanería.

- LAVABO CON ENCIMERA. En porcelana vitrificada. Color blanco, marca ROCA, modelo Neo-Selene o similar, con grifería cromada marca ROCA, modelo Sprint o similar, compuesta por un grifo de repisa con aireador, llave de regularización de $\frac{1}{2}$ ", latiguillos y válvula de desagüe, con tapón y cadenilla.

- INODORO DE FLUXOR. En porcelana vitrificada. Color blanco, marca ROCA, modelo Victoria o similar, con mecanismos, tazas, salida vertical y asiento y tapa de plástico.

- DUCHA. En porcelana vitrificada. Color blanco, marca ROCA, modelo Ontario o similar de 70 x 70 cm., con grifería cromada marca ROCA, modelo Alo o similar, compuesta por dos llaves de paso recto de $\frac{1}{2}$ ", brazo de ducha con rociador a rótula y desagüe pipa rejilla de 1 – $\frac{1}{4}$ ".

4.2.1.20. Materiales para firmes.

4.2.1.20.1. Terraplenes y pedraplenes

Condiciones generales. Serán suelos o materiales locales que se obtendrán por las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que se autoricen por el Director de las obras.

Clasificación. El núcleo del terraplén estará formado por suelos "tolerables" o "adecuados".

La coronación de los terraplenes en los 40 cm. superiores se formara con suelos seleccionados con índice C.B.R. igual o superior a 20 cm.

Ensayos. Por cada 5.000 m³ o una vez al día se emplea al menos: un Protor modificado, un Granulométrico, un control de la humedad.

4.2.1.20.2. Subbases naturales

Condiciones generales. Será de aplicación con lo prescrito en los distintos artículos.

El material no será plástico y su equivalente de arena será superior a 30.

4.2.1.20.3. Áridos para mezclas bituminosas en caliente.

Condiciones generales. Será de aplicación con lo prescrito en los distintos artículos.

Árido grueso. El coeficiente de pulido acelerado del árido a emplear será superior a 0,45. El índice de lajas será siempre inferior a 30.

Árido fino. El porcentaje máximo de arena natural será del 10 %.

Ensayos. Será de aplicación lo dispuesto al respecto en el presente Pliego.

4.2.1.20.4. Ligantes para riegos de imprimición.

Condiciones generales. El ligante a utilizar será una emulsión bituminosa del tipo ECI. El contenido mínimo de betún será del 40 %. De todos modos, el Ingeniero Director fijará ésta proporción a la vista de las pruebas de obra.

Ensayos. A la recepción en obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación del almacenamiento cuenten con la aprobación del Ingeniero Director, se llevará a cabo una toma de muestras, y sobre ellas se procederá a la

identificación del tipo de emulsión (aniónica o canónica), y a medir su contenido de agua y su penetración sobre el residuo de destilación.

4.2.1.20.5. Ligantes para riegos de adherencia.

Condiciones generales. El ligante a utilizar será una emulsión bituminosa del tipo ECI. El contenido mínimo de betún será del 57 %. De todos modos, el Ingeniero Director fijará ésta proporción a la vista de las pruebas de obra.

4.2.1.20.6. Betunes alfélticos.

Los betunes a emplear serán del tipo B 40/50 para todas las mezclas bituminosas en caliente (M.B.C.).

4.2.2. Especificaciones de ejecución

4.2.2.1. Condiciones generales.

Todas las obras del presente Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero Director de las obras, quien resolverá las cuestiones que se planten referentes a la interpretación de aquellos y de las condiciones de ejecución.

El Ingeniero Director suministrará al Contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

El orden de ejecución deberá ser aprobado por el Ingeniero Director y será compatible con los plazos estipulados.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos los equipos que se empleen en la ejecución de las obras deberán cumplir con las condiciones siguientes:

- Estarán disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y aprobados en su caso, por el Ingeniero Director.
- Después de aprobado el equipo por el Ingeniero Director, deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias, haciendo las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.
- Si durante la ejecución de las obras el Ingeniero Director observa que, por motivo de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos para el fin propuesto, deberán sustituirse por otros que lo sean.

4.2.2.2. Replanteo del terreno

En el plazo de un mes, contado a partir del día de la adjudicación definitiva, y antes de dar comienzo las obras, se comprobarán por el Ingeniero Director, en presencia del Contratista o de su representante, el replanteo de las obras antes de la licitación.

La comprobación del replanteo comprenderá la identificación de los vértices de las alineaciones que habrán sido ya materializadas en el terreno con hitos de hormigón, restituyéndose, si fuera preciso, los que hubieran desaparecido. Así mismo, se identificarán las referencias de nivelación, consistentes en hitos prismáticos de hormigón.

Una vez realizadas todas las comprobaciones anteriormente citadas y cuantas otras se consideren necesarias, se levantará el Acta de Comprobación o Disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del presente Proyecto.

Los gastos que se originen en el replanteo o en los replanteos parciales que puedan exigir, no serán de abono, suponiéndose a todos los efectos incluidos implícitamente en el resto de las unidades de obra.

4.2.2.3. Despeje y limpieza del terreno

Las superficies que han de ser ocupadas por las construcciones permanentes de este Proyecto, son de préstamo y zonas de acopio de materiales y las que a juicio del Ingeniero Director de las obras sean precisas, se limpiarán de árboles, raíces, matorrales, desechos y otros materiales perjudiciales. Todos estos materiales serán quemados, llevados a escombreras o destruidos, según se ordene.

Ningún árbol excepto matorrales situado fuera de las zonas mencionadas, será cortado sin autorización escrita expresa, debiendo además ser cuidadosamente protegidos durante la ejecución de las obras.

Las operaciones de despeje y desbroce se ejecutaran en las zonas designadas por el Ingeniero Director.

En los desmontes, todos los tacones y raíces mayores de 10 cm. de diámetro serán eliminadas hasta una profundidad no inferior a 50 cm., de tal forma que no quede ninguno dentro del cimiento del terraplén ni a menos de 15 cm. de profundidad bajo la superficie natural del terreno.

4.2.2.4. Excavaciones

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones que figuran en los planos y a lo que sobre el particular ordene el Ingeniero Director.

La excavación, a efectos exclusivamente económicos, no se considera clasificada. No obstante, y en cada caso concreto, se adaptarán las medidas precautorias impuestas en este Pliego y cuantas estime oportunas el Ingeniero Director a la vista de la naturaleza del terreno.

El Contratista notificará al Ingeniero Director, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones

necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización del citado Ingeniero.

Si dentro de los límites de las excavaciones indicadas en los planos, aparecen materiales inadecuados, el Contratista podrá ser obligado a excavar y eliminar tales materiales y a reemplazarlos, si procede, por otros aprobados.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados y únicamente podrá emplearse en aquellas zonas en que expresamente lo autorice el Ingeniero Director.

El material excavado se colocará de forma que no se obstruya la buena marcha de las obras, ni el cauce de los arroyos, acequias o ríos, y haga peligrar la estructura de las fábricas parcial o totalmente terminadas.

Además de las consideraciones generales anteriores, se tendrán en cuenta, en cada caso, las siguientes:

- Excavaciones en cimientos.

Estos trabajos consistirán en la excavación de la cimentación y emplazamiento de las obras de fábrica, así como el movimiento y disposición de todo el material excavado.

Las zanjas o pozos para cimentación de las estructuras se excavarán ajustándose a las líneas fijadas en los planos, considerando las cotas como aproximadas, pudiendo el Ingeniero Director ordenar el cambio de éstas dimensiones cuando, a la vista de la excavación abierta, pueda parecer necesario para asegurar una cimentación satisfactoria.

Todos los materiales rocosos desintegrados, bolos sueltos y otros elementos perjudiciales deberán ser extraídos de las zonas excavadas.

Cuando el nivel de la capa freática se encuentre por encima de la cota de la solera, deberán utilizarse encofrados estancos. El agotamiento desde el interior de una

cimentación se hará de forma que se evite la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación.

- Excavación de zanjas y fosos de inspección.

Las zanjas para alojamiento de tuberías y los fosos para la inspección de los vehículos se excavarán ajustándose a las cotas señaladas en los planos, admitiéndose variaciones únicamente si fuesen aprobadas por escrito por el Ingeniero Director.

Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme. Si quedan al descubierto piedras, cimentaciones, rocas etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior.

En terrenos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar la apertura de las zonas con más de 8 días de antelación a la colocación de la tubería, se dejarán sin excavar unos 20 cm. sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en un plazo inferior al citado.

El material extraído de la excavación se acopiará en los lugares que señale el Ingeniero Director y en caso de que se autorice su apilamiento a lo largo de las zanjas, se formarán cordones bien perfilados, con secciones transversales definidas, a suficiente distancia de los bordes para evitar desprendimientos o hundimientos, hasta que se sepa el porcentaje de excavación aprovechable como relleno, momento en que se transportará el resto o se extenderá sobre el propio lugar, según determine el Ingeniero Director.

Junto con la excavación se realizarán las obras de desagüe y de entubación y apeos, con el fin de facilitar la eliminación del agua, así como evitar posibles desprendimientos.

4.2.2.5. Terraplenes

El terraplén será extendido y compactado, con productos procedentes de la excavación o de préstamo.

La presente unidad comprende el suministro y transporte de materiales útiles, bien directamente desde el punto donde se haya excavado, bien desde un acopio intermedio, o desde préstamos, hasta el lugar donde se forme el terraplén, así como su extensión y compactación de acuerdo con los planos, especificaciones del proyecto y ordenes del Director de las obras.

En el caso de proceder de préstamos, éstos deberán haber sido aprobados previamente por el Ingeniero Director. La excavación y suministro de materiales de dichos préstamos no dará lugar a abono alguno, por separado, considerándose incluidos a todos los efectos en la presente unidad (tampoco el canon, si existiera).

En el caso de aprovechamiento de préstamos en zonas que afecten a cursos de agua o propiedad privada, el Contratista gestionará los permisos, realizará los proyectos y tomará cuantas medidas sean precisas de acuerdo con los particulares u organismos competentes.

Vendrán incluidas en la unidad, no habiendo lugar a su abono por separado, las operaciones de acabado y refino de la explanación y taludes.

Así mismo, vendrán incluidos los tramos de ensayo y ensayos necesarios para su aceptación por el Ingeniero Director de las obras.

Se considera "coronación de terraplén" sus 50 cm. superiores, que se ejecutarán con suelos seleccionados.

4.2.2.6. Ejecución de morteros de cemento

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. En el primer caso, se hará una superficie impermeable, mezclando en seco cemento y arena hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Cuando el amasado sea mecánico, los componentes se introducirán en la hormigonera en el orden siguiente: primero el agua, a continuación el cemento y finalmente la arena, en la proporción que corresponda al tipo de mortero a emplear.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no sea empleado dentro de los 45 minutos que sigan a su amasado. Dentro del intervalo de tiempo mencionado, podrá añadirse, si fuera preciso, el agua necesaria para conservar la consistencia adecuada.

4.2.2.7. Encofrado y cimbras

Se define como encofrado el elemento destinado al molde "in situ" de los hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Por apeo y cimbras se entienden los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

Los encofrados y cimbras podrán ser de madera, metálicos o de otros materiales que cumplan las condiciones de eficacia requeridas.

Antes de iniciar la ejecución de los encofrados o cimbras, deberá someterse su proyecto a la aprobación del Ingeniero Director, pero esta aprobación no disminuirá en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la buena calidad de la obra ejecutada y su buen aspecto.

Los encofrados serán replanteados, colocados y fijados en su posición por cuenta y riesgo del Contratista.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los 5 mm, y en conjunto la milésima parte de la luz.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deben poseer la resistencia y rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y, especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni en el periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a 5 mm.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente lo uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón, moldeadas en aquellos, no presenten defectos, bombeos, resaltos ni rebabas de más de 5 mm. de altura.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellos se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado.

Los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.), los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura. La operación anterior no se realizará 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 del desencofrado o descimbrado. Se recomendaría que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto, podrá efectuarse a los 3 días de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan

producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto, o costeros horizontales, podrán retirarse después de los 7 días y los apoyos o cimbras de vigas después de los 21 días. En ambos casos con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

Después del desencofrado se retirarán todos los elementos que hubieran servidos para la fijación del hormigón. Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento, y cuando los elementos de sujeción dejen huecos, se rellenarán con mortero de cemento del mismo color que el cemento vecino.

4.2.2.8. Colocación y doblado de armaduras

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado, al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a realizar los esfuerzos a que está sometido.

En general, la operación de doblado de las armaduras se realizará en frío y a velocidad moderada por medios mecánicos, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales.

El doblado de las barras se realizará con diámetros interiores "d" que cumplan las condiciones siguientes:

- No ser inferiores a 10 veces el diámetro de la barra.
- No ser inferiores al valor deducido de la siguiente expresión:

$$d = (2 \cdot f_{yk} / 3 \cdot f_{ck}) D_n$$

Siendo: D_n = diámetro nominal de la barra.

f_{yk} = límite elástico de proyecto del acero.

f_{ck} = resistencia de proyecto del hormigón expresadas en las mismas unidades que f_{yk} .

En el caso de que el recubrimiento lateral de la barra doblada sea superior a 2 veces el diámetro de la barra, podrá reducirse la tercera limitación aplicando un factor igual a 0,6 al valor dado por la fórmula anterior.

Los cercos o estribos podrán doblarse con diámetros inferiores a los anteriormente prescritos, pero el diámetro empleado no deberá ser inferior al indicado en éste Pliego para el ensayo de doblado simple, ni a 3 cm.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando ésta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad y óxido no adherente, sujetas entre sí y al encofrado, de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan a éste envolverla sin dejar coqueras.

Los cercos o estribos se sujetarán a las barras principalmente mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura.

La distancia horizontal libre entre dos barras aisladas consecutivas será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes: 2 cm, el diámetro de la mayor, los 6/5 del tamaño, tal que el 90 % en peso del árido grueso, sea inferior a este tamaño.

La distancia vertical libre entre dos barras aisladas consecutivas cumplirá las dos primeras condiciones del párrafo anterior.

Cuando se trate de armaduras principales la distancia libre entre cualquier punto de la superficie lateral de una barra y el parámetro más próximo de la pieza, será igual o superior al diámetro de dicha barra y a los $\frac{3}{4}$ del tamaño máximo del árido.

Para cualquier clase de armaduras, incluso estribos, la distancia mencionada en el párrafo anterior no será inferior a los valores siguientes:

Parámetros revestidos o ambientes: 15 mm.

Intemperie, ambientes en los que resulte frecuentes las condensaciones o sirvan a estar en contacto permanente con el agua: 20 mm

La distancia libre de los paramentos de las barras dobladas no será inferior a 2 diámetros, media perpendicular al plano de la curva.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Ingeniero Director la aprobación de las armaduras colocadas.

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la EHE-08. El control, salvo indicación en contrario por parte del Ingeniero Director, se hará a nivel reducido.

4.2.2.9. Ejecución de hormigones.

En la ejecución de las fábricas de hormigón, el Contratista se atenderá a las prescripciones de la Instrucción EHE-08 que, en cada caso, sea de aplicación a las órdenes concretas que, para la correcta interpretación de dicha Instrucción, le sean dadas por el Ingeniero Director, la dosificación del hormigón se hará respetando siempre las dos limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico será de 150 Kg en el caso de hormigones en masa y de 250 Kg en el de hormigones armados.
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 Kg

Para establecer la dosificación del hormigón, antes de comenzar las obras se realizarán los ensayos previos indicados en el presente Pliego.

La fabricación del hormigón se efectuará por uno de los procedimientos de mezcla siguientes: en central, en camiones, o en hormigoneras. Salvo autorización expresa del Ingeniero Director que prohibido el amasado del hormigón a mano. En cualquier caso se ha de conseguir una mezcla íntima y homogénea de los distintos materiales que componen el hormigón, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento.

Cuando la ejecución de la mezcla se realice en hormigonera, se aconseja verter los materiales en el siguiente orden: se carga primero una parte no superior a la mitad del agua requerida para el amasado, a continuación, se añadirán el cemento y la arena simultáneamente, posteriormente la grava, completándose la dosificación del agua poco a poco, de forma que se parezca a un chorro continuo. El periodo de batido, a la velocidad de régimen no será inferior a un minuto.

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados que eviten la disgregación de la masa, así como el peligro de desecación o fraguado. La duración del transporte será la menor posible, y como norma general no deben transcurrir más de 45 minutos entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

Antes del comienzo del hormigonado, se realizarán los ensayos característicos prescritos en EHE-08 al objeto de comprobar que la resistencia característica real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto. Siempre que sea posible, las probetas de control se fabricarán en el lugar de puesta en obra y no a la salida de la hormigonera.

En el vertido y colocación de las masas de hormigón se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla. En ningún puesto, la caída libre vertical del hormigón excederá de un metro y medio.

No se ejecutará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad del Ingeniero Director respecto al sistema de transporte, procedimiento de vertido y colocación de la armadura.

El hormigón será compactado por vibración, de modo que sea expulsado al aire y se asegure el relleno de los huecos, haciendo que un mortero fluya ligeramente a la superficie. Los tipos de vibradores que se usen tendrán que ser aprobados por el Ingeniero Director. Si se emplean vibradores internos, su frecuencia de trabajo no debe ser inferior a 6.000 ciclos por minuto.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento deberá mantenerse la humedad superficial del hormigón y evitar la acción de causas externas, tales como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar daños en el hormigón.

El curado del hormigón, destinado a mantenerlo en el estado de humedad necesario para que adquiera un endurecimiento satisfactorio, podrán realizarse mediante riegos de agua limpia o protegiendo las superficies con recubrimientos que permitan la retención de la humedad inicial de la masa. Como mínimo, se prolongará el proceso de curado durante 7 días debiendo aumentarse este plazo al menos un 50 % en tiempo seco o caluroso. En cualquier caso, el proceso de curado debe prolongarse hasta que el hormigón haya alcanzado el 70 % de la resistencia de proyecto.

En general, salvo indicación contraria del Ingeniero Director, se suspenderá el hormigonado en los siguientes casos:

- Cuando se prevea que dentro de las 48 horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los 0° C.
- Si la temperatura ambiente es superior a los 40° C.

4.2.2.10. Ejecución de pavimentos de hormigón.

Dada la pequeña superficie a pavimentar, la forma de realizar las obras será con encofrados fijos.

Equipo necesario.

El equipo que se emplee para la ejecución de las obras estará integrado como mínimo, por las siguientes máquinas:

- Una extendedora, que dejará el hormigón fresco repartido uniformemente.
- Una terminadora transversal, con elementos de enrase, compactación por vibración y fracasado transversal. En pavimentos contruidos en dos capas podrá admitirse la vibración simultánea de todo el espesor de la losa si la terminadora transversal tiene la potencia suficiente y la primera capa está bien enrasada.

La compactación se realizará por vibración en todo el ancho de pavimentación por medio de vibradores de superficie, vibradores internos adyacentes a cada borde longitudinal, o por cualquier otro método de vibración que produzca resultados equivalentes sin segregación. La frecuencia de vibración no será inferior a 3.500 ciclos por minuto en los vibradores de superficie, ni de 5.000 ciclos por minuto en los internos. La amplitud de la vibración será la suficiente para ser visible en la superficie de hormigón a lo largo de toda la longitud vibrante a una distancia de 30 cm. El fracasado se realizará con maestras oscilantes, de forma que la superficie del pavimento quede al nivel correcto y sin zonas porosas.

- Una terminadora longitudinal o diagonal que realice con gran precisión el fracasado en el sentido longitudinal.
- Un equipo para ejecución de juntas en fresco, con cuchillos vibrantes de características adecuadas o bien con dispositivos para inserción de tiras continuas de plástico, si se emplea alguno de estos métodos para formar juntas.

- Sierras de las características adecuadas, en número suficiente para el ritmo de la obra, si las juntas se hacen en el hormigón endurecido, debiendo haber siempre una sierra de reserva. El tipo de disco deberá ser aprobado por el Director. El número de sierras necesarias se determinará previamente mediante ensayos de velocidad de corte del hormigón que vaya a emplearse.
- Un distribuidor de productos filmógenos de curado, si se utiliza este método, hay que asegurar un reparto homogéneo y sin pérdidas por la acción del viento.

La instalación del hormigonado y el equipo de transporte deberán ser capaces de suministrar el hormigón adecuado al ritmo de obra, teniendo en cuenta que el tren de hormigonado y, en particular la terminadora longitudinal o diagonal, no deben detenerse en su trabajo.

El Contratista podrá proponer el empleo de cualquier máquina que sustituya operaciones manuales por procedimientos mecánicos.

Cuando se emplee el método de construcción con encofrados fijos, se pasará un gálbo para comprobar que la altura libre de encofrado corresponde al espesor de la losa.

Antes de la puesta en obra del hormigón, y si es necesario a juicio del Director, se impermeabilizará la superficie de apoyo con un producto bituminoso adecuado, o se recubrirá con papel especial, láminas de material plástico u otro procedimiento aprobado por el Director. En caso de utilizarse papel o laminas de plástico, se colocarán con solapes no inferiores a 15 cm, plegándose además lateralmente contra el encofrado, cuando se utilice. El solape se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal para asegurar la impermeabilidad.

En cualquiera de los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo a personas o equipos que sean absolutamente precisos para la ejecución del pavimento. En este caso, se tomarán todas las precauciones necesarias y será precisa la autorización del Director.

Amasado y transporte.

El amasado se realizará en central amasadera. El Director de la obra podrá autorizar el amasado en camiones hormigonera.

Excepto para el hormigonado en frío, la temperatura del agua de amasado no será superior a 40° C. En tiempo frío, el agua y los áridos no serán calentados por encima de 65° C.

Si se utiliza hielo para enfriar el hormigón, la descarga de la hormigonera no comenzará antes de que el hielo se haya fundido en su totalidad.

Para el amasado, los componentes se introducirán de tal forma en la hormigonera que aproximadamente la mitad del agua entre antes que el cemento y los áridos. Cuando se incorpore a la mezcla agua caliente, la cantidad de este líquido primeramente vertida en la cuba de la hormigonera no excederá de la cuarta parte de la dosis total. Toda el agua estará en la hormigonera al final del primer cuarto de tiempo de amasado especificado, contando a partir del final de la introducción el cemento y de los áridos.

Los aditivos en forma líquida o de pasta se añadirán al agua de amasado antes de su introducción en la hormigonera. Los aditivos en polvo deberán introducirse en la hormigonera junto con el cemento o los áridos, excepto cuando el aditivo contenga cloruro cálcico, en cuyo caso no podrá añadirse en contacto con el cemento.

Se operará con un mecanismo automático de tiempo de amasado. El temporizador y el mecanismo de descarga estarán combinados de tal forma que durante la operación normal no haya descarga de ninguna parte de la amasada, hasta que el tiempo específico de mezcla haya transcurrido.

El periodo de amasado será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación. Su duración mínima se establecerá mediante las pruebas pertinentes y deberá ser aprobada por el Ingeniero Director.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera, se vaciará totalmente su contenido.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de 30 minutos, se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella. Así mismo, se limpiará perfectamente la hormigonera antes de comenzar la fabricación de hormigón con un nuevo tipo de cemento.

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible con camiones sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, autorizándose el empleo de camiones hormigoneras o camiones provistos de agitadores.

No deberá ser transportado un mismo amasijo en camiones o compartimentos diferentes, ni se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento.

La máxima caída libre vertical de las masas en cualquier punto de su recorrido no excederá de un metro y medio, procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

El hormigón transportado en vehículo abierto se protegerá durante el transporte contra la lluvia, o contra una exposición al sol durante más de 20 minutos cuando la temperatura ambiente exceda de 20° C.

La descarga del hormigón transportado en camiones sin elementos de agitación deberá haber terminado dentro de un periodo de 45 minutos después de la introducción del cemento y los áridos en la hormigonera de la central. Sin embargo, bajo condiciones atmosféricas que causen un rápido endurecimiento del hormigón, o cuando la temperatura de éste sea de 30° C. o superior, el tiempo de transporte no deberá exceder de 30 minutos. Los plazos antes indicados podrán ser aumentados en caso de que se utilicen retardadores de fraguado.

Deberá disponerse de un equipo para la limpieza de los camiones inmediatamente antes de su carga.

Colocación de encofrados o elementos de rodadura de las máquinas.

Los encofrados podrán constituir por si mismo el camino de rodadura de las máquinas de ejecución del pavimento, o estarán provistos de un carril para atender a esa función. En cualquier caso, deberán poseer una gran rigidez y estar desprovistos de combados, curvaturas, muescas u otros defectos, no pudiendo utilizarse encofrados defectuosos. Su base deberá tener un ancho no inferior a 20 cm.

Tanto cada elemento por separado como el conjunto de los mismos, ofrecerán la misma regularidad a la rodadura que se exija al pavimento terminado, y presentará una continuidad de apoyo sobre la superficie sustentante. En las curvas, los encofrados se ajustarán de acuerdo con los poligonales más convenientes, pudiendo emplearse encofrados rectos rígidos, con una longitud máxima de un metro y medio, en las de menos de 30 metros de radio.

Los encofrados se fijarán al terreno mediante clavijas para impedir que puedan moverse tanto horizontal como verticalmente, debiendo disponerse sendas clavijas en los extremos de los encofrados. La máxima separación entre clavijas será de 1 metro.

Si por superar el espesor del borde las losas debiera suplementarse la altura de encofrado, el incremento de altura no será superior al 30 % de la altura original del mismo.

Una vez colocados los encofrados y después de una pasada de las máquinas en vacío, pero con los vibradores en funcionamiento, se comprobará que las variaciones de nivelación en la superficie de rodadura de los mismos no superan los 3 mm. respecto a la rasante teórica, mientras que las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica no deberá superar 1 cm. La cantidad de encofrado disponible será suficiente para que, supuesto un plazo mínimo de desencofrado del hormigón de 16 horas, se tenga en todo momento colocada y a punto, por delante de la primera máquina, una longitud de encofrado igual o mayor a la que corresponde a 3 horas de hormigonado.

La cara interior del encofrado aparecerá siempre limpia, sin restos de hormigón adheridos a ella. Antes de proceder a la puesta en obra del hormigón, se recubrirá dicha cara con un producto antiadherente, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Director de la obra.

Cuando la maquinaria utilice como encofrado un bordillo o una pronta de pavimento rígido construido anteriormente, éste deberá haber alcanzado una edad de 3 días.

Las ruedas de la maquinaria, si no están provistas de bandas de goma, rodarán sobre carriles, listones de madera u otros dispositivos análogos, para evitar el contacto directo con el hormigón, colocados a una distancia conveniente del borde del pavimento. Si se observan daños estructurales o superficiales en éste, deberá suspenderse inmediatamente el hormigonado, reanudándose cuando el pavimento haya adquirido la resistencia o se hayan adoptado precauciones adicionales suficientes para que no se vuelvan a producir dichos daños.

Colocación de los elementos de las juntas.

Los pasadores serán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, del eje de un pasador respecto a su posición teórica, será de 1,5 mm. La máxima diferencia entre las alineaciones de dos pasadores consecutivos será de 1,5 mm, tanto en planta como en alzado.

Salvo que los pasadores se introduzcan por vibración en el pavimento mediante máquinas adecuadas, deberán disponerse sobre una cuna de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas, que se fijarán a la base de un modo firme. La rigidez de la cuna en posición definitiva será tal que al aplicar a un extremo de cualquier pasador una carga de 12 Kg en dirección horizontal o vertical, el giro del pasador sea superior a 1/200.

Los elementos que se coloquen en las juntas se dispondrán en su posición exacta, dejando la correspondiente referencia que defina esta posición a la hora de completar la junta.

Puesta en obra de hormigón.

La extensión y puesta en obra se realizará con máquinas entre encofrados fijos. No deberá transcurrir más de 1 hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra, compactación y acabado. El Director podrá aumentar este plazo hasta un máximo de 2 horas si se adoptan las precauciones necesarias para retrasar el fraguado del hormigón, o cuando concurren condiciones favorables de humedad y temperatura, o bien cuando se utilicen camiones hormigoneras o camiones provistos de agitadores. En ningún caso se colocarán en obra amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

La descarga y extensión se realizará de forma que no se perturbe la posición de elementos de que estuvieran ya presentes.

El hormigón se distribuirá uniformemente con extendedora mecánica. Una vez extendido, se compactará y enrasará por medio de una o varias máquinas. El número y capacidad de las máquinas serán los adecuados para poner en obra, al mismo ritmo, la producción de la hormigonera.

El camino de rodadura constituido por la parte superior de los encofrados o por el pavimento adyacente y la superficie de contacto de las ruedas, se mantendrán limpios por medio de dispositivos adecuados acoplados a las máquinas.

Durante la compactación se cuidará que delante de la maestra delantera se mantenga en todo momento, y en todo el ancho de pavimentación, un exceso de hormigón en forma de cordón de varios centímetros de altura. Del mismo modo, y delante de la maestra trasera de la última terminadora, se mantendrá un cordón continuo de mortero fresco de la menor altura posible.

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados o encofrados laterales, y en las pavimentadoras de encofrados deslizantes deberán dejar de funcionar en el instante en que éstas se detengan.

El hormigonado se hará por carriles de ancho constante, separados por juntas longitudinales de construcción. Cuando el pavimento esté constituido por dos o más carriles en el mismo sentido de circulación, se hormigonearán al menos dos carriles al mismo tiempo. Se dispondrán pasarelas móviles, con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar perjuicios al hormigón fresco.

El hormigón que haya de colocarse en anchos inferiores al de un carril, se compactará y enrasará mecánicamente, con la ayuda de los métodos manuales que sean necesarios.

Para la compactación manual se utilizará un tablón calzado con una pletina pesada que constituirá la superficie de apisonado y rigidizado convenientemente para que conserve su forma. Cuando la producción de hormigón sea superior a 30 m³ por hora, y la compactación se realice manualmente, se utilizará al menos dos muestras de apisonado. El hormigón se compactará por apisonado, dejando caer la maestra y avanzando en sentido longitudinal. Se mantendrá siempre un exceso de hormigón delante de la maestra y se seguirá compactando hasta que se haya conseguido la sección transversal exigida y el mortero fluya ligeramente a la superficie.

Ejecución de juntas en fresco.

En las juntas longitudinales resultantes de hormigonar una banda contra otra ya construida, al hormigonar la banda adyacente se aplicará al canto de la anterior un producto para evitar la adherencia del hormigón nuevo con el antiguo. Se prestará la mayor atención y cuidado para conseguir que el hormigón que se coloque a lo largo de la junta sea homogéneo y quede perfectamente compactado, especialmente si se trata del tipo de junta de ranura y lengüeta. Se cuidará particularmente el desencofrado de estas zonas delicadas. Si se observasen desperfectos en la ranura, deberán corregirse antes de aplicar el producto antiadherente.

Las juntas de hormigonado transversales efectuadas en fresco, se dispondrán a fin de jornada o cuando se haya producido por cualquier causa una interrupción del proceso de hormigonado que haga temer un comienzo de fraguado en el frente de avance. A este respecto, una parada de 30 minutos en tiempo seco y caluroso, será causa suficiente para establecer una junta de hormigonado.

Siempre que sea posible, se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificándola si es preciso, de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero Director, de no ser así, se dispondrá a más de 1,5 metros de distancia de la junta más próxima.

En las juntas de contracción efectuadas en el hormigón fresco, la ranura superior, que ha de situarse en la posición estricta que fija la referencia correspondiente, deberá hacerse con un cuchillo vibrante o elemento similar aprobado por el Director. Esta operación se llevará a cabo inmediatamente después del paso de la terminadora transversal y antes del acabado longitudinal del pavimento. La ranura se obturará con una plancha de material rígido adecuado y se retocarán manualmente las zonas de los bordes para corregir las imperfecciones que hayan quedado en tomo a éstos.

Las juntas transversales y longitudinales podrán también realizarse mediante inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por el Director. No se permutarán empalmes en dicha tira en las juntas de contracción, pero sí en las longitudinales, si mantienen la continuidad del material de la junta. Después de su colocación, el eje vertical de la tira formará un ángulo máximo de 10 grados con un plano perpendicular a la superficie del pavimento. La parte superior de la tira no quedará por encima de la superficie del pavimento ni más de 5 mm. por debajo de ella.

Acabado.

A menos que se instale una iluminación suficiente a juicio del Director, el hormigonado del pavimento se detendrá con la antelación debida para que las operaciones de acabado se puedan concluir con luz natural.

Se prohibirá el regado con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón para facilitar su acabado. Cuando sea necesario aportar material para corregir algún punto bajo, se empleará hormigón aún no extendido.

Los equipos de pavimentación podrán estar dotados de unos dispositivos de fina pulverización de agua para poder ser utilizados ocasionalmente, en caso contrario, previa autorización del Ingeniero Director. En caso de que aparezcan grietas finas en la superficie del hormigón recientemente colocado, antes de su fraguado, se le aplicará agua con un pulverizador, de forma que se produzca una neblina y no un riego hasta que las operaciones de acabado hayan iniciado el curado del hormigón.

El acabado del pavimento se realizará con una terminadora autopropulsada que pueda rodar sobre los encofrados o sobre las bandas adyacentes de hormigón. La longitud, disposición longitudinal, o diagonal y movimiento de vaivén del fratás, serán los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil sin rebasar las tolerancias fijadas. La terminadora tendrá capacidad suficiente para acabar el hormigón con un ritmo igual al de fabricación de la planta.

La superficie de hormigón se alisará y nivelará con dos fratasas de longitud no inferior a 4 metros y 10 centímetros de anchura, rigidizados con costillas y con tornillos de ajuste entre las costillas y el fratás a distancias no superiores a 60 cm. entre centros. Los fratasas tendrán un mango suficientemente largo para que puedan ser manejados desde fuera del pavimento. Con el borde del fratás se cortarán todas las protuberancias, rellenando las depresiones con el material así obtenido hasta conseguir una superficie correcta y uniforme. Los fratasas se mantendrán con su mayor dimensión paralela al eje del pavimento. Cada pasada sucesiva solapará solo ligeramente la pasada anterior, volviendo luego a pasar el fratás para alisar la banda de solape.

Textura superficial.

Una vez acabado el pavimento y antes del comienzo del fraguado del hormigón, se dará una textura transversal o longitudinal homogénea a la superficie del pavimento en forma de estriado o ranurado. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Ingeniero Director, determinará el tipo de tratamiento superficial a emplear.

La textura superficial por estriado se obtendrá por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre u otro material aprobado por el Director. Las estrías producidas serán sensiblemente perpendiculares o paralelas al eje de la calzada, según se trate de una textura transversal o longitudinal.

La textura superficial por ranurado será siempre transversal y se obtendrá mecánicamente mediante un peine con varillas de plástico, acero u otro material, o una placa con salientes de la misma forma que las ranuras a obtener. El dispositivo utilizado deberá ser aprobado por el Director. Las ranuras serán paralelas entre sí y tendrán una anchura y una profundidad comprendidas entre 5 y 7 mm. La distancia entre sus ejes será variable y comprendida entre 15 y 35 mm.

Al día siguiente del hormigonado se determinará la profundidad de la textura por el método del círculo de arena, al menos en 10 puntos elegidos aleatoriamente, debiendo obtenerse una profundidad media no inferior a 1 mm. y una profundidad mínima, en cualquier ensayo, de 0,6 mm.

En el caso de que la profundidad de la textura sea insuficiente, el Director podrá exigir un ranurado equivalente de la superficie con una serie de discos abrasivos en batería.

Protección del hormigón fresco y curado.

Durante el primer periodo de endurecimiento, el hormigón fresco deberá protegerse contra el lavado por lluvia, contra una desecación rápida, especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación y/o viento, y contra los enfriamientos bruscos y la congelación.

En el caso de que las losas sufran un deslavado por efecto de lluvia, deberán ser sometidas posteriormente a un ranurado que proporcione al pavimento las características indicadas anteriormente.

Deberán someterse al proceso de curado todas las superficies expuestas del pavimento, incluidos los bordes en el momento en que queden libres.

Durante un periodo de protección que no será inferior a 3 días a partir de la puesta en obra del hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre él, excepto la necesaria para las operaciones de serrado de juntas y comprobación de la regularidad superficial.

El método de curado será por humedad. Se cubrirá la superficie del pavimento con arpilleras, esterillas u otros materiales análogos de alto poder de retención de humedad, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial. Dichos materiales no deberán estar impregnados o contaminados de sustancias perjudiciales al hormigón, o simplemente susceptibles de teñir o ensuciar la superficie.

Hasta que la superficie del hormigón se cubra con los materiales previstos, ésta se mantendrá húmeda aplicando agua por medio de dispositivos que la atomicen en forma de neblina y no de riego. El agua no será aplicada a presión directamente sobre el hormigón, y no se permitirá que se acumule sobre la superficie de forma que se produzca un flujo de agua en ésta o se deslave el hormigón.

Los materiales utilizados se mantendrán saturados de agua durante el período previsto de curado.

Protección contra el frío.

Durante el periodo de curado del hormigón, e independientemente de las precauciones a adoptar en su fabricación y puesta en obra, deberá protegerse el pavimento contra la acción de un enfriamiento rápido o helada. En particular, cuando exista la posibilidad de un enfriamiento brusco del hormigón sometido a elevadas temperaturas

diurnas, como los casos de lluvia después de un soleamiento intenso, o de descenso de la temperatura ambiente de más de 25° C. entre el día y la noche, se le protegerá con materiales aislantes hasta la mañana siguiente a su puesta en obra.

Ejecución de juntas separadas.

En las juntas transversales, el hormigón endurecido se serrará de forma y en instante tal que el borde de la ranura sea limpio y no se produzcan interiormente grietas de retracción en la superficie del hormigón.

Las juntas longitudinales pueden serrarse en cualquier momento, después de transcurridas 24 horas desde la construcción del pavimento, siempre que se asegure que no pasará ningún tráfico, ni siquiera el de la obra, hasta que se haya realizado la operación.

Hasta el momento del sellado de las juntas, o hasta la apertura al tráfico del pavimento, en el caso de que las juntas vayan a dejarse sin sellar, se obturarán provisionalmente con cuerdas u otros elementos similares, con objeto de evitar la introducción de cuerpos extraños en las juntas.

Desencofrado.

Cuando la ejecución del pavimento se realice entre encofrados fijos, el desencofrado no se efectuará antes de transcurridas 16 horas a partir de la puesta en obra del hormigón. En cualquier caso, el Director podrá modificar el citado plazo en función de la resistencia alcanzada por el hormigón.

Los encofrados se retirarán y transportarán con precaución y cuidado tales que no se dañen los bordes de las losas ni aquellos que sufran deformaciones o deterioro.

En las zonas de cambio de tipo de pavimento y bordes laterales se protegerá adecuadamente el canto de las losas.

Sellado de las juntas.

Una vez terminado el periodo de curado del hormigón, se limpiarán enérgica y cuidadosamente el fondo y los bordes de la ranura, utilizando para ello procedimientos adecuados, tales como chorro de arena o cepillo de púas metálicas, dando una pasada final con aire comprimido. Finalizada esta operación, se imprimirán los bordes con un producto adecuado cuando el tipo de material que se emplee lo requiera.

Posteriormente se procederá a la colaboración del material de sellado.

Se cuidará especialmente la limpieza de la operación y se recogerá el posible exceso de material. El perfil de la junta sellada no deberá resultar con menisco convexo, ni presentar soluciones de continuidad en los bordes.

Las operaciones de sellado de juntas deberán suspenderse, salvo autorización del Director, cuando la temperatura del aire baje de 5° C, o en caso de lluvia o viento fuerte.

Control de la resistencia del hormigón en obra.

a) Ensayos de control. Estos ensayos serán preceptivos en todos casos y tienen por objeto comprobar a lo largo de la ejecución que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la resistencia especificada.

Cada día de hormigonado se determinará la resistencia de 3 amasadas diferentes.

La resistencia de cada amasada vendrá por el valor medio de la resistencia a flexotracción de 2 probetas prismáticas de 15 x 60 cm, confeccionadas de acuerdo con la Norma UNE 7240, con hormigón tomado de la misma.

Cada vez que se vaya a confeccionar una serie de probetas deberán controlarse en primer lugar la consistencia del hormigón y el contenido de aire ocluido, con los mismos métodos utilizados en los ensayos previos y en los característicos de la obra. Si alguno de los resultados obtenidos no cae dentro de los límites establecidos se rechazará el hormigón de la amasada, volviéndose a repetir dichos ensayos con las siguientes hasta obtener unos

resultados correctos, en cuyo caso podrá confeccionar con él las probetas para el control de la resistencia.

Las probetas se conservarán en las condiciones previstas en la Norma UNE 7240 y se ensayarán a los 28 días de flexotracción, según la Norma UNE 7395.

A partir del valor mínimo $f_{\min}$ de las "N" resistencias a flexotracción de un día, se calculará el valor de la resistencia característica estimada a flexotracción "F" f_{est} :

$$f_{\text{est}} = 0.91 \cdot f_{\min}$$

Si f_{est} es mayor o igual que ekf se considerará aceptable la resistencia del hormigón puesto en obra durante el día considerado.

Si f_{est} es menor que ekf , pero es mayor o igual que el 90 % de este valor, el Contratista podrá, o bien aceptar las sanciones que para éste caso prevea el Director de la obra, o bien solicitar la realización de ensayos de información, aplicándose luego, de acuerdo con los resultados, las disposiciones contenidas en dicho subapartado.

Si f_{est} es menor que el 90 % de ekf , se procederá a la realización de ensayos de información, tal y como se indica en el siguiente apartado.

b) Ensayos de información. Estos ensayos serán siempre a expensas del Contratista.

Para su realización se extraerán en forma aleatoria de la superficie hormigonada durante el día considerado y antes de los 54 días de su puesta en obra, 6 testigos cilíndricos de acuerdo con la Norma UNE 7241. Cada uno de dichos testigos distará del más próximo, como mínimo, 7 m. en sentido longitudinal, y estará separado más de 50 cm. de cualquier junta o borde.

Los testigos así obtenidos se ensayarán a tracción indirecta a la edad de 56 días, de acuerdo con la Norma UNE 7396, después de haber sido conservados durante las 48 horas anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la Norma UNE 7241.

Se calculará el valor medio de los resultados de los ensayos y se compactará con el valor medio obtenido con los testigos extraídos en el tramo de ensayo, según se indica en el Pliego de Condiciones Económicas.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es igual o superior al obtenido en el tramo de ensayo, se considerará aceptable la resistencia del hormigón puesto en obra durante el día considerado.

Sí el valor medio de los resultados es inferior al obtenido en el tramo de ensayo, pero es igual o superior al 90 %, pero igual o superior al 70 % del obtenido en el tramo de ensayo, el Director podrá aplicar las sanciones previstas en éste Pliego o bien ordenar la demolición de la superficie afectada a expensas del Contratista.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es inferior al 70 % del obtenido en el tramo de ensayo, se demolerá la superficie afectada a expensas del Contratista.

Si el valor medio de los resultados de los ensayos es inferior al 70 % del obtenido en el tramo de ensayos, se demolerá la superficie hormigonada durante el día considerado a expensas del Contratista.

Tolerancias del pavimento.

La regularidad superficial de cada zona del pavimento se controlará dentro de las 24 horas a partir de su ejecución.

La superficie del pavimento no deberá presentar diferencias de más de 3 mm respecto a una regla de 3 metros apoyada sobre la superficie en cualquier dirección.

Los puntos altos detectados, que sean causa de incumplimiento de las anteriores tolerancias, se eliminarán por métodos abrasivos. Después de ser eliminados estos, se pasará de nuevo la regla de una longitud igual a la distancia entre juntas entre las que esté comprendida la irregularidad detectada. La superficie corregida debe estar limitada por

bordes longitudinales de losas o juntas longitudinales y por líneas perpendiculares a ellas, de forma que se obtengan áreas rectangulares.

El espesor de las losas se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos de 10 cm. de diámetro, con la frecuencia que señale el Director. El espesor del pavimento no deberá tener en ningún punto un espesor inferior en más de 15 mm. al prescrito.

Los agujeros producidos en el pavimento por los sondeos, serán rellenados con hormigón de la misma calidad que el utilizado en el resto del pavimento, el cual será correctamente compactado y enrasado.

Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica, no deberán ser superior a 1 cm.

Las losas no presentarán fisuras. Un conjunto de pequeñas grietas de corta longitud, no afectando manifiestamente más que a la superficie de las losas, no se considera como una fisura.

Si una losa presenta una fisura única y no ramificada sensiblemente paralela u ortogonal a una de las direcciones de las juntas, el Director podrá aceptar esta losa si se realizan las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la fisura no se ha abierto, la fisura se tratará como una junta y será sellada con un producto aprobado por el Director, previa regularización y canjeado de los labios.
- Si la Junta más próxima a la fisura se ha abierto, la fisura se inyectará, tan pronto como sea posible, con una resina epoxi aprobada por el Director, que mantenga unidos sus bordes con objeto de restablecer la continuidad de la losa.

En el caso de presentarse fisuras de naturaleza diferente, como las de esquinas, el Director podrá aceptar la losa afectada u ordenar su demolición total o parcial de la misma y su posterior reconstrucción. Si la losa se acepta, la fisura será tratada como una junta. Si

se ordena la demolición parcial, ninguno de los elementos de la losa, después de su reconstrucción, tendrá una de sus dimensiones inferiores a 1,5 metros.

La recepción definitiva de una losa fisurada y no demolida no se efectuará más que si, al final del periodo de garantía, las fisuras no se han agravado ni han originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, el Director podrá ordenar la demolición y posterior reconstrucción de las losas fisuradas.

Si a causa de un serrado prematuro, se producen desconchados en las juntas, deberán ser reparadas con un mortero de resina epoxi aprobada por el Director.

Apertura al tráfico.

El pavimento podrá abrirse al paso de personas y de materiales para operaciones de serrado y comprobación de la regularidad superficial, cuando haya transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y siempre que haya secado el producto de curado si se utiliza este método.

El equipo para la ejecución de las obras no podrá circular sobre el pavimento hasta que haya curado un mínimo de 3 días.

El tráfico de obra no podrá circular sobre el pavimento antes de 7 días de que el hormigón haya alcanzado una resistencia a flexotracción del 80 % de la resistencia especificada a 28 días. Todas las juntas deberán haber sido selladas o al menos obturadas provisionalmente.

La apertura al tráfico general no podrá realizarse antes de 14 días a partir de la terminación del pavimento.

4.2.2.11. Ejecución de firmes flexibles.

4.2.2.11.1. Subbases naturales.

- *Ejecución*, se incluyen las operaciones de preparación de la superficie donde se vaya a extender el material, su adquisición, extensión, humectación y compactación.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la contaminación y segregación del material, por que se evitarán los acopios temporales antes de la puesta en obra, salvo aprobación del Ingeniero Director.

Los equipos de extendido, humectación, compactación y ayuda de mano de obra ordinaria deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director y habrán de mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias durante la ejecución de ésta unidad de obra.

- *Ensayos*, las características de los materiales a emplear se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de los ensayos cuya frecuencia y tipo se indican en el apartado correspondiente del Pliego General.

Las características de los materiales empleados, así como la bondad de la obra realizada, se comprobarán durante su ejecución, efectuando ensayos cuya frecuencia y tipo son los que se indican a continuación, entendiéndose que las cifras que se dan son mínimas y se refieren a cada una de las procedencias elegidas, pudiendo, no obstante la Dirección, modificar el tipo y número de los mismos.

Por cada 500 m³ o fracción de material empleados y una vez al día:

- Un ensayo Poctor modificado.
- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de límites de Atterberg.
- Dos ensayos de equivalente de arena.

Por cada 1.000 m² o fracción de capa colocada:

- Tres determinaciones de humedad durante la compactación.
- Un ensayo de densidad in situ.

Por cada 500 m² o fracción de capa colocada:

- Un ensayo C.B.R. de laboratorio.

4.2.2.11.2. Riegos de imprimición y adherencia.

- *Materiales y ejecución*, se efectuará a razón de cinco décimas de kilogramo por metro cuadrado, y de ocho décimas de kilogramo por metro cuadrado de emulsión asfáltica tipo ECI respectivamente, en el caso de riego de adherencia o imprimación, pudiendo mortificarse a juicio del Ingeniero Director.

Ensayos, las características de los materiales empleados, así como la bondad de la obra realizada, se comprobarán durante su ejecución.

	TIPO	EN PESO DEL LIGANTE RESPECTO AL ARIDO
Capa de rodadura	D-20	5.0
Capa intermedia	S-20	4.5
Capa de base	G-25	4.0

El filler en la mezcla del tipo G-25 será de aportación al menos en un 50 %.

En las mezclas del tipo S-20 y D-20 será de aportación en su totalidad.

Las relaciones ponderales mínimas entre las características de filler y betún de las mezcla serán:

TIPO DE MEZCLA	RELACION PONDERADA MINIMA
D-20	1.3
S-20	1.25
G-25	1.2

Ensayos y fórmulas de trabajo, las fórmulas de trabajo deberán cumplir con las siguientes condiciones del ensayo Marshall (NLT-159/75).

Nº de golpes en cada cara	75
Estabilidad	1000 Kgf mínimo
Deformación	2 a 3.5 mm
% de hueco en mezcla	3 a 5 en capa de rodadura
% de huecos en áridos	14 mínimo en capa de rodadura 13 mínimo en capa intermedia

No obstante, el Contratista estudiará y propondrá la fórmula de trabajo con el fin de realizar los correspondientes ensayos de laboratorio para determinar todos los factores que, al respecto, se señalan en éste Pliego, tal como el contenido óptimo de ligante.

El Contratista propondrá con la suficiente antelación, los equipos que vaya a utilizar para la fabricación, extendido y compactación de la mezcla, detallándose los tipos, normas y características esenciales de esos equipos.

Las extendedoras estarán equipadas con dispositivos automáticos de nivelación.

Antes de iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo con un ancho de 4,5 metros, una longitud de 30 metros y un espesor igual al indicado en los planos para cada tipo de mezcla.

Sobre la sección de ensayo se tomarán muestras, de forma a determinar, en número de 10, se evaluarán los siguientes factores:

Espesor de la capa, granulometría del material compactado y densidad y contenido de ligante.

A la vista de los resultados obtenidos, el Ingeniero Director decidirá la conveniencia de aceptar o modificar, bien sea la fórmula de trabajo, bien el equipo de maquinaria, debiendo el Contratista estudiar y proponer las necesarias correcciones.

El tramo de pruebas se repetirá nuevamente con cargo al Contratista, después de cada serie de correcciones, hasta su aprobación definitiva.

El volumen mínimo de acopios será el correspondiente a 21 días de trabajo.

La densidad a obtener será como mínimo, el 98 % de la obtenida, para la formula de trabajo, en el ensayo Marshall, según la norma NLT- 159/75.

4.2.2.12. Ejecución de edificios de mampostería ordinaria.

Se define como mampostería ordinaria, la construida colocando en obra, incluso en paramentos, piedras o mampuestos de varias dimensiones sin labra previa alguna, arreglados solamente con martillo.

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Los huecos que queden en el edificio se rellenarán con piedras de menor tamaño, las cuales se acuñarán de forma que el conjunto quede macizo, y que aquella resulte con el suficiente trabazón.

Después de asentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del espesor, levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento, y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que este sometida el edificio.

Cuando el espesor del muro sea inferior a 60 cm, se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor, de forma que exista al menos una de

estas piezas por cada metro cuadrado. Si el espesor es superior, se alternarán en los tizones, mampuestos grandes y pequeños para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular.

Las juntas de paramento se rascarán para vaciarlas de mortero u otros materiales extraños hasta una profundidad no inferior a 5 cm, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo, descubierto previamente. La pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de modo que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Salvo que el Ingeniero Director disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en el edificio mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua a razón de uno por cada 4m² paramento.

4.2.2.13. Ejecución de edificios de ladrillo.

Se definen como aquellos edificios contruidos por ladrillos ligados con mortero.

Si en los paramentos se emplea ladrillo ordinario, éste deberá ser seleccionado en cuanto a su aspecto, calidad y coloración, con objeto de conseguir la uniformidad o diversidad deseada.

En los paramentos es necesario emplear ladrillo y cementos que no produzcan eflorescencias.

Los ladrillos, antes de su empleo, se mojarán perfectamente en agua. Se colocarán a "torta y restregón", es decir, de plano sobre la capa de mortero y apretándolos hasta conseguir el espesor de junta deseado. Salvo indicaciones en contrario, el tendel debe quedar reducido a 5 mm.

Las hiladas de ladrillo se comenzarán por el paramento y se terminarán por el trasdós del muro. La subida del edificio se hará a nivel, evitando asentamientos desiguales. Después de una interrupción, al reanudarse el trabajo, se regará abundantemente el edificio, se barrerá y se sustituirá, empleando mortero nuevo, todo el ladrillo deteriorado.

Las interrupciones en el trabajo se harán dejando el edificio en adaraja, para que, a su reanudación, se pueda hacer una buena unión con el edificio interrumpido.

En mortero llenará las juntas, tendel y llagas totalmente. Si después de restregar el ladrillo no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero necesario y se apretará con la paleta.

Los paramentos se harán con los cuidados y precauciones indispensables para que cualquier elemento se encuentre en el plano, superficie y perfil descritos.

En la unión de ladrillos con sillería o mampostería, las hiladas deberán enrasar perfectamente con los sillares o mampuestos.

En tiempo caluroso el edificio se rociará frecuentemente con agua para evitar la desecación rápida del mortero.

4.2.2.14. Ejecución de forjados.

Los forjados serán del tipo convencional, con vigueta metálica y bovedilla aligerada. El vano entre las viguetas se cubrirá con bovedillas prefabricadas de cerámica, relleno los huecos con hormigón de resistencia característica 250 Kg/cm^2 . Las bovedillas se ajustarán a tope unas con otras para evitar que por la junta entre ambas, penetre el mortero u hormigón de relleno de los senos.

Antes de proceder a hormigonar, se mojarán hasta la saturación todas las bovedillas. Después de hormigonado, el forjado se mantendrá constantemente húmedo

durante el primer periodo de fraguado y se evitará toda sacudida o vibración que pudiera entorpecer el fraguado o provocar fisuras.

Las losas de hormigón se realizarán de acuerdo con lo establecido en los puntos relativos a la ejecución de este último.

4.2.2.15. Ejecución de estructura metálica.

Estas unidades incluyen las siguientes operaciones, además de las indicadas en presupuesto.

- Elaboración y suministro de los elementos de acero laminado, con las dimensiones y características definidas en planos y presupuestos.
- Andamíajes, medios de transporte interior y de elevación necesarios para su puesta en obra.
- Puesta en obra incluso soldaduras, apeos, etc.
- Retirada de todos los elementos auxiliares utilizados en el montaje.

Antes del montaje en obra, todas las piezas y elementos metálicos que constituyen la estructura serán fuertemente raspados con cepillos metálicos para separar del metal toda huella de oxidación y cuantas materias extrañas pudiera tener adheridas.

4.2.2.16. Rejuntados.

Para la ejecución de rejuntados en edificios de mampostería de ladrillos, etc, se seguirán las prescripciones siguientes:

- Los rejuntados deberán hacerse al mismo tiempo que se ejecuta la edificación, procurando en lo posible, que sea poco antes de fraguar el mortero empleando en ellas.

- El mortero a emplear será del tipo M 450 y se resaltarán o no las juntas sobre el plano general de paramento según ordene el Ingeniero Director.
- Antes de proceder al rejuntado, se descarnarán, limpiarán y humedecerán las juntas.

4.2.2.17. Enlucidos.

En la ejecución de enlucidos sobre ladrillos, mampostería, etc., se observarán las siguientes prescripciones:

El enlucido constará generalmente, de dos o más capas con un espesor medio total de 20 mm. Las desigualdades de los paramentos que se enluzcan deberán quedar cubiertas con un espesor mínimo de enlucido de 5 mm.

- Cuando el enlucido se aplique inmediatamente después del fraguado del mortero, será indispensable un picado preliminar de las superficies a enlucir. El picado se hará de modo que se obtenga una superficie sólida en la que no quede material sin adherir.
- La limpieza y humectación de las superficies a enlucir se hará del modo más perfecto posible, asegurándose de que el agua sature completamente dicha superficie.
- El enlucido se extenderá después de aplicar con escobilla, a modo de pintura, una Techada de mortero de cemento graso, comprimiéndose fuertemente con la llana cada una de las diversas capas de enlucido y bruñendo la superficie de la última cuando así se exija.

No obstante lo prescrito en párrafos anteriores, la manera de ejecutar los enlucidos para conseguir un buen resultado, se ajustará en todo momento a lo ordenado por el Ingeniero Director.

Todo lo enlucido que no quede perfectamente adherido a la pared, o que presente grietas de importancia o numerosas, se levantará y rehará a costa del Contratista.

4.2.2.18. Relleno de zanjas.

El relleno de tierras posterior a la colocación de las tuberías se hará por capas de arena de río bien apisonadas contra la obra y contra la pared de la zanja. Este relleno se llevará hasta las cotas que se indican en los planos. El resto, hasta completar el relleno, se realizará con tierras procedentes de la excavación, apisonadas enérgica y cuidadosamente.

El relleno de zanjas se hará con productos seleccionados de la excavación, pero si estos no son aptos a juicio del Ingeniero Director para el adecuado terraplenado de aquellas, el Contratista deberá efectuarlo trayendo prestamos, sin derecho a indemnización alguna.

4.2.2.19. Pozos de registro y arquetas para llaves.

Los pozos de registro y las arquetas para llaves, ventosas, desagües de fondo, válvulas de retención, etc, tendrán la forma y dimensiones que se detallan en los planos. En general, estarán contruidos con forma rectanbular de ladrillo, en la parte superior irá sentado el marco de la tapa.. Esta será de fundición.

Las soleras se construirá con hormigón en masa, sin vibrar, de resistencia característica de 200 Kp/cm².

En toda la altura del pozo y anclados al hormigón, se dispondrán escalones o patés.

4.3. CONDICIONES ECONÓMICAS

4.3.1. Plazos a realizar al Contratista.

La Propiedad y el Contratista establecerán, en el contrato de adjudicación de las obras, la forma y la cuantía de los pagos.

En el caso de certificaciones mensuales, la Dirección de la obra procederá a la medición de la obra ejecutada en el mes correspondiente, cuya relación valorada, con los precios del presente Proyecto, servirá de base para determinar el importe de la certificación.

En cualquier otro caso, la Propiedad podrá consultar con la Dirección de la obra la cuantía a abonar al Contratista en relación con el cumplimiento de los plazos acordados.

Las penalidades por incumplimiento de plazo, admitiendo una semana de margen, será por cada 15 días no justificados un 2,5 % del presupuesto parcial a que se deba incluir dicha partida.

4.3.2. Plazo de garantía.

El plazo de garantía de las obras comprendidas en el presente Proyecto será de UN AÑO a contar desde la fecha de recepción provisional de las obras. Los gastos de conservación de las obras y la reparación de los desperfectos imputables a una deficiente ejecución, en este periodo, correrán a cargo del Contratista.

4.3.3. Medición y abono.

Normas generales. Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por su volumen, superficie, longitud, peso o unidad, según están especificadas en el Cuadro de Precios.

Siempre que no se diga expresamente otra cosa, se considerarán incluidos en los precios del Cuadro de Precios, los agotamientos, las entibaciones, los rellenos del exceso de excavación, el transporte a maquinaria, los medios auxiliares y todas las operaciones necesarias para terminar perfectamente la unidad de obra de que se trate.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamación fundándose en insuficiencia de precios o por falta de expresión, en el Cuadro de Precios, de algún material u operación necesarios para la ejecución de una unidad de obra.

El Contratista queda obligado a ejecutar las obras con estricta sujeción a las dimensiones que figuren en los planos. Los excesos que pudieran producirse o cualquier otro motivo, no le serán de abono. Si a juicio del Ingeniero Director ese exceso de obra resultase perjudicial, el Contratista demolerá la obra a su costa y la rehará nuevamente con las dimensiones correctas.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectúa a su debido tiempo, será de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarlas a cabo.

Es obligación del Contratista la conservación de todas las obras y, por consiguiente, la reparación o reconstrucción a su costa de las siguientes partes:

- Las que hayan sufrido daños o desperfectos de ejecución, falta de vigilancia o cualquiera otras causas imputables a la contrata.
- Las que se compruebe que no reúnen las condiciones exigidas en éste Pliego.

Para dichas reparaciones se seguirán estrictamente las instrucciones que del Ingeniero Director.

- Partidas alzadas.- Todas las obras, elementos e instalaciones que figuren como partidas alzadas, se abonarán previa justificación por parte del Contratista, a los precios incluidos en el Cuadro de Precios, o en su defecto, a los precios contradictorios aprobados, si se trata de nuevas unidades. En cualquier caso, su importe total no excederá al valor que figura como partida alzada.

- Abono de piezas incompletas o defectuosas.- Si alguna obra no se hubiese ejecutado con arreglo a las condiciones del contrato, y sin embargo fuera admisible a juicio

del Ingeniero Director, podrá ser recibida provisional y definitivamente, pero el Contratista quedará obligado a aceptar la rebaja que el Ingeniero Director imponga, salvo en el caso que la demuela a su costa y la rehaga conforme a lo estipulado en el Contrato.

- Excesos inevitables.- Los excesos inevitables de obra que el Ingeniero Director defina por escrito como inevitables, se abonarán a los precios que para las unidades realizadas figuren en el Cuadro de Precios. Cuando ello no sea posible, se establecerán los oportunos precios contradictorios.

- Excavaciones.- Se medirán y abonarán por metros cúbicos realmente excavados, obtenidos por diferencia de los perfiles tomados al iniciarse los trabajos y los perfiles finales.

Al considerarse la excavación como no clasificada, el precio será el mismo para los distintos terrenos que se excaven. Comprende la maquinaria y mano de obra necesarias para su ejecución, la limpieza y desbroce de toda clase de vegetación y el transporte de los productos sobrantes a terraplén o vertedero.

- Encofrados, armaduras y hormigones.- Los encolados se abonarán por metros cuadrados de superficie de hormigón medidos sobre los planos.

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos deducido de los planos, aplicando para cada tipo de acero los pesos unitarios correspondientes a las longitudes obtenidas en dichos planos. El abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo de armadura.

El hormigón se abonará por metros cúbicos realmente colocados en obra, medidos sobre los planos.

El cemento, áridos, agua y adiciones, así como la fabricación, transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario. Igualmente se incluye su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

- Obras de fábrica.- Las fábricas de ladrillo macizo o hueco se abonarán, según se especifique en el Cuadro de Precios, por metros cúbicos o por metros cuadrados realmente colocados en obra, medidos sobre los planos. En acopios los ladrillos se medirán por millares de unidades realmente acopiados.

- *Tuberías.*- Las tuberías se abonarán por los metros del diámetro y timbraje correspondientes, realmente colocados en obra, medidos sobre el terreno.

El precio comprende: adquisición de la tubería, parte proporcional de unión, transporte, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su instalación en zanja, ejecución de juntas y gasto de pruebas.

- Ejecución de firmes.- Se abonarán por metros cuadrados.

El precio comprende el suministro, transporte, manipulación y empleo de todos los materiales, maquinaria y mano de obra, necesarios para su ejecución, así como transporte de escombros y productos extraídos no necesarios en la reposición a vertedero, arreglo de las áreas afectadas y su limpieza final.

- Agotamientos v entibaciones.- Se abonarán según se trate de las unidades.

En el caso de entibación y agotamiento, se abonarán por los metros cuadrados de entibación, incluyendo todas las operaciones de puesta en obra y desequilibrado y el agotamiento necesario para la buena colocación de la tubería o fábricas.

En el caso de entibaciones sin agotamiento, se abonará por metros cuadrados de entibación realmente ejecutada al precio del Cuadro de Precios.

En el caso de entibaciones sin agotamiento, se abonará por metros cuadrados de excavación medidos sobre el 75 % de la excavación real ejecutada.

- Piezas especiales.- Las piezas especiales (codos, té, reducciones y coladores), completamente montados, se abonarán al precio señalado en el Cuadro de Precios, sobre la

medición de las unidades colocadas en obra, salvo aquellas unidades cuyo precio ya contenga las correspondientes piezas especiales.

En dichos precios se comprende la adquisición, transportes diversos, mano de obra y materiales para el montaje completo, pruebas y todas las demás operaciones y gastos necesarios para dejarlas funcionando perfectamente instaladas.

- Instalaciones mecánicas y eléctricas.- Los equipos industriales, tanto mecánicos como eléctricos, se valorarán según los precios que figuran en el Cuadro de Precios y se abonarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) El 45 % de su valor, una vez que el equipo haya sido recibido en la obra y se haya entregado los certificados de las pruebas realizadas.
- b) El 30 % de su valor al terminar su instalación.
- c) El 15 % de su valor, cuando las pruebas en obras sean satisfactorias.
- d) El 10 % restantes, al hacerse la Recepción provisional de las obras.

- Obras no especificadas en el presente capítulo.- Además de los abonos anteriores establecidos serán por cuenta del Contratista los siguientes gastos:

- Gastos de replanteo general y de replanteos parciales.
- Gastos de control de calidad.
- Gastos de mediciones y pruebas que deban efectuarse.
- Gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Todos los gastos mencionados y los financieros y fiscales quedan incluidos dentro de los gastos generales en que se incremento al Presupuesto de ejecución material.

4.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

- Las máquinas a emplear en la obra mantendrán la distancia de seguridad de las líneas de conducción eléctrica.
- Se acotará la zona de acción de cada máquina en su trabajo.
- Se solicitará de las distintas compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de energía .
- Se impedirá la acumulación de aguas superficiales.
- Se pararán los trabajos de replanteo cuando la temperatura desciende de 2° C.
- Las raíces mayores de 10 cm se eliminarán hasta una profundidad no inferior de 50 cm.
- Se evitará la formación de polvo y los operarios estarán adecuadamente protegidos de ambientes polvorientos y perjudiciales.
- Siempre que, por circunstancias imprevistas, se presentará un problema de urgencias, el constructor tomará las medidas oportunas, a juicio del mismo, y lo comunicará a la dirección técnica.
- No se acumulará terreno de excavación y otros materiales junto a bordes de coronación de taludes, salvo si la dirección técnica así lo estime.
- En instalaciones temporales de temporales de energía eléctrica, a la llegada de los conductores de acometida se instalará interruptor diferenciales según la REBT y se consultará la REBT referente a puesta a tierra en instalaciones de electricidad.

- Se cumplirán todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo, así con el cumplimiento de las ordenanzas municipales.

4.4. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y CONSERVACIÓN.

Se estipula como plazo de garantía el de ocho meses durante el cual queda obligado el Contratista a la conservación de la obra realizada, y corrección de desperfectos que puedan producirse dentro de un uso normal.

En el caso de que por la Dirección se tengan sospechas de que pueda existir vicio oculto en la construcción no aparente durante el plazo de garantía, tendrá facultad para ampliar éste hasta el límite de un año tomándose la resolución procedente.

Linares, 25 de Mayo 2016.

Fdo. Jesús Salvador Martínez Casado.

5. MEDICIONES

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo m	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales m
	<u>1. Obra Civil.</u>						
1.1.	Explanación y compactación de tierra con apisonadora sin aporte	1	80	52		4160	4160
1.2.	Excavación zunchos de atado	1	193				193
1.3.	Excavación de zanjas de saneamiento	42	0.74	0.54	1	0.3996	16.79
1.4.	Excavación de zapatas	1				70.57	70.57
1.5.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo A.	18	2.4	1.8	0.85	3.672	66.09
1.6.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo B.	2	1.7	1.1	0.7	1.309	2.618
1.7.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo C.	1	1.0	0.7	0.4	0.28	0.28
1.8.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo D.	7	0.8	0.6	0.3	0.144	1.008
1.9.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo E.	4	0.8	0.6	0.3	0.144	0.576
1.10.	m ³ de Hormigón HA-25 para zuncho	193	1	0.4	0.4	0.16	30.88

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo m	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales m
1.11.	m ³ de hormigón HA-25 para solera.	665.6				665.6	665.6
1.12.	Kg de redondos de diámetro 4 B 400 S. (Para estribos de zuncho)	826	1	4.83 Kg/m			3990
1.13.	Kg de redondos de diámetro 16 B 400 S	17	1	15.4 Kg/m		15.4	262
1.14.	Kg de redondos de diámetro 16 B 400 S (Para zunchos)	700	1	9.86 Kg/m		9.86	6902
1.15.	Kg de redondos de diámetro 20 B 400 S	32	1	15.4 Kg/m		15.4	493
1.16.	Kg de redondos de diámetro 25 B 400 S	24	1	15.4 Kg/m		15.4	370
1.17.	m ² de mallazo electrosoldado para solera. Diámetro 16 a 125 mm.	4160				4160	4160
1.18.	m ³ de árido de río para relleno.	240				240	240
1.19.	m ² de fábrica de bloques de hormigón 40 × 20 × 20 cm.	952				952	952

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo M	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales M
1.20.	Ventanas de la nave (De dos hojas correderas)	18		3	1	18	18
1.21.	Ventanas de las oficinas (De dos hojas giradas)	2		1.5	1.29	2	2
1.22.	Ventana de las oficinas (De una hoja girada)	2		0.75	0.88	2	2
1.23.	Puertas de acceso a las oficinas.	1		1.5	2.05	1	1
1.24.	Puertas de despachos	1		0.88	2.15	1	1
1.25.	Puertas de vestuarios.	1		0.88	2.25	1	1
1.26.	Puertas de servicios.	3		0.64	2.05	3	3
1.27	Puerta del almacén	2		3	2.64	2	2
1.28	Puerta de sala de máquinas	2		5	4.4	2	2
<u>2. Estructura metálica</u>							
2.1.	Kg de pilares realizados en HEB-280	18		103 Kg/m	7.0	721	12978
2.2.	Kg. de pilares realizados en HEB-100	8		20.4 Kg/m	3.5	71.4	571.2

N° De Orden	DESIGNACION	N° de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo M	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales M
2.3.	Kg de pilares realizados en HEB-100	6		20.4 Kg/m	7	142.8	856.8
2.4.	Kg de las vigas de atado de los pórticos 2 realizadas en IPN-160	8	5	17.9 kg/m		89.5	716
2.5.	Kg. de las vigas de atado del pórtico 1 realizadas en IPN- 200	4	6	26.3 kg/m		157.8	631.2
2.6.	Kg. de los dinteles de las puertas de entrada realizadas en IPN-500	3	6	141 Kg/m		846	2538
2.7.	Kg. del perfil □ 40×2 de la cercha.	920	1	2.28 kg/m		2.28	2097
2.8.	Kg. del perfil □ 40×2 de la celosía.	80	1	2.28 kg/m		2.28	182.4
2.9.	Kg. del perfil □ 120×6 de la celosía.	160	1	20.5 kg/m		20.5	3280
2.10.	Kg. del perfil □ 80×6 de la celosía.	160	1	13 kg/m		13	2080
2.11.	Kg. del perfil □ 90×5 de la celosía.	172.3	1	12.7 Kg/m		12.7	2188

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo M	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales M
2.12.	m ² de placa tipo sandwich para la cubierta.	8	20	6.32		126	1011
2.13.	m de Canalón conformado en chapa galvanizado para recogida de agua pluvial.	8	20			20	160
2.14.	m ² de placa prelacada lateral de cerramiento lateral de la cubierta	16				6	96
2.15.	Kg de □ 60.2 para el cerramiento lateral de la nave.	7	5	3.53 Kg/m		17.65	123.5
2.16.	Kg de correa en perfil IPN-120	56	20	11.2 Kg/m		224	12544
2.17.	m ³ de placas de anclaje	1				0.029	0.029
	<u>3. Instalaciones.</u>						
3.1.	Inodoros.	3				3	3
3.2.	Lavabos.	3				3	3
3.3.	Platos de ducha	1				1	1
3.4.	Botes sifónicos	2				2	2
3.5.	m. tubo PVC. Diámetro 40 mm.	25				25	25

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			largo m	Ancho m	Alto M	Parciales m	Totales M
3.6.	m. tubo PVC. Diámetro 63 mm.	35				35	35
3.7.	m. tubo PVC. Diámetro 110 mm.	95				95	95
3.8.	m. tubo PVC. Diámetro 180 mm.	85				85	85
3.9.	m. tubo PVC. Diámetro 200 mm.	60				60	60
3.10.	Codo 90° diámetro 40mm.	4				4	4
3.11.	Codo 90° diámetro 63mm.	8				8	8
3.12.	Llave general de paso diámetro 32 mm.	1				1	1
3.13.	Contador general diámetro 15 mm.	1				1	1
3.14.	Hidromezcladores manuales diámetro 16	4				4	4
3.15.	Válvula diámetro 16	7				7	7
3.16.	Válvula diámetro 32	3				3	3
3.17.	Calentador acumulador eléctrico	2				2	2

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo M	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales m
3.18.	m. Tubería de PEX diámetro 15 mm.	90				90	90
3.19.	m. Tubería de PEX diámetro 25 mm.	20				20	20
3.20.	m. Tubería de PEX diámetro 32 mm.	5				5	5
3.21.	Lámparas de vapor de mercurio color corregido 400 w.	33				33	33
3.22.	Luminarias (2×58) w.	6				6	6
3.23.	Luminarias (2×36) w.	1				1	1
3.24.	Luminarias (2×18) w.	1				1	1
3.25.	Luminarias de emergencia.	36				36	36
3.26.	Cuadro general de mando y producción.	1				1	1
3.27.	Bases de enchufe 16 A.	25				25	25
3.28.	Interruptor automático de 250 A.	1				1	1
3.29.	Interruptor automático de 160 A.	1				1	1

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo M	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales M
3.30.	Interruptor diferencial 16 A 30 mA.	1				1	1
3.31.	Interruptor magnetotérmico 7.5 A.	1				1	1
3.32.	Interruptor magnetotérmico 16 A.	3				3	3
3.33.	Interruptor magnetotérmico 20 A.	6				6	6
3.34.	Interruptor magnetotérmico 30 A.	1				1	1
3.35.	Interruptor magnetotérmico 45 A.	1				1	1
3.36.	Interruptor magnetotérmico 50 A.	1				1	1
3.37.	Interruptor magnetotérmico 63 A.	2				2	2
3.38.	Interruptor magnetotérmico 100 A.	1				1	1
3.39.	m de cable 1.5 mm ² .	50				50	50
3.40.	m de cable 2.5 mm ² .	678				678	678
3.41.	m de cable 4 mm ²	137.6				137.6	137.6

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			Largo M	Ancho m	Alto m	Parciales m	Totales M
3.42.	m de cable 6 mm ² .	75				75	75
3.43.	m de cable 10 mm ² .	50				50	50
3.44.	m de cable 16 mm ² .	364				364	364
3.45.	m de cable 35 mm ² .	472				472	472
3.46.	m de cable 50 mm ² .	335.2				335.2	335.2
3.47	m de cable 70 mm ² .	176.4				176.4	176.4
3.48.	m de cable 150 mm ² .	37				37	37
3.49.	m de cable 240 mm ² .	6				6	6
3.50.	m de cable 300 mm ² .	105				105	105
3.51	Pica de cobre Toma de tierra	1				1	1
	<u>4. Instalación de lavado y engrase.</u>						
4.1	Tren de lavado electrónico "Istobal" Modelo 4911500	1	15	3.25	3.60	1	1

Nº de Orden	DESIGNACION	Nº de Partes Iguales	DIMENSIONES LINEALES			UNIDADES	
			largo m	Ancho m	Alto M	Parciales m	Totales M
4.2	Lavadora Istopres “AC” Modelo 5461600	1	1.2	0.4	0.45	1	1
4.3	Lavadora Istopres “AC” Modelo 5461800	1	1.2	0.5	0.5	1	1
4.4	Aspirador de polvo “Istobal” Modelo 4010000	3	0.4	0.4	0.75	3	3
4.5	Bomba de engrase industrial “Samoa” Modelo 157000	1	0.4	0.4	0.8	1	1
4.6	Aspirador recogedor de aceite “Samoa” Modelo Tank-aspir 90	1	0.45	0.45	1.3	1	1
4.7	Compresor “Atlas Copco” Modelo GA 11 ⁺ -10	1	80	56	1.05	1	1
4.8	Depósito “Kliner ibérica” Modelo R.N.S.-200	2	40	40	1.4	2	2
4.9	Depósito 8 m ³	1	2	2	2	1	1

6. PRESUPUESTO

6.1. PRECIOS UNITARIOS

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €	Importe €
	<u>1. Obra Civil.</u>		
1.1.	Explanación y compactación de tierra con apisonadora sin aporte	4.2	
1.2.	Excavación zunchos de atado	5.5	
1.3.	Excavación de zanjas de saneamiento	5.5	
1.4.	Excavación de zapatas	5.5	
1.5.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación	52	
1.6.	Kg de redondo B 400 S diámetro 4. (Para estribos de zuncho)	0.72	
1.7.	Kg de redondo B 400 S diámetro 16 (Para zuncho de atado)	0.72	
1.8.	Kg de redondos de diámetro 16 B 400 S	0.72	
1.10.	Kg de redondos de diámetro 20 B 400 S	0.72	
1.11.	Kg de redondos de diámetro 25 B 400 S	0.72	
1.12.	m ³ de Hormigón HA-25 para zuncho	52	
1.13.	m ² de mallazo electrosoldado para solera, diámetro 16 a 125 mm.	1.52	
1.14.	m ³ de árido de río para relleno.	6.85	

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €	Importe €
1.15.	m ² de fabrica de bloques de hormigón 40×20×20 cm	13.2	
1.16.	Ventana de la nave (De dos hojas correderas)	422	
1.17.	Ventana de la nave (De una hoja girada)	354	
1.18.	Puerta de acceso a las oficinas	130	
1.19.	Puerta de despacho	120	
1.20.	Puerta de vestuario	122	
1.21.	Puerta de servicio	110	
1.22.	Puerta del almacén	124.3	
1.23.	Puerta de sala de máquinas	176	
	<u>2. Estructura metálica</u>		
2.1.	Kg de pilares realizados en HEB-280	0.72	
2.2.	Kg de pilares realizados en HEB-100	0.72	
2.3.	Kg de pilares realizados en HEB-100	0.72	
2.4.	Kg de las vigas de atado de los pórticos 2 realizadas en IPN-160	0.72	
2.5.	Kg de las vigas de atado del pórtico 1 realizadas en IPN-200	0.72	

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €	Importe €
2.6.	Kg de los dinteles de las puertas de entrada realizados en IPN-500	0.72	
2.7.	Kg del perfil □ 40×2 de la cercha.	0.72	
2.8.	Kg del perfil □ 40×2 de la celosía.	0.72	
2.9.	Kg del perfil □ 120×6 de la celosía.	0.72	
2.10.	Kg del perfil □ 80×6 de la celosía.	0.72	
2.11.	Kg del perfil □ 90×5 de la celosía.	0.72	
2.12.	m ² de placa tipo sandwich para la cubierta.	61.2	
2.13.	m de Canalón conformado en chapa para recogida de agua pluvial.	0.57	
2.14.	m ² de placa prelacada lateral de cerramiento lateral de la nave	6.57	
2.15.	Kg de □ 60.2 doble para el cerramiento lateral de la nave.	0.72	
2.16.	Kg de correa en perfil ZF 120.2.5	0.72	
2.17	m ³ de placas de anclaje	0.72	

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €	Importe €
	<u>3. Instalaciones</u>		
3.1	Inodoro.	81.5	
3.2.	Lavabo.	82.9	
3.3.	Platos de ducha	76	
3.4.	Bote sifónico	9.8	
3.5.	m. tubo PVC. Diámetro 40 mm.	1.6	
3.6.	m. tubo PVC. Diámetro 63 mm.	2.5	
3.7.	m. tubo PVC. Diámetro 110 mm.	8.3	
3.8.	m. tubo PVC. Diámetro 180 mm.	12.3	
3.9.	m. tubo PVC. Diámetro 200 mm.	19.2	
3.10.	Codo 90° diámetro 40mm.	0.62	
3.11.	Codo 90° diámetro 63mm.	2.6	
3.12.	Codo 90° diámetro 100mm.	3.2	
3.13.	Llave general de paso diámetro 32 mm.	12.7	
3.14.	Contador general diámetro 15 mm.	137.6	

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €.	Importe €.
3.15.	Hidromezclador manual diámetro 16	188.5	
3.16.	Válvula diámetro 16	4.9	
3.17.	Válvula diámetro 32	6.3	
3.18.	Calentador acumulador eléctrico	274.5	
3.19.	m. Tubería PEX diámetro 16 mm.	1.8	
3.20.	m. Tubería PEX diámetro 25mm.	4.2	
3.21.	m. Tubería PEX diámetro 32 mm.	6.3	
3.22.	Lámparas de vapor de mercurio color corregido 400 w.	255.8	
3.23.	Luminarias (2×58) w.	127.4	
3.24.	Luminarias (2×36)w.	100	
3.25.	Luminarias (2×18) w.	71.2	
3.26.	Luminarias de emergencia.	83.4	
3.27.	Cuadro general de distribución	38.8	
3.28.	Bases de enchufe 16 A.	7.6	

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €.	Importe €.
3.29.	Interruptor automático de 250 A.	1296	
3.30.	Interruptor automático de 160 A.	558.4	
3.31.	Interruptor diferencial 16 A 30 mA.	115.5	
3.32.	Interruptor magnetotérmico 7.5 A.	21	
3.33.	Interruptor magnetotérmico 16 A.	44.8	
3.34.	Interruptor magnetotérmico 20 A.	46.3	
3.35.	Interruptor magnetotérmico 30 A.	52.2	
3.36.	Interruptor magnetotérmico 45 A.	73.4	
3.37.	Interruptor magnetotérmico 50 A.	84.9	
3.38.	Interruptor magnetotérmico 63 A.	112.3	
3.39.	Interruptor magnetotérmico 100 A.	280.4	
3.40.	m de cable 1.5 mm ² .	0.19	
3.41.	m de cable 2.5 mm ² .	0.30	
3.42.	m de cable 4 mm ²	0.72	
3.43.	m de cable 6 mm ² .	1.1	

Nº de Orden	Designación	Precio Unitario €.	Importe €.
3.44.	m de cable 10 mm ² .	1.9	
3.45.	m de cable 16 mm ² .	2.7	
3.46.	m de cable 35 mm ² .	4.7	
3.47.	m de cable 50 mm ² .	6.6	
3.48.	m de cable 70 mm ² .	8.4	
<u>4. Instalación de lavado y engrase.</u>			
4.1	Tren de lavado electrónico “Istobal” Modelo 4911500	11204.8	
4.2	Lavadora Istopres “AC” Modelo 5461600	3741	
4.3	Lavadora Istopres “AC” Modelo 5461800	5331.3	
4.4	Aspirador de polvo “Istobal” Modelo 4010000	723	
4.5	Bomba de engrase industrial “Samoa” Modelo 157000	247.5	
4.6	Aspirador recogedor de aceite “Samoa” Modelo Tank-aspir 90	804.2	
4.7	Compresor “Atlas Copco” Modelo GA 11 ⁺ - 10	5887	
4.8	Depósito “Kliner ibérica” Modelo R.N.S.-200	1265	

4.9	Depósito 8 m ³	4527	

6.2. PRESUPUESTO PARCIAL

6.2.1. Obra civil

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
1.1.	Compactación de tierra con apisonadora sin aporte	4160	4.2	17472
1.2.	Excavación zunchos de atado	193	5.5	1061.5
1.3.	Excavación de zanjas de saneamiento	16.79	5.5	92.3
1.4.	Excavación de zapatas	70.57	5.5	388.1
1.5.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo A.	66.09	52	3436.7
1.6.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo B.	2.618	52	136.1
1.7.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo C.	0.28	52	14.56
1.8.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo D.	1.008	52	52.41
1.9.	m ³ de hormigón HA-25 para zapatas de cimentación Tipo E.	0.576	52	2.99
1.10.	m ³ de Hormigón HA-25 para zuncho	30.88	52	1605.7
1.11.	m ³ de hormigón HA-25 para solera.	665.6	52	34611.2

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
1.12.	Kg de redondos de diámetro 4 B 400 S. (Para estribos de zuncho)	3990	0.72	2872.8
1.13.	Kg de redondos de diámetro 16 B 400 S	262	0.72	188.6
1.14.	Kg de redondos de diámetro 16 B 400 S (Para zunchos)	6902	0.72	4969.4
1.18.	m ³ de árido de río para relleno.	240	6.85	1644
1.19.	m ² de fábrica de bloques de hormigón 40 × 20 × 20 cm.	952	13.2	12566.4
1.20.	Ventanas de la nave (De dos hojas correderas)	18	422	7596
1.21.	Ventanas de las oficinas (De dos hojas giradas)	2	354	708
1.22.	Ventana de las oficinas (De una hoja girada)	2	354	708
1.23.	Puertas de acceso a las oficinas.	1	130	130
1.24.	Puertas de despachos	1	120	120
1.25.	Puertas de vestuarios.	1	122	122
1.26.	Puertas de servicios.	3	110	330
1.27	Puerta del almacén	2	124.3	248.6

1.28	Puerta de la sala de máquinas	2	176	352

Subtotal Obra Civil: 98373.96 €.

6.2.2. Estructura metálica.

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
2.1.	Kg de pilares realizados en HEB-280	12978	0.72	9344.1
2.2.	Kg. de pilares realizados en HEB-100	571.2	0.72	411.3
2.3.	Kg de pilares realizados en HEB-100	856.8	0.72	616.9
2.4.	Kg de las vigas de atado de los pórticos 2 realizadas en IPN-160	716	0.72	515.5
2.5.	Kg. de las vigas de atado del pórtico 1 realizadas en IPN-200	631.2	0.72	454.5
2.6.	Kg. de los dinteles de las puertas de entrada realizadas en IPN-500	2538	0.72	1827.4
2.7.	Kg. del perfil □ 40×2 de la cercha.	2097	0.72	1509.8
2.8.	Kg. del perfil □ 40×2 de la celosía.	182.4	0.72	131.3
2.9.	Kg. del perfil □ 120×6 de la celosía.	3280	0.72	2361.6

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
2.10.	Kg. del perfil □ 80×6 de la celosía.	2080	0.72	1497.6
2.11.	Kg. del perfil □ 90×5 de la celosía.	2188	0.72	1575.4
2.12.	m ² de placa tipo sandwich para la cubierta.	1011	6.2	6268.2
2.13.	m de Canalón conformado en chapa para recogida de agua pluvial.	160	0.57	91.2
2.14.	m ² de placa prelacada lateral de cerramiento lateral de la nave	96	6.57	630.72
2.15.	Kg de □ 60.2 para el cerramiento lateral de la nave.	123.5	0.72	88.9
2.16.	Kg de correa en perfil IPN-120	12544	0.72	9031.7
2.17.	m ³ de placas de anclaje	0.029	0.72	0.020

Subtotal Estructura: 36356.14 €.

6.2.3. Instalaciones

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
3.1.	Inodoros.	3	81.5	244.5
3.2.	Lavabos.	3	82.9	248.7
3.3.	Platos de ducha	1	75.9	75.9
3.4.	Botes sifónicos	2	9.8	19.6
3.5.	m. tubo PVC. Diámetro 40 mm.	25	1.60	40
3.6.	m. tubo PVC. Diámetro 63 mm.	35	2.5	87.5
3.7.	m. tubo PVC. Diámetro 110 mm.	95	8.3	788.5
3.8.	m. tubo PVC. Diámetro 180 mm.	85	12.3	1045.5
3.9.	m. tubo PVC. Diámetro 200 mm.	60	19.2	1152
3.10.	Codo 90° diámetro 40 mm.	4	0.62	2.48
3.11.	Codo 90° diámetro 63 mm.	8	2.6	20.8
3.12.	Llave general de paso diámetro 32 mm.	1	12.7	12.7
3.13.	Contador general diámetro 15 mm.	1	137.6	137.6

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
3.14.	Hidromezcladores manuales diámetro 16 mm	4	186.9	747.6
3.15.	Válvula diámetro 16 mm	7	4.9	34.3
3.16.	Válvula diámetro 32 mm	3	6.3	18.9
3.17.	Calentador acumulador eléctrico	2	274.4	548.8
3.18.	m. Tubería PEX diámetro 16 mm.	90	1.83	164.7
3.19.	m. Tubería PEX diámetro 25 mm.	20	4.2	84
3.20.	m. Tubería PEX diámetro 32 mm.	5	6.3	31.5
3.21.	Lámparas de vapor de mercurio color corregido 400 w.	33	255.7	8438.1
3.22.	Luminarias (2×58) w.	6	127.4	764.4
3.23.	Luminarias (2×36) w.	1	99.9	99.9
3.24.	Luminarias (2×18) w.	1	71.8	71.8
3.25.	Luminarias de emergencia.	36	83.4	3002.4
3.26.	Cuadro general de mando y producción.	1	38.8	38.8
3.27.	Bases de enchufe 16 A.	25	7.6	190

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
3.28.	Interruptor automático de 250 A.	1	1296.05	1296.05
3.29.	Interruptor automático de 160 A.	1	558.4	558.4
3.30.	Interruptor diferencial 16 A 30 mA.	1	115.5	115.5
3.31.	Interruptor magnetotérmico 7.5 A.	1	21	21
3.32.	Interruptor magnetotérmico 16 A.	3	44.8	134.4
3.33.	Interruptor magnetotérmico 20 A.	6	46.3	277.8
3.34.	Interruptor magnetotérmico 30 A.	1	52.2	52.2
3.35.	Interruptor magnetotérmico 45 A.	1	73.6	73.6
3.36.	Interruptor magnetotérmico 50 A.	1	84.9	84.9
3.37.	Interruptor magnetotérmico 63 A.	2	112.3	224.6
3.38.	Interruptor magnetotérmico 100 A.	1	280.4	280.4
3.39.	m de cable 1.5 mm ² .	50	0.19	9.5
3.40.	m de cable 2.5 mm ² .	678	0.30	203.4
3.41.	m de cable 4 mm ²	137.6	0.72	99.1
3.42.	m de cable 6 mm ² .	75	1.06	79.5

3.43.	m de cable 10 mm ² .	50	1.89	94.5
3.44.	m de cable 16 mm ² .	364	2.75	1001
3.45.	m de cable 35 mm ² .	472	4.75	2242
3.46.	m de cable 50 mm ² .	335.2	6.63	2222.4
3.47.	m de cable 70 mm ² .	176.4	8.4	1481.8
3.48.	m de cable 150 mm ² .	37	12.4	458.8
3.49.	m de cable 240 mm ² .	6	22.7	136.2
3.50.	m de cable 300 mm ² .	105	28.4	2982
3.51.	Pica de cobre Toma de tierra	1	27.7	27.7

Subtotal Instalaciones: 32258.73 €.

6.2.4. Instalación de lavado y engrase

Nº de Orden	Designación	Nº de Unidades	Precio Unitario €.	Importe €.
4.1	Tren de lavado electrónico “Istobal” Modelo 4911500	1	112048.2	112048.2
4.2	Lavadora Istopres “AC” Modelo 5461600	1	3740.96	3740.96
4.3	Lavadora Istopres “AC” Modelo 5461800	1	5331.3	5331.3
4.4	Aspirador de polvo “Istobal” Modelo 4010000	3	722.9	2168.7
4.5	Bomba de engrase industrial “Samoa” Modelo 157000	1	247.5	247.5
4.6	Aspirador recogedor de aceite “Samoa” Modelo Tank-aspir 90	1	804.2	804.2
4.7	Compresor “Atlas Copco” Modelo GA 11 ⁺ - 10	1	5886.9	5886.9
4.8	Depósito “Kliner ibérica” Modelo R.N.S.-200	2	1265.06	2530.1
4.9	Depósito 8 m ³	1	4527.1	4527.1

Subtotal Instalación de lavado y engrase: 137284.96 €.

6.3. PRESUPUESTO TOTAL

Nº de Orden	Designación	Importe €
1	Obra Civil	98373.96
2	Estructura Metálica	36356.14
3	Instalaciones	32258.73
4	Instalación de lavado y engrase	137284.96
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	304273.79
	<i>GASTOS GENERALES 13%</i>	39555.59
	<i>BENEFICIO INDUSTRIAL 6%</i>	18256.42
	PRESUPUESTO TOTAL	362085.80
	<i>IVA 21%</i>	76038.01
	PRESUPUESTO CONTRATA TOTAL	438123.81
	PRESUPUESTO GENERAL TOTAL	438123.81

El total del presupuesto asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL CIENTO VEINTITRÉS EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

Linares, 25 de Mayo 2016.

Fdo: Jesús Salvador Martínez Casado.