

## **TOMO II**

# **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn  
Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

**Marzo 2024**

## Índice del proyecto

- Documento nº 1: Memoria y anejos a la memoria..
  - Anejo 1: Cálculos eléctricos.
  - Anejo 2: Estudio de campos magnéticos.
  - Anejo 3: Estudio de gestión de RCD.
  - Anejo 4: Prevención de incendios.
  - Anejo 5: Cronograma.
  - Anejo 6: Desmantelamiento.
  - Anejo 7: Estudio hidrológico.
  - Anejo 8: RBDA.
- Documento nº 2: Estudio de seguridad y salud.
  - 1. Memoria.
  - 2. Pliego de condiciones.
  - 3. Presupuesto.
  - 4. Planos.
- Documento nº 3: Planos.
  - 1.0. Portada.
  - 1.1. Situación.
  - 1.2. Emplazamiento.
  - 1.3. Trazado.
  - 1.4. Afecciones.
  - 1.5. Detalle zanjas MT.
  - 1.6. Detalle arquetas MT.
  - 1.7. Conexión de pantallas.
  - 1.8. Perforación Horizontal Dirigida.
  - 1.9 Detalle centro de protección y medida.
  - 1.10 Esquema unifilar en MT.

- 2.0. Portada.
  - 2.1. Inundabilidad. Cuencas de Estudio.
  - 2.2. Inundabilidad T10 años. Mapa de Calados.
  - 2.3. Inundabilidad T10 años. Mapa de Calados (I).
  - 2.4. Inundabilidad T10 años. Mapa de Calados (II).
  - 2.5. Inundabilidad T10 años. Mapa de Velocidades.
  - 2.6. Inundabilidad T10 años. Mapa de Velocidades (I).
  - 2.7. Inundabilidad T10 años. Mapa de Velocidades (II).
  - 2.8. Inundabilidad T50 años. Mapa de Calados.
  - 2.9. Inundabilidad T50 años. Mapa de Calados (I).
  - 2.10. Inundabilidad T50 años. Mapa de Calados (II).
  - 2.11. Inundabilidad T50 años. Mapa de Velocidades.
  - 2.12. Inundabilidad T50 años. Mapa de Velocidades (I).
  - 2.13. Inundabilidad T50 años. Mapa de Velocidades (II).
  - 2.14. Inundabilidad T100 años. Mapa de Calados.
  - 2.15. Inundabilidad T100 años. Mapa de Calados (I).
  - 2.16. Inundabilidad T100 años. Mapa de Calados (II).
  - 2.17. Inundabilidad T100 años. Mapa de Velocidades.
  - 2.18. Inundabilidad T50 años. Mapa de Velocidades (I).
  - 2.19. Inundabilidad T50 años. Mapa de Velocidades (II).
  - 2.20. Inundabilidad. Zonificación.
- Documento nº 4: Pliego de condiciones.
  - Documento nº 5: Presupuesto.

## **Documento nº 1: Memoria**

# **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn**

**Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

<b>MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>4</b>
<b>1. DATOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR.....	5
1.3. ORDEN DE ENCARGO.....	5
1.4. DATOS DEL PROYECTISTA .....	5
1.5. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	6
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN .....</b>	<b>9</b>
2.1. INFORMACIÓN GENERAL .....	9
2.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	9
2.3. TRAZADO .....	10
2.4. AFECCIONES DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN .....	11
2.4.1. AFECCIÓN A LÍNEAS ELÉCTRICAS .....	12
2.4.2. AFECCIÓN A CAMINOS PÚBLICOS .....	13
2.4.3. AFECCIÓN A CARRETERAS .....	15
2.4.4. AFECCIÓN A LA RED HIDROGRÁFICA .....	16
2.4.5. AFECCIÓN A VÍAS PECUARIAS .....	17
2.4.6. AFECCIÓN A LÍNEAS DE TELECOMUNICACIONES .....	19
2.4.7. AFECCIÓN A GASODUCTOS. ....	19
2.5. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....	20
2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR .....	20
2.5.2. DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES LSMT .....	21
2.5.2.1. <i>Cruzamientos</i> .....	21
2.5.2.2. <i>Calles, caminos y carreteras</i> .....	21
2.5.2.3. <i>Ferrocarriles</i> .....	21
2.5.2.4. <i>Otros cables de energía eléctrica</i> .....	21
2.5.2.5. <i>Cables de telecomunicación</i> .....	22
2.5.2.6. <i>Canalizaciones de agua</i> .....	22
2.5.2.7. <i>Canalizaciones de gas</i> .....	22
2.5.2.8. <i>Proximidades y paralelismos</i> .....	23
2.5.2.9. <i>Acometidas (conexiones de servicio)</i> .....	24
2.5.3. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS LSMT .....	24
2.5.3.1. <i>Condiciones generales</i> .....	24
2.5.3.2. <i>Cruzamientos</i> .....	24
2.5.3.2.1. <i>Calles y carreteras</i> .....	25
2.5.3.2.2. <i>Ferrocarriles</i> .....	25
2.5.3.2.3. <i>Otros cables de energía eléctrica</i> .....	25
2.5.3.2.4. <i>Cables de telecomunicación</i> .....	25
2.5.3.2.5. <i>Canalizaciones de agua</i> .....	25
2.5.3.2.6. <i>Canalizaciones de gas</i> .....	26
2.5.3.2.7. <i>Conducciones de alcantarillado</i> .....	27
2.5.3.2.8. <i>Depósitos de carburante</i> .....	27
2.5.3.3. <i>Proximidades y paralelismos</i> .....	28
2.5.3.3.1. <i>Otros cables de energía eléctrica</i> .....	28

2.5.3.3.2.	<i>Cables de telecomunicación</i> .....	28
2.5.3.3.3.	<i>Canalizaciones de agua</i> .....	28
2.5.3.3.4.	<i>Canalizaciones de gas</i> .....	29
2.5.4.	PROTECCIÓN AVIFAUNA .....	30
<b>3.</b>	<b>CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....</b>	<b>30</b>
3.1.	EMPLAZAMIENTO.....	30
3.1.1.	JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA.....	31
3.1.2.	CLASIFICACIÓN DEL SUELO .....	31
3.1.3.	USOS DEL SUELO. ....	33
3.1.4.	CONCLUSIONES .....	34
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y SECCIONAMIENTO .....	34
3.3.	CENTRO DE HORMIGÓN PREFABRICADO .....	36
3.4.	CELDAS DE 24 kV .....	38
3.5.	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	39
3.6.	MEDIDA.....	40
3.7.	SECCIONAMIENTO .....	40
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>40</b>
4.1.	OBRA CIVIL .....	40
4.1.1.	<i>Cimentación Centro de Protección y Medida y Seccionamiento</i> .....	40
4.1.2.	<i>Canalizaciones</i> .....	41
4.1.3.	<i>Arquetas</i> .....	41
4.1.4.	<i>Medidas de Señalización y Seguridad</i> .....	42
4.1.5.	<i>Perforación horizontal dirigida</i> .....	42
4.2.	MONTAJE ELÉCTRICO .....	44
<b>5.</b>	<b>PLAN DE DESMANTELAMIENTO.....</b>	<b>46</b>
5.1.	USO FUTURO DEL ÁREA EXPLOTADA PARA LÍNEA .....	47
5.1.1.	<i>Calendario de Actuaciones</i> .....	48
5.1.2.	<i>Operaciones a Realizar en las Zonas Alteradas</i> .....	49
5.2.	RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS.....	52
5.3.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	53
5.3.1.	<i>Actividades Generadoras de Residuos Durante las Fases de Desmantelamiento</i> .....	53
5.3.2.	<i>Gestión Interna de los Residuos</i> .....	53
5.3.3.	<i>Gestión Interna de los Residuos No Peligrosos</i> .....	53
5.3.4.	<i>Gestión Externa de los Residuos</i> .....	54
5.4.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD .....	54
5.5.	PRESUPUESTO.....	55
<b>6.</b>	<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO .....</b>	<b>56</b>

## MEMORIA DESCRIPTIVA

## 1. Datos generales

### 1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las características de la Línea Subterránea de 15 kV de la PSF “Labrador”, de 6,291 MWp de potencia pico y 5,00 MWn de potencia instalada, para la legalización ante los organismos correspondientes.

La energía generada en instalación fotovoltaica PSF Labrador se conduce mediante una línea subterránea de media tensión desde la estación de potencia de la isla este hasta el punto de conexión, concedido en el tramo de línea comprendido entre la STR NAVALCARNERO y el CT DEHESA 13-NER (15 kV), propiedad de I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U., situado en T.M. Navalcarnero (Madrid).

La instalación fotovoltaica y su línea de evacuación se proyectan en el municipio de Navalcarnero municipio perteneciente a la provincia de Madrid.

La finalidad del presente documento es servir de proyecto para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa, aprobación del proyecto de ejecución y evaluación de impacto ambiental.

### 1.2. Identificación del titular

El titular del proyecto es la sociedad Imagesol, S.L., con C.I.F: B-06.844.559 y con domicilio a efectos de notificaciones en Glorieta Ruiz Jimenez, 3, Planta 1, Puerta DR 28015, Madrid, Madrid.

### 1.3. Orden de encargo

La sociedad mercantil Imagesol, S.L., con domicilio en Glorieta Ruiz Jimenez, 3, Planta 1, Puerta DR de Madrid y CIF: B-06.844.559, encarga a D.

en representación de Ingnova Enterprise, S.L. con domicilio a efectos de notificaciones en C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004) y CIF: B- , la elaboración del “**Proyecto Ejecutivo de Infraestructuras de Evacuación PSF Labrador en el T.M. De Navalcarnero (Madrid)**”

### 1.4. Datos del proyectista

El presente proyecto ha sido redactado por:

- Proyectista:
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Proyectista
- Titulación: Ingeniero Industrial



- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004)
- CIF: B-56.006.984

### 1.5. Normativa de aplicación

El presente proyecto básico se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

#### Normativa energética

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuo.
- Real Decreto – Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

#### Normativa Autonómica y Local

- Plan General de Ordenación Urbana de Navalcarnero.

#### Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

### **Obra civil**

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC “Secciones de firme”, de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

### **Seguridad y salud**

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las Obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

## 2. Descripción de la línea de evacuación

### 2.1. Información General

Como parte de las infraestructuras eléctricas de la PSF Labrador, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 15 kV que conectará la estación transformadora de la isla este con el punto de conexión con la línea 15 - NAVALCARNERO L-15 de 15 kV de la STR NAVALCARNERO (15 kV), en el tramo de línea comprendido entre la STR NAVALCARNERO y el CT DEHESA.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LSMT 15 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	15
Categoría	Tercera Categoría
Nudo del extremo de la red	Centro de Protección Medida y Seccionamiento
Nudo del extremo de generación	Estación de Potencia 2
Longitud (m)	5.864,23

Tabla 1. Información línea de evacuación

### 2.2. Situación y emplazamiento

La línea de evacuación subterránea se proyecta en el término municipal de Navalcarnero, provincia de Madrid. A continuación, se indican las coordenadas UTM (ETRS89-HUSO 30) del inicio y fin de la línea de evacuación:

Coordenadas de la Línea de Evacuación	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa (X)	414.521,92	414.359,88
Norte (Y)	4.464.209,46	4.461.873,33

Tabla 2. Localización línea de evacuación

La imagen siguiente muestra la localización de la LSMT de Evacuación:



Navalcarnero	037	09003	28096A03709003
Navalcarnero	037	09005	28096A03709005
Navalcarnero	037	09018	28096A03709018
Navalcarnero			3416401VK1631S
Navalcarnero			3618401VK1631S
Navalcarnero			3618402VK1631S
Navalcarnero			3618403VK1631S
Navalcarnero			3618404VK1631S
Navalcarnero			4018309VK1641S
Navalcarnero			4018308VK1641S
Navalcarnero			4018307VK1641S
Navalcarnero			4018306VK1641S
Navalcarnero			4018302VK1641S
Navalcarnero			4018301VK1641S
Navalcarnero			Sin RC 1
Navalcarnero			4119401VK1641N
Navalcarnero			4119402VK1641N
Navalcarnero			4119403VK1641N
Navalcarnero			4119409VK1641N
Navalcarnero			Sin RC 2
Navalcarnero			4720625VK1642S
Navalcarnero			45229Z9VK1642S
Navalcarnero			4522905VK1642S

Tabla 3. Parcelas afectadas línea de evacuación

A continuación, se enumeran las coordenadas UTM (ETRS89, huso 30) del principio y final de la línea de evacuación:

	X	Y
Inicio de línea en EP 2	414.521,92	4.464.209,46
Final de línea en CPM-CS	414.359,88	4.461.873,33

Tabla 4. Localización línea de evacuación.

## 2.4. Afecciones de la línea de evacuación

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por el trazado de la línea de evacuación son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Navalcarnero.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Confederación Hidrográfica del Tajo.
- Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. D.G. de Biodiversidad y Recursos Naturales. Área de Análisis Técnico y Planificación.

- Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. Área de Vías Pecuarias.
- Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. D.G. de Biodiversidad y Recursos Naturales. Área de Conservación de Montes.
- Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. D.G. de Urbanismo.
- Consejería de Cultura, Turismo y Deporte. Dirección General de Patrimonio Cultural.
- i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Red Eléctrica de España, S.A.U.
- Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF).
- Enagas S.A.

#### 2.4.1. Afección a líneas eléctricas

A lo largo del trazado de la línea se realizan varios cruzamientos con líneas eléctricas existentes:

Cruce	Propietario	Tensión	UTM ETRS89 HUSO 30	
			X	Y
1	Red Eléctrica de España (REE)	400 kV	412.522,99	4.462.761,30
2	Red Eléctrica de España (REE)	100-150 kV	413.171,36	4.461.883,91
3	Red Eléctrica de España (REE)	100-150 kV	413.889,95	4.461.723,45
4	i-DE, Redes Eléctricas Inteligentes (i-DE)	1-66 kV	414.034,17	4.461.826,62

Tabla 5. Cruzamientos con líneas eléctricas

A continuación, se muestran las líneas eléctricas aéreas existentes.



Ilustración 2. Líneas eléctricas aéreas existentes (1/2).

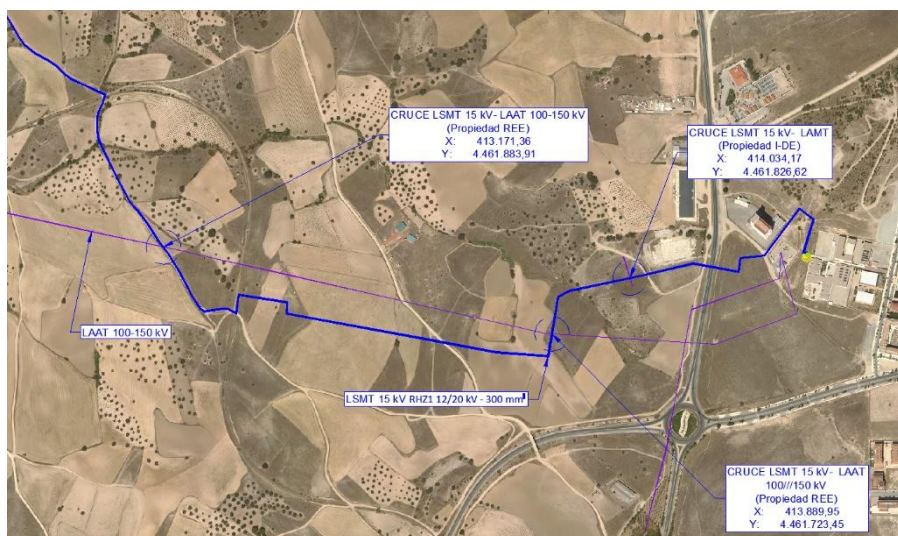


Ilustración 3. Líneas eléctricas aéreas existentes (2/2).

Al proyectarse subterránea la línea de evacuación no generará ninguna afección sobre las líneas aéreas existente.

#### 2.4.2. Afección a caminos públicos

El trazado de la línea de evacuación 15 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con caminos.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
1	Camino del Chorrero (Polígono 35 Parcela 9004)	411.030,37	4.463.576,17
2	Camino de Retamosa (Polígono 1 Parcela 9001)	411.080,37	4.463.583,52

Tabla 6. Cruzamiento caminos públicos





Ilustración 4. Caminos públicos existentes (1/3).

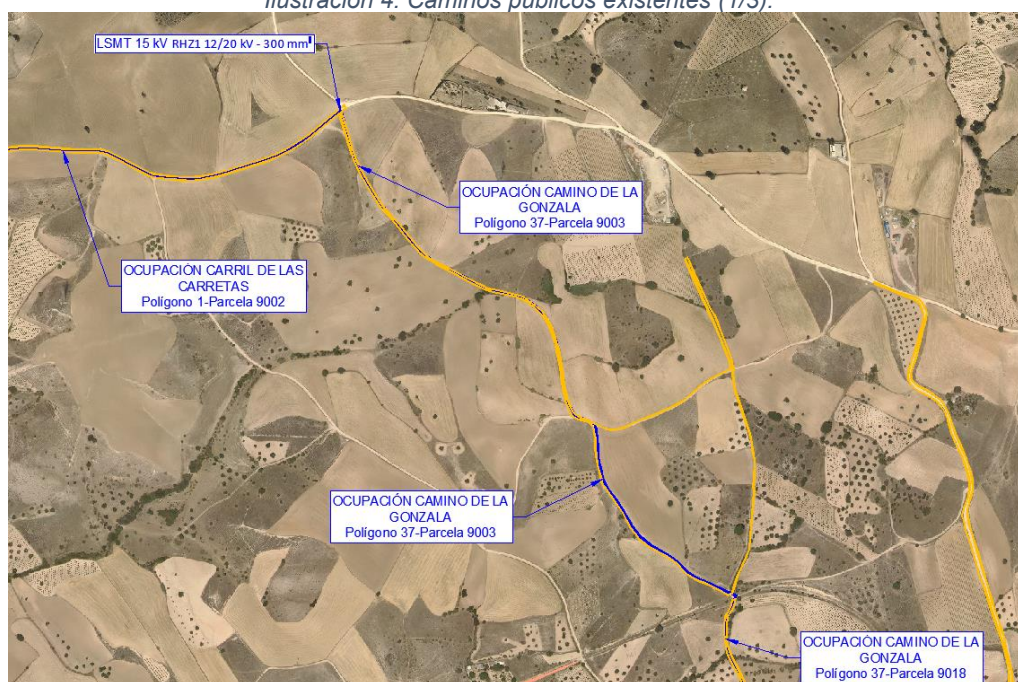


Ilustración 5 Caminos públicos existentes (2/3).



Ilustración 6 Caminos públicos existentes (3/3).

Además, el trazado subterráneo de la línea de evacuación ocupará los siguientes caminos catastrales:

- Camino del Chorrero - Polígono 35 Parcela 9004
- Carril de las Carretas - Polígono 1-Parcela 9002
- Camino de la Gonzala - Polígono 37-Parcelas 9003, 9018

### 2.4.3. Afección a carreteras

El trazado de la línea subterránea de evacuación en 15 kV, presenta el siguiente cruce con la M-600.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
1	M-600 (Carretera Autonómica)	414.181,55	4.461.851,87

Tabla 7. Cruzamiento carreteras



Ilustración 7. Afección a carreteras.

## 2.4.4. Afcción a la red hidrográfica

El trazado de la línea subterránea de evacuación en 15 kV, objeto de este proyecto, tiene los siguientes cruzamientos en las siguientes coordenadas:

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
1	Arroyo Innominado (Confederación Hidrográfica del Tajo)	411.034,14	4.463.578,45
2	Arroyo de Doña Mariana (Confederación Hidrográfica del Tajo)	411.078,35	4.463.585,15
3	Arroyo del Manzanal (Confederación Hidrográfica del Tajo)	412.691,54	4.462.636,68
4	Arroyo de Alamillos (Confederación Hidrográfica del Tajo)	413.056,44	4.462.071,46
5	Arroyo de Innominado (Confederación Hidrográfica del Tajo)	413.931,22	4.461.804,69

Tabla 8. Cruzamientos

A continuación, se muestran los cauces existentes:

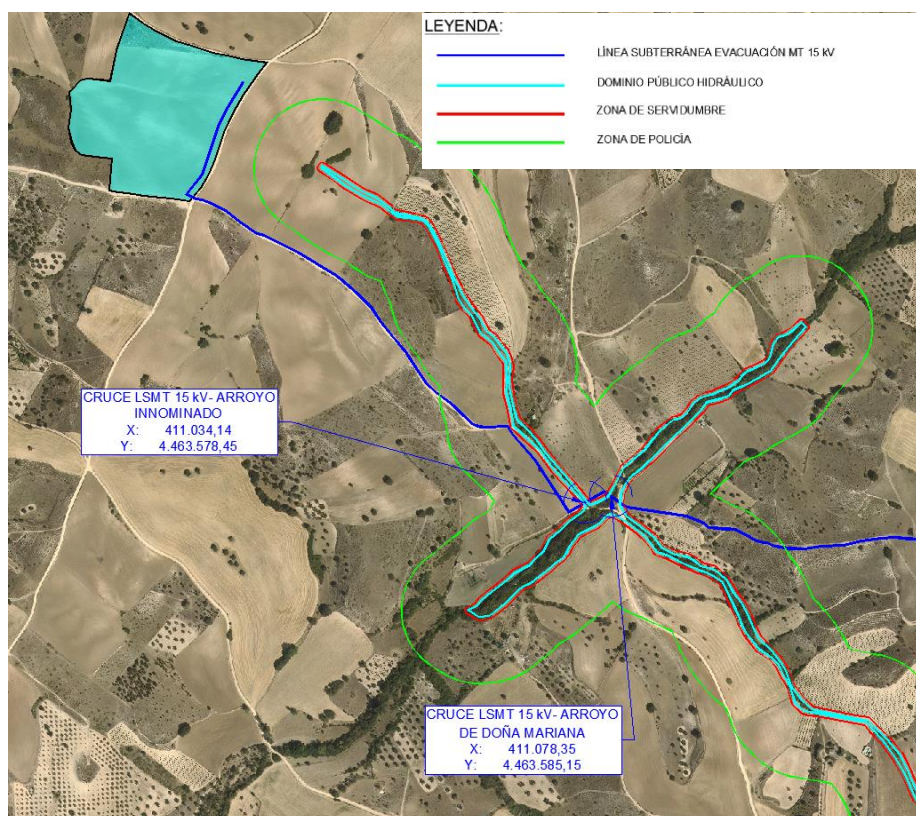


Ilustración 8. Cauces existentes (1/3)

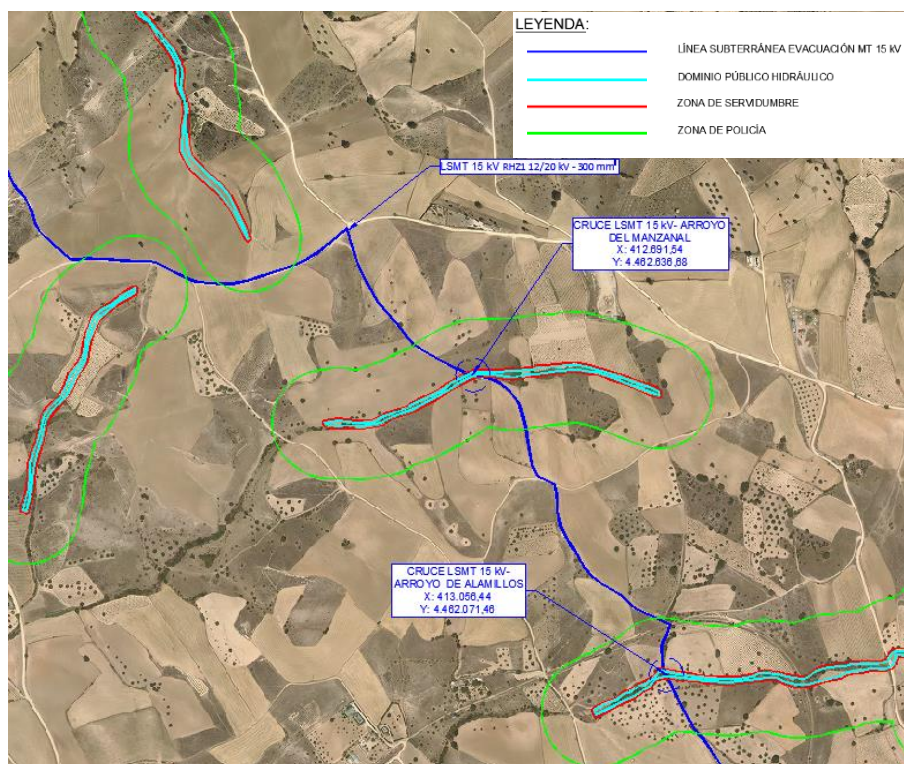


Ilustración 9. Cauces existentes (2/3)

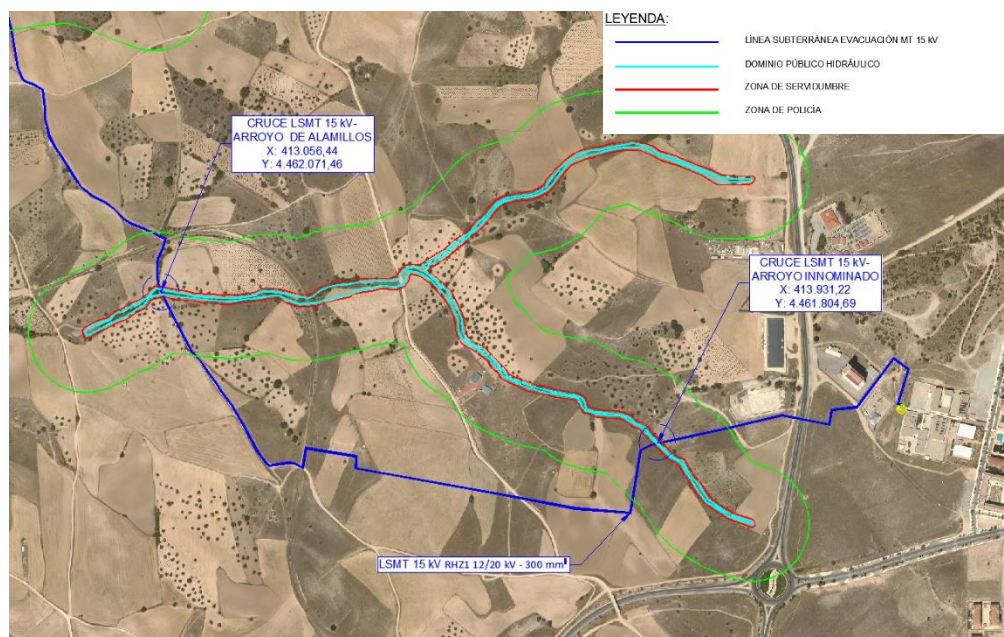


Ilustración 10. Cauces existentes (3/3)

#### 2.4.5. Afección a vías pecuarias

El trazado de la línea subterránea de evacuación en 15 kV, objeto de este proyecto presenta los siguientes cruces:

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
1	Vereda de Santa Barbara	411.448,73	4.464.035,27
2	Vereda del Pisorro	414.162,22	4.461.855,12

Tabla 9. Cruzamientos

Además de la ocupación de la Vereda Pocillo del Gobierno.



Ilustración 11. Vías Pecuarias (1/3).



Ilustración 12. Vías Pecuarias (2/3).

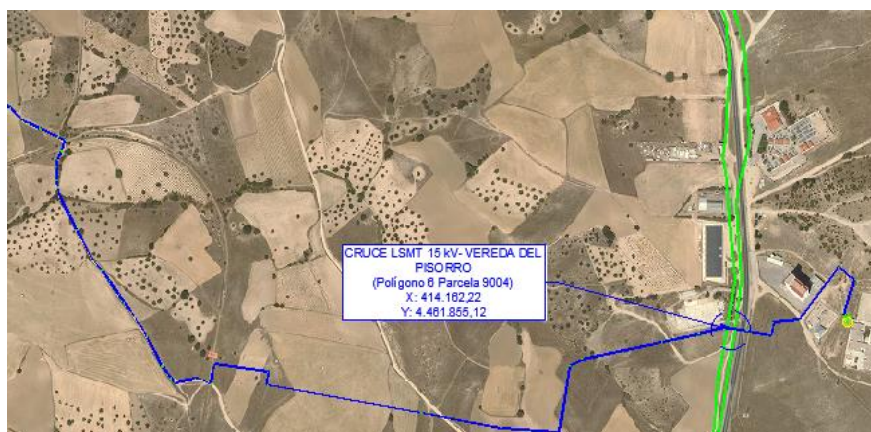


Ilustración 13. Vías Pecuarias (3/3).

#### 2.4.6. Afección a líneas de telecomunicaciones

No se identifica ninguna línea de telecomunicaciones en el trazado de la línea subterránea de evacuación en 15 kV objeto de este proyecto.

#### 2.4.7. Afección a Gasoductos.

Se identifica el siguiente cruce de la LSMT proyectada con gasoductos:

Cruce	Propietario	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
1	Enagas	412.231,86	4.462.663,67

Tabla 10. Cruces con gasoductos.

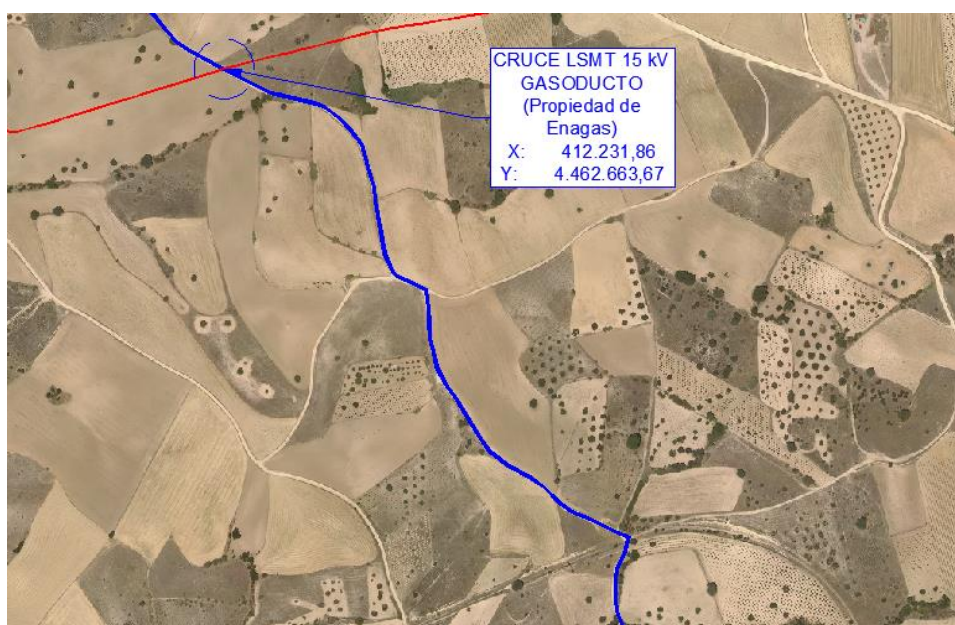


Ilustración 14. Gasoductos.

## 2.5. Características de la línea subterránea de media tensión

Las características de la línea subterránea se recogen en la siguiente tabla:

Características de la línea subterránea	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Subterránea
Inicio tramo 1	Estación de Potencia 2
Fin tramo 1	Centro de Protección, Medida y Seccionamiento.
Longitud tramo 1 (m)	5.864,23
Tipo conductor	RHZ1 12/20 kV – 300 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal de la red (kV)	15
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1

Tabla 11. Características de la línea subterránea

### 2.5.1. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 Al 12/20 kV, con sección de 300 mm<sup>2</sup> con las siguientes características.

Características Conductor 300 mm <sup>2</sup>	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228. Opcionalmente, con obturación longitudinal (cables tipo - 2OL)
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión
Nivel de Aislamiento U <sub>0</sub> /U (Um)	12/20 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección de 16 mm <sup>2</sup>
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90°C
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250°C
Sección	300 mm <sup>2</sup>

Peso aproximado	1.737 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	30,7 mm
Diámetro nomina exterior	39,8 mm
Resistencia eléctrica a 20 °C	0,101 Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	390 A
Radio de curvatura estático	0,597 m

Tabla 12. Características del conductor con sección 300 mm<sup>2</sup>.

## 2.5.2. Distancias reglamentarias a afecciones LSMT

### 2.5.2.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

### 2.5.2.2. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

### 2.5.2.3. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

### 2.5.2.4. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 15 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si



el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.2.5. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.2.6. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.2.7. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC - LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 15. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

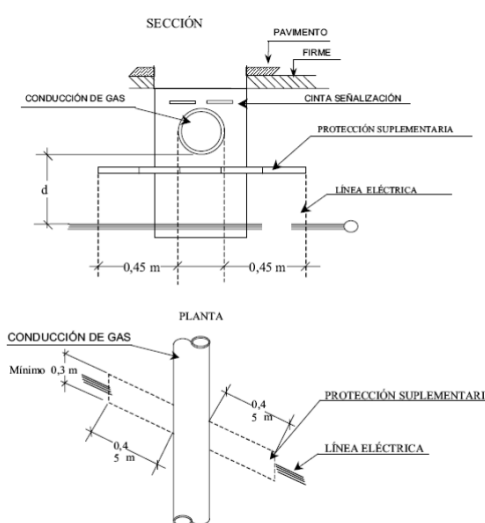


Ilustración 16. Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.2.8. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

### 2.5.2.9. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de Baja Tensión como de Alta Tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.

### 2.5.3. Cruzamientos y paralelismos LSMT

#### 2.5.3.1. Condiciones generales

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección definidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

#### 2.5.3.2. Cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de A.T.

#### 2.5.3.2.1. Calles y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

#### 2.5.3.2.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

#### 2.5.3.2.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.3.2.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.3.2.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos,

conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 2.5.3.2.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas.	En alta presión >4 bar.	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar.	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar.	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar.	0,20 m	0,10 m

*Ilustración 17. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)*

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

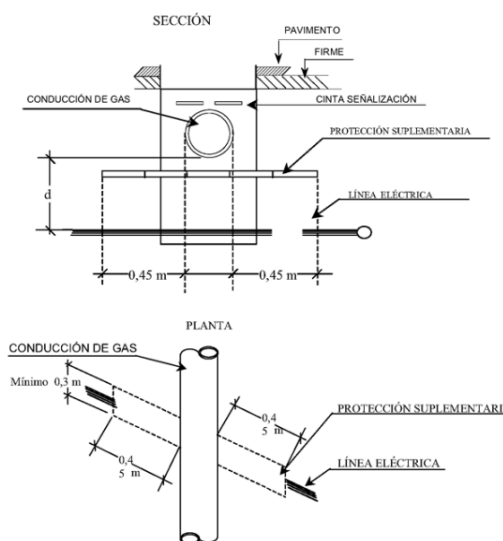


Ilustración 18. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.3.2.7. Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.3.2.8. Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

### 2.5.3.3. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de A.T. deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### 2.5.3.3.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

#### 2.5.3.3.2. Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 2.5.3.3.3. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

#### 2.5.3.3.4. Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas.	En alta presión >4 bar.	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar.	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar.	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar.	0,20 m	0,10 m

Ilustración 19. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06)

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

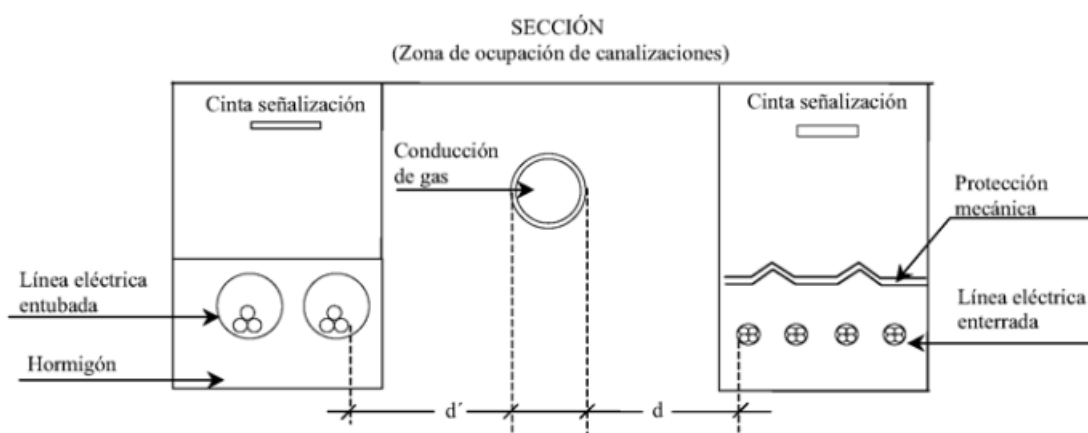


Ilustración 20. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.



### 2.5.4. Protección avifauna

En el caso que nos ocupa se proyecta una línea de evacuación de media tensión (15 kV) que discurrirá de forma subterránea en todo su trazado, por lo que no será necesario contemplar las medidas de protección de la avifauna según:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- RD 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

### 3. Centro de protección y medida y Centro de Seccionamiento

Debido a la baja disponibilidad de terreno que se tiene en las proximidades del punto propuesto por I-DE para el Centro de Seccionamiento, la recomendación de ubicarse a menos de 50 m del mismo y la obligación instalar la unidad de medida próxima al centro de seccionamiento, se opta ubicar el centro de seccionamiento y el centro de protección y medida del cliente en recintos anexos e independientes de la misma envolvente, a la cual se tendrá acceso desde la vía pública, tal y como se recoge en el artículo 2 del proyecto tipo MT 2.11.20 expuesto a continuación:

*“El Centro de Seccionamiento se ubicará en una envolvente independiente del centro particular (Centro de Seccionamiento Independiente). **Excepcionalmente cuando la disposición anterior no sea posible por causas justificadas, las celdas de seccionamiento podrán estar ubicadas en la misma envolvente que el centro particular (Centro de Seccionamiento en el centro particular) (...)**”.*

El Centro de Seccionamiento constituirá el punto frontera de la instalación a partir del cual las instalaciones serán cedidas a i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U, por lo que cumplirá sus especificaciones técnicas, y será objeto de proyecto independiente.

A continuación, se indican las características de dicho Centro de Protección y Medida y Centro de Seccionamiento

Se trata de una instalación situada aguas abajo del punto de conexión con la red de distribución, donde se ubicarán los elementos de protección y la medida de la instalación del cliente.

#### 3.1. Emplazamiento

La parcela catastral en las que se ubicará el centro protección y medida y seccionamiento es la siguiente:



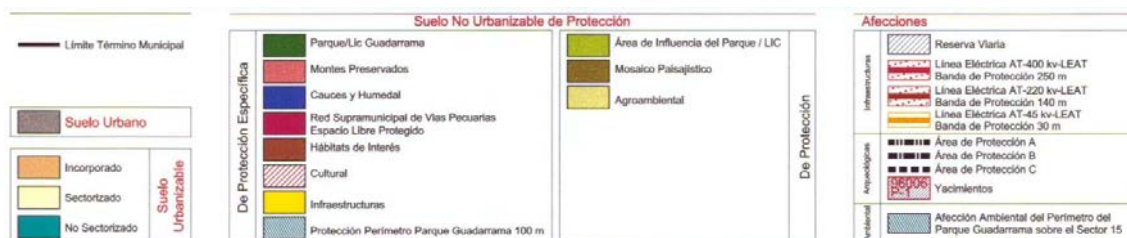
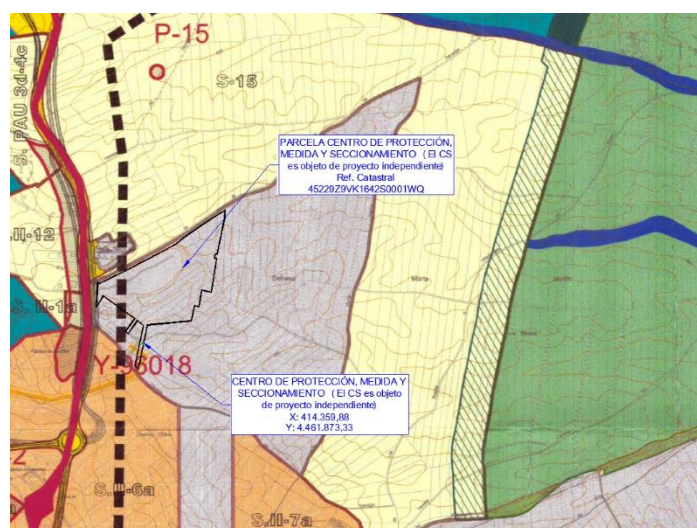


Ilustración 23. Plano de Ordenación (Plano o.01.2 Junio 2009)

El uso establecido por el PGOU para esta zona es el de Redes Públicas Estructurantes. Generales. Zonas Verdes/Espacios Libre tal y como se detalla en el plano de ordenación expuesto a continuación:

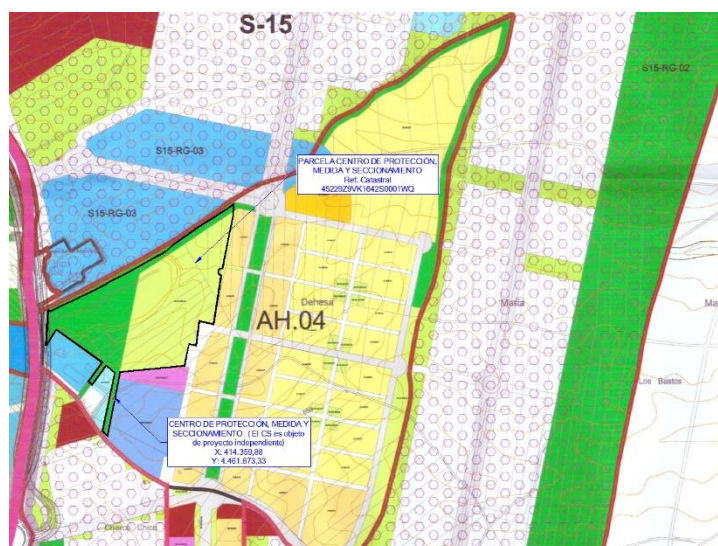


Ilustración 24. Plano de Ordenación (Plano o.04.2 Junio 2009)

También, para el diseño del trazado se ha tenido en cuenta el plan Parcial Candelaria. Se ha diseñado la LSMT para que discurra por la vía pública a lo largo de esta zona, con el objetivo de evitar generar posibles afecciones.

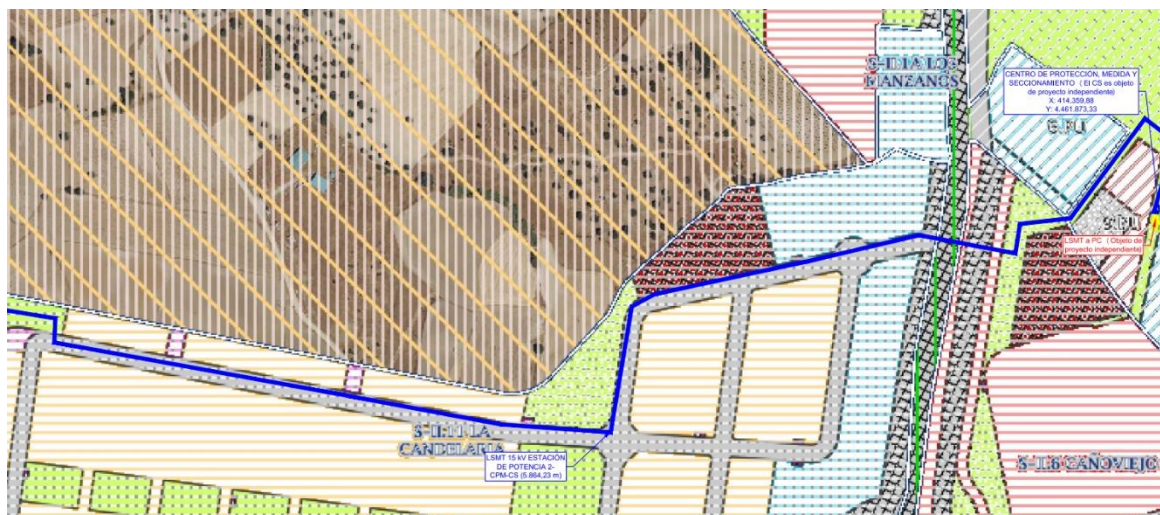


Ilustración 25. Planeamiento Refundido (<https://idem.madrid.org/cartografia/sitcm/html/visor.htm>)

### 3.1.3. Usos del Suelo.

El Título VIII. “Régimen de las Redes Públicas”, define en su artículo 8.1.3 “Clasificación de las redes Públicas” el uso como **otras Infraestructuras**, siendo este último el uso que se catalogará el CPM, ya que el resto de las infraestructuras expuestas no le serían de aplicación.

Puesto que el tipo de suelo es catalogado como “Espacio Libre”, estará regulado por el capítulo 8.6 “Red de Espacios Libres Públicos”, donde se especifica que este es de tipo “Local” en el Art 8.6.1 ya que según los planos de ordenación este no cuenta con código. La regulación en este tipo de suelo viene dada en el Art. 8.6.3, el cual indica que se aplican las directrices del Título V, donde indica que otros tipos de Servicios Infraestructurales seguirán la legislación o normativa sectorial aplicable (Art. 5.2.12) además de que en suelos Espacios Libres públicos donde se pretenda Urbanizar deberá cumplir con ciertas restricciones con los pies arbóreos (Art 5.2.13).

“ (...)”

*Para aquellos terrenos donde se va a urbanizar, se prestará atención a la existencia de pies arbóreos que serán conservados en la medida de lo posible, proponiendo su trasplante o la instalación de zonas verdes donde se ubiquen dichas manchas o pies, que en caso de ser pocos, deberán ser trasladados en su totalidad.*

*En caso de ineludible apeado de árboles existentes, se formulará una valoración que como mínimo recoja los criterios adoptados en la Norma Granada (aprobada para su aplicación en el ámbito de la Comunidad de Madrid por acuerdo del Consejo de Gobierno de 7 de noviembre de 1991). Así mismo, si de la nueva ordenación de un ámbito se desprendiera el talado de alguno de los árboles existentes quedará*

*garantizada la plantación equivalente en el propio ámbito, reservando como zona verde la superficie suficiente para su ejecución. (...)*

Por último, analizando el Título IV “Normas Generales de Uso”, se encuentra el artículo “Art. 4.1.11. Usos Compatibles”:

*“1. Son aquellos que pueden coexistir con el uso Principal o Característico sin perder ninguno de ellos las características y efectos que les son propios.*

*2. Su superficie edificada será inferior o igual al cincuenta por ciento (50%) de la superficie edificada del edificio donde se ubica”*

Puesto que el CPM-CS ocupará una superficie mínima en comparación con la parcela y no perdería su uso principal (Zona Verde/Espacio Libre), según este artículo sería un uso compatible.

### 3.1.4. Conclusiones

- El CPM-CS debe cumplir con una distancia inferior a 50 m de la ubicación propuesta por I-DE y con acceso desde una vía pública, con la ubicación actual dichas condiciones son respetadas.
- El uso de infraestructuras es permitido en el suelo Urbano calificado como Redes Públicas Estructurantes. Generales. Zonas Verdes/Espacios Libre.
- Se cumplen las condiciones expuestas en el Art. 4.1.11 (el uso es compatible con el uso de un Zona Verde/Espacio Libre) y con Art 5.2.13 (No existen pies arbóreos).

### 3.2. Descripción del centro de protección, medida y seccionamiento

El centro de protección y medida de cliente y centro de seccionamiento, según i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U, tiene una configuración de celda de línea de medida, celda de línea de protección y celda de SSAA en el lado del cliente y tres celdas de línea de protección con seccionador en el lado de la compañía, tal y como puede apreciarse en el plano 1.10. “*Esquema unifilar MT*”.

Las características generales de dicho centro propuesto para este proyecto son:

- Fabricante: SELMA o similar.
- Tipo: Centro Prefabricado de hormigón y equipamiento.
- Modelo: CTA-5B
- Frecuencia: 50 Hz
- Solución Plug & Play
- Fabricado bajo norma IEC 62271-200.
- Peso < 25 Ton.

Se adjunta una captura de los planos de planta, alzado y secciones.

CTA 24 kV Y 36 kV CENTER TIPOLOGIES															
MODEL	EXTERIOR DIMENSIONS (mm)			INTERIOR DIMENSIONS (mm)			EXCAVATION (mm)				WEI-GHT	MODEL	EXT. DIM.	INT. DIM.	
	A	B	C*	D	E	F*	G	H	I	VOL. (m³)					Tn
CTA 2B	3.100			2.940			4.100				8,66	12	CTA 2A		
CTA 3B	3.500			3.340			4.500				9,85	13	CTA 3A		
CTA 4B	4.500			4.340			5.500				11,83	16	CTA 4A		
CTA 5B	5.500	2.520	3.200	5.340	2.360	2.400	6.500	3.520	600	13,81	19	CTA 5A	3.500	2.700	
CTA 6B	6.500			6.340			7.500				15,79	22	CTA 6A		
CTA 7B	7.500			7.340			8.500				17,77	25	CTA 7A		
CTA 8B	8.500			8.340			9.500				19,75	28	CTA 8A		

\*The "A" models has the same dimensions as "B" except interior and exterior height (C y F)

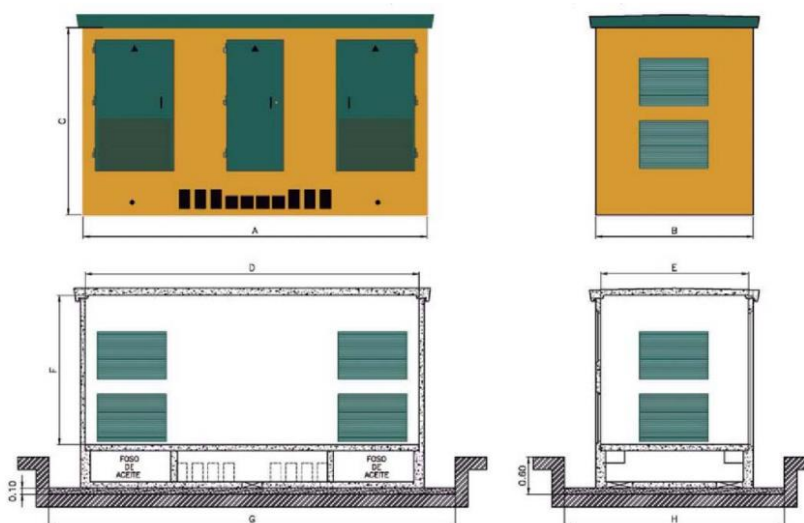


Ilustración 26. Alzado CPM-CS

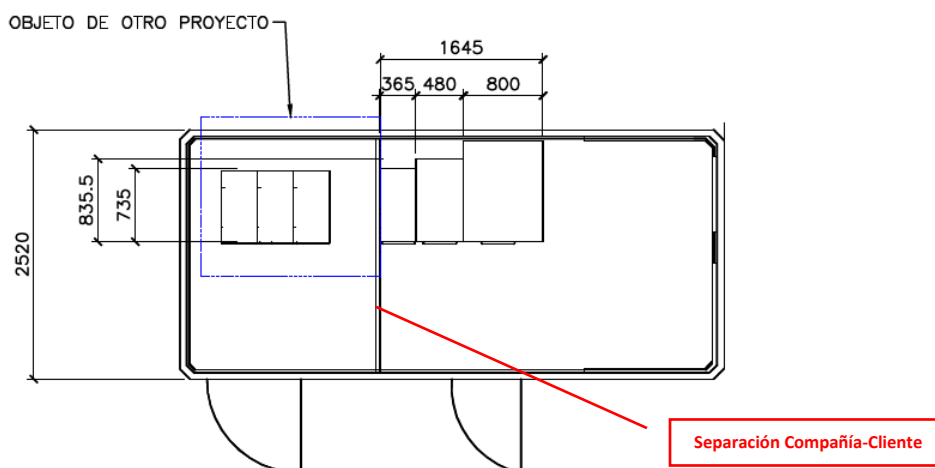
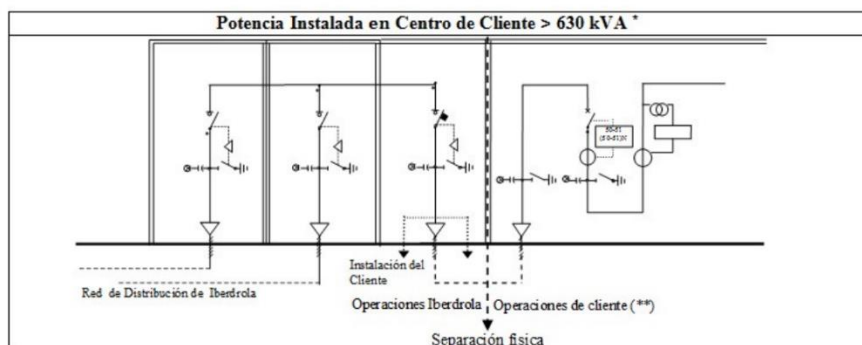


Ilustración 27. Planta CPM



\* Celda de alimentación a cliente con interruptor-seccionador con función seccionalizadora. Se entiende por función seccionalizadora la funcionalidad que permite abrir un circuito automáticamente en condiciones predeterminadas después de detectar el paso de una corriente de defecto, cuando dicho circuito está sin tensión.

\*\* Hasta 1000kVA la protección de la instalación del cliente podrá ser con fusible.

Ilustración 28. Esquema Unifilar Iberdrola (Fuente MT 2.11.20)

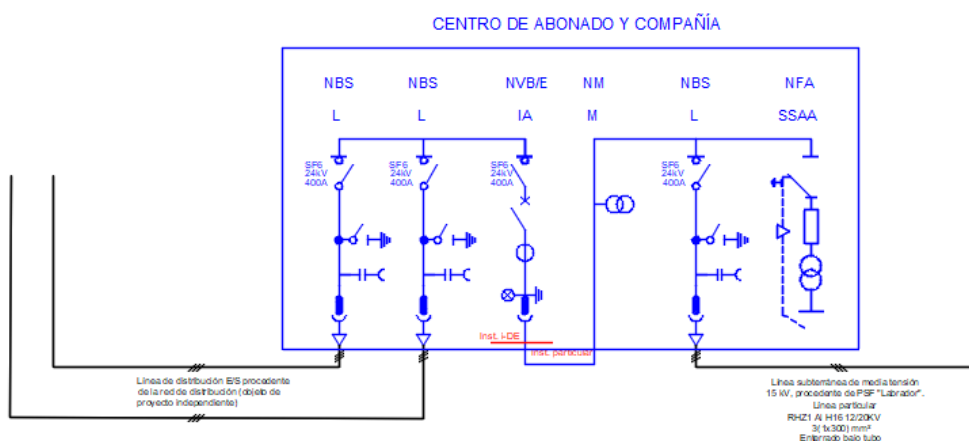


Ilustración 29. Esquema Unifilar MT PSF Labrador

### 3.3. Centro de hormigón prefabricado

El Centro de Protección y Medida y Seccionamiento estará compuesto por un edificio prefabricado modelo CTA-5B, de dimensiones exteriores: 5,50 x 2,52 x 3,20 m. Se divide en dos zonas:

- Zona de medida y protección del abonado.
- Zona de seccionamiento de la compañía.

Sus principales características son:

- Construcción tipo monobloque con hormigón armado y vibrado.
- Peso estimado 19 toneladas.

- Condiciones de servicio:
  - Sobrecarga de nieve de 250 kg/cm<sup>2</sup> en cubiertas
  - Carga de viento (presión dinámica) de 100 kg/m<sup>2</sup>, equivalente a V = 144 km/h.
  - Temperatura del aire:
    - Mínima -15° C
    - Máxima +50° C
    - Valor máximo medio diario +35° C
  - Humedad relativa del aire: 100 %

- Materia prima

Los componentes básicos del hormigón armado que se utilizan son:

- Cemento Tipo CEM II/A-V 42,5R
- Arena lavada de río
- Árido machacado o rodado de río
- Armaduras de acero tipo B500S.

- Dosificación

A fin de garantizar la resistencia y la impermeabilidad de las piezas fabricadas, se utilizan los siguientes criterios de dosificación:

- Agua: Proporción máxima en relación al cemento de 0,47.
- Arena: Proporción máxima de 2 a 1 con relación al cemento

Con estos criterios se garantiza una resistencia a la compresión de >250 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y un grado de compacidad que asegura la total impermeabilidad de las paredes, característica prácticamente imposible de conseguir con otras dosificaciones y calidades inferiores

- Solera principal

Está formada por losas construidas hormigón armado cuya sobrecarga admisible es de 500 kg/cm<sup>2</sup> éstas son registrables para permitir el acceso a la parte inferior del C.T. facilitando así la conexión de cables de la red.

- Características eléctricas

Todas las varillas, que constituyen la armadura de refuerzo de cada una de las piezas que conforman el edificio, están electro-soldadas entre sí, de forma que en cada una de las piezas existe continuidad eléctrica de su armadura, disponiendo de dos



puntos unidos a ella, accesibles en la superficie de la parte interior del edificio. A través de estos puntos, se podrá realizar la comprobación de la continuidad de cada pieza y además se realizará, la interconexión de las distintas piezas mediante latiguillos de cobre, de forma que, una vez unidas, el interior del edificio sea una superficie equipotencial.

La situación de la armadura y el proceso de fabricación del hormigón, aseguran una resistencia eléctrica superior a 10.000  $\Omega$ , después de los 28 días de la fabricación, entre la armadura y las puertas, rejillas y la superficie exterior del edificio.

- Carpintería metálica

Los elementos metálicos son dos puertas de peatón para el acceso independiente a cada uno de los recintos y rejillas de ventilación. Estos elementos están construidos con chapa laminada en frío, con galvanizado en caliente en proceso continuo, posterior pintado de polvo de poliéster, RAL 7035 LIGHT GREY.

Las rejillas de ventilación dispondrán de filtro G3 tipo manta con disposición en ZIG-ZAG.

- Cerraduras

La puerta de acceso peatonal dispondrá de una cerradura del tipo UCEM 4124 HB100I (izquierda), cerradura de pestillo accionado por llave por ambos lados, equipada con cilindro 4000 F, acabado esmaltado dorado, mano izquierda.

La puerta de transformador dispondrá de una cerradura de enclavamiento accionada por la llave que se libera con la puesta a tierra cerrada de la celda de protección.

- Acabado

El hormigón se suministra pintado en color blanco rugoso por su interior Pintura rugosa en su exterior según RAL 6011.

El acabado de la carpintería metálica de exterior será del tipo C4.

### 3.4. Celdas de 24 kV

El centro de protección y medida y seccionamiento está compuesto por un conjunto de celdas modulares marca ICET serie "N", con las siguientes características:

- Fabricado según normas IEC-62271-1, IEC-62271-102, IEC-62271-103, IEC-62271-105, IEC-62271-200.
- A prueba de arco interno.
- Aislamiento en aire.
- Corte y seccionamiento en SF6.

- Uso interior.
- Tensión asignada de aislamiento 24 kV.
- Tensión asignada 24 kV.
- Frecuencia asignada 50 Hz.
- Tensión asignada soportada a frecuencia industrial 50 kV.
- Tensión asignada a impulsos 125 kV.
- Intensidad nominal: 400 A.
- Intensidad de cortocircuito: 25 kA/1s.
- Poder de cierre asignado sobre corto circuito 40 kA.
- Estructura de chapa galvanizada.
- Pintura epoxy RAL 7030.
- Clasificación de continuidad de servicio LSC2A.
- Configuración:
  - En la zona de la compañía (seccionamiento):
    - Dos (2) Celdas de línea “NBS” 24 kV 400 A 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.
  - En la zona del abonado (protección y medida):
    - Una (1) celda de SSAA.
    - Una (1) Celda de medición con IMS y base portafusibles para transformador de tensión – NTVF24 kV 400 A 25 kA.
    - Una (1) Celda de línea “NBS” 24 kV 400 A 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.
    - Una (1) Celda de protección “NVB/E” 24 kV 400 A 25 kA. Corte en SF6 y aislamiento aire, con seccionador de puesta a tierra y detectores de presencia de tensión.

### 3.5. Sistema de puesta a tierra

Suministro e instalación de:

- Cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desde el anillo del equipo de puesta a tierra hasta la caja de conexiones del equipo de puesta a tierra, también incluido.

### 3.6. Medida

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, al Real Decreto 1164/2001 de tarifas de acceso y a la reglamentación vigente en materia de metrología y seguridad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía circulada. Asimismo, se tendrá en cuenta lo indicado en la especificación particular de i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U correspondiente en su última versión.

### 3.7. Seccionamiento

La aparamenta de seccionamiento para la evacuación de la energía generada por la planta fotovoltaica, constituirá el punto frontera de la instalación a partir del cual las instalaciones serán cedidas a i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U, por lo que cumplirán sus especificaciones técnicas. El seccionamiento previsto es objeto de proyecto independiente.

## 4. Descripción de los trabajos

### 4.1. Obra civil

#### 4.1.1. Cimentación Centro de Protección y Medida y Seccionamiento

Para la ubicación de la caseta prefabricada tipo C.T.A. es necesaria una excavación de 60 cm de profundidad y una anchura perimetral de 50 cm sobre sus dimensiones exteriores. El fondo de la excavación será una base de zahorra compactada con un grado no menor al 90% u hormigón de limpieza, sobre la cual, se pondrá un lecho de 10 cm. de arena compactada y nivelada para la perfecta colocación del equipo prefabricado.

La presión que el CTA ejerza sobre el terreno no excederá de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Al estimarse una resistencia del terreno superior a  $1 \text{ kg/cm}^2$ , no será necesario ejecutar losa de hormigón.

En el momento de ejecución de la cimentación habrá de considerarse el grado de urbanización de la zona donde se ubica en función de la cual se realizará la cimentación descrita en este punto.

## 4.1.2. Canalizaciones

### 4.1.2.1. *Canalizaciones de corriente alterna MT*

El cableado de la parte de corriente alterna irá enterrado bajo tubo a una profundidad de 1 m. cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando que las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

### 4.1.3. Arquetas

En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La colocación de arquetas se realizará a ambos lados de los cruces de caminos y en los giros del trazado.

#### 4.1.4. Medidas de Señalización y Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

#### 4.1.5. Perforación horizontal dirigida

La perforación horizontal dirigida se emplea únicamente cuando no es posible la apertura de zanjas, ya que no se altera el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierra, construcción de la propia excavación, etc.

En el presente proyecto, se plantea esta técnica ya que en el transcurso de la línea subterránea de MT prevista para la evacuación existen varios cruces con Arroyos, una Línea férrea en desuso, un gasoducto y la carretera de primer orden M-600, tal y como se expuesto en el apartado 2.4 “Afecciones de la línea de evacuación”.

PHD	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
1	Arroyo Innominado	411.034,14	4.463.578,45
2	Arroyo de Doña Mariana	411.078,35	4.463.585,15
3	Arroyo del Manzanal	412.691,54	4.462.636,68
4	Arroyo de Alamillos	413.056,44	4.462.071,46
5	Arroyo de Innominado	413.931,22	4.461.804,69
6	Gasoducto	412.231,86	4.462.663,67
7	M-600	414.181,55	4.461.851,87

Tabla 14. Perforaciones Horizontales Dirigidas Propuestas.

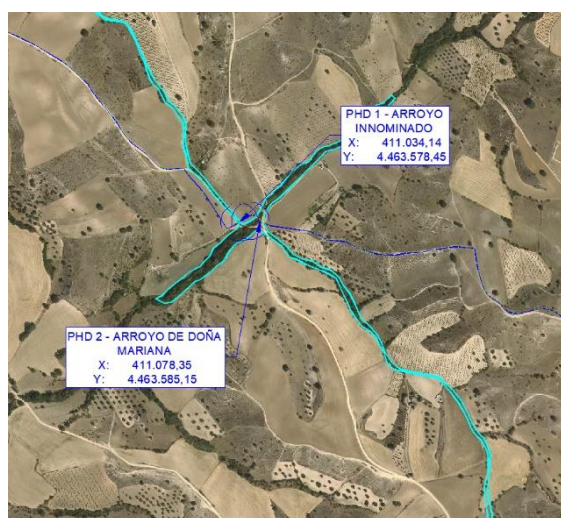


Ilustración 30. Ubicación PHD 1 y PHD 2

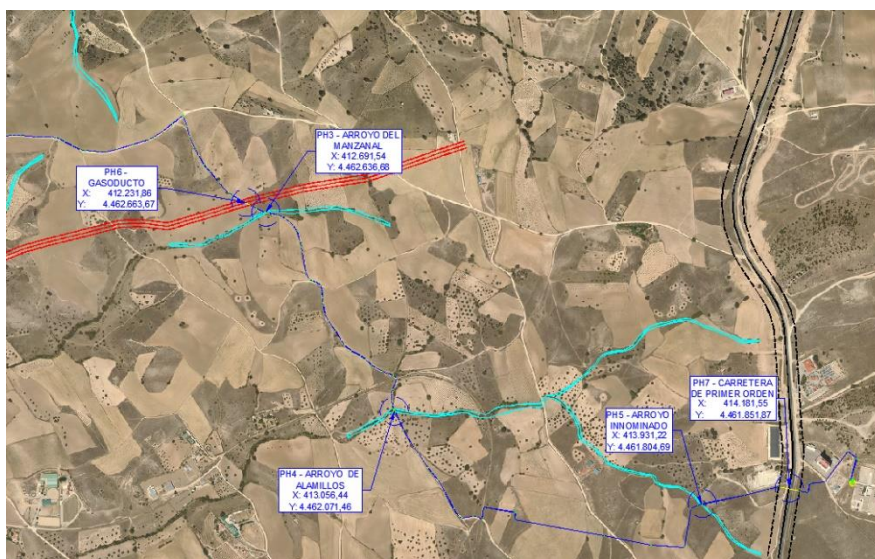


Ilustración 31. Ubicación PHD 3 a 7

En el caso de PHD 6, al tratarse de un Gasoducto, el cruce deberá adaptarse a las condiciones que imponga Enagás S.A.; en caso de que este organismo manifieste su oposición a realizar una perforación horizontal dirigida, se optará por la excavación de zanja a cielo abierto, siguiendo las prescripciones técnicas de la compañía.

En todo caso, se han respetado las zonas de servidumbres correspondientes, (Zona de Dominio Público Hidráulico para los cruces con cauces, 10 m a cada eje del trazado en el caso del gasoducto, art. 107 de la Ley 34/1998, y 30 m a cada lado del eje de la M-600).

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará una tubería metálica o una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de la humedad en el tubo.

El procedimiento de los trabajos de la perforación será el siguiente:

- Disposición: la perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.
- Perforación piloto: se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo. La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie.



Ilustración 32. Esquema del proceso de perforación piloto.

- Escariado: Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

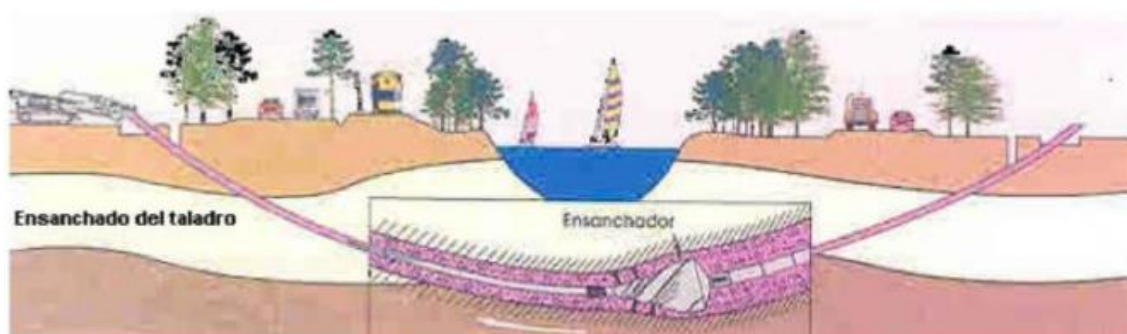


Ilustración 33. Esquema del proceso de escariado.

- Instalación de la tubería: Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

## 4.2. Montaje eléctrico

Los trabajos y elementos necesarios para la ejecución de la línea subterránea de Media Tensión son los descritos en los siguientes apartados:

### 4.2.1. Disposición del Montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

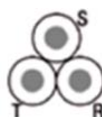


Ilustración 34. Colocación de cables en tresbolillo

Los conductores se instalarán enterrados bajo tubo.

#### 4.2.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### **Empalmes**

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

#### 4.2.3. Cable de comunicación

La zanja de la línea subterránea de evacuación de la Planta Solar Fotovoltaica cuenta con un cable de Fibra Óptica para la comunicación entre dicha Planta Solar Fotovoltaica y el Centro de Protección y Medida de destino.

Las características de este cable de comunicación serán:

- Tipo:	PKP Cable Holgado Multitubo
- Nº Fibras:	48
- Fibras por Tubos:	12
- Total de Tubos:	4
- Tubos Activos:	4
- Cubierta Interior:	Polietileno-Negro
- Elementos de Tracción:	Hilaturas de Aramida
- Cubierta Exterior:	Polietileno-Negro
- Peso (Kg/Km):	113



- Diámetro Exterior (mm): 12,6
- Máxima Tracción (N): 1000 (Operación) / 1800 (Instalación)
- Aplastamiento (N/100mm): 2500 (IEC 60794-1-21 E3)
- Rango Temperaturas: -40°C a +70°C (IEC 60794-1-22 F1)
- Radio Curvatura Mín. (mm): 20 x Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

#### 4.2.4. Sistema de Puesta a Tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



*Ilustración 35. Puesta a tierra de cubiertas metálicas*

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en formación tresbolillo.

#### 4.2.5. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

#### 4.2.6. Ensayos Eléctricos después de la Instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

### 5. Plan de desmantelamiento

La última fase del proyecto, una vez finalizada la vida útil de la planta fotovoltaica, es la de abandono. En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y adaptación del terreno al medio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Línea Subterránea de media Tensión 15 kV en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la LSMT 15 kV serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un

vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de tres meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica del CPM-CS, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la línea.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la línea de evacuación, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

### **5.1. Uso Futuro del Área Explotada para Línea**

Tal y como queda descrito en el proyecto de la instalación eléctrica los terrenos donde se asienta la misma son, en su mayoría, eminentemente agrícolas, siendo su uso habitual los cultivos herbáceos de secano y regadío. La vegetación natural esta relegada a formaciones herbáceas asociadas a esta comunidad vegetal de cultivo, y que comúnmente se combate mediante diferentes técnicas por ser consideradas malas hierbas.

Por otro lado, la mayoría de las especies herbáceas naturales, como gramíneas, papaveráceas, ranunculáceas, euforbiáceas, etc, se desarrollan sobre todo en las cunetas y orlas de los caminos de acceso existentes. En un área más amplia del ámbito de este proyecto, existe la presencia de otros cultivos como son las herbáceas de regadío.

Los usos posibles en la recuperación de terrenos alterados son muy amplios, sin embargo, el entorno social, ecológico y paisajístico, y el carácter agrícola predominante son factores para tener en cuenta, reduciendo el número de posibilidades de uso, hasta llegar a determinar la opción más adecuada.

En los casos en que los proyectos causan alteraciones de gran extensión, tales como explotaciones mineras, es posible al final de la explotación plantearse un cambio en el uso del suelo, ya que, una vez llegados a ese punto, otras opciones son menos adecuadas o incluso inviables.

Sin embargo, en el caso de una línea eléctrica, como es este caso, la superficie alterada es muy pequeña en relación con la superficie total. Además, las características de la vegetación, el suelo y la topografía permitirán en este caso que todo el terreno quede disponible para los tipos de uso que habitualmente se dan en la zona en la situación pre-operacional.

Por tanto, es normal que al final de esta explotación, y una vez ejecutado el plan de restauración de la instalación eléctrica, el uso del suelo que se daba en la zona no cambie

Por el contrario, será más que probable el aumento de la calidad ambiental de la zona, ya que en ella se podrá desencadenar, en una primera etapa de la sucesión ecológica, de especies de vegetación herbácea natural que beneficiarán tanto las condiciones químicas y de fertilidad del suelo, como el aumento de la diversidad y riqueza de especies.

En cuanto a las recomendaciones, la primera es la de evitar en todo momento (tanto en la fase de construcción, como en las de actuación y desmantelamiento) acumular basuras (independientemente de cuál sea su origen).

Durante la explanación, que se realizará preferentemente en época de baldío o barbecho de los terrenos, con el fin de no eliminar la cubierta vegetal y aprovechar así la explotación agrícola.

La tierra excavada se dispondrá en cordones de montículos de no más de un metro y medio de alto para favorecer así su posterior uso sin que la tierra pierda propiedades por su compactación.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones y consideraciones, se estima que el impacto producido por la construcción de la línea eléctrica sobre la vegetación en el área del proyecto será mínimo y no supondrá peligro alguno.

Sin embargo, y a pesar de la puesta en práctica de las medidas minimizadoras del impacto anteriormente expuestas, teniendo en cuenta las características socioeconómicas de la zona del municipio en las que se localizará la planta, en las que predomina la actividad agraria para el cultivo de herbáceos tanto de regadío como de secano, y viendo que en el horizonte de vida útil de la instalación proyectada, no se espera que esta situación cambie de tendencia, es lógico plantear la restauración orientada a la explotación agraria, es decir, la actualmente existente.

#### 5.1.1. Calendario de Actuaciones

- Las actuaciones a incluir dentro del Plan de Restauración se programan en tres momentos cronológicamente diferentes:
- Durante la fase de obras: en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas, época adecuada para la siembra, etc.), se procederá a restaurar los siguientes elementos:
- Los viales ya existentes y que han sido adecuados.

Esta restauración consistirá básicamente en la redistribución de la primera capa de tierra vegetal extraída y procedente de la explanación sobre taludes y zanjas, de manera que se conserven y desarrollen las semillas presentes en el suelo.

- Al término de la fase de explotación: se procederá a realizar las siguientes operaciones de restauración:
- Desmantelamiento de los elementos que constituyen la línea eléctrica.
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.

La planificación de la restauración queda supeditada al ritmo de ejecución de las obras, ejecutándose en el orden propuesto en este apartado.

En cuanto a las épocas adecuadas para la realización de las labores, se procurará ajustarse a lo siguiente:

- Las épocas adecuadas para la siembra coinciden con el comienzo de la estación de desarrollo, coincidiendo ó precediendo a la época de lluvias. De esta forma, las mejores fechas coinciden con los comienzos de la primavera y el final del otoño, antes de que comiencen los fríos y heladas del invierno.
- La extracción del suelo, su apilamiento, y su extendido no deben tener lugar en condiciones de humedad. Se realizará por tanto en épocas de pocas lluvias.
- La descompactación del suelo tiene igual consideración que los movimientos de tierra del punto anterior.

#### 5.1.2. Operaciones a Realizar en las Zonas Alteradas

Con las operaciones que se detallan en este apartado se trata de devolver al terreno afectado por la implantación y explotación de la línea eléctrica su valor ecológico, anulando ó disminuyendo cuando menos los impactos ambientales ocasionados.

Las actuaciones a llevar a cabo en cada zona se describen a continuación.

#### Zonas de actuación durante la fase de obras

Durante esta fase, se procederá a restaurar, en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas, época adecuada para la siembra, etc.), los siguientes elementos:

- Restauración de los viales ya existentes y que han sido adecuados.
- Restauración de zanjas de cableado.

Inicialmente, en las zonas en las que se ejecutarán las obras incluidas en el proyecto de obra se procederá a la retirada de la tierra vegetal. Esta tierra vegetal será utilizada en la restauración, por lo que deberá ser acopiada y tratada de forma conveniente.

- Las actuaciones a realizar serán las siguientes:
- Retirada de tierra vegetal.
- Acopio de tierra vegetal.
- Siembra de protección de los acopios de larga duración (más de 1 año).

### **Accesos para mantenimiento**

Los terraplenes serán mínimos para los accesos, ya que en todos los casos se trata de viales ya existentes que solo sufrirán una adecuación consistente en la mejora del firme, mediante el relleno del bacheado y el ensanche de los puntos más reducidos. Se debe proceder, por tanto, a la revegetación de los pequeños taludes formados para evitar la erosión laminar. Al no existir pendientes, siendo la topografía del terreno plana, no se espera la formación de cárcavas.

La revegetación de estas zonas se realizará al final de la ejecución de las obras. La sucesión de operaciones a realizar será la siguiente:

- Aporte de tierra vegetal en los lugares donde se hiciera necesario.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Despedregado.
- Revegetación por siembra manual o con máquinas sembradoras.

### **Zonas a Restaurar al Final de la Fase de Obras**

Una vez se haya ejecutado el total de obras civiles e instalaciones de la línea eléctrica, se podrá acometer la restauración de las zonas de cimentación que queden desnudas tras las obras.

### **Zonas de plataforma de montaje**

Una vez concluidas las obras de la instalación eléctrica se podrá acometer la restauración de aquellas zonas que han servido de asentamiento a los vehículos utilizados para su montaje.

Después del desmantelamiento de la línea eléctrica se procederá a extender una capa de tierra vegetal de un espesor de 20 cm. aproximadamente, suficiente para que la siembra posterior tenga un sustrato adecuado para su nascencia.

Por tanto, las operaciones a realizar son las siguientes:

- Aporte de tierra vegetal
- Extendido de la tierra vegetal

- Despedregado
- Revegetación por siembra manual o con máquinas sembradoras.

### Zonas de cimentación

Una vez finalizadas las obras de montaje de la planta, se procederá a restaurar la zona de cimentación del CPM-CS. Para ello, se realizarán las siguientes operaciones:

- Aporte de tierra vegetal
- Extendido de la tierra vegetal
- Despedregado
- Revegetación por siembra.

### Zonas a restaurar al final de la fase de explotación

Una vez haya concluido la explotación de la línea eléctrica, se podrán acometer las acciones de restauración encaminadas a recuperar el valor ambiental y agrícola de las zonas ocupadas por los elementos propios de la planta. Las acciones a ejecutar serán las siguientes:

- Desmantelamiento de los elementos que constituyen la línea eléctrica (metálicos, cableado y aparamenta)
- Restauración de las zonas ocupadas por los elementos desmantelados.

### Desmantelamiento de Instalaciones

Una vez concluida la explotación de la planta solar, se deberán desmantelar las instalaciones para proceder a la revegetación y que, de este modo, se consiga una situación al final del proyecto lo más parecida a la situación pre-operacional.

Las actuaciones a realizar para el desmontaje de los elementos de la planta solar serían las siguientes:

- Retirada del cableado y aparamenta: En primer lugar, se realiza la desconexión de los cables subterráneos. Posteriormente, se cargan a un camión para su transporte final a un gestor autorizado para su correcto tratamiento y reciclado.
- Retirada de las cimentaciones: Una vez libre de sus diferentes elementos, y retirada la estructura, se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones constituidas por las zapatas de hormigón. Para ello, se usará una excavadora que retirará cada pieza, cargando un camión que transportará cada bloque de hormigón hasta una planta de tratamiento de RCD's. Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados por tierra vegetal

y posteriormente se efectuará una siembra, manual o con máquinas sembradoras, con especies herbáceas presentes en la zona.

- Relleno de las zanjas del cableado subterráneo: Una vez retirado todo el cableado se procederá al relleno de la zanja.

En resumen, todo el desmontaje de los componentes se hará mediante operarios, la carga de las piezas a camiones mediante grúa y el transporte de las piezas hasta establecimiento de destino mediante camiones.

## 5.2. Reciclado y residuos no reciclables o tóxicos

Se debe tener en cuenta la posible reutilización de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento de la línea eléctrica.

En primer lugar, aclarar que durante el desmantelamiento de la instalación no se generarán residuos tóxicos o peligrosos.

Los componentes de la instalación eléctrica de la línea serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Para el resto de los elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema de vigilancia, control, medida, alumbrado, vallado, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se acopiarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso, puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

En resumen, los residuos que se generarán en el proceso de desmantelamiento y restitución son:

- Plásticos. Se entregarán a gestor autorizado de residuos plásticos para su valorización.
- Residuos de equipos eléctricos y electrónicos, como fusibles, cajas de conexión, cables eléctricos, inversor... se entregarán a gestor autorizado para el reciclado o valorización de residuos eléctricos y electrónicos.
- Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que no contienen sustancias peligrosas, como por ejemplo los resultantes de la demolición de las casetas y las cimentaciones, se transportarán a planta de reciclado de escombros inertes y restos de obra.

- Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas, se transportarán a una central de reciclado autorizada donde se reciclarán y recuperarán los metales o de compuestos metálicos.

### 5.3. Gestión de residuos

#### 5.3.1. Actividades Generadoras de Residuos Durante las Fases de Desmantelamiento

Las actividades productoras de residuos llevadas a cabo durante la fase de desmantelamiento de la línea eléctrica de evacuación son las citadas anteriormente.

Durante la fase de desmantelamiento de la línea eléctrica los residuos no peligrosos generados serán: metales, plásticos, cartón, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos... Por su parte, los residuos peligrosos generados durante esta fase serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria empleada durante el desmantelamiento, estos residuos serán aceites de motor, disolventes, envases que contienen sustancias peligrosas...así como los residuos resultantes del desmantelamiento de las instalaciones, paneles, centros de transformación...

En este sentido se hace necesario indicar que las operaciones que precisen mantenimiento de la maquinaria se harán fuera de la zona de obra, preferentemente en talleres externos, pero cabe la posibilidad de ocurrencia de averías en la maquinaria que haga que resulte inevitable realizar las operaciones in situ.

En todo momento se evitará la ocurrencia de vertidos accidentales, proporcionando una adecuada formación al personal encargado del manejo de las sustancias potencialmente contaminantes del suelo, pero pueden ocurrir, durante el transcurso de las obras, pequeños derrames o vertidos accidentales de aceites o combustibles que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

#### 5.3.2. Gestión Interna de los Residuos

Una correcta gestión interna de los residuos generados durante la fase de desmantelamiento de la línea eléctrica de evacuación resulta indispensable para evitar todo lo posible afección medioambiental derivada de la producción de residuos (vertidos incontrolados, afección a fauna...) El primer paso para la correcta gestión interna de los residuos es la delimitación de una zona destinada al almacenamiento de los mismo, que cuente con unas características concretas con respecto a sus dimensiones, estanqueidad y almacenamiento de los mismos, las cuales serán vistas a continuación:

#### 5.3.3. Gestión Interna de los Residuos No Peligrosos

Durante la fase de desmantelamiento se habilitarán zonas para el almacenamiento de los residuos no peligrosos vistos. Estas zonas serán de fácil acceso para los operarios, estarán debidamente señalizadas y la existencia de las mismas será conocida por todo el personal. En estas zonas de almacenamiento los residuos deberán



separarse correctamente y para ello existirán contenedores especializados para cada grupo de residuos. Separar los residuos en el lugar de origen permite facilitar su posterior gestión.

Para los residuos asimilables a urbanos se dispondrán contenedores para su almacenamiento, debidamente identificados, y ubicados también en la zona de almacenamiento de residuos. Además, en el lugar de origen de éstos se colocarán papeleras.

Para materiales que puedan ser reciclados como maderas, metales, restos de plásticos...se dispondrán cubas que permitan su correcta separación. Estas cubas estarán debidamente identificadas para cada tipo de residuo.

#### 5.3.4. Gestión Externa de los Residuos

Según lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor para su valorización o eliminación. La prioridad para los residuos será siempre la valorización o el reciclaje, evitando siempre que sea posible el depósito en vertedero, y siendo éste el último fin.

##### 5.3.4.1. Residuos No Peligrosos

Los restos de construcción, chatarras y plásticos serán retiradas por un gestor autorizado priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados para facilitar su valorización, se retirarán por un gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

##### 5.3.4.2. Residuos Peligrosos Generados

Los aceites usados serán retirados por un gestor autorizado, priorizando su valorización. Por su parte, el resto de los residuos peligrosos serán retirados por un gestor autorizado para un inertización y eliminación en vertedero.

#### 5.4. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

## 5.5. Presupuesto

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
<b>Instalación Eléctrica de MT</b>				
1	Ud	Desmontaje de centro de protección y medida y seccionamiento y aparamenta de los centros	155,00 €	155,00 €
5.864,23	ml	Desmontaje de la red de tierras	2,99 €	17.534,05 €
<b>Obra Civil</b>				
1	Ud	Centro de protección y medida y seccionamiento	5.000,00 €	5.000,00 €
<b>Línea de evacuación</b>				
5.864,23	ml	Desmantelamiento de conductores y zanja de línea subterránea	4,95 €	29.027,94 €

Tabla 15. Presupuesto desmantelamiento

Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento:

Resumen del Presupuesto	Cantidad
Total Instalación eléctrica de MT	17.689,05 €
Total Obra Civil	5.000,00 €
Total Línea de Evacuación	29.027,94 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>51.716,99 €</b>

Tabla 16. Resumen Presupuesto Desmantelamiento

El presupuesto total del desmantelamiento asciende a **51.716,99 €**

## 6. Resumen de presupuesto

<b>Código</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Resumen</b>	<b>Importe</b>
<b>1</b>	<b>Trabajos previos</b>		<b>33.500,00 €</b>
<b>2</b>	<b>Suministro de Equipos Principales</b>		<b>85.400,00 €</b>
<b>3</b>	<b>Obra Civil</b>		<b>54.372,03 €</b>
3.1	Cimentaciones		3.587,80 €
3.2	Canalizaciones		50.784,23 €
<b>4</b>	<b>Suministro y Montaje Mecánico</b>		<b>85.400,00 €</b>
<b>5</b>	<b>Suministro y Montaje Eléctrico</b>		<b>188.886,85 €</b>
5.1	Instalación de Media Tensión		172.408,36 €
5.2	Instalación Puesta a Tierra		16.478,49 €
<b>6</b>	<b>Control y Comunicaciones</b>		<b>66.441,73 €</b>
<b>7</b>	<b>Línea de evacuación</b>		<b>89.290,35 €</b>
7.01	Obra Civil		89.290,35 €
<b>8</b>	<b>Varios</b>		<b>33.146,74 €</b>
8.01	Seguridad y Salud		22.146,74 €
8.02	Gestión de residuos		6.000,00 €
8.03	Control de calidad y puesta en marcha		5.000,00 €
		<b>Total Presupuesto Ejecución Material</b>	<b>636.437,69 €</b>
		<b>Gastos generales (13%)</b>	<b>82.736,90 €</b>
		<b>Beneficio Industrial (6%)</b>	<b>38.186,26 €</b>
		<b>IVA (21%)</b>	<b>159.045,78 €</b>
		<b>TOTAL</b>	
		<b>TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)</b>	<b>757.360,85 €</b>
		<b>TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)</b>	<b>916.406,63 €</b>

El total del Presupuesto de Ejecución Material de la línea subterránea de evacuación de la PSF Labrador asciende a la cantidad de SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL CON CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS, I.V.A. excluido.

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata de la línea subterránea de evacuación de la PSF Labrador asciende a la cantidad de NOVECIENTOS DIECISEIS MIL EUROS CON CUATROCIENTOS SEIS EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS, I.V.A. incluido.

Córdoba, Marzo de 2024

# **Anejo 1: Cálculos eléctricos**

## **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn  
Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CÁLCULO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN EN 15 KV .....</b>	<b>3</b>
2.1. OBJETO .....	3
2.2. CRITERIOS BASE PARA EL CÁLCULO .....	3
2.3. NORMATIVA APLICABLE .....	4
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR .....	4
2.5. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN .....	5
2.6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO .....	5
2.6.1. <i>Máxima intensidad nominal</i> .....	6
2.6.2. <i>Cálculo por Caída de Tensión</i> .....	8
2.6.3. <i>Cálculo por Intensidad de Cortocircuito</i> .....	9
2.6.4. <i>Pérdida de potencia</i> .....	12
2.7. SISTEMA DE PROTECCIONES .....	12
2.7.1. <i>Protección contra cortocircuitos</i> .....	13
2.7.2. <i>Protección contra sobrecargas</i> .....	13
2.7.3. <i>Protección contra sobretensiones</i> .....	13
2.8. RESULTADOS DE CÁLCULO .....	14
<b>ANEXO I: CÁLCULO ELÉCTRICO LSMT 15 KV .....</b>	<b>15</b>

## 1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado al proyectar la línea subterránea 15 kV para la evacuación de la energía generada por la planta solar fotovoltaica hasta el punto de conexión situado en el tramo de línea comprendido entre la STR NAVALCARNERO y el CT DEHESA 13-NER (15 kV) en el T.M. de Navalcarnero (Madrid), propiedad de I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo eléctrico de línea subterránea de media tensión en 15 kV.

## 2. Cálculo de línea subterránea de media tensión en 15 kV

### 2.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la infraestructura de evacuación en 15 kV de la Planta Solar Fotovoltaica.

El cableado de media tensión engloba el circuito de media tensión que conecta el centro de transformación con el punto de conexión.

### 2.2. Criterios base para el cálculo

Los criterios que se seguirán para el cálculo son:

- No se excederá la capacidad de carga de corriente continua máxima, después de aplicar factores de reducción de potencia según la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 06.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de media tensión será del 2,5 %. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 2,5 %.
- La temperatura del cable en condiciones normales debe ser inferior a la temperatura máxima permitida para el cable con la corriente nominal.
- La capacidad de rotura mecánica de cualquier cable no se superará en condiciones de fallo por cortocircuito.
- La temperatura máxima de cortocircuito del conductor no se excederá en condiciones de fallo.
- El tiempo máximo de despeje de fallo trifásico de cortocircuito será de 0,5 segundos.

- El tiempo máximo de despeje de fallo de cortocircuito a tierra es de 1 segundo.
- La temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento.
- No se considera efecto de la radiación solar sobre el cable ya que los cables discurrirán enterrados.
- Se considera que la profundidad de instalación es de 1,00 m (medido hasta la parte superior del cable).
- Se considera que para el suelo la temperatura será de 25°C.
- Se considera que el factor de potencia es igual a 0,95.

### 2.3. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m=1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m=36$  kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

### 2.4. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 Al/0L/20L 12/20 kV, con las siguientes características.

- Tipo constructivo: Unipolar
- Conductor: Aluminio, clase 2 según UNE-EN 60228
- Aislamiento: XLPE
- Nivel aislamiento: 12/20 kV
- Pantalla metálica: Corona de hilos de cobre

- Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: 90 °C
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: 250 °C
- Temperatura mínima de servicio: -15 °C

## 2.5. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25 °C
- Temperatura del ambiente: 40 °C
- Resistividad media del terreno: 1,50 Km/W
- Profundidad de enterramiento: 1,00 m.
- Agrupación de circuitos: 1 circuito de cable aluminio unipolar enterrado bajo tubo.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,50 K·m/W según la UNE 21144-3-1.

## 2.6. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Máxima intensidad nominal.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.



- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

### 2.6.1. Máxima intensidad nominal

La máxima intensidad nominal vendrá dada por la expresión:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- S [kVA] potencia máxima de generación
- Un [kV] Tensión nominal

Línea MT	Desde	Hasta	Potencia máxima (kVA)	Tensión nominal (kV)	Máxima Intensidad (A)
1	EP1	EP2	2.800	15	107,77
2	EP2	CPM-CS	5.000	15	192,45

Tabla 1. Configuración instalación media tensión

El dimensionamiento del cableado se establece teniendo en cuenta que la capacidad amperimétrica del cable deberá corregirse las condiciones de instalación establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-06 "Líneas subterráneas con cables aislados".

Los factores de corrección aplicados en el cálculo de Líneas subterráneas son los siguientes:

- Temperatura del terreno: según la tabla 7 de la ITC-LAT 06 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 ( $f_1 = 1,00$ ).

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 2. Factor de corrección, F para temperatura del terreno distinta de 25°C

- Profundidad de instalación: según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 1,00 ( $f_2 = (1,00)$ ).

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 3. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

- **Resistividad térmica del terreno:** dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terreno, de 1,50 Km/W ( $f_3=1,00$ ).

Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

Tabla 4. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k\*m/W

- **Distancia entre ternos:** según la tabla 10 de la ITC-LAT 06, se tiene que, para una configuración de un circuito junto a un tubo de reserva a 20 cm, el factor de corrección es de 0,83 ( $f_4 = 0,83$ ).

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

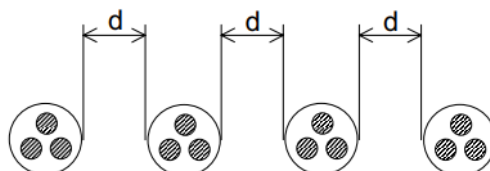
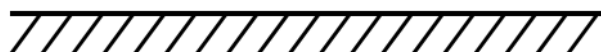


Tabla 5. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

## 2.6.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{N} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$$

Donde:

- $\Delta V$  es la caída de tensión (V)
- $I$  es la intensidad circulante (A)
- $L$  es la longitud del conductor (m)
- $N$  número de cables por fase
- $R$  es la resistencia por metro de conductor ( $\Omega/m$ )
- $X$  es la reactancia por metro de conductor ( $\Omega/m$ )
- $\cos\varphi$  es el factor de potencia

En los criterios de diseño se establece como base para el cálculo que la temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento. Así, la resistencia a 90°C (temperatura máxima del aislamiento) a partir del dato de la resistencia a 20°C del cable y de los datos de la norma UNE 21096 se calcula por la expresión:

$$R_{90^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha(T - 20)]$$

También se establece en los criterios de cálculo que el factor de potencia será igual a 0,95 ( $\cos\phi = 0,95$ ).

### 2.6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- $I_{cc}$  es la corriente de cortocircuito (A)
- $t_{cc}$  es la duración del cortocircuito (s)
- $S$  es la sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )
- $\beta$  es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- $\theta_f$  es la temperatura final del cortocircuito ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $\theta_i$  es la temperatura inicial del cortocircuito ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $k$  es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	$\beta$
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 6. Constantes dependientes del material

Aislamiento	$\theta_i$	$\theta_f$
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

Tabla 7. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo  $K$ :

Material y Aislamiento	$K$
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143

Material y Aislamiento	K
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 8. Valor de la constante K

Dado que la según el pliego de condiciones técnicas de acceso y conexión emitido se tiene

Datos pliego de condiciones técnicas de acceso y conexión	Trifásica (MVA)	Monofásica (MVA)
Mínima habitual	112,66	39,58
Máxima de Diseño	324,76	39,58

Tabla 9. Datos pliego de condiciones técnicas de acceso y conexión.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p)$$

Siendo:

- $S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
- $U$  = Tensión compuesta en kV.
- $I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito en kA.

Sustituyendo valores:

S <sub>cc</sub> (MVA)	U (kV)	I <sub>cc</sub> (kA)
324,76	15	12,5

Tabla 10: Resultados.

Siendo este un valor inferior al marcado en la siguiente ilustración (20 kA) para un tiempo de 1 seg y una sección de 300 mm<sup>2</sup>.

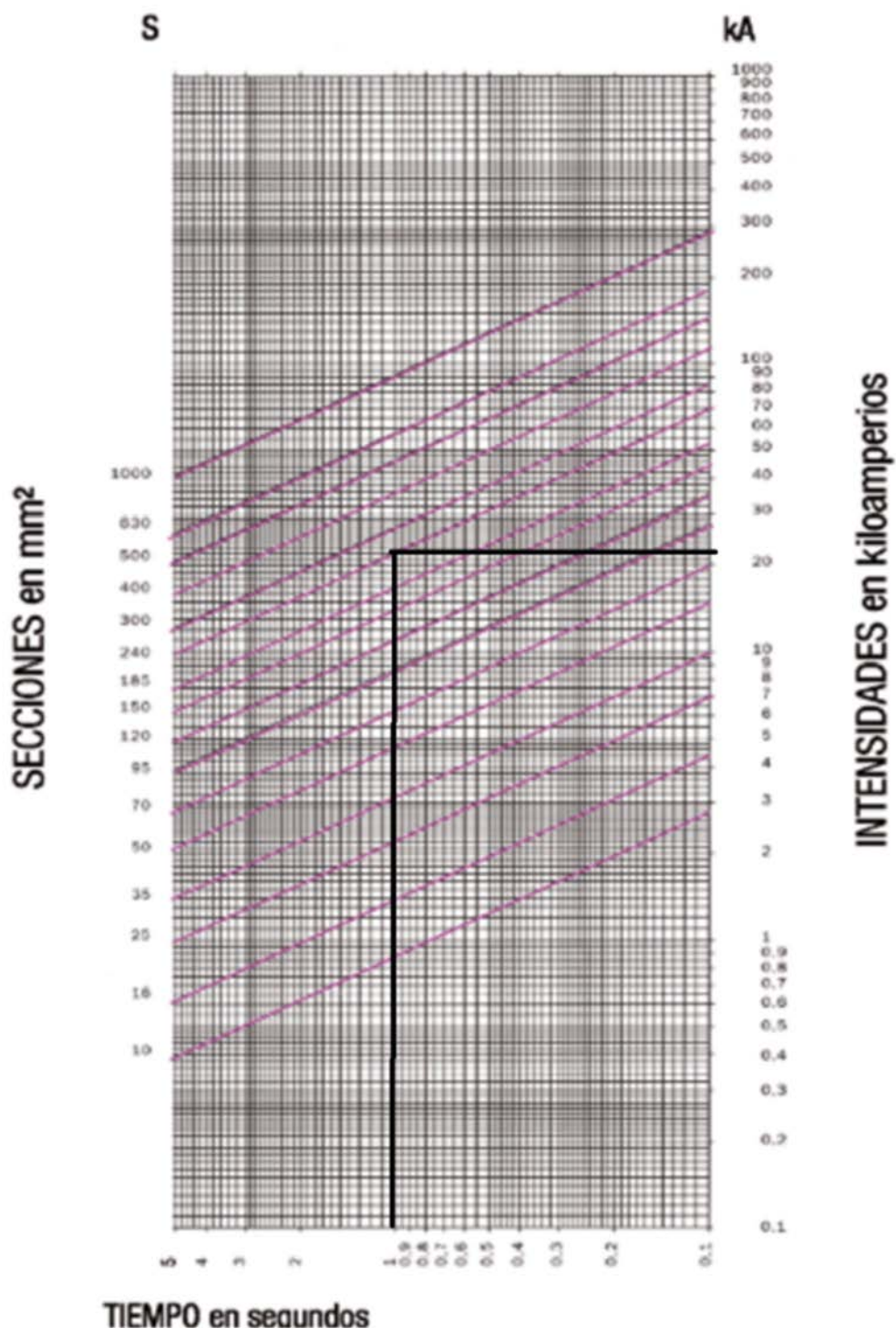


Ilustración 1 Relación Sección, Intensidad y tiempo de cortocircuito.

Ahora realizando la comprobación para un cortocircuito monofásico se tiene:

Scc (MVA)	U (kV)	Icc (kA)
39,58	15	2,63

Tabla 11: Resultados.

Intensidad inferior a la correspondiente para una pantalla de 16 mm<sup>2</sup> en un tiempo de un segundo (3.130 kA).

#### 2.6.4. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule que se produce para la máxima potencia de la línea viene dada por la fórmula:

$$P_{P,máx.} = 3 * r * L * (I_{máx.})^2$$

Siendo:

- $P_{P,máx.}$ : Pérdida de potencia máxima por efecto Joule (kW)
- $r$ : Resistencia de la línea ( $\Omega$ /km)
- $L$ : longitud de la línea (km)

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{p\ TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

#### 2.7. Sistema de Protecciones

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

#### 2.7.1. Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán 298 A y 54 A respectivamente, tal y como se indica en el capítulo 6 de la ITC-LAT 06 para cables de aislamiento XLPE.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

#### 2.7.2. Protección contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

#### 2.7.3. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIERAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.



## 2.8. Resultados de Cálculo

En el *Anexo I. Cálculo eléctrico LSMT 15 kV* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

# Anexo I: Cálculo eléctrico LSMT 15 kV

Línea MT	Desde	Hasta	S (mm <sup>2</sup> )	Nº conductores por fase	Material	Longitud (m)	Nº inv	Nº circuitos/zanja	S (kVA)	V (V)	I (A)	k1	k2	k3	k4	Io (A)	Iz (A)	I/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas P (W)	Pérdidas P (%)	Icc (kA)	Smin para Icc (mm <sup>2</sup> )	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio cortocircuito
1(*)	EP1	EP2	240	1	AL/XLPE	1.774,90	1	1	2.800	15.000	107,77	1	1	0,83	1	345	286,35	37,64	62,38	0,42	0,42	9.895,26	0,35	16	173,91	OK	OK	OK
2	EP2	CPM-CS	300	1	AL/XLPE	5.864,23	1	1	5.000	15.000	192,45	1	1	0,83	1	390	323,70	59,45	278,32	1,86	2,27	73.628,67	1,47	16	173,91	OK	OK	OK

(\*) Objeto del Tomo I.

# **Anejo 2: Estudio de campos magnéticos**

## **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn**  
**Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.....	3
3. MÉTODO DE CÁLCULO .....	3
4. RESULTADOS .....	4
5. CONCLUSIÓN .....	4

## 1. Objeto

Se redacta el presente apéndice con el objeto de justificar el cumplimiento del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Este reglamento establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

## 2. Legislación y Normativa aplicable

Serán válidas a todos los efectos las prescripciones señaladas en las Leyes, Reglamentos y Normas generales, así como todas aquellas que estén en vigor en el momento de ejecución de las obras.

En particular, serán de aplicación las siguientes Normas y Reglamentos:

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

## 3. Método de cálculo

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente personas.

Los circuitos eléctricos objeto del presente proyecto que generarán los valores de campo magnético mayores serán por los que circule una mayor intensidad, siendo éstos los conductores de la línea eléctrica.

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} (T)$$

Donde:

- I = corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

- $r$  = distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

#### 4. Resultados

Al tratarse de una línea subterránea se ha considerado la localización de los conductores respecto al terreno, según el plano de zanjas aportado en el proyecto, esto es  $r = 1,00$  m. Además, quedando de lado de la seguridad, se ha tomado la intensidad máxima que puede circular por el conductor (192,5 A).

$$B = 4 * \pi * 10^{-7} * \frac{I}{2 * \pi * r} = 4 * \pi * 10^{-7} * \frac{192,50}{2 * \pi * 1,00} = 3,85 \times 10^{-5} T = 38,50 \mu T$$

#### 5. Conclusión

En la siguiente tabla se recopilan los resultados de los puntos objeto de estudio:

Campo Electromagnético	38,50 $\mu T$
------------------------	---------------

Tabla 1. Resumen cálculo campos electromagnéticos

Para el caso estudiado, se comprueba según la tabla 1 que los **valores están por debajo de los 100  $\mu T$**  establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Estos cálculos se han realizado con criterios muy conservadores, por lo que es de esperar que en la realidad sean aún inferiores, teniendo en cuenta que los cables no son infinitos. El efecto de apantallamiento reduce considerablemente el valor del campo magnético.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la Subestación, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

# **Anejo 3: Estudio de Gestión de Residuos**

## **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn**

**Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**



## ÍNDICE

<b>1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LEGISLACIÓN NACIONAL .....</b>	<b>4</b>
2.1. RESIDUOS .....	4
2.2. VERTIDOS.....	4
2.3. EMISIONES .....	5
2.4. GENERAL .....	6
<b>3. DEFINICIONES.....</b>	<b>6</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>10</b>
<b>5. REQUISITOS AMBIENTALES .....</b>	<b>12</b>
5.1. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL.....	12
5.2. CONDICIONADOS DE LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN .....	12
5.3. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL O DE TRASIEGO DE COMBUSTIBLE .....	12
5.4. CAMBIOS DE ACEITES Y GRASAS.....	12
5.5. CAMPAMENTO DE OBRA.....	13
5.6. GESTIÓN DE RESIDUOS .....	13
5.7. INCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES .....	13
5.8. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL .....	14
5.9. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA .....	14
<b>6. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA .....</b>	<b>14</b>
<b>7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....</b>	<b>15</b>
<b>8. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>20</b>
<b>10. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR .....</b>	<b>21</b>
<b>11. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO</b>	<b>26</b>

## 1. Justificación y alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el Proyecto de Ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
  - Hormigón.
  - Ladrillos, tejas, cerámicos.
  - Metal
  - Madera
  - Vidrio
  - Plástico
  - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del Proyecto en capítulo independiente.

## 2. Legislación nacional

### 2.1. Residuos

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- Real Decreto 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- ORDEN de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Legislación específica Autonómica y local.

### 2.2. Vertidos

- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el

que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.

- Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

### 2.3. Emisiones

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de Marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

## 2.4. General

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

## 3. Definiciones

- **Residuo:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

- **Residuos domésticos:** residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

- **Residuos comerciales:** residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Aceites usados:** todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- **Biorresiduo:** residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- **Residuo de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 7/2022, de 8 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.
- **Residuo inerte:** aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de

contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- **Obra de construcción o demolición:** Actividad consistente en:
  1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
  2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
  - Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
  - Plantas de prefabricados de hormigón,
  - Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
  - Talleres de fabricación de encofrados,
  - Talleres de elaboración de ferralla,
  - Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
  - Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.
- **Obra menor de construcción o reparación domiciliaria:** obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
  - **Residuos urbanos o municipales:** los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

- **Residuos peligrosos**: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- **Prevención**: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- **Productor de residuos de construcción y demolición**:

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- **Poseedor de residuos de construcción y demolición**: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Gestor**: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- **Gestión**: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- **Reutilización**: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado**: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.



- **Valorización:** todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Tratamiento previo:** proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.
- **Eliminación:** todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Recogida:** toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- **Recogida selectiva:** el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.
- **Almacenamiento:** el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- **Vertedero:** instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- **Suelo contaminado:** todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

#### 4. Características del proyecto

La línea de evacuación de la PSF Labrador se localiza en Navalcarnero, término municipal de Madrid.

Las coordenadas de referencia de inicio y fin de la línea de evacuación son las siguientes, siendo las de fin de la LSMT las correspondientes al CPM-CS el cual también es objeto de este estudio.:

Coordenadas HUSO 30		
	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
<b>Inicio</b>	414.521,92	4.464.209,46
<b>Fin</b>	414.359,88	4.461.873,33

Tabla 1. Coordenadas emplazamiento

La siguiente imagen ilustra su situación:

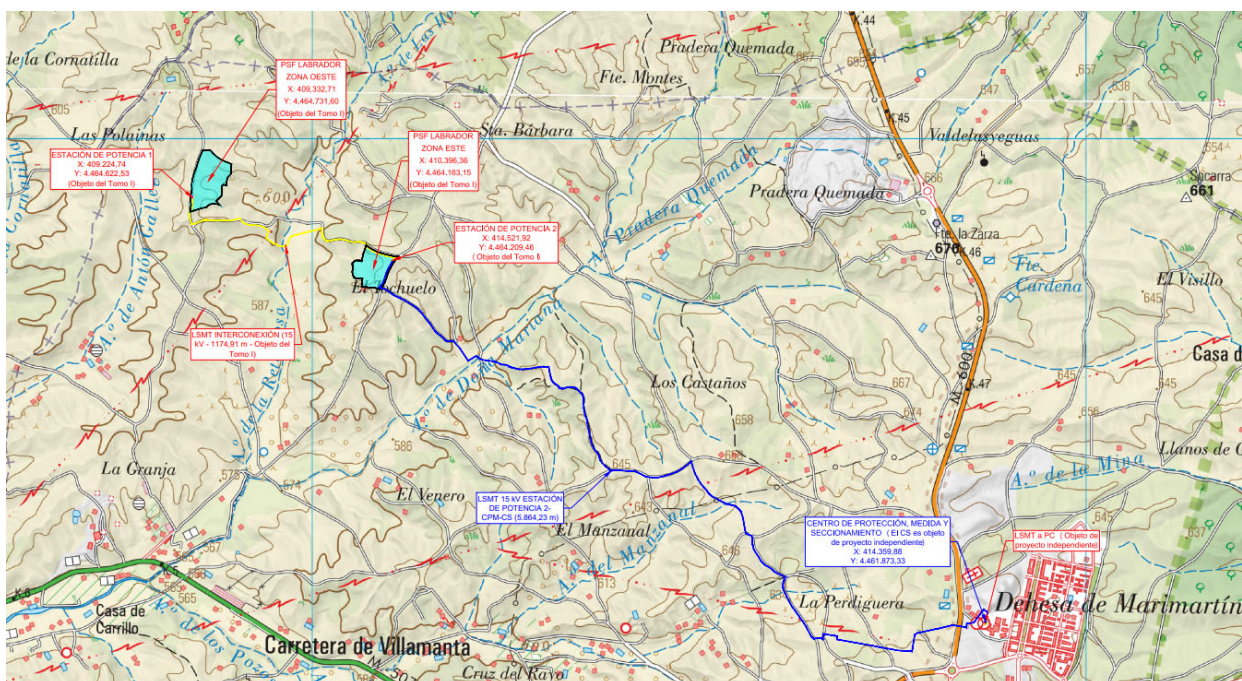


Ilustración 1. Localización línea evacuación

- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una línea subterránea de media tensión.
- Existencia o no de demolición: No
- Afeción de la obra: La longitud del trazado de la línea es de aproximadamente de 5,86 km.
- Tiempo estimado: 6 meses.

Para más detalles se puede consultar la memoria y planos del presente Proyecto.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LSMT 15 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	15
Categoría	Tercera

Línea de Evacuación	
Nudo del extremo de la red	Centro de Protección, Medida y Seccionamiento.
Nudo del extremo de generación	Estación de Potencia 2
Longitud (m)	5.864,23

Tabla 2. Información línea de evacuación

## 5. Requisitos ambientales

### 5.1. Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal.

### 5.2. Condicionados de los organismos de la administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

### 5.3. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

### 5.4. Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

### **5.5. Campamento de obra**

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

### **5.6. Gestión de residuos**

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa

### **5.7. Incidentes con consecuencias ambientales**

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

## 5.8. Requisitos específicos para la obra civil

### Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la obra.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

## 5.9. Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la obra, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

## 6. Residuos generados en la obra

Según la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

### **Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04**

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

### Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de naturaleza pétreo:

- 17.01.01. Hormigón.

- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétreo:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

**Otros residuos:**

Residuos peligrosos:

- 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11 Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

## **7. Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar**

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra

- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
  - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
  - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
  - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
  - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
  - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
  - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
  - Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
  - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.
- Medidas de minimización en la puesta en obra
  - En caso de excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
  - En el caso de sobrantes de hormigón, se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
  - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.
- Medidas de minimización del almacenamiento en obra
  - Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
  - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
  - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
  - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
  - Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.



En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

## 8. Reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra. Se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

*Tabla 3. Destino y tratamiento de los residuos*

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor

y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

## 9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza NO peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este Proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

## **10. Estimación de los residuos a generar**

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la línea de evacuación, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

### **Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno**

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

### **Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación**

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

### **Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)**

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

#### **Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétreas Resultantes de la Ejecución de la Obra**

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

#### **Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros**

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
  - 02 01 07 Residuos de la silvicultura: El residuo vegetal generado, correspondiente a los desbroces previstos en la zona de actuación, supondrá la generación de dos tipologías de fracción vegetal:
    - La fracción maderable que será utilizada como leña por la Propiedad, o en su defecto, se considerará su retirada completa a vertedero.
    - La fracción no maderable (follajes y ramilla) que será aprovechada inicialmente a nivel pecuario mediante ramoneo, y por otro lado, la eliminación final que tendrá que ser autorizado por la Administración.

Teniendo en cuenta que el área ocupada por las zanjas es de 3.202,24 m<sup>2</sup>, la ocupada por las arquetas es de 121,18 m<sup>2</sup> y la del CPM-CS de 33,90 (Superficies detalladas en RBDA), y que aproximadamente en un 80% se esperan labores de desbroce además de que se retirará una capa de 0,05 metros, el volumen aproximado generado de residuos es de  $3202,24 \text{ m}^2 \cdot 80\% \cdot 0,05 \text{ m} = 128,09 \text{ m}^3$ .

Debido a este residuo no puede ser valorizado en su totalidad, y, además teniendo en cuenta la época de actuación, no es adecuada su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, por tanto, se considera su retirada completa a vertedero.

De este residuo se estima un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 tn/m<sup>3</sup>. De esta manera:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 128,09 \text{ m}^3 \times 1,3 = 166,52 \text{ m}^3$$

RCD PESO TOTAL=  $166,52 \text{ m}^3 \times 0,02 \text{ tn/m}^3 = 3,33 \text{ tn}$

- Tierras y pétreos procedentes de demolición.
  - Naturaleza pétreo 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del Proyecto.
- Tierras y pétreos procedentes de excavación.
  - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos: Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias para las distintas cimentaciones y zanjas.

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 5% va al vertedero (95% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de  $1700 \text{ kg/m}^3$ :

RCD VOLUMEN TOTAL =  $128,09 \text{ m}^3 \times 1,25 \times 5\% = 8,01 \text{ m}^3$

RCD PESO TOTAL=  $8,01 \text{ m}^3 \times 1,7 \text{ tn/m}^3 = 13,62 \text{ tn}$

- RCD resultantes de la ejecución de la obra.
  - RCD de naturaleza pétreo
    - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones del centro de transformación, centro de protección, medida y centro de seccionamiento, el cual asciende a  $33,9 \text{ m}^2$  con una profundidad de 0,6 m, resultando un volumen de  $20,34 \text{ m}^3$ .

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de  $2.400 \text{ kg/m}^3$  y considerando que se produce un residuo del 1%:

RCD VOLUMEN TOTAL =  $33,90 \text{ m}^3 \times 1,5 \times 1\% = 0,509 \text{ m}^3$

RCD PESO TOTAL =  $0,509 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ tn/m}^3 = 1,22 \text{ tn}$

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétreo
  - 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:
  - 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

- 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la Planta, son los siguientes:

Resumen de Residuos Generados Durante la Obra		m <sup>3</sup>	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	166,52	3,33



Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	8,01	13,62
RCD de naturaleza pétreo	17 01 01 Hormigón	0,509	1,22

Tabla 4. Resumen de residuos generados en obra

## 11. Prescripciones a incluir en el pliego de condiciones técnicas del proyecto

### • **Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos**

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del

productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.

- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

- **Respecto a la segregación de los residuos:**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP), siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
  - Hormigón: 80 t
  - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
  - Metal: 2 t
  - Madera: 1 t
  - Vidrio: 1 t
  - Plástico: 0,5 t
  - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.
- **En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:**
  - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
  - El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
  - Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
  - Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
  - El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
  - La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.
- **Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos (RP):**

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad en la comunidad autónoma donde se ubique, según la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- Con el objeto de facilitar o mejorar lo dispuesto en el artículo 24, con carácter general, los residuos se recogerán por separado y no se mezclarán con otros residuos u otros materiales con propiedades diferentes y, en el caso de los residuos peligrosos, se retirarán, antes o durante la valorización, las sustancias, mezclas y componentes peligrosos que contengan estos residuos, con la finalidad de que sean tratados conforme a los artículos 7 y 8 de la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- Según el artículo 20 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, el productor inicial u otro poseedor de residuos, estará obligado a identificar los residuos, antes de la entrega para su gestión, conforme a lo establecido en el artículo 6 y, en el caso de que sean residuos peligrosos, determinar sus características de peligrosidad.
- El productor inicial u otro poseedor de residuos está obligado a disponer de una zona habilitada e identificada para el correcto almacenamiento de los residuos que reúna las condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentren en su poder. En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.
- La duración máxima del almacenamiento de los residuos peligrosos será de 6 meses (en supuestos excepcionales, la autoridad competente de las comunidades autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo, ampliándolo como máximo otros seis meses).
- En el caso de almacenamiento de residuos peligrosos estos deberán estar protegidos de la intemperie y con sistemas de retención de vertidos y derrames.

Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- Envasar los residuos peligrosos de conformidad con lo establecido en el artículo 35 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) n.º 1907/2006.

- Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara y visible, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado. En la etiqueta deberá figurar:
  - El código y la descripción del residuo conforme a lo establecido en el artículo 6, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I.
  - Nombre, Asignación de Número de Identificación Medioambiental (en adelante «NIMA»), dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
  - Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.
  - La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) n.o 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un pictograma, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) n.o 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008. En la etiqueta se harán constar todos los pictogramas de peligro que se le asignen al residuo, una vez aplicados los criterios mencionados en el apartado anterior.

La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.

El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

- Requisitos generales de traslado (Real Decreto 553/2020, de 2 de junio):
  1. Son requisitos aplicables a todos los traslados de residuos regulados en este real decreto, los siguientes:
    - a) Disponer, con carácter previo al inicio de un traslado, de un contrato de tratamiento según se establece en el artículo 2.h). En el caso de los residuos que se trasladen entre dos instalaciones de tratamiento que sean gestionadas por la misma entidad jurídica, este contrato se podrá sustituir por una declaración de dicha entidad que incluya al menos el contenido especificado en el artículo 5. Quedan excluidas de la suscripción del contrato de tratamiento, las entidades locales que actúan como operadores del traslado, cuando trasladan residuos a sus propias instalaciones de valorización o eliminación.

En los traslados de los residuos desde los productores al almacén, previstos en el artículo 2.a).3.º, el contrato de tratamiento se establecerá entre el productor y

el gestor del almacén e incluirá la obligación del gestor del almacén de disponer de los contratos de tratamiento oportunos para el adecuado tratamiento de los residuos recogidos, indicándose la operación de tratamiento a la que se someterá en el destino.

b) Que los residuos vayan acompañados de un documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.

2. Además de los requisitos establecidos en el apartado anterior, quedan sometidos al requisito de notificación previa al traslado

a) Los traslados de residuos, peligrosos y no peligrosos, destinados a eliminación;

b) Los traslados de residuos peligrosos, de residuos domésticos mezclados identificados con el código LER 20 03 01 y los que reglamentariamente se determinen, destinados a valorización.

3. Quedan excluidos del requisito de notificación previa, los traslados de residuos destinados expresamente a análisis de laboratorio para evaluar sus características físicas o químicas o para determinar su idoneidad para operaciones de valorización o eliminación, aunque deberán ir acompañados del documento de identificación indicado en el anexo III. La cantidad de tales residuos, se determinará en función de la cantidad mínima que sea razonablemente necesaria para hacer el análisis en cada caso.

4. En el caso de que el traslado sea de residuos que tengan la consideración de mercancía peligrosa, el transporte se realizará de acuerdo con la legislación vigente en materia de transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril, vía aérea o vía marítima.

El contrato de tratamiento de residuos contendrá los siguientes aspectos:

a) Identificación de la instalación de origen de los residuos y de la instalación de destino de los traslados.

b) Cantidad de residuos a trasladar.

c) Identificación de los residuos mediante su codificación LER.

d) Periodicidad estimada de los traslados.

e) Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.

f) Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.

g) Condiciones de aceptación de los residuos.

h) Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario (devolución a origen o traslado a otra planta de tratamiento).

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- En el caso de los traslados de residuos que requieran notificación previa, antes de iniciar el traslado, el operador cumplimentará el documento de identificación en los términos del anexo I (apartados 1 a 9) y de acuerdo con las previsiones del contrato de tratamiento. A continuación, el operador lo presentará, antes de iniciarse el traslado, a la comunidad autónoma de origen, que lo remitirá a «eSIR» para incorporarlo al repositorio de traslados. El operador entregará una copia en formato digital o en papel del documento presentado al transportista para la identificación de los residuos durante el traslado y «eSIR» distribuirá una copia a la comunidad autónoma de destino y al gestor de la instalación de destino.
- Cuando los residuos lleguen a la instalación de destino, el gestor de la instalación entregará al transportista una copia del documento de identificación firmado por el gestor de esa instalación, en el que se hará constar la fecha de entrega de los residuos y la cantidad recibida. El transportista incorporará esta información a su archivo cronológico y conservará la copia del documento de identificación durante, al menos, tres años.
- El gestor de la instalación de destino dispondrá, como máximo, de un plazo de treinta días desde la entrega de los residuos para remitir al órgano competente de la comunidad autónoma de destino el documento de identificación firmado por el gestor de dicha instalación. El documento de identificación se cumplimentará con la información relativa a la aceptación del residuo de conformidad con el anexo I apartado 10, incluyendo la fecha de aceptación o rechazo del residuo. La comunidad autónoma de destino lo remitirá a «eSIR» para su incorporación al repositorio de traslados. El sistema de información «eSIR» enviará a la comunidad autónoma de origen una copia de este documento de identificación y una copia del mismo en formato pdf con el código seguro de verificación al gestor de la instalación de destino y este último lo remitirá al operador.
- El operador del traslado y el gestor que interviene en el traslado incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación en el que conste la entrega y la aceptación de los residuos, durante, al menos, tres años.

Resumen de la documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

Fase	Documentación	Legislación
	Plan de Gestión de Residuos	

<b>Inicio de obra</b>	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.35)
<b>Fase de obra</b>	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.21)
	Documentación de Aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento durante el traslado	Ley 7/2022, de 8 de abril (art.31)
	Comunicación traslado de RP	RD. 553/2020
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos	Orden 12 de julio de 2002

*Tabla 5. Documentación*

Se deben guardar durante un mínimo de 3 años.

En Córdoba, Febrero de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial



# **Anejo 4: Prevención de incendios**

## **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn**  
**Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

<b>1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LA LÍNEA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN EL CPM-CS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LAS FACES DE PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN Y DESMANTELAMIENTO. ....</b>	<b>3</b>
<b>4. MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO.....</b>	<b>4</b>

### **1. Medidas de protección en la línea**

Se dispondrá de extintores portátiles de incendios de CO<sub>2</sub> de 5 o 6 kg, sensores para detectar temperaturas anormalmente altas, y alarmas y detectores de humos.

En aquellas arquetas compartidas con líneas de Baja tensión (BT), y en los casos en que se constate la existencia de empalmes o derivaciones, el tendido en media tensión (MT), se deberá establecer una separación física sobre la línea de Baja tensión mediante, por ejemplo, una placa de material cerámico, manta retardante al fuego u otro dispositivo físico. También, si lo anterior no fuese posible, se colocará el tendido MT en el nivel inferior, y el tendido BT por encima de ese nivel si fuera viable

### **2. Medidas de protección en el CPM-CS**

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso.

### **3. Medidas preventivas en las fases de proyecto, construcción, explotación y desmantelamiento.**

A continuación, se describe el periodo y zona de riesgo de incendio a tener en cuenta según la Administración:

- La Administración establece la época de peligro alto de incendios forestales desde el 23 de marzo hasta el 15 de octubre.
- El departamento competente en materia de medio ambiente podrá declarar de alto riesgo aquellas zonas que, por sus características, muestren una mayor incidencia y peligro en el inicio y propagación de los incendios o de la importancia de los valores amenazados precisen de medidas especiales de protección.
- Dicha declaración de Alto Riesgo conllevará la aprobación de un plan de defensa que contenga la delimitación de dichas zonas y las medidas a aplicar, así como el restante contenido que prevea la legislación básica estatal, y que se incluirá en el apartado de prevención contra incendios forestales del plan de ordenación de los recursos forestales correspondiente a la comarca donde se ubiquen. En la Fase de proyecto de la Línea de Evacuación Subterránea de Media Tensión se tendrá en cuenta:
- Generación de polvo, en las fases de construcción y desmantelamiento, que podría ser, si se diesen las circunstancias oportunas, explosivo, y por ello, ser fuente generadora de incendio.
- Acumulación y acopio de materiales fácilmente inflamables o capaces de originar focos de fuego en días calurosos, como pueden ser metales o materiales reflectantes.

- Reducción del campo visual de los observatorios de prevención de incendios.
- Utilización de maquinaria que, en su arranque o durante su funcionamiento, podría originar chispas y ser detonante de un incendio
- Limitación de los medios aéreos en las labores de extinción en los parques fotovoltaicos y su línea de evacuación, y su entorno inmediato.
- Entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales

#### **4. Medidas para disminuir el riesgo de incendio.**

En primer término, se analizan los posibles impactos negativos, diferenciándolos en los generados en fase de ejecución y desmantelamiento, como son la producción de incendios forestales, entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales, de los de explotación.

A continuación, se proponen una serie de Medidas para cada una de las fases:

##### **Fase de Ejecución y Desmantelamiento**

- Según Normativa, durante la fase de construcción y desmantelamiento se quedará prohibido el empleo de fuego en la zona.
- Se evitará la instalación de la línea en el entorno de puntos de agua con posibilidades de carga de helicópteros.
- Limpiar la zona en la que se efectúen actividades en las que se utilice un soplete o elemento similar, en un radio de 3.5 m. Dichas tareas, se efectuarán con un radio mínimo de 10 m de distancia de árboles que posean una circunferencia mayor de 60 cm, medida ésta a 1,20 m del suelo.
- En todas las actuaciones en las que intervengan máquinas, sean automotrices o no, que utilicen materiales inflamables y que puedan ser generadoras de riesgo de incendio o de explosión, se facilitará un extintor (tipo ABC) de 5 Kg a menos de 5 m de la misma.
- Contemplar en la restauración la pendiente adecuada.
- La maquinaria que funcione defectuosamente será sustituida, ya que puede producirse un incendio al saltar una chispa.
- Para evitar el incremento de partículas en suspensión, polvo, etc. durante las obras, y que de esta forma se produzca una mínima alteración del medio ambiente atmosférico, se proponen las siguientes medidas:
  - Evitar que el material removido quede directamente a merced del viento, acopiando el mismo a reparo, o mantenerlo constantemente húmedo ante la previsión de vientos, evitando así la voladura de los materiales más finos del suelo.

- Regar periódicamente los accesos y todas aquellas vías que sean necesarias para el acceso a la obra y que estén desprovistos de capa asfáltica de rodadura, para reducir al mínimo el levantamiento de polvo durante la fase de obras.
- En todo momento se mantendrán en buen estado de conservación y libres de obstáculos los caminos y pistas forestales afectados por los trabajos, de tal manera que no interrumpa el funcionamiento normal de los medios de prevención y extinción de incendios.
  - Se retirarán inmediatamente todos los restos de los desbroces.
  - Seleccionar, dentro de las especies adecuadas para la revegetación en esta zona, aquellas menos inflamables.
  - Se realizará de manera general la mejora de los accesos y del firme para facilitar la llegada de los vehículos de extinción, disponiendo viales interiores para facilitar las tareas de mantenimiento y acceso a la línea.
  - Para el adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad, se alertará del riesgo de incendios forestales con la colocación de carteles informativos, en aquellas áreas más susceptibles de sufrir un incendio (masas forestales, matorrales...) además de en los principales accesos del parque fotovoltaico.
  - En la revegetación de taludes, las especies forestales que se utilicen tendrán que mantener un contenido de humedad elevado durante la época de máximo riesgo de incendio. Fase de Explotación
  - La línea dispondrá de señales y balizamientos que faciliten su detección por medios aéreos.
  - Se vigilarán así mismo las instalaciones, de manera que éstas estén en perfectas condiciones y no puedan provocar riesgos de incendio. En esta fase, la vigilancia se llevará a cabo por el personal dedicado al mantenimiento de los parques.
  - Se reforzará la vigilancia en la zona de influencia, bien mediante sistemas automáticos de detección de incendios forestales o mediante el personal del parque.

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

## **Anejo 5: Cronograma**

# **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn  
Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

<b>1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>3</b>
---	----------

### 1. Cronograma de ejecución

#	SEMANA	MES																															
		1				2				3				4				5				6											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	<b>Instalación Mecánica y Eléctrica</b>	■	■	■																													
1.1	Centro de protección y medida y seccionamiento	■	■	■																													
2	<b>Línea de evacuación 15 kV</b>				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
2.1	Zanja de MT				■	■	■	■	■																								
2.2	Instalación eléctrica de MT					■	■	■	■																								
2.3	Puesta a tierra											■	■																				
2.4	Montaje de caja de empalme de FO													■	■	■	■																
2.5	Tendido de conductor de fase													■	■	■	■	■	■	■	■												
2.6	Tendido de conductor de tierra													■	■	■	■	■	■	■	■												
3	<b>Pruebas y ensayos</b>																									■	■	■	■				
4	<b>Puesta en servicio</b>																																■

En Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial



# **Anejo 6: Desmantelamiento**

## **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn  
Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

<b>1. PLAN DE DESMANTELAMIENTO .....</b>	<b>3</b>
1.1. DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA .....	3
1.2. DESMANTELAMIENTO .....	3
1.3. MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA .....	4
1.4. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	5
1.5. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD .....	5
1.6. PRESUPUESTO .....	6

## 1. Plan de desmantelamiento

En esta sección se describe el Plan de Desmantelamiento de la Planta que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un mínimo de 30 años como la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Línea Subterránea de media Tensión 15 kV en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la LSMT 15 kV serán desmontados *o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.*

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de tres meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Subestación, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la línea.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la línea de evacuación, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

### 1.1. **Desconexión de la Red Eléctrica**

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexión de la línea subterránea de evacuación de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases.

- Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de la estación de potencia.

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

### 1.2. **Desmantelamiento**

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

## **Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica**

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado de la línea de evacuación.

El cable se organizará por tipo de cable y se acopiará en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

### **1.3. Medidas Correctoras y Restauración Paisajística**

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
<b>Contaminación Atmosférica</b>	- Reducir los niveles de polvo.
<b>Contaminación Acústica</b>	- Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. - Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. - Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
<b>Suelo</b>	- Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. - Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
<b>Vegetación</b>	- Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
<b>Paisaje</b>	- Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones.

Tabla 1. Medidas correctoras y restauración paisajística

#### 1.4. Gestión de Residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

#### 1.5. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

## 1.6. Presupuesto

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
<b>Instalación Eléctrica de MT</b>				
1	Ud	Desmontaje de centro de protección y medida y seccionamiento y aparamenta de los centros	155,00 €	155,00 €
5.864,23	ml	Desmontaje de la red de tierras	2,99 €	17.534,05 €
<b>Obra Civil</b>				
1	Ud	Centro de protección y medida y seccionamiento	5.000,00 €	5.000,00 €
<b>Línea de evacuación</b>				
5.864,23	ml	Desmantelamiento de conductores y zanja de línea subterránea	4,95 €	29.027,94 €

Tabla 2. Presupuesto desmantelamiento

Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento:

Resumen del Presupuesto	Cantidad
Total Instalación eléctrica de MT	17.689,05 €
Total Obra Civil	5.000,00 €
Total Línea de Evacuación	29.027,94 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>51.716,99 €</b>

Tabla 3. Resumen Presupuesto Desmantelamiento

El presupuesto total del desmantelamiento asciende a **51.716,99 €**

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

# Documento nº 7: Estudio Hidrológico

## Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

**Potencia instalada: 5,00 MWn**  
**Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.

Ingeniería: Ingnova Proyectos

Marzo 2024

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO .....	4
1.2. NORMATIVA APLICACIÓN .....	4
<b>2. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>10</b>
2.1. OBJETO DEL ESTUDIO .....	10
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	10
2.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA .....	11
HIDROLOGÍA .....	13
EDAFOLOGÍA .....	16
CLIMATOLOGÍA .....	18
GEOLOGÍA .....	19
<b>3. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>22</b>
3.1. CÁLCULO DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO .....	22
3.2. DATOS .....	22
3.3. DEFINICIÓN DE LAS CUENCAS DE ESTUDIO .....	24
3.4. TRATAMIENTO DE DATOS .....	24
3.4.1 <i>Obtención red drenaje y cuencas de estudios</i> .....	25
3.4.2 <i>Cuencas de estudio</i> .....	26
<b>4. CALCULO CAUDALES CUENCAS DE ESTUDIO .....</b>	<b>29</b>
4.1. MÉTODO DE CÁLCULO .....	29
4.2. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMA DIARIAS .....	30
4.3. MÉTODO RACIONAL .....	31
3.4.1 <i>Fórmula general de cálculo</i> .....	31
3.4.2 <i>Cálculo del tiempo de concentración</i> .....	32
4.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN .....	37
4.4.1 <i>Intensidad media diaria</i> .....	37
4.4.2 <i>Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)</i> .....	38
4.4.3 <i>Factor de intensidad Fint</i> .....	38
4.4.4 <i>Obtención de Fa</i> .....	39
4.4.5 <i>Obtención de Fb (adimensional)</i> .....	40
4.4.6 <i>Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF)</i> .....	41
4.5. CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS IDF .....	42
4.6. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	43
4.6.1 <i>Fórmula de cálculo</i> .....	43
4.7. UMBRAL DE ESCORRENTÍA .....	44
4.8. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN .....	48
4.9. CÁLCULO CAUDALES DE ESTUDIO .....	49
<b>5. ESTUDIO HIDRÁULICO .....</b>	<b>55</b>
5.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	55



5.2.	OBTENCIÓN ORTOFOTO Y MODELO DIGITAL DEL TERRENO.....	55
5.3.	GEOMETRÍA DEL MODELO .....	57
5.4.	PARÁMETROS A INTRODUCIR EN EL MODELO.....	59
5.5.	CONDICIONES DE ENTRADA .....	61
5.6.	CONDICIONES DE SALIDA .....	65
5.7.	TIPOS DE MALLA PROGRAMA IBER.....	67
5.8.	CREACIÓN MALLA IBER .....	67
5.9.	DATOS DEL PROBLEMA .....	69
5.10.	PARÁMETROS GENERALES .....	70
5.11.	PESTAÑA RESULTADOS .....	71
5.12.	CÁLCULO DEL MODELO.....	72
5.13.	POST-PROCESO.....	72
<b>6.</b>	<b>DELIMITACIÓN MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA .....</b>	<b>74</b>
6.1.	DEFINICIÓN DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO .....	74
6.2.	MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA.....	74
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>77</b>
7.1.	RESULTADOS T10 AÑOS .....	77
7.2.	RESULTADOS T50 AÑOS .....	78
7.3.	RESULTADOS T100 AÑOS .....	79
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES ESTUDIO INUNDABILIDAD .....</b>	<b>81</b>
8.1.	CONCLUSIONES OBTENIDAS.....	81
<b>9.</b>	<b>DATOS DE CÁLCULOS CUENCAS DE ESTUDIO.....</b>	<b>82</b>
9.1.	DATOS GENERALES DE LAS CUENCAS.....	82
9.2.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	86
9.3.	CÁLCULO PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS .....	87
9.4.	DISTRIBUCIÓN PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS .....	88
9.5.	TABLA DE REGRESIÓN I-D-T .....	89
9.6.	COEFICIENTE DE REGRESIÓN .....	90
9.7.	FACTOR FA .....	91
9.8.	FACTOR DE INTENSIDAD.....	93
9.9.	INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA.....	96
9.10.	PO CUENCA DE ESTUDIO .....	100
9.11.	UMBRAL DE ESCORRENTÍA .....	102
9.12.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	108
9.13.	COEFICIENTE KT.....	112
9.14.	CAUDALES DE ESTUDIO.....	113
<b>10.</b>	<b>PARTICULARIDADES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>115</b>
10.1.	METODOLOGÍA PROGRAMA IBER.....	115
10.2.	MÓDULOS DE CÁLCULO DE IBER .....	116
10.3.	ESTRUCTURA DEL PROGRAMA .....	119

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes y objeto

Se realiza el presente estudio de inundabilidad suscrito por técnico competente para cumplimiento de la normativa pertinente según las prescripciones técnicas de la Confederación del Tajo.

Para la simulación de la avenida o lámina de inundación de los cauces, se utilizará el programa Iber (Versión 2.5.2). En este se realizará las siguientes simulaciones:

En este estudio se realizará las siguientes simulaciones:

- Simulación del estado actual y los efectos de la avenida de los arroyos pertinentes y periodo de retorno de 10, 50 y 100 años en la LSMT de Interconexión (15 kV) y LSMT de Evacuación (15 kV) hasta Centro de Seccionamiento.
- Recopilación de información de precipitación de la zona de estudio a través de las Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular (MAXPLUWIN)
- Modelización matemática a partir de modelos hidráulicos bidimensionales utilizando los modelos digitales del terreno procedente de la información topográfica existente en el IGN (Instituto Geográfico Nacional).

### 1.2. Normativa Aplicación

Tal Se redacta el presente estudio hidrológico e hidráulico en relación a la siguiente normativa:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de

6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

- Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados

Ante cualquier actuación se deberán tener en cuenta, en la medida que corresponda su aplicación en cada caso, los preceptos relativos a:

- Zonas de Servidumbre: Respetará una franja de 5 m de anchura paralelas a los cauces para permitir el uso público regulado en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

- Zonas de Policía: banda de 100 metros de anchura paralelas a los cauces de los ríos en las que hay que obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca, para efectuar las actuaciones de acuerdo al Reglamento.

Cauces de Dominio Público Hidráulico. Obtener autorización previa del Organismo de la Cuenca para el uso o las obras dentro del cauce público (art. 51 al 77; 126 al 127 y 136 del Reglamento).

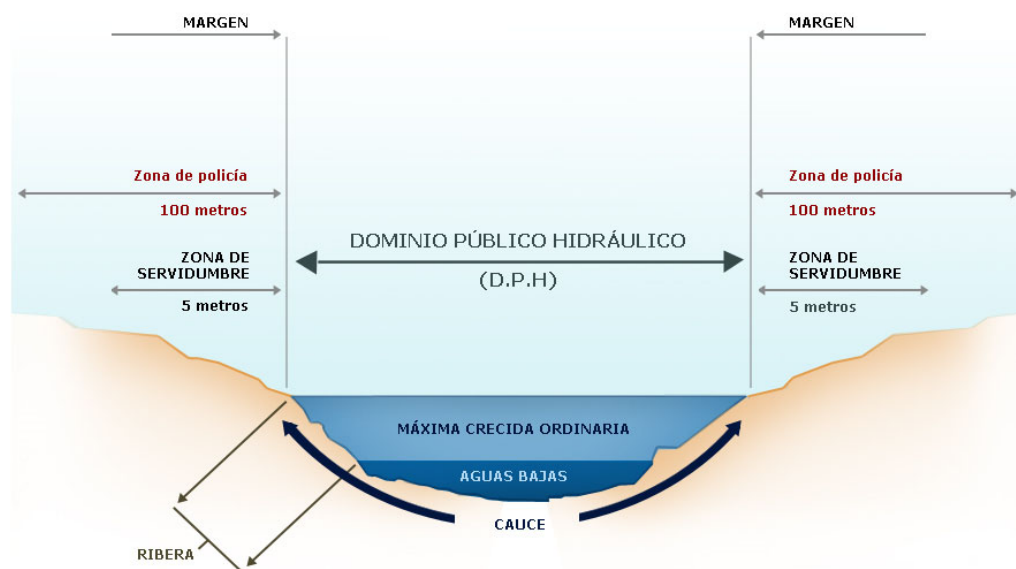


Ilustración 1. Zonificación del espacio fluvial

A continuación, se enumera la normativa en referencia a zonas susceptibles de ser invadidas por las crecidas de los cauces de corrientes naturales y que será adoptada como marco de referencia para el desarrollo del presente estudio.

**Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas:**

## • Artículo 11. Las zonas inundables.

1. Los terrenos que puedan resultar inundados durante las crecidas no ordinarias de los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, conservarán la calificación jurídica y la titularidad dominical que tuvieren.

2. Los Organismos de cuenca darán traslado a las Administraciones competentes en materia de ordenación del territorio y urbanismo de los datos y estudios disponibles sobre avenidas, al objeto de que se tengan en cuenta en la planificación del suelo y, en particular, en las autorizaciones de usos que se acuerden en las zonas inundables.

3. El Gobierno, por Real Decreto, podrá establecer las limitaciones en el uso de las zonas inundables que estime necesarias para garantizar la seguridad de las personas y bienes. Los Consejos de Gobierno de las Comunidades Autónomas podrán establecer, además, normas complementarias de dicha regulación.

**Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados**

### • Artículo 9.

1. En la zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce quedan sometidos a lo dispuesto en este reglamento las siguientes actividades y usos del suelo:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- b) Las extracciones de áridos.
- c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.

d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del dominio público hidráulico.

2. Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 del TRLA, la zona de policía podrá ampliarse, si ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas, en los términos previsto en los artículos 9 bis, 9 ter y 9 quater.

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.

3. La modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el apartado 2, solo podrá ser promovida por la Administración General del Estado, autonómica o local.

La competencia para acordar la modificación corresponderá al organismo de cuenca, debiendo instruir al efecto el oportuno expediente en el que deberá practicarse el trámite de información pública y el de audiencia a los ayuntamientos y comunidades autónomas en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados y a los propietarios afectados. La resolución deberá ser motivada y publicada, al menos, en el “Boletín Oficial del Estado” y en el portal de internet del organismo de cuenca en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados.

4. La ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1, deberá contar con la correspondiente autorización administrativa previa o declaración responsable ante el organismo de cuenca, conforme al artículo 78 y siguientes, sin perjuicio de los supuestos especiales regulados en este reglamento.

Tanto la autorización como la declaración responsable, en función del caso, serán independientes de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas».

• **Artículo 14 bis. Limitaciones a los usos del suelo en zona inundables.**

Con el objeto de garantizar la seguridad de las personas y bienes, de conformidad con lo previsto en el artículo 11.3 del TRLA, y sin perjuicio de las normas complementarias que puedan establecer las comunidades autónomas, se establecen las siguientes limitaciones en los usos del suelo en la zona inundable:

1. Las nuevas actividades, edificaciones y usos asociados en aquellos suelos que se encuentren en situación básica de suelo rural a 30 de diciembre de 2016 se realizarán, en la medida de lo posible, fuera de las zonas inundables.

En aquellos casos en los que no sea posible, se estará a lo que al respecto establezcan, en su caso, las normativas de las comunidades autónomas, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Las instalaciones y edificaciones se diseñarán teniendo en cuenta el riesgo de inundación existente y los nuevos usos residenciales se dispondrán a una cota tal que no se vean afectados por la avenida con periodo de retorno de 500 años, debiendo diseñarse teniendo en cuenta el riesgo y el tipo de inundación existente. Podrán disponer de garajes subterráneos y sótanos, siempre que se garantice la estanqueidad del recinto para la avenida de 500 años de periodo de retorno, se realicen estudios específicos para evitar el colapso de las edificaciones, todo ello teniendo en cuenta la carga sólida transportada, y además se disponga de respiraderos y vías de evacuación por encima de la cota de dicha avenida. Se deberá tener en cuenta su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

b) Se evitará el establecimiento de servicios o equipamientos sensibles o infraestructuras públicas esenciales tales como, hospitales, centros escolares o sanitarios, residencias de personas mayores o de personas con discapacidad, centros deportivos o grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población, acampadas, zonas destinadas al alojamiento en los campings y edificios de usos vinculados, parques de bomberos, centros penitenciarios, depuradoras, instalaciones de los servicios de Protección Civil, o similares. Excepcionalmente, cuando tras el correspondiente estudio, se certifique por las administraciones competentes en ordenación del territorio y urbanismo que no existe otra alternativa de ubicación, se podrá permitir su establecimiento, siempre que se cumpla lo establecido en el apartado anterior y se asegure su accesibilidad en situación de emergencia por inundaciones.

2. En aquellos suelos que se encuentren a 30 de diciembre de 2016, en la situación básica de suelo urbanizado, podrá permitirse la construcción de nuevas edificaciones, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, lo establecido en las letras a) y b) del apartado 1.

3. Para los supuestos anteriores, y para las edificaciones ya existentes, las administraciones competentes fomentarán la adopción de medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección, todo ello de acuerdo con lo establecido en la Ley 17/2015, de 9 de julio, y la normativa de las comunidades autónomas. Asimismo, el promotor deberá suscribir una declaración responsable sobre el riesgo de inundación existente en la que exprese claramente que conoce y asume el riesgo existente y las medidas de protección civil aplicables al caso, comprometiéndose a trasladar esa información a los posibles afectados, con independencia de las medidas complementarias que estime oportuno adoptar para su protección. Esta declaración responsable deberá estar integrada, en su caso, en la documentación del expediente de autorización. En los casos en que no haya estado incluida en un expediente de autorización de la administración hidráulica, deberá presentarse ante ésta con una antelación mínima de un mes antes del inicio de la actividad.

4. Además de lo establecido en el apartado anterior, con carácter previo al inicio de las obras, el promotor deberá disponer del certificado del Registro de la Propiedad en el que se acredite que existe anotación registral indicando que la construcción se encuentra en zona inundable.

5. En relación con las zonas inundables, se distinguirá entre aquéllas que están incluidas dentro de la zona de policía que define el artículo 6.1.b) del TRLA, en la que la ejecución de cualquier obra o trabajo precisará autorización administrativa o declaración responsable de los organismos de cuenca de acuerdo con el artículo 9.4 de este reglamento, de aquellas otras zonas inundables situadas fuera de dicha zona de policía, en las que las actividades serán autorizadas por la administración competente con sujeción, al menos, a las limitaciones de uso que se establecen en este artículo, y al informe que emitirá con carácter previo la administración hidráulica de conformidad con el artículo 25.4 del TRLA, a menos que el correspondiente Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la administración.

## 2. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

### 2.1. Objeto del estudio

El presente estudio tiene como objeto establecer el cálculo de los caudales para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años para una vez conocido el caudal, calcular la inundabilidad a su paso por la zona de estudio para los periodos anteriormente mencionado.

Para ello se realizará hidrológico y un estudio hidráulico de la zona de estudio, siendo para este proyecto la Confederación Hidrográfica del Tajo, concretamente en el término municipal de Navalcarnero (Madrid).

La caracterización hidrometeorológica se compondrá de un estudio de la información disponible sobre precipitaciones máximas diarias (o infra diarias si disponibles) e intensidades de lluvia para diferentes escenarios, umbral de escorrentía, y factor de torrencialidad.

Con el modelo hidráulico, se pretende conocer el comportamiento sobre el terreno de los valores de lluvia/caudal calculados en la modelización hidrológica. Las dos variables fundamentales a conocer son el calado y la velocidad, puesto que se utilizarán a posteriori para el cálculo de la peligrosidad y el riesgo de las inundaciones pluviales. De esta forma, se determina la magnitud del evento, asociada a una duración y periodo de retorno y, por otro lado, el volumen y la distribución temporal resultante de dicha magnitud.

### 2.2. Descripción de la zona de estudio

La línea de evacuación subterránea se proyecta en el término municipal de Navalcarnero, provincia de Madrid. A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 30) del inicio y fin de la línea de evacuación:

Coordenadas de la Línea de Evacuación	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa (X)	409.225	414.360
Norte (Y)	4.464.623	4.461.873

Tabla 1. Localización línea de evacuación

La imagen siguiente muestra la localización de la LSMT de Evacuación:



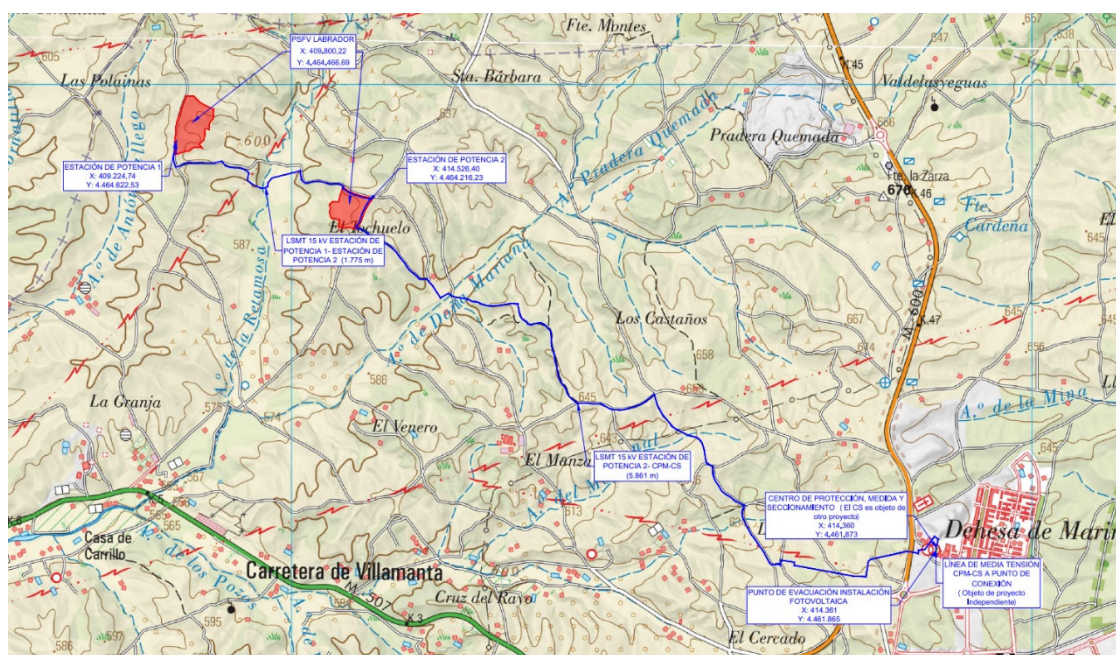


Ilustración 2. Localización línea de evacuación

### 2.3. Descripción Física

La Comunidad de Madrid se extiende desde el Sistema Central hasta el valle del Tajo, en una extensa y constante pendiente. Con el objetivo de facilitar el estudio del relieve de la autonomía madrileña, éste se ha dividido en tres grandes unidades: la sierra, la llanura del río Tajo y el piedemonte, que separa entre sí a las dos primeras unidades.

La sierra, situada en la zona norte de la región, está formada por la totalidad de la sierra de Guadarrama, la parte más occidental de la sierra de Ayllón conocida como Somosierra, y el área oriental de la sierra de Gredos. Todas ellas dan lugar a un paisaje típicamente montañoso, donde las altitudes máximas, respectivas a cada una de las tres sierras, están representadas en el pico de Peñalara (2.428 m) considerado como el más elevado del territorio madrileño, el pico de Peña Cebollera (2.129 m) y el Alto del Mirlo (1.770 m). Otras elevaciones destacadas son el pico de La Maliciosa (2.227 m), Cabeza de Hierro Mayor (2.383 m) y Siete Picos (2.138 m), todas ellas localizadas en la sierra de Guadarrama. Esta alineación montañosa junto con la sierra de La Cabrera forma un ángulo abierto hacia el este, creando el valle del río Lozoya.

Respecto a la segunda unidad, la llanura del río Tajo, se encuentra configurada por campiñas, páramos y vegas articulados alrededor de este río. Es aquí donde la autonomía presenta sus cotas más bajas: 430 m en el cauce del río Alberche, a su paso por Villa del Prado. En cuanto al piedemonte, se trata de una zona de transición entre la sierra y las arenosas llanuras del Tajo. Su extensión comprende desde el norte de la región, en la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya, hasta el suroeste de la comunidad madrileña, de manera que dibuja una franja paralela a la sierra.

El territorio que abarca la Comunidad de Madrid pertenece a la cuenca hidrográfica del Tajo, cuyo curso atraviesa la zona meridional de la región pasando por Belmonte del Tajo, Brea del Tajo, Fuentidueña del Tajo y Aranjuez. También existen otras cuatro cuencas hidrográficas menores subsidiarias del Tajo, que son las correspondientes al Jarama, Guadarrama, Alberche y Tiétar. Todos ellos tienen su nacimiento en el Sistema Central y desembocan en el Tajo. Entre otros, también destacan los afluentes del Jarama: el Lozoya, Guadalix, Manzanares, Henares y Tajuña.

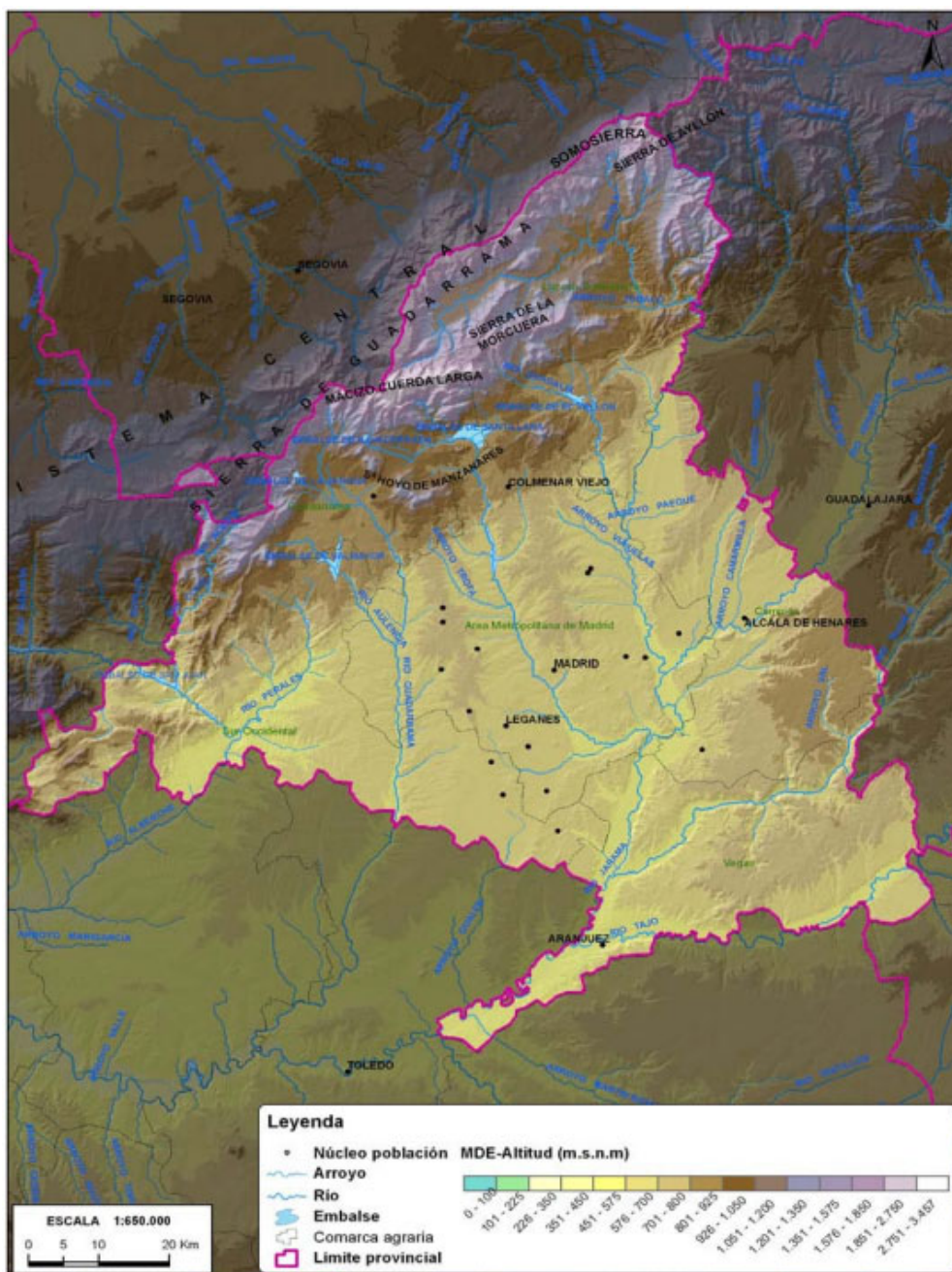


Ilustración 3. Mapa de relieve e hidrografía.

## Hidrología

La depresión del Tajo constituye la segunda unidad de relieve de la Comunidad de Madrid. Es una gran fosa que se formó durante la era terciaria como compensación a la elevación de la cordillera central. Los materiales sedimentarios que la constituyen sobrepasan, precisamente en la Comunidad de Madrid, el millar de metros de espesor. El relleno comporta series relativamente monótonas, principalmente neógenas y terrenos cuaternarios localizados en los márgenes de los principales ríos. Materiales que afloran, principalmente, en el fondo de las fosas del Lozoya y Guadalix-Redueña; jalona en el norte del Cerro de San Pedro y se extiende en el contacto con los macizos antiguos entre los ríos Perales y Aulencia, y al Este de Colmenar Viejo en dirección a Torrelaguna.

El Tajo presenta un mínimo acusado en invierno, en Enero, un máximo en Abril y un mínimo principal en verano, régimen que se ve acentuado tras su confluencia con el Jarama, que duplica su caudal al aportarle este más de cincuenta metros cúbicos por segundo. Cuando el Jarama entra en el Tajo lleva consigo aguas del Lozoya, Guadalix y Manzanares, que tienen su origen en la Comunidad de Madrid. El Henares y el Tajuña, por su parte, nacen en Guadalajara.

El Jarama nace en la escorrentías del Pico de Las Tres Provincias a 2.63 metros de altitud y vierte sus aguas en el Tajo, cerca de Aranjuez, tras un recorrido de 190 kilómetros, casi todos ellos en la provincia de Madrid. Iniciado su curso, el Jarama engruesa rápidamente su caudal por las aportaciones de sus afluentes Horcajo, Ermito (o Hermito) y Berbellido procedentes de la sierra de Ayllón. En este primer tramo, desde su nacimiento hasta el pueblo de La Hiruela, forma el límite entre las provincias de Madrid y Guadalajara, siendo un bello río de montaña el cual se abre difícilmente paso entre las estribaciones montañosas. Después de recibir las aguas de su afluente el Berbellido, penetra en la provincia de Guadalajara, siguiendo la dirección Oeste/Este, sobre Terrenos Pizarrosos y en sus márgenes se ven bellos pueblos de montaña, tales como Colmenar de la Sierra o Matallana. En las cercanías de esta localidad, tributa el Jaramilla, procedente de Peña Tiñosa, formando ambos el embalse de Matallana. Desde aquí inflexiona hacia el sur para recorrer la angosta fosa y ser nuevamente represado en El Vado. Cerca de Retiendas abandona la alineación montañosa para entrar en la meseta y dirigirse al Suroeste, paralelamente a la alineación montañosa de la Sierra de Guadarrama.

Llegado a Uceda recibe al Lozoya, sirviendo desde este punto, en algunos tramos, como nuevo límite de las provincia de Madrid y Guadalajara. El perfil va suavizándose y discurre por un amplio valle que se agranda a medida que avanza. En su recorrido de 190 kilómetros de régimen pluvionival, recibe por la derecha, los ríos Lozoya, Guadalix y Manzanares y los arroyos Vallosera, Palancar, Concha, Hoces, Reduvia, San Vicente, Morenillo, Viñuelas, Quiñones, Vega, Valdebeba y Cañada. Por la izquierda hace lo propio con los ríos Berbellido y Jaramilla y con los arroyos Soto, Venta, Lugar, Conrayado, Matarrubia, Pajar, San Benito, Valdejudios, Galga, Valtoron, Peaque,

Cerrada, Quemadas y Anchuelo. Su curso está regulado por los embalses de El Vado (Campillo de Ranas) y Valdentaes (Uceda).

Conocido en su origen como río de La Angostura, el Lozoya tiene su nacimiento en las escorrentías de la tercera Guadarramilla (Bola del Mundo), recibe aportaciones por su izquierda del río Peñalara que atraviesa las antiguas morrenas del glaciar de Peñalara, el río se dirige hacia el Este por la fosa tectónica comprendida entre la sierra de la Cuerda Larga al Sur y Montes Carpetanos al Norte, por tierras de labor y bosques de pinos, fresnos, álamos, etc. A la altura de Lozoya, sus aguas son contenidas en el embalse de La Pinilla y más abajo, en los de Rioquillo, Puentes Viejas y El Villar. En el primero se le incorpora el río Grande de Horcajo, procedente de Somosierra. A partir del embalse del Atazar, en el que se le incorpora por la izquierda el río de La Puebla y el pantano de El Pontón de la Oliva, tributando poco después en el Jarama al norte de Uceda.

Las primeras aguas del río Manzanares tienen su origen en la vertiente este de la tercera Guadarramilla (2.257 metros) (Bola del Mundo), a la altura del Ventisquero de la Condesa (2.200 metros). Cerca de este paraje, junto a la margen izquierda de las fuentes del río, se pueden observar las ruinas del antiguo casetón de la R.S.E. Alpinismo Peñalara, que sirvió de refugio a montañeros y esquiadores durante bastantes años. Su recorrido se inicia en dirección noroeste-sureste, sobre un cauce estrecho y superficial, bellamente encajonado entre abruptas laderas constituidas por abundantes canchos de grandes proporciones. En el tramo comprendido entre su nacimiento y la desembocadura de su primer afluente, el arroyo de Valdeartín, discurre el río sobre un fondo de pequeños guijarros y con alguna vegetación acuática, siendo sus aguas limpias, transparentes y de rápida corriente.

Toma a continuación dirección este, recibiendo por su izquierda las aguas del arroyo Simón de Los Chorros, a 1.300 metros, que a su vez recibe las aguas del arroyo de La Mata. Pasado el primero se dirige al sur donde deposita sus aguas del arroyo de Los Hoyos de la Sierra (1.200 m.), llamado antiguamente el arroyo del Cuervo. Las aguas de este arroyo también recogen las provenientes de los arroyos de La Covacha y El Chivato y éste último, a su vez, del de La Peña. Por la derecha toma las aguas La Garganta.

Continúa el Manzanares hacia el sureste, tributándole por la izquierda el arroyo de La Majadilla, que a su vez, recibe las aguas de los arroyos de Los poyos y de La Dehesilla para, a continuación, entrar en el singular paraje conocido como Garganta Camorza, donde el Manzanares vuelve a encajonarse entre multitud de canchos graníticos formando un espacio de notable encanto. Sigue su curso rumbo al este hasta alcanzar el paraje del Tranco donde toma dirección sur. A la derecha deja la ermita de la Peña Sacra y alcanza el Molino de Manzanares. Entra en Manzanares El Real, al sureste y a los pocos metros forma en Embalse de Santillana. Pasado Madrid, el río describe un amplio arco hacia el este para tributar en el Jarama, tras un recorrido de ochenta kilómetros.

El Henares nace en la vertiente suroeste de la Sierra Ministra, a unos 3,5 kilómetros del pueblo de Horna (Guadalajara), a 1.800 metros de altitud. Este río surge

en forma de varios manaderos llamados «Fuentes del Henares» en el paraje indicado que señala un hito o mojón conmemorativo instalado en el año 1877 por la dirección del Instituto Geográfico Nacional durante el reinado de Alfonso XIII. En sus tramos superior y medio en la provincia de Guadalajara discurre en dirección noroeste, suroeste, por un amplio valle excavado entre formaciones de margas del micceno, aunque en algunas zonas la erosión fluvial ha puesto al descubierto formaciones calizas y areniscas. La ribera derecha del río, en terreno más suave y regular por la izquierda, se encuentra cubierta de una serie de terrazas escalonadas sobre las que se asientan cultivos de cereales y vid y pequeñas huertas de regadío, alimentadas por una red de canales, entre los que figuran los de Baides y Henares. Entre los afluentes de esta orilla del río, que riegan la vertiente sur, de la Cordillera Central, sobresalen los ríos Salado, Cañamares, Bornoba y Sorbe. En la vertiente izquierda, los integrantes de la red subsidiaria del Henares son de trayecto más corto y gran pendiente y cauce profundo, encajado en los páramos alcarreños. Los más importantes son el Dulce y Badiel. Antes de iniciar su tramo inferior, el río cruza el municipio de Guadalajara; posteriormente discurre por la provincia de Madrid y atraviesa Alcalá de Henares y San Fernando de Henares, cuyos topónimos derivan de este hidromino, donde desemboca en la margen izquierda del río Jarama, a 550 metros de altitud, tras 160 kilómetros de curso. Desde la antigüedad, el valle del Henares ha sido utilizado por diversas culturas, como el principal paso natural, entre las depresiones del Tajo y del Ebro.

El Tajuña tiene sus primeras fuentes en terrenos mesozoicos, en Maranchón (Guadalajara). Cruza esta provincia de Castilla-La Mancha encajonado en dirección noroeste-suroeste. A medida que penetra en la Comunidad de Madrid se va apreciando un ligero ensanchamiento de su valle, pero no es hasta alcanzar la localidad de Morata de Tajuña, donde alcanza el kilómetro de anchura, el río, cuya superficie casi se triplica cuando desemboca en el Jarama. Forma una amplia vega por la que divaga. Se une a este último más abajo de Titulcia. Su cauce, ancho y plano, va formando en sus riberas, unas amplias vegas.

En la confluencia de los arroyos Valle, Miraflores y Endrinal, nace el Guadalix. En su primer tramo discurre en dirección oeste-este, a través de los términos de Guadalix de la Sierra y Pedrezuela, donde se desvía su sentido hacia el sur, para bañar los términos de San Agustín de Guadalix y San Sebastián de los Reyes, donde desemboca en el Jarama por su margen derecha. En su curso alto está regulado por el Embalse de El Vellón (situado en los términos de Guadalix de la Sierra y Pedrezuela). Son tributarios del río Guadalix los arroyos Valdesalices, Valdemoro y Fresnera.

En el término municipal de El Escorial nace el río Aulencia. En su curso alto recibe las aguas del arroyo del Batán. Sobre él se localizan los embalses de Granjilla I y Granjilla II y el de Valmayor, en la confluencia del río con el arroyo Ladrón. Es afluente del río Guadarrama por su margen derecha.

El Perales es afluente del Alberche por la izquierda. Tiene su nacimiento en la vertiente oriental de Las Machotas, a 1.105 metros de altitud. Deja a su derecha el municipio de Perales de Milla y a su izquierda Aldea del Fresno. Discurre en dirección noroeste-suroeste, sirviendo en parte de límite natural, con la comarca de la Sierra de Madrid. Tiene una longitud de unos 35 kilómetros. Afluyen al Perales por la izquierda los

arroyos Quijorna, Palomero y Grande. Por la derecha, el Pradejón y de La Yunta, con su tributario el Colmenar. En torno a su cauce se suceden de forma de abanico, niveles de terrazas escalonadas.

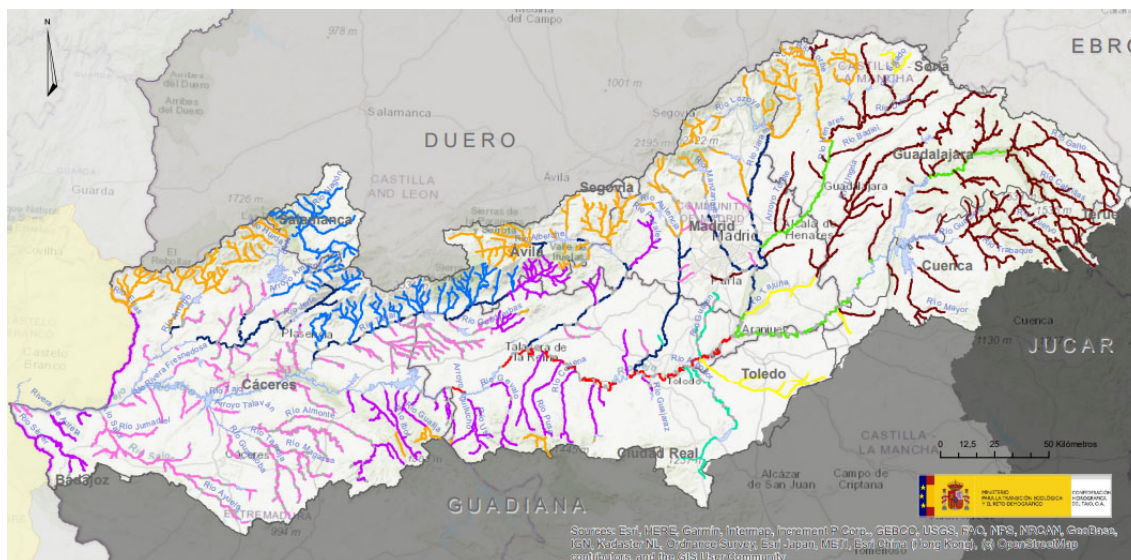


Ilustración 4. Red Hidrográfica Confederación del Tajo

## Edafología

El grupo de suelos más representativo que se asienta sobre la Comunidad de Madrid, según la Taxonomía americana del USDA-NRCS que se detalla en el Anexo I, es el Xerochrept, ocupando el 53% de la superficie total. Este Inceptisol se localiza principalmente en dos áreas, en la franja nord-occidental y en el extremo sur-oriental, coincidiendo con las comarcas de Campiña y Las Vegas.

El siguiente tipo de suelos en orden de importancia es el Haploxeralf (19% de la superficie), caracterizado por su color rojizo, que se ubica en la parte central tapizando todo el área metropolitana de Madrid. En las principales cuencas de los ríos que discurren por el territorio madrileño se asienta la asociación de suelos Xerorthent + Xerofluvent, ocupando el 16% de la superficie total.

Además, se dan otros sistemas edáficos minoritarios, del orden de los Inceptisoles como son el Xerumbrept y el Cryumbrept, representando el 6% y 4%, respectivamente. El primero se caracteriza por situarse en zonas de regimenes de humedad seco, en cambio el otro se asocia a regiones más frías.

Las características principales de los suelos predominantes son las siguientes:

- Xerochrept: son suelos profundos (100-150 cm). Presentan un bajo contenido en materia orgánica, su pH es ligeramente ácido y la textura es franco-arenosa.
- Haploxeralf: son suelos profundos (100-150 cm). El pH es ligeramente neutro.

Presentan poca materia orgánica y la textura es franco-arcillo-arenosa.

- Xerorthent: son moderadamente básicos pero algunos son ácidos. Tienen un contenido en materia orgánica medio. Son, en general, suelos profundos y su textura es franca o arcillosa.
- Ustochrept: son suelos moderadamente básicos. Presentan poco contenido en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm) y su textura es francoarcillosa.
- Xerofluvent: son suelos profundos (100-150 cm). Presentan un contenido medio en materia orgánica, su pH es ligeramente ácido y la textura es franco-arenosa.
- Xerumbrept: son los Umbrepts de climas mediterráneos. Son suelos profundos (100-150 cm). Ricos en materia orgánica y moderadamente ácidos. Textura francoarcillosa.
- Cryumbrept: son los Umbrepts fríos localizados generalmente en altas altitudes. Ricos en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm). Son moderadamente ácidos. Textura franco-arenosa.

Ricos en materia orgánica. Tienen una profundidad media (50-100 cm). Son moderadamente ácidos. Textura franco-arenosa.

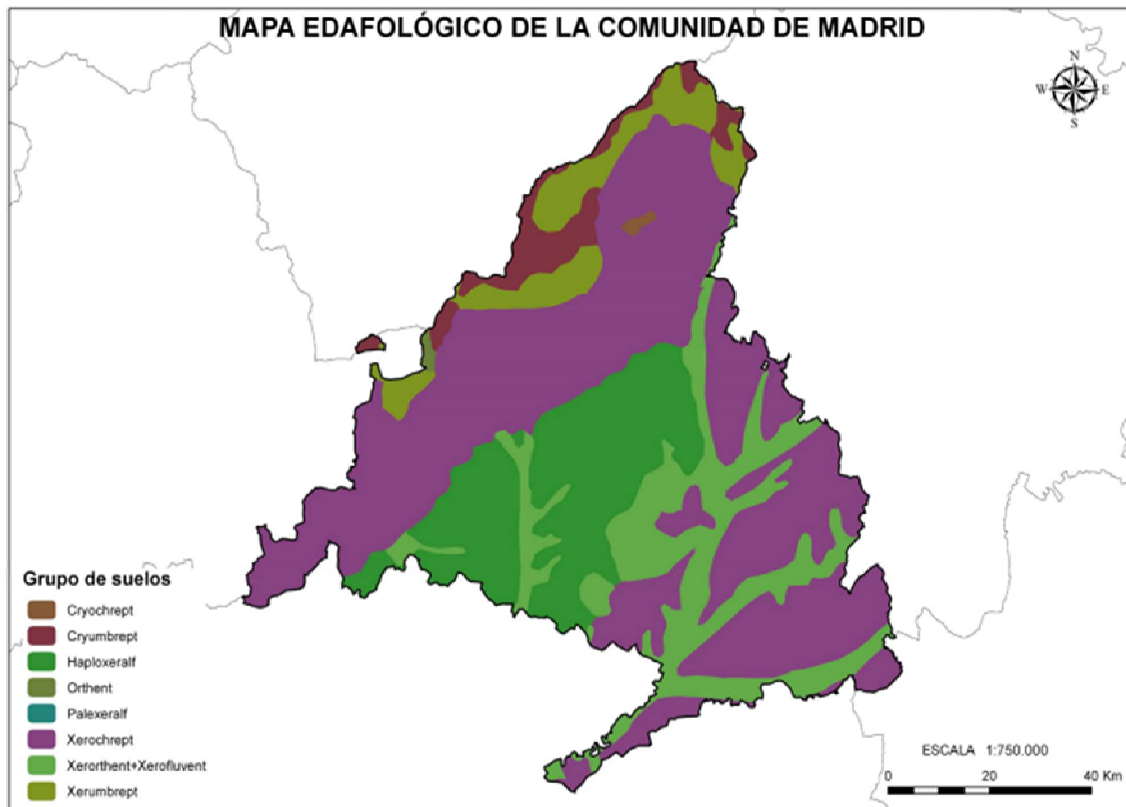


Ilustración 5. Mapa de Edafología

## Climatología

El clima que define a la Comunidad de Madrid es el resultado conjunto de la interacción de la orografía propia de este área, junto con las condiciones de la dinámica atmosférica del centro peninsular. El sistema montañoso de la Sierra actúa frecuentemente como un muro que contiene a los frentes de lluvia oceánicos, impidiendo su desplazamiento hacia el interior. El clima de tipo mediterráneo se hace presente en la mayor parte de la región, presentando variaciones desde las zonas más bajas, donde es más cálido y seco, hasta los municipios serranos, más fríos y húmedos. Hay que destacar que en el área urbana de Madrid el clima se ve modificado por el efecto de una isla de calor, ya que la energía calorífica generada por la actividad humana incrementa los valores térmicos. La consecuencia de ello se refleja en el aumento de las temperaturas nocturnas.

Los datos climáticos de las 52 estaciones pluviométricas (41 de ellas termopluviométricas) repartidas por toda la provincia, a las que el MAGRAMA tiene acceso, se exponen en las Comarcas Agrarias correspondientes, y proporcionan los datos referidos a la serie de años de 1960-1996. Según el resumen de estos valores, la precipitación anual media para toda la provincia es de 576,9 mm, siendo concretamente la estación de Navacerrada “Puerto” la que presenta un mayor valor (1.349,8 mm). La pluviometría máxima en 24 h está registrada en esta misma estación con 76,3 mm. En lo que a la temperatura se refiere, dichas estaciones arrojan una temperatura media anual de 13,1 °C. El mes más cálido es julio con una temperatura media anual de 23,5 °C, y el más frío enero, con 4,8 °C. La temperatura media mensual de mínimas absolutas y la media de las mínimas del mes más frío se encuentran registradas en la ya mencionada estación de Navacerrada “Puerto” con -12,5 °C y -3,2 °C, respectivamente. La temperatura media de máximas del mes más cálido obtenida en la estación de Ambite de Tajuña es de 36,4 °C.

Para evaluar las posibilidades de los diferentes cultivos de secano de una zona se puede acudir a la clasificación agroclimática de J. Papadakis que se detalla en el Anexo III, la cual establece en función del rigor invernal (tipo de invierno), calor estival (tipo de verano) y la aridez y su variación estacional, zonas aptas para determinados cultivos “tipo”. Para ello, se basa exclusivamente en los parámetros meteorológicos anteriormente comentados: temperatura media de las máximas, temperatura media de las mínimas, temperatura media de las mínimas absolutas y la precipitación mensual.

De esta forma y según dicha ecología de los cultivos establecida por Papadakis, la Comunidad de Madrid cuenta con 3 tipos climáticos principales: Mediterráneo templado, Mediterráneo continental y Mediterráneo templado fresco. El tipo Mediterráneo templado domina casi la totalidad de la autonomía, exceptuando el área de la sierra de Guadarrama y Somosierra, en la franja noroeste, donde se define el tipo Mediterráneo templado fresco. También aparecen dos importantes áreas correspondientes al Mediterráneo continental; la primera de ellas se localiza en el extremo suroeste de la región ocupando la mitad de la comarca Sur Occidental, mientras que la segunda se adentra por el sur hasta alcanzar gran parte del área metropolitana de Madrid.



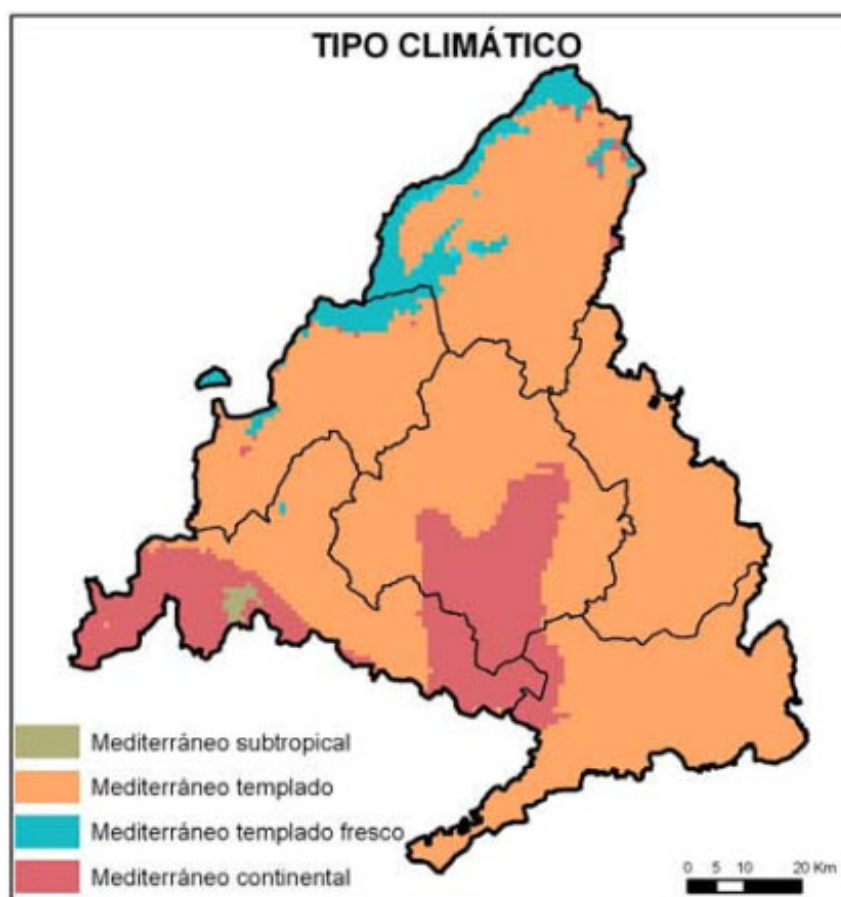


Ilustración 6. Clasificación Agroclimática de Papadakis

## Geología

La sierra de Madrid, situada en la franja noroeste del territorio, cuenta con un sustrato geológico compuesto por rocas muy diversas como son las plutónicas, metamórficas y sedimentarias. Éstas se caracterizan por tener una gran antigüedad, ya que datan del Paleozoico y Mesozoico, aunque las rocas más antiguas corresponden a los gneises y esquistos, definidas como rocas metamórficas que en algunos casos pueden superar los 500 millones de años. Las pizarras y cuarcitas del norte de la Comunidad les siguen en antigüedad. Éstas últimas pertenecen a las rocas sedimentarias, y su formación proviene de los materiales depositados en el fondo de un océano en el periodo Ordovícico, época donde la Península Ibérica formaba parte del supercontinente conocido como Gondwana. Pertenecientes a las rocas plutónicas aparecen los granitos que componen la sierra de Madrid, cuya formación está fechada en el periodo Carbonífero, más concretamente durante la llamada orogenia varisca, que dio lugar a los relieves que obligaron al mar a retroceder. Los conjuntos montañosos formados gracias a esta orogenia se fueron erosionando durante más de 200 millones de años hasta que en el Cretácico el área central de la península, correspondiente a Madrid y Segovia, volvió a quedar cubierta por el mar. Hasta el fin del Cretácico se formaron arenas, calizas y dolomías en las costas y mares tropicales de aquella época. Las extensas capas compuestas por estos materiales y depositadas en el fondo del mar

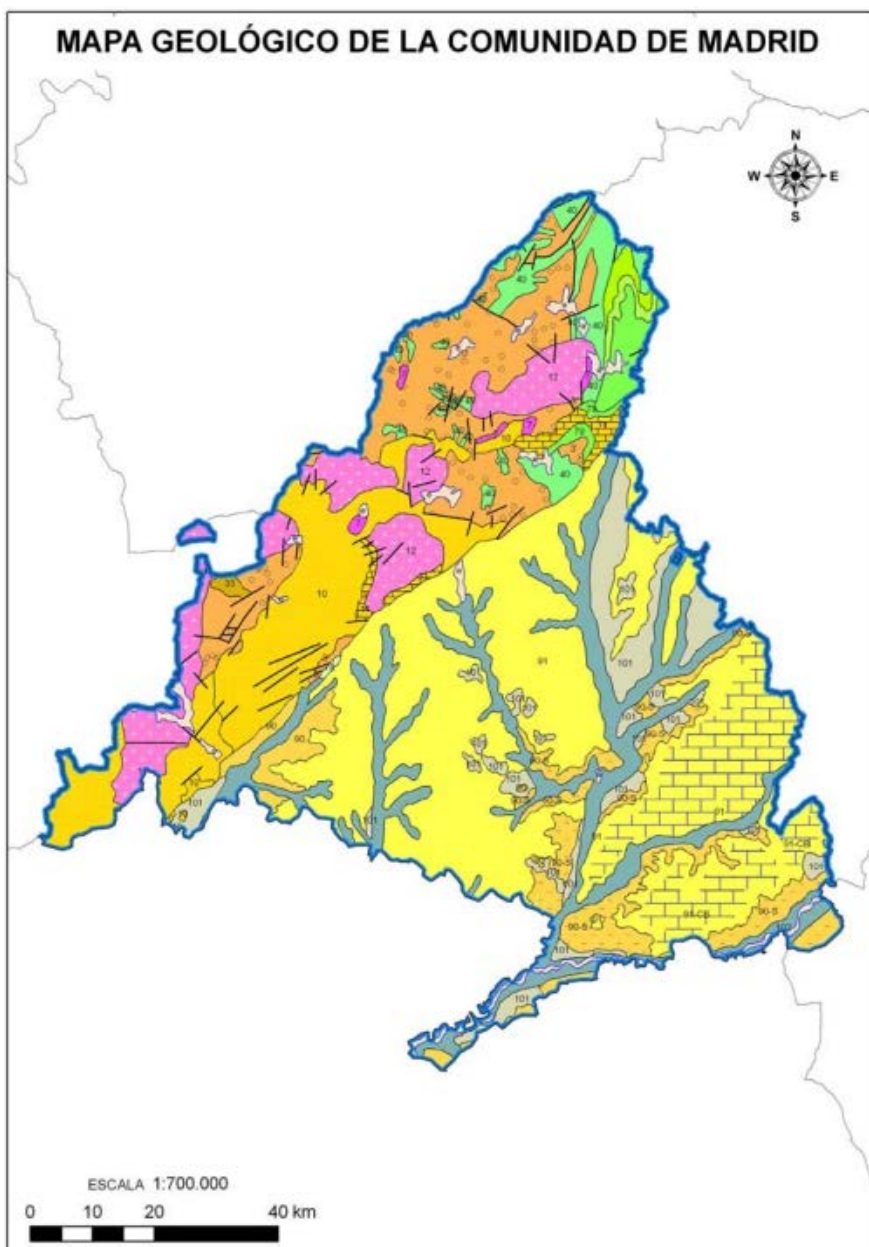
durante el Cretácico superior, se plegaron y fracturaron más adelante de manera que actualmente se pueden observar algunos restos en pequeñas franjas adosadas a los principales relieves.

Las actuales alineaciones montañosas de la Península Ibérica, incluyendo el Sistema Central, provienen de la orogenia alpina acaecida a finales del Cretácico, hace 80 millones de años. Durante el Plioceno, esta orogenia tuvo otra consecuencia: se produjo un basculamiento gradual de la conocida como placa ibérica hacia el océano Atlántico, de manera que las cuencas sedimentarias del interior peninsular, correspondientes al Duero y al Tajo, comenzaron a “vaciar” hacia el oeste dando lugar al drenaje de las cuencas hidrográficas y configurando el relieve actual. Pero durante este proceso no solo se dio lugar a sistemas montañosos, si no que al mismo tiempo que se formaban las cordilleras, comenzaba la erosión de las mismas. Así, los torrentes que descendían del Sistema Central arrastraban el sedimento para posteriormente depositarlo en las zonas más bajas.

La Cuenca de Madrid ocupa aproximadamente dos tercios del territorio madrileño, dentro de la cual se enclava la misma ciudad. Esta vasta depresión tectónica estuvo recibiendo durante millones de años los sedimentos procedentes de los relieves circundantes. En esta cuenca pueden diferenciarse, desde el punto de vista geológico, dos grupos: el primero de ellos, de mayor antigüedad, está formado principalmente por sedimentos aluviales y lacustres depositados durante el Terciario, periodo durante el cual la cuenca estaba cerrada y sin salida al mar. En cuanto al segundo grupo, está compuesto por materiales más recientes: sedimentos de predominancia fluvial depositados durante el Cuaternario, cuando el río Tajo ya había alcanzado la cuenca de Madrid debido a su erosión remontante, y el agua y los sedimentos de esta cuenca se desplazaban al océano Atlántico al igual que en la actualidad, conformando la presente morfología.

La franja central de la Comunidad de Madrid está compuesta por arcosas y conglomerados del Mioceno, que en un principio se depositaron en abanicos aluviales procedentes de los relieves de la sierra. En cambio, los yesos y calizas destacan en el tercio sureste del territorio, depositados en lagos por la evaporación del agua, mientras que las arcillas y los limos también adquieren gran importancia en este área, aunque sus depósitos se formaron por decantación del sedimento en suspensión en el agua de los ríos. Entre las formaciones fluviales del Cuaternario destacan las gravas de relleno de los propios canales fluviales, junto con los limos y arenas de las llanuras de inundación fluvial.

En la figura siguiente se representa el mapa de geología de la zona de estudio.



*Ilustración 7. Mapa de Geológico Comunidad Madrid.*

### 3. ESTUDIO HIDROLÓGICO

#### 3.1. Cálculo de las cuencas de estudio.

Para el estudio hidráulico se han estudiado las cuencas aportantes de la red fluvial que puede influir en la zona de estudio.

A continuación, pasamos a obtener los caudales de los periodos de retornos de estudio (10, 50 y 100 años) a través d La Norma 5.2-IC Drenaje Superficial publicada por el Ministerio de Fomento, en su versión más reciente del año 2016 (aprobada por la Orden FOM/298/2016).

#### 3.2. Datos

##### Ortofotos

Primeramente, seleccionaremos las ortofotos necesarias de la zona de estudio. En la sección de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la dirección [www.ign.es](http://www.ign.es), haremos clic en búsqueda avanzada y seleccionaremos ortofotos PNOA Máxima Actualidad, y elegiremos la foto que nos interese, para nuestro caso se han utilizado una ortofoto en formato ECW:

Denominación de Archivos
PNOA_MA_OF_ETRS89_HU30_h25_0581_1.tif

Tabla 2. Archivos Ortofotos IGN



**Ortofoto PNOA Máxima Actualidad**

**Descripción:** mosaicos de ortofotos más recientes disponibles del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.

**SGR:** ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y WGS84 en las Islas Canarias. Proyección UTM en su huso correspondiente.

**Ud. descarga:** cada mosaico cubre una hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000).

**Formato:** ECW

[Ver +](#)  
[Metadatos](#)  
[Información auxiliar](#)

Todos    Por listado    Por mapa

Ilustración 8. Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (IGN)

## Modelos digitales del terreno

Para la elaboración de la cuenca se necesita un Modelo digital del terreno, en adelante MDT, con la suficiente superficie para obtener las cuencas de estudios.

Para la obtención de las cuencas de estudios se ha utilizado el siguiente MDT.

### - Modelo Digital del Terreno – MDT05

Este modelo pertenece al instituto Geográfico Nacional (IGN) y cuenta con las siguientes características:

**Descripción:** modelo digital del terreno 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m.

**SGR:** ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84). Proyección UTM en el huso correspondiente. También huso 30 extendido para hojas en los husos 29 y 31. Alturas ortométricas.

**Ud. descarga:** hojas del MTN50

**Formato:** COG (Cloud Optimized GeoTIFF)



**Modelo Digital del Terreno - MDT05**

**Descripción:** modelo digital del terreno 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m.

**SGR:** ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84). Proyección UTM en el huso correspondiente. También huso 30 extendido para hojas en los husos 29 y 31. Alturas ortométricas.

**Ud. descarga:** hojas del MTN50

**Formato:** COG (Cloud Optimized GeoTIFF)

[Ver + Metadatos](#)

Todos Por listado Por mapa

Ilustración 9. Modelo Digital del Terreno (IGN)

Para la elaboración del MDT se ha utilizado el siguiente archivo.

Denominación de Archivos
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0558_LID.tif
PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0581_LID.tif

Tabla 3. Archivos MDT-05 IGN

### 3.3. Definición de las cuencas de estudio

A continuación, se va enumerar y a ilustrar los pasos (los más representativos), que habrá que seguir para la determinación de las cuencas de estudio:

- Incorporación del MDT05 en ArcGIS descargado y descrito con anterioridad.
- Relleno del Modelo Digital del Terreno, evitando de esta manera, posibles errores en los datos, que nos darían lugar a sumideros y otros defectos de diferente índole.

### 3.4. Tratamiento de datos

Una vez descargados los MDT05 del IGN en formato ASC, se procede a la conversión del mismo a un formato Ráster para su posterior tratamiento. Para ello se utiliza la Herramienta ArcToolbox que incluye el programa, obteniendo así un modelo Ráster del Terreno.

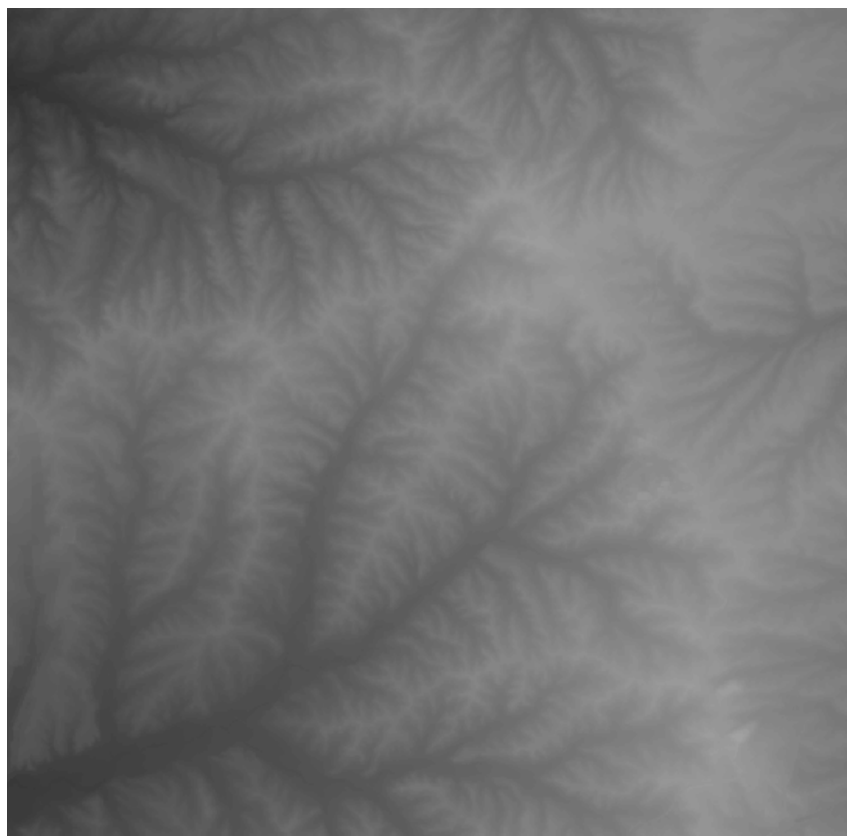


Ilustración 10. Archivo Ráster.

### 3.4.1 Obtención red drenaje y cuencas de estudios

Una vez obtenido el archivo Ráster realizaremos las siguientes acciones a través de la herramienta de hidrología que posee el programa ArcMap.

**Fill (Relleno):** Se crea un archivo para corregir los posibles errores que normalmente contiene el Modelo Digital de Elevaciones (MDT). Al realizar esta acción conseguimos corregir las depresiones existentes en el MDT.

**Dirección de Flujo:** Con este paso averiguaremos cuáles son las direcciones del flujo que seguirá el agua, todo ello a nivel de celda, por la cuenca.

**Acumulación de Flujo:** Con este archivo crearemos obtendremos la acumulación de agua para obtener la red de drenaje.

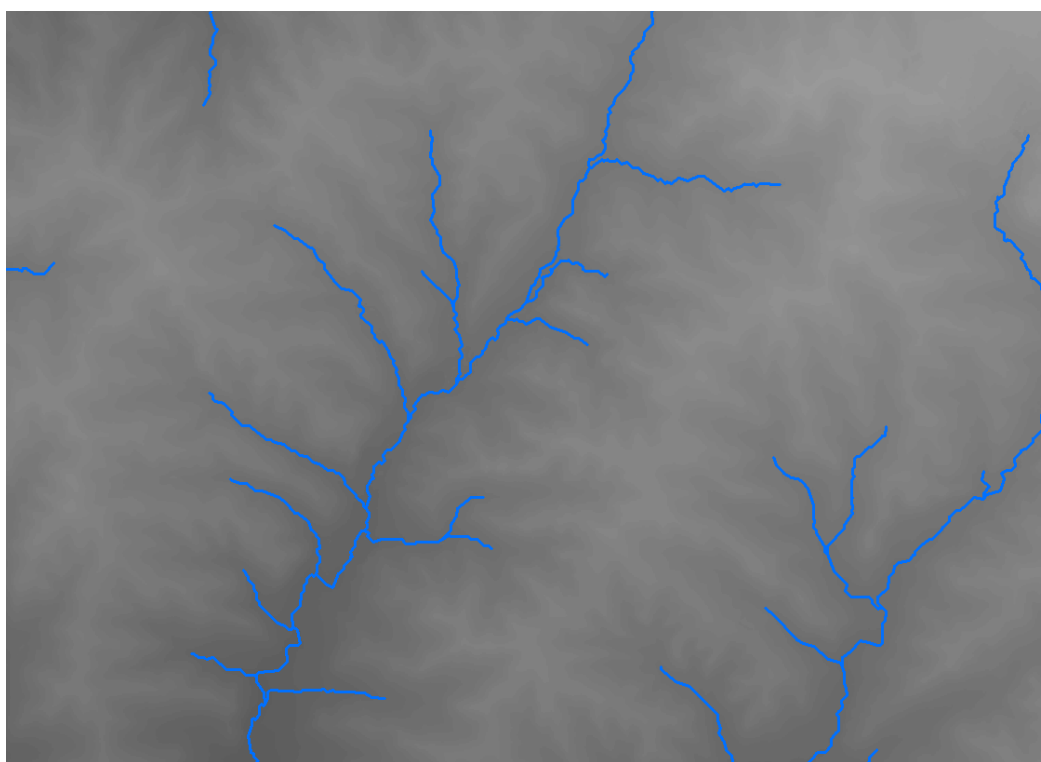


Ilustración 11. Red obtenida MDT

Se ha realizado el estudio de las redes marcadas como Dominio Público Hidráulico y no de las privativas para comprobar la afección de la línea de evacuación sobre los arroyos de estudio.

Para la comprobación de las redes hidráulicas se han tenido en cuenta los siguientes visores:

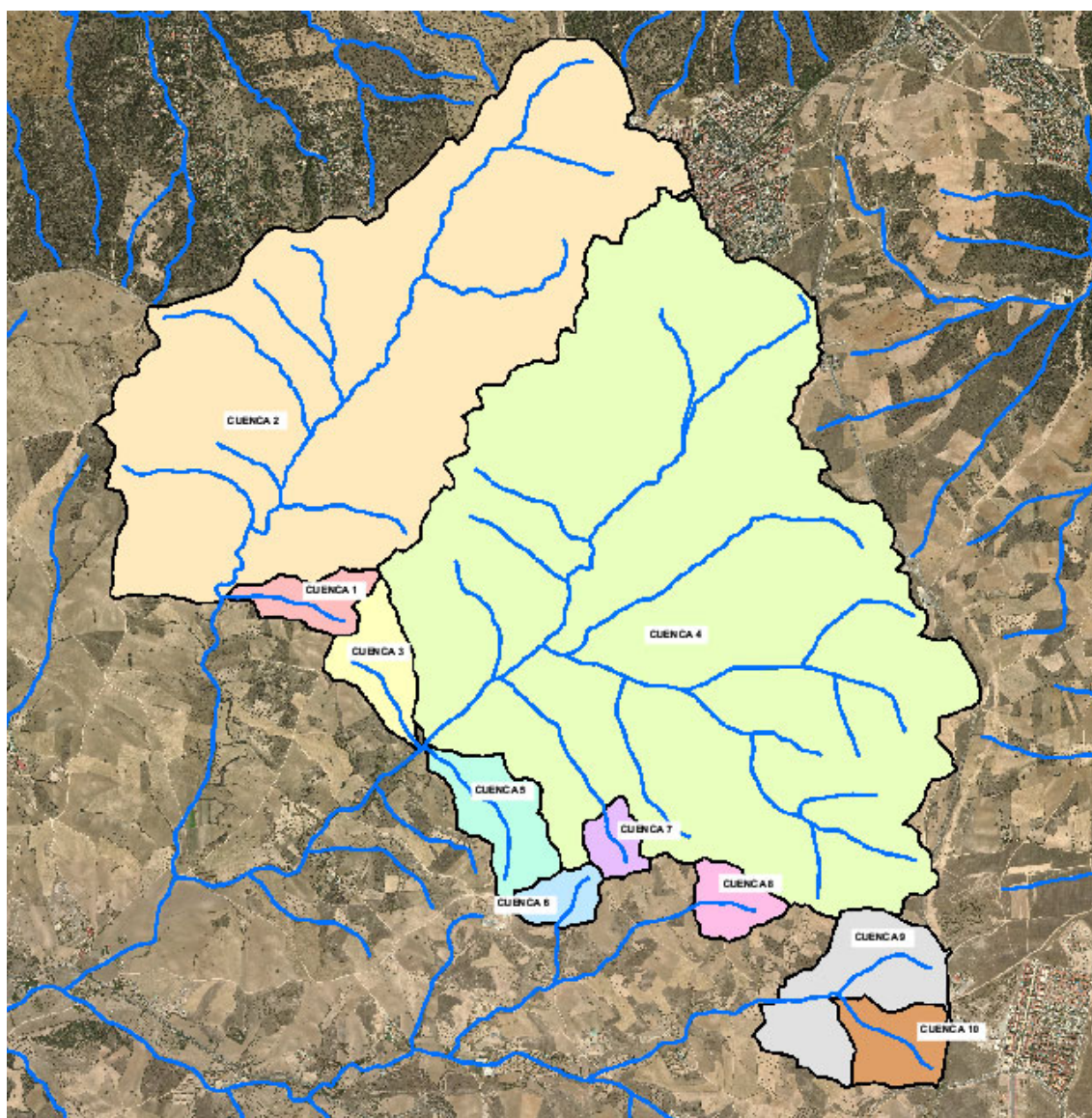
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). <https://www.ign.es/web/ign/portal>  
IGR Hidrografía. <https://visor-hidrografia.ign.es/hidrografia/>
- Sistema Nacional Cartografía Zonas Inundables.(SNCZI). <https://sig.mapama.gob.es/snczi/>

- Visor Confederación Hidrográfica del Tajo  
<https://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx>

### 3.4.2 Cuencas de estudio

Para la zona de estudio hemos identificados cinco cuencas con sus sendas redes de drenaje que son las posibles redes potenciales de afectar a las parcelas de la zona de estudio.

A continuación, se muestran los datos de cada una de las cuencas hidrológicas que se van a estudiar.



*Ilustración 12. Cuencas Conjunta zona de Estudio*



<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 1. ARROYO INNOMINADO 1</b>	
Superficie	0,204 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,745 km
Punto Alto	622,596 m
Punto Bajo	593,187 m
Pendiente Media del Tramo	3,95 %

Tabla 4. Características Físicas Cuenca 1

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 2. ARROYO DE LA RETAMOSA</b>	
Superficie	5,706 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	4,159 km
Punto Alto	658,382 m
Punto Bajo	593,057 m
Pendiente Media del Tramo	1,57 %

Tabla 5. Características Físicas Cuenca 2

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 3. ARROYO INNOMINADO 2</b>	
Superficie	0,288 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,686 km
Punto Alto	617,025 m
Punto Bajo	594,784 m
Pendiente Media del Tramo	3,24 %

Tabla 6. Características Físicas Cuenca 3

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 4. ARROYO DE DOÑA MARIANA</b>	
Superficie	9,044 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	3,259 km
Punto Alto	653,359 m
Punto Bajo	595,947 m
Pendiente Media del Tramo	1,76 %

Tabla 7. Características Físicas Cuenca 4

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 5. ARROYO INNOMINADO 3</b>	
Superficie	0,364 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,726 km
Punto Alto	617,109 m
Punto Bajo	595,166 m
Pendiente Media del Tramo	3,02 %

Tabla 8. Características Físicas Cuenca 5

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 6. ARROYO INNOMINADO 4</b>	
Superficie	0,144 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,326 km
Punto Alto	633,889 m
Punto Bajo	624,390 m
Pendiente Media del Tramo	2,92 %

Tabla 9. Características Físicas Cuenca 6

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 7. ARROYO INNOMINADO 5</b>	
Superficie	0,125 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,369 km
Punto Alto	645,796 m
Punto Bajo	631,268 m
Pendiente Media del Tramo	3,94 %

Tabla 10. Características Físicas Cuenca 7

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 8. ARROYO DEL MANZANAL</b>	
Superficie	0,180 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,415 km
Punto Alto	654,364 m
Punto Bajo	638,159 m
Pendiente Media del Tramo	3,91 %

Tabla 11. Características Físicas Cuenca 8

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 9. ARROYO DE ALAMILLOS</b>	
Superficie	0,609 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,953 km
Punto Alto	655,515 m
Punto Bajo	634,315 m
Pendiente Media del Tramo	2,23 %

Tabla 12. Características Físicas Cuenca 9

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CUENCA DE ESTUDIO. CUENCA 10. INNOMINADO 6</b>	
Superficie	0,279 Km <sup>2</sup>
Longitud Red Drenaje	0,356 km
Punto Alto	657,112 m
Punto Bajo	644,135 m
Pendiente Media del Tramo	3,65 %

Tabla 13. Características Físicas Cuenca 10

#### **4. CALCULO CAUDALES CUENCAS DE ESTUDIO**

En el presente apartado se va a proceder a realizar el cálculo del caudal máximo aportado por la cuenca para los periodos de retornos de estudios, en este caso para T 10, 50 y 100 años.

##### **4.1. Método de cálculo**

Para la obtención del caudal máximo circulante por los cursos fluviales, se procederá a seguir las directrices marcadas en la Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero, por la que se establece la nueva Instrucción de carreteras 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

En dicha instrucción nos indica la metodología para la obtención de los caudales asociados a distintos periodos de retornos, dependiente del tamaño y naturaleza de las cuencas.

Así de este modo nos establece que:

En cuencas de área inferiores a cincuenta kilómetros cuadrados ( $A < 50 \text{ Km}^2$ ):

- Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.

- Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional.

En cuencas de áreas superiores o igual a cincuenta kilómetros cuadrados ( $A > 50 \text{ Km}^2$ ):

- Cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas, se utilizará el método estadístico.

- Cuando los caudales no puedan estimarse a partir de estaciones de aforo, se debe aplicar los métodos hidrológicos adecuados a las características de la cuenca, que se deben contractar con la información de que se disponga sobre caudales de avenidas. En la realización de estos estudios se tendrán en cuenta la información disponible sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación.

A continuación, se aprecia un esquema resumen de lo descrito anteriormente.

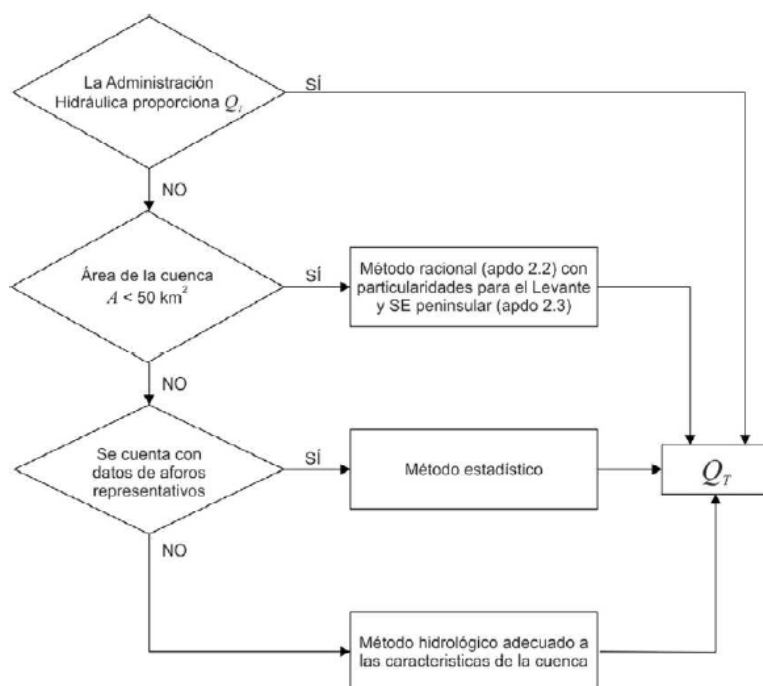


Ilustración 13. Cuadro resumen de metodología de obtención de caudales

Con lo mencionado en el párrafo anterior y aplicado a nuestra zona de estudio, y al disponer de cuencas de área inferior a 50 km<sup>2</sup>, debemos aplicar el Método Racional.

#### 4.2. Cálculo de las precipitaciones máxima diarias

Al no disponer de ninguna estación de aforo en la zona de estudio, como de ninguna estación meteorológica que contenga información representativa, se ha optado por la utilización del “Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular, del Ministerio de Fomento”.

El mapa representa dos familias de líneas que definen el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias puntuales (Pm) y el coeficiente de variación Cv de dicha ley.

La siguiente imagen reproduce un fragmento de la casilla “3-3. MADRID”, correspondiente a la zona donde se ubica el presente proyecto.

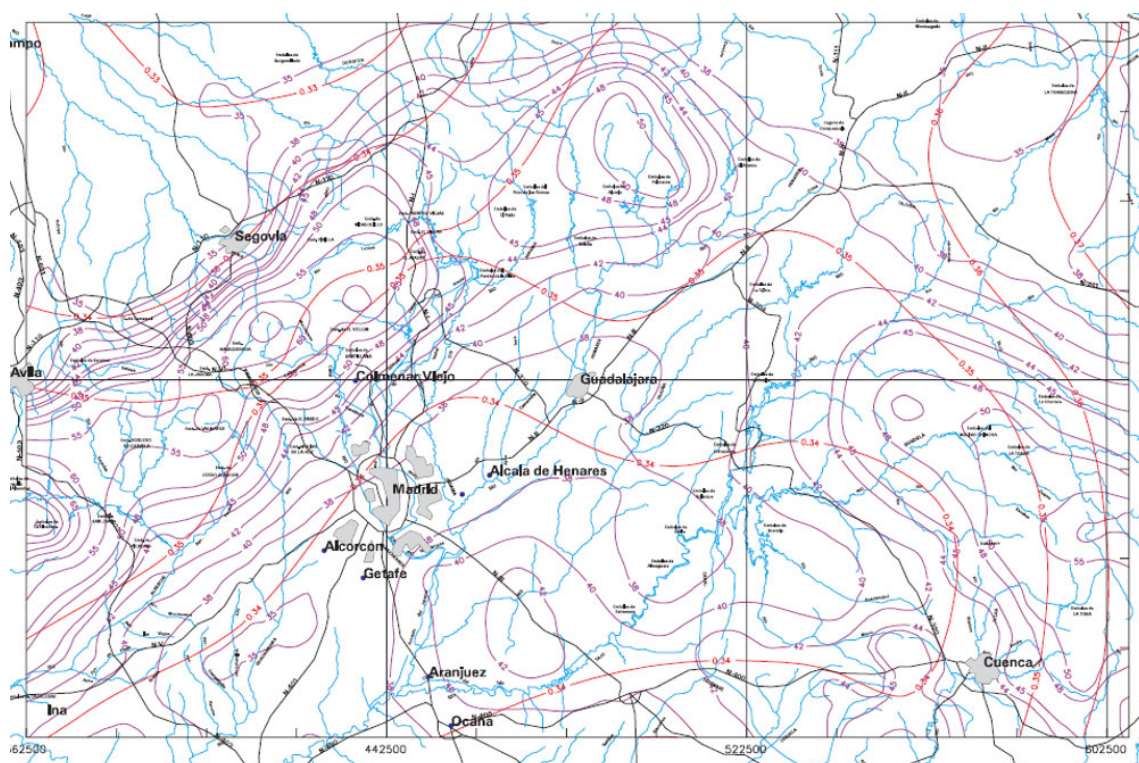


Ilustración 14. Mapa de Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular

El parámetro CV permite determinar el factor  $K_T$ , función de CV y T, que multiplicado por el valor medio P, da como resultado la precipitación máxima diaria asociada a cada período de retorno T.

Para nuestro caso se han determinado un valor de **CV = 0,34** y un valor medio de precipitaciones de **40 mm**.

### 4.3. Método racional

#### 3.4.1 Fórmula general de cálculo

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual  $Q_T$ , correspondiente a un período de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

$Q_T$  (m<sup>3</sup>/s) = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

$I(T, t_c)$  (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.

$C$  (adimensional) = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

$A$  (Km<sup>2</sup>) = Área de la cuenca o superficie considerada.

$K_t$  (adimensional) = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

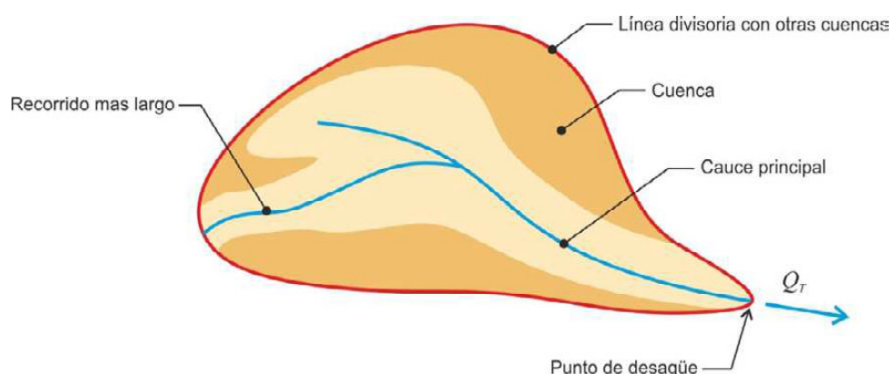


Ilustración 15. Esquema de cuenca por el Método Racional

### 3.4.2 Cálculo del tiempo de concentración

Se entiende por tiempo de concentración el tiempo que tarda en llegar al punto considerado, la gota de agua caída en el punto más desfavorable de la cuenca. En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula siguiente

Las diversas metodologías existentes para determinar el tiempo de concentración de una cuenca a partir de sus parámetros morfométricos han sido determinadas a partir de ajustes empíricos de registros hidrológicos.

El tiempo de concentración de la cuenca es muy importante porque en los modelos lluvia-escorrentía, la duración de la lluvia se asume igual al tiempo de concentración de la cuenca, puesto que es para esta duración cuando la totalidad de la cuenca está aportando al proceso de escorrentía, por lo cual se espera que se presenten los caudales máximos. Las diversas metodologías existentes para determinar el tiempo ajustes empíricos de registros hidrológicos.

Debido a las diferentes formas como fueron concebidas estas expresiones, la variabilidad de los resultados entre una y otra puede ser bastante alta, razón por la cual el criterio del analista juega un papel fundamental en la definición del tiempo de concentración de una determinada cuenca.

- **Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial Instrucción Carreteras**

$t_c$ : Tiempo de concentración en horas,

$L_c$ : Longitud del cauce principal en kilómetros,

$J_c$ : Pendiente media del cauce.

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

- **Williams**

$A$ : área de la cuenca en millas cuadradas,

$L$ : distancia en línea recta desde el sitio de interés al punto más alto en millas.

$S_o$ : diferencia de cotas entre los puntos más extremos dividida por  $L$  en porcentaje,

$d$ : diámetro de una cuenca circular con área  $A$  en millas.

$$T_c = \frac{L A^{0.4}}{D S_o^{0.2}}$$

- **Kirpich**

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%).

$L$ : longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en kilómetros.

$S_o$ : diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.

$$T_c = 0.066 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

- **California Culverts Practice**

Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

L = longitud del curso de agua más largo (m),

H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m).

$$t_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

- **Giandotti**

T<sub>c</sub>= tiempo de concentración (horas)

S= área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

L= longitud del cauce principal (km)

i= elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m).

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}, \text{ Siempre que } \frac{L}{3600} \geq T_c \geq \frac{L}{3600+1.5}$$

- **Ecuación de retardo SCS**

Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que  $t_c = 1.67 \times$  retardo de la cuenca.

L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m),

CN = Número de curva SCS,

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m).

$$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{S^{0.5}}$$



- **Ventura-Heras**

$t_c$ = tiempo de concentración (horas),  $i$ = pendiente media del cauce principal (%),  
 $S$ = área de la cuenca (km<sup>2</sup>),  $L$ = longitud del cauce principal (km),  $a$ = alejamiento medio

$$T_c = a \frac{S^{0.5}}{i}, \text{ Siendo } 0.05 \leq a \leq 0.5$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

- **Bransby-Williams**

$T$ = tiempo de concentración (horas),  $L$ = distancia máxima a la salida (km),  $D$ =  
diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>),  $M$ = área de  
la cuenca (km<sup>2</sup>),  $F$ = pendiente media del cauce principal (%)

$$T = \frac{L}{1,5 D} \sqrt[5]{\frac{M^2}{F}}$$

- **Passini**

$t_c$ = tiempo de concentración (horas),  $i$ = pendiente media del cauce principal (%),  
 $S$ = área de la cuenca (km<sup>2</sup>),  $L$ = longitud del cauce principal (km),  $a$ = alejamiento medio

$$T_c = a \frac{(SL)^{1/3}}{i^{0.5}}, \text{ Siendo } 0.04 \leq a \leq 0.13$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

- **Izzard**

Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para  
flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo  
varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de  
concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de  
procesos iterativos; el producto de  $i$  por  $L$  debe ser  $\leq 3800$ .

$i$  = intensidad de lluvia (mm/h),  $c$  = coeficiente de retardo,  $L$  = longitud de la trayectoria  
de flujo (m),  $S$  = pendiente de la trayectoria de flujo (m/m).

$$t_c = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}}$$

- **Federal Aviation Administration**

Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers: el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

C = coeficiente de escorrentía del método racional,

L = longitud del flujo superficial (m),

S = pendiente media del tramo

$$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C) \cdot L^{0.50}}{S^{0.333}}$$

- **Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley, Aron y Erborge**

Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como Tc son desconocidos, la superposición de una curva de intensidad – duración – frecuencia da una solución gráfica directa para Tc

L = longitud del flujo superficial (m), n = coeficiente de rugosidad de Manning, I = intensidad de lluvia, mm/h, S = pendiente promedio del terreno (m/m).

$$t_c = \frac{7 \cdot L^{0.6} \cdot n^{0.6}}{I^{0.4} \cdot S^{0.3}}$$

**De todos los tiempos de concentración expuestos el que se adecua mejor a las características de la zona de estudio es el método de la Instrucción 5.2 I.C. Drenaje Superficial Instrucción Carreteras**

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Para la aplicación de la fórmula necesitaremos la longitud del tramo de río y la pendiente del mismo, datos ya obtenidos.

**Consultar valores de tiempo de concentración en el anejo de cálculos.**

**4.4. Intensidad de precipitación**

Se La intensidad de precipitación  $I(T,t)$  correspondiente a un período de retorno  $T$ , y a una duración del aguacero  $t$ , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, la obtenemos mediante la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

$I_d$  (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ .

$F_{int}$  (adimensional) = Factor de intensidad.

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca  $QT$ , es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t = t_c$ ) de dicha cuenca.

**4.4.1 Intensidad media diaria**

Las Intensidades de lluvia a partir de las Precipitaciones máximas diarias  $P_d$ , según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma serían las siguientes:

$$I = \frac{P \text{ [mm] }}{t_{\text{duracion}} \text{ [hr.]}}$$

**Consultar tabla de intensidad media diaria en anejo de cálculos.**

**Factor reductor (KA) de la precipitación por área de la cuenca**

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca  $KA$ , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \end{aligned}$$

En nuestro caso, y para cada una de las cuencas obtendremos el siguiente valor de KA. para cada una de las cuencas.

**Consultar valores de factor reductor por área de las cuencas en el anejo de cálculos.**

4.4.2 Intensidad media diaria de precipitación corregida (Id)

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

Pd = Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T (mm).

KA = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional).

**Consultar tablas de intensidad media diaria y corregidas en anejo de cálculos.**

4.4.3 Factor de intensidad Fint.

Según la definición de la Normativa, el factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t.

- El período de retorno T, si se dispone de curvas intensidad – duración - frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde:

- $F_a$  (adimensional) = Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_1/I_d$ ).
- $F_b$  (adimensional) = Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

#### 4.4.4 Obtención de $F_a$

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

Donde:

- $F_a$  (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_1/I_d$ ).

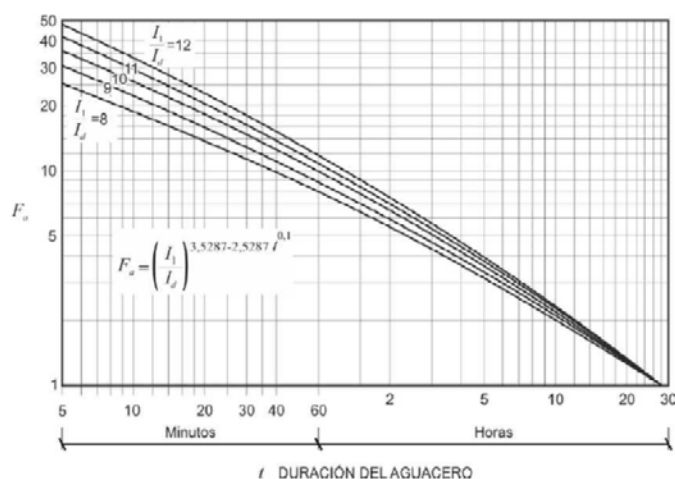


Ilustración 16. Factor  $F_a$

-  $I_1/I_d$  (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del siguiente mapa del Índice de Torrencialidad ( $I_1/I_d$ ).

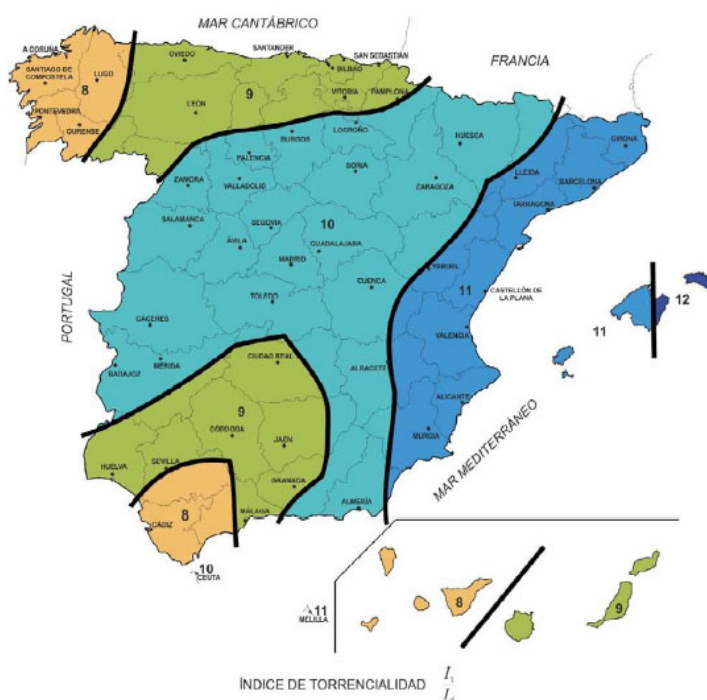


Ilustración 17. Mapa Índice de Torrencialidad

- t (horas): Duración del aguacero.

Para la obtención del factor  $F_a$ , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t=t_c$ ).

En nuestro caso, el Índice de Torrencialidad ( $I_1/I_a$ ) adquiere el **valor 8**

Considerando que se debe particularizar la expresión para que el tiempo de duración del aguacero sea igual al tiempo de concentración ( $t=t_c$ ), obtenemos el siguiente valor.

**Consultar valores de factor de reducción de la precipitación por área de la cuenca en el anejo de cálculos.**

#### 4.4.5 Obtención de $F_b$ (adimensional)

Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T/t_c)}{I_{IDF}(T/24)}$$

Donde:

- IIDF (T,tc) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración  $t_c$ , obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo “Figura 2.5 Obtención del factor Fb”.

- IIDF (T,24) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas ( $t=24$ ), obtenido a través de curvas IDF “Figura 2.5 Obtención del factor Fb”.

-  $k_b$  (adimensional) = Factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria. En defecto de un cálculo específico se puede tomar  $k_b=1,13$ .

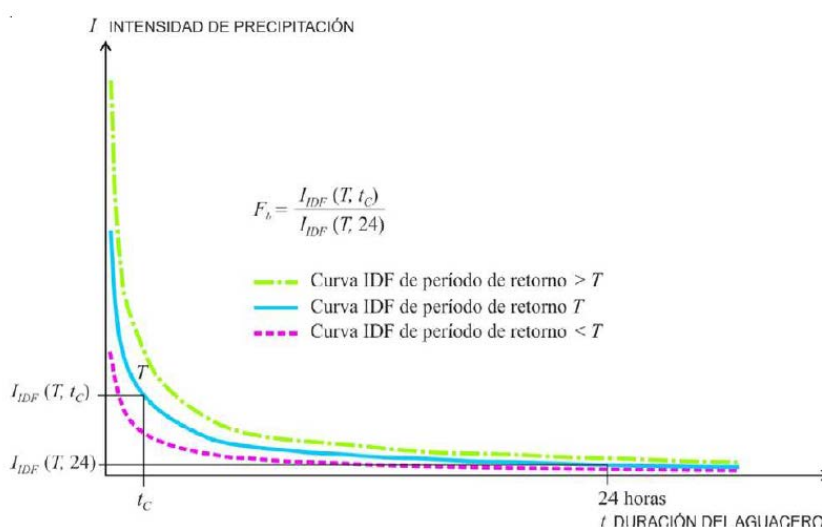


Ilustración 18. Obtención de Fb

#### 4.4.6 Las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF)

El estudiar las precipitaciones y conocer su distribución temporal permite realizar los estudios de crecidas o proporcionar modelos precipitación-escorrentía, proporcionando una correcta información para realizar un adecuado diseño y dimensionamiento de las obras civiles.

Para ello, es necesario conocer las intensidades de precipitación, para distintos períodos de retorno. La falta de la disponibilidad de registros de caudales, o la insuficiente duración de éstos, como para hacer los análisis de frecuencia requeridos, requiere utilizar la información pluviométrica de las estaciones distribuidas en las zonas de estudio.

Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) permiten conocer el comportamiento de las precipitaciones a través de una curva que indica la intensidad media en función de la duración y la frecuencia, aportando así, patrones de conductas

de las lluvias. Son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno (Témez, 1978).

Además, es importante considerar otras variables, como son la intensidad de precipitación, la frecuencia o la probabilidad de excedencia de un determinado evento. La intensidad, según Ven te Chow (1994), se define como la profundidad de precipitación, por unidad de tiempo (mm/hr):

$$i = \frac{P}{Td}$$

Es preciso señalar, que cuando sólo se dispone de un pluviómetro en una estación, sólo se podrá conocer la intensidad media en 24 horas. Como se comprenderá, esta información puede inducir a grandes errores por defecto, por cuanto las lluvias de corta duración son, en general, las más intensas. Es natural entonces que las determinaciones de intensidades de lluvia se hagan a partir de los registros proporcionados por los pluviógrafos.

#### 4.5. Construcción de las curvas IDF

La construcción de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) puede realizarse de diversas maneras. La primera, llamada de intensidad - período de retorno, relaciona estas dos variables para cada duración por separado, mediante alguna de las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología. Otra manera, relacionando simultáneamente la intensidad, la duración y el período de retorno en una familia de curvas. Otra forma es el planteado por Témez (1978), el cual relaciona las intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno.

Estas metodologías, permiten dibujar las curvas IDF de aquellas zonas en las que exista información pluviométrica, seleccionando los coeficientes de duración y frecuencia de la estación más cercana.

Otra forma de desarrollar las curvas IDF es a través de una forma analítica propuesta por Aparicio (1997). Dicho autor plantea la alternativa de obtener una ecuación que genere las curvas IDF a través de un modelo de regresión lineal múltiple ponderada, extrapolando la ecuación generada, a zonas que carezcan de registros pluviográficos y que se encuentren relativamente cerca.

$$I = \frac{kT^m}{D^n}$$

Siendo **k**, **m** y **n** constantes de regresión lineal múltiple, **T** es el período de retorno en años, **D** la duración en minutos u horas, **I** la intensidad de precipitación en mm/hr.

Luego, aplicando los logaritmos a la ecuación propuesta, se pretende llegar a un modelo de regresión lineal múltiple, expresada en la ecuación:



$$\log I = \log k + m \log T - n \log D$$

$$y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde

$$y = \log I \quad a_0 = \log k$$

$$X_1 = \log T \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \log D \quad a_2 = -n$$

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

**Consultar las tablas de regresión de los datos y regresión potencial para los periodos de retorno de estudio en el anejo de cálculos.**

En función de las duraciones de aguacero, podemos establecer un cuadro de Intensidades de lluvia de nuestra cuenca de aportación y calcular el factor Fb y el factor de intensidad.

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

**Consultar las tablas de intensidades para los periodos de retorno de estudio y factor Fb y factor de intensidad en el anejo de cálculos.**

## 4.6. Coeficiente de escorrentía

### 4.6.1 Fórmula de cálculo

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I(T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente formula, representada gráficamente en la figura.

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > p_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq p_0 \quad C = 0$$

Donde:

- C (adimensional) = Coeficiente de escorrentía.
- Pd (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado).
- Ka (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la
- P0 (mm) Umbral de escorrentía.

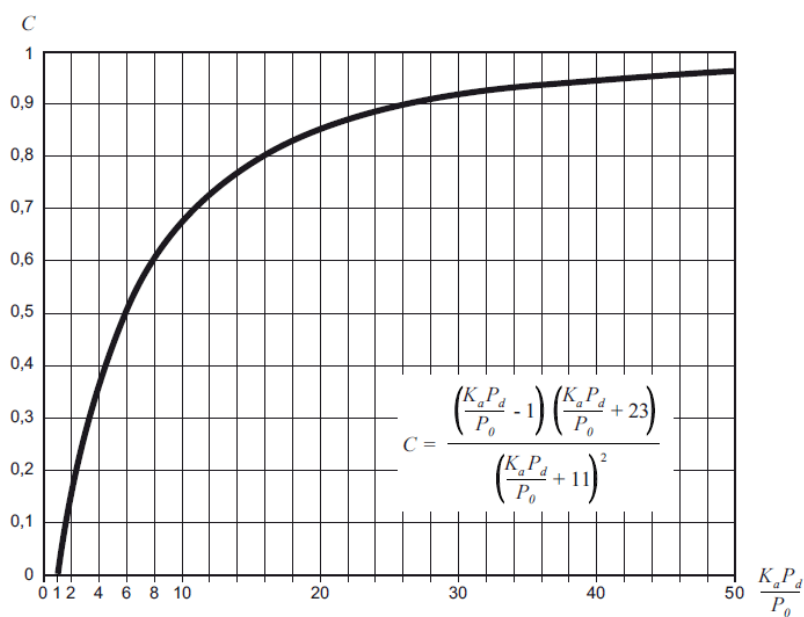


Ilustración 19. Determinación del Coeficiente de Escorrentía

#### 4.7. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P0, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

- $P_0$  (mm) = Umbral de escorrentía.
- $P_{0i}$  (mm) = Valor inicial del umbral de escorrentía.
- $\beta$  (adimensional) = Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

### Valores de $P_0$

Los servicios de Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) contienen información del Mapa de usos y sobrecargas del terreno, englobada en los siguientes temas:

- Mapa de Cultivos 1980-1990: Los datos agrarios de este MCA se corresponden a la década de los años 80 y su digitalización se realizó durante los años 90.
- Mapa de Cultivos 2000-2010

El Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1:50.000 de los años 2000-2010, generado por el antiguo Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), corresponde a una cartografía a nivel nacional sobre los usos y aprovechamientos del suelo.

Este mapa es la actualización de la anterior versión del Mapa de Cultivos y Aprovechamiento (MCA) de los años 1980-1990. En esta cartografía se delimitan y describen los cultivos y aprovechamientos del suelo de todo el territorio nacional, mediante el empleo de códigos, que se agrupan en usos y sobrecargas. Los códigos empleados son textos que llevan asociados superíndices y subíndices, con el fin de describir de forma precisa el cultivo representado. Así, los subíndices y superíndices empleados son:

- subíndices y superíndices numéricos, indican porcentajes de ocupación del suelo y de cabida cubierta respectivamente;
- en masas forestales se pueden encontrar también los superíndices “r” (replantación), “mb” (monte bajo), “lz” (latizal) y “f” (fustal). Los cultivos y aprovechamientos especificados en el mapa se agrupan

Los cultivos y aprovechamientos especificados en el mapa se agrupan en los siguientes usos:

- SUPERFICIE CULTIVADA: - Cultivos Herbáceos en secano y regadío. - Cultivos forzados y Huerta. - Frutales en secano y regadío. - Viñedo en secano y regadío. - Olivar en secano y regadío. - Prados. Pastizales. Matorrales.
- ESPECIES FORESTALES: - Coníferas. - Viveros. - Frondosas.
- IMPRODUCTIVOS: - Improductivos de infraestructuras. - Improductivos agua.

El propósito de esta cartografía es básico para el desarrollo de estudios agronómicos, medioambientales, de diseño de infraestructuras y estudios hidráulicos, permitiendo obtener información georreferenciada y alfanumérica, con el nivel de detalle que se desee y limitada a cualquier división administrativa (municipios, provincias, CCAA y

nacional).

El método de trabajo para la elaboración del mapa de Cultivos y Aprovechamientos 2000-2010 es el siguiente: recopilación de la información existente y preparación de la cartografía básica. Se trata de obtener la información digital y en papel de las antiguas hojas del MCA 1:50.000 procedente del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), de obtener la información digital del Mapa forestal 1:50.000, de obtener las ortofotografías digitales clasificadas por hoja 1:50.000, de obtener las imágenes de satélite de primavera y de verano, de la obtención de diversos ráster con información de diferentes registros: Registro Oleícola , Registro Vitícola, Registro Citrícola, Registro Frutos Cáscara , caracterización de regadíos, etc. Esta información de partida es variable por zonas y se integra en el software Dinamap.

Se teselan y fotointerpretan las zonas donde se observa un uso homogéneo, con integración de la información disponible. Producción de diversas salidas graficas e informes que componen las Carpetas de Visita a Campo por hoja 50.000.

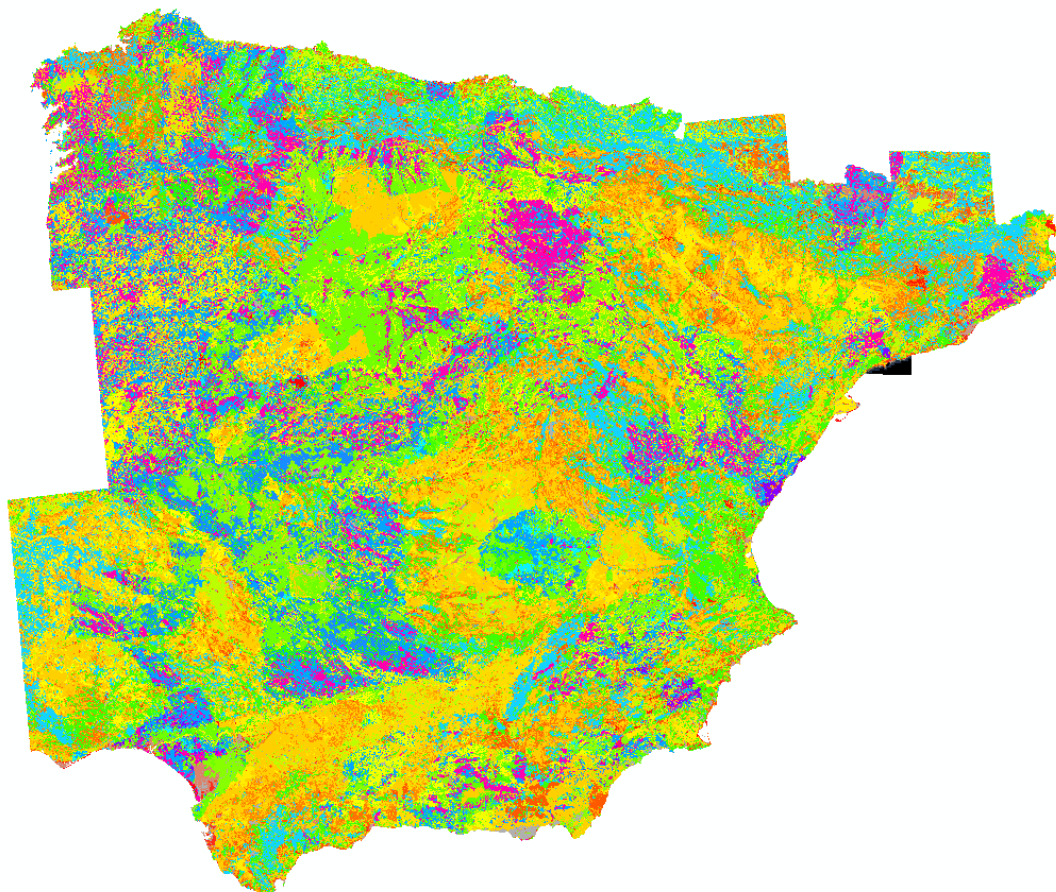
Trabajo de campo en el que se visitan los recintos que no se han podido codificar durante el trabajo de gabinete. En la digitalización de los recintos de usos sobre ortofoto, se presta especial atención en garantizar la continuidad de las líneas, carreteras, ríos, en las hojas colindantes. Confrontación de la información gráfica y alfanumérica con corrección de errores, incorporación, tanto de la información gráfica como alfanumérica a la Web.

La inclusión de estos servicios en este visor GIS permite a los usuarios interesados consultar el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de toda España, además de la combinación con otros servicios y obtener información auxiliar de otras capas que permiten saber en cada momento en qué ámbito espacial nos encontramos. Se denomina Tesela a la unidad mínima de recogida de información en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, cada uno de los recintos o polígonos que componen esta cartografía, con unas características homogéneas en su interior.

La serie cartográfica del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos que aquí se presenta, posee una precisión de escala 1/50.000, la misma que la cartografía en formato analógico. La posibilidad de trabajar con ella en formato digital, nos permite analizarla mediante procedimientos informáticos y acceder a las distintas hojas individualizadas o a aquéllas que cubren cada municipio mediante un sistema de menús y opciones accesibles mediante el puntero del ratón.

En función de la resolución de pantalla que estemos utilizando, al seleccionar una hoja 1/50.000 el resultado obtenido será diferente. Si estamos trabajando con una resolución de 800 x 640, 1152 x 864 o de 1024 x 768 al seleccionar una hoja y centrarse

ésta en pantalla lo que podremos ver es una versión generalizada de los usos de la hoja. En este caso tendremos que hacer zoom para ver una parte de la hoja con más detalle. Si la resolución es de 1280 x 1024 o mayor, al seleccionar la hoja y centrarla en pantalla podremos ver la hoja del MCA menos generalizada. Por ello hemos de tener en cuenta que al seleccionar una hoja 50.000 o un municipio quizá tengamos que hacer zoom para alcanzar una escala de más detalle y poder visualizar los datos en su pleno detalle.



*Ilustración 20. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (MIAMBIENTE)*

**Consultar la tabla de la distribución según el tipo de suelo y determinación ponderada del umbral de escorrentía en el anejo de cálculos.**

**Coefficiente de corrector del umbral de escorrentía  $\beta$**

Según la Norma 5.2 IC, al no disponer de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se recomienda tomar el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 5, correspondientes a las regiones de la misma.



Región	Valor medio, $\beta_m$	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno $T$ (años), $F_T$				
		50% $\Delta_{50}$	67% $\Delta_{67}$	90% $\Delta_{90}$	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-

Ilustración 21. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Considerando entonces, la **REGIÓN 32**, zona donde se sitúa nuestra zona de estudio, se establece, salvo justificación por el organismo de cuenca, que el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio  $\beta_m$  recogido en la tabla 2.5, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado. Teniendo en cuenta esto, determinamos para nuestro caso el valor de **1,00**.

**Consultar tablas de coeficientes de umbrales de escorrentía, coeficientes corregidos y coeficientes de escorrentía de los distintos periodos de retorno en el anejo de cálculos.**

#### 4.8. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente  $K_t$  tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

El coeficiente  $K_t$  tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

Donde:

-  $K_t$  = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional).

-  $t_c$  = Tiempo de concentración de la cuenca.

**Consultar la tabla del coeficiente de distribución temporal de la precipitación en el anejo de cálculos.**

#### 4.9. Cálculo caudales de estudio.

El caudal máximo anual  $Q_T$ , correspondiente a un período de retorno  $T$ , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde dichos valores se han ido calculando en los puntos anteriores. Sustituyendo los mismos en la fórmula de cálculo, obtenemos el valor de nuestro caudal en la zona de salida de nuestra cuenca.

Aplicando la ecuación anterior obtenemos:

### Cuenca de Estudio 1. Arroyo innominado 1

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	24.27724047	0.20	0.1044	1.0252	0.1472
5	31.87044663	0.20	0.1742	1.0252	0.3226
10	37.38800128	0.20	0.2200	1.0252	0.4778
25	45.11257779	0.20	0.2779	1.0252	0.7283
50	50.70895465	0.20	0.3160	1.0252	0.9307
100	57.11982768	0.20	0.3559	1.0252	1.1811
200	63.95108582	0.20	0.3948	1.0252	1.4667
500	73.1732843	0.20	0.4419	1.0252	1.8786

Tabla 14. Caudales de estudio. Cuenca 1

### Cuenca de Estudio 2. Arroyo de la Retamosa

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	9.778438749	5.71	0.1039	1.1414	1.8388
5	12.83684654	5.71	0.1737	1.1414	4.0346
10	15.05921898	5.71	0.2194	1.1414	5.9787
25	18.1705404	5.71	0.2773	1.1414	9.1170
50	20.42466102	5.71	0.3153	1.1414	11.6525
100	23.00684615	5.71	0.3553	1.1414	14.7894
200	25.75835489	5.71	0.3942	1.1414	18.3689
500	29.47289168	5.71	0.4413	1.1414	23.5304

Tabla 15. Caudales de estudio. Cuenca 2

### Cuenca de Estudio 3. Arroyo innominado 2

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	24.60428158	0.29	0.1044	1.0244	0.2103
5	32.29977658	0.29	0.1742	1.0244	0.4609
10	37.89165875	0.29	0.2200	1.0244	0.6826
25	45.7202938	0.29	0.2779	1.0244	1.0406
50	51.39206001	0.29	0.3160	1.0244	1.3297
100	57.88929454	0.29	0.3559	1.0244	1.6874
200	64.81257723	0.29	0.3948	1.0244	2.0955
500	74.15900887	0.29	0.4419	1.0244	2.6839

Tabla 16. Caudales de estudio. Cuenca 3



#### Cuenca de Estudio 4. Arroyo de Doña Mariana

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	10.95369546	9.04	0.0996	1.1128	3.0514
5	14.37968895	9.04	0.1687	1.1128	6.7830
10	16.86916519	9.04	0.2141	1.1128	10.0950
25	20.35443193	9.04	0.2715	1.1128	15.4517
50	22.87947211	9.04	0.3093	1.1128	19.7861
100	25.77200641	9.04	0.3491	1.1128	25.1544
200	28.85421509	9.04	0.3879	1.1128	31.2870
500	33.01519681	9.04	0.4349	1.1128	40.1399

Tabla 17. Caudales de estudio. Cuenca 4

#### Cuenca de Estudio 5. Arroyo innominado 3

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	23.87537718	0.36	0.1405	1.0261	0.3484
5	31.34289234	0.36	0.2159	1.0261	0.7027
10	36.76911443	0.36	0.2646	1.0261	1.0104
25	44.36582535	0.36	0.3255	1.0261	1.4999
50	49.86956489	0.36	0.3651	1.0261	1.8907
100	56.17431817	0.36	0.4062	1.0261	2.3699
200	62.8924979	0.36	0.4458	1.0261	2.9121
500	71.96204053	0.36	0.4933	1.0261	3.6868

Tabla 18. Caudales de estudio. Cuenca 5

#### Cuenca de Estudio 6. Arroyo innominado 4

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	32.70117917	0.14	0.1293	1.0125	0.1716
5	42.92914538	0.14	0.2030	1.0125	0.3537
10	50.36123156	0.14	0.2509	1.0125	0.5128
25	60.7661522	0.14	0.3110	1.0125	0.7669
50	68.30441104	0.14	0.3501	1.0125	0.9705
100	76.93978736	0.14	0.3910	1.0125	1.2207
200	86.14141786	0.14	0.4304	1.0125	1.5046
500	98.56361904	0.14	0.4778	1.0125	1.9113

Tabla 19. Caudales de estudio. Cuenca 6

### Cuenca de Estudio 7. Arroyo innominado 5

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	32.07857088	0.13	0.1703	1.0131	0.1924
5	42.11180354	0.13	0.2498	1.0131	0.3704
10	49.40238784	0.13	0.3005	1.0131	0.5229
25	59.60920584	0.13	0.3634	1.0131	0.7629
50	67.00394134	0.13	0.4038	1.0131	0.9529
100	75.47490594	0.13	0.4455	1.0131	1.1843
200	84.50134363	0.13	0.4853	1.0131	1.4444
500	96.68703452	0.13	0.5326	1.0131	1.8137

Tabla 20. Caudales de estudio. Cuenca 7

### Cuenca de Estudio 8. Arroyo del Manzanal

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	30.62694885	0.18	0.1159	1.0146	0.1799
5	40.20615688	0.18	0.1876	1.0146	0.3822
10	47.16682707	0.18	0.2344	1.0146	0.5601
25	56.91176535	0.18	0.2934	1.0146	0.8458
50	63.97187369	0.18	0.3319	1.0146	1.0757
100	72.05950953	0.18	0.3724	1.0146	1.3592
200	80.67748215	0.18	0.4115	1.0146	1.6819
500	92.31174519	0.18	0.4589	1.0146	2.1457

Tabla 21. Caudales de estudio. Cuenca 8

### Cuenca de Estudio 9. Arroyo de Alamillos

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	20.65966079	0.61	0.1053	1.0360	0.3815
5	27.12139452	0.61	0.1753	1.0360	0.8337
10	31.81677198	0.61	0.2212	1.0360	1.2337
25	38.39030041	0.61	0.2792	1.0360	1.8791
50	43.15275468	0.61	0.3173	1.0360	2.4003
100	48.60833611	0.61	0.3573	1.0360	3.0448
200	54.42166057	0.61	0.3962	1.0360	3.7801
500	62.2696486	0.61	0.4433	1.0360	4.8399

Tabla 22. Caudales de estudio. Cuenca 9

### Cuenca de Estudio 10. Arroyo innominado 6

T años	I (T, t <sub>c</sub> ) = (mm/h)	A (km <sup>2</sup> )	Coef. Escorrentia (C)	Kt	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2	32.28539853	0.28	0.1065	1.0129	0.2697
5	42.3833208	0.28	0.1767	1.0129	0.5873
10	49.72091138	0.28	0.2227	1.0129	0.8682
25	59.99353818	0.28	0.2808	1.0129	1.3210
50	67.43595148	0.28	0.3189	1.0129	1.6865
100	75.96153291	0.28	0.3590	1.0129	2.1384
200	85.04616886	0.28	0.3980	1.0129	2.6538
500	97.31042739	0.28	0.4451	1.0129	3.3964

Tabla 23. Caudales de estudio. Cuenca 10

A continuación, se muestra una tabla resumen con cada uno de los caudales y periodos de retornos de estudio.

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Cuenca 1. Arroyo innominado 1	T 10 años	0,4778
	T 50 años	0,9307
	T 100 años	1,1811
Cuenca 2. Arroyo de la Retamosa	T 10 años	5,9787
	T 50 años	11,6525
	T 100 años	14,7894
Cuenca 3. Arroyo innominado 2	T 10 años	0,6826
	T 50 años	1,3297
	T 100 años	1,6874
Cuenca 4. Arroyo de Doña Mariana	T 10 años	10,0950
	T 50 años	19,7861
	T 100 años	25,1544
Cuenca 5. Arroyo innominado 3	T 10 años	1,0104
	T 50 años	1,8907
	T 100 años	2,3699
Cuenca 6. Arroyo innominado 4	T 10 años	0,5128
	T 50 años	0,9705
	T 100 años	1,2207
Cuenca 7. Arroyo innominado 5	T 10 años	0,5229
	T 50 años	0,9529
	T 100 años	1,1843
Cuenca 8. Arroyo del Manzanal	T 10 años	0,5601
	T 50 años	1,0757
	T 100 años	1,3592

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Cuenca 9. Arroyo de Alamillos	T 10 años	1,2337
	T 50 años	2,4003
	T 100 años	3,0448
Cuenca 10. Arroyo innominado 6	T 10 años	0,8682
	T 50 años	1,6865
	T 100 años	2,1384

*Tabla 24. Resumen caudales cuencas*

## 5. ESTUDIO HIDRÁULICO

### 5.1. Definición del problema

A continuación, vamos a trabajar a de tramo de estudio, con el fin de delimitar la zona inundable y el comportamiento hidráulico para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años.

### 5.2. Obtención ortofoto y modelo digital del terreno

Vamos a obtener la ortofoto de la zona de estudio y el MDT (modelo digital del terreno) sobre el cual vamos a trabajar. En nuestro ejemplo podemos obtener la ortofoto del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Si queremos obtener la ortofoto del IGN nos iremos a la página del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la dirección [www.ign.es](http://www.ign.es)

Primeramente, seleccionaremos la Ortofoto necesaria de la zona de estudio. En la sección de descarga de la mencionada página, haremos clic en búsqueda avanzada y seleccionaremos Ortofotos PNOA Máxima Actualidad, y elegiremos la foto que nos interese, para nuestro caso elegiremos la ortofoto en formato ECW siguiente que previamente hemos adaptado su tamaño a la zona de estudio a través de un programa Sig:

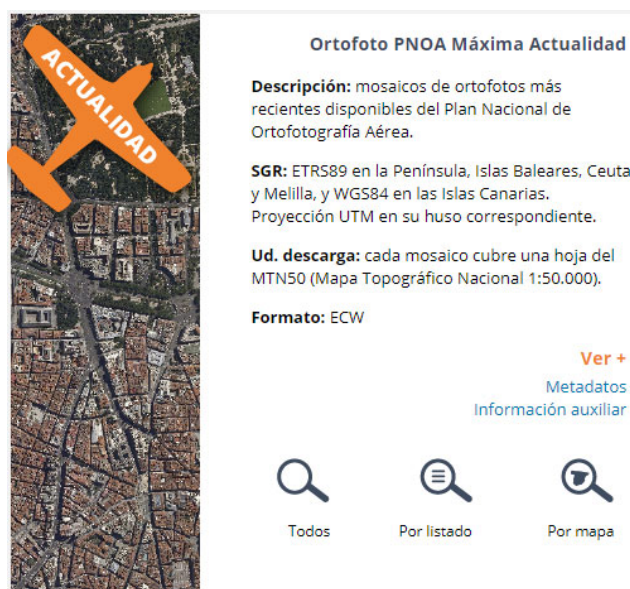


Ilustración 22. Ortofoto PNOA Máxima Actualidad (IGN)

Para el archivo de MDT partiremos de los ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LIDAR distribuidos en ficheros de 2x2 km de extensión del IGN (Instituto Geográfico Nacional) del Ministerio de Fomento del gobierno de España.



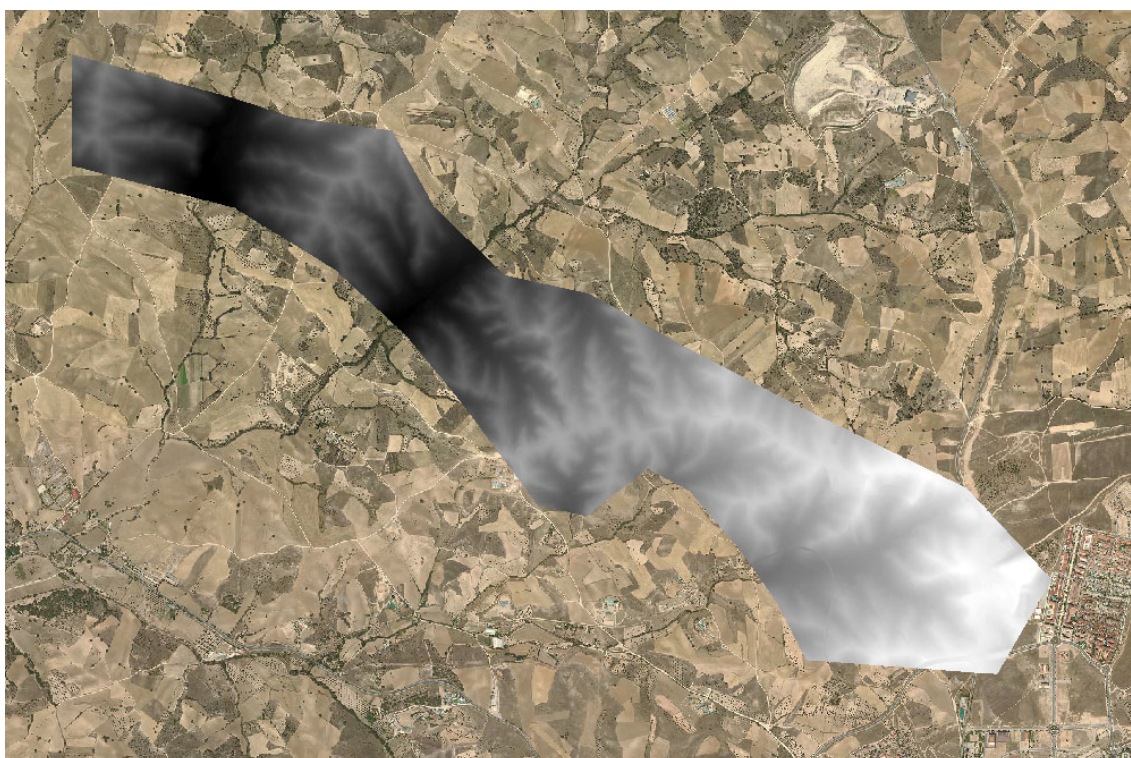
Ilustración 23. Modelo Digital Terreno-MDT02 (IGN)

En nuestro caso y para la zona de estudio, utilizaremos:

Denominación de Archivos
MDT02-ETRS89-HU30-0581-1-COB2.tif

Tabla 25. Archivos Ortofotos IGN

Mediante varios procesos se obtiene una superficie Ráster del terreno, es decir, una representación de superficies continuas derivada de una estructura de datos espacial generada a partir de procesos de triangulación.



*Ilustración 24. Recorte Lidar Zona de Estudio*

Una vez obtenido el archivo Ráster de la zona que se va a estudiar, se convierte a través de la herramienta “Raster to ASCII”, a un formato tipo texto (.txt) para poder incorporarlo al programa Iber.

### **5.3. Geometría del modelo**

En este apartado y a partir del archivo ASCII creado con anterioridad, procedemos a crearnos la geometría de nuestro modelo. Pero antes y para facilitarnos esta labor vamos a incorporar una imagen de fondo la cual nos servirá de guía en el resto de los procesos.

Una vez cargada la ortofoto en el proyecto, el siguiente paso será importar el archivo ASCII, es decir, el MDT. Para incorporarlo utilizaremos la herramienta “Crear RTIN”, ubicada en Herramientas Iber /RTIN/Crear RTIN.

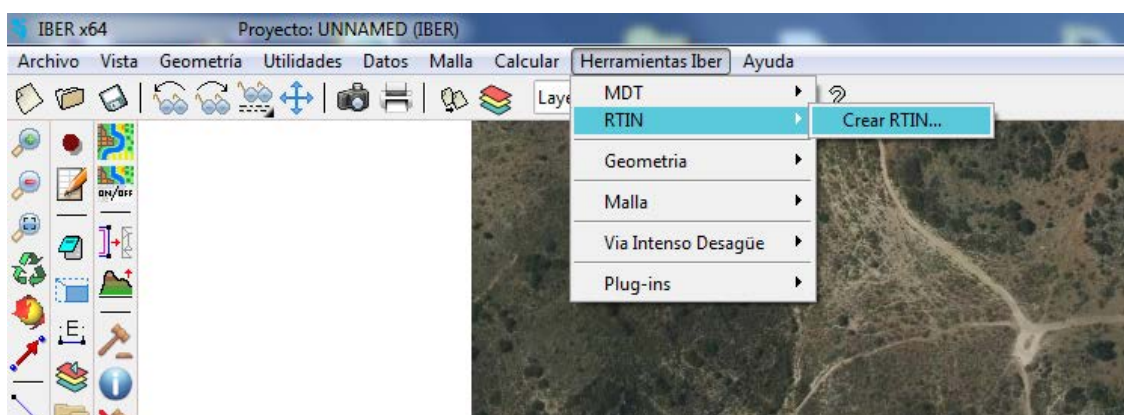


Ilustración 25. Herramientas crear RTIN.

Al realizar esta opción nos emergerá la ventana Archivo RTIN creado en la que hay que introducir los siguientes datos.

**Archivo MDT original:** Pulsamos en 'Buscar' y seleccionamos el archivo del terreno que queremos utilizar (como ya sabemos debe estar en formato ASCII).

**Tolerancia:** Se trata de la máxima diferencia (indicada en metros en vertical) que vamos a permitir que exista entre el MDT y la geometría que se va a crear. En este caso le asignamos un valor de 0.1 (10 cm).

**Lado máximo y mínimo:** Tendremos que establecer el tamaño máximo y mínimo que podrán tener los triángulos que se van a generar. Para este ejemplo indicamos un lado máximo de "25" y un lado mínimo de "1".

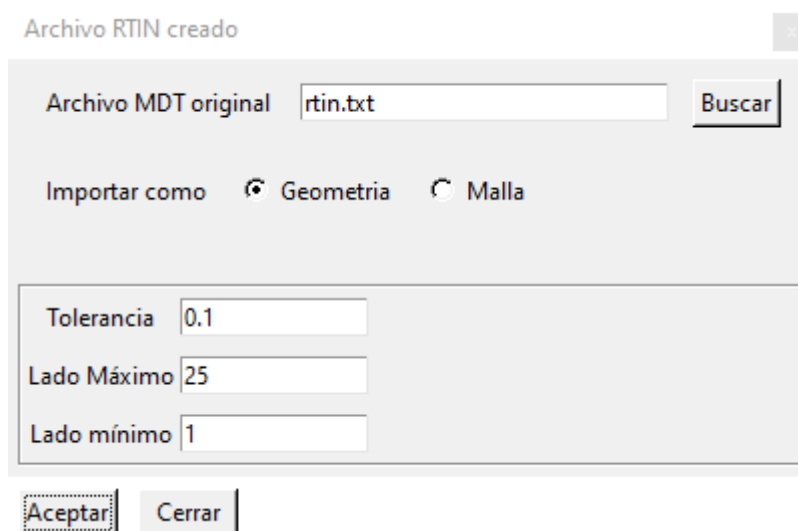


Ilustración 26. Importación archivo ASCII

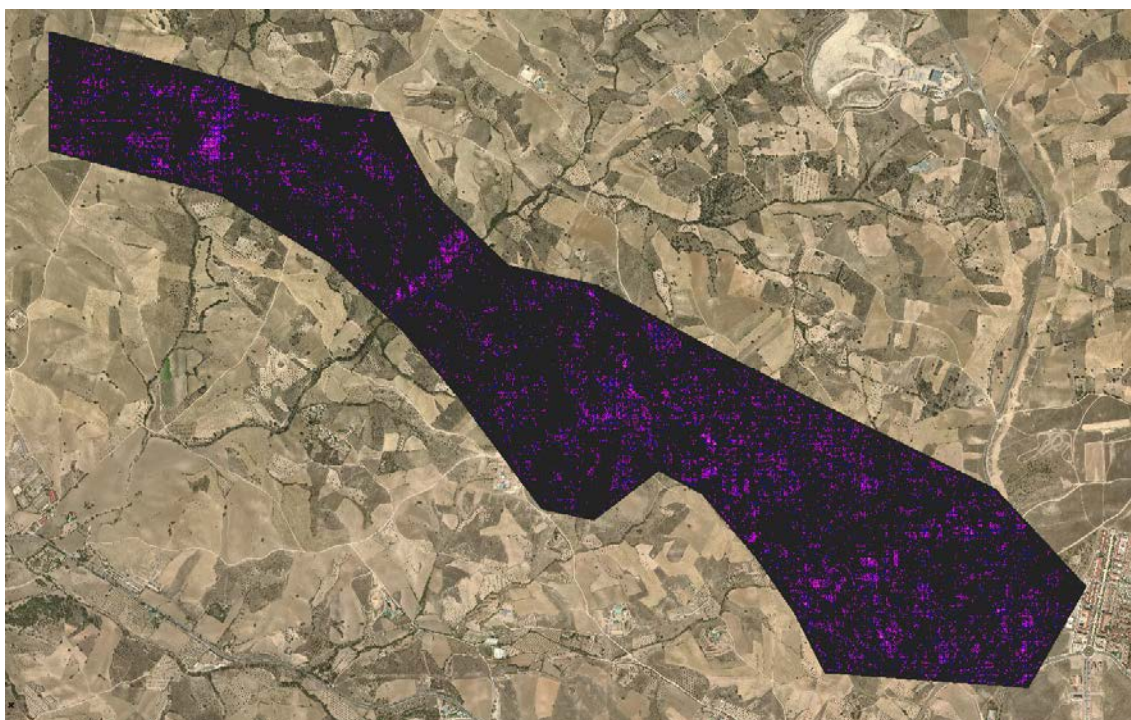
Una vez que el programa lee el archivo de partida procedente del Modelo Digital del Terreno anteriormente mencionado da la opción de colapsar la geometría.



El colapso de geometría es un mecanismo utilizado por el programa para corrección de posibles errores que puedan contener la geometría a generar, por lo que es un paso importante en el modelo que siempre hay que realizar

Una vez aceptada a la opción de “Colapsar la geometría” nos emerge una ventana de Geometría Colapsada y nos pregunta que si queremos “Mallar la geometría”. Le decimos que “No” ya que ese paso lo haremos posteriormente una vez introducido todos los datos del programa.

Una vez realizado todos los procesos obtenemos la geometría de la zona de estudio tal como se muestra en la siguiente imagen.



*Ilustración 27. Geometría importado RTIN*

#### **5.4. Parámetros a introducir en el modelo**

A continuación, vamos a explicar todos los pasos y parámetros necesarios para la computación en los modelos Iber.

- **Condiciones iniciales**

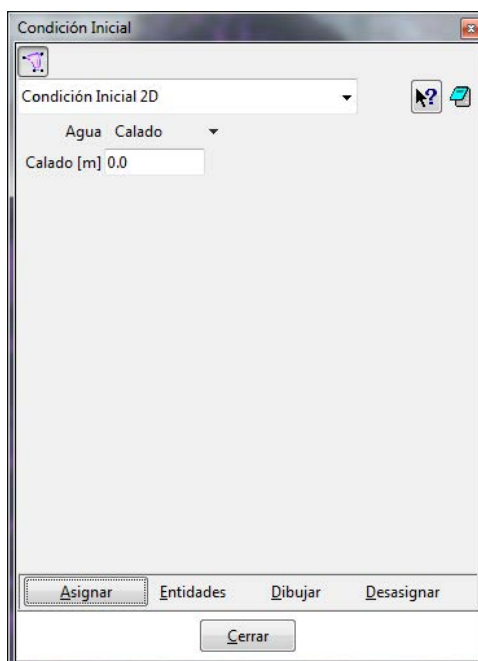
Las condiciones iniciales reflejan el estado del terreno al inicio de la simulación, es decir, indican si el terreno está seco o mojado. Como condición inicial Iber permite fijar un calado (diferencia de cotas de la lámina de agua y el terreno) o una cota (cota absoluta del agua respecto el sistema de referencia del MDT).

Es muy importante que tengamos claro cuál es el dato de partida que queremos fijar para no establecer una cota como calado o al contrario. Si el suelo se encuentra seco al inicio de la simulación, será indiferente establecer un calado de 0 o una cota de

0 pero si queremos simular la existencia de una lámina de agua tendremos que diferenciar si el dato que tenemos es el de la profundidad del agua, o la cota que alcanza. Si nos equivocamos y asignamos un valor de cota como calado observaremos que los resultados no son acordes a la realidad.

Siguiendo con nuestro modelo vamos a realizar una simulación del territorio completamente seco al inicio de la simulación que es como se recomienda realizar este tipo de computaciones. Para ello seleccionaremos la opción para introducir las condiciones **iniciales Datos – Hidrodinámica – Condiciones Iniciales**.

Al clicar en esta opción nos emerge la ventana Condición Inicial.



*Ilustración 28. Condición inicial*

Lo primero que observamos es que las condiciones iniciales se asignan a las superficies, no a las líneas como en el caso de las condiciones de contorno.

Indicamos una Condición Inicial 2D con "Calado 0", pulsamos en "Asignar" y seleccionamos todas las superficies dibujando un recuadro que seleccione toda la geometría para por último darle a la tecla ESC, quedando asignada la condición inicial en toda la geometría.

## 5.5. Condiciones de entrada

En la condición de entrada vamos a introducir cada uno de los caudales punta que hemos obtenido del cálculo de las cuencas de estudio y los distintos periodos de retorno. Cada modelo Iber utilizado se corresponderá a un periodo de retorno dado, no siendo posible la computación de varios periodos de retornos en un mismo archivo como si es posible en programa de similares características tipo Hec-Ras.

A tenor de los caudales obtenidos en los cálculos anteriores podría ser muy importante la simulación de esta red de drenaje, ya que puede tener consecuencias para una parte de la zona de estudio.

Por lo tanto, solo introduciremos los caudales punta para cada una de las cuencas en cada uno de los periodos de retorno estudiados T10, 50 y 100 años.

Simularemos un régimen subcrítico con caudal constante para cada periodo de retorno estudiado. Por tanto, nos acercamos a la zona de entrada del modelo.

Una vez ubicada la zona por donde entrará el flujo de agua, seleccionamos la opción para introducir las condiciones de contorno hidrodinámicas; es decir nos dirigimos a **Datos / Hidrodinámica / Condiciones de Contorno**.

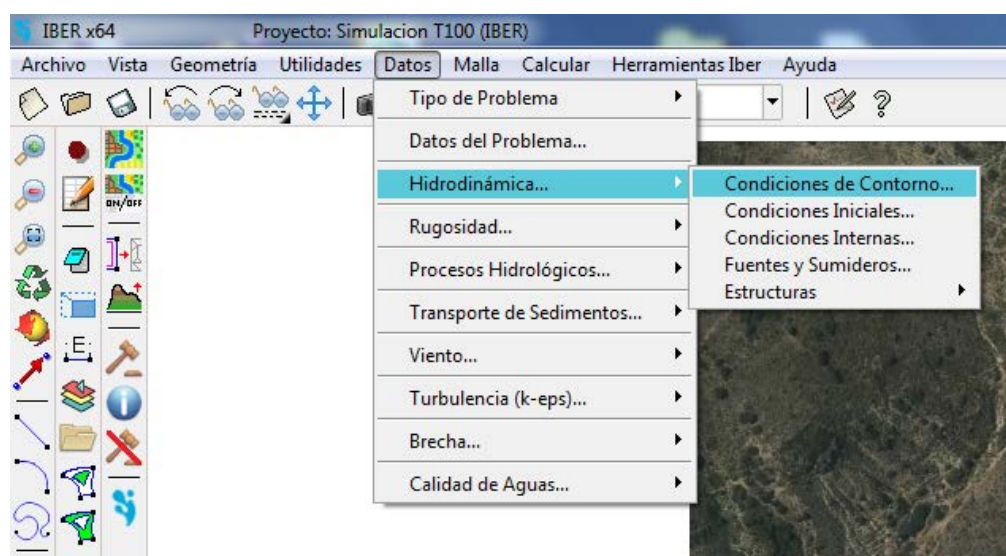


Ilustración 29. Condiciones de contorno

Al hacer clic nos emerge la ventana Análisis 2D, tal como se muestra en la figura, en la cual se nos presenta varias opciones para establecer las condiciones:

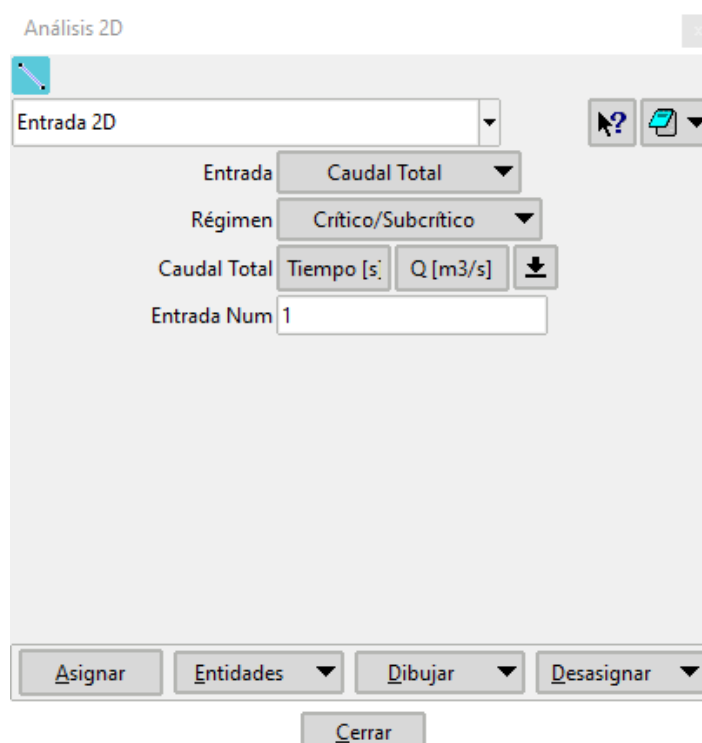



Ilustración 30. Ventana análisis 2D

**Tipo de condición:** Tendremos que seleccionar si vamos a establecer una condición de Entrada o de Salida; seleccionamos "Entrada 2D" en el desplegable.

**Entrada:** Tipo de dato de entrada; en nuestro caso simulamos un caudal constante por lo que tenemos que indicar "Caudal Total" para cada periodo de retorno estudiado (T = 10, T = 50 años y T100 años).

**Régimen:** Régimen de flujo a la entrada. Nosotros simularemos un régimen subcrítico a la entrada (seleccionamos "crítico/Subcrítico")

**Total Discharge:** Caudal total de entrada. Aquí tenemos que indicar el valor de caudal total de entrada. Para introducirlo pulsamos en el icono de la flecha  y se desplegará una tabla donde indicaremos el caudal en función del tiempo. Como vamos a simular un caudal constante, únicamente introducimos el dato correspondiente en la columna Q (m<sup>3</sup>/s) dejando la columna de tiempo a 0.

**Entrada núm.:** Número de entrada. Mediante esta casilla podemos introducir varios caudales, de tal forma que, si quisiéramos simular otro caudal diferente, escribiríamos "2" y rellenaríamos los datos de nuevo.

Una vez introducidos los datos, tenemos que indicar al programa el lugar por donde entra el agua. La asignación de las condiciones de contorno (entrada/salida) se realiza sobre las líneas (tal y como indica el icono de la ventana de análisis 2D) no sobre

superficies. El programa entenderá que la dirección de flujo es perpendicular al contorno de entrada, es decir, a la línea o líneas seleccionadas.

Pulsamos sobre el botón de **Asignar** y seleccionamos el conjunto de líneas por donde entra el agua al modelo.

En ocasiones al realizar una asignación seleccionaremos sin querer alguna superficie de más en la geometría. En caso de que esto ocurra, como es nuestro caso, Iber presenta una herramienta de gran utilidad con la que podemos eliminarlas aquellas entidades no deseadas. Para ello hacemos clic con el botón derecho en cualquier lugar de la pantalla y clicamos en **Contextual – Ventana de Selección**

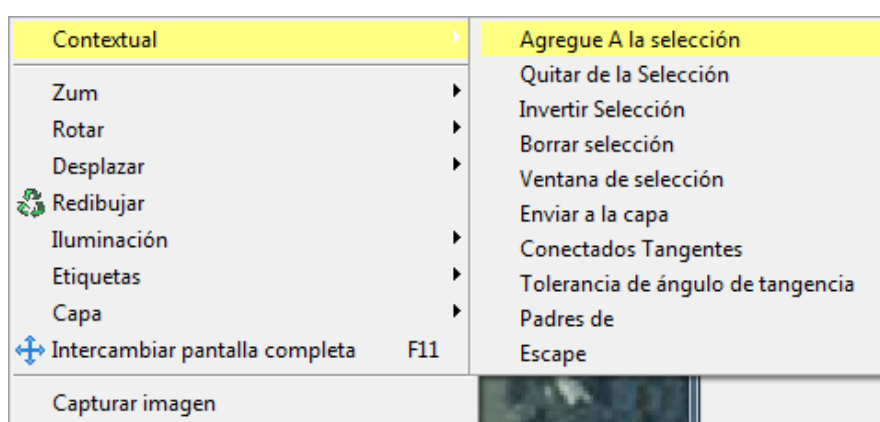


Ilustración 31. Ventana contextual

Al realizar esta acción, nos emerge la Ventana de Selección. Donde nos aparecerán las siguientes opciones:

**Modo** indicamos "Quitar".

**Filtro** seleccionamos "Superentidades".

Y en **Valor** escribimos "2".

Esta herramienta permite eliminar de la selección todas las líneas (superentidades) que forman parte de 2 superficies (Valor 2). Como las del extremo sólo forman parte de una superficie, utilizando esta opción podemos quedarnos únicamente con las líneas que nos interesan quedando tal como se muestra en las siguientes figuras.

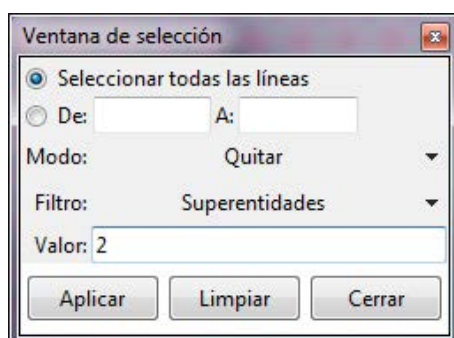


Ilustración 32. Ventana de selección

Por último, hacemos clic en **Terminar** o en la tecla Esc del teclado. Para asegurarnos que lo hemos realizado correctamente y que líneas hemos seleccionado como condición de entrada vamos a colorearlas haciendo clic dentro de la ventana **Análisis 2D – Dibujar – Colores**.



Ilustración 33. Condiciones entrada de caudales en iber.

Este mismo procedimiento lo debemos repetir para cada una de las simulaciones de estudio, variando tan solo el caudal.

## 5.6. Condiciones de salida

El proceso para asignar las condiciones a la salida es exactamente el mismo. El régimen de flujo que vamos a simular es nuevamente subcrítico, de manera que en la ventana emergente no vamos a modificar ningún parámetro, lo dejamos por defecto. Lo único por tanto que debemos realizar es determinar las líneas por donde saldrá el flujo que en nuestro caso lo colocaremos en todo el perímetro de la malla de estudio.

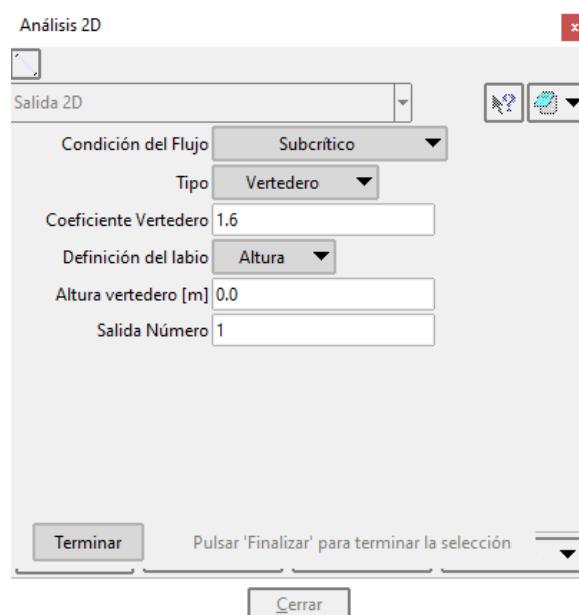


Ilustración 34. Ventana de condiciones de salida



Ilustración 35. Condición de salida de Iber

## • Rugosidad

Iber asigna la rugosidad a través de un coeficiente de rugosidad de Manning. El valor del número de Manning es representativo de la resistencia que ofrece una superficie al fluido; es decir, de la rugosidad de esa superficie. Esto implica que, a mayor rugosidad de la superficie, mayor será la resistencia que ofrece al flujo y el valor de Manning será más alto.

La rugosidad del terreno asociado al modelo, puede ser introducida mediante tres procedimientos diferentes:

- **Asignación Manual:** podemos escoger un uso del suelo y asignarlo a las superficies que conforman la geometría del modelo.
- **Manning Variable:** los datos de rugosidad se introducen en forma de tabla y son asignados con base en el caudal específico o el calado.
- **Asignación Automática:** consiste en la asignación de la rugosidad desde mediante la información contenida en un archivo ASCII o un archivo XY dbase. En ambos casos, deberemos disponer de un archivo \*.csv que contenga la lista de los usos del suelo del programa, localizado en el mismo directorio y con el mismo nombre que el archivo ASCII o XY dbase.

La rugosidad de las superficies por las que discurren las inundaciones se expresa como valores del coeficiente de rugosidad de Manning. Para obtenerlas, se hace una equivalencia entre las coberturas del suelo que recogidas en el Mapa de Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2018) obtenido a través del centro de descarga del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Los valores de “n” según la tabla de equivalencia descrita en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Anejo V, Tabla 1)”.

Para la zona de estudio se tienen los siguientes valores de coberturas y rugosidades.

Descripción Coberturas	Codigo Siose	N manning
Discontinuo	113	0,090
Industrial	130	0,10
Red Viaria	161	0,10
Viñedo	233	0,050
Olivar	234	0,060
Combinación cultivos leñosos	236	0,060
Combinación cultivos	250	0,045
Bosque de frondosas	311	0,12
Pastizal o Herbazal	320	0,050
Matorral	330	0,070

Tabla 26. Manning Siose Iber





Ilustración 36. Manning Iber

## 5.7. Tipos de malla programa iber

Iber trabaja con tres tipos de mallas: no estructuradas, estructuradas y una combinación de ambas (malla mixta).

### - No Estructuradas

Están formadas por elementos que pueden tener 3 o 4 lados y que se pueden combinar dentro de la misma malla. Este tipo de malla se adapta muy bien a cualquier geometría, ya que no es necesario que la malla tenga ningún tipo de organización o estructura interna. Esta característica las hace especialmente indicadas para su utilización en hidráulica fluvial y por lo general se aplica un mallado de este tipo a las llanuras de inundación.

### - Estructuradas

Están formadas por elementos de 4 lados distribuidos de manera ordenada de forma que a cada elemento de la malla se le puede asignar una fila y una columna. Por lo general este tipo de mallado se aplica a los cauces.

## 5.8. Creación malla iber

Para generar la malla Iber cuenta con diferentes opciones, pero en cualquier caso el tipo de malla que utilicemos, así como el tamaño de los elementos dependerá del mayor o menor detalle que necesitemos. Para lograr un mayor detalle tendremos que generar un mayor número de elementos lo que implicará establecer un tamaño de elemento menor.

Para generar la malla en Iber vamos a seguir los siguientes pasos. Iremos a la barra de herramientas y seguiremos la ruta **Malla / Estructurada / Superficies / Asignar número de divisiones**,

Se procederá a la división y creación de la malla quedando tal como aparece en la siguiente figura tras la creación de la Malla a través de la opción **Malla/Generar Malla**.



Ilustración 37. Malla del modelo

Para comprobar la precisión de la malla resultante y estar seguro de que vamos en buen camino podemos realizar dicha comprobación. Para ello hacemos clic en **Malla / Dibujar / Tamaños / Superficies**.

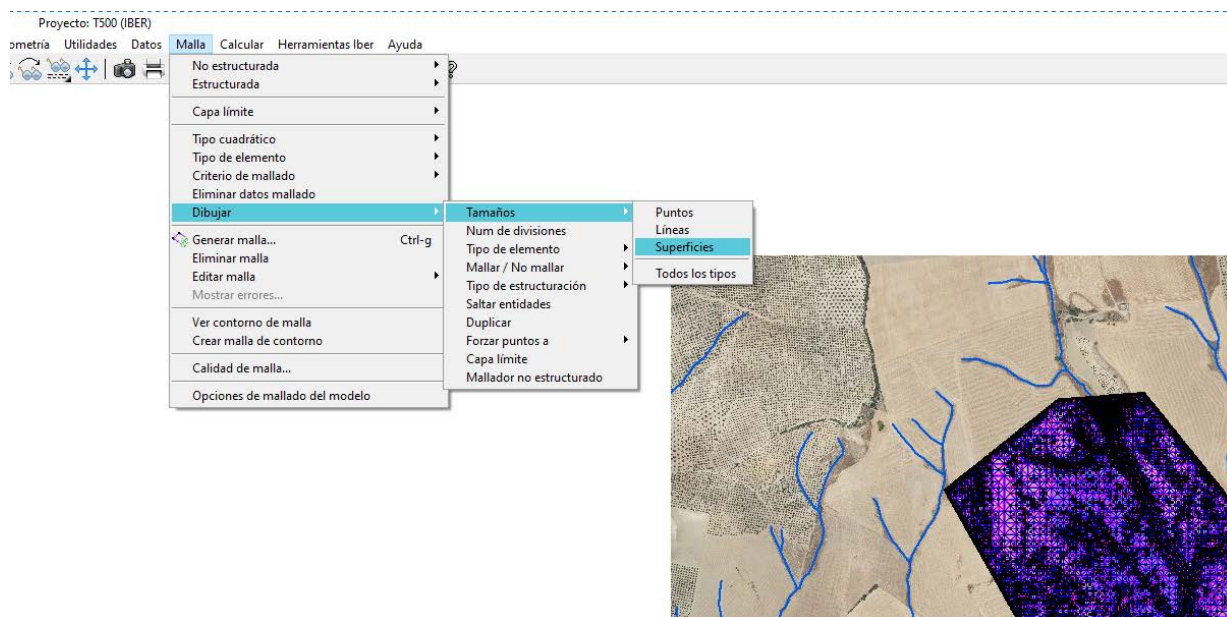


Ilustración 38. Dibujo tamaño superficie

Al hacer esta acción se nos colorea la malla y nos genera una leyenda con el tamaño de malla. En el estudio podemos comprobar que el tamaño de malla se encuentra comprendido entre **1,14 y 9,17 m**.

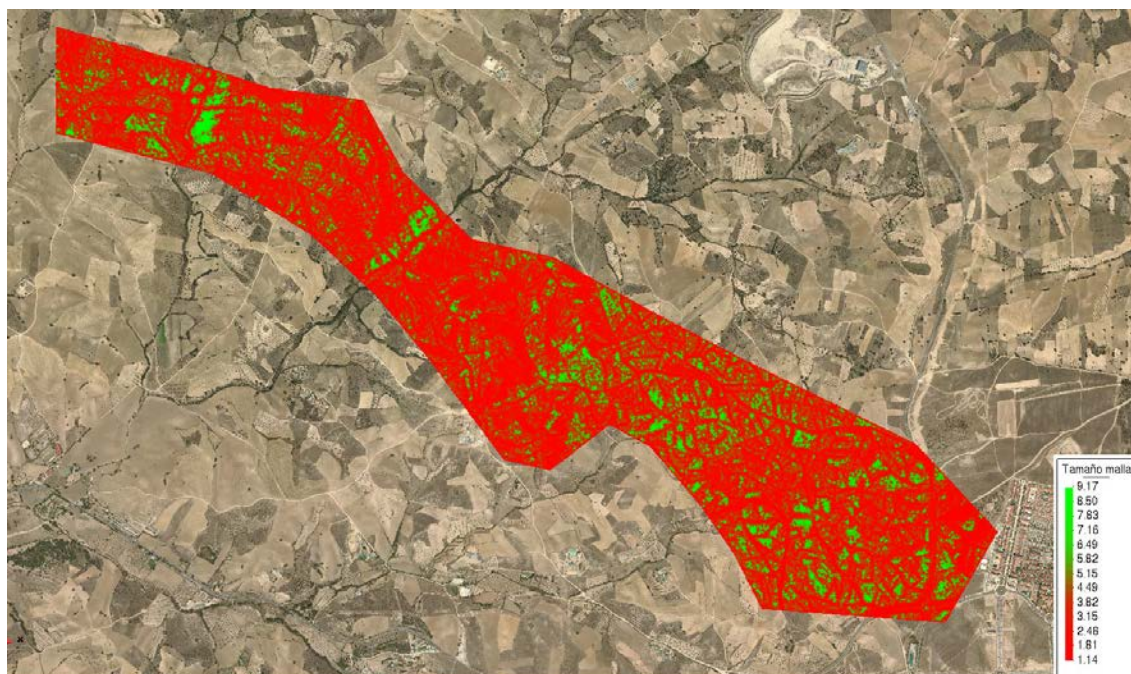


Ilustración 39. Visualizador tamaño malla

## 5.9. Datos del problema

Los datos del problema recogen una serie de parámetros configurables para realizar la simulación del modelo en Iber. Mediante ellos podemos establecer parámetros de tiempo, una serie de parámetros generales del propio funcionamiento del programa y la configuración de resultados a generar **Datos / Datos del problema**.

- **Parámetros de tiempo**

En esta pestaña indicamos los parámetros de tiempo para realizar la simulación:

- Simulación: Podemos comenzar una nueva simulación o continuar con una que ya se ha ejecutado hasta un instante concreto.
- Instante inicial (s): Primer instante del que queremos obtener los resultados.
- Tiempo máximo de simulación (s): Último instante que queremos simular.
- Intervalo de resultados (s): Aquí debemos indicar cada cuantos segundos queremos que el programa nos muestre los resultados. Cuanto menor sea el intervalo, más tiempo tardará en realizarse el cálculo.

- Opciones de tiempo: Podemos ocultar las opciones de tiempo o mostrarlo.

Realizamos una nueva simulación comenzando en el instante 0 s (instante inicial) y terminando 15.000 s tiempo suficiente para visualizar el comportamiento del fluido dentro de la zona de estudio.

Y en cuanto al intervalo de cálculo estimamos cada 15 segundos.

Datos

Parámetros de Tiempo	General	Resultados	Peligrosidad per
Instante Inicial [s]	<input type="text" value="0"/>		
Tiempo máximo de simulación [s]	<input type="text" value="15000"/>		
Intervalo de Resultados [s]	<input type="text" value="15"/>		
IberPlus Enabled			

Ilustración 40. Ventana de computación

### 5.10. Parámetros generales

Mediante la pestaña General se realizan una serie de configuraciones generales de la simulación. En cualquier caso, nosotros dejaremos todas las opciones que aplica el programa por defecto.

- Número de procesadores: Iber puede lanzar un cálculo paralelo con el número de procesadores que se desee. Si se indica un número de procesadores mayor al existente Iber utilizará el máximo de procesadores posibles. En nuestro caso al tener un ordenado de 8 núcleos, hemos dedicados todos a la computación del programa.
- Esquema numérico: Tenemos la opción de escoger un esquema numérico de primer orden, o de segundo orden (para más información ver Manual de referencia).
- CFL: Valor del número de Courant-Friedrichs-Levy para conseguir un esquema numérico estable.
- Límite Seco - Mojado: Umbral para considerar que un elemento está seco y que no se debe realice ningún cálculo hidrodinámico en él. Iber aplica por defecto un umbral de 0.01 metros lo que significa que se considerará que un elemento está seco cuando presenta una lámina de agua menor de 1 cm.
- Método de secado: Existen 3 métodos aplicables:

- Normal: Iber considerará un elemento como seco cuando éste tenga un "calado negativo", de manera que para que vuelva a estar mojado el elemento debe llenar antes este "calado negativo". Es un método robusto y con el cual el tiempo de cálculo no depende del proceso de secado-mojado.
- Estricto: Impide que exista el "calado negativo" por lo que se gana precisión en el proceso de mojado y secado. Este método reduce el incremento de tiempo de cálculo por lo que aumenta el tiempo de cálculo total.
- Hidrológico. Es el método recomendado al realizar cálculos hidrológicos ya que en estos casos los otros dos métodos pueden producir inestabilidades.
- Opciones generales: Podemos mostrarlas u ocultarlas.

### 5.11. Pestaña resultados

En esta pestaña seleccionamos los resultados que deseamos obtener en la simulación:

- Forzar resultados a vértices. Por defecto Iber calcula los resultados para cada elemento de la malla, pero si queremos podemos forzarlo de manera que los calcule para cada uno de los vértices.
- Sin resultados en los elementos secos. Por defecto estará activado de manera que Iber no sacará resultados en los elementos que estén secos.
- Selección de resultados. Iber sólo creará archivos de resultados para los resultados seleccionados mediante las casillas.

El resto de pestañas son referentes a los módulos de sedimentos y turbulencia, al cálculo de la vía intenso desagüe y a la rotura de presas.

Se establecieron los datos del problema en cada uno de los modelos que vamos a simular.

Se calculó los resultados para cada elemento de la malla y se obvió los resultados en los elementos secos. Por otro lado, los resultados que se generaron fueron el calado y máximo calado, la velocidad, cota del agua, número de Froude, máximo calado, máxima velocidad, máxima cota del agua y la Peligrosidad.

Una vez establecidos todos estos datos, pulsamos en **Aceptar**.

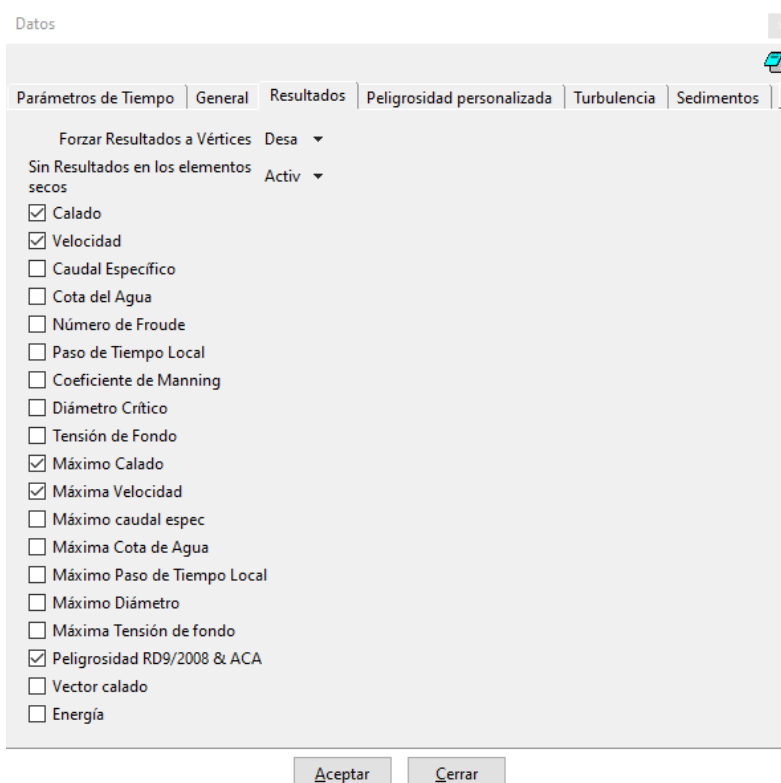


Ilustración 41. Ventana de selección datos de computación

## 5.12. Cálculo del modelo

Una vez introducida toda la información en el modelo (datos hidrodinámicos, rugosidad y datos del problema) se procede con la simulación para los periodos de retorno de 10, 50 y 100 años.

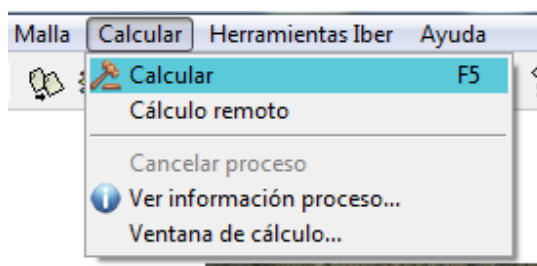



Ilustración 42. Proceso de cálculo

## 5.13. Post-proceso

Mientras el programa está calculado, Iber nos permite pasar al post-proceso para ver los resultados. Para ello pulsamos en el icono  o si la simulación ha terminado, pulsaremos en "Post-proceso".

Durante la simulación podemos ir intercambiando entre pre-proceso y post-proceso para ver cómo va la simulación.

Una vez terminada la simulación en el programa nos saldrá una ventana emergente llamada Información del Proceso donde nos dice que el proceso ha finalizado. A continuación, pasaremos a Post-proceso a través del icono para comprobar los resultados.

## 6. DELIMITACIÓN MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA

### 6.1. Definición dominio público hidráulico

En el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, indica que «El artículo 4 queda redactado del siguiente modo:

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. Se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente y que tengan en cuenta lo establecido en el apartado 1.»

### 6.2. Máxima crecida ordinaria

#### Artículo 4.

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. En los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años consecutivos. Dicho periodo será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

#### Artículo 5.

1. Son de dominio privado los cauces por los que ocasionalmente discurran aguas pluviales, en tanto atraviesen, desde su origen, únicamente fincas de dominio particular.

2. El dominio privado de estos cauces no autoriza hacer en ellos labores ni construir obras que puedan hacer variar el curso natural de las aguas en perjuicio del interés público o de tercero, o cuya destrucción por la fuerza de las avenidas pueda ocasionar daños a personas o cosas (art. 5 del TR de la LA).



## Artículo 6.

1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.

b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

3. La regulación de dichas zonas tiene como finalidad la consecución de los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada.

4. En las zonas próximas a la desembocadura en el mar, en el entorno inmediato de los embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de dichas zonas en la forma que se determina en este Reglamento.

## Artículo 7.

1. La zona de servidumbre para uso público definida en el artículo anterior tendrá los fines siguientes:

a) Protección del ecosistema fluvial y del dominio público hidráulico.

b) Paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento, salvo que por razones ambientales o de seguridad el organismo de cuenca considere conveniente su limitación.

c) Varado y amarre de embarcaciones de forma ocasional y en caso de necesidad.

2. Los propietarios de estas zonas de servidumbre podrán libremente sembrar y plantar especies no arbóreas, siempre que no deterioren el ecosistema fluvial o impidan el paso señalado en el apartado anterior.

Las talas o plantaciones de especies arbóreas requerirán autorización del organismo de cuenca.

3. Con carácter general no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público

hidráulico o para su conservación y restauración. Solo podrán autorizarse edificaciones en zona de servidumbre en casos muy justificados.

Las edificaciones que se autoricen se ejecutarán en las condiciones menos desfavorables para la propia servidumbre y con la mínima ocupación de la misma, tanto en su suelo como en su vuelo. Deberá garantizarse la efectividad de la servidumbre, procurando su continuidad o su ubicación alternativa y la comunicación entre las áreas de su trazado que queden limitadas o cercenadas por aquélla.

**A tenor de lo expuesto en el citado reglamento, las instalaciones deberán respetar el Dominio Público Hidráulico y la Zona de Servidumbre de paso de los Cauces públicos (5 m de anchura medidos horizontalmente desde la coronación del talud de la margen del río), que debe quedar libre para uso público, según se determina en los Arts.6 y 7 del R.D.P.H), dejando una zona de terreno libre de 5,00 metros de anchura como mínimo al lado del cauce.**

## 7. RESULTADOS

A continuación, pasamos a analizar los resultados obtenidos en la fase de cálculo para las simulaciones realizadas.

### 7.1. Resultados T10 años

#### Calado

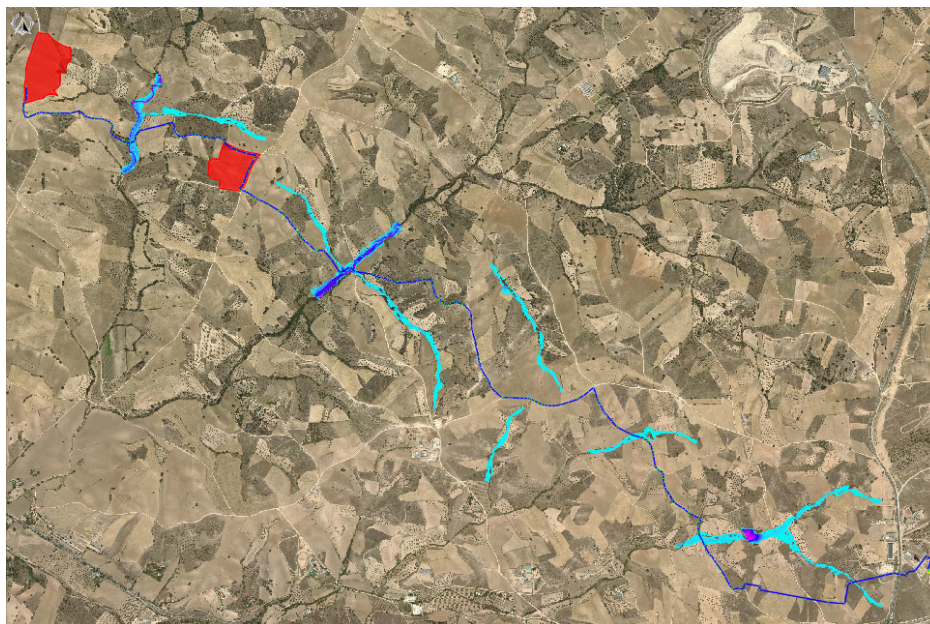


Ilustración 43. T10 Calado

#### Velocidad



Ilustración 44. T10 Velocidad

## 7.2. Resultados T50 años

### Calado

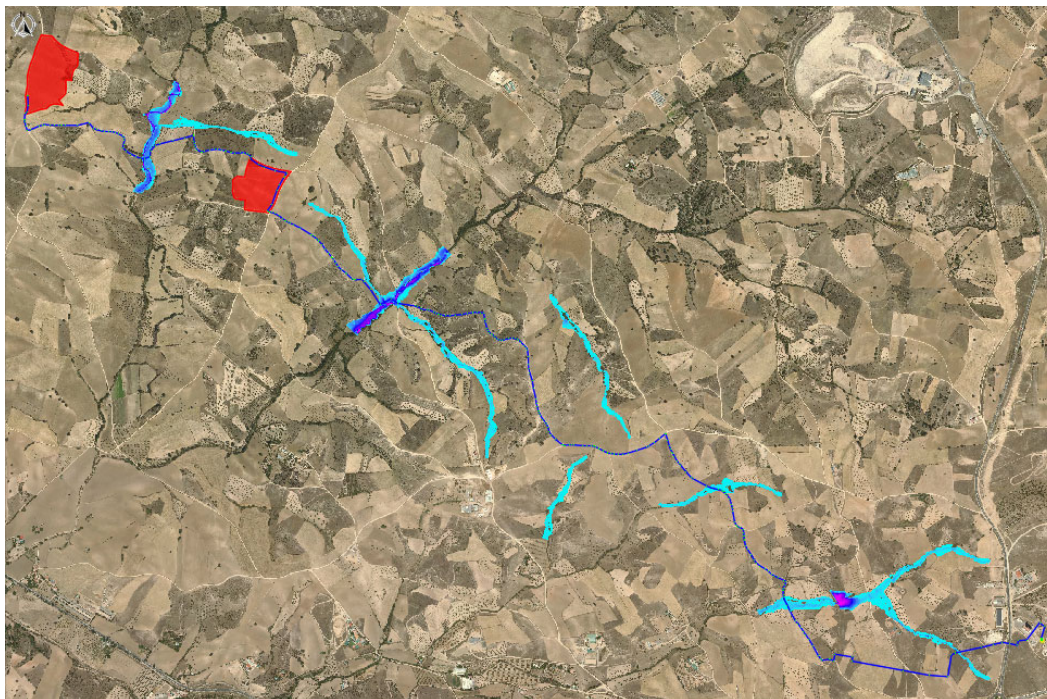


Ilustración 45. T100 Calado

### Velocidad



Ilustración 46. T100 Velocidad

### 7.3. Resultados T100 años

#### Calado

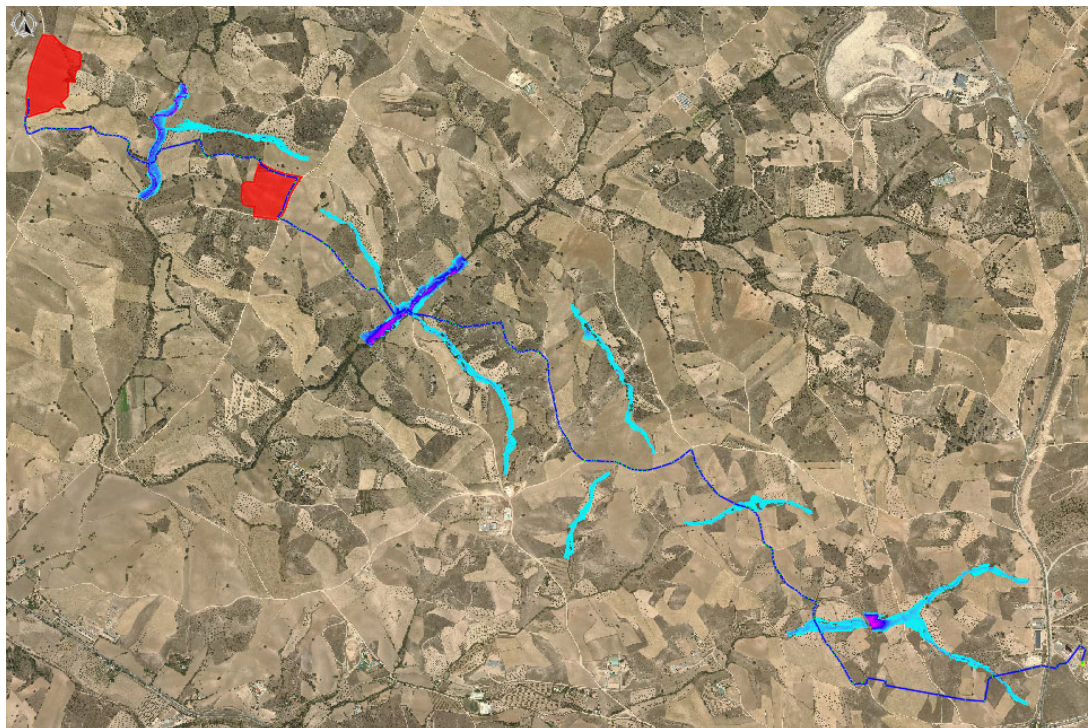


Ilustración 47. T500 Calado

#### Velocidad



Ilustración 48. T500 Velocidad

A continuación se muestran los cruzamiento que se producen en cada uno de los arroyos afectados.

Arroyo Afectado	Coordenada X	Coordenada Y
Cruzamiento 1. Arroyo de la Retamosa	409.808,69	4.464.304,25
Cruzamiento 2. Arroyo Innominado 2	411.034,14	4.463.578.45
Cruzamiento 3. Arroyo Doña Mariana	411.078,35	4.463.585,15
Cruzamiento 4. Arroyo del Manzanal	412.691,54	4.462.636,68
Cruzamiento 5. Arroyo de Alamillos	413.056,44	4.462.071,46
Cruzamiento 6. Arroyo Innominado 6	413.931,22	4.461.804,69

*Tabla 27. Puntos de Cruzamientos*

## **8. CONCLUSIONES ESTUDIO INUNDABILIDAD**

Para concluir el presente estudio se analizarán los resultados obtenidos en la fase de cálculo.

### **8.1. Conclusiones obtenidas**

Para concluir el estudio se analizarán los resultados obtenidos en la fase de cálculo.

Como hemos visto y para el presente estudio de inundabilidad podemos determinar lo siguiente:

De acuerdo a las simulaciones realizadas, observamos que los trazados de la línea de evacuación de las diferentes plantas de estudio se ven afectadas por las avenidas producidas en los diferentes periodos de estudio (T = 10, 50 y 100 años).

Sim embargo, las arquetas de la línea subterránea de evacuación se encuentran fuera de la zona de servidumbre, franja de 5 metros a partir del límite de la zona de Dominio Público Hidráulico (DPH) en los cursos fluviales de estudio.

## 9. DATOS DE CÁLCULOS CUENCAS DE ESTUDIO

### 9.1. Datos generales de las cuencas

#### Cuenca 1

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.20 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.745 km
Pendiente =	0.0395 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	622.60 m
Cota baja =	593.19 m
Longitud =	744.70 m
Pendiente =	0.0395 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 1	622.596	593.187	29.409	0.204	0.745	0.039	3.95

#### Cuenca 2

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	5.71 km <sup>2</sup>
Longitud =	4.159 km
Pendiente =	0.0157 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	658.38 m
Cota baja =	593.06 m
Longitud =	4158.65 m
Pendiente =	0.0157 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 2	658.382	593.057	65.325	5.706	4.159	0.016	1.57



### Cuenca 3

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.29 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.686 km
Pendiente =	0.0324 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	617.03 m
Cota baja =	594.78 m
Longitud =	685.97 m
Pendiente =	0.0324 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 3	617.025	594.784	22.241	0.288	0.686	0.032	3.24

### Cuenca 4

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	9.04 km <sup>2</sup>
Longitud =	3.259 km
Pendiente =	0.0176 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	653.36 m
Cota baja =	595.95 m
Longitud =	3258.56 m
Pendiente =	0.0176 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 4	653.359	595.947	57.412	9.044	3.259	0.018	1.76

### Cuenca 5

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.36 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.726 km
Pendiente =	0.0302 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	617.11 m
Cota baja =	595.17 m
Longitud =	725.67 m
Pendiente =	0.0302 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 5	617.109	595.166	21.943	0.364	0.726	0.030	3.02

### Cuenca 6

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.14 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.326 km
Pendiente =	0.0292 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	633.89 m
Cota baja =	624.39 m
Longitud =	325.69 m
Pendiente =	0.0292 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 6	633.889	624.390	9.499	0.144	0.326	0.029	2.92

### Cuenca 7

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.13 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.369 km
Pendiente =	0.0394 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	645.80 m
Cota baja =	631.27 m
Longitud =	368.99 m
Pendiente =	0.0394 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 7	645.796	631.268	14.528	0.125	0.369	0.039	3.94

### Cuenca 8

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.18 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.415 km
Pendiente =	0.0391 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	654.36 m
638.16	634.32 m
414.87	952.70 m
0.0391	0.0223 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 9	654.364	638.159	16.205	0.180	0.415	0.039	3.91

### Cuenca 9

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.61 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.953 km
Pendiente =	0.0223 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	655.52 m
Cota baja =	634.32 m
Longitud =	952.70 m
Pendiente =	0.0223 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 9	655.515	634.315	21.200	0.609	0.953	0.022	2.23

### Cuenca 10

DATOS MORFOLÓGICOS	
Área =	0.28 km <sup>2</sup>
Longitud =	0.356 km
Pendiente =	0.0365 m/m

Calculadora de pendientes	
Cota alta =	657.11 m
Cota baja =	644.14 m
Longitud =	355.98 m
Pendiente =	0.0365 m/m

	Cota (m)		Desnivel (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)
	Máxima	Mínima					
Cuenca de estudio 10	657.112	644.135	12.977	0.279	0.356	0.036	3.65

## 9.2. Tiempo de concentración

### Cuenca 1

L <sub>c</sub> (Km)	J <sub>c</sub> (m/m)	t <sub>c</sub> (horas)
0.686	0.0324	0.432

### Cuenca 2

L <sub>c</sub> (Km)	J <sub>c</sub> (m/m)	t <sub>c</sub> (horas)
4.159	0.0157	1.951

### Cuenca 3

L <sub>c</sub> (Km)	J <sub>c</sub> (m/m)	t <sub>c</sub> (horas)
0.745	0.0395	0.443

### Cuenca 4

L <sub>c</sub> (Km)	J <sub>c</sub> (m/m)	t <sub>c</sub> (horas)
3.259	0.0176	1.586

### Cuenca 5

L <sub>c</sub> (Km)	J <sub>c</sub> (m/m)	t <sub>c</sub> (horas)
0.726	0.0302	0.457

### Cuenca 6

$L_c$ (Km)	$J_c$ (m/m)	$t_c$ (horas)
0.326	0.0292	0.250

#### Cuenca 7

$L_c$ (Km)	$J_c$ (m/m)	$t_c$ (horas)
0.369	0.0394	0.260

#### Cuenca 8

$L_c$ (Km)	$J_c$ (m/m)	$t_c$ (horas)
0.415	0.0391	0.285

#### Cuenca 9

$L_c$ (Km)	$J_c$ (m/m)	$t_c$ (horas)
0.953	0.0223	0.596

#### Cuenca 10

$L_c$ (Km)	$J_c$ (m/m)	$t_c$ (horas)
0.356	0.0365	0.257

### 9.3. Cálculo precipitaciones máximas diarias

#### Cuenca 1 a 10

$P^* =$	40	mm/h
$C_v =$	0.34	

Periodo de retorno Años	Precipitación media (mm)	C <sub>v</sub>	K <sub>t</sub>	P <sub>t</sub> = K <sub>t</sub> * P*
2	40.000	0.340	0.924	36.960
5	40.000	0.340	1.213	48.520
10	40.000	0.340	1.423	56.920
25	40.000	0.340	1.717	68.680
50	40.000	0.340	1.930	77.200
100	40.000	0.340	2.174	86.960
200	40.000	0.340	2.434	97.360
500	40.000	0.340	2.785	111.400

#### 9.4. Distribución probabilidades pluviométricas

Cuenca 1 a 10

T Años	Precip. diaria Máxima (mm)
2	36.960
5	48.520
10	56.920
25	68.680
50	77.200
100	86.960
200	97.360
500	111.400

## 9.5. Tabla de regresión I-D-T

Cuenca 1 a 10

T 10 Años

<b>Periodo de retorno para T = 10 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.3717	7.2724	0.8636	6.2804	52.8878
2	1080	2.8776	6.9847	1.0570	7.3826	48.7863
3	720	3.7947	6.5793	1.3336	8.7741	43.2865
4	480	4.8382	6.1738	1.5765	9.7332	38.1156
5	360	5.7869	5.8861	1.7556	10.3336	34.6462
6	300	6.4889	5.7038	1.8701	10.6666	32.5331
7	240	7.3996	5.4806	2.0014	10.9691	30.0374
8	180	8.7277	5.1930	2.1665	11.2506	26.9668
9	120	11.0994	4.7875	2.4069	11.5230	22.9201
10	60	17.0760	4.0943	2.8377	11.6184	16.7637
10	4980	70.4606	58.1555	17.8689	98.5315	346.9435
<b>Ln (d) =</b>	<b>5.3715</b>	<b>d =</b>	<b>215.1875</b>	<b>n =</b>	<b>-0.6164</b>	

T 50 Años

<b>Periodo de retorno para T = 50 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.2167	7.2724	1.1683	8.4967	52.8878
2	1080	3.9029	6.9847	1.3617	9.5112	48.7863
3	720	5.1467	6.5793	1.6383	10.7791	43.2865
4	480	6.5620	6.1738	1.8813	11.6147	38.1156
5	360	7.8487	5.8861	2.0603	12.1274	34.6462
6	300	8.8008	5.7038	2.1748	12.4048	32.5331
7	240	10.0360	5.4806	2.3062	12.6393	30.0374
8	180	11.8373	5.1930	2.4713	12.8331	26.9668
9	120	15.0540	4.7875	2.7116	12.9820	22.9201
10	60	23.1600	4.0943	3.1424	12.8662	16.7637
10	4980	95.5650	58.1555	20.9164	116.2546	346.9435
<b>Ln (d) =</b>	<b>5.6763</b>	<b>d =</b>	<b>291.8565</b>	<b>n =</b>	<b>-0.6164</b>	

T 100 Años

<b>Periodo de retorno para T = 100 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.6233	7.2724	1.2874	9.3624	52.8878
2	1080	4.3963	6.9847	1.4808	10.3427	48.7863
3	720	5.7973	6.5793	1.7574	11.5624	43.2865
4	480	7.3916	6.1738	2.0003	12.3497	38.1156
5	360	8.8409	5.8861	2.1794	12.8281	34.6462
6	300	9.9134	5.7038	2.2939	13.0839	32.5331
7	240	11.3048	5.4806	2.4252	13.2918	30.0374
8	180	13.3339	5.1930	2.5903	13.4514	26.9668
9	120	16.9572	4.7875	2.8307	13.5519	22.9201
10	60	26.0880	4.0943	3.2615	13.3536	16.7637
10	4980	107.6468	58.1555	22.1069	123.1779	346.9435
<b>Ln (d) =</b>	<b>5.7953</b>	<b>d =</b>	<b>328.7545</b>	<b>n =</b>	<b>-0.6164</b>	

## 9.6. Coeficiente de regresión

Cuenca 1 a 10

<b>Resumen de aplicación de regresión potencial</b>		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	139.72821237820	-0.61638608809
5	183.43108399865	-0.61638608809
10	215.18749590279	-0.61638608809
25	259.64647256858	-0.61638608809
50	291.85654749992	-0.61638608809
100	328.75447371235	-0.61638608809
200	368.07193606985	-0.61638608809
500	421.15051025247	-0.61638608809
<b>Promedio =</b>	<b>275.97834154785</b>	<b>-0.61638608809</b>



<b>Regresión potencial</b>						
<b>Nº</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
1	2	139.7282	0.6931	4.9397	3.4239	0.4805
2	5	183.4311	1.6094	5.2118	8.3881	2.5903
3	10	215.1875	2.3026	5.3715	12.3684	5.3019
4	25	259.6465	3.2189	5.5593	17.8948	10.3612
5	50	291.8565	3.9120	5.6763	22.2057	15.3039
6	100	328.7545	4.6052	5.7953	26.6884	21.2076
7	200	368.0719	5.2983	5.9083	31.3039	28.0722
8	500	421.1505	6.2146	6.0430	37.5548	38.6214
8	892	2207.8267	27.8542	44.5052	159.8280	121.9388
<b>Ln (K) =</b>	<b>4.8836</b>	<b>K =</b>	<b>132.1034</b>	<b>m =</b>	<b>0.1952</b>	

Termino constante de regresión  
(K) = **132.1034**  
Coef. de regresión (m) = **0.195178**

### 9.7. Factor Fa

Cuenca 1

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.443	15.7644

Cuenca 2

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	1.951	6.6868

Cuenca 3

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.432	15.9768

#### Cuenca 4

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	1.586	7.5972

#### Cuenca 5

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.457	15.5035

#### Cuenca 6

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.250	21.2345

#### Cuenca 7

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.260	20.8302

#### Cuenca 8

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.285	19.8876

#### Cuenca 9

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.596	13.4154

### Cuenca 10

$(I_1/I_d)$	$t = t_c$ (horas)	$F_a$
10	0.257	20.9645

## 9.8. Factor de intensidad

### Cuenca 1

T	$F_a$	$F_b$	$F_{int}$
2	15.7644	13.23489	15.76444186
5	15.7644	13.23489	15.76444186
10	15.7644	13.23489	15.76444186
25	15.7644	13.23489	15.76444186
50	15.7644	13.23489	15.76444186
100	15.7644	13.23489	15.76444186
200	15.7644	13.23489	15.76444186
500	15.7644	13.23489	15.76444186

### Cuenca 2

T	$F_a$	$F_b$	$F_{int}$
2	6.6868	5.30773	6.686800823
5	6.6868	5.30773	6.686800823
10	6.6868	5.30773	6.686800823
25	6.6868	5.30773	6.686800823
50	6.6868	5.30773	6.686800823
100	6.6868	5.30773	6.686800823
200	6.6868	5.30773	6.686800823
500	6.6868	5.30773	6.686800823

### Cuenca 3

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	15.9768	13.44010	15.97680622
5	15.9768	13.44010	15.97680622
10	15.9768	13.44010	15.97680622
25	15.9768	13.44010	15.97680622
50	15.9768	13.44010	15.97680622
100	15.9768	13.44010	15.97680622
200	15.9768	13.44010	15.97680622
500	15.9768	13.44010	15.97680622

### Cuenca 4

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	7.5972	6.03071	7.597170124
5	7.5972	6.03071	7.597170124
10	7.5972	6.03071	7.597170124
25	7.5972	6.03071	7.597170124
50	7.5972	6.03071	7.597170124
100	7.5972	6.03071	7.597170124
200	7.5972	6.03071	7.597170124
500	7.5972	6.03071	7.597170124

### Cuenca 5

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	15.5035	12.98400	15.50349168
5	15.5035	12.98400	15.50349168
10	15.5035	12.98400	15.50349168
25	15.5035	12.98400	15.50349168
50	15.5035	12.98400	15.50349168
100	15.5035	12.98400	15.50349168
200	15.5035	12.98400	15.50349168
500	15.5035	12.98400	15.50349168

### Cuenca 6

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	21.2345	18.81754	21.23453193
5	21.2345	18.81754	21.23453193
10	21.2345	18.81754	21.23453193
25	21.2345	18.81754	21.23453193
50	21.2345	18.81754	21.23453193
100	21.2345	18.81754	21.23453193
200	21.2345	18.81754	21.23453193
500	21.2345	18.81754	21.23453193

### Cuenca 7

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	20.8302	18.38364	20.83024083
5	20.8302	18.38364	20.83024083
10	20.8302	18.38364	20.83024083
25	20.8302	18.38364	20.83024083
50	20.8302	18.38364	20.83024083
100	20.8302	18.38364	20.83024083
200	20.8302	18.38364	20.83024083
500	20.8302	18.38364	20.83024083

### Cuenca 8

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	19.8876	17.38526	19.88762912
5	19.8876	17.38526	19.88762912
10	19.8876	17.38526	19.88762912
25	19.8876	17.38526	19.88762912
50	19.8876	17.38526	19.88762912
100	19.8876	17.38526	19.88762912
200	19.8876	17.38526	19.88762912
500	19.8876	17.38526	19.88762912

### Cuenca 9

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	13.4154	11.02634	13.41536415
5	13.4154	11.02634	13.41536415
10	13.4154	11.02634	13.41536415
25	13.4154	11.02634	13.41536415
50	13.4154	11.02634	13.41536415
100	13.4154	11.02634	13.41536415
200	13.4154	11.02634	13.41536415
500	13.4154	11.02634	13.41536415

### Cuenca 10

T	F <sub>a</sub>	F <sub>b</sub>	F <sub>int</sub>
2	20.9645	18.52740	20.9645445
5	20.9645	18.52740	20.9645445
10	20.9645	18.52740	20.9645445
25	20.9645	18.52740	20.9645445
50	20.9645	18.52740	20.9645445
100	20.9645	18.52740	20.9645445
200	20.9645	18.52740	20.9645445
500	20.9645	18.52740	20.9645445

## 9.9. Intensidad media de precipitación corregida

### Cuenca 1

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	15.7644	24.2772
5	2.0217	15.7644	31.8704
10	2.3717	15.7644	37.3880
25	2.8617	15.7644	45.1126
50	3.2167	15.7644	50.7090
100	3.6233	15.7644	57.1198
200	4.0567	15.7644	63.9511
500	4.6417	15.7644	73.1733

### Cuenca 2

T	$I_d$ (mm)	$F_{int}$	$I(T, tc)$ (mm/h)
2	1.4623	6.6868	9.7784
5	1.9197	6.6868	12.8368
10	2.2521	6.6868	15.0592
25	2.7174	6.6868	18.1705
50	3.0545	6.6868	20.4247
100	3.4406	6.6868	23.0068
200	3.8521	6.6868	25.7584
500	4.4076	6.6868	29.4729

### Cuenca 3

T	$I_d$ (mm)	$F_{int}$	$I(T, tc)$ (mm/h)
2	1.5400	15.9768	24.6043
5	2.0217	15.9768	32.2998
10	2.3717	15.9768	37.8917
25	2.8617	15.9768	45.7203
50	3.2167	15.9768	51.3921
100	3.6233	15.9768	57.8893
200	4.0567	15.9768	64.8126
500	4.6417	15.9768	74.1590

### Cuenca 4

T	$I_d$ (mm)	$F_{int}$	$I(T, tc)$ (mm/h)
2	1.4418	7.5972	10.9537
5	1.8928	7.5972	14.3797
10	2.2205	7.5972	16.8692
25	2.6792	7.5972	20.3544
50	3.0116	7.5972	22.8795
100	3.3923	7.5972	25.7720
200	3.7980	7.5972	28.8542
500	4.3457	7.5972	33.0152

### Cuenca 5

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	15.5035	23.8754
5	2.0217	15.5035	31.3429
10	2.3717	15.5035	36.7691
25	2.8617	15.5035	44.3658
50	3.2167	15.5035	49.8696
100	3.6233	15.5035	56.1743
200	4.0567	15.5035	62.8925
500	4.6417	15.5035	71.9620

### Cuenca 6

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	21.2345	32.7012
5	2.0217	21.2345	42.9291
10	2.3717	21.2345	50.3612
25	2.8617	21.2345	60.7662
50	3.2167	21.2345	68.3044
100	3.6233	21.2345	76.9398
200	4.0567	21.2345	86.1414
500	4.6417	21.2345	98.5636

### Cuenca 7

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	20.8302	32.0786
5	2.0217	20.8302	42.1118
10	2.3717	20.8302	49.4024
25	2.8617	20.8302	59.6092
50	3.2167	20.8302	67.0039
100	3.6233	20.8302	75.4749
200	4.0567	20.8302	84.5013
500	4.6417	20.8302	96.6870



### Cuenca 8

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	19.8876	30.6269
5	2.0217	19.8876	40.2062
10	2.3717	19.8876	47.1668
25	2.8617	19.8876	56.9118
50	3.2167	19.8876	63.9719
100	3.6233	19.8876	72.0595
200	4.0567	19.8876	80.6775
500	4.6417	19.8876	92.3117

### Cuenca 9

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	13.4154	20.6597
5	2.0217	13.4154	27.1214
10	2.3717	13.4154	31.8168
25	2.8617	13.4154	38.3903
50	3.2167	13.4154	43.1528
100	3.6233	13.4154	48.6083
200	4.0567	13.4154	54.4217
500	4.6417	13.4154	62.2696

### Cuenca 10

T	I <sub>d</sub> (mm)	F <sub>int</sub>	I (T, tc) (mm/h)
2	1.5400	20.9645	32.2854
5	2.0217	20.9645	42.3833
10	2.3717	20.9645	49.7209
25	2.8617	20.9645	59.9935
50	3.2167	20.9645	67.4360
100	3.6233	20.9645	75.9615
200	4.0567	20.9645	85.0462
500	4.6417	20.9645	97.3104

## 9.10. Po cuenca de estudio

### Cuenca 1

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
22	0.203989	4.487758	
$\Sigma$	0.203989	4.487758	22.00

### Cuenca 2

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
1	0.004836	0.004836	
14	0.048296	0.676144	
17	0.695886	11.830062	
21	2.141302	44.967342	
22	2.815757	61.946654	
$\Sigma$	5.706077	119.425038	20.93

### Cuenca 3

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
22	0.004836	0.106392	
$\Sigma$	0.004836	0.106392	22.00

### Cuenca 4

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
14	0.292215	4.09101	
17	1.164892	19.803164	
21	0.78092	16.39932	
22	6.795246	149.495412	
25	0.010942	0.27355	
$\Sigma$	9.044215	190.062456	21.01

### Cuenca 5

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
17	0.217446	3.696582	
22	0.146905	3.23191	
$\Sigma$	0.364351	6.928492	19.02

### Cuenca 6

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
17	0.061476	1.045092	
22	0.082817	1.821974	
$\Sigma$	0.144293	2.867066	19.87

### Cuenca 7

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
17	0.125152	2.127584	
$\Sigma$	0.125152	2.127584	17.00

### Cuenca 8

Umbral de escorrentía ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
17	0.037076	0.630292	
22	0.142655	3.13841	
$\Sigma$	0.179731	3.768702	20.97

### Cuenca 9

Umbral de escorrentia ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
21	0.052843	1.109703	
22	0.556348	12.239656	
$\Sigma$	0.609191	13.349359	21.91

### Cuenca 10

Umbral de escorrentia ( $P_0^i$ )	Superficie ( $\text{km}^2$ )	$P_0^i \cdot \text{Sup.}$	Ponderación $P_0^i$
14	0.000032	0.000448	
21	0.054788	1.150548	
22	0.22387	4.92514	
$\Sigma$	0.27869	6.076136	21.80

## 9.11. Umbral de escorrentía

### Cuenca 1

T	Umbral de escorrentia corregido ( $P_0^i$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia ( $P_0$ )
2	22.00	1	22
5	22.00	1	22
10	22.00	1	22
25	22.00	1	22
50	22.00	1	22
100	22.00	1	22
200	22.00	1	22
500	22.00	1	22

### Cuenca 2

T	Umbral de escorrentía corregido ( $P_0^i$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía ( $P_0$ )
2	20.93	1	20.92944732
5	20.93	1	20.92944732
10	20.93	1	20.92944732
25	20.93	1	20.92944732
50	20.93	1	20.92944732
100	20.93	1	20.92944732
200	20.93	1	20.92944732
500	20.93	1	20.92944732

### Cuenca 3

T	Umbral de escorrentía corregido ( $P_0^i$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía ( $P_0$ )
2	22.00	1	22
5	22.00	1	22
10	22.00	1	22
25	22.00	1	22
50	22.00	1	22
100	22.00	1	22
200	22.00	1	22
500	22.00	1	22

#### Cuenca 4

T	Umbral de escorrentía corregido ( $P^i_0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía ( $P_0$ )
2	21.01	1	21.01480958
5	21.01	1	21.01480958
10	21.01	1	21.01480958
25	21.01	1	21.01480958
50	21.01	1	21.01480958
100	21.01	1	21.01480958
200	21.01	1	21.01480958
500	21.01	1	21.01480958

#### Cuenca 5

T	Umbral de escorrentía corregido ( $P^i_0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía ( $P_0$ )
2	19.02	1	19.01598184
5	19.02	1	19.01598184
10	19.02	1	19.01598184
25	19.02	1	19.01598184
50	19.02	1	19.01598184
100	19.02	1	19.01598184
200	19.02	1	19.01598184
500	19.02	1	19.01598184

### Cuenca 6

T	Umbral de escorrentia corregido ( $P^i_0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia ( $P_0$ )
2	19.87	1	19.86975113
5	19.87	1	19.86975113
10	19.87	1	19.86975113
25	19.87	1	19.86975113
50	19.87	1	19.86975113
100	19.87	1	19.86975113
200	19.87	1	19.86975113
500	19.87	1	19.86975113

### Cuenca 7

T	Umbral de escorrentia corregido ( $P^i_0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia ( $P_0$ )
2	17.00	1	17
5	17.00	1	17
10	17.00	1	17
25	17.00	1	17
50	17.00	1	17
100	17.00	1	17
200	17.00	1	17
500	17.00	1	17

### Cuenca 8

T	Umbral de escorrentía corregido ( $P^i_0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía ( $P_0$ )
2	20.97	1	20.9685697
5	20.97	1	20.9685697
10	20.97	1	20.9685697
25	20.97	1	20.9685697
50	20.97	1	20.9685697
100	20.97	1	20.9685697
200	20.97	1	20.9685697
500	20.97	1	20.9685697

### Cuenca 9

T	Umbral de escorrentía corregido ( $P^i_0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía ( $P_0$ )
2	21.91	1	21.91325709
5	21.91	1	21.91325709
10	21.91	1	21.91325709
25	21.91	1	21.91325709
50	21.91	1	21.91325709
100	21.91	1	21.91325709
200	21.91	1	21.91325709
500	21.91	1	21.91325709



Cuenca 10

T	Umbral de escorrentia corregido ( $P_i^0$ )	Coef. Correct. de umbral de escorrentia	Umbral de escorrentia ( $P_0$ )
2	21.80	1	21.80249022
5	21.80	1	21.80249022
10	21.80	1	21.80249022
25	21.80	1	21.80249022
50	21.80	1	21.80249022
100	21.80	1	21.80249022
200	21.80	1	21.80249022
500	21.80	1	21.80249022

## 9.12. Coeficiente de escorrentía

### Cuenca 1

T	Umbral de escorrentía (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentía (C)
2	22	36.96	0.104379584
5	22	48.52	0.174236309
10	22	56.92	0.219994066
25	22	68.68	0.277926743
50	22	77.2	0.315959071
100	22	86.96	0.355946911
200	22	97.36	0.394817235
500	22	111.4	0.441947879

### Cuenca 2

T	Umbral de escorrentía (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentía (C)
2	20.92944732	35.09638408	0.103940109
5	20.92944732	46.07349989	0.173725496
10	20.92944732	54.04995081	0.219443895
25	20.92944732	65.21698211	0.27733542
50	20.92944732	73.30738234	0.315346173
100	20.92944732	82.57525866	0.355316132
200	20.92944732	92.45086457	0.394173936
500	20.92944732	105.7829326	0.44129605

### Cuenca 3

T	Umbral de escorrentía (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentía (C)
2	22	36.96	0.104379584
5	22	48.52	0.174236309
10	22	56.92	0.219994066
25	22	68.68	0.277926743
50	22	77.2	0.315959071
100	22	86.96	0.355946911
200	22	97.36	0.394817235
500	22	111.4	0.441947879

### Cuenca 4

T	Umbral de escorrentía (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentía (C)
2	21.01480958	34.60350192	0.099646123
5	21.01480958	45.42645869	0.168729327
10	21.01480958	53.29089094	0.214059006
25	21.01480958	64.3010961	0.271542431
50	21.01480958	72.27787739	0.309338082
100	21.01480958	81.41559867	0.349128593
200	21.01480958	91.1525148	0.387859318
500	21.01480958	104.2973516	0.434892255

### Cuenca 5

T	Umbral de escorrentía (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentía (C)
2	19.01598184	36.96	0.140491001
5	19.01598184	48.52	0.215874968
10	19.01598184	56.92	0.264599434
25	19.01598184	68.68	0.325532441
50	19.01598184	77.2	0.365067777
100	19.01598184	86.96	0.406230105
200	19.01598184	97.36	0.445836913
500	19.01598184	111.4	0.493314437

### Cuenca 6

T	Umbral de escorrentia (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentia (C)
2	19.86975113	36.96	0.129291342
5	19.86975113	48.52	0.203031798
10	19.86975113	56.92	0.250892232
25	19.86975113	68.68	0.310974095
50	19.86975113	77.2	0.350099092
100	19.86975113	86.96	0.390957766
200	19.86975113	97.36	0.430395858
500	19.86975113	111.4	0.477837547

### Cuenca 7

T	Umbral de escorrentia (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentia (C)
2	17	36.96	0.170303196
5	17	48.52	0.249752167
10	17	56.92	0.300535766
25	17	68.68	0.363399728
50	17	77.2	0.403796243
100	17	86.96	0.445519829
200	17	97.36	0.485336554
500	17	111.4	0.532627993

### Cuenca 8

T	Umbral de escorrentia (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentia (C)
2	20.9685697	36.96	0.115940322
5	20.9685697	48.52	0.187638488
10	20.9685697	56.92	0.234403278
25	20.9685697	68.68	0.293377869
50	20.9685697	77.2	0.331948793
100	20.9685697	86.96	0.37237519
200	20.9685697	97.36	0.411543126
500	20.9685697	111.4	0.458859445

### Cuenca 9

T	Umbral de escorrentia (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentia (C)
2	21.91325709	36.96	0.10531829
5	21.91325709	48.52	0.175327064
10	21.91325709	56.92	0.221168623
25	21.91325709	68.68	0.279188819
50	21.91325709	77.2	0.317266958
100	21.91325709	86.96	0.35729269
200	21.91325709	97.36	0.396189456
500	21.91325709	111.4	0.443337953

### Cuenca 10

T	Umbral de escorrentia (P <sub>0</sub> )	P <sub>d</sub> *K <sub>a</sub>	Coef. Escorrentia (C)
2	21.80249022	36.96	0.10652566
5	21.80249022	48.52	0.176729344
10	21.80249022	56.92	0.22267816
25	21.80249022	68.68	0.280810161
50	21.80249022	77.2	0.318946678
100	21.80249022	86.96	0.359020549
200	21.80249022	97.36	0.397950726
500	21.80249022	111.4	0.445121453

### 9.13. Coeficiente $K_t$

#### Cuenca 1

$t_c$	$K_t$
0.443	1.0252

#### Cuenca 2

$t_c$	$K_t$
1.951	1.1414

#### Cuenca 3

$t_c$	$K_t$
0.432	1.0244

#### Cuenca 4

$t_c$	$K_t$
1.586	1.1128

#### Cuenca 5

$t_c$	$K_t$
0.457	1.0261

#### Cuenca 6

$t_c$	$K_t$
0.250	1.0125

#### Cuenca 7

$t_c$	$K_t$
0.260	1.0131

### Cuenca 8

$t_c$	$K_t$
0.285	1.0146

### Cuenca 9

$t_c$	$K_t$
0.596	1.0360

### Cuenca 10

$t_c$	$K_t$
0.257	1.0129

## 9.14. Caudales de estudio

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Cuenca 1. Arroyo innominado 1	T 10 años	0,4778
	T 50 años	0,9307
	T 100 años	1,1811
Cuenca 2. Arroyo de la Retamosa	T 10 años	5,9787
	T 50 años	11,6525
	T 100 años	14,7894
Cuenca 3. Arroyo innominado 2	T 10 años	0,6826
	T 50 años	1,3297
	T 100 años	1,6874
Cuenca 4. Arroyo de Doña Mariana	T 10 años	10,0950
	T 50 años	19,7861
	T 100 años	25,1544
Cuenca 5. Arroyo innominado 3	T 10 años	1,0104
	T 50 años	1,8907
	T 100 años	2,3699
Cuenca 6. Arroyo innominado 4	T 10 años	0,5128
	T 50 años	0,9705
	T 100 años	1,2207
Cuenca 7. Arroyo innominado 5	T 10 años	0,5229
	T 50 años	0,9529
	T 100 años	1,1843

Cuenca de Estudio	Periodo de retorno	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Cuenca 8. Arroyo del Manzanal	T 10 años	0,5601
	T 50 años	1,0757
	T 100 años	1,3592
Cuenca 9. Arroyo de Alamillos	T 10 años	1,2337
	T 50 años	2,4003
	T 100 años	3,0448
Cuenca 10. Arroyo innominado 6	T 10 años	0,8682
	T 50 años	1,6865
	T 100 años	2,1384



## **10. PARTICULARIDADES DE DESARROLLO DEL ESTUDIO**

### **10.1. Metodología programa Iber**

Iber es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial.

La creación del programa la promueve el Centro de Estudios Hidrológicos del CEDEX en colaboración con:

- Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de La Coruña (UDC).
- Grupo FLUMEN de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, vinculado a la Universidad Politécnica de Cataluña.

El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos, y el flujo de marea en estuarios. El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico (en el cual se centra el contenido del curso), un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y/o cuadriláteros.

La interfaz de Iber está basada en un GID, para obtener mayor información podéis visitar la web [www.gidhome.com](http://www.gidhome.com), el cual funciona mediante un Pre-proceso donde se introducirá o creará una geometría la cual se discretizará en triángulos o cuadriláteros formando una malla, tras la introducción de unos datos hidrodinámicos el software realiza los cálculos ofreciendo unos resultados que se podrán visualizar y exportar desde el Post-proceso. En la figura siguiente se puede observar el funcionamiento de un GID:

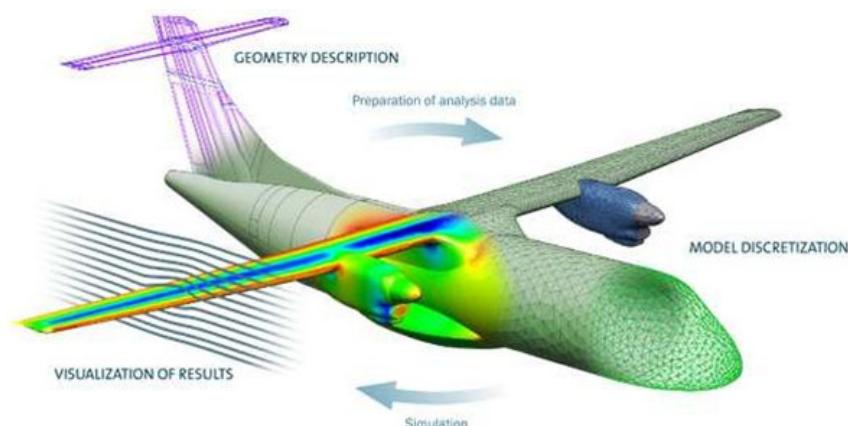


Ilustración 49. Funcionamiento Gld

### Rango de aplicación de Iber:

1. Hidrodinámica fluvial
2. Rotura de presas
3. Evaluación zonas inundables
4. Transporte de sedimentos
5. Flujo de marea en estuarios

## 10.2. Módulos de cálculo de Iber

### 1. Módulo Hidrodinámico

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad bidimensionales: ecuaciones de St.Venant 2D, las cuales asumen las hipótesis de distribución de presión hidrostática y distribución uniforme de velocidad en profundidad.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{q_x^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q_x q_y}{h} \right) = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left( v_x h \frac{\partial U_x}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( v_x h \frac{\partial U_x}{\partial y} \right)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q_y^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) = -gh \frac{\partial z_b}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial x} \left( v_y h \frac{\partial U_y}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( v_y h \frac{\partial U_y}{\partial y} \right)$$

El módulo hidrodinámico considera los siguientes procesos:

1. Flujo no estacionario en régimen rápido y en régimen lento
2. Formación de resaltos hidráulicos no estacionarios

3. Fricción de fondo según formulación de Manning
4. Frentes de inundación no estacionarios
5. Tensiones turbulentas calculadas según diversos modelos de turbulencia
6. Variación temporal de la cota del fondo debido a transporte de sedimentos
7. Condiciones de contorno abierto tipo: hidrograma, nivel de marea, vertido crítico, vertedero, curva de gasto
8. Condiciones de contorno tipo pared: deslizamiento libre, fricción de pared según ley logarítmica
9. Condiciones de contorno internas: puentes, vertederos, compuertas, alcantarilla
10. Formación de brecha en presas para estudios de rotura de presas
11. Infiltración según las formulaciones de: Green-Ampt, Horton, Lineal
12. Rozamiento superficial por viento según formulación de Van Dorn
13. Salida de resultados de Riesgo según RDPH
14. Utilidades para el cálculo de la zona de flujo preferente según RDPH

## 2. Módulo de Turbulencia

Iber incorpora de diversos modelos de turbulencia tipo Boussinesq para el cálculo de las tensiones tangenciales turbulentas, los cuales se resuelven en el módulo de turbulencia.

Se incluyen en el programa Iber los siguientes modelos de turbulencia tipo Boussinesq para aguas someras:

1. Viscosidad turbulenta constante
2. Modelo parabólico
3. Modelo de longitud de mezcla
4. Modelo k- $\epsilon$  de Rastogi y Rodi

## 3. Módulo de Transporte de Sedimentos

El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte por carga de fondo y por carga en suspensión mediante la ecuación de Exner.

El módulo de transporte de sedimentos por carga de fondo incluye las siguientes formulaciones:

1. Umbral de movimiento de Shields
2. Formulaciones para caudal sólido de fondo
3. Wong-Parker (corrección de la fórmula de Meyer Peter-Mulle)
4. van Rijn

5. Ecuación definida por el usuario
6. Corrección por pendiente de fondo en inicio del arrastre (tensión crítica en talud)
7. Corrección por pendiente de fondo en transporte sólido (magnitud y dirección)
8. Separación de tensiones de Einstein por formas de fondo y grano
9. Condiciones de contorno tipo sedimentograma (caudal sólido de fondo variable en tiempo)
10. Condición de cota de fondo no erosionable (puntos fijos)

Las principales características del módulo de transporte de sedimentos por carga en suspensión son:

11. Incorporación de transporte por difusión turbulenta
12. Término de deposición / resuspensión
13. Cálculo de la concentración de sedimento en suspensión según formulaciones de:
  - a) van Rijn
  - b) Smith
  - c) García
14. Cálculo de la velocidad de sedimentación de las partículas según formulación de van Rijn

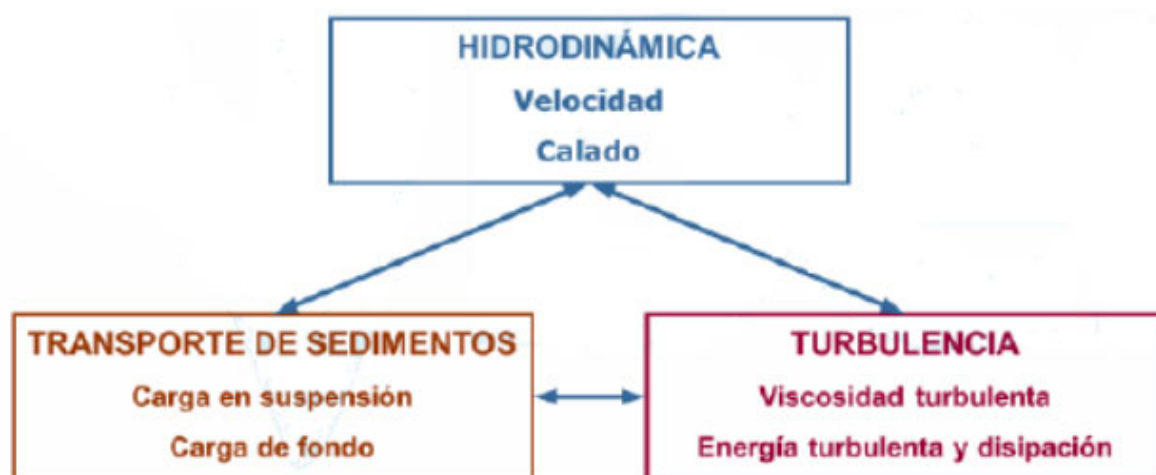


Ilustración 50. Módulos de Funcionamiento Iber

### 10.3. Estructura del programa

En el programa Iber se distinguen 3 procesos fundamentales a la hora de realizar una simulación:

- **Preproceso:** En este módulo se definen principalmente la geometría y datos que se necesitan a la hora de hacer los cálculos. Introducida la geometría, se incluirán datos de simulación y condiciones de contorno e iniciales. Además, se aplicará rugosidad y se procederá a mallar las superficies para que el programa de cálculo se encargue de resolver las ecuaciones en la malla.

- **Proceso:** Cálculo de la simulación.

- **Postproceso:** En este módulo se obtendrán resultados de la simulación tales como mapas de calados, de velocidades..., gráficas, perfiles longitudinales y transversales, hidrogramas, vídeos...

Córdoba, marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

## **Anejo 8: RBDA**

# **Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)**

**Potencia instalada: 5,00 MWn  
Potencia pico: 6,291 MWp**

Promotor: **PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Marzo 2024**

## ÍNDICE

- 1. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS LSMT LABRADOR.....3**
- 2. PLANOS .....7**

### 1. Relación de bienes y derechos afectados LSMT Labrador

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
1	Navalcarnero	Retamosa	033	00149	28096A03300149	199,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
2	Navalcarnero	Vereda de Santa Bárbara	033	09001	28096A03309001	3,93	2,36	9,38	5,87	1	0,27	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
3	Navalcarnero	Camino del Chorrero	035	09004	28096A03509004	607,68	362,36	904,08	456,08	31	16,71	-	-	-	-	39,70	Vía de comunicación de dominio público
4	Navalcarnero	Tochuelo	035	00032	28096A03500032	-	-	114,53	93,92	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
5	Navalcarnero	Tochuelo	035	00085	28096A03500085	-	-	104,98	87,66	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
6	Navalcarnero	Tochuelo	035	00087	28096A03500087	-	0,36	146,61	118,77	1	0,07	-	-	-	-	-	Agrario
7	Navalcarnero	Tochuelo	035	00040	28096A03500040	-	0,29	181,87	150,73	1	0,12	-	-	-	-	-	Agrario
8	Navalcarnero	Tochuelo	035	00095	28096A03500095	178,06	94,02	376,09	234,39	3	1,64	-	-	-	-	280,55	Agrario
9	Navalcarnero	Tochuelo	035	00042	28096A03500042	-	-	-	0,46	-	-	-	-	-	-	39,75	Agrario
10	Navalcarnero	Tochuelo	035	00011	28096A03500011	42,29	2,07	8,29	5,19	3	1,11	-	-	-	-	682,79	Agrario
11	Navalcarnero	Arroyo de Doña Mariana	035	09002	28096A03509002	11,97	6,95	27,62	17,07	1	0,52	-	-	-	-	8,99	Hidrografía natural
12	Navalcarnero	Camino de Retamosa	001	09001	28096A00109001	7,29	4,38	17,69	11,24	-	-	-	-	-	-	2,76	Vía de comunicación de dominio público
13	Navalcarnero	Tochuelo	001	00024	28096A00100024	128,64	61,90	247,05	154,77	4	2,18	-	-	-	-	345,51	Agrario
14	Navalcarnero	Tochuelo	001	00144	28096A00100144	37,63	22,58	91,07	57,88	2	1,09	-	-	-	-	11,73	Agrario
15	Navalcarnero	Tochuelo	001	00189	28096A00100189	62,05	37,23	149,06	93,94	4	2,18	-	-	-	-	-	Agrario
16	Navalcarnero	Tochuelo	001	00145	28096A00100145	46,96	28,17	112,55	69,55	4	2,18	-	-	-	-	-	Agrario
17	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00177	28096A00100177	133,20	79,92	319,68	199,82	5	2,73	-	-	-	-	-	Agrario
18	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00179	28096A00100179	172,17	103,30	415,60	269,96	9	4,91	-	-	-	-	-	Agrario
19	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00183	28096A00100183	205,30	123,18	575,82	419,93	14	7,63	-	-	-	-	-	Agrario
20	Navalcarnero	Vereda del Pocillo del Gobierno	001	09005	28096A00109005	548,96	329,38	1.096,29	424,11	22	11,99	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
21	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00169	28096A00100169	-	-	106,14	219,98	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
22	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00130	28096A00100130	-	-	30,11	58,23	-	-	-	-	-	-	-	Agrario



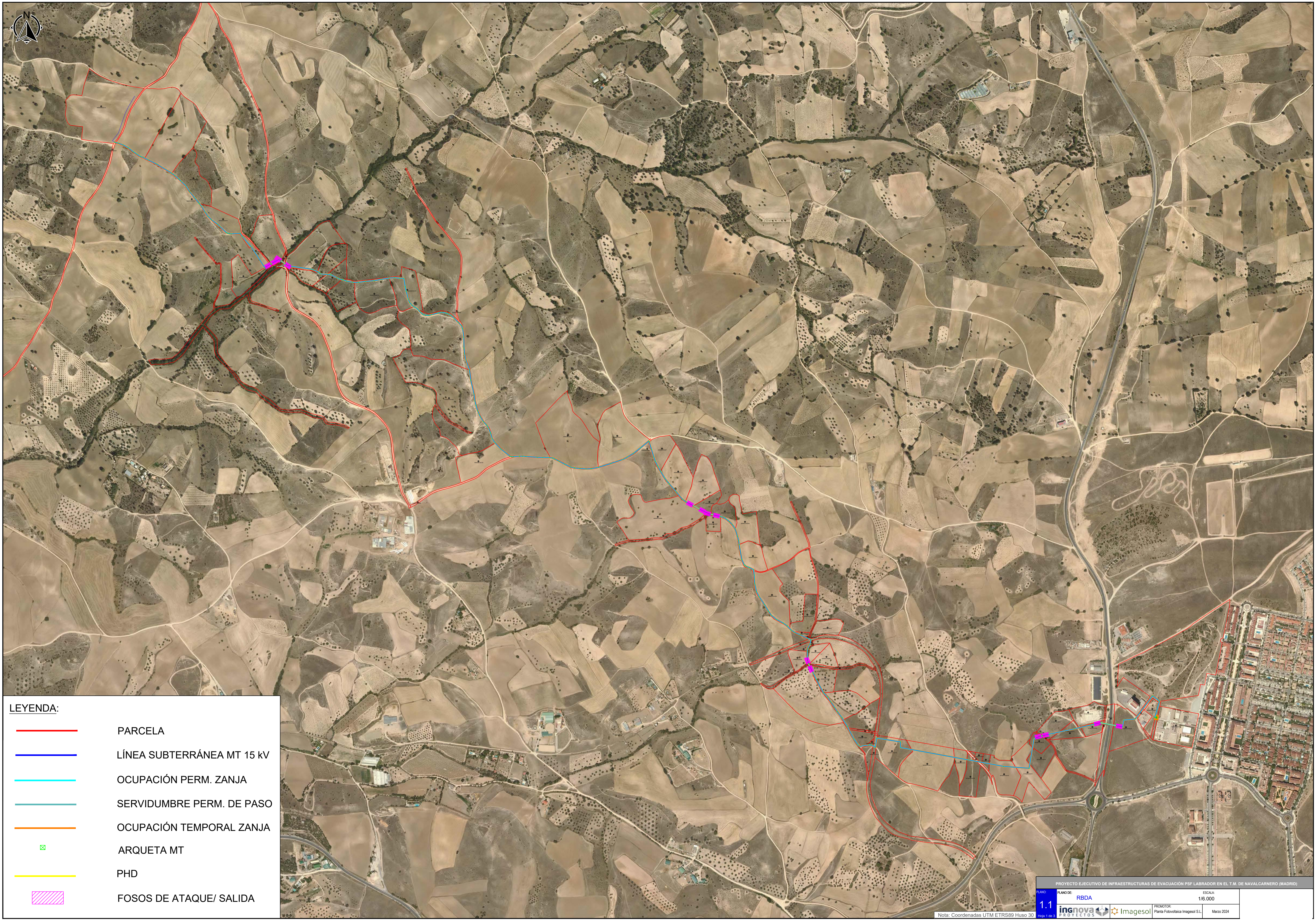
Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
23	Navalcarnero	Carril de las Carretas	001	09002	28096A00109002	556,74	334,04	1.335,66	826,18	25	13,10	-	-	-	-	-	Vía de comunicación de dominio público
24	Navalcarnero	Pocillo del Gobierno	001	00127	28096A00100127	-	-	-	1,01	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
25	Navalcarnero	Camino de la Gonzala	001	00125	28096A00100125	-	-	-	4,82	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
26	Navalcarnero	Camino de la Gonzala	037	09003	28096A03709003	1.023,69	556,15	1.503,23	700,16	51	27,51	-	-	-	-	336,53	Vía de comunicación de dominio público
27	Navalcarnero	Perdigueras	037	00227	28096A03700227	-	0,01	107,81	89,20	2	0,06	-	-	-	-	-	Agrario
28	Navalcarnero	Perdigueras	037	00288	28096A03700288	-	-	120,07	110,74	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
29	Navalcarnero	Perdigueras	037	00287	28096A03700287	-	-	7,84	8,16	-	-	-	-	-	-	162,49	Agrario
30	Navalcarnero	Perdigueras	037	00085	28096A03700085	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	242,56	Agrario
31	Navalcarnero	Perdigueras	037	00286	28096A03700286	-	-	25,97	21,12	2	0,03	-	-	-	-	287,06	Agrario
32	Navalcarnero	Arroyo	037	09021	28096A03709021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,82	Hidrografía natural
33	Navalcarnero	Perdigueras	037	00087	28096A03700087	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	186,63	Agrario
34	Navalcarnero	Perdigueras	037	00284	28096A03700284	-	-	70,91	64,10	3	0,02	-	-	-	-	165,77	Agrario
35	Navalcarnero	Perdigueras	037	00283	28096A03700283	-	-	48,13	47,08	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
36	Navalcarnero	Perdigueras	037	00282	28096A03700282	-	0,82	100,00	89,74	1	0,17	-	-	-	-	-	Agrario
37	Navalcarnero	Perdigueras	037	00281	28096A03700281	-	0,90	207,17	200,60	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
38	Navalcarnero	Perdigueras	037	00274	28096A03700274	-	-	6,56	16,40	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
39	Navalcarnero	Alamillos	037	00273	28096A03700273	-	-	21,99	30,91	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
40	Navalcarnero	Alamillos	037	00272	28096A03700272	-	-	11,78	11,88	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
41	Navalcarnero	Perdigueras	037	00310	28096A03700310	-	-	0,05	0,66	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
42	Navalcarnero	Antiguo Ferrocarril Madrid Alm.	037	09005	28096A03709005	14,18	8,51	34,03	21,23	1	0,55	-	-	-	-	-	Vía Férrea
43	Navalcarnero	Alamillos	037	00271	28096A03700271	-	-	3,78	15,03	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
44	Navalcarnero	Camino de la Gonzala	037	09018	28096A03709018	503,13	272,72	845,82	358,70	21	11,43	-	-	-	-	197,62	Vía de comunicación de dominio público
45	Navalcarnero	Alamillos	037	00099	28096A03700099	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	132,57	Agrario

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
46	Navalcarnero	Arroyo	037	09007	28096A03709007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,07	Hidrografía natural
47	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00268	28096A03700268	-	-	37,99	29,76	1	0,01	-	-	-	-	132,40	Agrario
48	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00267	28096A03700267	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	Agrario
49	Navalcarnero	Alamillos	037	00100	28096A03700100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,40	Agrario
50	Navalcarnero	Arroyo	037	09014	28096A03709014	-	-	2,89	4,88	-	-	-	-	-	-	0,63	Hidrografía natural
51	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00266	28096A03700266	-	-	33,00	70,66	-	-	-	-	-	-	114,21	Agrario
52	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00261	28096A03700261	-	-	79,27	90,26	1	0,01	-	-	-	-	-	Agrario
53	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00260	28096A03700260	-	-	20,45	27,32	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
54	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	20260	28096A03720260	-	-	3,03	5,58	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
55	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	10260	28096A03710260	-	-	51,82	60,51	1	0,01	-	-	-	-	-	Agrario
56	Navalcarnero	Cruz del Cuquillo	037	00259	28096A03700259	-	-	12,83	19,24	-	-	-	-	-	-	-	Agrario
57	Navalcarnero	-	-	-	3416401VK1631S	48,54	29,13	116,48	72,71	2	1,09	-	-	-	-	-	Agrario
58	Navalcarnero	-	-	-	3618401VK1631S	152,51	91,51	366,03	228,79	2	1,09	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
59	Navalcarnero	-	-	-	3618402VK1631S	162,56	97,54	390,15	243,84	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
60	Navalcarnero	-	-	-	3618403VK1631S	48,28	28,97	115,86	72,42	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
61	Navalcarnero	-	-	-	3618404VK1631S	35,91	21,55	86,19	53,86	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
62	Navalcarnero	-	-	-	SIN RC 1	55,61	31,81	126,38	78,11	2	0,64	-	-	-	-	63,61	Vía de comunicación de dominio público/ Hidrografía natural
63	Navalcarnero	-	-	-	4018309VK1641S	6,59	3,95	15,81	9,88	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
64	Navalcarnero	-	-	-	4018308VK1641S	29,47	17,68	70,74	44,21	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
65	Navalcarnero	-	-	-	4018307VK1641S	100,32	60,19	240,77	150,48	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
66	Navalcarnero	-	-	-	4018306VK1641S	82,68	49,61	198,43	124,02	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
67	Navalcarnero	-	-	-	4018302VK1641S	47,92	28,75	115,01	71,88	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
68	Navalcarnero	-	-	-	4018301VK1641S	61,56	22,14	89,40	56,73	3	1,54	-	-	-	-	345,03	Suelo sin edificar







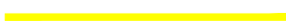

Parcela Proyecto	Datos de la parcela					Zanja				Dispositivos necesarios (Arquetas)			Dispositivos necesarios (CS/CPM)			PHD	Usos/catastro
	Término Municipal	Paraje	Pol. Cat.	Parc. Cat.	Ref. Catastral	Longitud (ml)	Ocupación Subsuelo (m2)	Servidumbre de Paso (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.*	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Ud.	Sup. Ocup. (m2)	Ocup. Temp. (m2)	Fosos Ataque/Salida	
69	Navalcarnero	-	-	-	4119401VK1641N	61,60	24,12	96,47	60,29	-	-	-	-	-	-	311,35	Suelo sin edificar
70	Navalcarnero	-	-	-	4119402VK1641N	82,98	49,79	199,15	123,76	1	0,55	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
71	Navalcarnero	-	-	-	4119403VK1641N	87,39	38,03	152,11	95,05	2	1,09	-	-	-	-	310,80	Suelo sin edificar
72	Navalcarnero	-	-	-	4119407VK1641N	-	-	-	0,72	-	-	-	-	-	-	49,20	Suelo sin edificar
73	Navalcarnero	-	-	-	4119409VK1641N	3,79	2,27	9,10	5,69	-	-	-	-	-	-	-	Suelo sin edificar
74	Navalcarnero	-	-	-	4720625VK1642S	114,92	54,55	214,41	132,88	4	2,18	-	-	-	-	360,00	Suelo sin edificar
75	Navalcarnero	-	-	-	SIN RC 2	36,44	21,86	87,45	54,65	-	-	-	-	-	-	-	Espacio libre
76	Navalcarnero	-	-	-	45229Z9VK1642S	140,16	84,10	336,38	206,11	3	2,13	-	1	33,90	106,4884205	-	Deportivo
77	Navalcarnero	-	-	-	4522905VK1642S	21,82	13,09	52,37	36,86	1	1,04	-	-	-	8,14	-	Suelo sin edificar
78	Navalcarnero	-	-	-	4522902VK1642S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,10392245	-	Cultural
Total						5.864,27	3.202,24	12.805,27	7.998,42	237	121,18	0,00	1	33,90	174,74	4.988,64	-

Ud\*: Hay 221 arquetas en total, pero algunas se encuentran repartidas en más de una parcela.

## 2. Planos

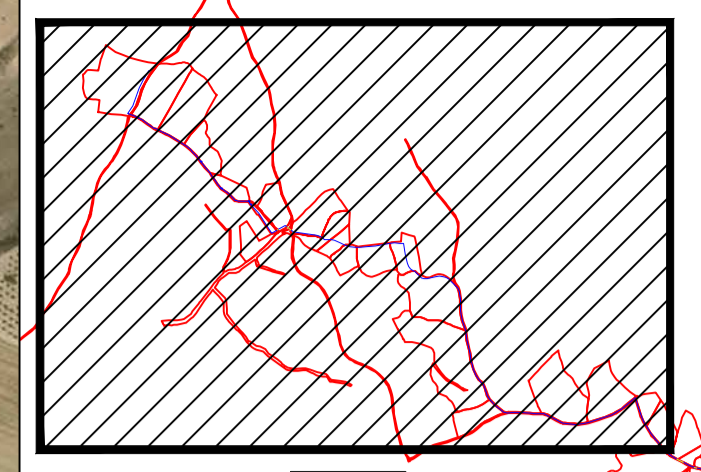


**LEYENDA:**

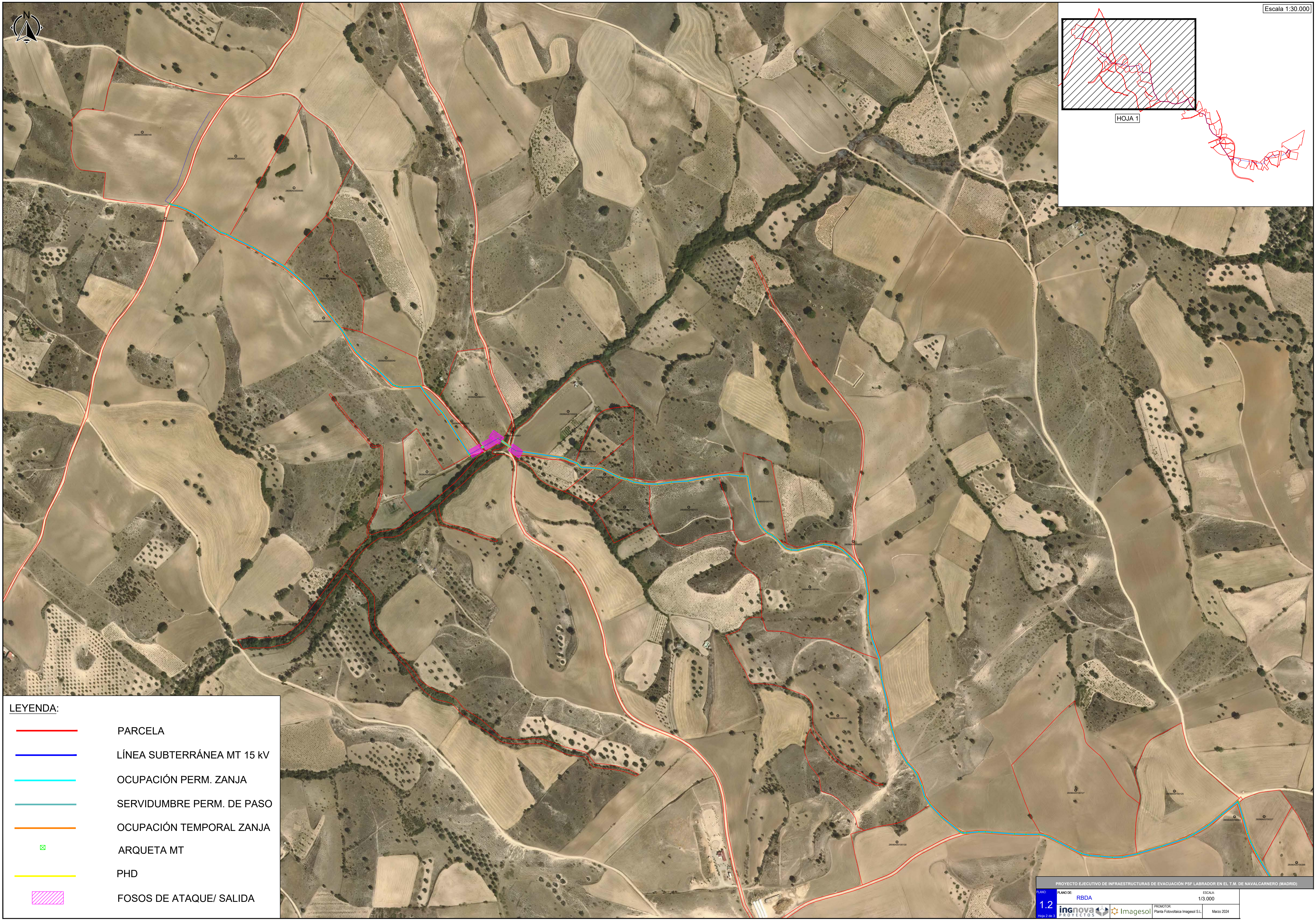
	PARCELA
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 KV
	OCUPACIÓN PERM. ZANJA
	SERVIDUMBRE PERM. DE PASO
	OCUPACIÓN TEMPORAL ZANJA
	ARQUETA MT
	PHD
	FOSOS DE ATAQUE/ SALIDA









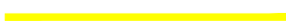

Escala 1:30.000

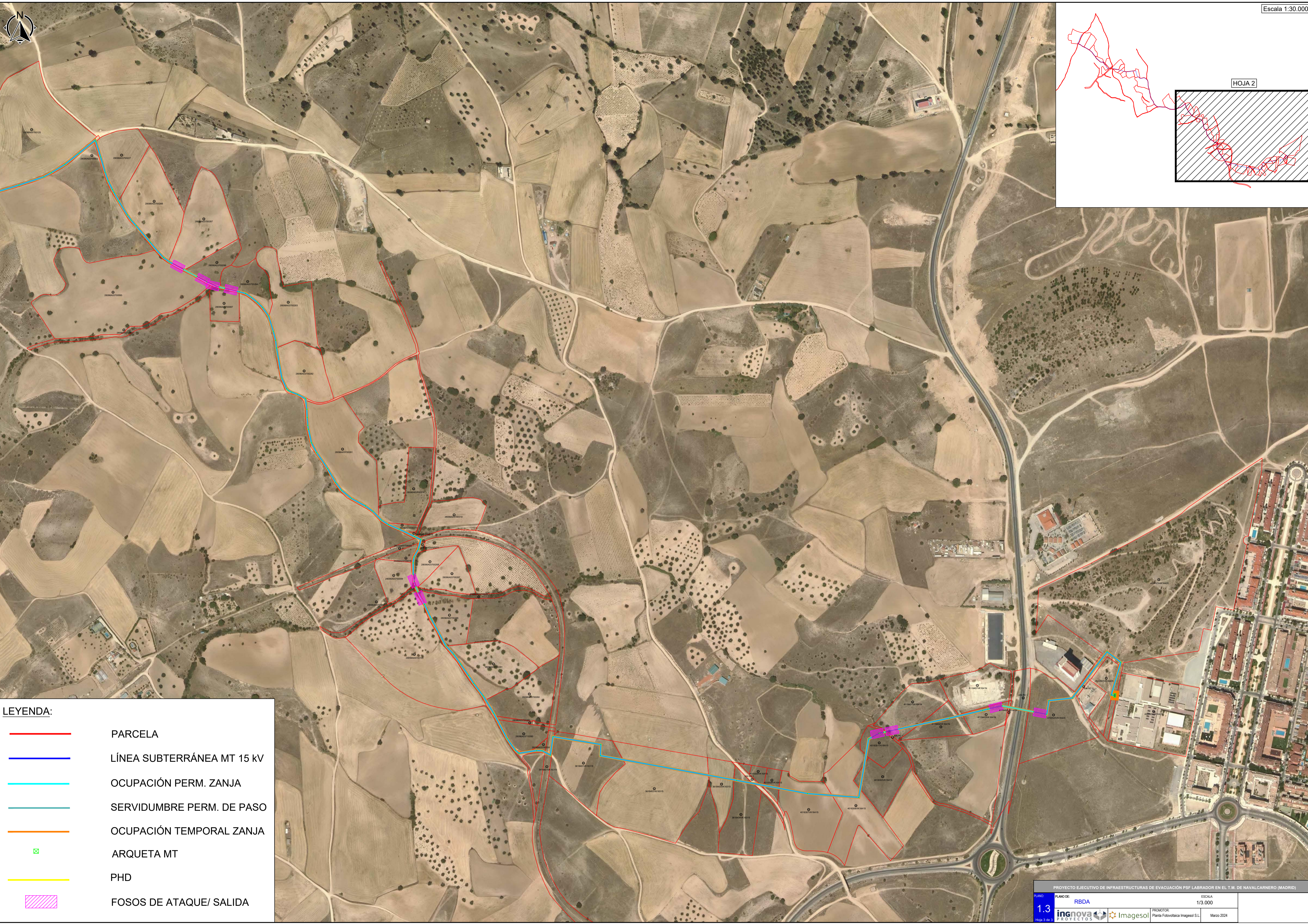


HOJA 1



**LEYENDA:**

	PARCELA
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 KV
	OCUPACIÓN PERM. ZANJA
	SERVIDUMBRE PERM. DE PASO
	OCUPACIÓN TEMPORAL ZANJA
	ARQUETA MT
	PHD
	FOSOS DE ATAQUE/ SALIDA



Escala 1:30.000

HOJA 2

**LEYENDA:**

- PARCELA
- LÍNEA SUBTERRÁNEA MT 15 KV
- OCUPACIÓN PERM. ZANJA
- SERVIDUMBRE PERM. DE PASO
- OCUPACIÓN TEMPORAL ZANJA
- ⊠ ARQUETA MT
- PHD
- FOSOS DE ATAQUE/ SALIDA

# Documento nº 2: Estudio de Seguridad y Salud

## Proyecto ejecutivo de infraestructuras de evacuación PSF Labrador en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MWn  
Potencia pico: 6,291 MWp

Promotor: PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.

Ingeniería: Ingnova Proyectos

Marzo 2024



## ÍNDICE

<b>MEMORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>1. OBJETO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. DATOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
2.1. DATOS DEL PROYECTO .....	5
2.1.1. <i>Datos del proyecto</i> .....	5
2.1.2. <i>Promotor</i> .....	5
2.1.3. <i>Proyectista</i> .....	5
2.1.4. <i>Coordinador de seguridad y salud en proyecto</i> .....	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA .....	6
2.2.1. <i>Centros asistenciales más próximos</i> .....	7
2.2.2. <i>Personal en obra y duración de la obra</i> .....	9
2.3. ALCANCE.....	9
<b>3. NORMAS APLICABLES .....</b>	<b>9</b>
3.1. NORMAS OFICIALES.....	9
3.2. NORMAS ESPECIFICAS .....	11
<b>4. DISPOSICIONES FACULTATIVAS .....</b>	<b>11</b>
4.1. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....	11
4.2. EL COORDINADOR .....	11
4.3. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD .....	12
4.4. RECONOCIMIENTO MÉDICO DE LOS TRABAJADORES.....	12
4.5. ACCIDENTES IN ÍTINERE.....	13
4.6. PRIMEROS AUXILIOS .....	13
4.7. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD .....	13
4.8. PROTECCIÓN DE LOS MENORES .....	13
4.9. SEGURO DE RIESGOS LABORALES .....	14
4.10. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS .....	14
4.11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES .....	15
4.12. LIBRO DE INCIDENCIAS .....	15
4.13. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	16
<b>5. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>16</b>
5.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	16
5.1.1. <i>Protecciones individuales generales</i> .....	16
5.1.2. <i>Protecciones colectivas generales</i> .....	17
5.1.3. <i>Formación</i> .....	18
5.1.4. <i>Charlas de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra</i> .....	18
5.1.5. <i>Charlas sobre riesgos específicos</i> .....	18
5.1.6. <i>Medicina preventiva y primeros auxilios</i> .....	18
5.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR.....	19
5.2.1. <i>Fase de actuaciones previas</i> .....	19
5.2.2. <i>Fase de acopio de material</i> .....	20
5.2.3. <i>Carga y descarga de materiales</i> .....	21
5.2.4. <i>Movimientos de tierras y excavación</i> .....	22
5.2.5. <i>Apertura de zanja</i> .....	23
5.2.6. <i>Entibado de zanjas</i> .....	29

5.2.7.	<i>Relleno de tierras</i> .....	30
5.2.8.	<i>Hormigonado</i> .....	31
5.2.9.	<i>Tendido de tubos y tendido de conductores Subterráneos</i> .....	33
5.2.10.	<i>Uso de maquinaria y herramientas</i> .....	34
5.3.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL EN OBRA .....	35
5.4.	SEÑALIZACIÓN.....	37
<b>PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>		<b>38</b>
<b>1.</b>	<b>LEGISLACIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>2.</b>	<b>CONSIDERACIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>41</b>
<b>3.</b>	<b>CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.....</b>	<b>41</b>
<b>4.</b>	<b>CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....</b>	<b>42</b>
<b>5.</b>	<b>SEÑALIZACIÓN DE OBRA .....</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS .....</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES .....</b>	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.....</b>	<b>44</b>
<b>9.</b>	<b>COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE .....</b>	<b>45</b>
<b>10.</b>	<b>SEGURIDAD DE LA OBRA .....</b>	<b>45</b>
<b>11.</b>	<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>46</b>
<b>12.</b>	<b>OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>47</b>
<b>13.</b>	<b>COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>48</b>
<b>14.</b>	<b>LIBRO DE INCIDENCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>15.</b>	<b>SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL.....</b>	<b>49</b>
<b>16.</b>	<b>SUBCONTRATACIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>PRESUPUESTO .....</b>		<b>51</b>
<b>PLANOS.....</b>		<b>55</b>

# Memoria

## 1. Objeto

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es la redacción de los documentos necesarios que definan, en el marco del Real Decreto 1627/1991, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, las previsiones y desarrollo de las soluciones necesarias para los problemas de ejecución de la obra, y la prevención de riesgos de accidentes preceptivos de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante el desarrollo de la misma.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud de la obra, cada contratista, subcontratista y trabajadores autónomos, elaborarán un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio.

El objeto del presente documento es definir las condiciones técnicas mínimas que deberán cumplir las instalaciones eléctricas y civiles que han de regir en la ejecución de las obras relativas a la construcción la línea subterránea de media tensión de 15 kV localizada en el Término Municipal de Navalcarnero (Madrid).

## 2. Datos generales

### 2.1. Datos del proyecto

#### 2.1.1. Datos del proyecto

- Título: Proyecto ejecutivo de infraestructura de evacuación "PSF Labrador" en el T.M. de Navalcarnero (Madrid)
- Situación: Navalcarnero (Madrid).
- Presupuesto Ejecución (Según Proyecto): 916.406,63 € (I.V.A. incluido)

#### 2.1.2. Promotor

- Nombre: PLANTA FOTOVOLTAICA IMAGESOL, S.L.
- C.I.F.: B-06844559
- Dirección: Glorieta Ruiz Jiménez, 3. Planta 1, Puerta DR, 28015, Madrid, Madrid

#### 2.1.3. Proyectista

- Proyectista:
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Proyectist

- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004)
- CI

#### 2.1.4. Coordinador de seguridad y salud en proyecto

- Coordinador de seguridad y salud:
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Coordinador de seguridad y salud:
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004)
- CIF

## 2.2. Características de la obra

La línea de evacuación se proyecta en el término municipal de Navalcarnero (Madrid).

La línea de evacuación tiene su origen en la Estación de Potencia 2 de la planta solar fotovoltaica. Desde la Estación de potencia 2 partirá una línea subterránea en media tensión hasta el punto de conexión situado en el tramo de línea comprendido entre la STR NAVALCARNERO y el CT DEHESA 13-NER (15 kV) en el T.M. de Navalcarnero (Madrid).

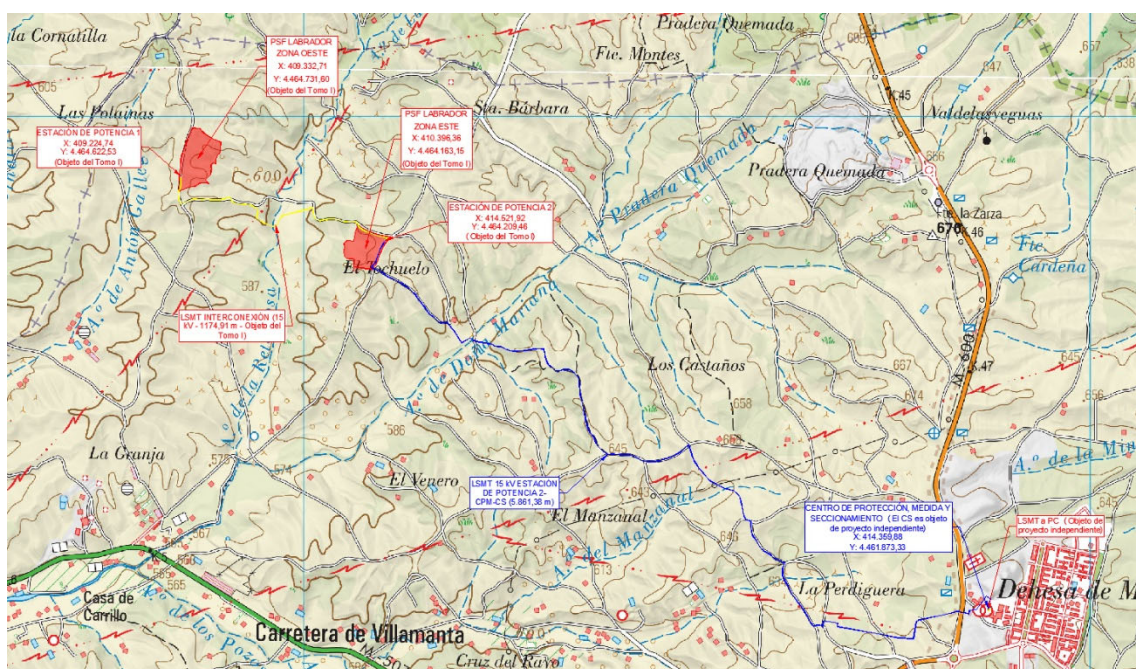


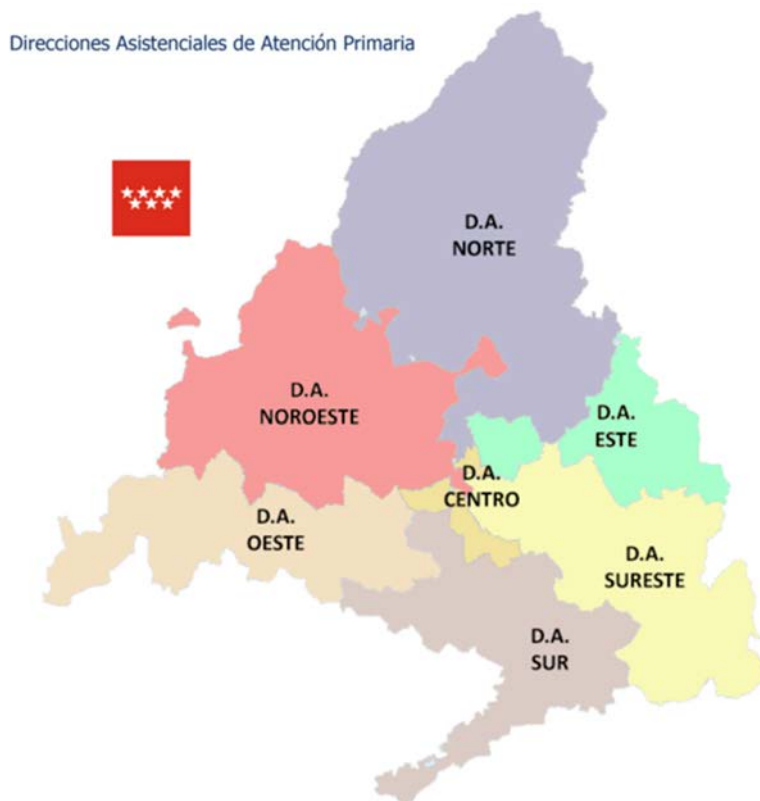
Ilustración 1. Situación LSMT 15 kV

Las unidades constructivas que componen la presente obra son:

- Replanteo.
- Desbroce.
- Excavación.
- Apertura de zanja.
- Hormigonado
- Tendido de conductor subterráneo
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles...)
- Detección de partes en tensión.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puesta a tierra y conexiones equipotenciales

### 2.2.1. Centros asistenciales más próximos

El mapa sanitario de Madrid está compuesto por varias unidades técnicas del área de salud pública.



*Ilustración 2. Mapa de las Direcciones Asistenciales de Atención Primaria del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS) de la Comunidad de Madrid (España)*

El término municipal de Navalcarnero pertenece a la unidad de salud III D.A. Oeste.

En la tabla de abajo se detallan las principales características de los centros de salud de la zona de actuación:

Unidad técnica	Nombre	Dirección	Teléfono/Fax
Navalcarnero	Centro de Salud Navalcarnero	Calle de la Doctora, 10. 28600 Navalcarnero	91 811 28 02
Móstoles	Hospital Rey Juan Carlos	C. Gladiolo, s/n, 28933 Móstoles, Madrid	914 81 62 25

*Tabla 1. Centros de salud*

Adicionalmente, en la tabla de abajo se muestran los contactos de interés (Ayuntamiento) del municipio:

Servicio	Municipio	Dirección	Teléfono
Ayuntamiento	Navalcarnero	Plaza de Francisco Sandoval, 1, 28600 Navalcarnero, Madrid	918 10 13 30

*Tabla 2. Servicios de interés*

### 2.2.2. Personal en obra y duración de la obra Personal en obra y duración de la obra

La duración estimada de la obra es de 8 meses, con una presencia permanente de 10 trabajadores.

## 2.3. Alcance

El presente anejo trata lo siguiente sobre la Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto:

- Exponer las obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo del Contratista adjudicatario del Proyecto.
- Concretar la calidad de la prevención decidida.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el Proyecto de Ejecución.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la prevención durante la ejecución del Proyecto.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo lo anterior se establece con el objetivo final de conseguir que la ejecución del Proyecto resulte sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud.

## 3. Normas aplicables

### 3.1. Normas oficiales

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la Industria Eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual promotor-contratista, según las actividades a realizar.

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores



- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 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 dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1.997, de 20 de Junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1.997, 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.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

### 3.2. Normas específicas

Dentro de estas Normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- “Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas”.
- “Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos”.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.

## 4. Disposiciones facultativas

### 4.1. Obligaciones del promotor

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

### 4.2. El coordinador

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Deberá coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el

artículo 15 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El Coordinador deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Así mismo organizará la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

El Coordinador deberá adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

#### **4.3. Documentación a disposición del coordinador de seguridad y salud**

La siguiente documentación deberá estar en todo momento disponible en obra y a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Modelos TC1 y TC2 de la Seguridad Social.
- Comunicación apertura del centro de trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Acreditación de formación e información en materia de prevención de riesgos laborales.
- Registro de entrega de Equipos de Protección Individual (EPIs).
- Libro de Incidencias, que constará de hojas por duplicado, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de la Inspección de Seguridad y Salud en el trabajo, según lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997.

#### **4.4. Reconocimiento médico de los trabajadores**

Tal como se establece en la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Proyecto pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

#### **4.5. Accidentes In Itinere**

Se deberá concienciar a todos los operarios que participen en la ejecución de este Proyecto, de la necesidad de cumplir la legislación vigente en materia vial, así como de circular a una velocidad moderada y ajustada a las condiciones meteorológicas y al estado de la carretera.

Todos los vehículos utilizados deberán haber pasado las correspondientes revisiones indicadas por el fabricante, presentando un buen estado de conservación.

#### **4.6. Primeros auxilios**

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal capacitado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios, y en segunda instancia por los servicios médicos de la mutua laboral concertada por el Contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los servicios de urgencia de los hospitales públicos o privados más próximos.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo será el exigido por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación y de un botiquín. Además, todo el personal deberá tener unos conocimientos básicos de primeros auxilios.

Se dispondrá en obra de una nota escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, con una relación de las direcciones y teléfonos de los hospitales más cercanos, tal como indica el apartado A3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997.

#### **4.7. Protección de la maternidad**

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **4.8. Protección de los menores**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de

su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **4.9. Seguro de riesgos laborales**

El Contratista acreditará que tiene contratada y en vigencia una póliza de seguro de riesgos laborales que cubra los accidentes laborales y las enfermedades profesionales que puedan ocurrir durante la ejecución del Proyecto.

#### **4.10. Contratistas y subcontratistas**

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas 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.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 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, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los

apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

#### 4.11. Obligaciones de los trabajadores

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
  - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
  - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
  - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas 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.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

#### 4.12. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será

facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

#### **4.13. Derechos de los trabajadores**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### **5. Estudio seguridad y salud**

#### **5.1. Prevención de riesgos laborales**

##### **5.1.1. Protecciones individuales generales**

- Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.
- Guantes diacetílicos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dialécticas.

- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón antivibratorio.
- Chalecos reflectantes.

#### 5.1.2. Protecciones colectivas generales

- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cintas de balizamiento.
- Redes.
- Soportes y anclajes de redes.
- Tubo sujeción cinturón de seguridad.
- Anclaje para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Toma de tierra.
- Válvula antiretroceso.
- Riegos.



### 5.1.3. Formación

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

Se informará a todo el personal interviniente en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

### 5.1.4. Charlas de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

### 5.1.5. Charlas sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Responsables de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Se prevé que al comienzo de los trabajos, el Jefe de Obra o en su lugar el Jefe de Trabajos, impartirá una Charla de Prevención a la que deben asistir todos los trabajadores, a fin de que participen en los temas siguientes:

- Características de la obra a realizar.
- Métodos - Procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y prendas de uso individual establecidas.
- Resumen del Estudio de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

### 5.1.6. Medicina preventiva y primeros auxilios

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Botiquín: Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.

- **Asistencia a accidentados:** Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, Residencia Sanitaria, médicos, ATS., etc., donde deba trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.
- **Reconocimiento Médico:** todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.
- **Instalaciones:** se dotará a la obra, si así se estima en el correspondiente Plan de Seguridad, de todas las instalaciones necesarias, tales como:
  - Almacenes y talleres.
  - Vestuarios y Servicios.

Comedor o, en su defecto, locales particulares para el mismo fin.

## 5.2. Identificación de riesgos y medidas preventivas a aplicar

El análisis de los riesgos existentes en cada fase de los trabajos se ha realizado en base al proyecto y a la tecnología constructiva prevista en el mismo. De cualquier forma, puede ser variada por el Contratista siempre y cuando se refleje en el Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus medios.

### 5.2.1. Fase de actuaciones previas

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, red de saneamiento provisional para vestuarios y aseos de personal de obra...

- **Riesgos Detectables**
  - Atropellos y colisiones originados por maquinaria.
  - Vuelcos y deslizamientos de vehículos de obra.
  - Caídas en el mismo nivel.
  - Torceduras de pies.
  - Generación de polvo.
- **Medidas de Seguridad**
  - Se cumplirá la prohibición de presencia de personal, en las proximidades y ámbito de giro de maniobra de vehículos y en operaciones de carga y descarga de materiales.

- La entrada y salida de camiones de la obra a la vía pública, será debidamente avisada por persona distinta al conductor.
- Será llevado un perfecto mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- La carga de materiales sobre camión será correcta y equilibrada y jamás superará la carga máxima autorizada.
- El personal irá provisto de calzado adecuado.
- Todos los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables estarán herméticamente cerrados.
- No se apilarán materiales en zonas de paso o de tránsito, retirando aquellos que puedan impedir el paso.
- **Prendas de Protección Personal**
  - Casco homologado.
  - Mono de trabajo y en su caso, trajes de agua y botas de goma de media caña.
  - Empleo de cinturones de seguridad por parte del conductor de la maquinaria si no está dotada de cabina y protección antivuelco.
  - Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.

#### 5.2.2. Fase de acopio de material

- **Riesgos Detectables**
  - Caídas de objetos
  - Golpes.
  - Heridas
  - Sobreesfuerzos.
- **Medidas de Seguridad**
  - Antes de comenzar el acopio de material a los lugares de trabajo, se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger la mejor ruta.
  - En el caso en que para acceder al lugar de trabajo fuera necesario adecuar o construir una ruta de acceso, esta deberá realizarse con la maquinaria y medios adecuados.
- **Prendas de Protección Personal**
  - Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.

- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.

### 5.2.3. Carga y descarga de materiales

- **Riesgos Detectables**

- Caída de operarios al mismo nivel.
- Golpes, heridas y sobreesfuerzos.
- Caída de objetos.

- **Medidas de Seguridad**

- Con el fin de evitar posibles lesiones en la columna vertebral, el operario llevará a cabo el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas, y manteniendo en todo momento la columna recta.
- Un operario no podrá levantar más de 50 Kg en la carga y descarga manual. En el caso en concreto en que la carga fuera superior a la cantidad límite, se deberá realizar entre más trabajadores.
- En el caso en que el acarreo de pesos se estime en una duración superior a las 4 horas de trabajo continuadas, el peso máximo a acarrear será de 25 Kg., o bien deberán utilizarse medios mecánicos adecuados.
- Para la carga y descarga con medios mecánicos, la maquinaria a emplear deberá ser la adecuada (grúa, pala cargadora, etc.) y su maniobra deberá ser dirigida por personal especializado, no debiéndose superar en ningún momento la carga máxima autorizada.
- Todas las máquinas que participen en las operaciones deberán estar correctamente estabilizadas. La elevación de la carga deberá realizarse de forma suave y continuada.
- En el transcurso de operaciones de carga y descarga, ninguna persona ajena se acercará al vehículo. Debe acotarse el entorno y prohibirse el permanecer o trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina
- Nunca permanecerá ni circulará personal debajo de las cargas suspendidas, ni permanecerá sobre las cargas.
- Para la descarga de bobinas de conductores, se emplearán cuerdas, rampas, raíles...
- Bajo ningún concepto se hará rodar la bobina por un solo canto.
- Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros de las coronaciones de taludes.

- **Prendas de Protección Personal**

- Guantes adecuados
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Fajas antilumbago, si existen cargas muy pesadas.

#### 5.2.4. Movimientos de tierras y excavación

- **Riesgos Detectables**

- Choque, atropellos y atrapamientos ocasionados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Caídas en altura del personal que intervienen en el trabajo.
- Generación de polvo.
- Desprendimiento de tierra y proyección de rocas.
- Caídas de personal al interior de pozos.
- Caídas a distinto nivel.

- **Medidas de Seguridad**

- En el caso de uso de herramientas, debido a las reducidas dimensiones que generalmente tendrán los hoyos, se recomienda que sea un único trabajador el que permanezca en su interior, para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas a emplear.
- Los picos, palas y otras herramientas deberán estar en buenas condiciones.
- En el caso de hoyos con probable peligro de derrumbamiento de paredes, nunca deberá quedar un operario solo en su interior, sino que en el exterior de hoyo debe permanecer, al menos, otro operario, para caso de auxilio.
- Las maniobras de las máquinas estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Los escombros procedentes de la excavación deberán situarse a una distancia adecuada del hoyo, para evitar la caída al interior del mismo.
- Durante la ausencia de los operarios de la obra, los hoyos serán tapados con tablones u otros elementos adecuados.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

- Durante la retirada de árboles no habrá personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Al proceder a la realización de excavaciones, correcto apoyo de las máquinas excavadoras en el terreno.
- Si se realizan excavaciones de hoyos en roca que exijan uso de explosivos, la manipulación de estos deberá ser realizada por personal especializado, con el correspondiente permiso oficial y poseedor del carné de dinamitero.
- En caso de que sobrase dinamita, se entregará en el Cuartel de la Guardia Civil o se destruirá en obra.
- **Prendas de Protección Personal**
  - El equipo de los operarios que efectúen las labores de excavación estará formado por: ropa adecuada de trabajo, guantes adecuados, casco de seguridad, botas reforzadas y gafas antipolvo reforzadas si existiese la posibilidad de que pueda penetrar tierra y otras partículas en los ojos.
  - Empleo del cinturón de seguridad por parte del conductor de la maquinaria.

#### 5.2.5. Apertura de zanja

- **Riesgos Detectables**
  - Caídas al mismo nivel
  - Caídas a distinto nivel
  - Atropellos
  - Atrapamientos
  - Caídas de piedras u objetos
  - Vuelco de máquinas
  - Obstáculos enterrados
  - Contactos eléctricos, Arco eléctrico
  - Contactos térmicos
  - Agentes Químicos
  - Choques y golpes
  - Ruido y Vibraciones.

- Incendios y explosiones originados por rotura de gasoducto
- Sobreesfuerzos

- **Medidas de Seguridad**

Las zanjas que se ejecutarán para el tendido de tubos tendrán una profundidad de 1,4 m de cota como máximo, en cuyo caso no es necesario que los operarios bajen a la zanja, ya que el tendido de tubos se realiza desde el exterior de la misma.

En aquellos casos en los que el trabajador tenga que acceder al interior de la zanja, se deberá proceder previamente a entibar la misma

La excavación se ejecutará con una inclinación de talud tal, que evite los desprendimientos de tierras en tanto se proceda al relleno u hormigonado.

Los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente de borde de la excavación para que no puedan dar lugar a desprendimientos de tierra en los taludes

Se mantendrá orden y limpieza en la obra.

Se tomarán las disposiciones convenientes para dejar abiertas las excavaciones el menor tiempo posible, con el fin de evitar accidentes.

Pudiendo existir en el itinerario servicios de agua, saneamiento y/o electricidad, se tomarán especiales cuidados en la excavación y tendidos de cables. Para ello, se tendrán en cuenta las siguientes precauciones, previos los permisos pertinentes.

Toda la realización de zanja se realizará con medios mecánicos con uso de retroexcavadora, pudiéndose en momentos determinados utilizar martillo neumático de aire comprimido, o manual a una profundidad tal que no entrañe ningún riesgo para el trabajador y nunca a más de 80 cm de profundidad.

Se recomienda prohibir trabajos en torno al compresor en funcionamiento a distancia inferiores a 5m, para evitar riesgos innecesarios.

Para prevenir accidentes es imprescindible controlar el estado de los punteros o barras taladradoras, la buena duración o comportamiento de las cabezas del compresor y que el cabezal de las barras sea el requerido por el fabricante para el martillo a utilizar y su correcta fijación.

El personal a utilizar el compresor conocerá el perfecto funcionamiento de la herramienta, la correcta ejecución del trabajo y los riesgos propios de la máquina.

No se podrá dejar el puntero hincado al interrumpir el trabajo.

Se prohíbe abandonar el martillo o taladro manteniendo conectado el circuito a presión.

Se comprobará el estado de las palas y los picos, en caso se encuentre algún defecto o deterioro se comunicará al Jefe de Obra o Capataz y se sustituirá por uno nuevo.

Deberemos igualmente tener presente que los trabajos de excavación sobre líneas eléctricas, al ser un trabajo en proximidad debe cumplirse lo establecido en el RD 614/2001, y en concreto.

Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo o en sus cercanías.

Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 del R. D. 614/2001, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A del Anexo V “Trabajos en Proximidad” del R. D. 614/2001.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.

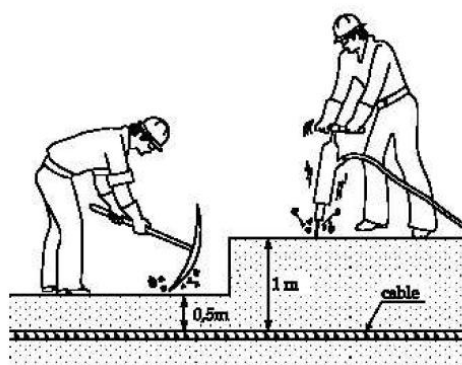
Los trabajos en canalizaciones o arquetas donde no se encuentre presente un Trabajador Cualificado según determina el RD 614/2001, donde previamente ha determinado la viabilidad que los trabajos sean realizados por otros, de la catalogación obra civil, procederá a transmitir al Recurso Preventivo los riesgos y medidas que se deben tomar para efectuar las actuaciones en este entorno.

Ello deberá quedar reflejado en un documento por escrito y firmado por las dos parte intervinientes.

Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se recomienda suprimir la tensión antes de iniciar la excavación. Con máquinas excavadoras no es aconsejable llegar a menos de un metro del cable y con martillo neumático hasta 0'50 metros, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforar el cable, actuando como se indica en la figura.





En la manipulación de conductores aislados que se encuentren en tensión, se realizará con la consideración como trabajos dentro de la zona de seguridad, de los trabajos en proximidad de tensión, por lo tanto, se debe realizar con el uso de equipos de protección adecuados como son:

- Casco de polietileno con barbuquejo.
- Ropa de trabajo contra arco eléctrico EN .61482
- Botas de seguridad contra riesgo eléctrico
- Guantes de protección contra riesgo mecánico.
- Guantes de protección contra riesgo eléctrico adecuado a la tensión
- Pantalla de protección contra arco eléctrico
- Alfombra, telas y otros aisladores.
- Pértigas aisladas de equipos de puesta a tierra.

#### **a) Protecciones Contra derrumbamientos.**

Si es posible, tanto por razones de espacio como económicas, a las paredes de la excavación se les dará una pendiente que estará en función del talud natural del terreno.

No se acumularán ni los materiales procedentes de la excavación, ni otros apilados para la ejecución de la obra, junto al borde de la misma, debiendo guardarse una distancia que estará en función del talud natural y nunca será inferior a 60 cm.

Igualmente se tendrá presente que toda maquinaria en obra y demás vehículos como retroexcavadora, camión, grúa, etc, se obstaculizará su paso a zona de zanjas en unas distancias mínimas de 2 metros.

#### **b) Protecciones Contra caída de materiales.**

Podremos colocar si fuera necesario rodapiés que sobresalgan por encima al menos 20 cm sobre el nivel de la zanja, que sirva de tope para posibles caídas de objetos y materiales.

Cualquier tipo de materiales se separará 60 cm del borde de la excavación para evitar la caída de estos en la zanja.

**c) Protecciones Contra caída de personas, choques y golpes.**

Si se tiene que circular por las proximidades de la excavación, se dispondrá de las siguientes protecciones:

Toda maquinaria dispondrá de señalización óptico acústica de marcha atrás.

Se prestará especial atención a los elementos, maquinarias y objetos próximos al área de montaje, para evitar posibles accidentes por choques y golpes.

Prohibición de permanencia del personal a pié de un frente de excavación recientemente abierto antes de haber procedido a su saneo.

Se colocarán Vallas de Señalización, que impidan el acceso a la zona de excavación y se mantendrán todo el tiempo que permanezca abierta la zanja.

Por la noche si la zona de peligro no está acotada para impedir el paso de personas, deberá señalizarse con luces rojas, separadas entre sí, no más de 10 m.

**d) Protecciones en trabajos de tipo exterior.**

Los puestos de trabajo, vías de circulación y otros emplazamientos e instalaciones situados al aire libre, ocupados por trabajadores durante sus actividades se deberán concebir de tal manera que la circulación de peatones y de vehículos se pueda realizar sin peligro.

Los lugares de trabajo al aire libre deberán poseer una iluminación artificial suficiente cuando no lo sea la luz del día.

Cuando los trabajadores ocupen puestos de trabajo al aire libre, éstos deberán estar acondicionados, en la medida posible, de tal manera que los trabajadores:

- Estén protegidos contra las inclemencias de tiempo y, en caso necesario, contra la caída de objetos.
- No estén expuesto a niveles sonoros nocivos ni factores exteriores perniciosos( por ejemplo gases, vapores, polvo, etc.)
- Puedan abandonar rápidamente su puesto de trabajo en caso de peligro o recibir auxilio rápidamente.
- No puedan resbalar o caerse.

**e) Protecciones tráfico rodado.**

En aquellos puntos donde afectemos a vías de uso público, bien mediante desvíos, bien mediante cortes con paso alternativo, se empleará la señalización adecuada y se recurrirá a la utilización de señalistas si el caso lo requiere.

**f) Protecciones hacia terceros.**

Se señalará de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las calles, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los Cerramientos necesarios.

Se señalará la existencia de zanjas abiertas, para impedir el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y se vallará toda la zona peligrosa, debiendo establecer la vigilancia o medidas necesarias, en especial por la noche para evitar daños al tráfico y a personas que hayan de atravesar la zona de obras.

**g) Protecciones proximidad tubería gasoducto.**

Al tratarse de una instalación de riesgo potencialmente alto deben contemplarse los métodos de trabajo en sus proximidades de una manera minuciosa, integrándose en ellos las medidas preventivas.

Se Solicitará a la Compañía distribuidora información relativa al trazado de las canalizaciones de gas, se solicitará igualmente para evitar su rotura el marcado de las mismas y se extremarán las precauciones en cruzamientos, proximidades y cruce subterráneo de la carretera con maquinaria perforadora. En estas zonas deberá realizarse por parte de la Compañía un purgado o inertización que elimine la posible mezcla inflamable inyectando gas inerte como el nitrógeno.

Durante la ejecución de los trabajos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se vigilarán todas las operaciones que se realicen.
- Se contará con la presencia de un extintor de incendios.
- Usa del correspondiente equipo de protección personal.
- Existencia de otro u otros operarios en el exterior para caso de emergencia.

En caso de rotura accidental se paralizarán todos los trabajos y se evacuará la zona, avisando a la Compañía distribuidora.

• **Prendas de Protección Personal**

- Botas de seguridad
- Casco de polietileno
- Guantes de protección contra riesgo mecánico
- Pantalla protección: obligatorio en trabajos en tensión y cuando exista riesgo por radiación.
- Gafas antiproyección: obligatorio en trabajo en tensión y cuando exista riesgo de impacto, proyecciones, salpicadura de metal fundido, etc.
- Protectores auditivos

- Mascarilla de protección
- Ropa reflectante en zonas con circulación.
- Guantes protección eléctrica para B.T y A.T.: obligatorio para trabajos en tensión y en proximidad de tensión
- Guantes Ignífugos: obligatorio cuando se pueda producir arco eléctrico que proteja frente al riesgo térmico
- Ropa de trabajo ignífuga: obligatorio en trabajos en tensión y en proximidad de tensión.

#### 5.2.6. Entibado de zanjas

Como hemos indicado en momentos puntuales puede ser necesario que algún trabajador deba acceder al interior de la zanja para efectuar algún trabajo concreto y en los casos que las zanjas tengan una profundidad superior a 1'30 y la inclinación del talud no lo permita deberemos proceder a Entibar la zona de trabajo, mínimo de 2 ml a ambos lados de la zona de trabajo.

Para determinar las características necesarias de la entibación, así como las dimensiones y separaciones de los elementos que la configuren, el cálculo puede efectuarse según lo determina la N.T.E.-A.D.Z.

Según el tipo de terreno y la profundidad a excavar la entibación será del tipo:

- CUAJADA: Para terrenos sueltos
- SEMICUAJADA: Para terrenos blandos o previamente excavados.
- LIGERA: Para terrenos compactos.

- **Riesgos Detectables**

- Deslizamientos de tierras.
- Desprendimientos de tierras por manejo de maquinaria.
- Alud de tierras por alteraciones de la estabilidad de la ladera.
- Desprendimientos por vibraciones cercanas.
- Caídas de personas u objetos al interior de la zanja.
- Golpes con objetos.
- Atrapamientos

- **Medidas de Seguridad**

En estos casos siempre que haya operarios trabajando en su interior se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

Las entibaciones deben sobresalir como mínimo 20 cm del nivel superior del terreno.

Los elementos de la entibación deberán revisarse continuamente; en cualquier caso, diariamente y antes de comenzar los trabajos:

- Cuando sufra alteraciones por causa de agua, de lluvia o filtraciones.
- Por posibles alteraciones debidas al tráfico exterior o a cualquier tipo de vibraciones.

Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, si se suspenderán de los codales cargas, como conducciones, debiendo suspender de elementos expresamente calculados y situados en la superficie

No se acumularán ni los materiales procedentes de la excavación, ni otros apilados para la ejecución de la obra, junto al borde de la misma, debiendo guardarse una distancia que estará en función del talud natural y nunca será inferior a 60 cm.

En general las entibaciones o partes de estas se quitarán solo cuando deje de ser necesario y por la franja horizontal empezando por la parte inferior del corte.

Se dispondrá en la obra para proporcionar a cada grupo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, que no se utilizará para la entibación y se reservará para el equipo de salvamento así como de otros medios que pueda servir para eventualmente o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

- **Prendas de Protección Personal**

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad contra riesgo mecánico
- Guantes contra riesgo mecánico
- Otros equipos en función al trabajo a realizar en el interior de la zanja

#### 5.2.7. Relleno de tierras

- **Riesgos Detectables**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de partículas
- Desprendimiento de tierra
- Sobreesfuerzos
- Golpes

- **Medidas de Seguridad**

- Se procurará tener la tierra cercana a la zanja a rellenar, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.

- Se mantendrá una distancia a la zanja suficiente para evitar derrumbamientos.
  - Los trabajadores se situarán a una distancia uno de otro de forma que no interfieran y no se lesionen.
  - Se comprobará el estado de las palas, en caso se encuentre algún defecto o deterioro se comunicará al Jefe de Obra o Capataz y se sustituirá por una nuevo.
  - La operación se realizará de forma que se levante el menor polvo posible.
  - Mientras se realice esta operación no circularán vehículos cercanos a la zanja. En caso sea imprescindible los harán por la zona delimitada por las vallas.
  - No se acopiarán materiales pesados cercanos a la zanja.
- **Prendas de Protección Personal**
    - Casco de seguridad
    - Gafas protectoras
    - Botas de seguridad
    - Ropas y guantes adecuados.
    - Faja antilumbago.

#### 5.2.8. Hormigonado

- **Riesgos Detectables**
  - Caída de persona y/o objetos al mismo nivel.
  - Caída de persona y/o objetos a distinto nivel.
  - Contactos con el hormigón por salpicaduras en cara y ojos.
  - Quemadura de la piel por la acción del cemento.
  - Caída de la hormigonera por efecto del volteo por no estar suficientemente nivelada y sujeta.
- **Medidas de Seguridad**
  - Vertidos directos mediante canaleta:
    - Se instalarán fuertes topes de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.

- Se prohíbe acerar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertidos será dirigida por u capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.
- Vertidos directos mediante cubo o cangilón:
  - Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
  - Se señalizará, mediante una traza horizontal ejecutada con pintura en color amarilla, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
  - La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables
  - La maniobra de aproximación se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista.

En general habrá que tomar las siguientes medidas preventivas:

- Ningún trabajador con antecedentes de problemas cutáneos participará en las labores de hormigonado.
- Si por alguna causa, algún trabajador sufriese lesiones por acción del cemento, se deberá notificar la aparición de las mismas lo antes posible, con el fin de evitar la cronificación y nuevas sensibilizaciones.
- Si el amasado se realiza con hormigonera in situ, ésta deberá estar correctamente nivelada y sujeta.
- Los trabajadores deberán tener especial cuidado con:
  - No utilizar prendas con elementos colgantes y que no sean de la talla adecuada.
  - No exponer la piel al contacto con el cemento.
  - Realizar las operaciones con las debidas condiciones de estabilidad.
  - No manejar elementos metálicos sin usar guantes adecuados.
  - Utilizar el casco protector y gafas de protección si existe riesgo de que penetren partículas en los ojos.
- **Prendas de Protección Personal**

- Casco de seguridad
- Gafas protectoras
- Ropas y guantes adecuados.
- Faja antilumbago.

#### 5.2.9. Tendido de tubos y tendido de conductores Subterráneos

- **Riesgos Detectables**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Cortes
- Sobresfuerzos
- Proyección de partículas
- Atrapamientos
- Contacto térmico

- **Medidas de Seguridad**

- Antes de iniciar la operación de tendido de los conductores deberá revisarse el estado de los gatos y cunas, así como su capacidad para resistir los pesos a los que van a ser sometidos.
- El asentamiento de las bobinas sobre los gatos o cunas se realizará de forma suave y continua. En el caso de que los rodillos estén situados en el suelo, se colocarán en sitios visibles, con el fin de evitar golpes contra ellos. Si van colocados sobre las bandejas se amarrarán para evitar su posible deslizamiento o caída.
- El tendido del conductor se realizará de forma suave, evitando tirones bruscos y con total coordinación entre los operarios y el director de la maniobra.
- Al utilizar cabestrante se puede presentar riesgo de atrapamiento entre la cuerda y los diferentes roldanes por lo que el operario que mantiene la tensión se colocará a suficiente distancia.
- El motor de impulsión y sus diferentes partes móviles se encontrarán protegidas contra atrapamientos y posibles quemaduras.
- En las proximidades de la máquina de tiro los trabajadores utilizarán equipos de protección para los altos niveles de ruido, tipo protecciones auditivas.



- **Prendas de Protección Personal**
  - Botas de seguridad
  - Casco de polietileno
  - Guantes de protección contra riesgo mecánico
  - Ropa de trabajo ajustada
  - Ropa reflectante para trabajos en zonas con circulación
  
- **Protecciones colectivas**
  - Pórticos protectores de líneas eléctricas.
  - Vallas de limitación y protección.
  - Señales normalizadas de tráfico.
  - Señales de seguridad.
  - Cartel indicativo de riesgo.
  - Cintas de balizamiento.
  - Topes de desplazamiento de vehículos.
  - Jalones de señalización.
  - Red horizontal, protección de zanjas y pozos.
  - Soportes y anclajes de redes.
  - Tubo y anclaje de éste para sujeción de cinturón de seguridad.
  - Baliza luminosa intermitente.
  - Extintores.
  - Interruptores diferenciales.
  - Tomas de tierra.
  - Mano de obra de señalización.
  - Mano de obra para el mantenimiento y reposición de protecciones

#### 5.2.10. Uso de maquinaria y herramientas

- **Riesgos Detectables**
  - Caída de personal desde altura
  - Caídas de objetos desde altura.
  - Golpes y heridas.
  
- **Medidas de Seguridad**
  - Estas labores serán realizadas por personal especializado.
  
  - Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.

- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
  - Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
  - Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner en alerta de cualquier imprevisto.
  - Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
  - Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
  - Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.
- **Prendas de Protección Personal**
    - Cascos de seguridad
    - Cinturón de seguridad.
    - Ropas y guantes adecuados.
    - Botas de seguridad.
    - Cinturón antilumbago.
    - Protección auditiva en caso necesario.

### 5.3. Instalación eléctrica provisional en obra

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admiten tramos defectuosos.

La distribución general, desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos” firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en el “macho”, para evitar contactos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30mA. Para las instalaciones eclécticas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo ecléctico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con manto aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conductores de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombros (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir contacto eléctrico.

#### 5.4. Señalización

Se realizará la señalización oportuna según el tipo de trabajo que se esté realizando, la fase de ejecución y el lugar de este. Las señalizaciones serán temporales, durarán el tiempo que se prolongue los trabajos. Serán de tipo: triángulos con hombres trabajando, cintas, banderolas...

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentadas para cada tipo de carretera.

La señalización fija que debe llevar las instalaciones eléctricas estará prescrita en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Dicha señalización previene del riesgo que supone la electricidad.

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

# Pliego de condiciones

## 1. Legislación

Seguidamente, se facilita una relación de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- 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. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- 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. 1254/1999 de 16 de julio por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979).
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

## **2. Consideraciones en materia de seguridad y salud**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en los Planos.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para lograr el alcance de lo expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por su buen uso y costumbre, deban ser realizados, no solo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, serán ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá informar por escrito a la Dirección Facultativa, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las especificaciones del Pliego de Condiciones, sólo podrá ser realizada por la Dirección Facultativa del Proyecto, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

En caso de discrepancia entre los precios de una unidad, los cuadros de precios del Contrato prevalecerán sobre el Presupuesto.

## **3. Consideraciones de los equipos de protección colectiva**

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.



- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

#### **4. Consideraciones de los equipos de protección individual**

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca “CE”, según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo:

Utilización de equipos de protección individual.

- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

#### **5. Señalización de obra**

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

## **6. Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos**

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, verificando además que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

## **7. Formación e información a los trabajadores**

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

## **8. Acciones a seguir en caso de accidente laboral**

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones. Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia. Se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

## 9. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

### **Accidentes de tipo leve**

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

### **Accidentes de tipo grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores**

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a las Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

## 10. Seguridad de la obra

Presencia de recursos preventivos en obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
  - o Uno o varios trabajadores designados de la empresa
  - o Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa
  - o Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa
- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

## **11. Plan de Seguridad y Salud**

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los

trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos.

La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., 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.

## **12. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de Seguridad y Salud**

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/u observaciones que este pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Proporcionará a sus trabajadores equipos de protección individual adecuado para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.

- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **13. Coordinador de Seguridad y Salud**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
  - o Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
  - o Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- 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 sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

### **14. Libro de incidencias**

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

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, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

## **15. Seguridad de responsabilidad civil y patronal**

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.



En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

## **16. Subcontratación**

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas. Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

Córdoba, Marzo de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

# Presupuesto

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Total (€)</b>
<b>Protecciones Individuales</b>				
<b>Protecciones para la Cabeza</b>				
20,00	Ud	Casco de seguridad homologado.	3,05 €	61,00 €
10,00	Ud	Pantalla de seguridad para soldadura, homologada	19,83 €	198,30 €
10,00	Ud	Pantalla contra partículas, homologada.	8,41 €	84,10 €
15,00	Ud	Gafas contra impactos, homologadas.	18,03 €	270,45 €
15,00	Ud	Gafas antipolvo, homologadas	4,21 €	63,15 €
20,00	Ud	Mascarillas antipolvo, homologadas.	2,54 €	50,80 €
20,00	Ud	Filtro recambio mascarilla, homologado	1,21 €	24,20 €
20,00	Ud	Protectores auditivos, homologados.	12,28 €	245,60 €
<b>Protecciones para el Cuerpo</b>				
20,00	Ud	Mono de trabajo, homologado.	21,52 €	430,40 €
20,00	Ud	Impermeable de trabajo, homologado.	18,95 €	379,00 €
10,00	Ud	Mandil de cuero para soldador, homologado.	18,02 €	180,20 €
10,00	Ud	Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado.	31,56 €	315,60 €
10,00	Ud	Cinturón portaherramientas, homologado.	31,56 €	315,60 €
<b>Protecciones para las Manos</b>				
20,00	Ud	Pares de Guantes de goma.	1,31 €	26,20 €
20,00	Ud	Pares de Guantes de uso general.	2,79 €	55,80 €
15,00	Ud	Pares de guantes para soldador, homologados.	5,61 €	84,15 €
15,00	Ud	Pares de guantes aislantes para electricista, homologados.	45,85 €	687,75 €
<b>Protecciones para los Pies</b>				
20,00	Ud	Pares de botas de agua, homologadas.	19,42 €	388,40 €
20,00	Ud	Pares de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas homologadas.	35,75 €	715,00 €
15,00	Ud	Pares de botas aislantes para electricista, homologadas.	42,12 €	631,80 €
15,00	Ud	Par de polainas para soldador, homologadas.	11,26 €	168,90 €
<b>Protecciones Anticaídas</b>				
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal y torsal	54,62 €	819,30 €
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal/torsal con doble regulación	62,33 €	934,95 €
15,00	Ud	Cinturón de sujeción y retención	19,56 €	293,40 €
15,00	Ud	Distanciador de sujeción con regulador 2m. 16 mm	23,10 €	346,50 €
15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 1 m. anillo más mosquetón	23,56 €	353,40 €

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Total (€)</b>
15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 2 m. anillo más mosquetón	25,00 €	375,00 €
<b>Total Protecciones Individuales</b>				<b>8.498,95 €</b>
<b>Protecciones Colectivas</b>				
Señalizaciones				
15,00	Ud	Señal de STOP tipo octogonal de D=600 mm normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incl. parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	76,23 €	1.143,45 €
15,00	Ud	Cartel indicativo de riesgo de 0,3x0,3 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	73,00 €	1.095,00 €
Balizamiento				
800,00	Ud	Valla de obra de 800x200mm de una banda con trípode, terminación en pintura normal, dos colores rojo y blanco, colocación y desmontado.	6,81 €	5.448,00 €
5.000,00	ml	Cinta corrida de balizamiento plástica pintada, dos colores roja y blanca, i. colocación y desmontado.	0,20 €	1.000,00 €
<b>Total Protecciones Colectivas</b>				<b>8.686,45 €</b>
<b>Protección Contra Incendios</b>				
5,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 6 kg.	33,21 €	166,05 €
5,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg.	45,35 €	226,75 €
5,00	Ud	Luminaria de emergencia con difusor de policarbonato y cuerpo de ABS, con lámparas de bajo consumo y alto rendimiento luminoso.	61,10 €	305,50 €
5,00	Ud	Bloque autónomo de luminaria de emergencia, incluyendo baterías, lámparas, reactancias, y demás equipos necesarios.	50,96 €	254,80 €
<b>Total Protección Contra Incendios</b>				<b>953,10 €</b>
<b>Formación y Seguridad</b>				
Formación				
40,00	h	Servicio de prevención de seguridad y salud.	13,65 €	546,00 €
80,00	h	Formación en seguridad y salud en el trabajo.	13,65 €	1.092,00 €
12,00	Ud	Reunión mensual del comité de seguridad y salud en el trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formada por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de especialista u oficial 2ª y un vigilante con categoría de oficial 1ª.	65,01 €	780,12 €
Medidas Preventivas de Seguridad y Equipamiento Sanitario				
10,00	Ud	Reconocimiento médico obligatorio.	63,36 €	633,60 €
5,00	Ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco con contenidos mínimos obligatorios. Colocado	102,12 €	510,60 €
4,00	Ud	Reposición del material sanitario del botiquín de urgencia	63,23 €	252,92 €
2,00	Ud	Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, colocada.	36,50 €	73,00 €

<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Total (€)</b>
1,00	Ud	Camilla portátil de evacuaciones, colocada.	120,00 €	120,00 €
<b>Total Formación y Seguridad</b>				<b>4.008,24 €</b>

<b>Total Presupuesto General de Seguridad y Salud</b>	<b>22.146,74 €</b>
<b>Gastos generales (13%)</b>	<b>2.879,08 €</b>
<b>Beneficio Industrial (6%)</b>	<b>1.501,55 €</b>
<b>IVA (21%)</b>	<b>5.570,75 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>32.098,11 €</b>

Córdoba, Marzo de 2024

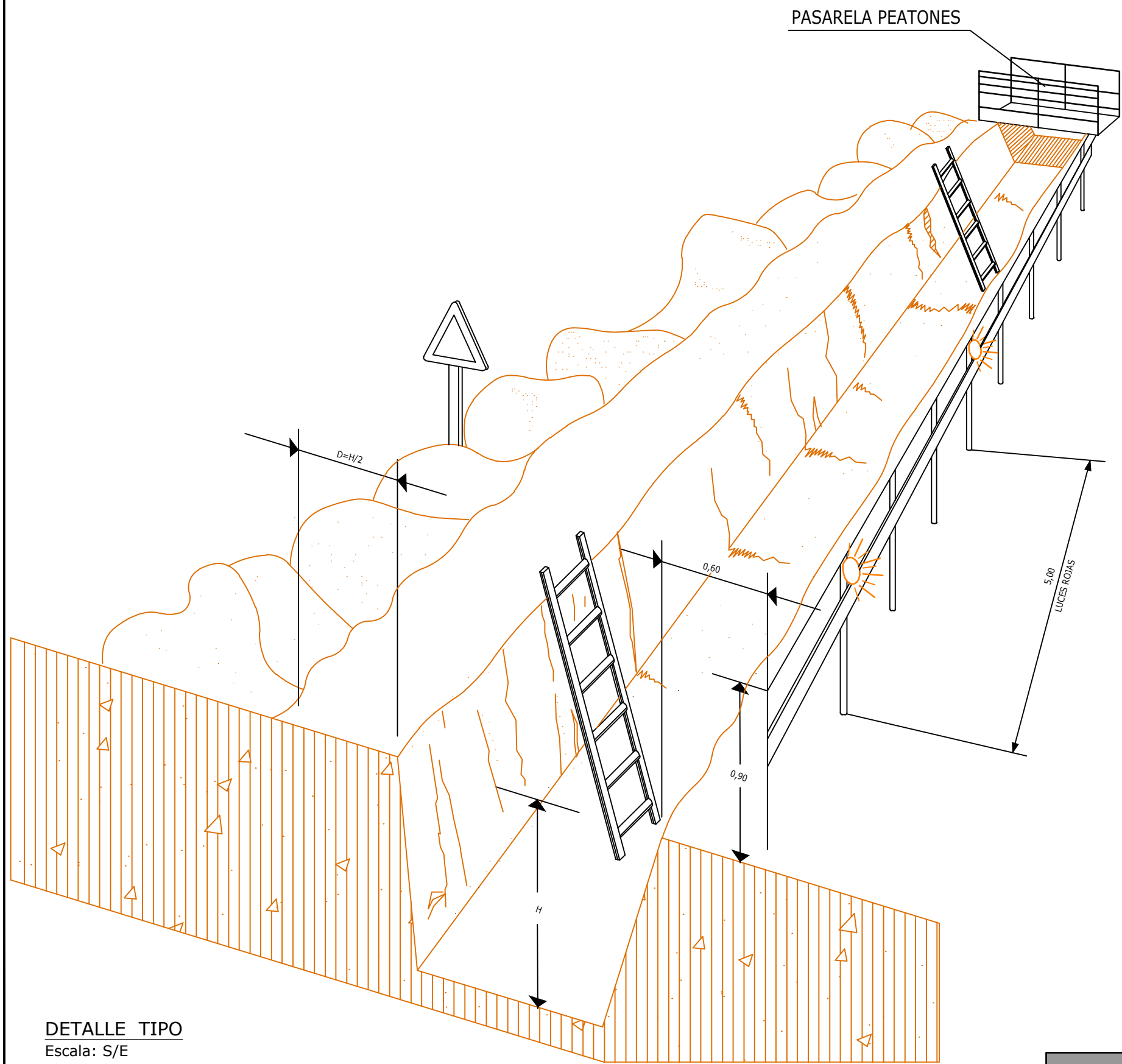
El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

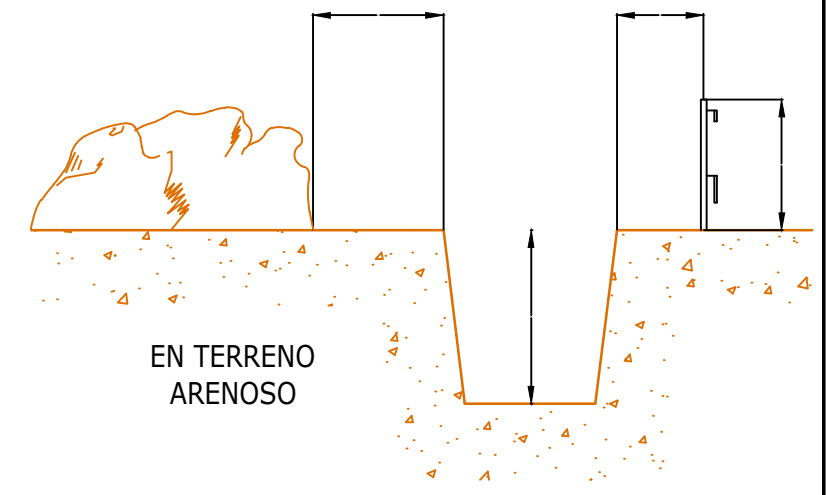
# Planos

### **Índice de Planos:**

- Plano nº 1: Protección en Zanjas
- Plano nº 2: Elementos Auxiliares y Maquinarias
- Plano nº 3: Código de Señales de Maniobras
- Plano nº 4: Señales de Advertencia de Peligro
- Plano nº 5: Señales de Obligación / EPIs
- Plano nº 6: Señales de Prohibición
- Plano nº 7: Señales de Información de Seguridad



**DETALLE TIPO**  
Escala: S/E



**SECCIÓN TIPO**  
Escala: S/E

PROYECTO EJECUTIVO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN "PSF LABRADOR" EN EL T.M. DE NAVALCARNERO (MADRID)

PLANO: <b>1</b> Hoja 1 de 1	PLANO DE: Protección de zanjas	ESCALA: S/E
		PROMOTOR: Planta Fotovoltaica Imagesol S.L.



## ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Pala mixta)

### NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.



## ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

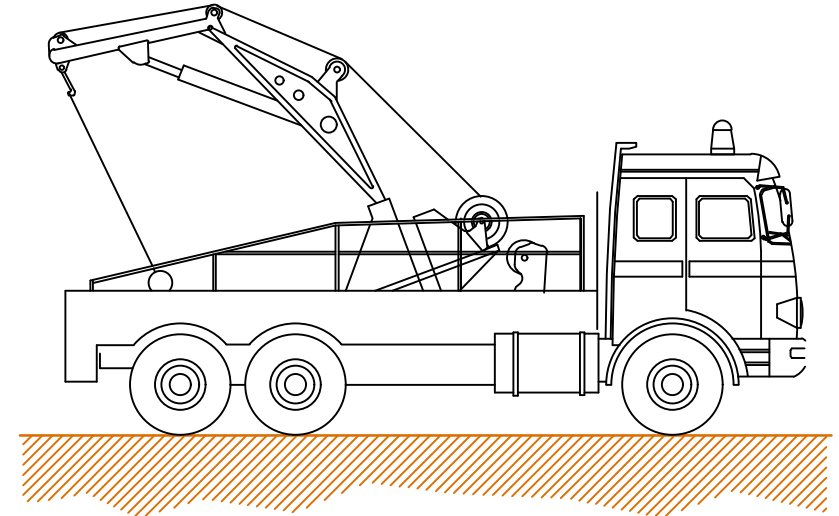


**NO**



**SI**

## ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Camión grúa de carga-descarga)



### NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

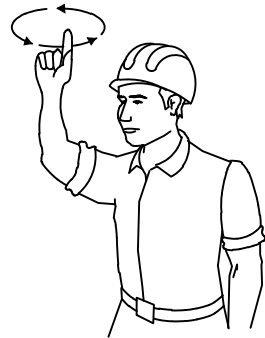
- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%.
- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

PROYECTO EJECUTIVO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN "PSF LABRADOR" EN EL T.M. DE NAVALCARNERO (MADRID)

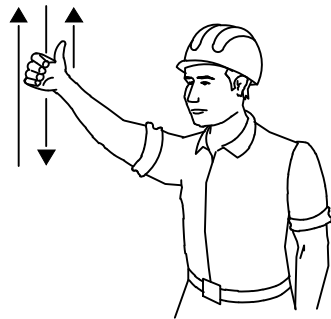
PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:
2	Elementos auxiliares y maquinaria	S/E
Hoja 1 de 1		PROMOTOR: Planta Fotovoltaica Imagesol S.L.
		Marzo 2024

## CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

**1** LEVANTAR LA CARGA



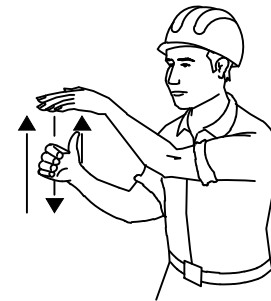
**2** LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



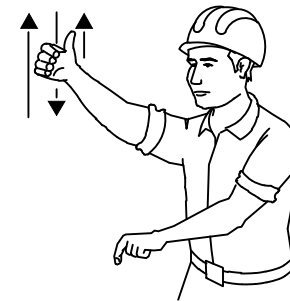
**3** LEVANTAR LA CARGA  
LENTAMENTE



**4** LEVANTAR EL AGUILÓN O  
PLUMA LENTAMENTE



**5** LEVANTAR EL AGUILÓN O  
PLUMA Y BAJAR LA CARGA



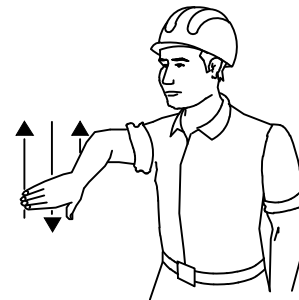
**6** BAJAR LA CARGA



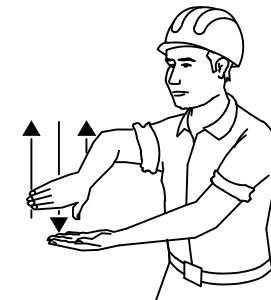
**7** BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



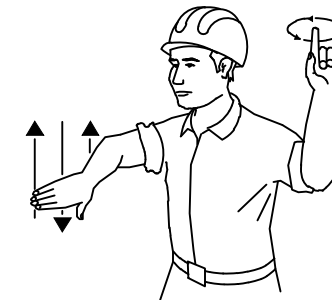
**8** BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



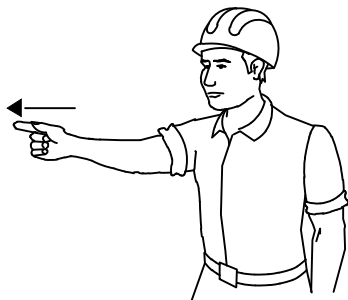
**9** BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA  
LENTAMENTE



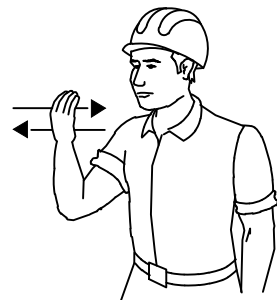
**10** BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA  
Y LEVANTAR LA CARGA



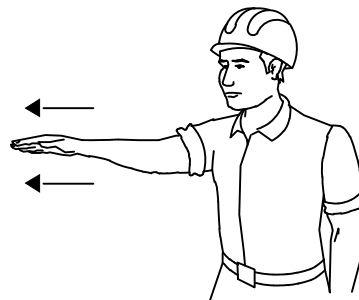
**11** GIRAR EL AGUILÓN EN LA  
DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO



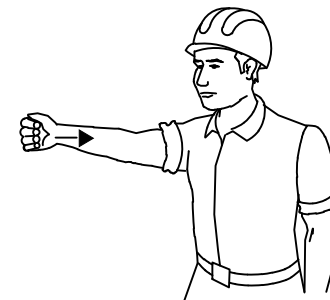
**12** AVANZAR EN LA DIRECCIÓN  
INDICADA POR EL SEÑALISTA



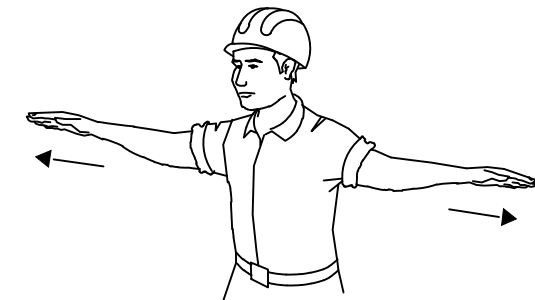
**13** SACAR PLUMA



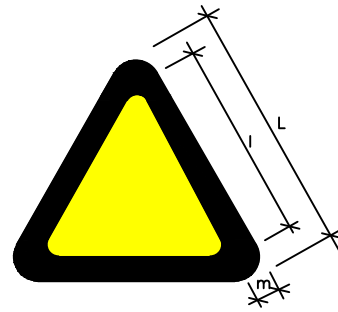
**14** METER PLUMA



**15** PARAR



## FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (\*)  
BORDE: NEGRO (\*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)  
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL						
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTAS A GOTAS SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)

SEÑAL						
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

PROYECTO EJECUTIVO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN "PSF LABRADOR" EN EL T.M. DE NAVALCARNERO (MADRID)

PLANO:

4

Hoja 1 de 1

PLANO DE:

Señales de advertencia de peligro

ESCALA:

S/E

ingnova  
PROYECTOS

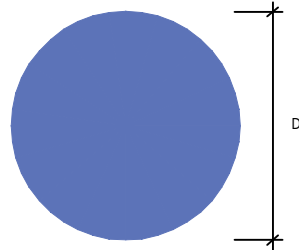
Imagesol

PROMOTOR:

Planta Fotovoltaica Imagesol S.L.

Marzo 2024

## FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN



COLOR DE FONDO: AZUL (\*)  
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

**NOTAS:**

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL					
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRÁFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES
SEÑAL					
Nº	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRÁFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA



PROYECTO EJECUTIVO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN "PSF LABRADOR" EN EL T.M. DE NAVALCARNERO (MADRID)

PLANO:

5

Hoja 1 de 1

PLANO DE:

Señales de obligación

ESCALA:

S/E

**ingnova**  
PROYECTOS

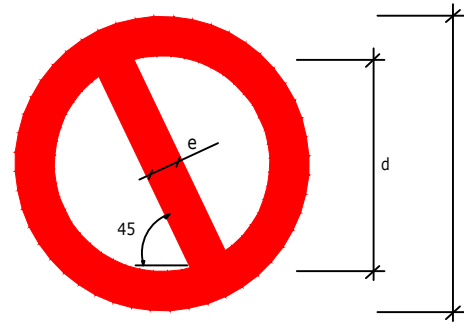
**Imagesol**

PROMOTOR:

Planta Fotovoltaica Imagesol S.L.

Marzo 2024

**FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE  
SEÑALES DE PROHIBICIÓN.**



DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

COLOR DE FONDO: BLANCO (\*)  
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (\*)  
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115  
Y UNE 48-103

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(3)
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

PROYECTO EJECUTIVO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN "PSF LABRADOR" EN EL T.M. DE NAVALCARNERO (MADRID)

PLANO:

6

Hoja 1 de 1

PLANO DE:

Señales de prohibición

ingnova  
PROYECTOS

Imagesol

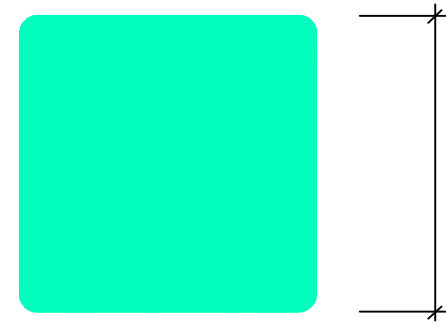
PROMOTOR:  
Planta Fotovoltaica Imagesol S.L.

ESCALA:

S/E


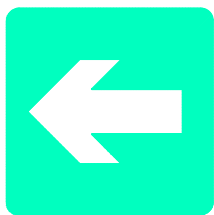
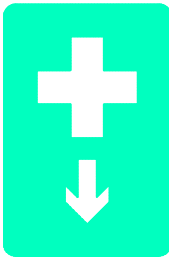
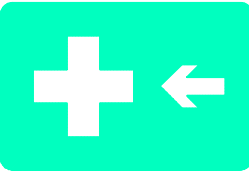
Marzo 2024

**SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A  
LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.**



COLOR DE FONDO: VERDE (\*)  
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115  
Y UNE 48-103

SEÑAL	 (1)	 (1)	 (3)	 (3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO  
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85