TOMO I. ESTUDIO HIDROLÓGICO

ÍNDICE

TÍTULO I. INTRODUCCIÓN 4

Capítulo 1. Objeto 5

Capítulo 2. Objetivos específicos 6

TÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO 7

Capítulo 1. Condiciones del medio físico 10

1.2. Zonas protegidas 24

Capítulo 2. Situación del Planeamiento vigente 26

2.1. Clasificación del Suelo 26

2.2. Ordenanzas en el Suelo Urbano 29

Capítulo 3. Situación de la gestión del agua 31

TÍTULO III. PREVISIÓN DE MODIFICACIONES EN LA RED HIDROGRÁFICA Y LA CAPACIDAD HÍDRICA 34

Capítulo 1. Clasificación del suelo establecida por el nuevo Plan General 35

Capítulo 2. Implicaciones en la Red Hidrográfica y la capacidad hídrica de los cambios en el Planeamiento 37

TÍTULO IV. REDES DE ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN 38

Capítulo 1. Abastecimiento 39

1.1. Caudales 39

1.2. Necesidades en la red de abastecimiento 42

1.3. Criterios de diseño 43

Capítulo 2. Saneamiento y depuración 44

2.1. Saneamiento de aguas residuales 44

2.2. Saneamiento de aguas pluviales 47

Capítulo 3. Agua regenerada 52

TÍTULO V. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y ZONAS INUNDABLES 53

Capítulo 1. Zona Inundable 54

Capítulo 2. Zona de Flujo Preferente 56

Capítulo 3. Dominio Público Hidráulico 58

TÍTULO VI. ANEJOS 60

TÍTULO I. INTRODUCCIÓN 65

Capítulo 1. Objetivo 66

Capítulo 2. Visita de campo 67

2.1. Infraestructuras transversales 67

2.2. Infraestructuras longitudinales....73

TÍTULO II. ANÁLISIS HISTÓRICO....74

TÍTULO III. SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES....78

TÍTULO IV. HIDROLOGÍA....80

Capítulo 1. Precipitaciones e intensidad de lluvia....81

Capítulo 2. Cuencas....85

Capítulo 3. Caudales....87

3.1. Método Racional....87

3.2. HEC-HMS....99

TÍTULO V. RESULTADOS....107

Capítulo 1. Precipitaciones e Intensidad de Lluvia....108

Capítulo 2. Cuencas....109

Capítulo 3. Usos del Suelo....113

Capítulo 4. Modelo Hidrometeorológico HEC-HMS....117

4.1. Precipitación....117

4.2. Infiltración....117

4.3. Propagación....118

Capítulo 5. Caudales....120

Capítulo 6. Calibración del Modelo – Validación de datos....121

TÍTULO VI. MODELO HIDRÁULICO....123

Capítulo 1. Iber....124

Capítulo 2. Modelo Digital del Terreno....127

Capítulo 3. Parámetros de Iber....129

3.1. Condiciones de Contorno:....131

3.2. Estructuras (Culverts)....132

Capítulo 4. Postproceso y exportación de resultados....134

TÍTULO VII. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO PROBABLE....135

Capítulo 1. Máxima Crecida Ordinaria....137

TÍTULO VIII. ZONA DE FLUJO PREFERENTE....139

TÍTULO IX. ZONA INUNDABLE....141

TÍTULO X. PLANOS....142

Título I. INTRODUCCIÓN

Capítulo 1. OBJETO

La Ley 9/2001 de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid, así como la Ley 2/2002 de 19 de junio de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, establecen que entre los documentos que integran las distintas figuras de planificación general se debe incluir un Informe de Análisis Ambiental, en el que uno de los aspectos a contemplar sea el relacionado con el medio hídrico, es decir, la viabilidad de abastecimiento, saneamiento y depuración de aguas residuales, protección de los cauces y zonas de protección hídrica e hidrológica, recursos hídricos subterráneos e hidrogeología.

Por otra parte, el Decreto 170/1998 de 1 de octubre, sobre gestión de las infraestructuras de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid, determina en su Artículo 7 que todos los planes, proyectos o actuaciones de alcantarillado y todos los desarrollos urbanísticos deberán ser informados por la Comunidad de Madrid cuando impliquen variación de las condiciones de funcionamiento de los emisarios y las depuradoras. En el presente Estudio, se aporta la documentación necesaria para dar cumplimiento a las especificaciones recogidas en el mencionado Decreto 170/98, así como a lo establecido en el Nuevo Plan Hidrológico del Tajo, aprobado mediante el Real Decreto 270/2014, de 11 de abril (el cual deroga el Plan Hidrológico RD 1664/1998 de 24 de julio).

Todo ello irá encaminado al dimensionamiento de los consumos generados en el municipio, contemplando el total desarrollo de los sectores recogidos en la planificación, de tal forma que se establezca un uso adecuado y proporcionado del recurso hídrico, garantizándose así la protección de éste.

Capítulo 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El fin del presente Estudio es justificar las características de la red de saneamiento propuesta, de acuerdo con los correspondientes cálculos hidráulicos descritos a lo largo del documento, tanto para el abastecimiento como para el saneamiento de aguas fecales y pluviales. Los Objetivos específicos que se pretenden alcanzar en el presente Estudio, son los siguientes:

1. Análisis de las modificaciones, si las hubiese, sobre la red hidrográfica a que darán lugar los cambios producidos por la planificación urbanística.

2. Justificación del caudal de aguas residuales generado dentro del ámbito modificado (medio y máximo), según los usos del suelo.

3. Justificación del caudal de pluviales producidos dentro del ámbito modificado para el máximo aguacero con un período de retorno de 25 años.

4. Justificación del caudal de pluviales producido aguas arriba del ámbito modificado en estudio y que evacuen en él (si lo hubiese).

5. Cuantificación de los caudales a conectar a las infraestructuras de saneamiento de la Comunidad de Madrid.

6. Infraestructuras de saneamiento y depuración en servicio y/o en proyecto que se prevé den servicio al ámbito modificado.

7. Planteamiento del tipo de red de saneamiento y justificación de la misma.

8. Identificación de posibles puntos conflictivos (zonas inundables, pasos de cauces por infraestructuras, etc.).

9. Determinación de los posibles impactos producidos por actividades e industrias previstas en el planeamiento y sus efectos sobre las aguas continentales.

10.- Definición de la zona de Dominio Público Hidráulico.

Título II. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio se centra en las zonas propuestas con desarrollo urbanístico en el planeamiento en revisión del término municipal de Los Molinos, realizando un análisis completo del estado actual de los suelos y la posible influencia sobre los mismos de las futuras actividades propuestas en el Avance del Plan General.

El ámbito geográfico del Plan General de Ordenación Urbana de Los Molinos, lo constituye el propio término municipal de Los Molinos, que cuenta con una extensión de territorio de 19,16 km^2.

Se ubica al noroeste de la Comunidad de Madrid, en la vertiente meridional de la Sierra de Guadarrama, y sobre el cauce del río Guadarrama, que atraviesa el casco urbano dividiéndolo en dos.

Limita al norte con Cercedilla, al este con Collado Mediano, al sur con Guadarrama y al oeste con El Espinar (provincia de Segovia).

Al núcleo urbano de Los Molinos se llega a través de la carretera autonómica M-614, que lo atraviesa. Está situado a 52 km de la ciudad de Madrid por la M-614 que enlaza con la autopista AP-6 en la localidad de Guadarrama. También es posible el acceso mediante la línea del ferrocarril C-8 de Cercanías Madrid que une las estaciones de Guadalajara y Cercedilla.

Por el término municipal también transcurren las carreteras M-621 (Collado Mediano a Los Molinos), y M-622 (Guadarrama a M-614 en Navacerrada)

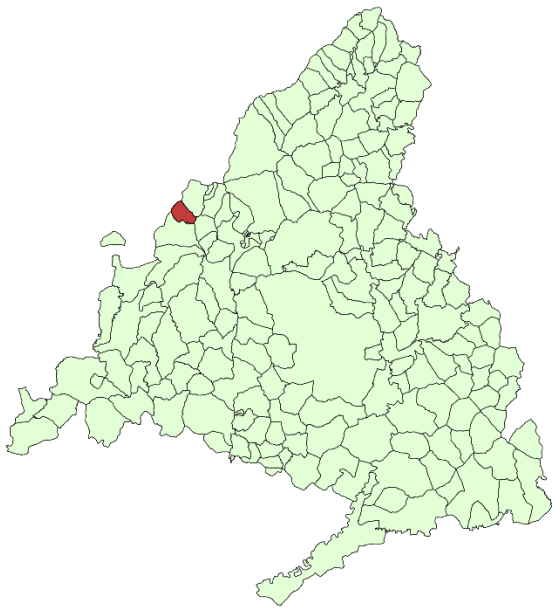


Figura 1. Encuadre geográfico TM Los Molinos. Fuente: Comunidad de Madrid.

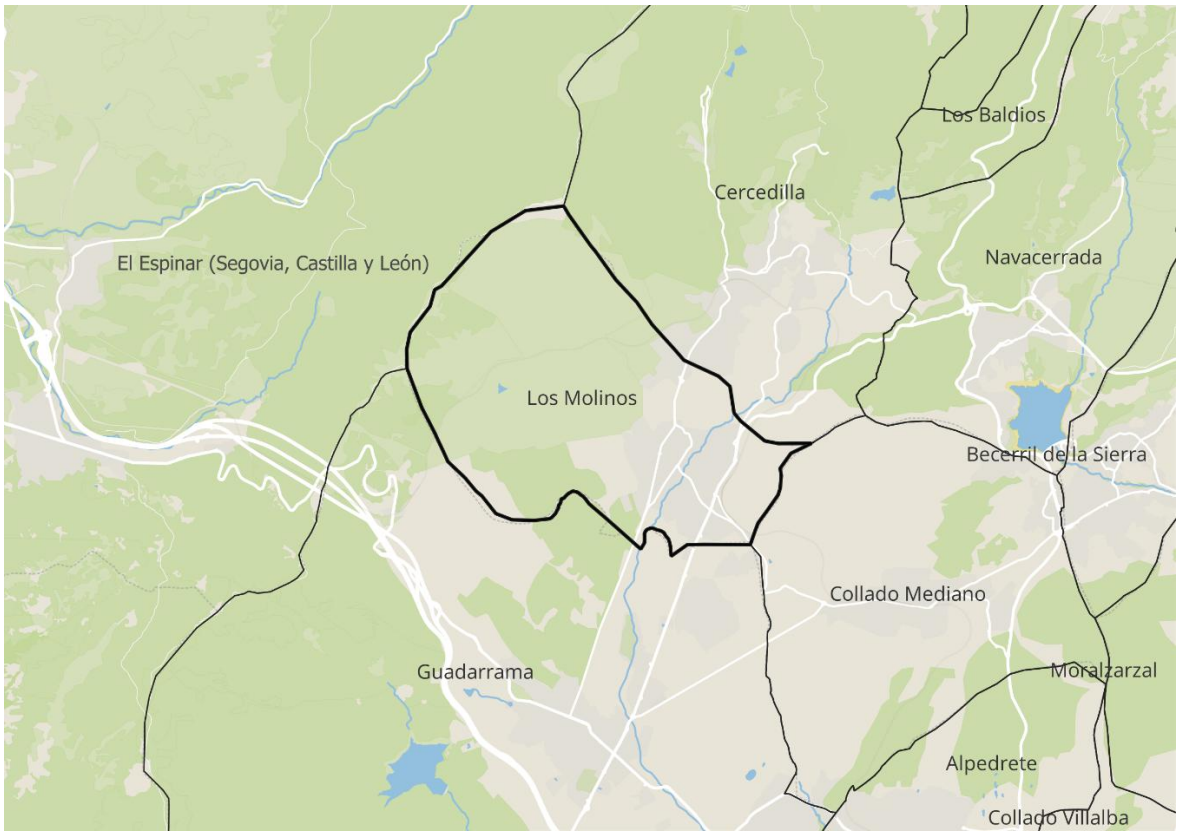


Figura 2. TT.MM. colindantes a Los Molinos. Fuente: elaboración propia.

Capítulo 1. CONDICIONES DEL MEDIO FÍSICO

Orografía

Los Molinos se sitúa en un entorno de media montaña en la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama, con una topografía más abrupta hacia el norte, marcada por la cercanía de formaciones como La Peñota, que delimitan el municipio por esa zona. Se alternan pequeños barrancos y elevaciones que modelan un paisaje característico de piedemonte serrano.

En dirección sur, el relieve se suaviza progresivamente, formando una zona más llana donde se asienta el núcleo urbano. Esta área presenta depósitos sedimentarios arrastrados por los cursos fluviales, lo que ha facilitado la ocupación y el desarrollo urbano.

La combinación del relieve con las precipitaciones serranas y el deshielo favorece la aparición de torrentes estacionales. Entre los principales cursos fluviales se encuentran el arroyo de la Peñata, el arroyo de los Irrios, el arroyo de Majaltobar y otros afluentes menores que desembocan en el río Guadarrama.

El núcleo urbano de Los Molinos se encuentra a una altitud media de 1.050 metros, con una cota mínima en torno a los 1.000 metros, situada al sur, junto al valle del Guadarrama. La cota máxima se registra en el extremo norte del municipio, alcanzando alturas cercanas a los 1.900 metros, en las estribaciones montañosas que lo separan de Castilla y León.

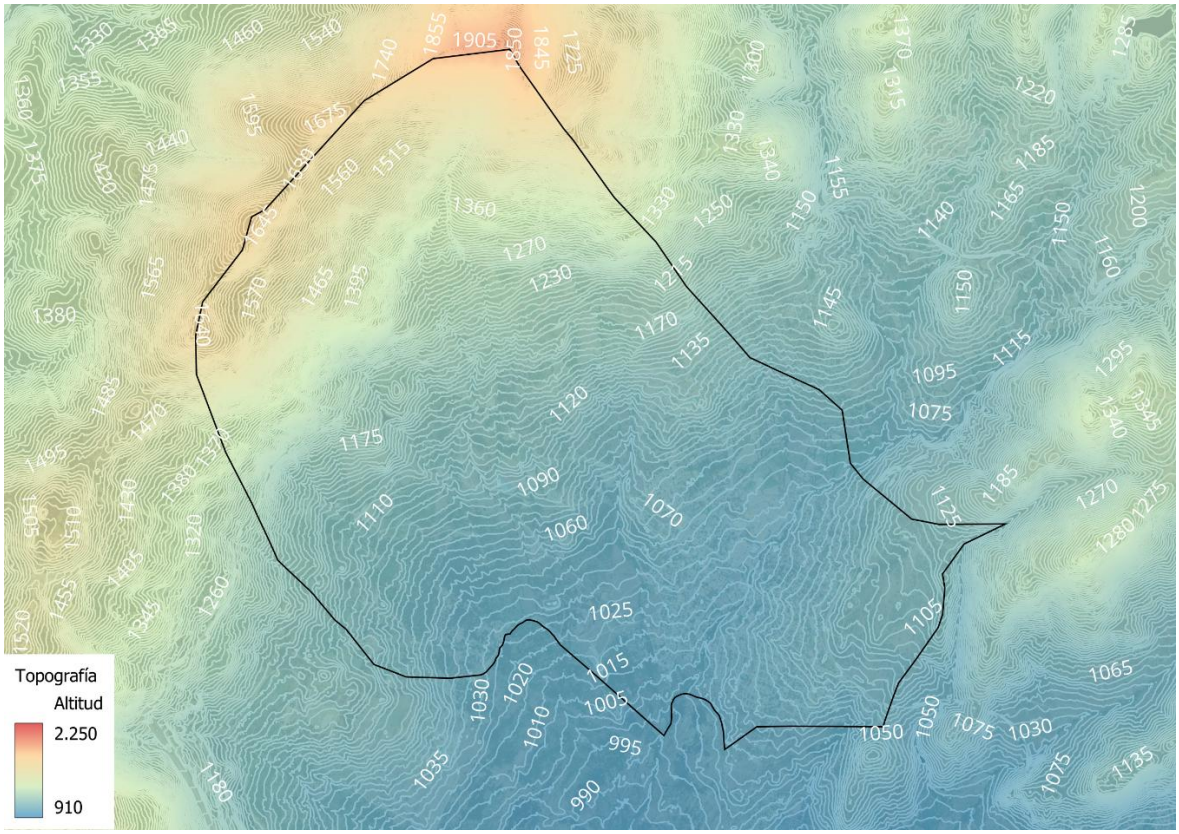


Figura 3. Topografía del área de estudio. Fuente: elaboración propia.

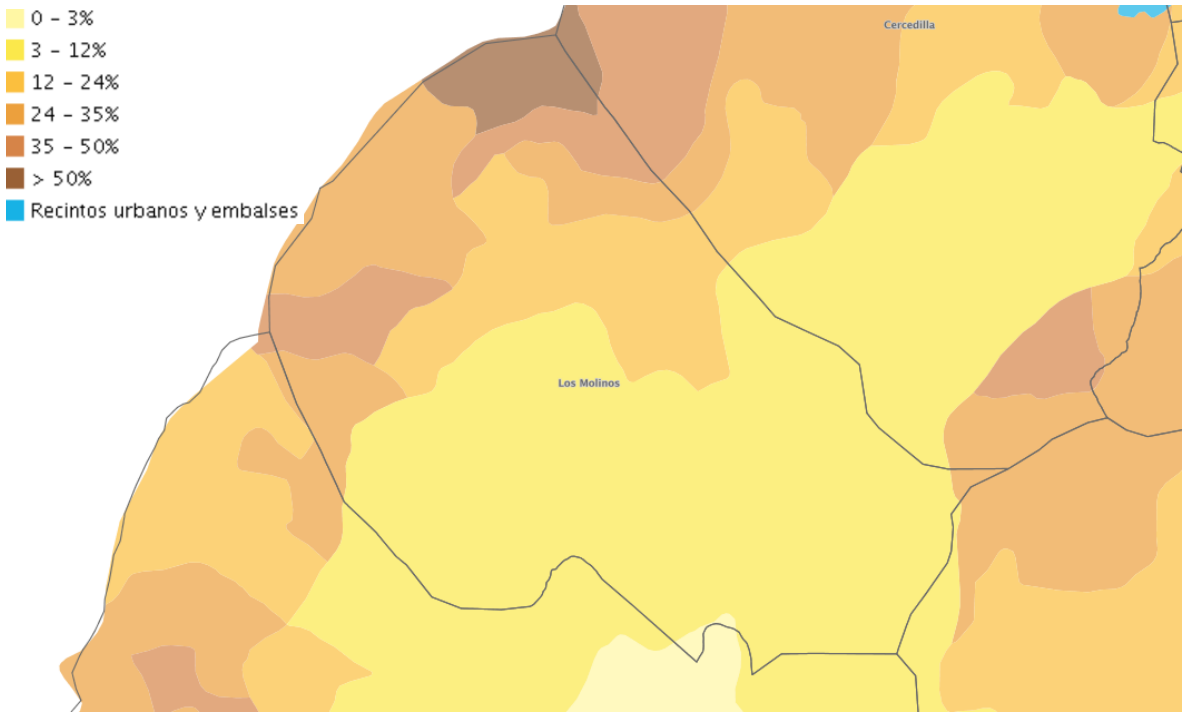


Figura 4. Relieve del municipio de Los Molinos. Pendientes. Fuente: Visor CartoMadrid.

Climatología

Las condiciones climatológicas de la zona de estudio poseen características diferenciadas, según se trate de la zona más meridional, donde se encuentra la mayor parte de la población, con un clima catalogado como "mediterráneo templado" o bien la zona más septentrional donde existe un clima catalogado como "mediterráneo templado fresco", coincidente con la zona montañosa de la sierra de Guadarrama.

Ambas zonas tienen inviernos largos y fríos, con temperaturas medias que rondan los 0ºC, y veranos muy cortos, donde las temperaturas medias apenas alcanzan los 18ºC. Existiendo pequeñas diferencias de temperatura entre la zona norte y la sur.

La precipitación media anual es elevada en ambas regiones, rondando los 1350 l/m^2 en la zona del puerto de montaña y 1030 l/m^2 en el entorno de los núcleos de población.

CÓDIGO	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TIPO
3264I	Embalse Navalmedio	40º 44' N	04º 02' W	1.280	Termopluviométrica

Tabla 1. Estación climatológica en el término Municipal Cercedilla. Fuente: SIGA.

Se aprecian fluctuaciones típicas del clima mediterráneo, con un descenso de lluvias durante los meses de verano (julio y agosto), que repuntan con la llegada del otoño-invierno (octubre a enero). La pluviometría media, en ambas zonas, durante el invierno es de 108,25 mm, 96,60 mm en primavera, 36,05 mm en verano y 155,65

mm en otoño. Las precipitaciones máximas más altas se dan en la zona norte con un valor de 76,30 mm, mientras que en la zona meridional del término son de 60,40 mm.

Con una temperatura media anual de apenas 8 ºC, se aprecia una importante oscilación térmica a lo largo del año, propia de la influencia continental reinante en la zona de estudio. Existe un periodo frío o de heladas amplio, entre los meses de noviembre y abril, y un periodo cálido corto, entre julio y agosto.

La precipitación se concentra en primavera (abril y mayo) y otoño (noviembre y diciembre), produciéndose en verano (julio y agosto) la típica sequía estival que caracteriza al clima mediterráneo.

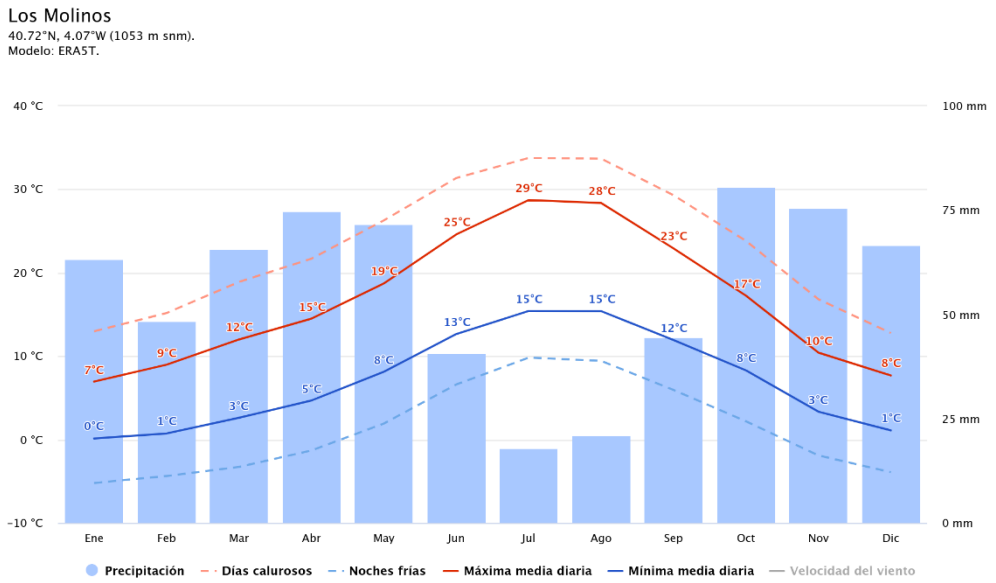


Figura 5. Diagrama climático para el Municipio de Los Molinos. Fuente: Meteoblue.

Geología y Geomorfología

La Comunidad Autónoma de Madrid se extiende sobre poco más de 8.000 kilómetros cuadrados, entre el Sistema Central y el valle del Tajo. El municipio de Los Molinos se sitúa en la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama, dentro del Sistema Central, y forma parte del Macizo Hercínico. Este macizo se originó durante la orogenia hercínica, un proceso tectónico que tuvo lugar entre el final del Devónico y mediados del Carbonífero, hace aproximadamente 350 millones de años.

Los materiales geológicos predominantes en Los Molinos son **rocas ígneas plutónicas**, específicamente **adamellitas con cordierita** del tipo Alpedrete. Estas rocas, de origen precámbrico-paleozoico, presentan una notable homogeneidad composicional, con un contenido de dióxido de silicio inferior al 70% y un carácter peralumínico moderado, ya que el corindón normativo generalmente es inferior al 2%.

La estructura geológica de la zona ha sido moldeada por la **orogenia hercínica**, que generó una serie de eventos tectónicos ígneos y metamórficos. Estos procesos dieron lugar a la intrusión de masas graníticas y a la formación de estructuras como pliegues y fallas, que aún son evidentes en el paisaje actual.

En Los Molinos encontramos en una mayor proporción, los siguientes materiales geológicos:

- Adamellitas porfídicas con anfíbol ocasional

En el entorno de Los Molinos, afloran adamellitas porfídicas de grano medio a grueso, correspondientes a rocas ígneas plutónicas formadas durante la orogenia hercínica (hace aproximadamente 300 millones de años). Estas rocas presentan fenocristales de feldespato potásico de hasta 3-4 cm, con estructuras de flujo plano-lineal bien desarrolladas. Su mineralogía incluye cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita, con presencia ocasional de anfíbol, especialmente hornblenda verde. Este anfíbol puede encontrarse como granos aislados o formando parte de microenclaves de composición diorítica o cuarzodiorítica, lo que sugiere procesos de hibridación magmática con materiales más básicos.

- Leucogranitos de grano grueso

En la zona norte de Los Molinos, se identifican leucogranitos de grano grueso, caracterizados por su coloración clara y textura heterogranular. Estos leucogranitos son mayoritariamente de tipo biótico, aunque ocasionalmente contienen moscovita visible a simple vista. Mineralógicamente, están compuestos por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita, con minerales accesorios como apatito, circón y, en menor medida, fluorita y monacita. Estas rocas muestran escasa orientación mineral y una casi total ausencia de enclaves microgranulados, indicando un ambiente de cristalización relativamente tranquilo.

- Ortogneises glandulares graníticos

En la zona noroeste de Los Molinos, predominan los ortogneises glandulares graníticos, rocas metamórficas derivadas de granitos o adamellitas porfídicas prehercínicas. Estos ortogneises son leucocráticos, con abundantes megacristales de feldespato potásico de entre 1 y 4 cm y una moderada cantidad de biotita. Estructuralmente, presentan una foliación plano-lineal dominante, con alternancia de capas ricas en cuarzo-feldespato y láminas finas de biotita y sillimanita. En algunos casos, se observa una segunda foliación (S3) superpuesta, asociada a plegamientos de intensidad variable. La mineralogía incluye cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y sillimanita, con minerales accesorios como circón, apatito y, ocasionalmente, turmalina y monacita.

- Depósitos coluviales y formas periglaciares

En las áreas montañosas de Los Molinos, se desarrollan depósitos coluviales compuestos por cantos, bloques y arenas, conocidos como canchales o pedrizas. Estos depósitos, de escaso espesor (3-4 m), se formaron principalmente durante periodos glaciares y presentan una cierta movilidad en la actualidad. En algunos afloramientos, estas pedrizas se asocian a depósitos coluvionares con matriz arcillosa de color ocre amarillento, que conectan morfológicamente con abanicos aluviales finineógenos.

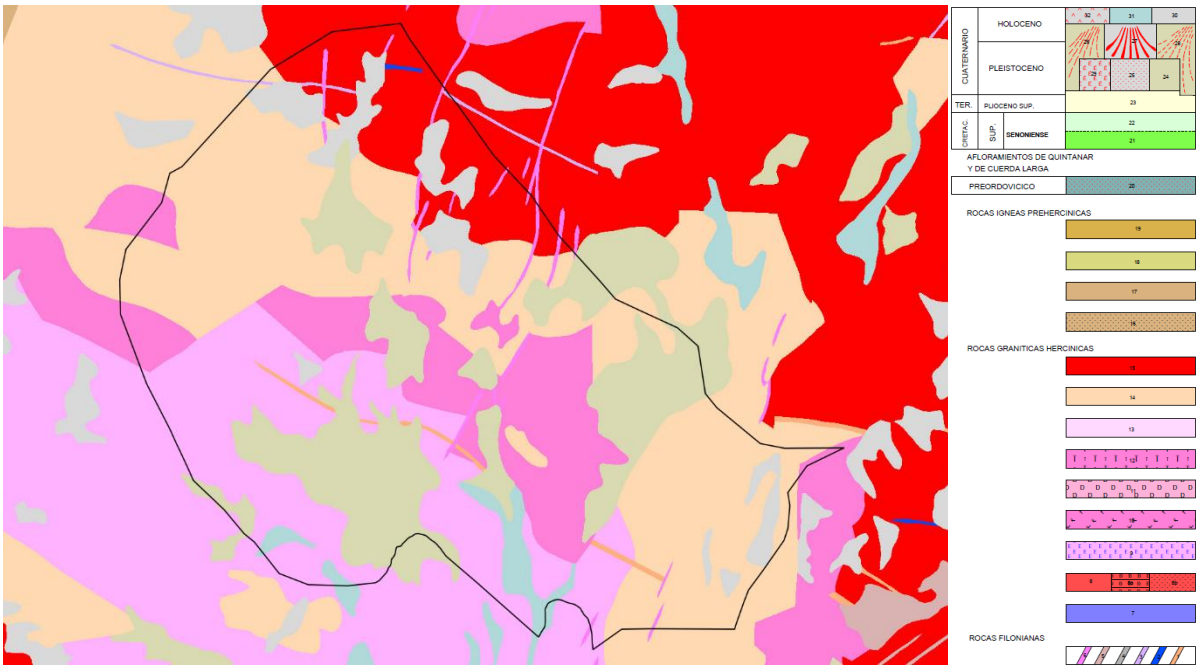


Figura 6. Mapa geológico. TM Los Molinos. Fuente: IGME.

Las **unidades geomorfológicas** presentes en el municipio de Los Molinos son:

1. Superficies de tipo penillanura en cumbres

En las zonas más elevadas del término municipal, se desarrollan superficies suavemente alomadas que corresponden a la antigua superficie de cumbres descrita por Schwenzer (1936). Estas áreas presentan formas residuales tipo monadnock y afloramientos de sustrato alterado por procesos de arenización. Son comunes las depresiones de tipo nava, donde se desarrollan suelos hidromorfos y, en ocasiones, turberas ácidas. Debido a su altitud, estas zonas muestran evidencias de actividad periglacial, como suelos enlosados, estructuras de solifluxión y céspedes almohadillados.

2. Superficies de tipo penillanura en panamera

Se identifican pequeños replanos colgados a media ladera o coronando elevaciones secundarias, correspondientes a la superficie de meseta M3 de Schwenzer (1936). Estos replanos, de morfología similar a las cumbres, pueden enmascarar la existencia de otras superficies intermedias. En los bordes e inferiores de estos replanos aparecen relieves residuales tipo inselberg. Los procesos periglaciares están presentes, aunque con menor intensidad que en las cumbres, destacando estructuras de solifluxión y guirnaldas.

3. Laderas

Las laderas conectan las diferentes superficies escalonadas del relieve. Generalmente presentan pendientes escarpadas y rectilíneas, modificadas por formas de origen fluviotorrencial, glaciar o gravitacional. Estas características, junto con su asociación a grandes líneas de falla, sugieren un origen tectónico. Se distinguen dos tramos: uno superior, con mayor uniformidad debido a alteraciones, y otro inferior, donde predominan formas tipo berrocal por una mayor denudación. En las zonas más altas, se observan huellas del glaciarismo

pleistoceno y fenómenos periglaciares que generan canchales. Las laderas están cubiertas por suelos, regolito y materiales movilizados por gravedad, arroyada y solifluxión.

4. Superficie de tipo pediment

Corresponde a las superficies de meseta M2 y M1 de Schwenzer (1936), formadas por restos de planicies con pendientes centrífugas desde la base de las elevaciones principales. Estas superficies han sido degradadas por la acción fluvial posterior. El enlace entre ladera y pediment se produce generalmente por un nick. Son característicos los relieves residuales tipo inselberg, diferenciándose tres generaciones relacionadas con replanos escalonados. Además de los encajamientos lineales de la red fluvial, se encuentran depresiones tipo nava asociadas a zonas de intensa fracturación, que presentan procesos de encharcamiento y formación de suelos hidromorfos. En las vertientes, el lavado activo del regolito da lugar a la formación de berrocales de diversos tipos.

5. Fondos de depresiones interiores y corredores

Las depresiones tectónicas del Sistema Central presentan fondos planos limitados por laderas escarpadas de origen estructural. Estos fondos tienen morfología convergente y, a menudo, se correlacionan con otras unidades definidas, como las superficies tipo pediment. Incluyen también depresiones de menor tamaño y forma lineal, como valles de origen tectónico y ocasionalmente de fondo plano, que enlazan superficies de igual cota o albergan cursos de agua rectilíneos.

Paisaje

El paisaje puede entenderse desde varios puntos de vista diferentes: el geográfico que es la visión externa y es el que se percibe y el biológico, que es la visión interna del paisaje, donde los elementos naturales interaccionan entre sí: sustrato, clima, vegetación, fauna, etc.;

El paisaje debe ser tenido en cuenta como algo que aporta el territorio y que debe ser valorado y protegido. Puede ser analizado desde diversas perspectivas, más o menos objetivables, en función de cualidades de calidad intrínseca, visibilidad, fragilidad, significado, valores científicos, culturales, etc. y la aptitud para un fin determinado, su utilización, regeneración o protección.

Estas relaciones convierten al paisaje en un aspecto complejo y cambiante, resultado del paso del tiempo sobre un territorio donde han actuado unas dinámicas del hombre y de la acción ambiental. Así, se diferencian unos paisajes naturales, donde el grado de humanización es mínimo, frente a otros en los que la acción del hombre ha sido mayor, y que puede considerarse que tienen un cierto valor intrínseco.

El municipio de Los Molinos cuenta con un total de dos unidades paisajísticas, según los visores disponibles de la Comunidad de Madrid. De estas, una abarca la mayor parte del término municipal, siendo así la más representativa, mientras que la restante, tiene una representación muy reducida y, por tanto, una menor relevancia.

En este sentido, conviene señalar que las unidades de paisaje definidas por la Comunidad de Madrid corresponden a áreas geográficas perceptivamente diferenciadas, únicas y singulares, en las que también se incluyen las zonas urbanizadas, dado que se trata de un estudio a mayor escala. En el caso del análisis a escala municipal, se considera igualmente necesario integrar la variable del paisaje urbano, por sus características

morfológicas, funcionales y visuales claramente diferenciadas del entorno rural que lo rodea. La inclusión de estas áreas permite una lectura más completa del paisaje, incorporando tanto su dimensión natural como la antropizada.

TIPO DE PAISAJE	CÓDIGO POR LA COMUNIDAD DE MADRID	CÓDIGO	UNIDAD DE PAISAJE	CARACTERIZACIÓN
Guadarrama	G01	UP1	Cercedilla – Puerto de Navaderrada	Pastos mesofíticos y pinares sobre piedemontes en alta montaña, con asentamientos urbanos dispersos.
	G02	UP2	Valle de Los Molinos - Guadarrama	Praderas y matorrales en mosaico junto a fresnedas y pinares, sobre laderas y piedemontes.
Urbano		UP3	Paisaje antropizado	Áreas urbanizadas

Tabla 2. Unidades de paisaje para la Comunidad de Madrid. Fuente: Visor SIT de la Comunidad de Madrid

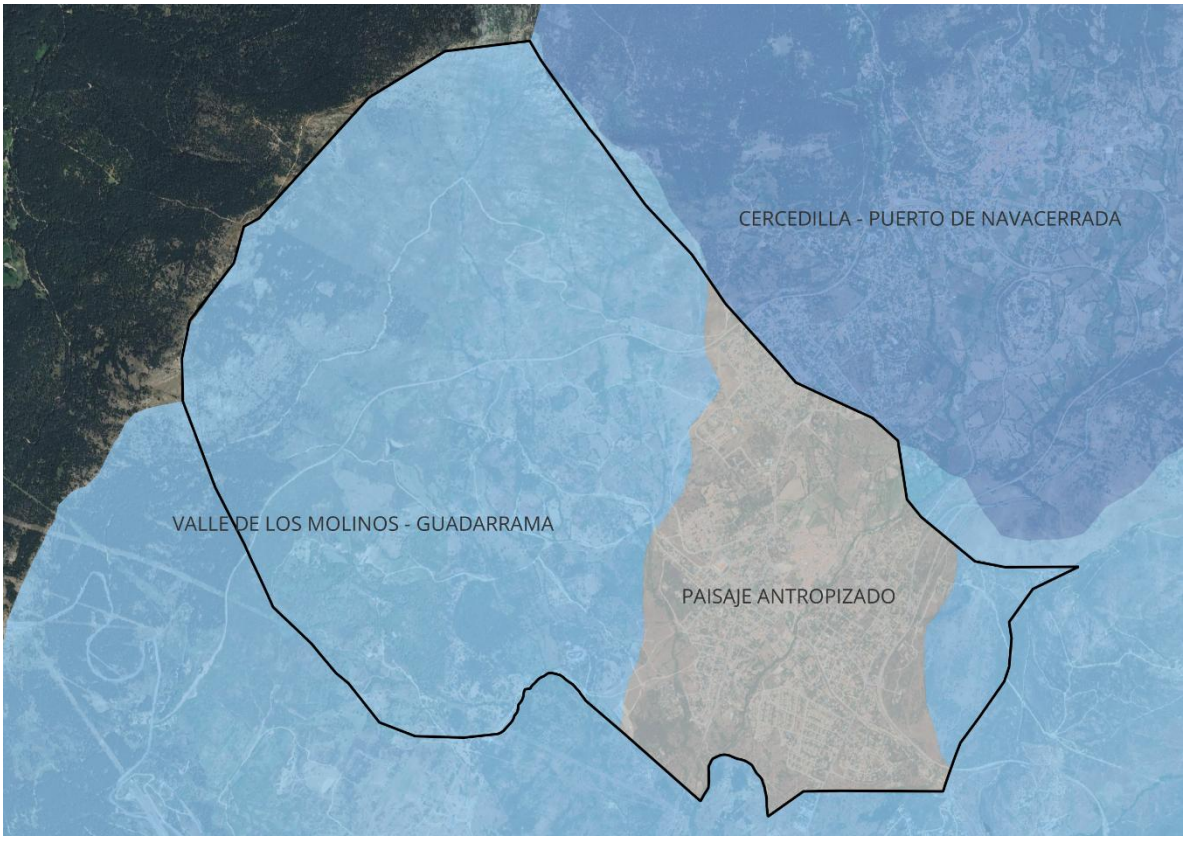


Figura 7. Unidades de paisaje. Visor: elaboración propia junto a datos del planeamiento urbanístico de la Comunidad de Madrid

Hidrología

La morfología del terreno condiciona las características generales de la red hidrográfica existente. Los cauces que circulan por el terreno al que pertenece el ámbito de estudio pertenecen a la cuenca hidrográfica del río Tajo, y más concretamente a la subcuenca del río Guadarrama.

El río Guadarrama, afluente directo del río Tajo, nace en la vertiente sur del Parque Nacional, en el término municipal de Cercedilla y recorre el sector sureste del término municipal de Los Molinos, atravesando parte del área urbana del municipio. A su paso, recoge aguas de varios arroyos de origen serrano que conforman una red fluvial secundaria de carácter estacional. Uno de sus principales afluentes en este tramo es el arroyo de la Peñata, que confluye con el arroyo de Majaltobar para formar un cauce común que desemboca en el Guadarrama poco antes de abandonar el término municipal por el sur. Este conjunto hídrico constituye una de las aportaciones más significativas al cauce principal en esta zona.

Además, el término municipal alberga otros cursos como el arroyo de los Irrios, que cuenta con dos ramales y discurre por el sector oriental, aportando también sus aguas al Guadarrama fuera ya del municipio. A este arroyo se le une el arroyo de las Atalayas, formando un pequeño sistema fluvial tributario. Cabe destacar también que, al sureste del municipio, se localiza el nacimiento del arroyo de Matarrubia, otro curso menor que, aunque de escaso caudal, contribuye a la dinámica hidrológica de la cuenca en épocas de lluvias o deshielo. Todo este entramado fluvial se ve favorecido por el régimen climático de montaña y la geomorfología del terreno, lo que propicia una red hidrográfica densa y activa durante buena parte del año.

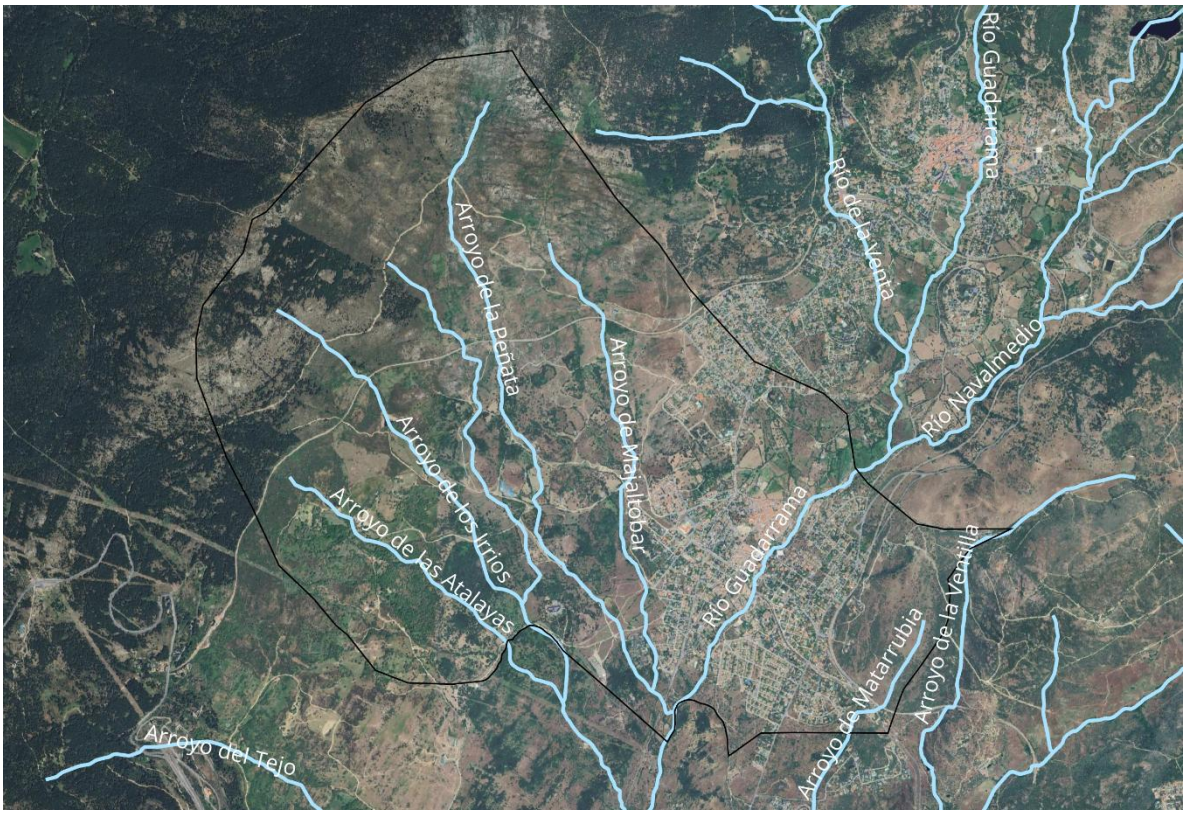


Figura 8. Hidrología superficial. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT).

Por otra parte, la Directiva Marco del Agua (Directiva 60/2000/CE) define las **masas de agua superficial** continentales como una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, parte de una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras. Las masas de agua superficial se clasifican en función de su categoría (ríos, lagos, aguas de transición y costeras), de su naturaleza (naturales, artificiales y muy modificadas) y de su tipo (definido por la Instrucción de Planificación Hidrológica).

De acuerdo con el sistema de información geográfica de la Confederación Hidrográfica del Tajo, en el municipio objeto de estudio se ha identificado y delimitado una masa de agua superficial, conforme a los criterios de la Directiva Marco del Agua:

CÓDIGO MASA	NOMBRE MASA	CATEGORÍA	ECOTIPO
ES030MSPF0405010	Río Guadarrama desde Río Navalmedio hasta Arroyo Loco	Río natural	Ríos de montaña mediterránea silícea (111)

Tabla 3. Masa de agua superficial. Fuente: CHT.



Figura 9. Masas de agua superficial. Fuente: CHT.

También, a pesar de no aparecer descrita como masa de agua superficial por la Directiva Marco del Agua, en el término municipal se encuentra el Embalse de Los Irrios, a unos 2km al noroeste del núcleo urbano.

El Embalse de Los Irrios se localiza en la cuenca del Arroyo de los Irrios (o de los Lirios), afluente del río Guadarrama. Se accede desde el Camino de la Dehesa o el Camino al Mostajo.

Este fue construido en 1960 para abastecer de agua a Los Molinos, especialmente durante los meses de verano, y consta de un muro de mampostería granítica de 16 metros de altura y 185 metros de coronación, con un volumen de contención de 1.000 m³. El embalse tenía una capacidad de 0,1 hm³, una superficie de 1 ha y un aliviadero central con capacidad de 8 m³/s.

Aunque fue diseñada para abastecer de agua a Los Molinos, la presa nunca llegó a funcionar, ya que fue volada en el vertedero por temor a un fallo estructural. Actualmente, se encuentra en desuso y conserva su estructura original, aunque muy deteriorada.

Cerca de la presa se sitúan varias construcciones relacionadas con la captación de agua: una pequeña piscina de captación y tres depósitos de mampostería (posiblemente construidos entre los años 50-60), diseñados por Luis Rodríguez de Quevedo. Los depósitos están separados por 10 metros y se conectan al estanque de captación mediante un recorrido de 100 metros. La piscina, de unos 8 metros de largo por 4 metros de ancho y 2 metros de profundidad máxima, servía para tomar agua potable y está parcialmente excavada en el terreno.

Los depósitos, de planta casi cuadrada (10 x 10 m), con cubiertas planas y superficie de grava, tienen elementos constructivos destacables como torres adosadas, vanos circulares y rectangulares, y refuerzos en las esquinas y los remates.



Figura 10. Imágenes del Embalse de los Irrios.



Figura 11. Localización del Embalse de los Irrios. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la **hidrología subterránea,** el agua subterránea en la Comunidad de Madrid se distribuye entre diferentes acuíferos de distintas características e importancia, siendo relevante la relación entre aguas superficiales y subterráneas en gran parte de los tramos fluviales de mayor entidad de la región.

En la Comunidad de Madrid se encuentra el Acuífero Terciario Detrítico de Madrid (ATDM), uno de los sistemas hidrogeológicos más relevantes del centro peninsular, tanto por su extensión, de 6.000 Km^2, como por su capacidad de almacenamiento y explotación de recursos hídricos subterráneos. Se sitúa en una gran depresión entre el Sistema Central, al norte, y los Montes de Toledo, al sur, rellenada por sedimentos terciarios de origen continental.

Este acuífero está constituido por una potente serie de materiales detríticos —gravas, arenas y arcillas— depositados por antiguos ríos procedentes de la erosión de las sierras circundantes, principalmente la Sierra de Guadarrama. Su configuración forma un sistema multicapa, con zonas de alta permeabilidad intercaladas con estratos impermeables, lo que le confiere tanto zonas de recarga como de confinamiento.

De esta forma, los materiales detríticos terciarios que forman la Cuenca de Madrid constituyen un único sistema acuífero, libre, de gran espesor, heterogéneo y anisótropo. La permeabilidad media horizontal del acuífero detrítico es del orden de 0,1 a 0,25 m/día y la permeabilidad media vertical equivalente para el conjunto alternante de capas arenosas y arcillosas es unas 50 a 200 veces inferior que la horizontal. Su baja permeabilidad vertical le confiere un comportamiento hidráulico más parecido a un acuitardo que a un acuífero en sentido estricto.



Figura 12. Acuífero terciario detrítico. Fuente: Comunidad de Madrid.

1.1.1. Unidades hidrogeológicas

Por unidad hidrogeológica se entiende uno o varios acuíferos agrupados a efectos de conseguir una administración del agua racional y eficaz. Desde la entrada en vigor de la Ley de Aguas y derivado de los distintos Planes Hidrológicos, el territorio peninsular se divide en Unidades Hidrogeológicas (UH).

El Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo establece una clasificación de los acuíferos en 13 unidades hidrogeológicas, en función de su comportamiento hidrogeológico y sus características estructurales:

- 03.03 Torrelaguna-Jadraque
- 03.04 Guadalajara
- 03.05 Madrid-Talavera
- 03.06 La Alcarria
- 03.09 Tiétar
- 03.10 Talaván
- 03.11 Zarza de Granadilla
- 03.12 Galisteo

- 03.13 Moraleja
- 03.08 Ocaña
- 03.07 Entrepeñas
- 03.02 Tajuña-Montes Universales
- 03.01 Albarracín-Cella-Molina de Aragón

Sin embargo, en el ámbito del municipio de Los Molinos no se localiza ninguna unidad hidrogeológica, ya que las características geológicas del terreno no favorecen la presencia de acuíferos significativos.

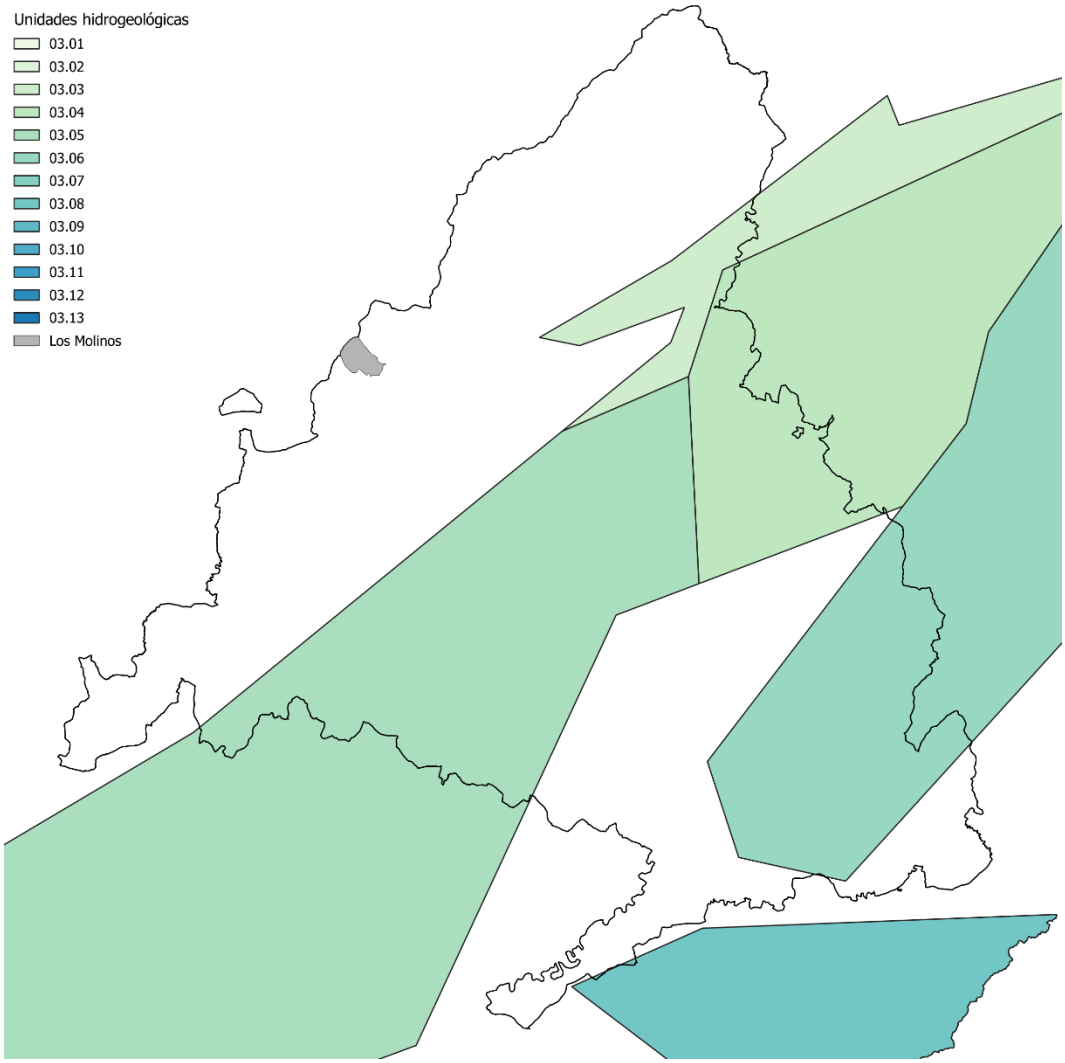


Figura 13. Unidades hidrogeológicas. Fuente: Comunidad de Madrid.

1.1.2. Masas de agua subterránea

La Directiva Marco del Agua define las **masas de agua subterránea** como un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos. En el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Tajo se han

identificado y delimitado 26 masas de agua subterránea, en función de sus características hidrogeológicas y su comportamiento hidráulico.

En el caso de la Comunidad de Madrid, se localizan 10 de estas masas de agua subterránea, distribuidas principalmente en los grandes acuíferos detríticos del Mioceno:

- 030.017 Aluvial del Tajo: Aranjuez-Toledo
- 030.008 La Alcarria
- 030.013 Aluvial del Tajo: Zorita de los Canes-Aranjuez
- 030.004 Torrelaguna
- 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama
- 030.011 Madrid: Guadarrama-Manzanares
- 030.012 Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama
- 030.006 Guadalajara
- 030.007 Aluviales Jarama-Tajuda
- 030.024 Aluvial del Jarama: Madrid-Guadalajara

Sin embargo, ninguna de ellas afecta directamente al término municipal de Los Molinos. Esto se debe a que las condiciones litológicas de la zona presentan una permeabilidad muy baja o nula, lo que impide la existencia de masas de agua subterránea definidas en su territorio.

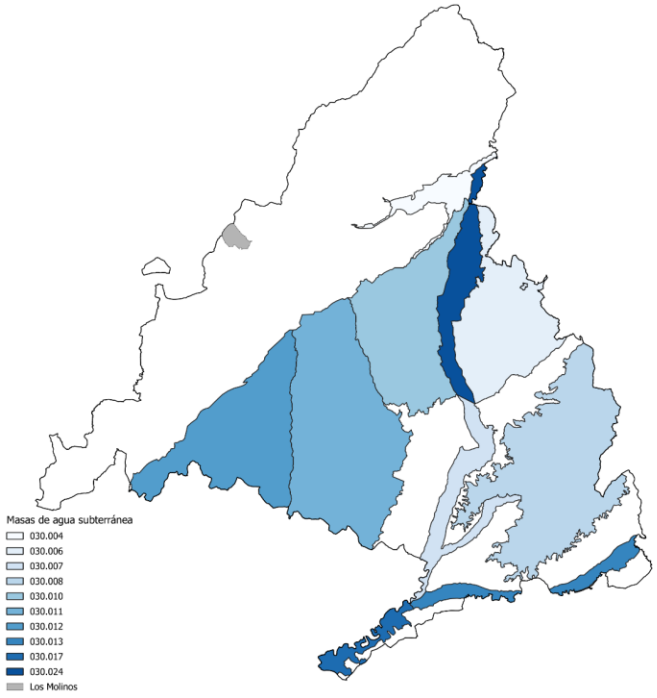


Figura 14. Masas de agua subterránea. Fuente: Comunidad de Madrid.

1.2. Zonas protegidas

Las zonas protegidas son enclaves objeto de protección especial en virtud de una norma específica sobre protección de aguas superficiales y/o subterráneas, o sobre conservación de hábitats y especies directamente dependientes del agua. Los convenios internacionales suscritos por España, las Directivas Europeas y la legislación nacional y autonómica establecen diferentes categorías de zonas protegidas, cada una con sus objetivos específicos de protección, su base normativa y las exigencias correspondientes a la hora de designación, delimitación, seguimiento y suministro de información.

En cada demarcación hidrográfica el organismo de cuenca está obligado a establecer y mantener actualizado un Registro de Zonas Protegidas, con arreglo al artículo 9 y Anejo IV de la DMA y al artículo 99 bis del TRLA, desarrollado en el artículo 24 del RPH y en el apartado 4 de la IPH. El Registro de Zonas Protegidas de la Confederación Hidrográfica del Tajo recoge en la actualidad un total de 2.710 enclaves, de alguna de las siguientes categorías:

- Zonas de captación de agua para **abastecimiento**: superficiales y subterráneas; siempre que proporcione un volumen medio de al menos 10 m^3 diarios o abastezca a más de cincuenta personas, así como, en su caso, los perímetros de protección delimitados.
- Zonas de futura captación de agua para consumo humano.
- Masas de agua de **uso recreativo**, incluidas las zonas declaradas aguas de baño.
- Zonas declaradas **vulnerables** en aplicación de las normas sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Zonas declaradas **sensibles** en aplicación de las normas sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Zonas declaradas de **protección de hábitat o especies**, en las que el mantenimiento o mejora del estado del agua constituya un factor importante de su protección, incluidos los espacios Red Natura 2000.
- **Perímetros de protección de aguas minerales y termales**, aprobados de acuerdo con su legislación específica.
- **Reservas hidrológicas**, comprende las masas de agua declaradas como tales en los planes hidrológicos por sus especiales características o su importancia hidrológica para su conservación en estado natural, diferenciando tres tipos de reservas naturales: fluviales, lacustres y subterráneas.
- **Zonas húmedas** designadas bajo el Convenio de Ramsar y pertenecientes al Inventario nacional de zonas húmedas.

Según la información disponible en el sistema de información geográfica de la Confederación Hidrográfica del Tajo, en el ámbito de actuación se localizan los siguientes espacios incluidos en el Registro de Zonas Protegidas de la Demarcación:

Zonas declaradas de protección de hábitat o especies:

CÓDIGO	TIPO	DENOMINACIÓN	SUPERFICIE TM (HA)	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN
ES030_LICSES3110005	LIC	Cuenca del río Guadarrama	848,69	Cumplimiento A3 (RD 927/1988) y los tratamientos para potabilización de las aguas de estas ZZPP, cumplir con RD 140/2003

Tabla 4. Zonas declaradas de protección de hábitat o especies. Fuente: CHT.

Zonas protegidas de agua potable:

CÓDIGO	TIPO	DENOMINACIÓN	SUPERFICIE (HA)	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN
ES030ZCCM0000003138	Captación de abastecimiento	Ayuntamiento de Molinos, Los	1,937	Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2020, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano

Captación de abastecimiento. Fuente: CHT

Capítulo 2. SITUACIÓN DEL PLANEAMIENTO VIGENTE

En la actualidad, y conforme a las sentencias del Tribunal Superior de Justicia de Madrid de fecha 6 de junio de 2008 y del Tribunal Supremo de 11 de mayo de 2012, en el término municipal de Los Molinos coexisten dos instrumentos de planeamiento urbanístico:

- Por un lado, el **Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de 1969,** cuya aprobación definitiva fue acordada por la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid en su sesión del 29 de enero de 1969. Este planeamiento se encuentra vigente en la totalidad del término municipal, salvo en los polígonos P1, P2, P5, P7, P9 y P10 que están regulados por otro planeamiento (Normas Complementarias y Subsidiarias de 1991).
- Por otro lado, en los polígonos **P1, P2, P5, P7, P9 y P10**, están vigentes las **Normas Complementarias y Subsidiarias de planeamiento de 1991**, cuya aprobación definitiva fue acordada por la Comisión Provincial de Urbanismo de Madrid en su sesión del 21 de noviembre de 1991. Estas normas se aplicaron inicialmente hasta el año 2004 y, tras diversas resoluciones judiciales del Tribunal de Justicia de Madrid, fueron publicadas oficialmente en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid el 10 de abril de 2013. Dicha publicación supuso su entrada en vigor de forma formal y la reanudación de su aplicación en las zonas mencionadas.

2.1. Clasificación del Suelo

Las Normas Complementarias y Subsidiarias ordenan urbanísticamente cinco áreas o zonas que en conjunto tienen una extensión de 346,14 Hectáreas. Se trata de cinco áreas, de las que cuatro de ellas se localizan en continuidad con las áreas consolidadas del núcleo urbano, cuando no las contienen, y la quinta que queda al Este del trazado del ferrocarril, aislada y sin continuidad espacial con las áreas ocupadas por la edificación, produciendo la línea del ferrocarril un importante y difícilmente salvable efecto barrera.

En cuanto a los criterios de clasificación del suelo, el documento establece tres categorías principales:

1. **Suelo Urbano**

   Se incluyen aquí los terrenos que ya están consolidados por la urbanización o la edificación. También se consideran como suelo urbano algunas pequeñas bolsas de suelo vacante integradas dentro de zonas ya edificadas, por su conexión con el entorno consolidado.

- Incluye diferentes zonas de ordenación en función de su grado de consolidación y el uso del suelo:
  - **Zona 1: Residencial Unifamiliar**
  - **Zona 2: Residencial Multifamiliar en Bloque**
  - **Zona 3: Equipamientos**
  - **Zona 4: Sistema de Espacios Libres y Zonas Verdes**

- **Zona 5: Servicios Urbanos**

- **Zona 6: Red Viaria**

2. **Suelo Apto para Urbanizar (Suelo Urbanizable)**

   Se refiere a terrenos en que se denota físicamente la reciente actuación urbanizadora de los mismos, o que estructuran localmente un área o una zona. Estos suelos están parcialmente estructurados y podrán integrarse en la ordenación general futura, aunque en algunos casos requieran ajustes sobre la planificación original. En general provienen de actuaciones urbanísticas acogidas en mayor o menor grado a las determinaciones del Plan General Vigente.

   Dentro de los suelos que estaban previstos para ser transformados por diversos motivos se recogen los siguientes sectores de Suelo Apto para Urbanizar:

   - **SAU-01.N "Los Arroyuelos"**
   - **SAU-01.S "Los Robalejos"**
   - **SAU-02.S "Cerca de la Mora"**
   - **SAU-03.S "Matarrubia"**

3. **Suelo No Urbanizable**

   Esta categoría agrupa las áreas que, por sus características objetivas o valores naturales, deben mantenerse al margen del desarrollo urbano. Se incluyen tanto suelos con protección especial como otros donde no se ha producido ninguna transformación urbanística. Su inclusión en futuros desarrollos dependerá de la revisión integral del Plan General.

- Debido a las particularidades del municipio de Los Molinos, se estimó necesario clasificar la mayor parte del territorio del mismo como Suelo No Urbanizable de Especial Protección, quedando los terrenos restantes, de menor valor, como Suelo No Urbanizable Común. Por tanto, el Suelo No Urbanizable se subdivide en 2 niveles en función de los valores identificados en cada uno de ellos:

  - **Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido (SNUEP)**

  - **Suelo No Urbanizable Común (SNUC)**

El desglose de superficies de cada una de las zonas es la siguiente:

- Zona A (Polígonos 1 y 2): 117,75 hectáreas.
  - Suelo Urbano: 48,67 Ha.
  - Suelo Apto para Urbanizar: 13,24 Ha.
  - Suelo No Urbanizable: 55,84 Ha.
- Zona B (Polígono 5): 97,76 hectáreas.
  - Suelo Urbano: 3,60 Ha.
  - Suelo Apto para Urbanizar: 23,15 Ha.
  - Suelo No Urbanizable: 71,01 Ha.
- Zona C (Polígono 7): 54,35 hectáreas.

  - Suelo Urbano: 20,80 Ha.
  - Suelo Apto para Urbanizar: 18,07 Ha.
  - Suelo No Urbanizable: 15,48 Ha.
- Zona D (Polígono 9): 24,48 hectáreas.
  - Suelo Urbano: 24,48 Ha.
  - Suelo Apto para Urbanizar: 0 Ha.
  - Suelo No Urbanizable: 0 Ha.
- Zona E (Polígono 10): 51,80 hectáreas.
  - Suelo Urbano: 0 Ha.
  - Suelo Apto para Urbanizar: 0 Ha.
  - Suelo No Urbanizable: 51,80 Ha.



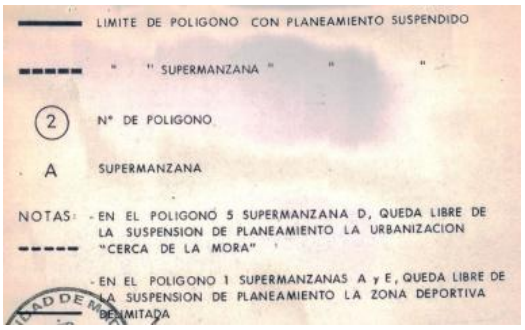


Figura 15. Ámbitos de planeamiento suspendido. Planeamiento General Vigente (NNSS 1991)





Figura 16. Clasificación del suelo. Planeamiento General Vigente (NNSS 1991)

2.2. Ordenanzas en el Suelo Urbano

El Plan General de 1969 establece 12 zonas según el carácter y destino de cada parte del territorio:

- Zona 1: Casco Antiguo
- Zona 2: Vivienda Colectiva
- Zona 3: Vivienda Unifamiliar Agrupada
- Zona 4: Vivienda Unifamiliar Aislada
- Zona 5: Comercial
- Zona 6: Especial

- Zona 7: Pequeña Industria y Talleres
- Zona 8: Industria
- Zona 9: Verde Público
- Zona 10: Monumentos y Conjuntos
- Zona 11: Rústico de Control
- Zona 12: Rústico de Protección

Las Normas Complementarias y Subsidiarias de 1991 establecen la división del suelo urbano en 6 zonas de ordenanza.

- Clave 01: Residencial Unifamiliar
- Clave 02: Residencial Multifamiliar en Bloque
- Clave 03: Equipamientos
- Clave 04: Sistema de Espacios Libres y Zonas Verdes
- Clave 05: Servicios Urbanos
- Clave 06: Red Viaria

Capítulo 3. SITUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA

Abastecimiento

El abastecimiento de agua en el municipio de Los Molinos es realizado de manera conjunta entre el Canal de Isabel II y el propio Ayuntamiento.

Para ello se cuenta con varios depósitos repartidos por el término municipal en los que se recoge el agua procedente de los embalses de Los Molinos, Navacerrada y Navalmedio.

El depósito más importante es el de Los Molinos, que se abastece con una tubería de aducción del Canal de Isabel II de 500 mm de diámetro con agua procedente del embalse de Navacerrada. Cuenta con un volumen de 4.000 m3. También se cuenta con el depósito de El Chaparral, conectado al de Los Molinos, y ubicado junto a la carretera M-614, Los Molinos 3 en el Cerrillo de la Guerra y el de más reciente construcción junto a la urbanización Monte Pinar por encima de la línea de ferrocarril, con una capacidad de 2.000 m3 y abastecido desde el embalse de Navalmedio.



Figura 17. Depósitos del municipio de Los Molinos. Fuente: Elaboración propia.

Desde los depósitos de Los Molinos y Chaparral se satisface el abastecimiento de la parte este del núcleo urbano, mientras que desde los depósitos de Los Molinos 3 y Monte Pinar se abastece la parte oeste. Todo ello a partir de un anillo de distribución que se va ramificando para llegar hasta todos los lugares de la localidad.

Existe también algún depósito de menor entidad en la ladera de La Peñota para almacenar agua procedente de los arroyos que circulan por la Sierra de Guadarrama, recogidos en las pequeñas presas de Los Barrancos (arroyo de La Dehesa) y de Navarderos (arroyo de los Robalejos) y del embalse de Los Irríos.

En el núcleo de Los Molinos la red está estructurada fundamentalmente a través de la M-621 y la Avenida Cañada Real en sentido este-oeste, y a través de las travesías de la M-614 y la M-622 en sentido norte-sur, desde donde se va ramificando la red para poder dar servicio a todas las calles.

Saneamiento y depuración

La red de saneamiento de Los Molinos se compone de un colector general urbano, que discurre paralelo al río Guadarrama, y una serie de colectores secundarios que vierten al mencionado colector general. Estas conducciones se desarrollan en sentido este-oeste, y discurriendo los principales por la Avenida Cañada Real, la Travesía de Majalastablas y la Calle Miralmonte. Una vez fuera del núcleo urbano, las aguas residuales son conducidas hasta la Estación Depuradora de Aguas Residuales de El Chaparral a través del colector general Cercedilla-Los Molinos-Guadarrama.

El servicio de depuración, de propiedad y servicio del Canal de Isabel II, se presta de forma conjunta con la de los municipios de Cercedilla y Guadarrama, concentrando caudales y optimizando el proceso, al tratar las aguas generadas en estos tres municipios en la misma depuradora.. La EDAR de El Chaparral, a la que derivan las aguas de saneamiento, se ubica próxima a la Autovía del Noroeste (A-6) en el municipio de Guadarrama y cuenta con las siguientes características (a fecha de su construcción):

EDAR EL CHAPARRAL				
Año	Municipios servidos	Población de diseño (heq)	Tipo de proceso agua/fangos	
1988	Cercedilla, Los Molinos, Guadarrama y Puerto de Navacerrada	60.000	Biológico convencional de fangos activos	Deshidratación con filtro banda

Tabla 5. EDAR El Chaparral. Fuente: Canal de Isabel II.

Esta EDAR ha sido ampliada en el año 2017, añadiendo dos nuevos tanques, uno de decantación primaria y otro de secundaria, así como mejorando y ampliando el resto de componentes necesarios para poder alcanzar el estado de servicio requerido. De esta forma se llega a un caudal de tratamiento de 22.500 m3/día (100.000 heq).

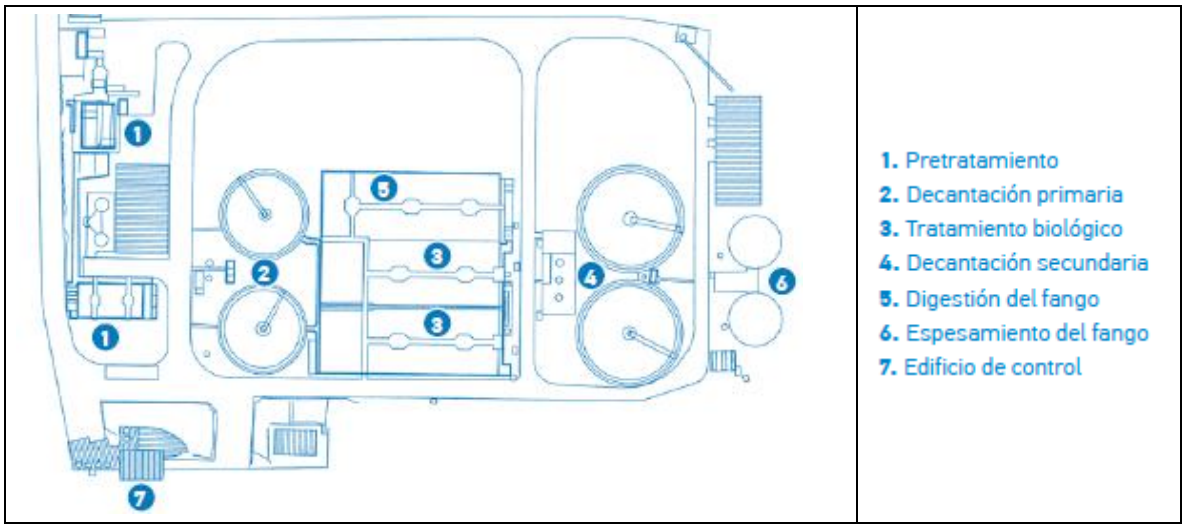


Figura 18. Esquema original EDAR El Chaparral. Fuente: Canal de Isabel II



Figura 19. Ampliación EDAR El Chaparral, año 2017. Fuente: construdata21

La red de aguas residuales del casco urbano está formada por colectores de secciones comprendidas generalmente entre 300 y 600 mm de diámetro (no así los colectores principales o emisarios que contarán con diámetros mayores), de hormigón armado en su mayoría, que discurren por las principales calles y se dirigen hacia el lugar destinado a su tratamiento.

Título III. PREVISIÓN DE MODIFICACIONES EN LA RED HIDROGRÁFICA Y LA CAPACIDAD HÍDRICA

Capítulo 1. CLASIFICACIÓN DEL SUELO ESTABLECIDA POR EL NUEVO PLAN GENERAL

El documento de Avance establece como determinaciones de ordenación estructurante la clasificación del suelo y la división de cada clase de suelo en las categorías y subcategorías correspondientes. Conforme a lo dispuesto en la legislación aplicable, se establecen las clases de **Suelo Urbano, Suelo Urbanizable y Suelo No Urbanizable de Protección,** delimitando cada clase de suelo en función de la situación básica en que se encuentran los terrenos y en base a los criterios de clasificación que establece la Ley 9/2001, teniendo en cuenta, en su caso, las categorías de cada clase de suelo que define la legislación aplicable.

La totalidad del suelo del término municipal de Los Molinos se ha clasificado distinguiendo tres clases de suelo: Suelo Urbano, Suelo Urbanizable y Suelo No Urbanizable de Protección. A continuación, se describe cada una de las clases de suelo previstas:

Suelo Urbano (SU): comprende en líneas generales la totalidad del Suelo Urbano clasificado por el planeamiento vigente. Dentro del Suelo Urbano se diferencian las dos categorías contempladas en la Ley 9/2001: el **Suelo Urbano Consolidado (SUC)** y el **Suelo Urbano No Consolidado (SUNC)**. El Suelo Urbano Consolidado coincide con las 9 zonas urbanas contempladas en el planeamiento vigente:

- **SUC-1.** Casco antiguo.
- **SUC-2.** Zona Norte.
- **SUC-3.** Oeste del casco antiguo.
- **SUC-4.** Sur del casco antiguo – Las Heras.
- **SUC-5.** Cerca de la Mora – Las Heras.
- **SUC-6.** Matarrubia.
- **SUC-7.** Matarrubia Este.
- **SUC-8.** La Estación.
- **SUC-9.** Los Borregones

El Suelo Urbano No Consolidado está constituido por 7 Ámbitos de Actuación, todos con uso global residencial:

- **SUNC-1.** Los Borregones.
- **SUNC-2.** Montón de Trigo.
- **SUNC-3.** Cerca de Enmedio.
- **SUNC-4.** Cañada Real.
- **SUNC-5.** Sanatorio de la Marina.
- **SUNC-6.** Cerca de Lozano.
- **SUNC-7.** Matadero - Molino de la Cruz.

La **superficie total del Suelo Urbano es de 3.144.140 m²s** que representa un 16,40% de la superficie total del municipio. El Suelo Urbano Consolidado tiene una superficie de 2.781.099 m²s, que representa un porcentaje del 14,51% municipal y el Suelo Urbano No Consolidado un 1,89% (363.041 m²s).

Suelo Urbanizable (SUR): son los suelos que podrían ser objeto de desarrollo urbano, habiéndose adscrito como tales en el presente Plan General por no proceder a clasificarse como urbanos ni como no urbanizables de protección (Ley del Suelo de la Comunidad de Madrid, artículo 15). En el presente Plan General tan solo se

ha previsto la inclusión de sectores con la categoría de Suelo Urbanizable Sectorizado (SURS). Se categorizan como **Suelo Urbanizable Sectorizado (SURS)** aquellos suelos que, conforme a las necesidades analizadas, se plantea expresamente por el presente Plan General que deben transformarse en Suelo Urbano. Para ello se han delimitado los siguientes 5 sectores:

- **SURS-1.** Carretera M-622.
- **SURS-2.** Casco Antiguo Ensanche.
- **SURS-3.** Río Guadarrama.
- **SURS-4.** Carretera M-622 Norte.
- **SURS-5.** Balcón de la Peñota Sur.

Los SURS-1, SURS-2, SURS-3 y SURS-5 son de uso global residencial y el SURS-4 es de uso mixto. La **superficie total de Suelo Urbanizable es de 403.192 m²s** de suelo, que representa un porcentaje de 2,10% de la superficie total del término municipal, siendo en su totalidad Suelo Urbanizable Sectorizado.

Suelo No Urbanizable de Protección: Comprende aquellos suelos que, bien por estar sometidos a protección especial sectorial o bien por sus valores intrínsecos naturales, agrícolas, arqueológicos o ambientales, deben ser preservados del proceso urbanizador. Dentro del Suelo No Urbanizable de Protección se incluyen dos categorías de suelo, **Suelo No Urbanizable de Protección Especial (SNUP-E)** y **Suelo No Urbanizable de Protección Preservado (SNUP-P)**. Dentro de la primera aparecen varias subcategorías en función del régimen especial de protección establecido por la legislación sectorial vigente en cada caso. La **superficie total del Suelo No Urbanizable de Protección es de 15.619.222 m²s,** que representa un porcentaje del 81,49 % de la superficie total del término municipal.

Capítulo 2. IMPLICACIONES EN LA RED HIDROGRÁFICA Y LA CAPACIDAD HÍDRICA DE LOS CAMBIOS EN EL PLANEAMIENTO

En general en el planeamiento propuesto no se prevé modificación alguna de cauces por entubamientos, cambios de trazado o encauzamientos. Sólo las líneas de agua superficial de poca entidad, sin cauce definido e incluidas físicamente dentro de los nuevos sectores y su nueva configuración de viales y parcelas, se incorporarán a las conducciones, pasando a formar parte de la red de colectores de la trama urbana.

Se respetarán los cauces de los arroyos en su estado actual y se mantendrá su condición de circulación a cielo abierto, siempre que sea posible, favoreciendo la laminación de escorrentía de aguas pluviales aprovechando con ello los beneficios que implica, especialmente durante episodios de precipitaciones intensas. Se prestará especial atención a los cauces y sus áreas de inundación, respetando las franjas de protección establecidas en la legislación vigente.

En lo que respecta al abastecimiento, los nuevos sectores crearán nuevas necesidades, lo que implica nuevos elementos de regulación, construcción de nuevas redes o refuerzo de las existentes. Según las estimaciones realizadas en el presente estudio, no serán necesarios nuevos puntos de captación. Al igual que aumenta el consumo de agua, de su mano también aumenta el caudal de aguas residuales generado, debiendo adecuar los sistemas de depuración incorporando los elementos necesarios a la red.

Tal y como se comenta posteriormente, se plantea red separativa de saneamiento para los nuevos sectores, por lo que el vertido íntegro de aguas residuales se realizará sobre las redes de saneamiento que conducen el agua hasta la EDAR, mientras que los caudales de aguas pluviales generados serán recogidos por las redes de aguas pluviales a través de sumideros, imbornales, etc, para ser llevados aguas abajo, hasta el punto de vertido sobre los cauces. Se considera la calidad de dichas aguas adecuada para el vertido directo, sin necesidad de tratamiento o tramitación alguna.

Así, en el tramo inicial los arroyos no recibirán la aportación de caudal correspondiente al área afectada por el sector. Este caudal, modificado además por el cambio que producirá en los coeficientes de escorrentía, al alterar los usos del suelo, y el proceso de urbanización que se plantee, será recogido y vertido en un punto situado aguas abajo del ámbito.

Título IV. REDES DE ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

Capítulo 1. ABASTECIMIENTO

Se incluye a continuación un análisis pormenorizado de las necesidades en cuanto a abastecimiento, saneamiento y depuración asociados a los nuevos desarrollos planteados. Para ello se estimarán los crecimientos de demanda y caudales generados asociados al desarrollo de los nuevos sectores y las áreas no consolidadas, contemplados en el planeamiento.

1.1. Caudales

El cálculo de la demanda de abastecimiento de agua se realiza aplicando las dotaciones medias en función de los usos, de acuerdo con las Normas para el Abastecimiento de Agua del CYII, a los datos urbanísticos obtenidos del planeamiento vigente y a las previsiones de crecimiento planteadas en el Plan General. En cuanto a la dotación precisa para dar servicio a las nuevas edificaciones, y a fin de establecer una primera aproximación a los consumos reales que se generarán, se parte de los parámetros de uso habitual en el Canal de Isabel II:

- Viviendas multifamiliares: 8,0 l/m^2 edif. y día
- Viviendas unifamiliares: 9,5 l/m^2 edif. y día
- Equipamiento terciario, dotacional e industrial: 8,0 l/m^2 edif. y día
- Espacios verdes: 1,5 l/m^2 y día

Del lado de la seguridad, se adopta un valor de 9,5 l/m^2 edif. y día para todas las viviendas, ya sean unifamiliares o multifamiliares.

A continuación, se muestra el resumen de los datos de planificación urbanística prevista:

CATEGORÍA	ÁMBITO	SUP. (m²)	Nº VIV
Consolidado **(SUC)**	**SUC-1.** Casco antiguo	103.393	11
	SUC-2. Zona Norte	388.677	19
	SUC-3. Oeste del casco antiguo	225.338	15
	SUC-4. Sur del casco antiguo – Las Heras	287.286	13
	SUC-5. Cerca de la Mora – Las Heras	443.625	23
	SUC-6. Matarrubia	432.264	3
	SUC-7. Matarrubia Este	201.282	4
	SUC-8. La Estación	515.031	17
	SUC-9. Los Borregones	184.203	22
	Total SUC	**2.781.099**	**127**
No Consolidado **(SUNC)**	**SUNC-1** Los Borregones	4.708	6
	SUNC-2 Montón de Trigo	73.391	40
	SUNC-3 Cerca de Enmedio	61.907	52
	SUNC-4 Cañada Real	69.892	6
	SUNC-5 Sanatorio de la Marina	91.316	91
	SUNC-6 Cerca de Lozano	12.115	12

CATEGORÍA	ÁMBITO	SUP. (m²)	Nº VIV
	SUNC-7 Matadero – Molino de la Cruz	49.712	50
	Total SUNC	**363.041**	**257**
Total SU		**3.144.140**	**384**
Sectorizado **(SURS)**	**SURS-1.** Carretera M-622	103.689	156
	SURS-2. Casco Antiguo Ensanche	85.865	129
	SURS-3. Río Guadarrama	60.379	91
	SURS-4 Carretera M-622 Norte	95.277	0
	SURS-5 Balcón de la Peñota Sur	57.982	108
Total SUR		**403.192**	**484**
TOTAL SU + SUR		**3.547.332**	**832**

Figura 20. Resumen planificación urbanística

En relación a las zonas verdes, generales y locales, se considera una superficie de 120.958 m², es decir, un 30% del suelo urbanizable sectorizado.

Con todo, se tienen los siguientes consumos estimados referidos a caudales medios:

REQUERIMIENTOS DE ABASTECIMIENTO NUEVOS SECTORES				
Usos	**Sup. Edif. (m²)**	**Dotación (l/m² y día)**	**Consumo (m³/día)**	**Consumo (l/seg)**
Residencial	87.177	9,5	828,2	9,58
Terciario	33.324	8,0	266,6	3,08
Equipamientos Pública	0	8,0	0	0
Zonas verdes	120.958	1,5	181,4	2,10
TOTAL			1.276,2	14,76

Figura 21. Consumos de abastecimiento futuros estimados

Para el consumo residencial, se estima una demanda de 250 l/hab y día.

REQUERIMIENTOS DE ABASTECIMIENTO ACTUALES				
Usos	**Sup. Edif. (m^2)**	**Dotación (l/m^2 y día)**	**Consumo (m^3/día)**	**Consumo (l/seg)**
Residencial			1.182,75	13,69
Terciario	-	-	-	-
Equipamientos Pública	82.029	8,0	656,2	7,59
Zonas verdes	296.663	1,5	444,99	5,15
TOTAL			2.283,94	26,43

Figura 22. Consumos de abastecimiento actuales estimados

REQUERIMIENTOS DE ABASTECIMIENTO TOTALES ESTIMADOS				
Usos	**Sup. Edif. (m^2)**	**Dotación (l/m^2 y día)**	**Consumo (m^3/día)**	**Consumo (l/seg)**
Residencial			2.010,95	23,27
Terciario	33.324	8,0	266,6	3,08
Equipamientos Pública	82.029	8,0	656,2	7,59
Zonas verdes	417.621	1,5	626,43	7,25
TOTAL			3.560,18	41,19

Figura 23. Consumos de abastecimiento totales estimados

Respecto a estos valores, se indica cómo el caudal actual asociado al suelo urbano consolidado se estima en 41,2 l/s, de forma que el **incremento de demanda** se situaría en torno a los **15 l/s**. Una vez obtenido el caudal demandado, y dado que Los Molinos cuenta con varios depósitos de regulación cuyo volumen estimado conjunto es de 2.600 m^3, se comprueba que esta capacidad no es suficiente, ya que no se garantiza el suministro a la zona servida durante un tiempo de 24 h, nunca inferior a 12 h. Por tanto, se hace necesaria la construcción de nuevas infraestructuras de almacenamiento y regulación de agua. Este caudal de demanda obtenido se tendrá en cuenta para el dimensionamiento de las canalizaciones en la ordenación detallada de cada sector.

El caudal punta de abastecimiento viene dado por la expresión:

$$Qp = Qm * Cp = Qm * \left(1{,}4 + \frac{2{,}8}{\sqrt{Qm}}\right) \leq 3 * Qm$$

Y el resultado obtenido a partir de esta formulación es de **75,6 l/s**, cumpliéndose la condición de que de debe ser igual o inferior a 3*Qm.

1.2. Necesidades en la red de abastecimiento

No será necesario el refuerzo de las infraestructuras existentes en la actualidad para garantizar el abastecimiento de agua. Por tanto, se planificarán las siguientes infraestructuras de abastecimiento según las necesidades del desarrollo del Plan General:

- Respecto a la capacidad de regulación:

Según se mencionó anteriormente, se aconseja que la capacidad de los depósitos de regulación garantice el abastecimiento a la zona servida durante 24 horas, incluyendo un volumen de reserva necesaria contra incendios, y no debiendo ser nunca inferior de la necesaria para 12 horas. Como se ha estimado anteriormente, la demanda teniendo en cuenta los nuevos sectores sería de 3.560,18 m^3 diarios, mientras que la capacidad de almacenamiento de los depósitos reguladores existentes es de 2.600 m^3. Por lo tanto, se considera necesaria la creación de nuevas infraestructuras para la regulación del abastecimiento.

- Respecto a la red de distribución

Una vez se defina la ordenación de los nuevos sectores se propondrán las nuevas conducciones para darles servicio y las conexiones con la red existente.

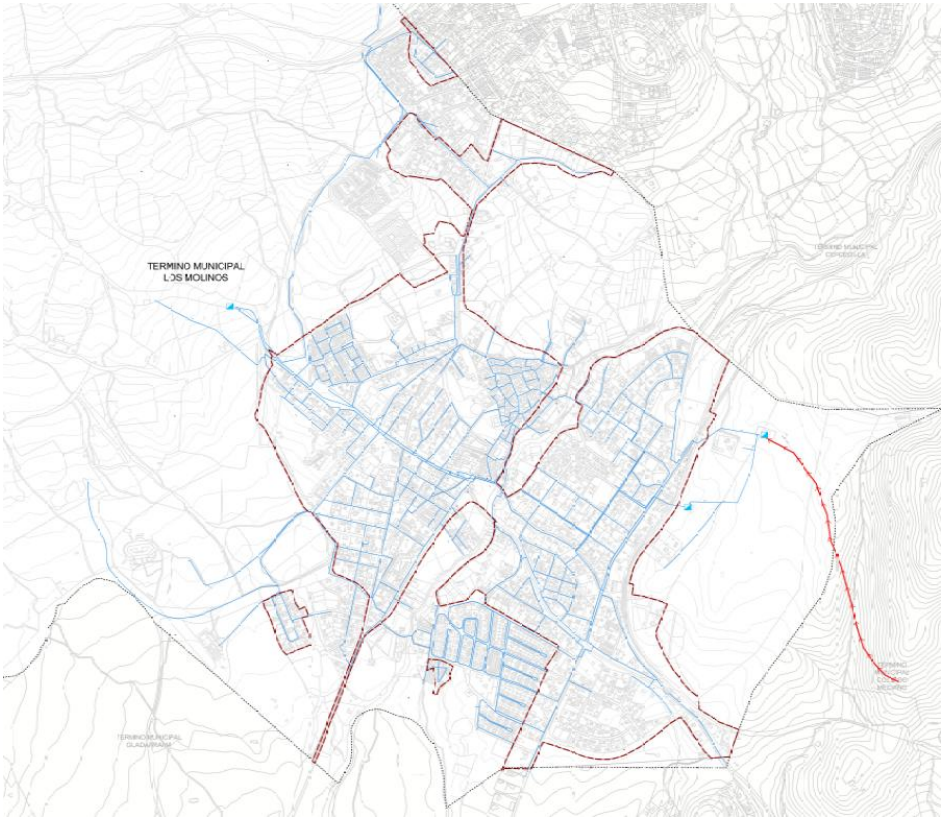


Figura 24. Red de abastecimiento existente

1.3. Criterios de diseño

Las redes de distribución serán en la medida de lo posible de diseño mallado, eliminando puntos y situaciones que faciliten la contaminación o el deterioro del agua distribuida. Únicamente en los lugares donde sea imposible mallar la red de distribución se podrá permitir la instalación de una red ramificada. Se instalarán dispositivos de seccionamiento de manera que permitan el cierre por sectores (polígonos) con objeto de poder aislar áreas ante situaciones anómalas, y desagües que permitan las purgas por sectores (polígonos) para proteger a la población de posibles riesgos de salud.

Capítulo 2. SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN

En cualquier caso, en el diseño de nuevas redes de alcantarillado, se adoptarán, siempre que sea posible, redes separativas, conforme al criterio establecido en el Plan Hidrológico del Tajo: "Los proyectos de nuevas urbanizaciones deberán establecer preferentemente redes de saneamiento separativas para aguas negras y pluviales". Por tanto, la red de drenaje propuesta para la evacuación de las aguas residuales producidas en los nuevos desarrollos urbanísticos previstos en el Plan General será separativa.

Existirá una red de colectores que conduzcan las aguas fecales hacia el emisario que vierte en la EDAR y otra red de colectores para las aguas pluviales que darán salida a las escorrentías hacia los cauces de los arroyos a través de vertidos puntuales. El trazado de las conducciones, tanto de aguas residuales como de pluviales, se debe hacer, siempre que sea posible, de forma que la evacuación de las aguas sea por gravedad, sorteando las divisorias más pronunciadas del terreno natural y considerando los puntos más adecuados de paso. Y preferiblemente bajo las aceras del viario que se establezca.

2.1. Saneamiento de aguas residuales

Justificación de los caudales generados dentro de los nuevos sectores

La determinación de los caudales residuales, siguiendo los criterios establecidos por el Canal de Isabel II, se realiza a partir de las dotaciones de abastecimiento de aguas domésticas e industriales, aplicando un coeficiente de retorno de 0,875 en el caso de uso residencial, tomado como valor medio de los coeficientes de retorno de viviendas unifamiliares y multifamiliares, y de 0,855 en el caso de usos terciario, dotacional e industrial.

En el caso del uso industrial actual, al no destinarse a éste un sector diferenciado y acotado, se considera inexistente, estando del lado de la seguridad al englobarse estos usos dentro del espacio residencial al que le corresponde una dotación mayor.

A partir de los caudales de aguas domésticas e industriales se calculará el caudal punta, valor de referencia con el que se diseñan las conducciones.

El caudal punta de aguas residuales viene dado por:

$$Qp = 1{,}6 * \left(\sqrt{QD + QI} + QD + QI\right) \leq 3 * (QD + QI)$$

donde:

QD = caudal doméstico
QI = caudal industrial, terciario y dotacional

Así, conforme a los datos anteriormente reflejados se tiene:

Requerimientos medios de fecales			
	Usos	**Abastecimiento (l/seg)**	**Saneamiento (l/seg)**
Actual	Residencial	13,69	11,98
	Terciario - Industrial	0	0
	Equipamientos	7,59	6,49
	TOTAL	**21,28**	**18,47**
Nuevos sectores	Residencial	9,58	8,38
	Terciario - Industrial	3,08	2,63
	Equipamientos	0	0
	TOTAL	**12,66**	**11,01**
Municipio	**TOTAL**	**33,94**	**29,48**

Figura 25. Requerimientos medios de fecales

Y el caudal punta resultante a tener en cuenta para los dimensionamientos de las conducciones sería, conforme a la formulación planteada, de **55,8 l/s,** cumpliéndose la condición de tener que ser igual o inferior a 3*(QD+QI).

Necesidades y diseño de las redes

El municipio de Los Molinos, junto con Cercedilla, Guadarrama y Puerto de Navacerrada vierte sus aguas a la EDAR El Chaparral, situada en el término municipal de Guadarrama, y que cuenta con un caudal autorizado de 13.200 m^3/día y una capacidad de diseño de 60.000 habitantes equivalentes.

Una vez se defina la ordenación de los nuevos sectores, se propondrán los nuevos colectores y emisarios que sean necesarios para darles servicio y las conexiones con la red de saneamiento existente.

A partir de las estimaciones realizadas no se prevé la necesidad de ampliar la capacidad de depuración de la EDAR El Chaparral, siendo la capacidad de ésta suficiente para afrontar los nuevos requerimientos. Por otro lado, cabe destacar que la mencionada EDAR no da servicio únicamente a Los Molinos, sino que también sirve a los municipios de Cercedilla, Guadarrama y Puerto de Navacerrada, no dependiendo las posibles actuaciones a acometer sobre ella exclusivamente del desarrollo de este municipio, debiendo dar así una respuesta conjunta.

No se prevé la necesidad de autorización de ningún nuevo punto de vertido dentro del municipio, siendo los nuevos desarrollos asociados a zonas servidas por las EDAR existentes o conectados directamente a éstas.

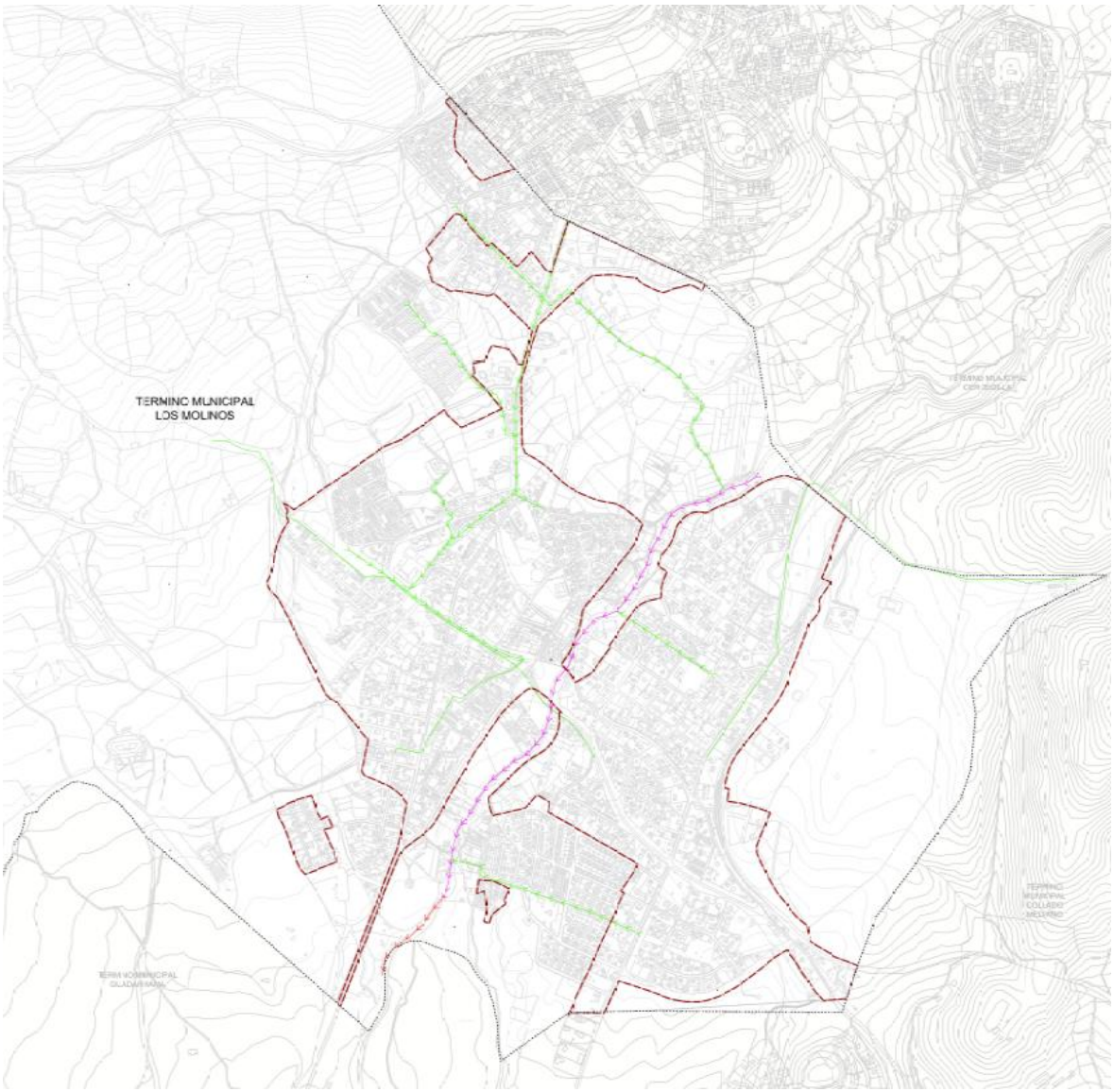


Figura 26. Red de saneamiento existente

2.2. Saneamiento de aguas pluviales

Los nuevos desarrollos asociados al núcleo de Cercedilla se encuentran dentro de las Cuencas del río Guadarrama, y los arroyos de Majaltobar, la Peñota, los Irríos y Matarrubia.

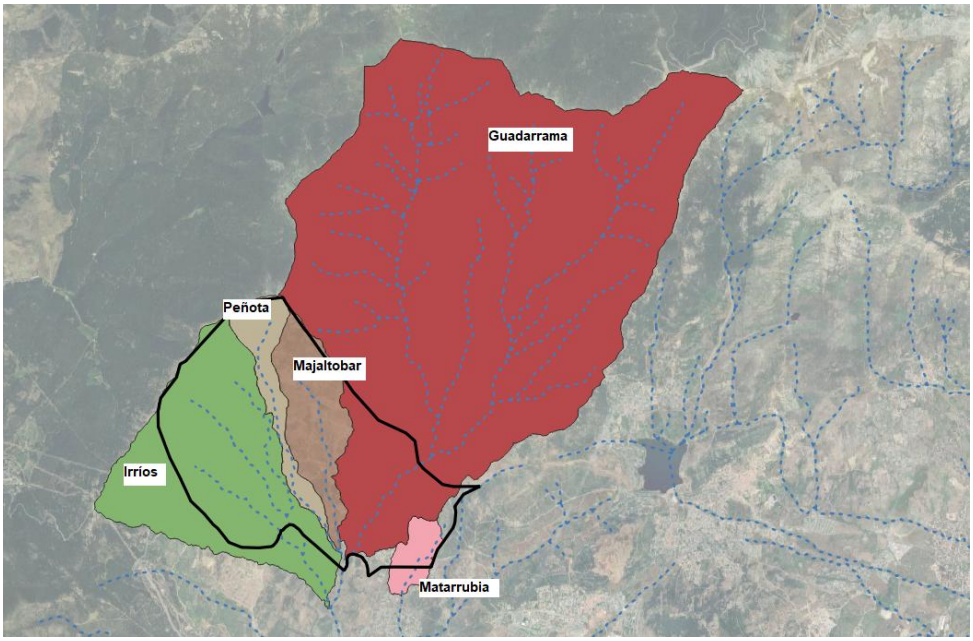


Figura 27. Cuencas del núcleo de Los Molinos

Justificación de los caudales generados dentro de los nuevos sectores

El cálculo del caudal de aguas pluviales de referencia se basa en el método racional recogido en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje superficial". Estos métodos relacionan el caudal de aguas pluviales producido con la intensidad media de precipitación, la superficie de la cuenca de estudio y la escorrentía de esa superficie según el uso que tenga.

Para conocer el caudal de pluviales que deberá canalizarse en cada nuevo sector, se debería contar con la ordenación detallada de los mismos y así poder aplicar los coeficientes de escorrentía correspondientes, en función de los usos. Dada la fase en la que se encuentra el planeamiento, no se cuenta con la ordenación, no obstante, se realizará un cálculo estimativo.

El caudal de avenida se calcula empleando el método racional, cuya expresión es:

$$Q = \frac{CxIxAxKt}{3{,}6}$$

siendo:

Q (m3/seg) = Máximo caudal posible en el período de retorno considerado

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad media de precipitación (mm/h)

A: Área de la superficie de aportación (km2)

K: coeficiente de uniformidad

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Para el cálculo de las precipitaciones, se parte de la publicación "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular", de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, mediante el uso de la aplicación MAXPLU. Según esta publicación, se tienen los siguientes valores de precipitación (Pd) en función del periodo de retorno considerado:

T	Pm	Cv	Yt	Pd
2	60	0,347	0,922	55,32
5	60	0,347	1,216	72,96
10	60	0,347	1,436	86,16
25	60	0,347	1,729	103,74
50	60	0,347	1,953	117,18
100	60	0,347	2,208	132,48
250	60	0,347	2,468	148,08
500	60	0,347	2,819	169,14

Se adopta un periodo de retorno de 25 años, y por tanto, una precipitación de: **Pd_{25} = 103,74 mm**

Tiempo de concentración

El tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del caudal de equilibro se denomina tiempo de concentración, o lo que es lo mismo, el tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado de la cuenca hasta la salida de la misma.

Está relacionado con la longitud del cauce y con la velocidad media que adquiere el agua dentro de la cuenca. La velocidad a su vez está definida por la pendiente del terreno y la rugosidad de la superficie del mismo.

El tiempo de concentración, siguiendo la instrucción de drenaje, se calcula mediante la ecuación:

$$t = 0,3 \times (L / J^{0,25})^{0,76}$$

siendo:

t (h) = Tiempo de concentración

L (km) = Longitud del cauce principal

J (m/m) = Pendiente media

Según las características del ámbito (orografía, infraestructuras colindantes, etc.) las cuencas vertientes consideradas son, prácticamente, las de los propios Sectores. Teniendo en cuenta todo lo anterior, se obtiene el valor del tiempo de concentración para las cuencas.

Intensidad de lluvia

La intensidad media de precipitación (It) para la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos, y con una duración correspondiente al tiempo de retorno, se obtiene a partir de las siguientes ecuaciones:

$$I_t = \left(\frac{P_d^*}{24}\right) x \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

donde:

It (mm/h) = Intensidad de lluvia o intensidad media de precipitación

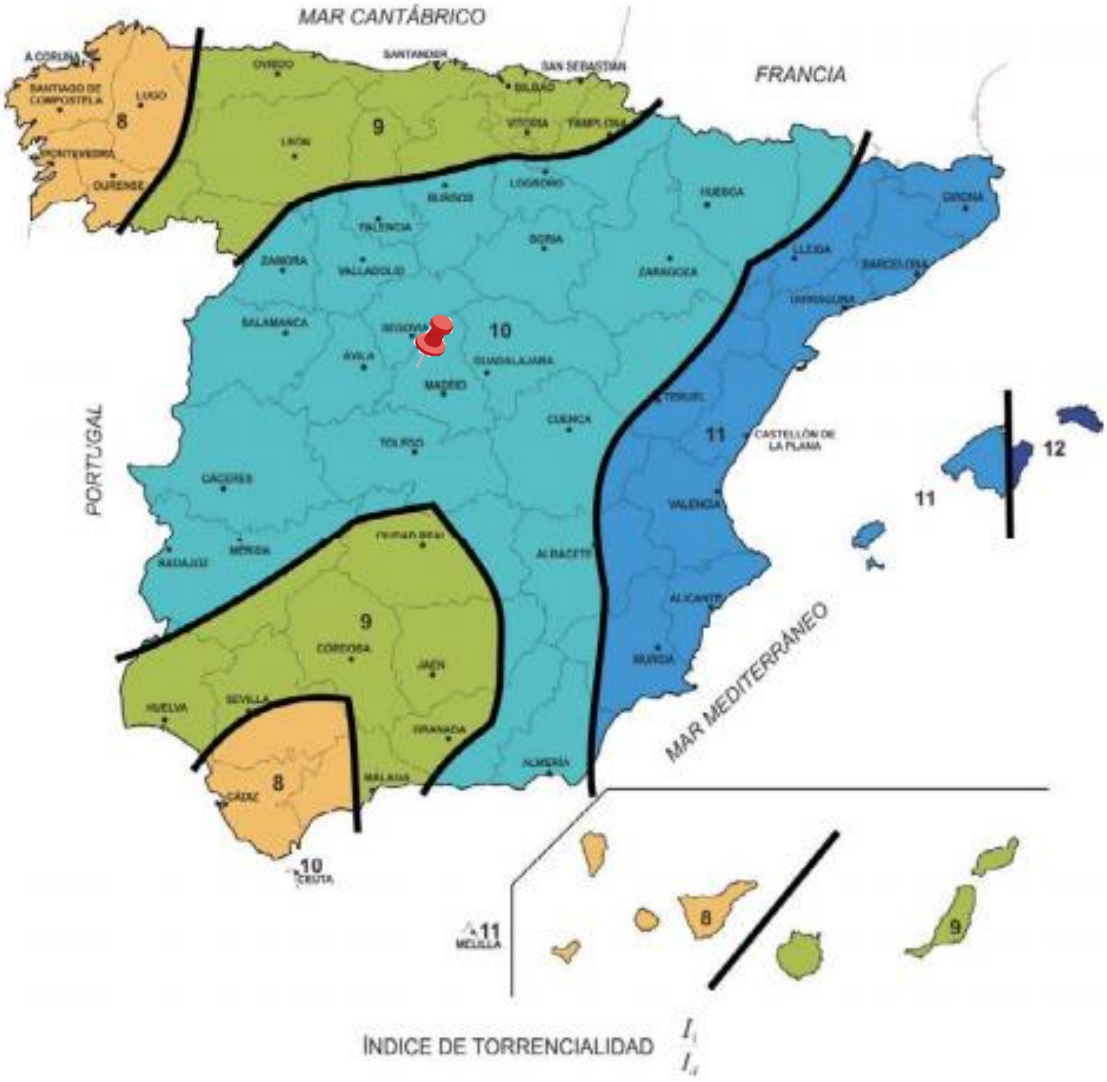
Id (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación. Se calcula con la expresión: $I_d = P_d / 24$

Pd* (mm) = Precipitación total diaria correspondiente al período de retorno considerado corregida por el coeficiente 1 - (logA) / 15, para cuencas de más de 1 km^2.

I1 (mm/h) = Intensidad horaria de precipitación. Se calcula mediante el mapa de isolíneas, correspondiendo el valor obtenido a I1 / Id

t (h)= Duración del intervalo de precipitación. Equivalente al tiempo de concentración.

Según el mapa de isolíneas de la Península Ibérica, **$I_1 / I_d = 10$:**



Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía representa la fracción de lluvia que discurre por la superficie de la cuenca, es decir, la parte del total de agua de lluvia que no se infiltra en el terreno y no es retenida, concentrándose y circulando en superficie. Al no tener detallados los usos del suelo dentro de los sectores, se estima un valor del coeficiente de escorrentía de 0,55 como valor intermedio y ponderado en los entre los que corresponderían a zonas verdes, red viaria, residencial, terciario y equipamientos… Éste es, además, un valor habitual en cálculos de este tipo.

Caudal de aguas pluviales

Una vez disponemos de las áreas de las cuencas consideradas, las intensidades de lluvia y los coeficientes de escorrentía, utilizando el método racional se puede calcular el caudal de aguas pluviales para cada nuevo sector considerado y período de retorno de 25 años.

SECTOR	Área (km^2)	Longitud (km)	Diferencia de cotas (m)	Pendiente media (m/m)	Tiempo de concentración (h)	Id (mm/h)	It (mm/h)	C	Kt	Q (m3/sg)
SURS 1	0.104	0.50	33	0.0656	0.299	4.323	83.873	0.55	1.016	1.349
SURS 2-1	0.049	0.34	10	0.0296	0.257	4.323	90.607	0.55	1.013	0.689
SURS 2-2	0.024	0.53	15	0.0286	0.361	4.323	75.950	0.55	1.020	0.282
SURS 2-3	0.013	0.17	7	0.0417	0.141	4.323	121.605	0.55	1.006	0.241
SURS 3-1	0.012	0.17	8	0.0465	0.141	4.323	121.780	0.55	1.006	0.230
SURS 3-2	0.032	0.50	16	0.0321	0.339	4.323	78.477	0.55	1.018	0.396
SURS 3-3	0.016	0.16	10	0.0625	0.126	4.323	128.395	0.55	1.005	0.308
SURS 4	0.095	0.23	20	0.0866	0.157	4.323	115.720	0.55	1.007	1.696
SURS 5	0.058	0.29	50	0.1706	0.165	4.323	112.850	0.55	1.007	1.007

Figura 28. Caudal de pluviales en sectores a desarrollar (T = 25 años)

Necesidades y diseño de las redes

Las aguas de lluvia serán recogidas y evacuadas al cauce natural más cercano y adecuado para el vertido. En cada nuevo sector a desarrollar se construirá una red de pluviales interna de recogida en colectores generales para conducir las aguas de escorrentía generadas, a los puntos de vertido en los arroyos correspondientes.

En el dimensionamiento de la red de pluviales a disponer cuando los nuevos sectores sean urbanizados, se preverá el desarrollo de sectores anexos y no se dimensionará exclusivamente en función de los caudales internos.

También habrá que tener en cuenta, cuando se disponga de la ordenación detallada y se diseñe la red, que pueden incorporarse a dicha red caudales de zonas situadas fuera del sector, que vierten hacia el mismo.

Asimismo, en caso necesario, será conveniente la implantación de elementos de laminación que recojan las primeras lluvias, que serán además las que presenten una mayor carga de sólidos y contaminantes. De este modo, se atenúa el efecto del cambio de permeabilidad de las zonas urbanizadas, que provoca una llegada más rápida del agua de lluvia a los cauces naturales.

Capítulo 3. AGUA REGENERADA

Debido a la localización de la Estación Depuradora del municipio y a las características de la trama urbana, tanto en su estado actual como en el estado de completo desarrollo de los sectores contemplados, se descarta la incorporación de una nueva red independiente para el riego de zonas verdes u otros aprovechamientos con agua regenerada.

La EDAR que sirve al municipio se encuentra alejada del núcleo urbano. Por tanto, se concluye que no es compatible la proyección de una infraestructura de aguas regeneradas con este municipio.

Título V. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y ZONAS INUNDABLES

Capítulo 1. ZONA INUNDABLE

El principal impacto que el desarrollo de un Plan puede tener en la red hidrográfica, consiste en el incremento del caudal circulante, lo que en circunstancias de avenidas se puede traducir en un aumento de la llanura de inundación y de los daños causados por la misma. En cualquier caso, y dado que el crecimiento planeado para el municipio no supone una ocupación significativa de nuevos terrenos, este impacto se espera sea limitado.

En conformidad con la ley de aguas vigente, se suele proceder a delimitar el Dominio Público Hidráulico y las Zonas Inundables. Para el Dominio Público Hidráulico, se puede considerar el caudal correspondiente a un periodo de retorno de 5 años mientras que, para las zonas inundables para la crecida extraordinaria, se determina como la zona anegada por la crecida con periodo de retorno de 500 años. en el **anejo Nº 1**"**Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos**", se detallan los cálculos efectuados a tal efecto.

Según el artículo 14 del **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, se considera zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de **500 años**.

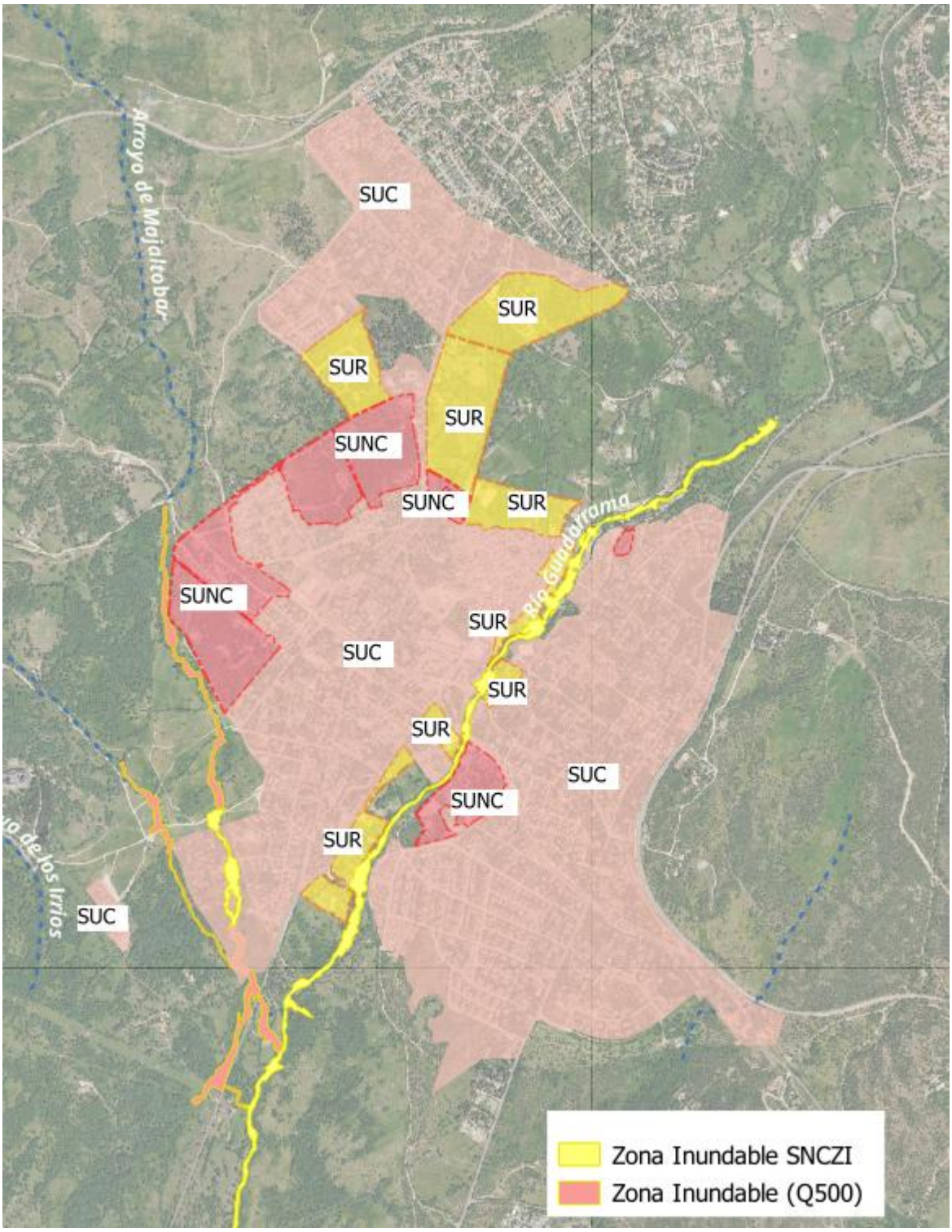


Figura 29. Zona Inundable.

Capítulo 2. ZONA DE FLUJO PREFERENTE

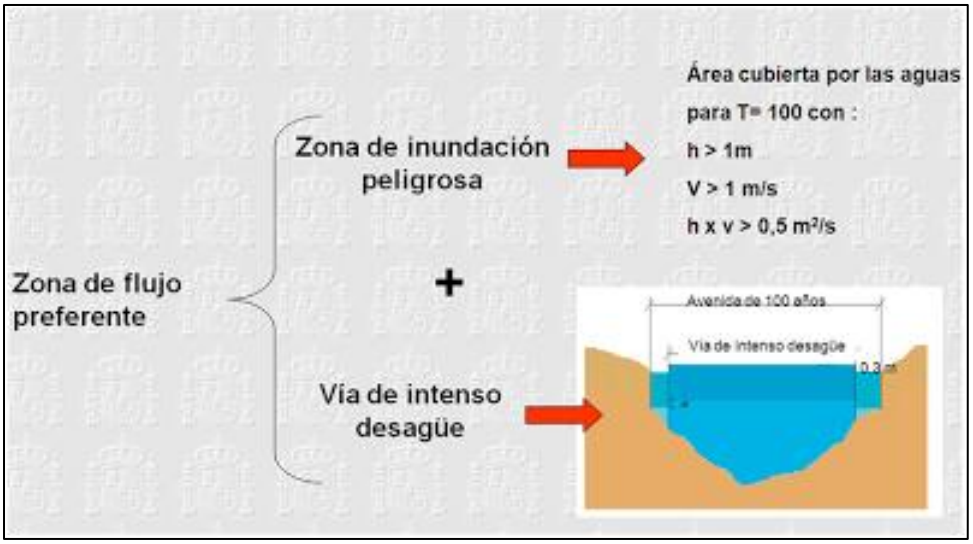
La modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico efectuada a través del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, introdujo los siguientes conceptos en la zonificación de los espacios fluviales:

Zona de inundación peligrosa (ZIP): Zona en la que se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 m.
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m^2/s.

Vía de intenso desagüe (VID): 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. El cálculo de la VID requiere una simulación independiente, con cálculos reiterativos hasta conseguir que se cumpla la condición de que la diferencia de los calados máximos sea igual a 0,30 m.

Zona de flujo preferente (ZFP): Constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, denominada vía de intenso desagüe, con la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, definida como zona de inundación peligrosa o zona de graves daños; definiendo su límite exterior la envolvente de ambas zonas.



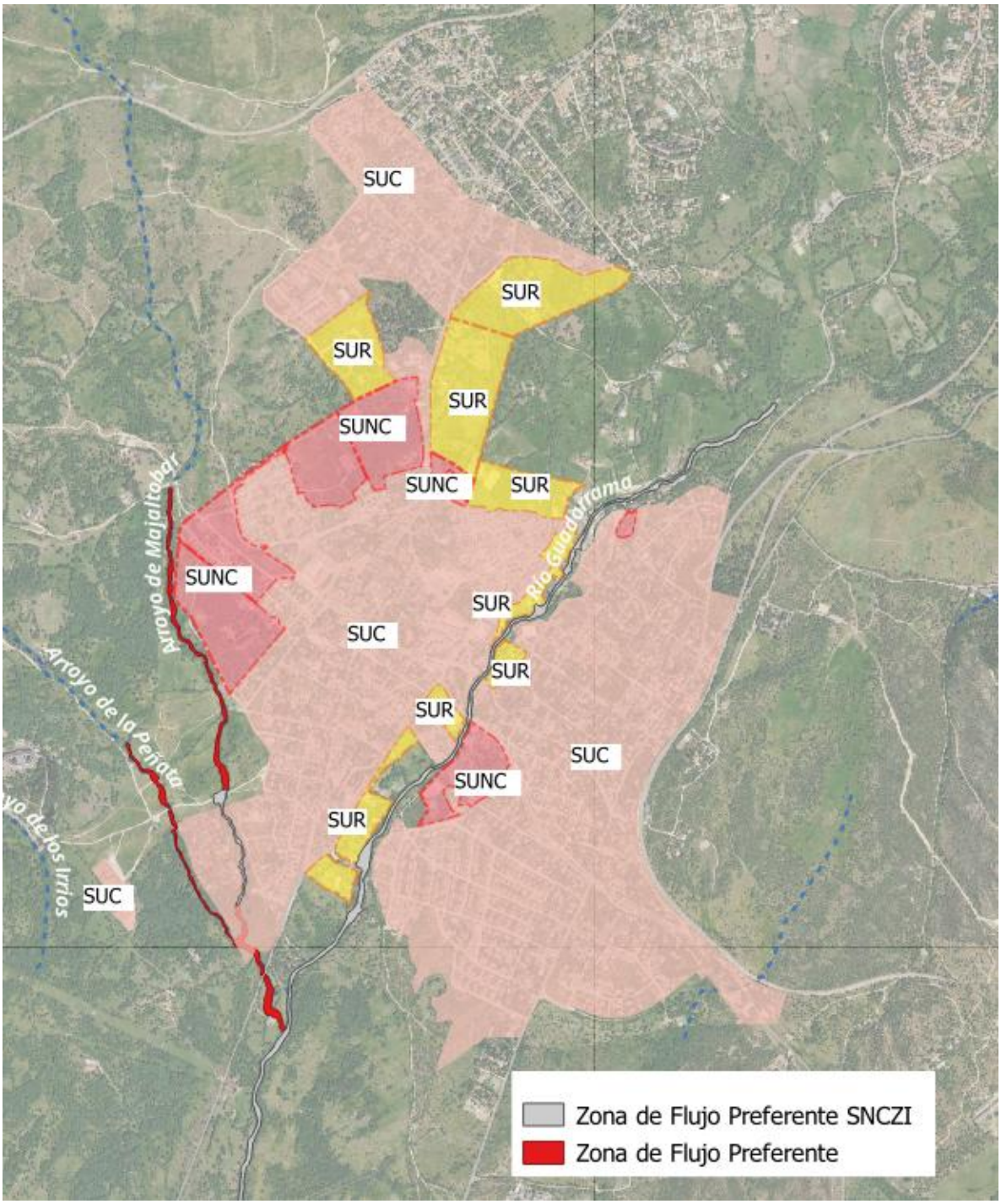
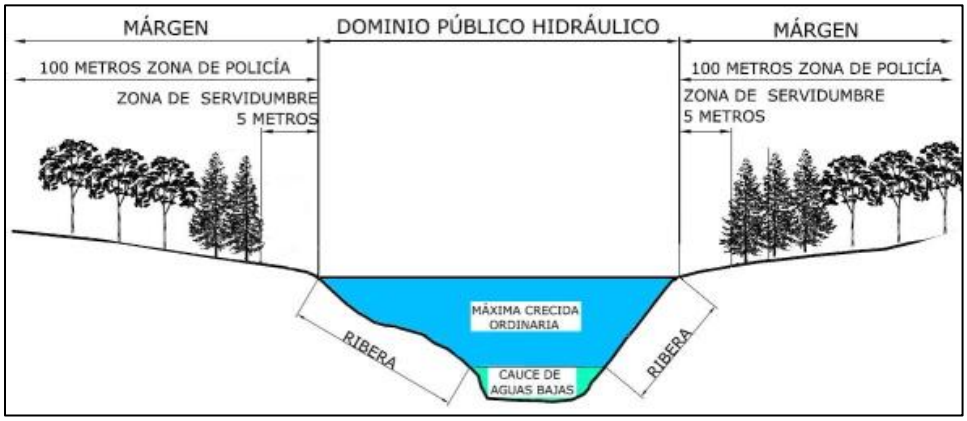


Figura 30. Zona de Flujo Preferente.

Capítulo 3. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

De acuerdo al texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, pertenecen al dominio público hidráulico (DPH) los cauces de corrientes naturales continuos o discontinuos. Estos cauces o álveos están protegidos por una franja lateral de 5 m de anchura, que se denomina zona de servidumbre, y una franja de 100 metros de zona de policía.



Para establecer un trazado en planta del Dominio Público Hidráulico, se ha de calcular la **máxima crecida ordinaria (MCO)**, definida como la media de los máximos caudales en su régimen natural, producidos durante 10 años consecutivos, que sean representativos del comportamiento de la corriente.

El límite así obtenido, debe ser considerado como límite inferior, ya que para llegar al deslinde definitivo del DPH, aparte de los métodos hidrológicos, han de utilizarse criterios fluviomorfológicos, medioambientales y sociales.

Según la publicación del CEDEX "Aspectos prácticos de la definición de la Máxima Crecida Ordinaria" el periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria (TMCO) se obtiene según la expresión

TMCO Cv = 5

Siendo Cv el coeficiente de variación de la distribución de máximos caudales anuales. La zona de estudio tiene asignado un valor regional estadístico de 0,79, por lo que el periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria sería, siguiendo el criterio del CEDEX, de 4 años.

No obstante, para la obtención del caudal que define la máxima crecida ordinaria se considerará un periodo de retorno **más conservador de 5 años**.

Posteriormente se realiza otra simulación bidimensional con los caudales correspondientes, obteniéndose los siguientes resultados:

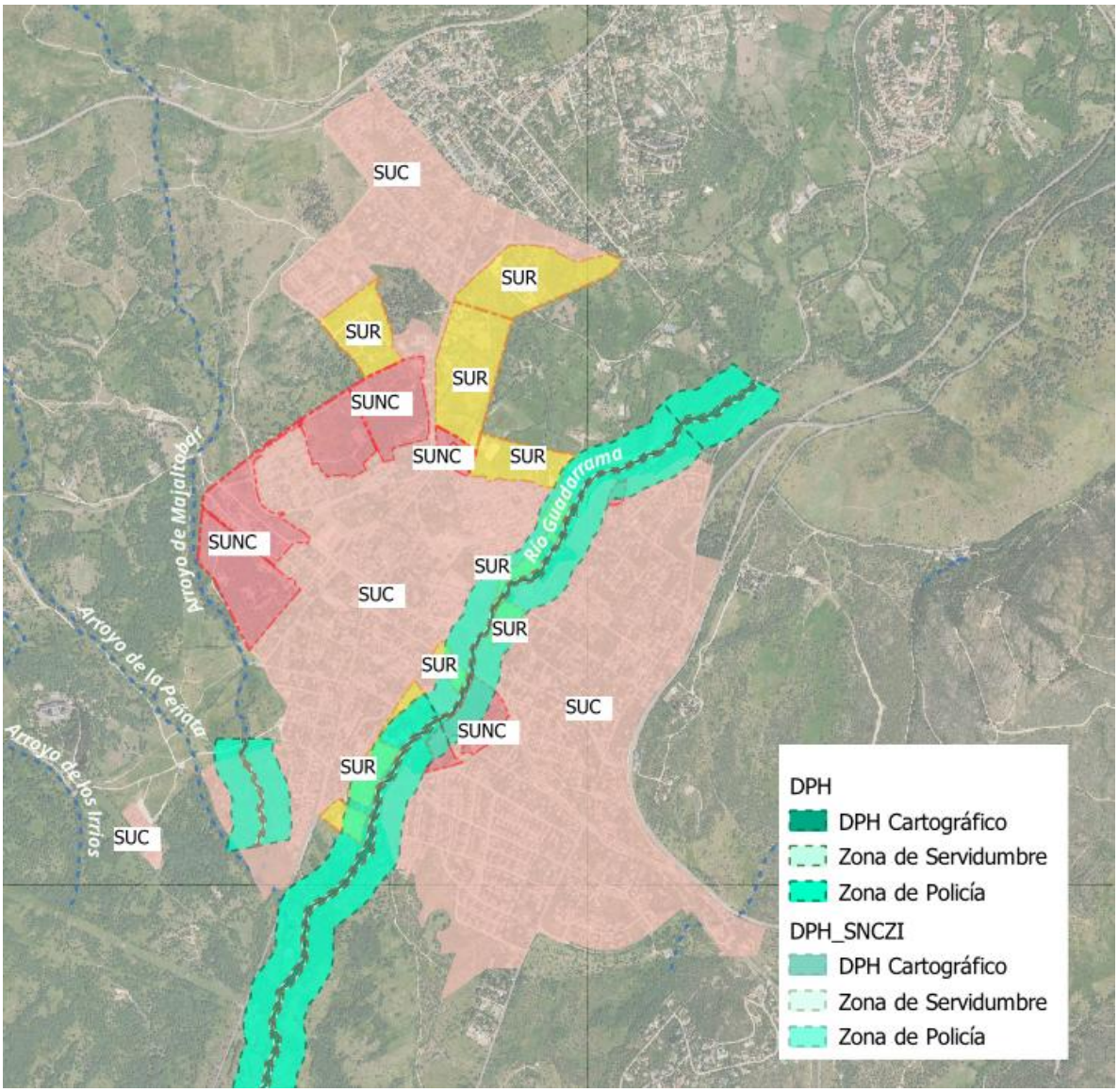


Figura 31. DPH Cartográfico o Probable.

Título VI. ANEJOS

ANEJO Nº1 CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

ÍNDICE

ÍNDICE 2

TÍTULO I. INTRODUCCIÓN 4

Capítulo 1. Objeto 5

Capítulo 2. Objetivos específicos 6

TÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO 7

Capítulo 1. Condiciones del medio físico 10

1.2. Zonas protegidas 24

Capítulo 2. Situación del Planeamiento vigente 26

2.1. Clasificación del Suelo 26

2.2. Ordenanzas en el Suelo Urbano 29

Capítulo 3. Situación de la gestión del agua 31

TÍTULO III. PREVISIÓN DE MODIFICACIONES EN LA RED HIDROGRÁFICA Y LA CAPACIDAD HÍDRICA 34

Capítulo 1. Clasificación del suelo establecida por el nuevo Plan General 35

Capítulo 2. Implicaciones en la Red Hidrográfica y la capacidad hídrica de los cambios en el Planeamiento 37

TÍTULO IV. REDES DE ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN 38

Capítulo 1. Abastecimiento 39

1.1. Caudales 39

1.2. Necesidades en la red de abastecimiento 42

1.3. Criterios de diseño 43

Capítulo 2. Saneamiento y depuración 44

2.1. Saneamiento de aguas residuales 44

2.2. Saneamiento de aguas pluviales 47

Capítulo 3. Agua regenerada 52

TÍTULO V. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y ZONAS INUNDABLES 53

Capítulo 1. Zona Inundable 54

Capítulo 2. Zona de Flujo Preferente 56

Capítulo 3. Dominio Público Hidráulico 58

TÍTULO VI. ANEJOS 60

TÍTULO I. INTRODUCCIÓN 65

Capítulo 1. Objetivo 66

Capítulo 2. Visita de campo 67

2.1. Infraestructuras transversales 67

2.2. Infraestructuras longitudinales 73

TÍTULO II. ANÁLISIS HISTÓRICO 74

TÍTULO III. SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES 78

TÍTULO IV. HIDROLOGÍA 80

Capítulo 1. Precipitaciones e intensidad de lluvia 81

Capítulo 2. Cuencas 85

Capítulo 3. Caudales 87

3.1. Método Racional 87

3.2. HEC-HMS 99

TÍTULO V. RESULTADOS 107

Capítulo 1. Precipitaciones e Intensidad de Lluvia. 108

Capítulo 2. Cuencas 109

Capítulo 3. Usos del Suelo 113

Capítulo 4. Modelo Hidrometeorológico HEC-HMS. 117

4.1. Precipitación 117

4.2. Infiltración 117

4.3. Propagación 118

Capítulo 5. Caudales. 120

Capítulo 6. Calibración del Modelo – Validación de datos 121

TÍTULO VI. MODELO HIDRÁULICO 123

Capítulo 1. Iber 124

Capítulo 2. Modelo Digital del Terreno 127

Capítulo 3. Parámetros de Iber 129

3.1. Condiciones de Contorno: 131

3.2. Estructuras (Culverts) 132

Capítulo 4. Postproceso y exportación de resultados. 134

TÍTULO VII. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO PROBABLE 135

Capítulo 1. Máxima Crecida Ordinaria 137

TÍTULO VIII. ZONA DE FLUJO PREFERENTE. 139

TÍTULO IX. ZONA INUNDABLE 141

TÍTULO X. PLANOS 142

Título I. INTRODUCCIÓN

Capítulo 1. OBJETIVO

Como se ha indicado en el apartado de descripción de las nuevas actuaciones previstas por el Avance del PGOU, se concentran en suelos pertenecientes a la cuenca del Guadarrama, interfiriendo en las cuencas de los siguientes arroyos, todos ellos incluidos en La Red Hidrológica Principal suministrada por la CHT (:Visor Confederación Hidrográfica del Tajo (chtajo.es)

a) Arroyo de la Peñota

b) Arroyo de Majaltobar

Se realiza el presente estudio en el ámbito del núcleo de Los Molinos, con el objetivo de determinar el Dominio Público Hidráulico (DPH), la Zona de Flujo Preferente (ZFP) y las Zonas Inundables (ZZII) para una serie de periodos de retorno.

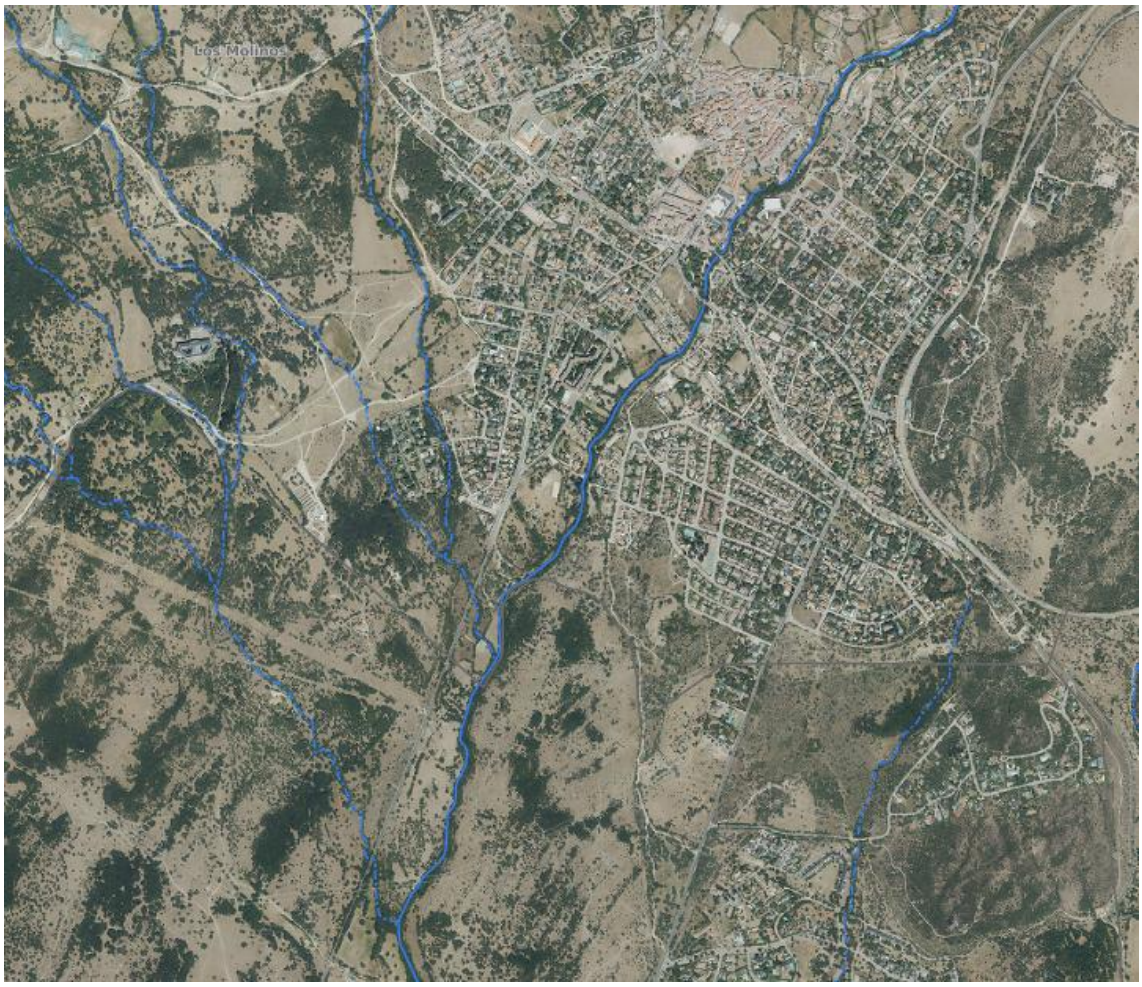


Figura 32. Entorno de la zona de estudio. Fuente: Visor CAM

Capítulo 2. VISITA DE CAMPO

Con el fin de disponer de un conocimiento detallado de la zona de estudio, se ha realizado una visita de campo a la zona, para inspeccionar el recorrido de los diferentes cauces y el rastro de las llanuras de inundación. A partir de este reconocimiento se definen las estructuras, obras de fábrica y posibles obstáculos o condiciones de contorno para el flujo del agua, que deben quedar recogidos en el modelo de simulación con el fin de obtener un mejor resultado.

2.1. Infraestructuras transversales

Se han identificado una serie de infraestructuras transversales fijas que pueden suponer un obstáculo de entidad para el flujo hidráulico de los diferentes cauces a partir de ciertos caudales, los cuales se han digitalizado dentro del modelo de cálculo hidráulico desarrollado:

- **Puente de la calle Piscina** sobre el río Guadarrama, que da acceso rodado a viviendas particulares y acceso peatonal al camino de la Portuguesa.

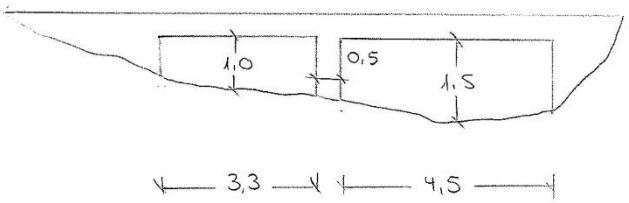


Figura 33. Alzado puente calle Piscina



Figura 34. Puente calle Piscina

- **Puente de la Avenida de los Molinos**, sobre el río Guadarrama, que conecta la calle Tres Puentes con el camino de la Portuguesa.

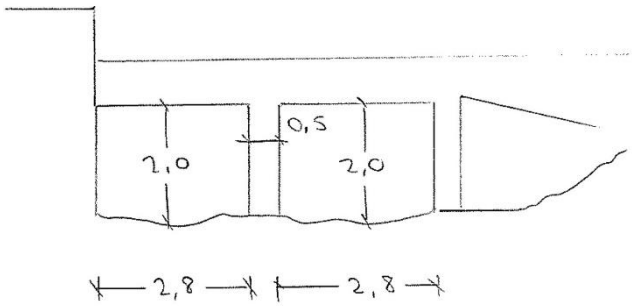


Figura 35. Alzado puente avenida Los Molinos



Figura 36. Puente avenida Los Molinos

- **Pasarela peatonal** que conecta la calle Molino de la Mónica con el pasaje San Pascual sobre el río Guadarrama.

- **Puente del paseo Miguel Menéndez Boneta** sobre el río Guadarrama.

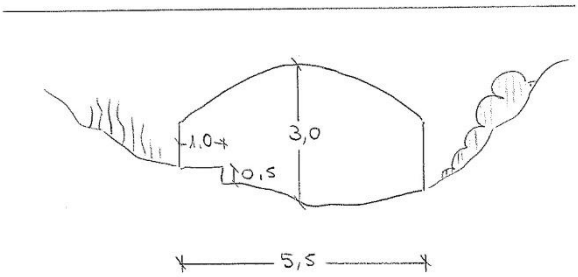


Figura 37. Alzado paseo Miguel Menéndez Boneta



Figura 38. Puente paseo Miguel Menéndez Boneta

- **Puente de la carretera M-621** sobre el río Guadarrama (avenida Cañada Real)

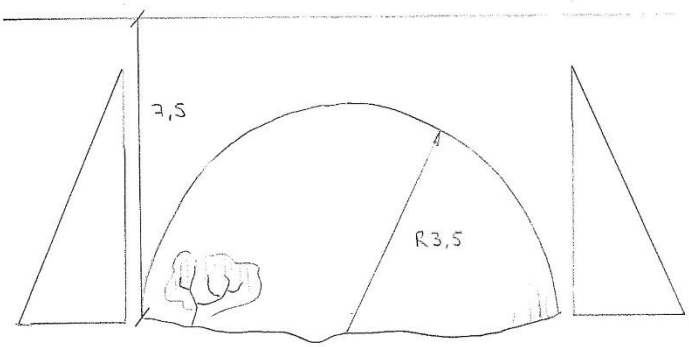


Figura 39. Alzado puente avenida Cañada Real



Figura 40. Puente avenida Cañada Real

- **Puente de la travesía del Molino de la Cruz** sobre el río Guadarrama

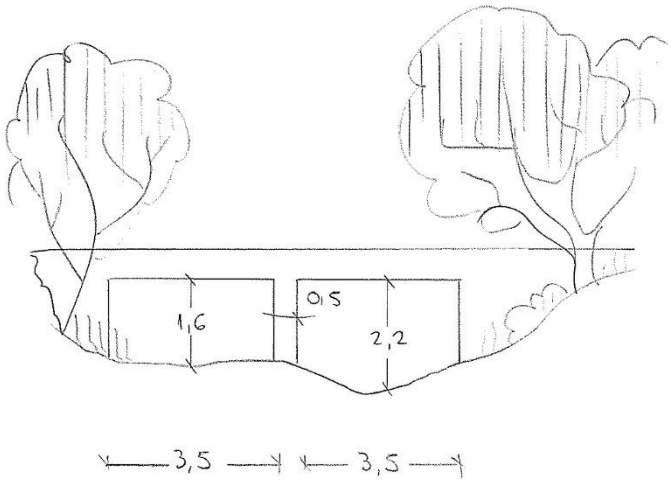


Figura 41. Alzado puente travesía Molino de la Cruz



Figura 42. Puente travesía Molino de la Cruz

- **Puente en la calle río Tajo** sobre el arroyo de Majaltobar, en la urbanización Cerca de la Mora Alta



Figura 43. Puente calle Río Tajo

- **Obra de drenaje transversal en el camino de la Virgen del Espino** sobre el arroyo de Majaltobar, antes de llegar al cementerio



Figura 44. ODT en camino Virgen del Espino

- **Puente en la M-622** sobre el arroyo de la Peñota, fuera del núcleo urbano, en dirección a Guadarrama (P.K. 3)



Figura 45. Puente en M-622

- **Caño en el camino de la Virgen del Espino** sobre el arroyo de la Peñota, antes de llegar al cementerio



Figura 46. Caño camino Virgen del Espino

2.2. Infraestructuras longitudinales

El cauce del río Guadarrama dentro del municipio de Los Molinos está en general bien definido, existiendo en la parte urbana diversos muros y terraplenes en ambas márgenes que hacen de delimitación de la llanura de inundación. Este tipo de sobreelevaciones del terreno, por lo general artificiales, aparecen claramente identificadas en el modelo digital del terreno empleado para la simulación.



Figura 47. Cauce del río Guadarrama

Título II. ANÁLISIS HISTÓRICO

Se ha realizado un estudio del medio fluvial a partir de **fotos aéreas históricas**, obtenidas a través del visor web del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Se puede apreciar cómo los desarrollos urbanos se han ido adaptando a lo largo del tiempo a los límites ribereños e, incluso, a las llanuras de inundación más habituales cuyo rastro geomorfológico se aprecia en las ortofotografías.

El río Guadarrama se caracterizaba por contar con un cauce bien definido, con una amplia ribera sobre la que discurrían diversos cauces que fluctuaban en el tiempo. La evolución observada en las sucesivas imágenes aéreas muestra la gran intervención humana sobre el territorio y la aparición del bosque de ribera provocando un mayor constreñimiento del cauce. La aparición de infraestructuras transversales supone la introducción de elementos que ejercen cierto efecto barrera en el flujo hidráulico, motivo por el cual resulta tan importante su modelización.

En definitiva, la situación actual se corresponde a la de un terreno alterado por el desarrollo territorial y urbano, para cuyo estudio es necesario acudir a la modelización hidráulica, considerando como natural el terreno alterado en su situación actual.



Figura 48. Ortofotos año 1956 – actualidad.Casco histórico de Los Molinos.
Fuente: PNOA

Se observa como en el año 1956 ya existía un desarrollo urbanístico ligado al eje de la actual M-621. Además, en el otro margen del río Guadarrama se ha llevado a cabo la construcción de numerosas viviendas residenciales que conlleva la ejecución de muros y terraplenes con el objetivo de limitar el cauce del río



Figura 49. Ortofotos año 1956 – actualidad. Entorno de la estación de ferrocarril de Los Molinos.
Fuente: PNOA

Los desarrollos del este del núcleo han constreñido el cauce. Se aprecia cómo ha aumentado considerablemente la vegetación de ribera.

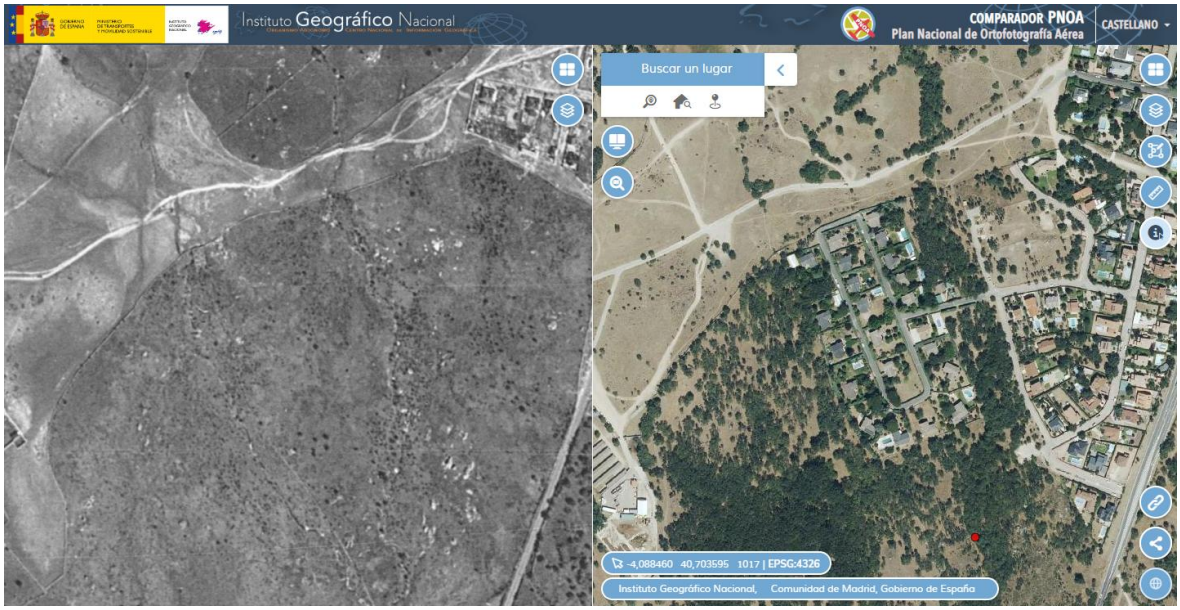


Figura 50. Ortofotos año 1956 – actualidad. Urbanización Cerca de la Mora Alta.
Fuente: PNOA

La construcción de la urbanización Cerca de la Mora Alta entre los arroyos de la Peñota y de Majaltobar ha constreñido ambos cauces y reducido considerablemente la llanura de inundación. Se ha producido un importante crecimiento de vegetación de ribera antes inexistente.



Figura 51. Ortofotos año 1956 – actualidad. Entorno del polideportivo Majalastablas.
Fuente: PNOA

En la margen este del río Guadarrama se ha producido un gran desarrollo urbanístico, incluyendo entre las actuaciones ejecutadas la construcción del polideportivo Majalastablas muy próximo al cauce. En toda esta margen actualmente se encuentran zonas residenciales de viviendas unifamiliares que han contribuido a constreñir el cauce del río.

La fuente de datos históricos de inundaciones más amplia existente en todo el país es el estudio llevado a cabo por la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI), que fue creado en el año 1983 en el seno de la Comisión Nacional de Protección Civil.

Desde el año 1995, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, ha llevado a cabo el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH), en el que se incluye para Cuenca, además de la información recopilada en su día por la CTEI, la obtenida a partir de archivos de administraciones, prensa, consorcio de compensación de seguros, centros meteorológicos territoriales y Confederaciones Hidrográficas.

De esta forma se han podido analizar el número de eventos sucedidos en cada municipio, así como su distribución temporal.

Efectuada la consulta en https://www.desinventar.net/, en la base de datos del CNIH sólo constan tres episodios de inundación en el municipio de Los Molinos, concretamente los ocurridos en 1989, 1995 y 1997, está última provocada por el Arroyo de Majaltobar.

Region *Spain* - [esp] **Data: Query Results**

Serial	Event	Province	Commune	Other	Date	Location
463/3123	FLOOD	MADRID	Molinos, Los		1997/12/17	Urb El Linar
459/3123	FLOOD	MADRID	Molinos, Los		1995/12/--	
453/3123	FLOOD	MADRID	Molinos, Los		1989/12/--	

Results: 3 hits. 1 Pages :

UNDRR
UN Office for Disaster Risk Reduction

Figura 52. Ficha DESINVENTAR. Eventos registrados

Título III. SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES

El Ministerio para la Transición ecológica y el Reto Demográfico, siguiendo los principios de la Directiva 2007/60 sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación, ha puesto en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

El eje central del SNCZI es el visor cartográfico de zonas inundables, que permite a todos los interesados visualizar los estudios de delimitación del Dominio Público Hidráulico (DPH) y los estudios de cartografía de zonas inundables, elaborados por el Ministerio y aquellos que han aportado las Comunidades Autónomas.

Como resultado se generó la cartografía que define las áreas definidas como **Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)**.

Ámbito de estudio

Dentro de las zonas analizadas en el SNCZI, los ARPSI que corresponden al municipio de Los Molinos, se encuentran codificados como:

- ES030-13-04.2 Río Guadarrama.
- ES030-13-04.2-03 Arroyo de Majaltobar

Base Cartográfica

El objetivo final de la cartografía de zonas inundables es la obtención de los correspondientes mapas de peligrosidad y riesgo. Estos mapas son públicos y pueden consultarse en el visor web del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

(https://sig.miteco.gob.es/snczi/index.html?herramienta=DPHZI)

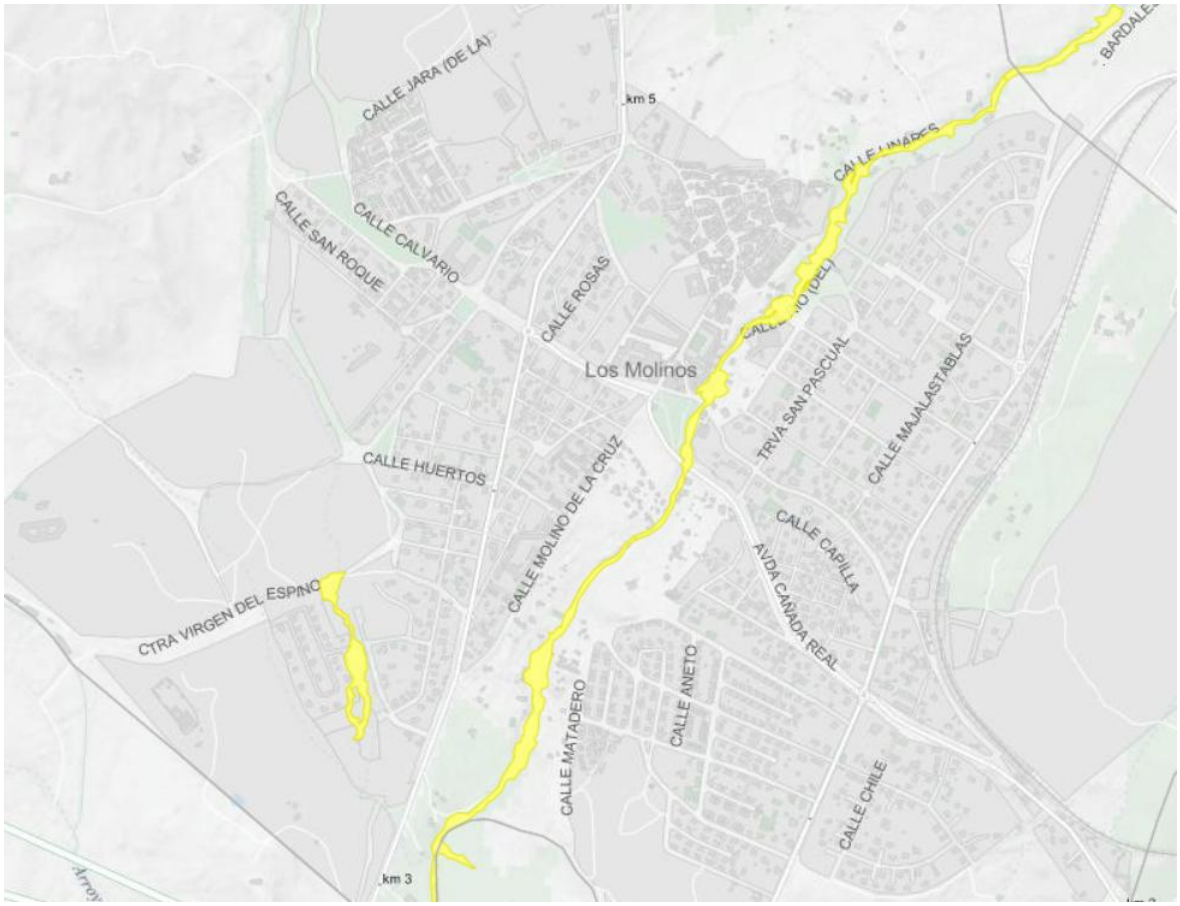


Figura 53. Detalle del Mapa Zonas Inundables del SNCZI

Título IV. HIDROLOGÍA

Capítulo 1. PRECIPITACIONES E INTENSIDAD DE LLUVIA

La determinación de las precipitaciones máximas correspondientes a los períodos de retorno de 2, 5, 20, 100 y 500 años se lleva a cabo según el método empleado en la Serie Monográfica "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" del Ministerio de Fomento.

Dicha publicación tiene en consideración los datos disponibles, convenientemente tratados, de todas las estaciones meteorológicas existentes en la región analizada.

Así pues, la determinación de las precipitaciones máximas para los diversos períodos de retorno se lleva a cabo mediante un ajuste estadístico SQRT-ET, que tiene en cuenta en mayor medida la variabilidad regional al considerar mayor número de estaciones que el ajuste tradicional de *Gumbel*.

El método propuesto y empleado en la citada publicación del Ministerio de Fomento "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" comprende, esquemáticamente, las siguientes fases:

- Selección de estaciones pluviométricas y recopilación de sus datos correspondientes a las máximas lluvias diarias. Se procede a agrupar las 1.545 estaciones básicas con 30 o más años de registro en 26 regiones geométricas, representadas en la figura siguiente, tratando de agrupar zonas de territorio con características meteorológicas comunes, y analizando su homogeneidad con un test estadístico de X^2.

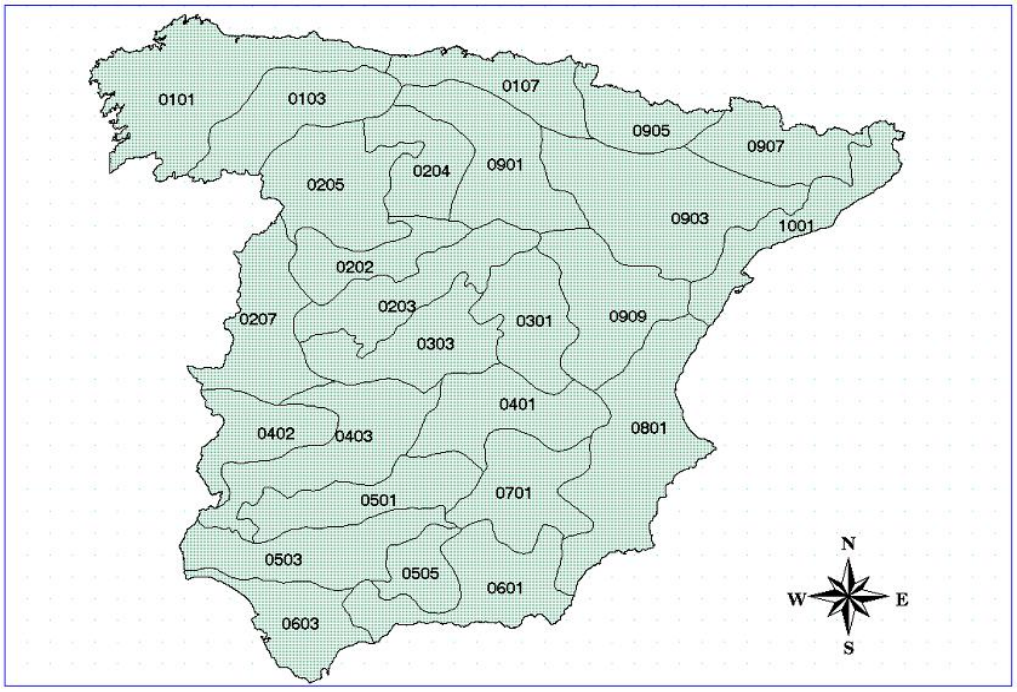


Figura 54. División de la España Peninsular en 26 regiones geográficas con características meteorológicas comunes.

- Modelización estadística de las series anuales de máximas lluvias diarias realizando una estimación regional de parámetros y cuantiles.

Comprende la estimación regional de los parámetros y cuantiles de los siguientes modelos de función de distribución:

- Valores Extremos Generalizados (GEV)
- *Log-Pearson III* (LP3)
- Valores Extremos con dos Componentes (TCEV)
- SQRT-ET máx

Una vez comparados y analizados los resultados obtenidos se escoge la ley SQRT-ET máx por las siguientes razones:

- Es el único de los modelos analizados que ha sido propuesto específicamente para la modelización estadística de máximas lluvias diarias.
- Está formulada sólo con dos parámetros, lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación, con lo que se consigue una mayor facilidad de presentación de resultados.
- Proporciona resultados más conservadores que la tradicional ley de *Gumbel*.
- Devuelve valores más conservadores que los otros modelos de ley analizados para las 17 regiones con cuantiles menores, mostrando unos resultados similares en el resto de las regiones.
- Demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos.

- Análisis de la distribución del valor medio de las series anuales de máximas lluvias diarias, estimado directamente a partir de las muestras.

  Los resultados obtenidos mediante el proceso anterior se plasman en un sistema de información geográfica, que puede ser consultado a través de la aplicación informática MAXPLU.

  Mediante este software, e introduciendo las coordenadas UTM referidas al huso 30 del punto geográfico analizado, se obtienen los siguientes datos de salida:

  - **Pm** valor medio de la precipitación diaria máxima anual (mm/día)
  - **Cv** valor del coeficiente de variación
  - **PT** precipitación diaria máxima para el periodo de retorno considerado (mm/día)

En aplicación del citado método, se realizan los pasos que se muestran a continuación:

1. Usos de mapas de representación Cv-P (Coeficiente de variación – máxima precipitación diaria anual). En el anejo 1 de la publicación indicada es incluyen una serie de mapas en los que se representan tanto las isolíneas del coeficiente de variación Cv como las del valor medio P de la máxima precipitación diaria anual.
   Los parámetros indicados se obtienen a partir de la siguiente figura:

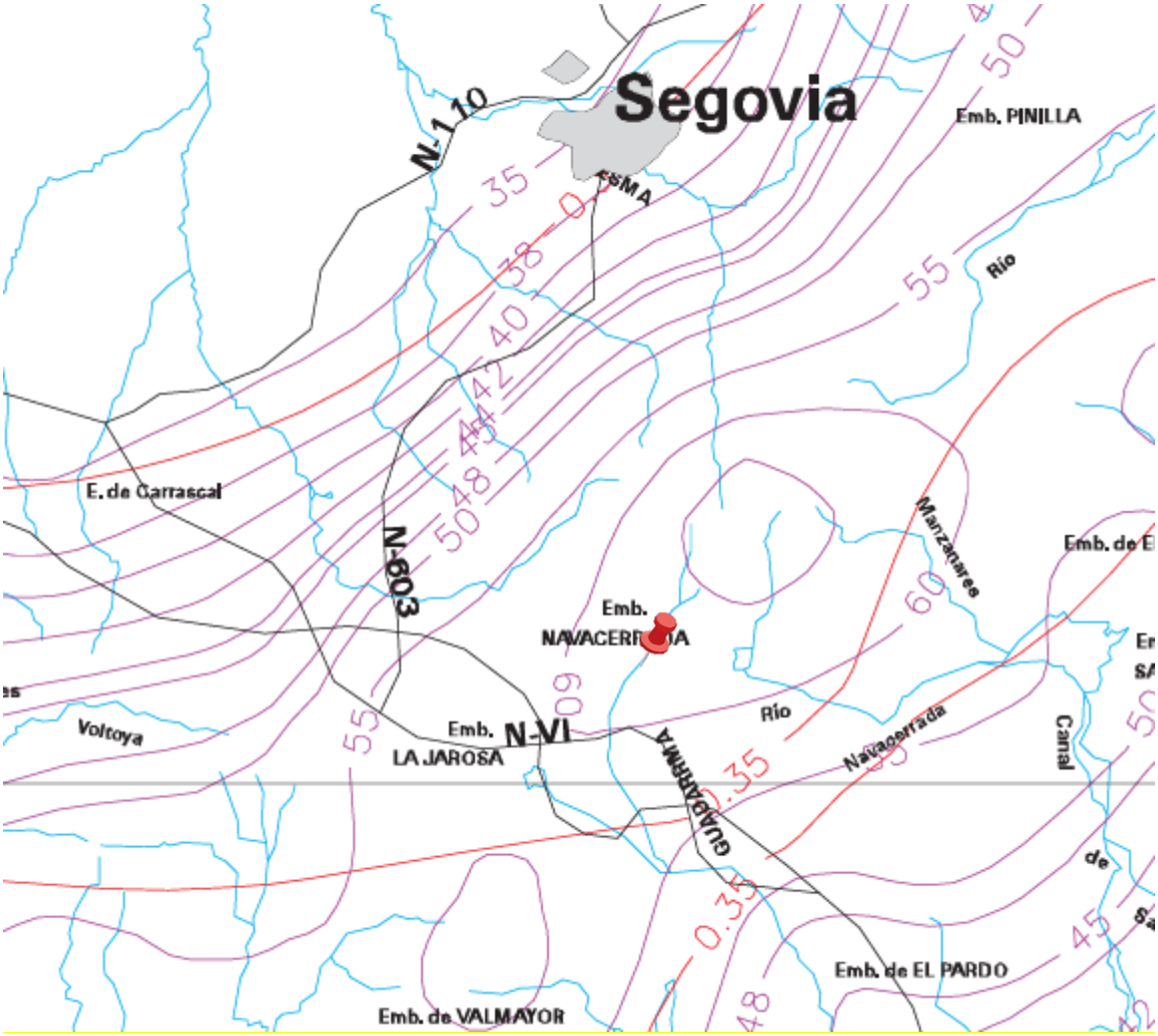


Figura 55. Máxima precipitación diaria. Fuente: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular, Ministerio de Fomento (1999)

A partir de dichos mapas, y mediante la aplicación informática que incluye la publicación mencionada, se obtienen los siguientes valores para la zona en estudio:

Cv = 0,347

Pm = 60 mm/día

2. Estimación de las precipitaciones máximas para cada periodo de retorno. Para los periodos de retorno deseados, y con el valor de Cv, se obtiene el cuantil regional Yt, también denominado "factor de ampliación" Kt, mediante la tabla 7.1 que se incluye a continuación:

	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
C_v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Figura 56. Cuantiles Y1 de la Ley SQRT-ETmax.

Siendo los resultados obtenidos:

T (años)	2	5	10	25	50	100	200	500
Yt	0,922	1,216	1,436	1,729	1,953	2,208	2,468	2,819

Realizando el producto del factor de amplificación Yt, por el valor medio P, de la máxima precipitación diaria anual, se obtiene la precipitación diaria máxima para cada periodo de retorno considerado.

T	Pm	Cv	Yt	Pt
2	60	0,347	0,922	55,32
5	60	0,347	1,216	72,96
10	60	0,347	1,436	86,16
25	60	0,347	1,729	103,74
50	60	0,347	1,953	117,18
100	60	0,347	2,208	132,48
250	60	0,347	2,468	148,08
500	60	0,347	2,819	169,14

Capítulo 2. CUENCAS

El estudio de cuencas y la posterior determinación de caudales asociados se lleva a cabo mediante herramientas GIS, calculando las cuencas hidrológicas asociadas a los cauces objeto de análisis, sobre el Lidar 1 m (*Laser Imaging Detection and Ranging*), proporcionada por el IGN.

La delimitación de la cuenca vertiente y de la red de drenaje, se realiza mediante el software de información geográfica (GIS), a partir del Modelo Digital del Terreno LIDAR 1 m, siguiendo los pasos descritos a continuación.

- **Eliminar depresiones** (Sumideros). Mediante este proceso se corrigen los puntos bajos de la cartografía original, las direcciones de flujo no se pueden calcular en algunas celdas y produce cálculos erróneos de parámetros hidrológicos tales como la acumulación de flujo. Los pozos y sumideros se sustituyen por un plano inclinado que asegure la conectividad hidráulica a la red de drenaje hacia aguas abajo.
- **Dirección de flujo**. Partiendo del MDT, la dirección de flujo está determinada por la dirección del descenso más pronunciado, o la caída máxima, desde cada celda. Se calcula según el siguiente esquema:

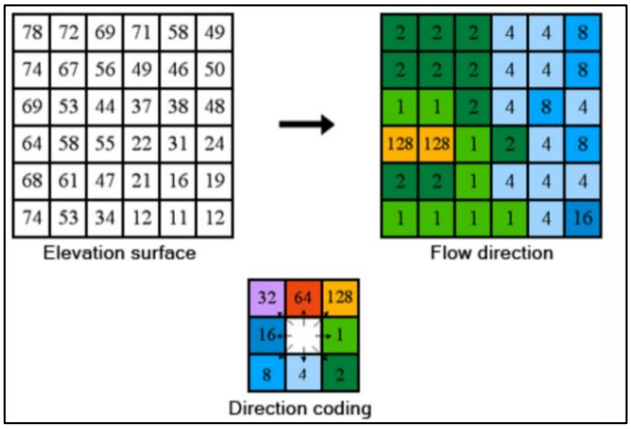


Figura 57. Codificación de la Dirección de Flujo

- **Acumulación de flujo.** Se calcula el flujo acumulado como el peso acumulado de todas las celdas que fluyen en cada celda de pendiente descendente:

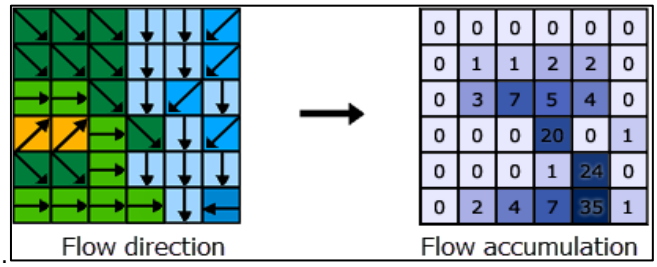


Figura 58. Acumulación de Flujo

- **Red de drenaje**. A partir del flujo acumulado y del concepto de umbral de celdas acumuladas se determina la red de drenaje.
- **Delimitación de la cuenca vertiente**: Finalmente se calculan las cuencas vertientes. No obstante, es importante revisar y corregir las zonas conflictivas sobre la ortofoto y sobre las curvas de nivel, detallando manualmente las direcciones de flujo, para tratar de evitar posibles errores.

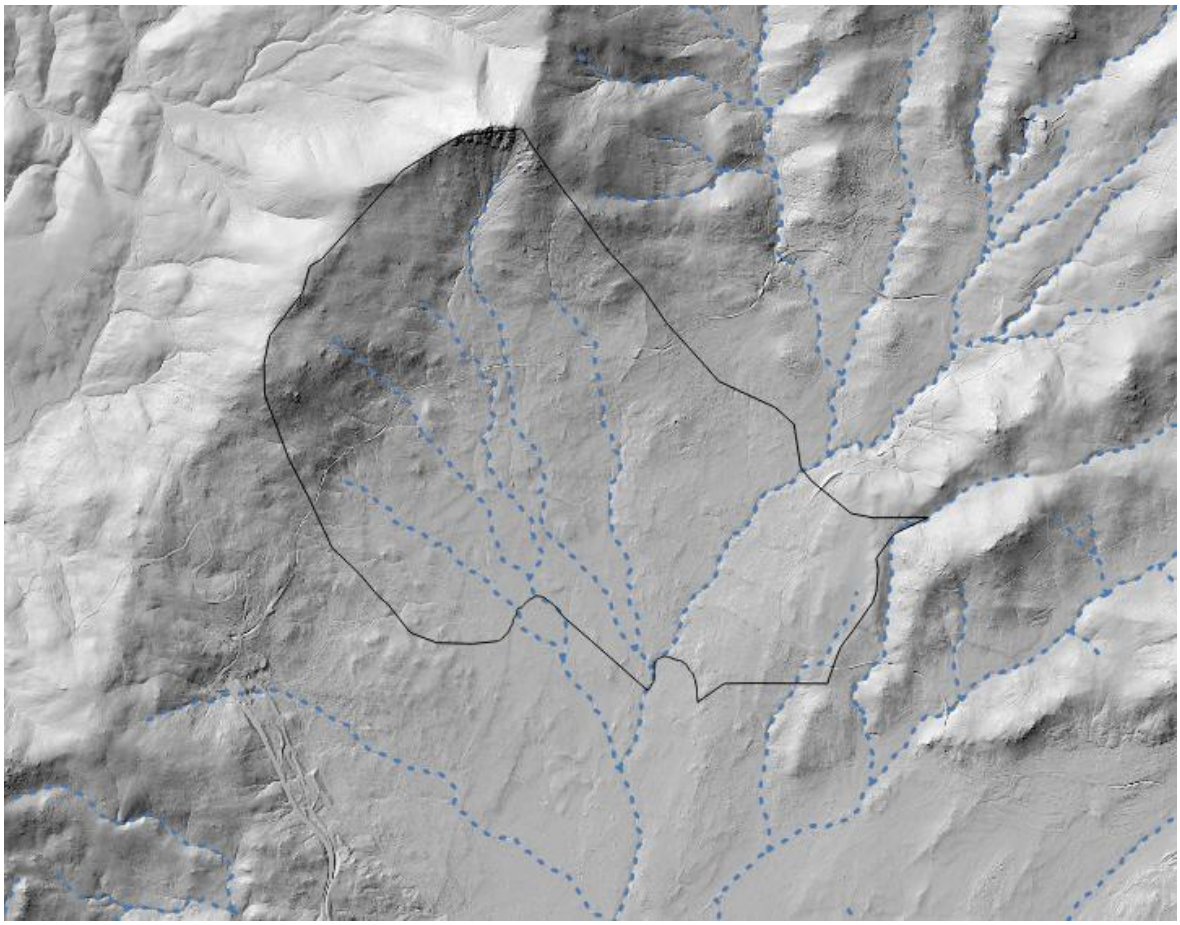


Figura 59. Red principal de drenaje objeto de este estudio.

Capítulo 3. CAUDALES

3.1. Método Racional

Para el cálculo del caudal de la cuenca se ha seguido el método propuesto en la publicación del CEDEX "Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas". Se han calculado los caudales máximos de cada una de las cuencas, considerándolas como unitarias, mediante el método racional modificado.

Este método parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que ésta establece no es real y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta.

Sin embargo, este método, dentro de la duración del tiempo de concentración, la variación de la lluvia neta la refleja globalmente, refiriendo los caudales punta determinados considerando esa variación a los caudales homólogos calculados con lluvia neta constante. Así, si se denomina **K** al cociente entre ambos, resulta la ley:

$$Q = \frac{CIA}{3{,}6} K$$

Siendo:

Q: Caudal punta en m3/s

I: Máxima intensidad media en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración en mm/h

A: Superficie de la cuenca en km2

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I

K: Coeficiente de uniformidad

El valor de K depende fundamentalmente del tiempo de concentración, aunque puede variar de unos episodios a otros. A efectos prácticos para su evaluación, este método propone desechar la influencia del resto de variables (torrencialidad, características físicas de la cuenca, etc.) y definirlo únicamente en función del tiempo de concentración mediante la expresión:

$$K = 1 + \frac{Tc^{1,25}}{Tc^{1,25} + 14}$$

Dicha expresión ha sido obtenida mediante comprobaciones empíricas realizadas en diversas estaciones de aforos y de acuerdo con las conclusiones deducidas de los análisis teóricos desarrollados mediante otros métodos hidrometeorológicos.

El tiempo de concentración para cada una de las cuencas consideradas varía en función de sus características geométricas de acuerdo con la fórmula dada por la Instrucción:

$$T = 0.3 \left[\frac{L}{J^{\frac{1}{4}}} \right]^{0.76} (h)$$

Donde:

L: Longitud del cauce principal (km)

J: Pendiente media del cauce principal (m/m)

Los valores de longitud de los cauces principales se han tomado como valores medios dentro de las dimensiones de las cuencas en el sentido de drenaje, ya que en algunos casos no existen cauces marcados.

Del mismo modo, las pendientes medias se han obtenido basándose en la diferencia de cota existente entre el inicio y el final de las citadas trayectorias.

Intensidad de Lluvia

La intensidad de lluvia I a considerar para el cálculo del caudal según la fórmula propuesta se refiere a un valor medio a lo largo del intervalo de duración igual al tiempo de concentración. Para su estimación este método propone las mismas fórmulas y curvas de la Instrucción 5.2-I.C., si bien considerando que la precipitación media diaria ha sido corregida en función del factor de reparto areal, (K_A). Las expresiones para su cálculo son:

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Donde:

It: Intensidad media correspondiente al intervalo de duración t deseado en mm/h

Id = $\frac{Pd}{24} \times K_A$: Intensidad media diaria en el período de retorno considerado en mm/h

$$K_A = 1 \quad \rightarrow \quad A < 1$$
$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \quad \rightarrow \quad 1 \leq A < 3.000$$

Donde:

Pd: Precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno en mm

$\frac{I1}{Id}$: Cociente entre la intensidad horaria y la diaria, independiente del período de retorno. Se obtiene del mapa de isolíneas que se adjunta. Corresponde a la figura 2.4 de la Instrucción 5.2-I.C.

t: Duración del intervalo al que se refiere It en horas

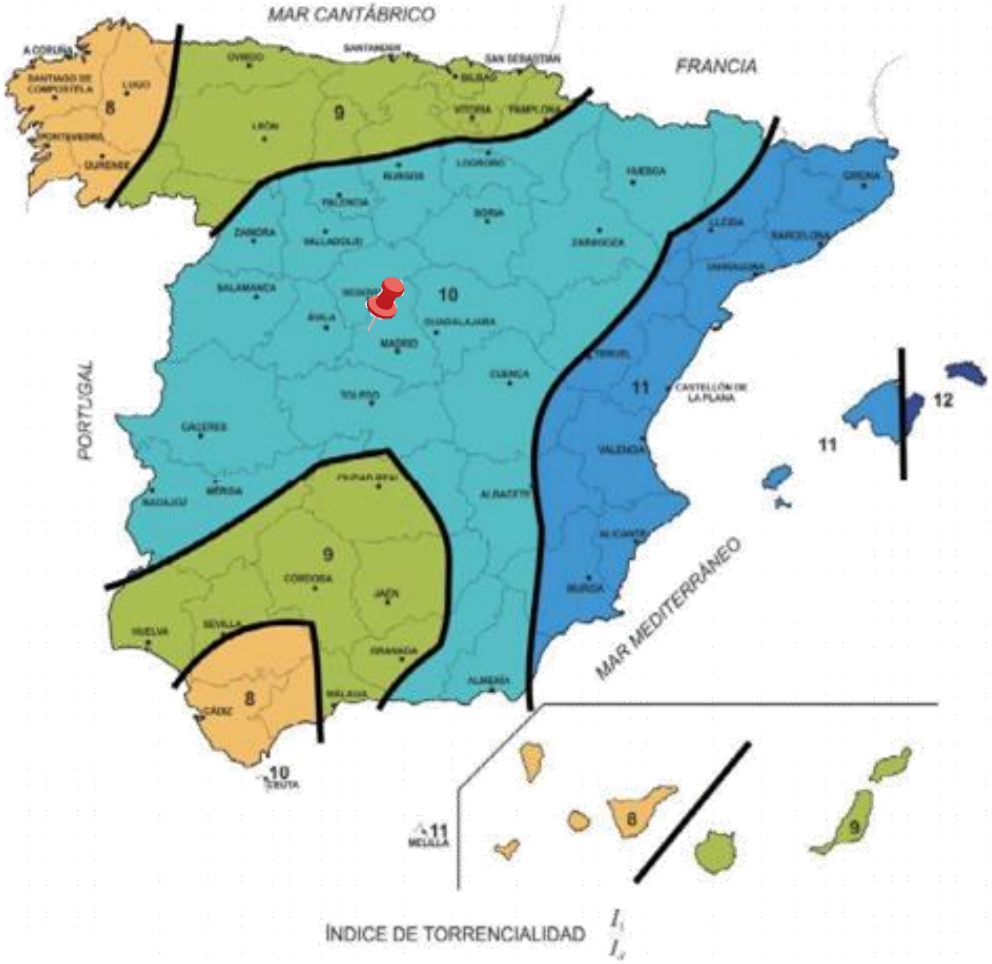


Figura 60. Mapa de Isolíneas I1/Id

Por la ubicación geográfica de la actuación, la relación (I1 /Id), denominada **factor de torrencialidad**, adopta un valor de **10** como puede verse en la figura anterior.

Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía define la porción de la intensidad de lluvia I que genera escorrentía superficial. La formulación que propone este método coincide con la de la Instrucción 5.2-I.C. y está basada en las relaciones lluvia-escorrentía propuestas por el *U.S. Soil Conservation Service* (S.C.S. 1972) definidas como:

$$C = 0 \rightarrow si \frac{Pd}{Po} \leq 1$$

$$C = \frac{\left[\left(\frac{P_d}{P_0'}\right) - 1\right] \times \left[\left(\frac{P_d}{P_0'}\right) + 23\right]}{\left[\left(\frac{P_d}{P_0'}\right) + 11\right]^2} \qquad si \frac{Pd}{Po} > 1$$

Siendo:

Po (mm): Umbral de escorrentía

Pd (mm): Precipitación total diaria

El valor del umbral de escorrentía depende de las condiciones de humedad dadas por el complejo suelo-vegetación y de las características de la cuenca en cuanto a: capacidad de infiltración, uso del suelo y actividades agrarias y pendiente del terreno. La obtención de este parámetro está cuantificada experimentalmente y para su obtención se utilizan los siguientes cuadros:

CLASIFICACIÓN DE SUELOS A EFECTOS DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

	INFILTRACIÓN. (cuando están muy húmedos)	POTENCIA	TEXTURA	DRENAJE
A	Rápida	Grande	Arenosa; Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa; Franca; Franco-arcillosa-arenosa; Franco-limosa.	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa; Franco-arcillosa-limosa; Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre
Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D				

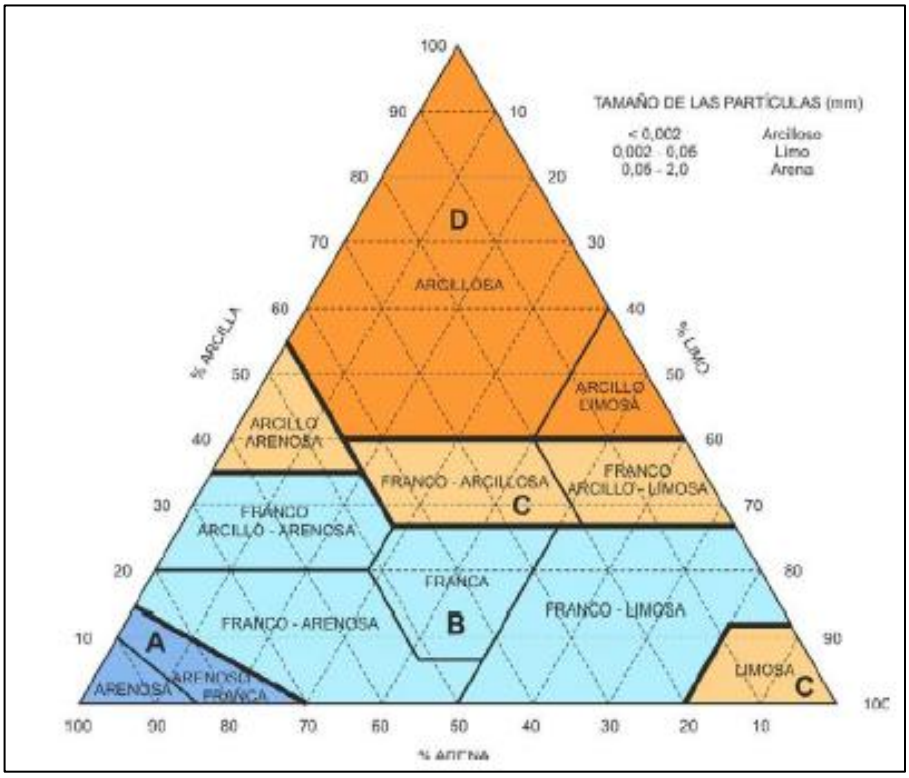


Figura 61. Diagrama de texturas clasificación de suelos.

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Los umbrales de escorrentía para cada una de las cuencas se han obtenido mediante un proceso de álgebra de mapas considerando la pendiente, la permeabilidad y los usos del suelo. Posteriormente a cada polígono obtenido se le aplican los valores del Umbral en mm, recogidos en el Anexo II de la "**Guía Metodológica para el desarrollo del SNCZI**."

El coeficiente instantáneo de escorrentía C para un instante dado hasta el cual se ha producido la precipitación P y la escorrentía E, se obtiene derivando la expresión:

$$C = \frac{dE}{dP} = \frac{d(E/Po)}{d(P/Po)} = \frac{((P/Po)-1)\times((P/Po)+9)}{((P/Po)+4)^2}$$

Este coeficiente instantáneo crece a lo largo del aguacero y su valor medio en un intervalo será mayor que el correspondiente a su origen y menor que el del final. El intervalo a considerar será el que proporciona mayor escorrentía, manteniéndose la hipótesis de que éste coincide con el tiempo de concentración.

Según el estudio del CEDEX, en las estaciones pluviométricas españolas la ley que relaciona la precipitación P máxima en el intervalo considerado cumple la ley:

$$P_{\text{máx. Intensidad}} = b \times Pd$$

Dicha corrección se efectúa mediante el producto del valor obtenido en las tablas por el factor corrector **β** correspondiente a la **zona 32** (ver figura siguiente), y que en el caso analizado adopta un valor de **1.50**. Dicho valor se obtiene al incrementar el β_{medio} **1.00** con la desviación correspondiente a un intervalo de confianza del 90% (**0.50**).



FIGURA 2.9.- REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA: VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{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

Figura 62. Multiplicador del umbral Po. Coeficiente de humedad inicial

Para la determinación del valor del valor inicial del umbral de escorrentía consideraremos las proporciones de los distintos tipos y usos del suelo existentes en cada cuenca atribuyendo a cada uno el calor correspondiente de $\mathbf{P_0}^i$ según la siguiente tabla:

Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1

Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	80	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	80	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15

Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
22222	Frutales tropicales		≥ 3	80	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		< 3	95	42	22	15

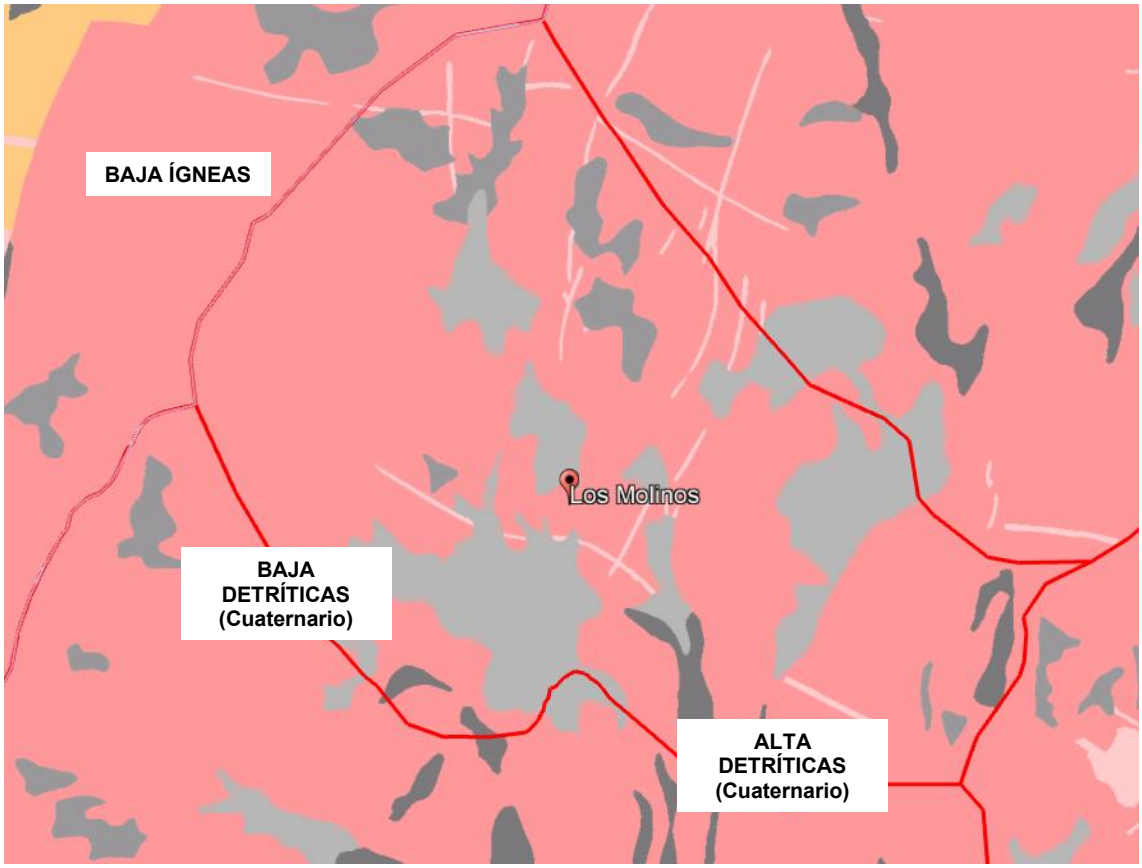
Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adehesado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adehesado		< 3	80	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezcla de frondosas			90	47	31	23
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16

Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Fayal-brezal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarbustivos o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Claras de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas			75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto			75	34	22	16

Código	Uso del suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
33110	Playas y dunas			152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			15	8	6	4
33200	Roquedo			2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente			2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales		≥ 3	2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales		< 3	4	4	4	4
33230	Coladas lávicas cuaternarias		≥ 3	3	3	3	3
33230	Coladas lávicas cuaternarias		< 3	5	5	5	5
33300	Espacios con vegetación escasa		≥ 3	24	14	8	6
33300	Espacios con vegetación escasa		< 3	58	25	12	7
33310	Xeroestepa subdesértica		≥ 3	24	14	8	6
33310	Xeroestepa subdesértica		< 3	58	25	12	7
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión			15	8	6	4
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa		≥ 3	24	14	8	6
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa		< 3	58	25	12	7
33400	Zonas quemadas			15	8	6	4
33500	Glaciares y nieves permanentes			0	0	0	0
41100	Humedades y zonas pantanosas			2	2	2	2
41200	Turberas y prados turbosos			248	99	25	16
42100	Marismas			2	2	2	2
42200	Salinas			5	5	5	5
42300	Zonas llanas intermareales			0	0	0	0
51100	Cursos de agua			0	0	0	0
51110	Ríos y cauces naturales			0	0	0	0
51120	Canales artificiales			0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas			0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
51120	Embalses			0	0	0	0
51120	Embalses (almacenamiento de agua)			0	0	0	0
52100	Lagunas costeras			0	0	0	0
52200	Estuarios			0	0	0	0
52300	Mares y océanos			0	0	0	0

Notas:
La codificación de los tipos del suelo corresponde al proyecto europeo Corine Land Cover 2000.
N: Denota cultivo según las curvas de nivel.
R: Denota cultivo según la línea de máxima pendiente.

Figura 63. Valor inicial del umbral de escorrentía (mm)



Mapa de permeabilidad del suelo IGME

3.2. HEC-HMS

Mediante el **Método Racional** obtenemos el caudal pico del Hidrograma, pero para el posterior cálculo bidimensional es necesario disponer del desarrollo completo del Hidrograma generado por la tormenta de diseño.

El HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System*) es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar las hidrógrafas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa

Las diversas fases de trabajo del programa pueden esquematizarse así:

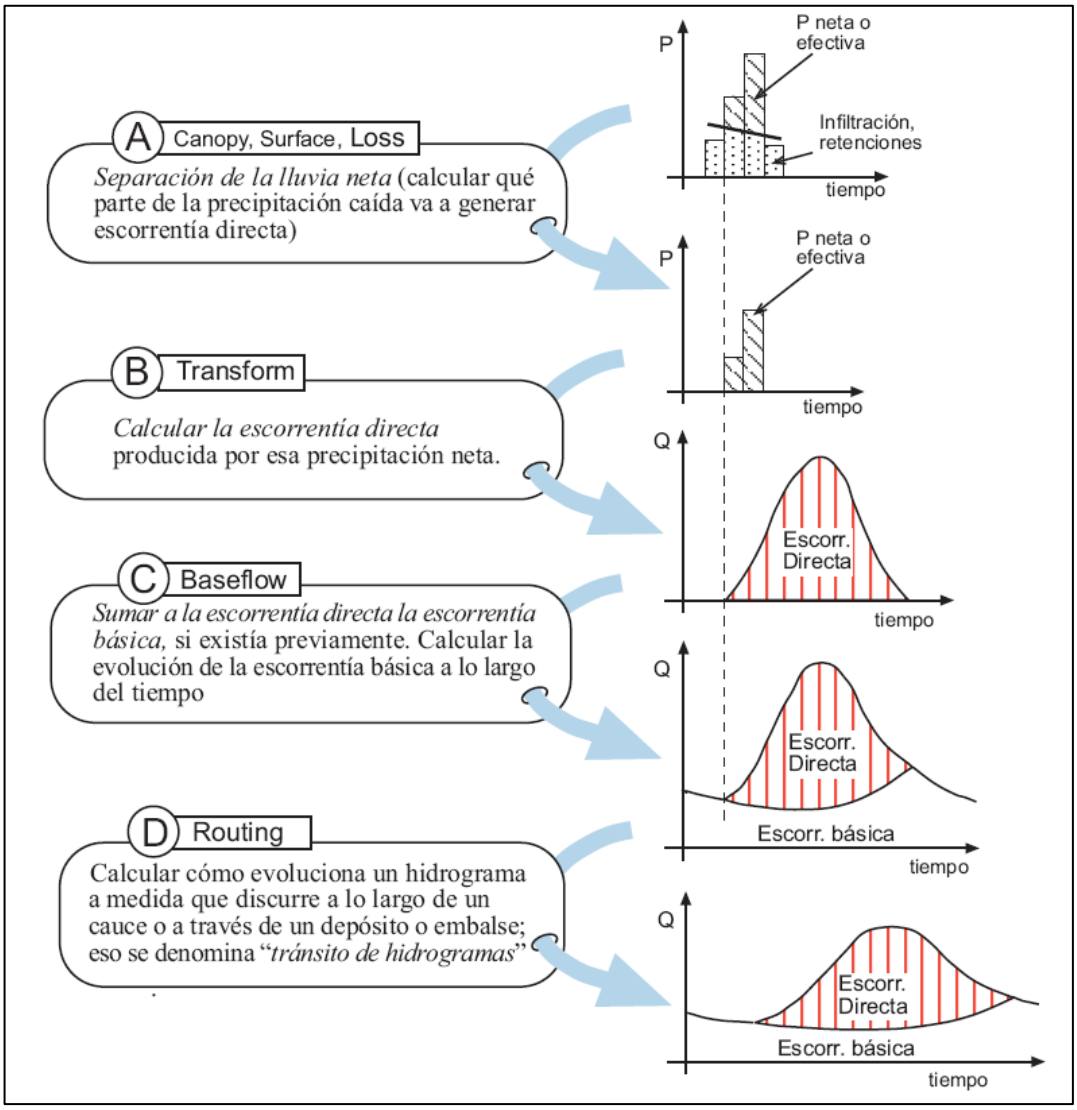


Figura 64. Fases de trabajo HEC-HMS

El programa realiza los cálculos de las tres primeras fases (A, B, C) para cada subcuenca, y calcula la última fase (D) para cada tránsito a lo largo de un cauce (la evolución del hidrograma que, generado en la salida de una subcuenca, circula por otra distinta). En los puntos de unión, suma los caudales generados por varios elementos. Finalmente nos proporciona los hidrogramas generados (en tabla y en gráfico) para cada subcuenca y para el total de la cuenca.

3.3. Precipitación

A partir de los datos obtenidos en el análisis pluviométrico es preciso obtener una precipitación de diseño y su distribución en el tiempo.

Los valores de la precipitación máxima diaria obtenidos anteriormente son los siguientes:

Pm (mm/día)	Pt (mm/día) asociado a T años				
	2	5	25	100	500
60	55,32	72,96	103,74	132,48	169,14

Previamente se debe disponer de una curva IDF (intensidad, duración, frecuencia), adoptando la propuesta por Témez:

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id}\right)^{\left(\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right)}$$

A partir de esta fórmula obtendremos los correspondientes hietogramas de diseño que permitan conocer y evaluar la distribución temporal de la precipitación.

Existen varios tipos de hietogramas de diseño, pero debido a su mejor ajuste a las tormentas de la zona mediterránea se elige el modelo de **Bloques Alternativos**.

Se va a obtener un hietograma para cada periodo de retorno considerado, mediante la utilización de las Curvas IDF de Témez.

Este hietograma sintético se basa en asumir como hipótesis fundamental que para cualquier intervalo de tiempo la intensidad media de precipitación será la más desfavorable, por lo que para cualquier duración de tormenta se debe cumplir la curva IDF anterior.

Para calcular el desarrollo de curva se fijan un número **"n"** de intervalos de tiempo con una duración **"t"**, por lo que la duración total de la tormenta será **n** veces el intervalo **t**.

Las alturas de los bloques (hi) corresponden a las intensidades de precipitación y se definen:

$$\text{Altura del Bloque Mayor} = h1 = i(\Delta t)$$

$$\text{Altura de los dos Bloques Mayores} = \frac{h1 + h2}{2} = i(2\Delta t)$$

$$\text{Altura de los x Bloques Mayores} = \frac{1}{x}\sum_{j=1}^{x} hj = i(x\Delta t)$$

Si despejamos la altura del bloque:

$$hx = xi(x\Delta t) - (x-1)i[(x-1)\Delta t]$$

Para el cálculo de los histogramas sintéticos por bloques alternativos se utiliza la aplicación Bloques, desarrolla por el Instituto FLUMEN perteneciente a la Universidad Politécnica de Barcelona.

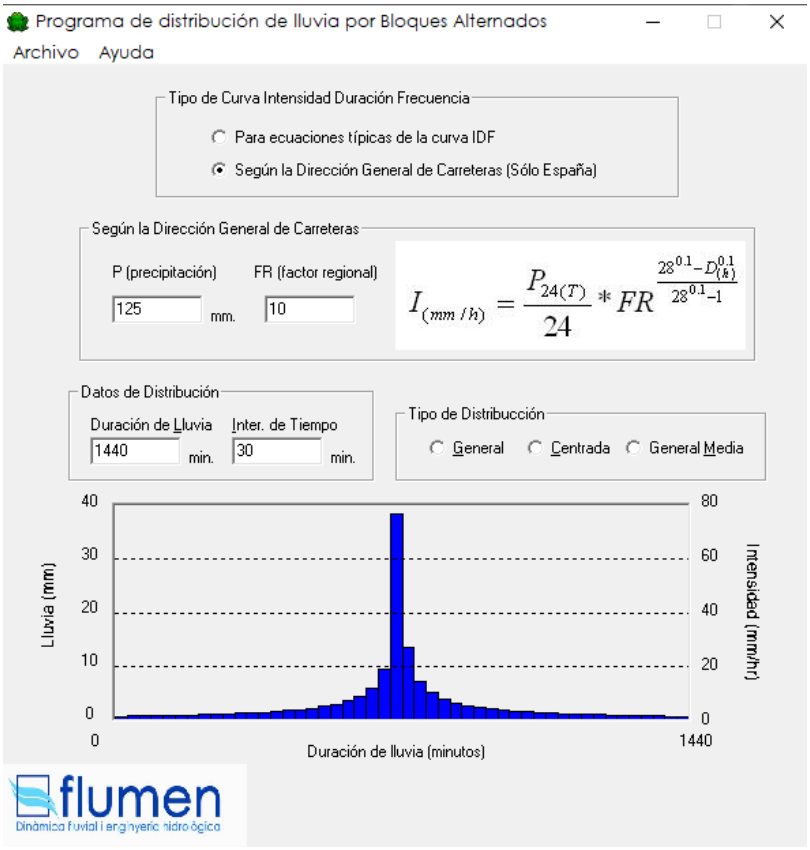


Figura 65. Interfaz del programa Bloques

Obteniéndose los siguientes Hietogramas para los distintos periodos de retorno, correspondientes a una tormenta de 24 horas de duración.

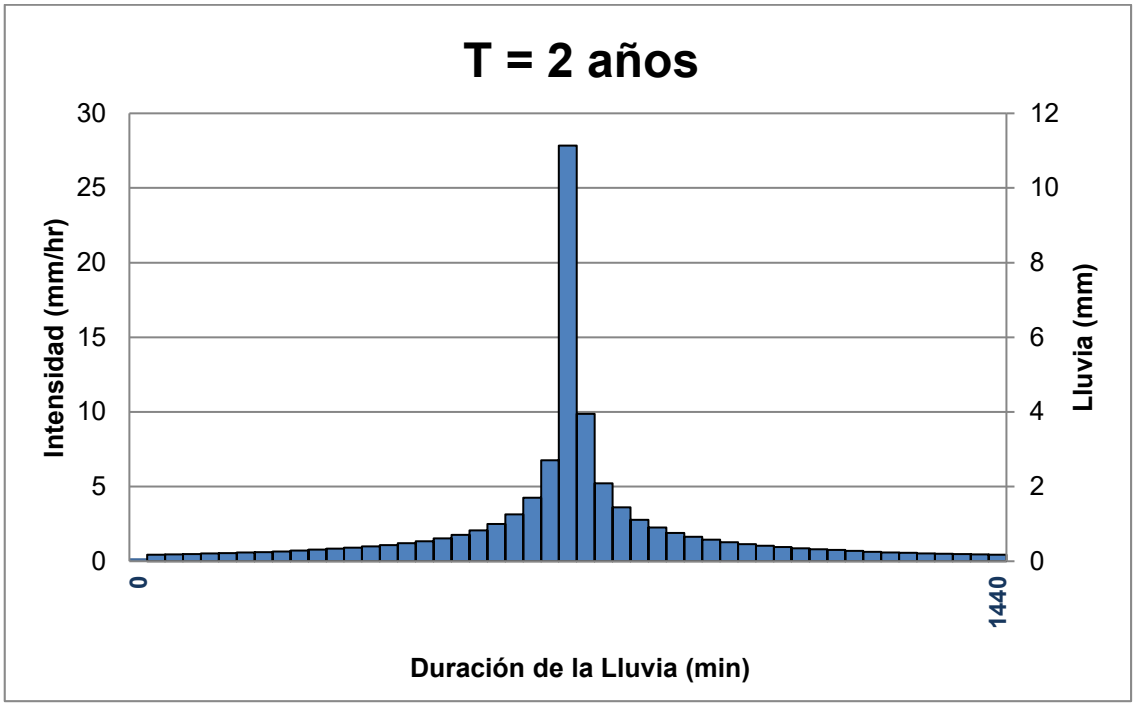


Figura 66. Hietograma por bloques alternativos periodo retorno de 2 años

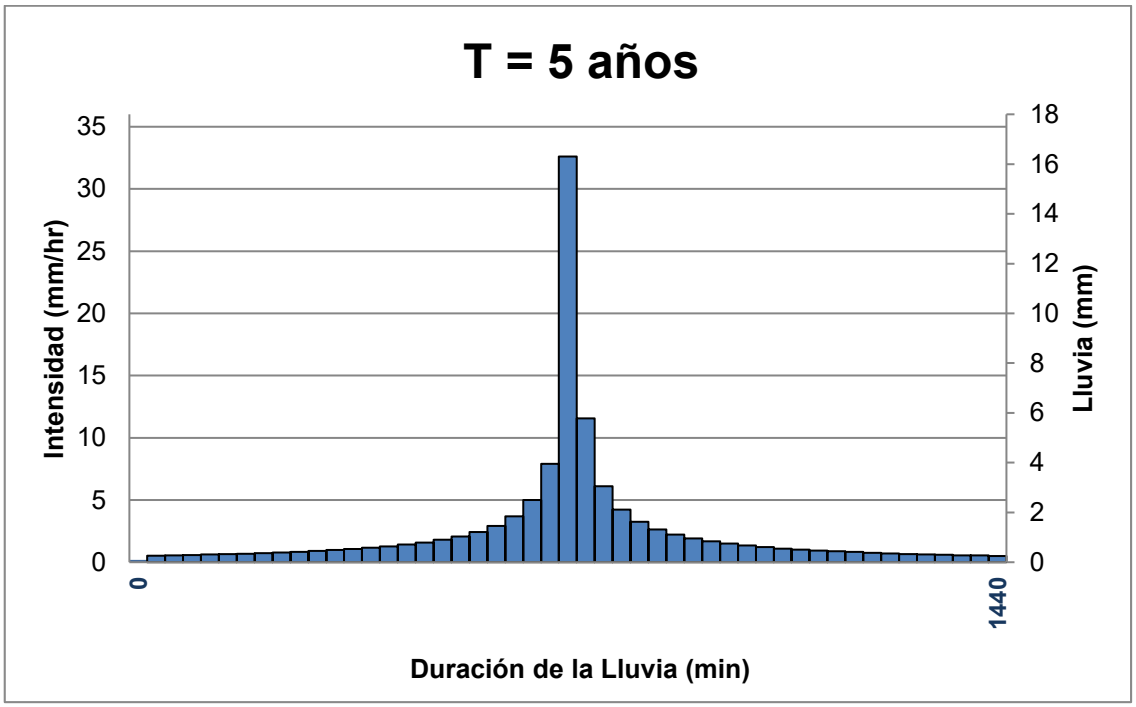


Figura 67. Hietograma por bloques alternativos periodo retorno de 5 años

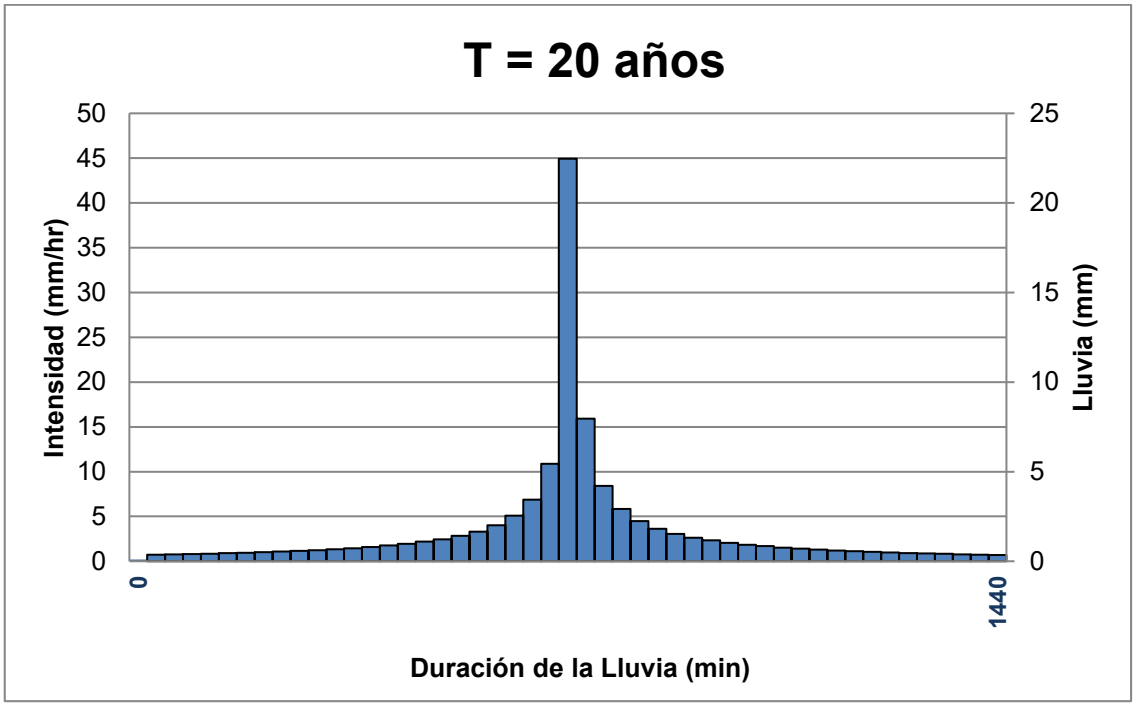


Figura 68. Hietograma por bloques alternativos periodo retorno de 20 años

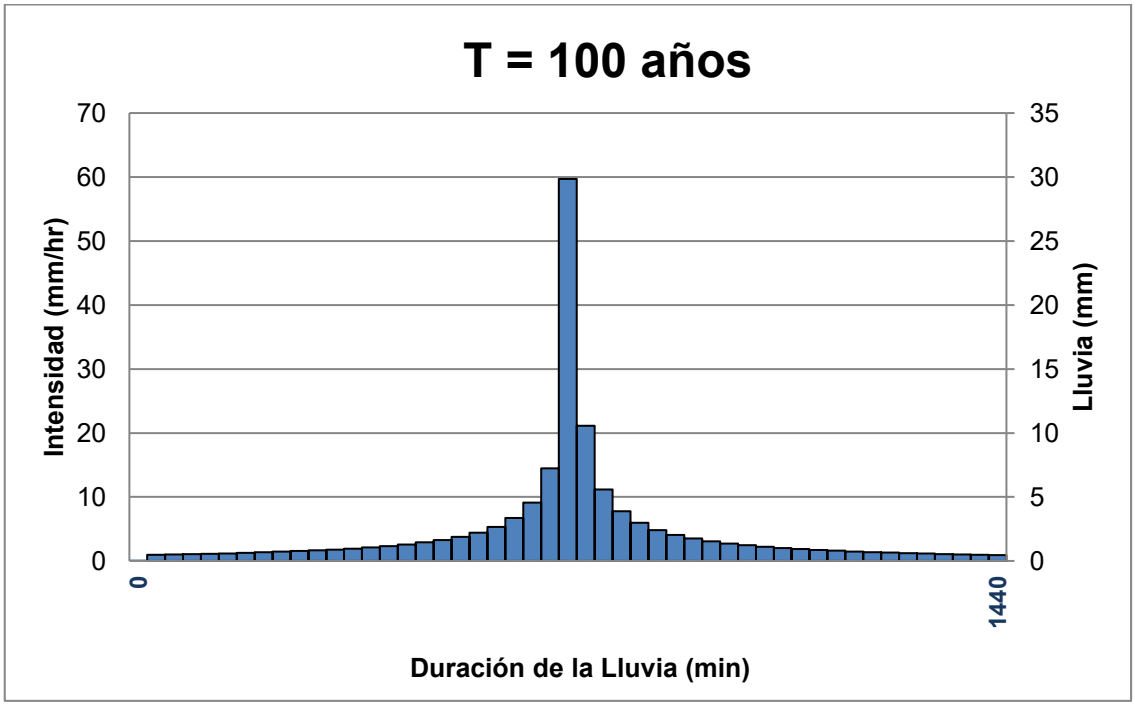


Figura 69. Hietograma por bloques alternativos periodo retorno de 100 años

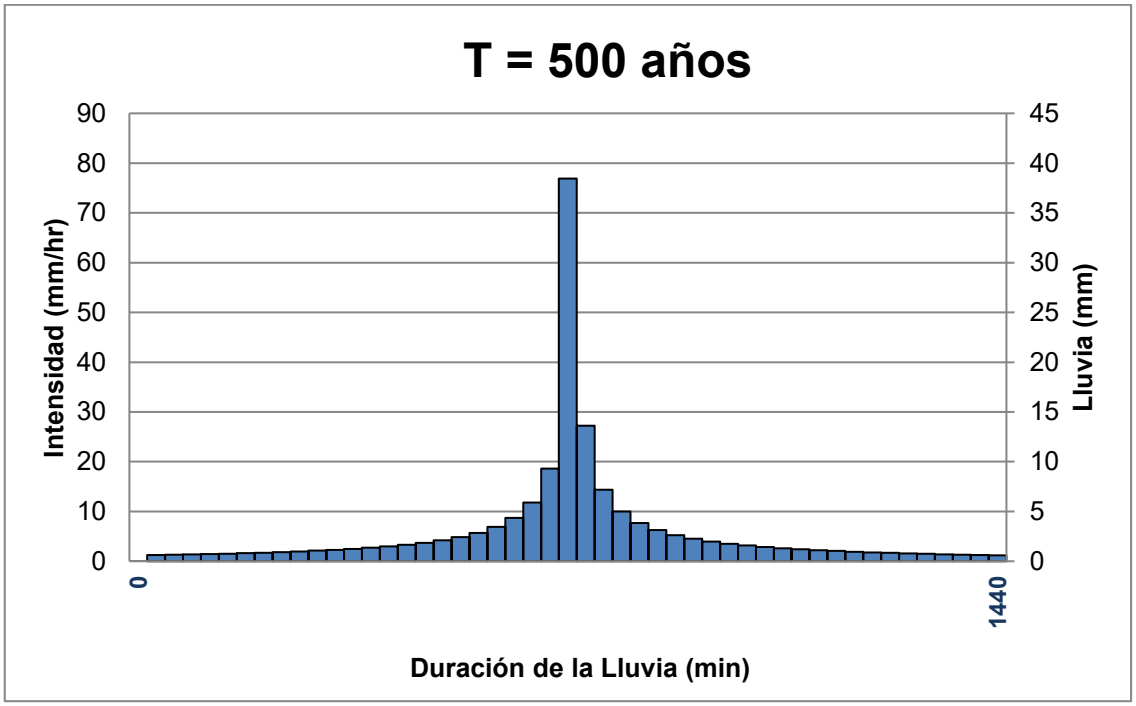


Figura 70. Hietograma por bloques alternativos periodo retorno de 500 años

3.4. Infiltración

El programa Hec-HMS permite diferentes métodos para determinar este concepto, pero en este caso se adopta el modelo de infiltración del *Soil Conservation Service*.

Las curvas del SCS se obtienen del nivel de escorrentía medio P_0 de cada cuenca, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\mathrm{CN} = \frac{5080}{\mathrm{P0} + 50.8}$$

3.5. Propagación

Una vez modelizada la tormenta de diseño, se debe determinar el desarrollo de la escorrentía superficial y su concentración.

Tras analizar numerosos hidrogramas unitarios (HU) de cuencas rurales de reducido tamaño y obtener valores medios, el S*oil Conservation Service* en 1.972 obtuvo un Hidrograma Unitario con forma predefinida y escala adimensional.

En el Hidrograma Unitario adimensional tanto el caudal como el tiempo se expresan como cociente de dichos parámetros, tal como puede observar en la figura que lo representa. Esto permite obtener la evolución del caudal generado por una lluvia de cualquier duración e intensidad, una vez determinados los dos parámetros que lo caracterizan, el caudal pico y el tiempo al pico.

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{dp}$$

$$Q_p = \frac{PA}{4{,}8\, t_p}$$

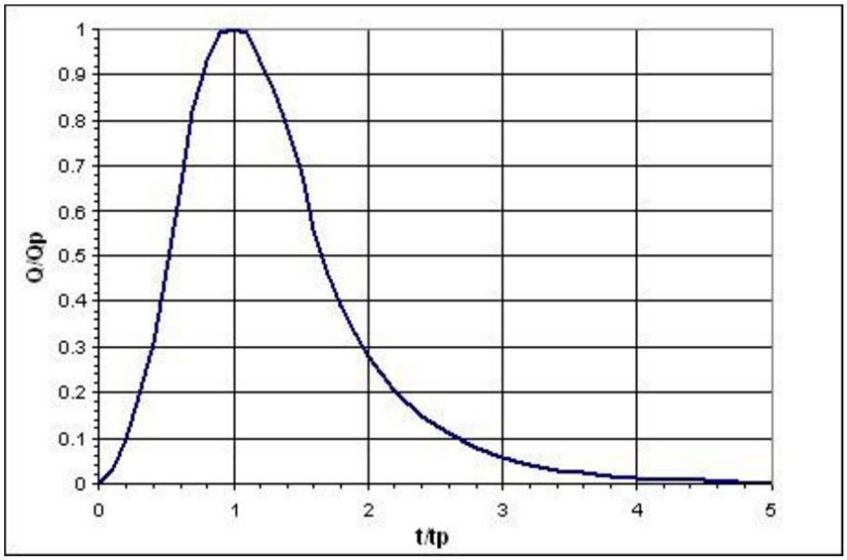


Figura 71. Hidrograma unitario de SCS.

Tiempo al pico:

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + T_{dp} = \frac{\Delta t}{2} + 0.35 T_c$$

Donde:

Δt: Intervalo.

T_{dp}: Tiempo de desfase de la punta.

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca.

El caudal al pico se calcula con la fórmula recomendada por el SCS:

$$Qp = C + \frac{A}{Tp}$$

Donde:

C: constante 2,08

A: superficie cuenca Km2

Tp: Tiempo al pico

Título V. RESULTADOS

Capítulo 1. PRECIPITACIONES E INTENSIDAD DE LLUVIA.

Pm	Precipitación máxima en 24 h (mm/día) Pd			
	5	50	100	500
60.0	72.96	117.18	132.48	169.14

Tiempo de concentración				
Cuenca	L (km)	i (m/m)	tc (horas)	tc (min)
Majaltobar	4.98	0.163	1.434	86
Peñota	5.59	0.166	1.562	94
Guadarrama	11,27	0,104	2,906	174

INTENSIDAD DE LLUVIA											
Cuenca	S (ha)	KA	Intensidad media diaria corregida Id (mm/h)				I1/Id	Intensidad de Precipitación I (mm/h)			
			T=5	T=50	T=100	T=500		T=5	T=50	T=100	T=500
Guadarrama	5.138,47	0,886	2,69	4,33	4,89	6,24	10.00	13,98	22,46	25,39	32,42
Majaltobar	369.32	0.962	2.93	4.70	5.31	6.78	10.00	23.62	37.94	42.89	54.76
Peñota	209.48	0.979	2.97	4.78	5.40	6.90	10.00	22.82	36.64	41.43	52.89

Figura 72. Intensidad de Lluvia.

Capítulo 2. CUENCAS

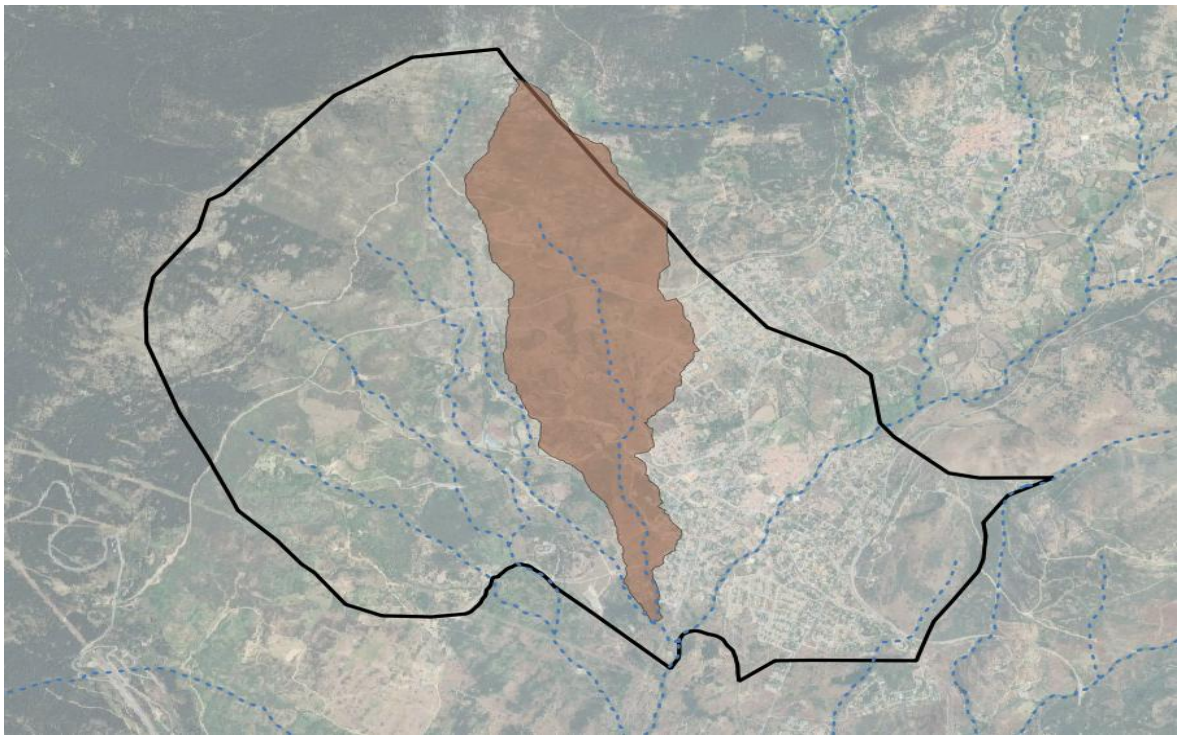


Figura 73. Cuenca del arroyo de Majaltobar.

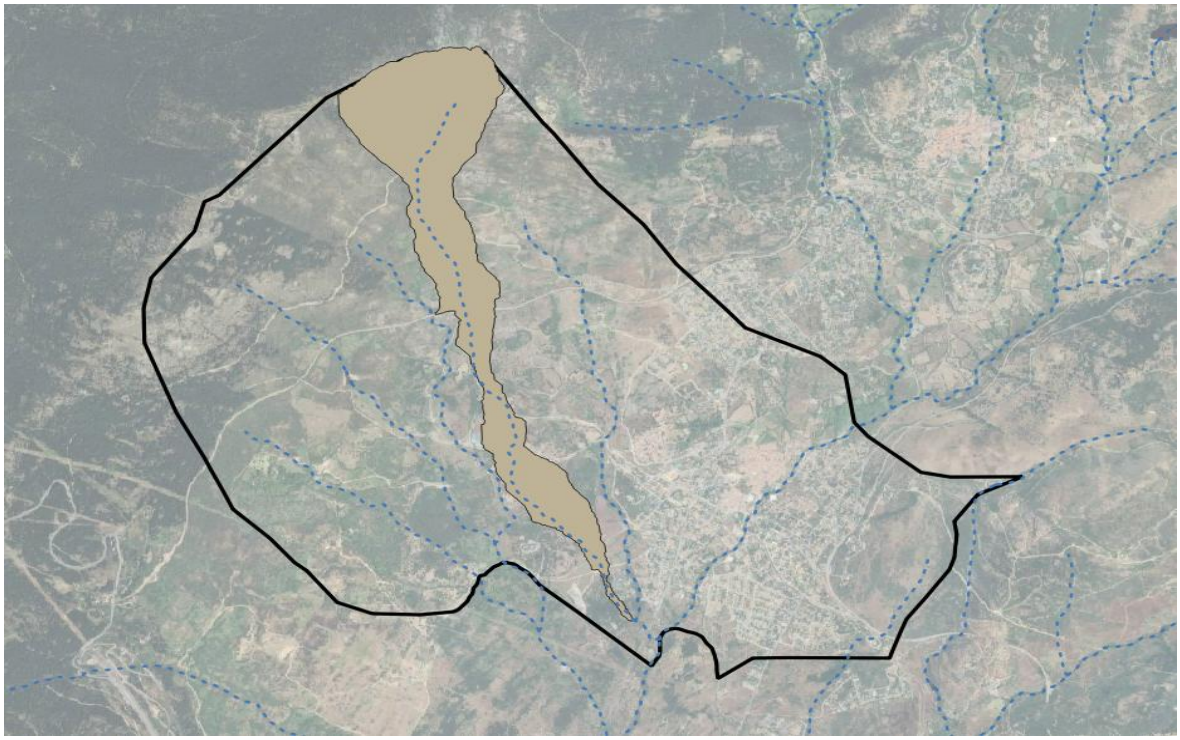


Figura 74. Cuenca del arroyo de la Peñota.

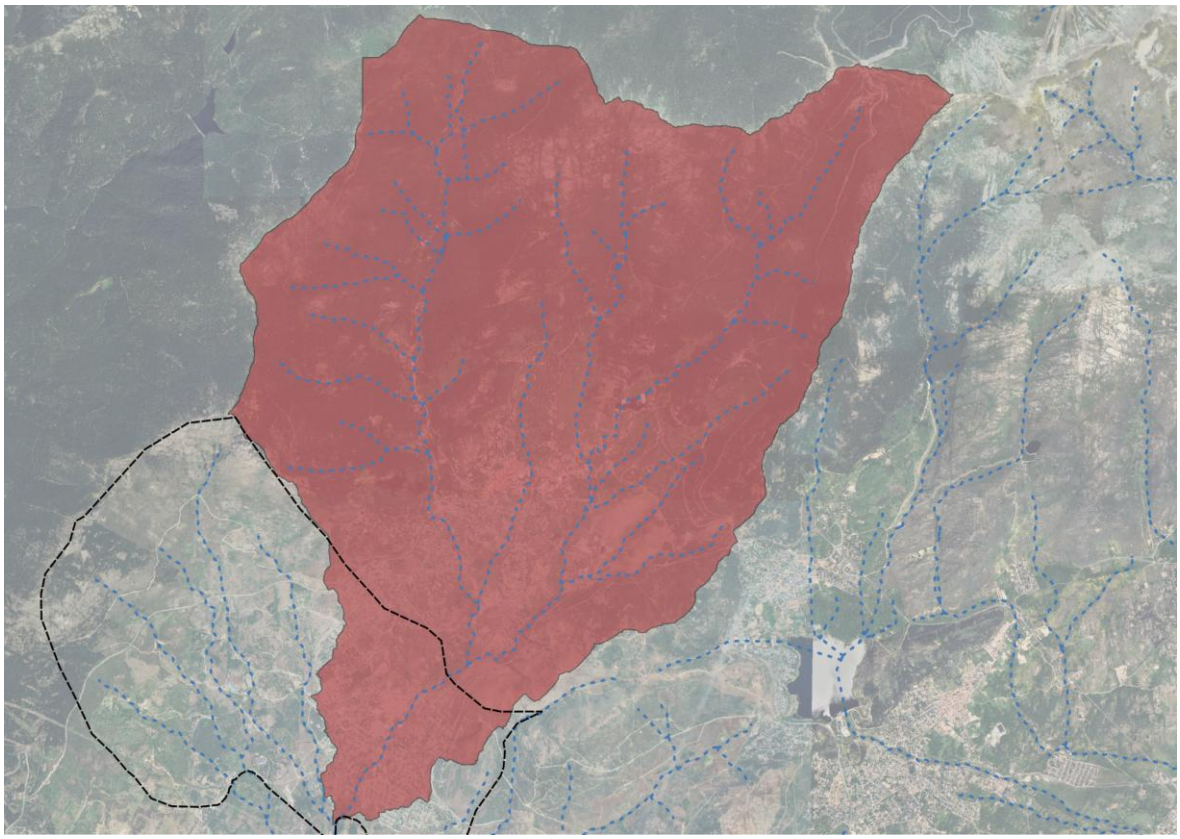


Figura 75. Cuenca del Río Guadarrama.

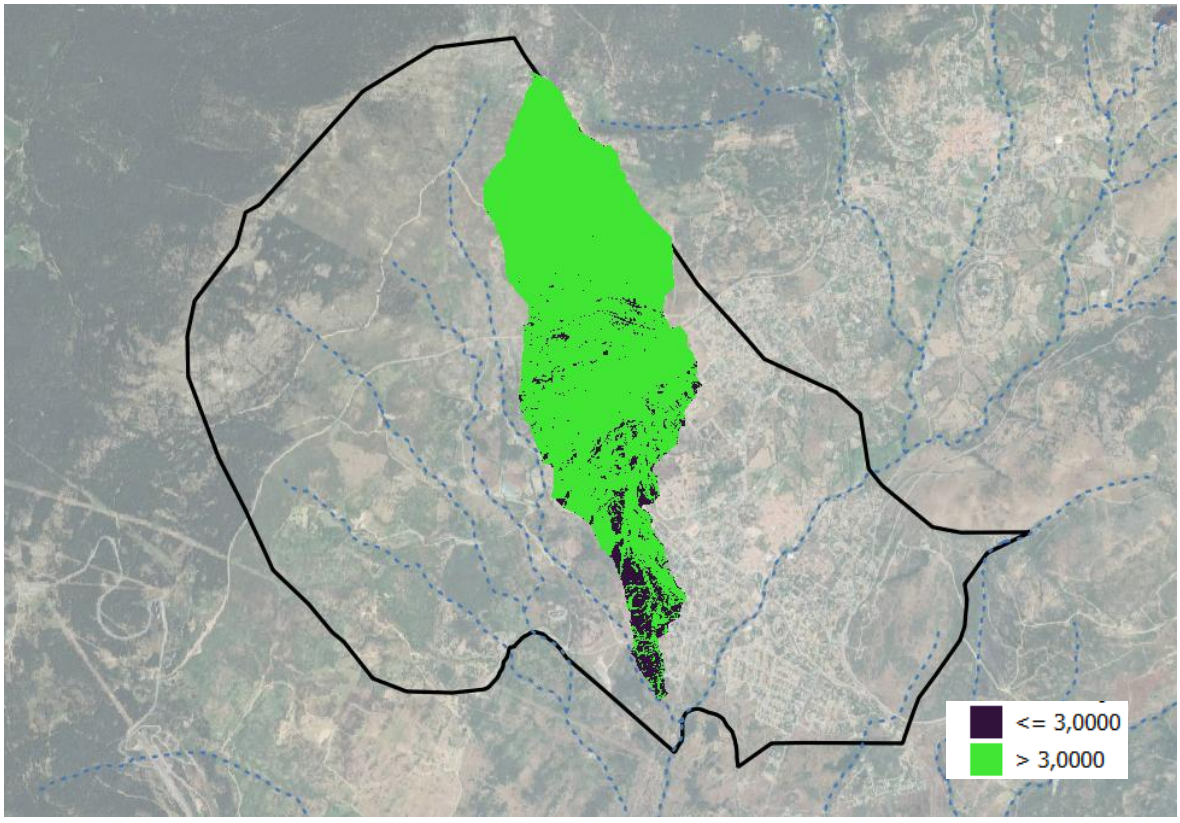


Figura 76. Mapa de pendientes del arroyo Majaltobar

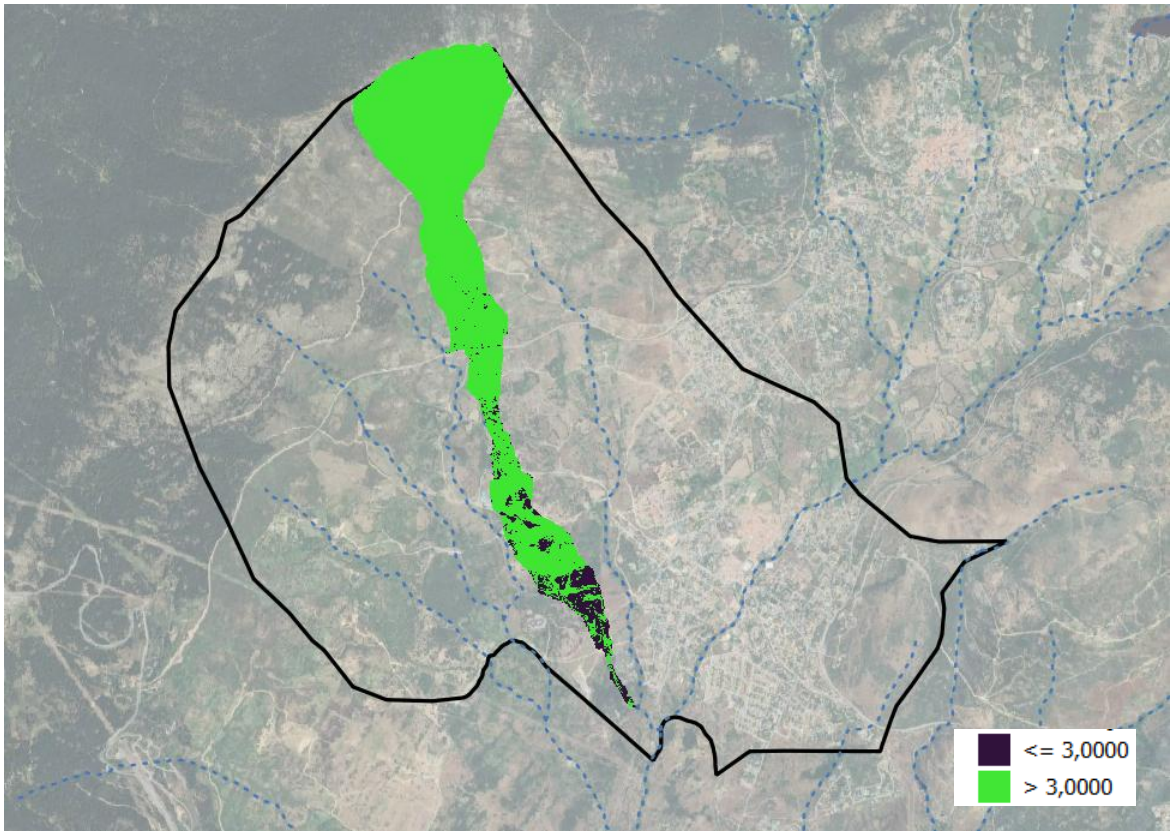


Figura 77. Mapa de pendientes del arroyo de la Peñota

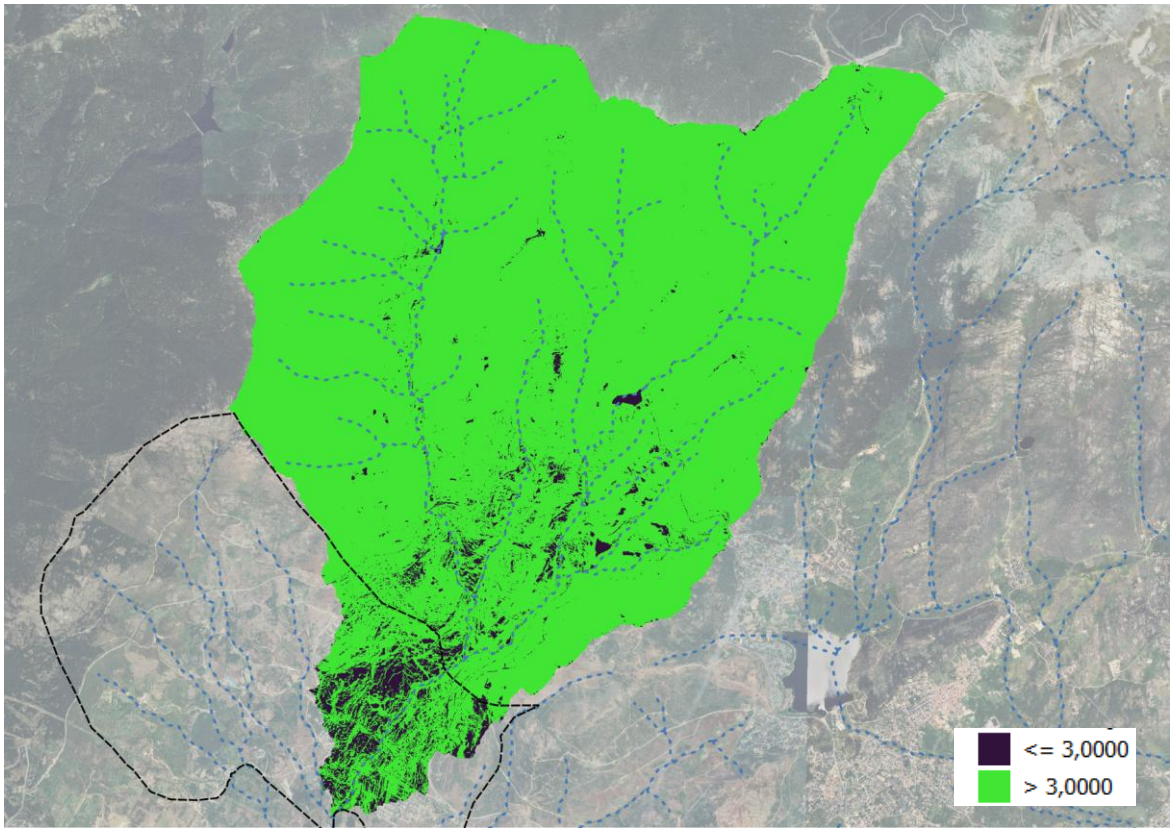


Figura 78. Mapa de pendientes del Río Guadarrama.

Datos Morfológicos de las Cuencas								
Cuenca	S (Km 2)	Cota inicial	Cota final	Az (m)	L (m)	Anchura media (m)	i (m/m)	KA
Guadarrama	51,38	2176,10	1000,50	1175,60	11274,60	4557,56	0,104	0,886
Majaltobar	3,69	1822,10	1010,10	812,00	4979,20	741,73	0,163	0,962
Peñota	2,09	1931,70	1006,50	925,20	5589,70	374,77	0,166	0,979

Figura 79. Resumen de Características Físicas de las cuencas.

Capítulo 3. USOS DEL SUELO

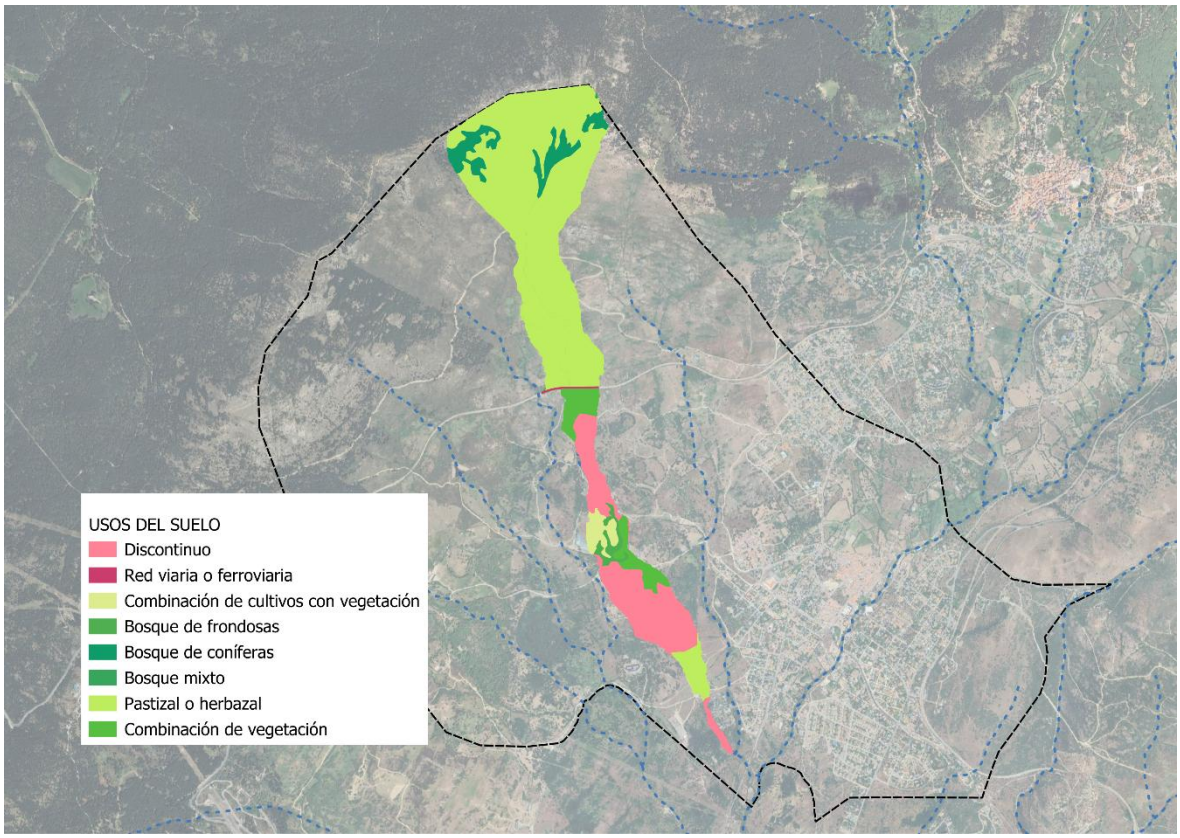


Figura 80. Mapa usos del suelo del Arroyo de la Peñota.

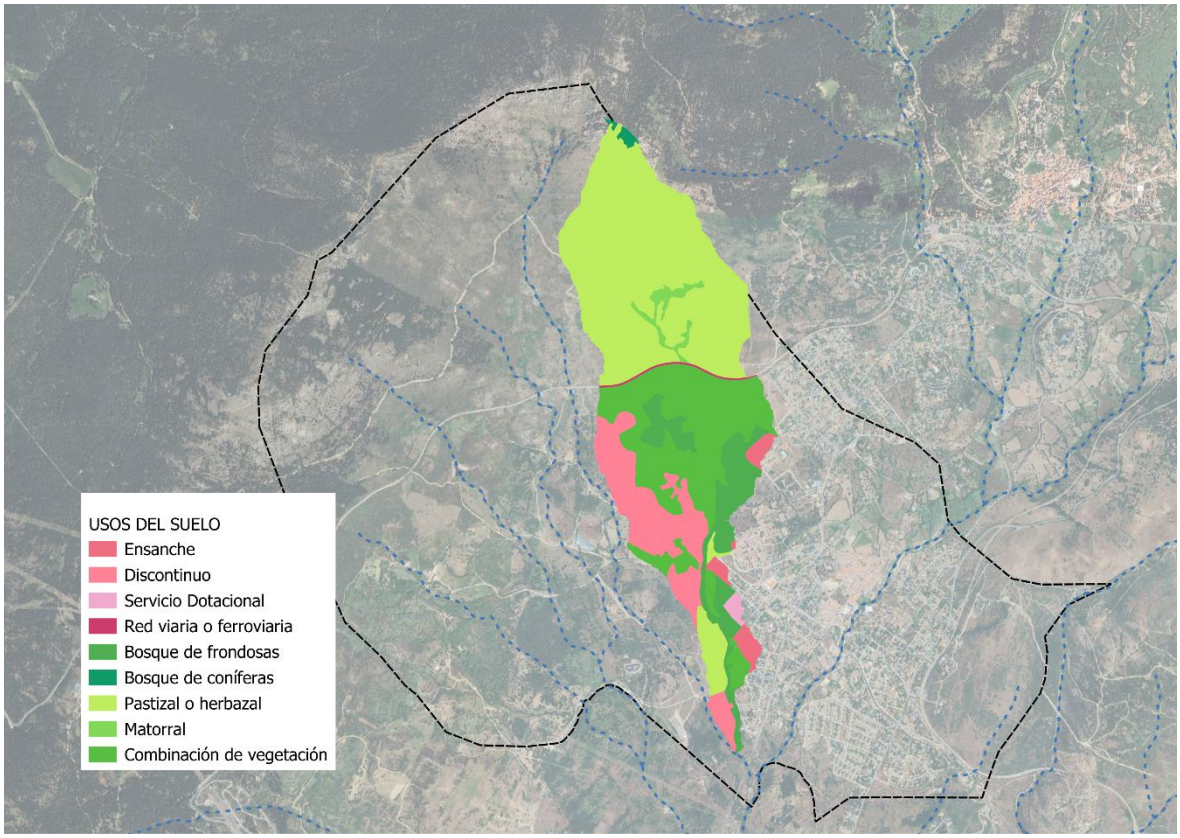


Figura 81. Mapa usos del suelo del Arroyo de Majaltobar.

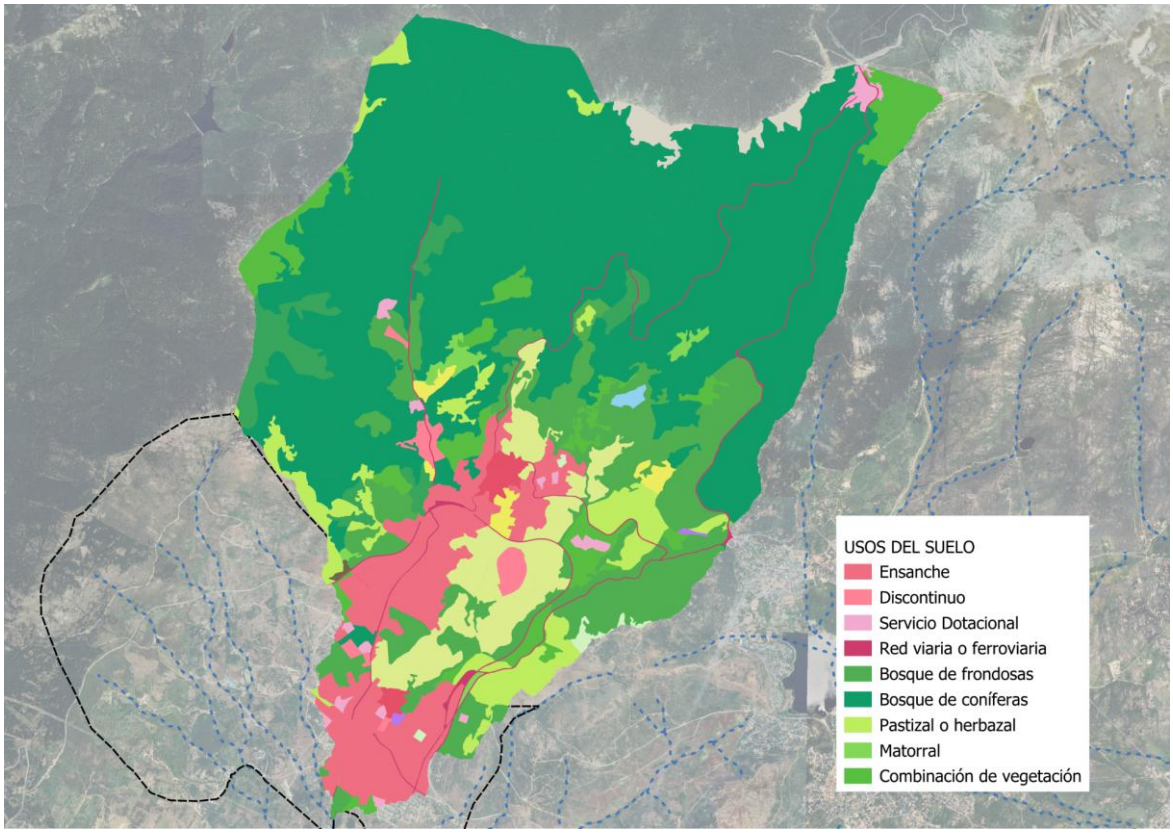


Figura 82. Mapa usos del suelo del Arroyo de Majaltobar.

Cuenca	Poi	β				Po			
		5	50	100	500	5	50	100	500
Guadarrama	38,42	0,77	0,94	1,05	1,23	29,6	36,1	40,3	47,3
Majaltobar	26,76	0,77	0,94	1,05	1,23	20,6	25,2	28,1	32,9
Peñota	23,97	0,77	0,94	1,05	1,23	18,5	22,5	25,2	29,5

Cuenca	Poi	Po corregido			
		5	50	100	500
Guadarrama	38,42	44,4	54,2	60,5	70,9
Majaltobar	26,76	30,9	37,7	42,1	49,4
Peñota	23,97	27,7	33,8	37,8	44,2

Cuenca	Pd.KA Po 5	Pd.KA Po 50	Pd.KA Po 100	Pd.KA Po 500	C 5	C 50	C 100	C 500
Guadarrama	1,5	1,2	1,1	0,9	0,39	0,36	0,34	0,32
Majaltobar	2,3	1,9	1,7	1,4	0,47	0,43	0,41	0,38
Peñota	2,6	2,1	1,9	1,6	0,50	0,45	0,43	0,40

Figura 83. Coeficientes de escorrentía.

Capítulo 4. MODELO HIDROMETEOROLÓGICO HEC-HMS.

A partir de la metodología expuesta en los apartados anteriores, se modelizará cada cuenca con Hec-Hms individualmente para cada periodo de retorno. Los datos de entrada y los resultados obtenidos se detallan a continuación.

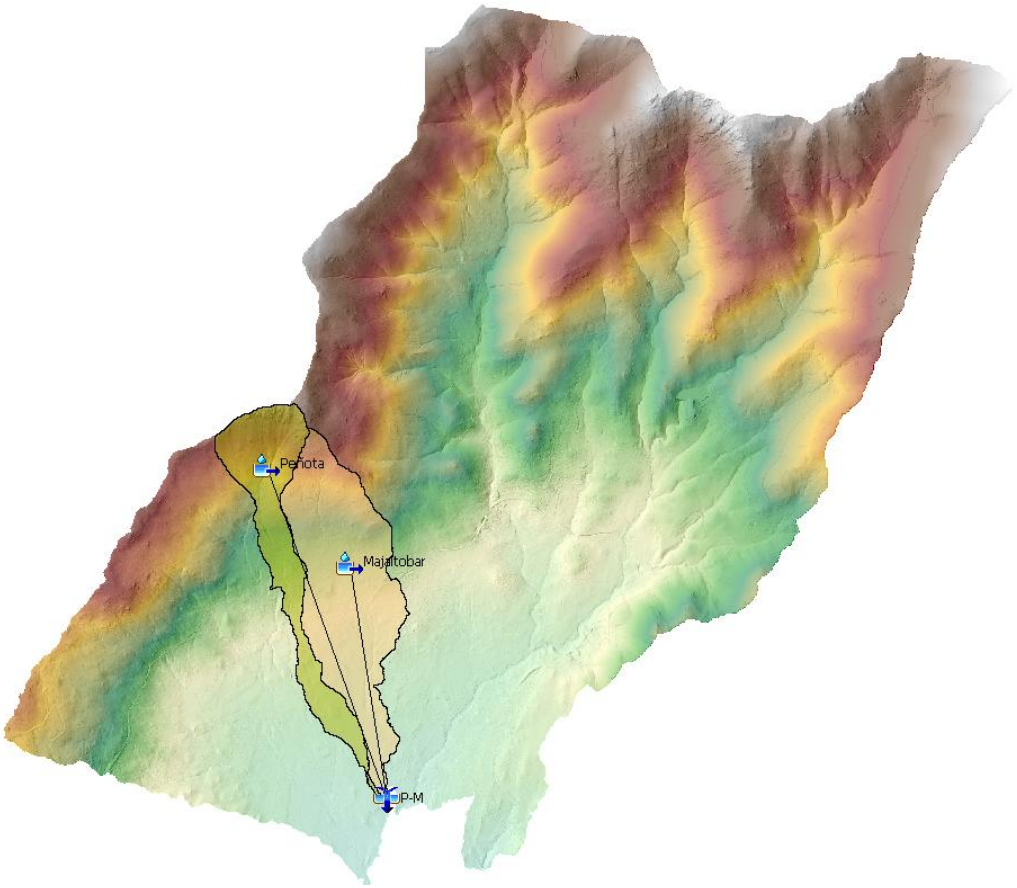


Figura 84. Modelo Hidrometereológico HEC-HMS.

4.1. Precipitación

Para la distribución de la precipitación a lo largo del tiempo se aplican los Hietogramas sintéticos calculados en el apartado 2.3.3 del presente anejo.

4.2. Infiltración

Para la distribución de la precipitación a lo largo del tiempo se aplican los Hietogramas sintéticos calculados en el apartado 2.3.3 del presente anejo.

Las curvas del SCS se obtienen del nivel de escorrentía medio P0 de cada cuenca, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$CN = \frac{5080}{P0 + 50.8}$$

Cuenca	P0 Corregido	CN
GUADARRAMA	57,6	46,9
MAJALTOBAR	40,1	55,9
PEÑOTA	36,0	58,6

4.3. Propagación

Una vez adoptado el Hidrograma unitario en el punto 2.3.5, hemos de determinar el tiempo de desfase de la punta (lag time), para cada cuenca.

Cuenca	Tc (min)	S (Km 2)	Tlag (min)	0.29Tlag (min)
GUADARRAMA	174,0	51,38	61	18
MAJALTOBAR	86,0	3,69	30	9
PEÑOTA	94,0	2,09	33	10

Posteriormente se realiza la simulación para obtener los hidrogramas de avenida correspondientes a los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años.

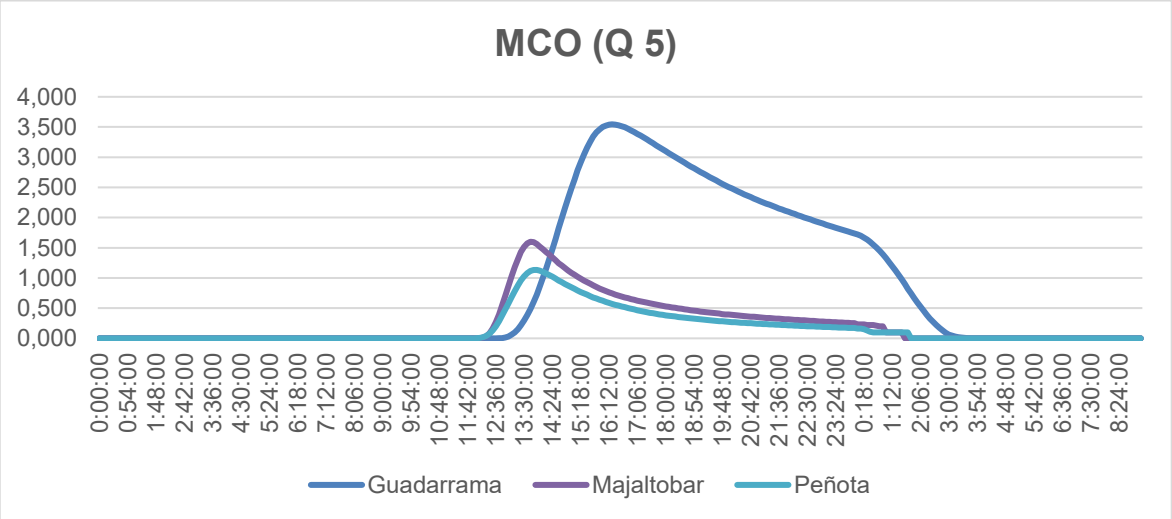


Figura 85. Hidrograma de Vertido para t= 5 años.

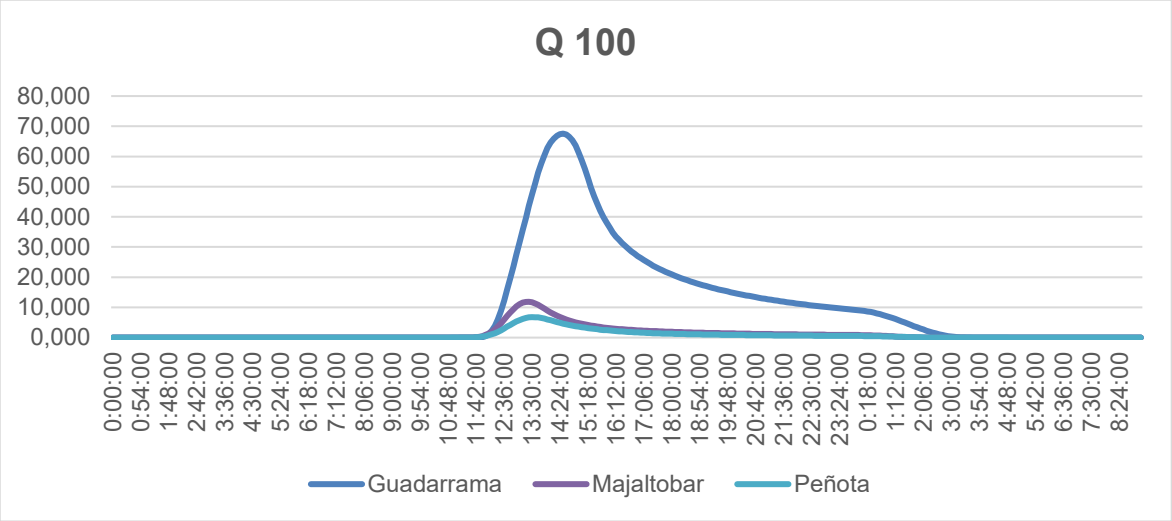


Figura 86. Hidrograma de Vertido para t= 100 años.

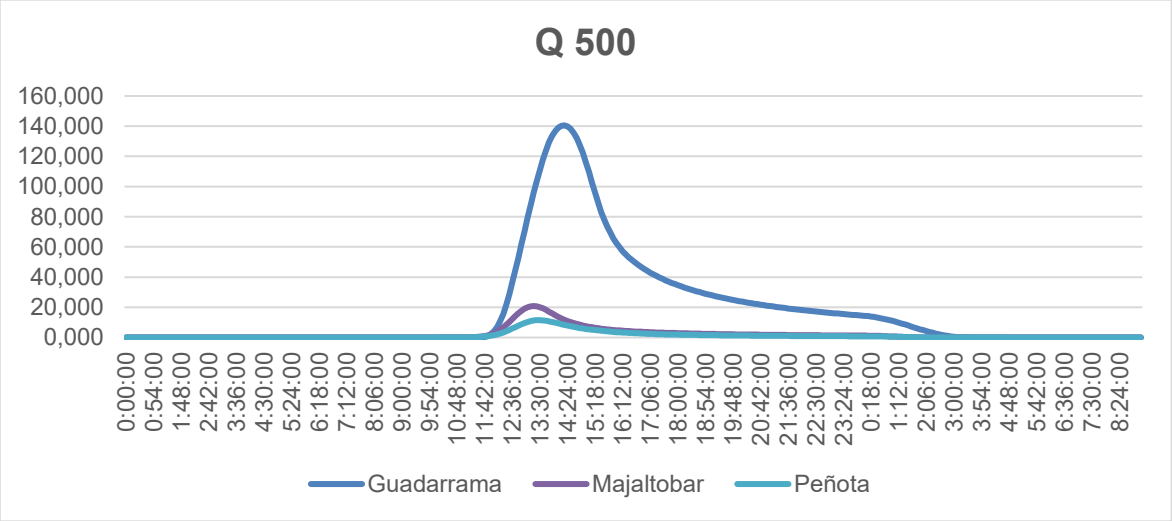


Figura 87. Hidrograma de Vertido para t= 500 años.

Capítulo 5. CAUDALES.

Cuenca	Q (m3/s)		
	5	100	500
Guadarrama	3,54	67,56	140,52
Majaltobar	1,60	11,86	20,82
Peñota	1,13	6,78	11,48

Figura 88. Caudales punta

Capítulo 6. CALIBRACIÓN DEL MODELO – VALIDACIÓN DE DATOS

Se calibran los cálculos de caudales realizados a partir del informe extraído del CAUMAX, elaborado por el CEDEX a través de un convenio de colaboración con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). A través de esta colaboración se facilita un mapa de los caudales máximos asociados a distintas probabilidades de recurrencia en la red de ríos que gestiona a través de las distintas Confederaciones Hidrográficas.

En este caso, tomando como punto de referencia el correspondiente a la cuenca del Guadalix, se obtiene un caudal de 134 m3/s para el periodo de retorno Q500, de un orden de magnitud similar que el obtenido a través de los cálculos realizados (140.52 m3/s). Esto se explica, en parte, en los criterios conservadores aplicados a la hora de realizar el estudio y la estimación de los caudales, tanto desde la precipitación como respecto a los parámetros generadores de escorrentía.

En cualquier caso, se considera una calibración adecuada, suficientemente ajustada para ser empleados los valores obtenidos en las diferentes cuencas como válidos para el presente proyecto.



Figura 89. Consulta de caudales CAUMAX (Q500)

Título VI. MODELO HIDRÁULICO

A partir de los caudales obtenidos anteriormente en el Estudio Hidrológico, se procede a continuación a efectuar los correspondientes cálculos hidráulicos.

Para llevar a cabo el estudio, y derivado de la topografía de la zona y la geomorfología fluvial, se escoge un modelo bidimensional, ya que es posible el desbordamiento de los cauces y resulta necesario conocer el comportamiento del flujo en esa situación.

Se ha realizado una simulación hidráulica bidimensional para los tres periodos de retorno correspondientes a 5, 100 y 500 años, para lo que se ha utilizado el modelo numérico de simulación “Iber

Capítulo 1. IBER

Para la modelación hidráulica bidimensional se elige la utilización del programa Iber, el cual es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no-permanente y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial. La interfaz de Iber está basada en GID (www.gidhome.com), el software de Pre-proceso y Post-proceso desarrollado por el CIMNE (Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería). El programa surge para poder disponer de una herramienta con la cual realizar simulaciones hidráulicas que faciliten la aplicación de la legislación española.

Los campos de aplicación de Iber son:

- Simulación del flujo en lámina libre en cauces naturales.
- Evaluación de zonas inundables. Cálculo de las zonas de flujo preferente.
- Cálculo hidráulico de encauzamientos.
- Cálculo hidráulico de redes de canales en lámina libre.
- Cálculo de corrientes de marea en estuarios.
- Estabilidad de los sedimentos del lecho.
- Procesos de erosión y sedimentación por transporte de material granular.

El modelo Iber consta de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, 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 o cuadriláteros.

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad bidimensionales, también conocidas como ecuaciones de Saint Venant 2D. Dichas ecuaciones asumen las siguientes hipótesis:

- Distribución de presión hidrostática
- Distribución uniforme de velocidad en profundidad

La hipótesis de presión hidrostática se cumple razonablemente en el flujo en ríos, así como en las corrientes generadas por la marea en estuarios y zonas costeras.

La hipótesis de distribución uniforme de velocidad en profundidad se cumple de forma habitual en ríos y estuarios, siempre y cuando no existan procesos relevantes de estratificación debido a diferencias de salinidad, de temperatura o al viento.

En la actualidad, los modelos numéricos basados en las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad bidimensionales son los más utilizados en estudios de evaluación de zonas inundables, dinámica fluvial, corrientes de marea, transporte de sedimentos y calidad de aguas.

El hecho esencial en los modelos llamados de aguas poco profundas, es que el grosor de la capa de fluido es pequeño comparado con la escala longitudinal horizontal.

El **módulo hidrodinámico** de Iber tiene la capacidad de considerar los siguientes procesos:

- Flujo no estacionario en régimen rápido y en régimen lento
- Formación de resaltos hidráulicos no estacionarios
- Fricción de fondo según formulación de Manning
- Frentes de inundación no estacionarios
- Tensiones turbulentas calculadas según diversos modelos de turbulencia: Viscosidad turbulenta constante, Modelo parabólico, Modelo de longitud de mezcla, Modelo k-e
- Variación temporal de la cota del fondo debido a transporte de sedimentos
- Condiciones de contorno abierto tipo: Hidrograma (entrada / salida), Marea, Vertido crítico, Vertedero, Curva de gasto
- Condiciones de contorno tipo pared: Deslizamiento libre, Fricción de pared según ley logarítmica
- Condiciones de contorno internas: Puentes (coeficiente de pérdida de carga / coeficiente de arrastre), Vertedero, Compuerta, Muro / Dique encauzamiento.
- Infiltración según las formulaciones de Green-Ampt, Horton, Lineal
- Rozamiento superficial por viento según formulación de Van Dorn
- Salida de resultados de Riesgo según RDPH
- Utilidades para el cálculo de la zona de flujo preferente según RDPH

El entorno Iber consta de una interfaz amigable que resulta sencilla de manejar. Incluye módulos de preproceso de datos y postproceso de resultados basados en el sistema GID, y ambos módulos son compatibles con entornos SIG, con la facilidad de importado y exportado de datos que ello conlleva.

En el preproceso se introducen los datos, manejando dos conceptos; el de la introducción de geometría y mallado con las condiciones de contorno oportunas.

La introducción de la geometría consiste en introducir en el modelo una representación más o menos idealizada del problema a estudiar. Se crea y se edita el modelo y se le asignan las condiciones de contorno y propiedades.

Una vez realizado esto, ha de mallarse la superficie. Se efectúa por tanto una discretización del modelo generado a partir de la geometría. Se crea y edita una malla que recoge las características de la geometría. Sobre esta malla se realiza el cálculo.

El postproceso es el proceso posterior al cálculo numérico, y que nos permite volcar los resultados que necesitemos de manera gráfica y muy visual, además de permitirnos obtener resultados numéricos en puntos concretos para poder analizar que está ocurriendo realmente.



Figura 90. Interfaz del programa Iber

Capítulo 2. MODELO DIGITAL DEL TERRENO

La cartografía utilizada en un estudio de Inundabilidad resulta un parámetro fundamental que va a condicionar la calidad final de los resultados del mismo.

En el presente punto se definen las principales características de la cartografía empleada, así como su tratamiento para la generación de los modelos digitales del terreno y datos de entrada a los modelos hidráulicos, de manera que los resultados de los mismos sean acordes con la escala de trabajo.

La cartografía que se ha tomado como punto de partida es un Modelo de Elevación Digital LIDAR, con tamaño de celda de 1 x 1 metro, lo que va a proporcionar una buena exactitud en los cálculos.

El sistema de referencia planimétrico es ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989).

El primer paso en el procesamiento es el recorte del MDT al ámbito en el que se va a efectuar el estudio bidimensional, es decir, a la zona ocupada por escorrentía en las proximidades del área de estudio. En la siguiente imagen se muestra el MDT así obtenido:

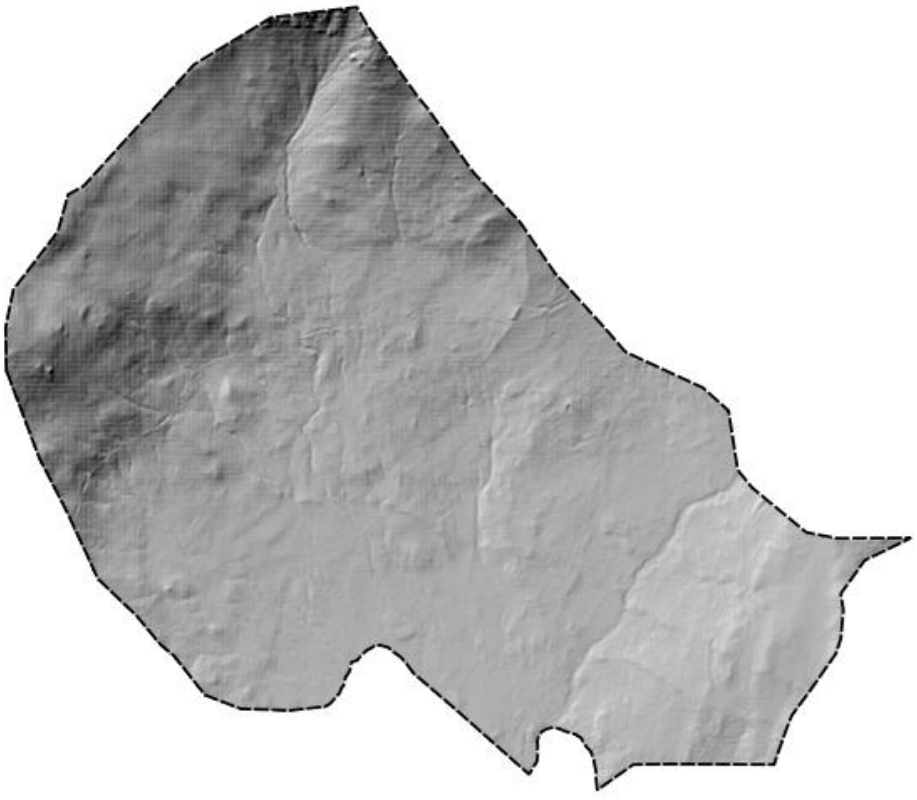


Figura 91. MDT utilizado en el cálculo.

A continuación, el MDT se corrige para poder ser usado en IBER, en este sentido se han llevado a cabo los siguientes trabajos:

- Eliminación de depresiones y huecos en los solapes.
- Eliminación de puentes.
- Incorporación de obras de drenaje y tramos soterrados.
- Horadar cauces e inclusión de líneas de rotura.

Capítulo 3. PARÁMETROS DE IBER

A continuación, se definen los parámetros empleados en Iber para la realización de la simulación hidráulica.

- **Cotas: MDT** Lidar con celdas de 1 x 1 metros.
- **Mallado**: No estructurado con lado mínimo 1m y máximo 4 m.

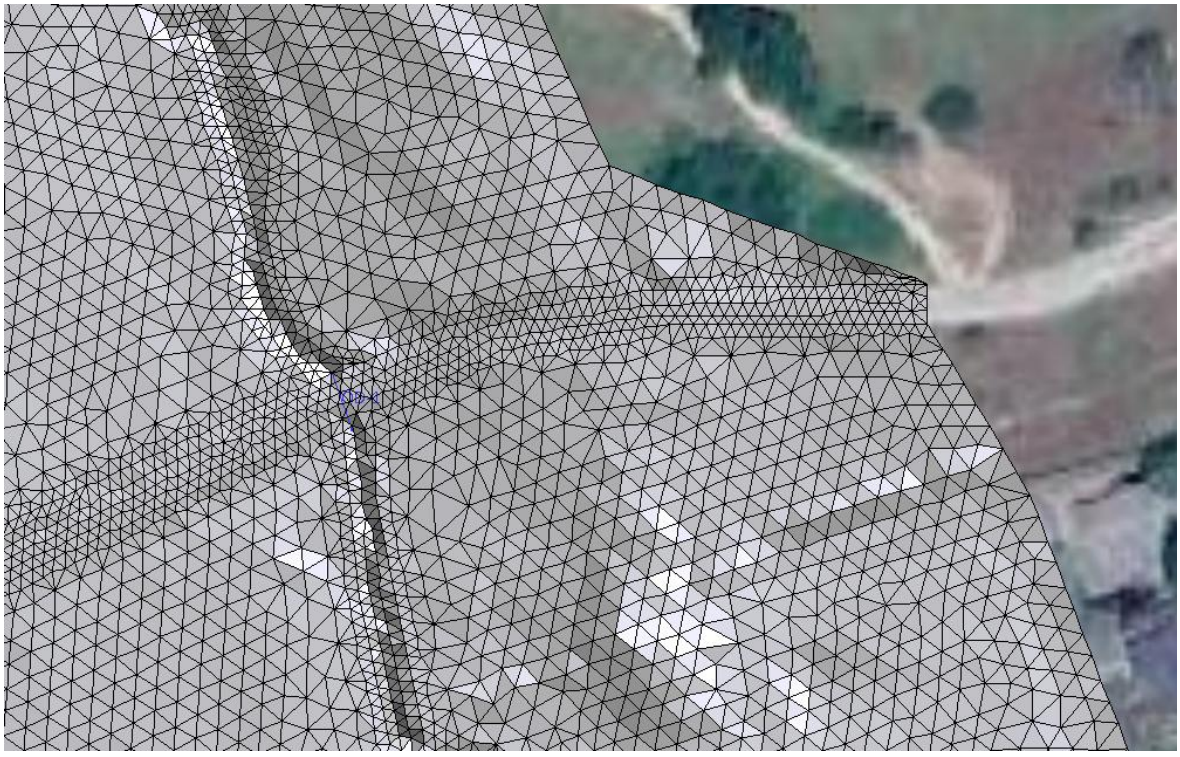


Figura 92. Mallado usado en el cálculo.

- **Datos del problema**, Tiempos de cálculo:
    - Instante inicial: 39.600 seg (11:00 h). Inicio del Hidrograma.
    - Instante final: 64.800 seg (18:00 h). Fase de declive del hidrograma.
    - Intervalo de resultados: 300 seg.(5 min)

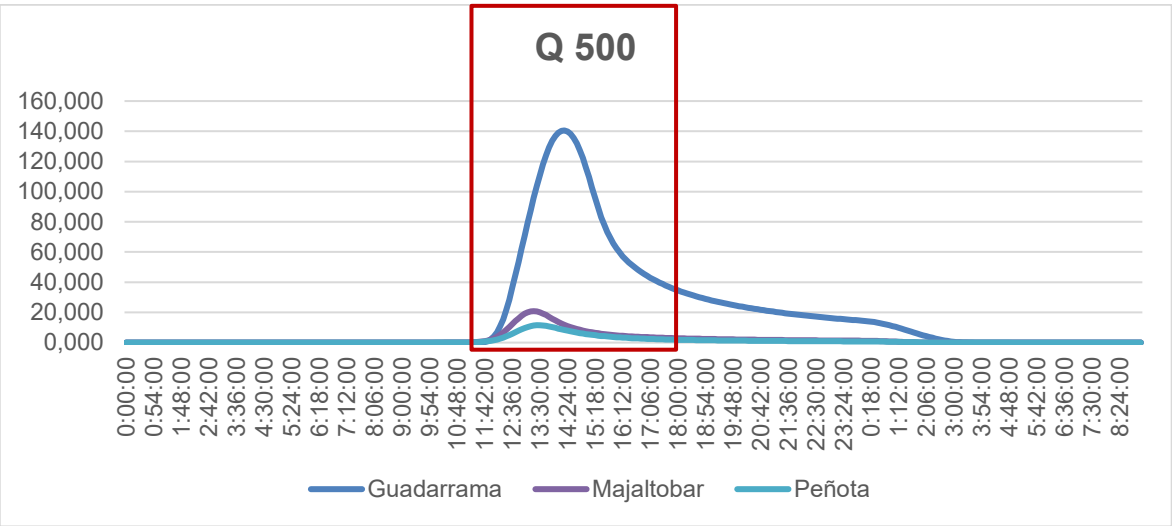


Figura 93. Parámetros de tiempo utilizados en la simulación

- **Rugosidad**: A partir de la información de los usos del suelo, se creó una capa a la que se le ha asignado un coeficiente de rugosidad, tomando como criterio la tabla del *anejo V de la "Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables"*, también se han tenido en cuenta los valores indicados por el organismo de cuenca. se han tenido en cuenta los valores de rugosidad

USO	Mnng
Cauces Naturales	0.035
Cultivos	0.040
ed Viaria	0.100
Pastizales	0.045
Urbano Discontinuo	0.090
Matorral	0.060
Urbano Continuo	0.100
ODT Hormigón	0.015
ODT-Piedra	0.025

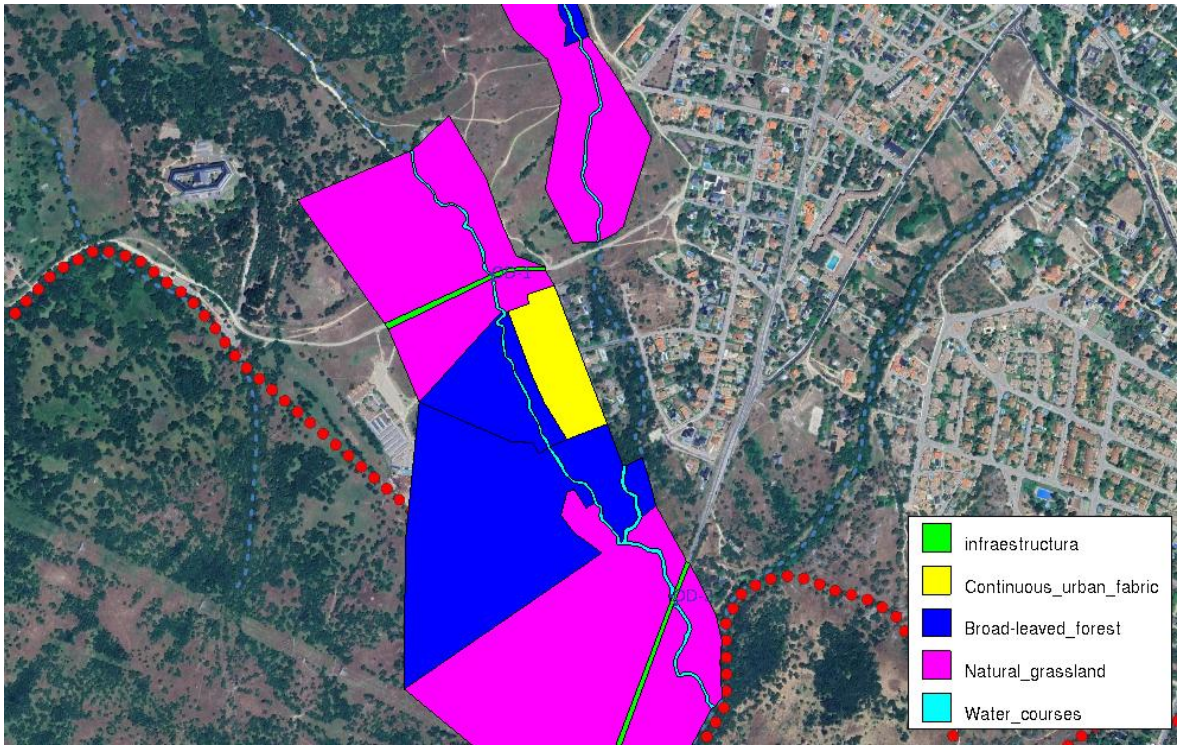


Figura 94. Capa de Coeficiente de Rugosidad.

3.1. Condiciones de Contorno:

3.1.1. Entrada de caudal

Para cada arroyo estudiado se introduce el Hidrograma obtenido para el periodo de retorno correspondiente (5, 100 y 500 años), según el esquema de la página siguiente:

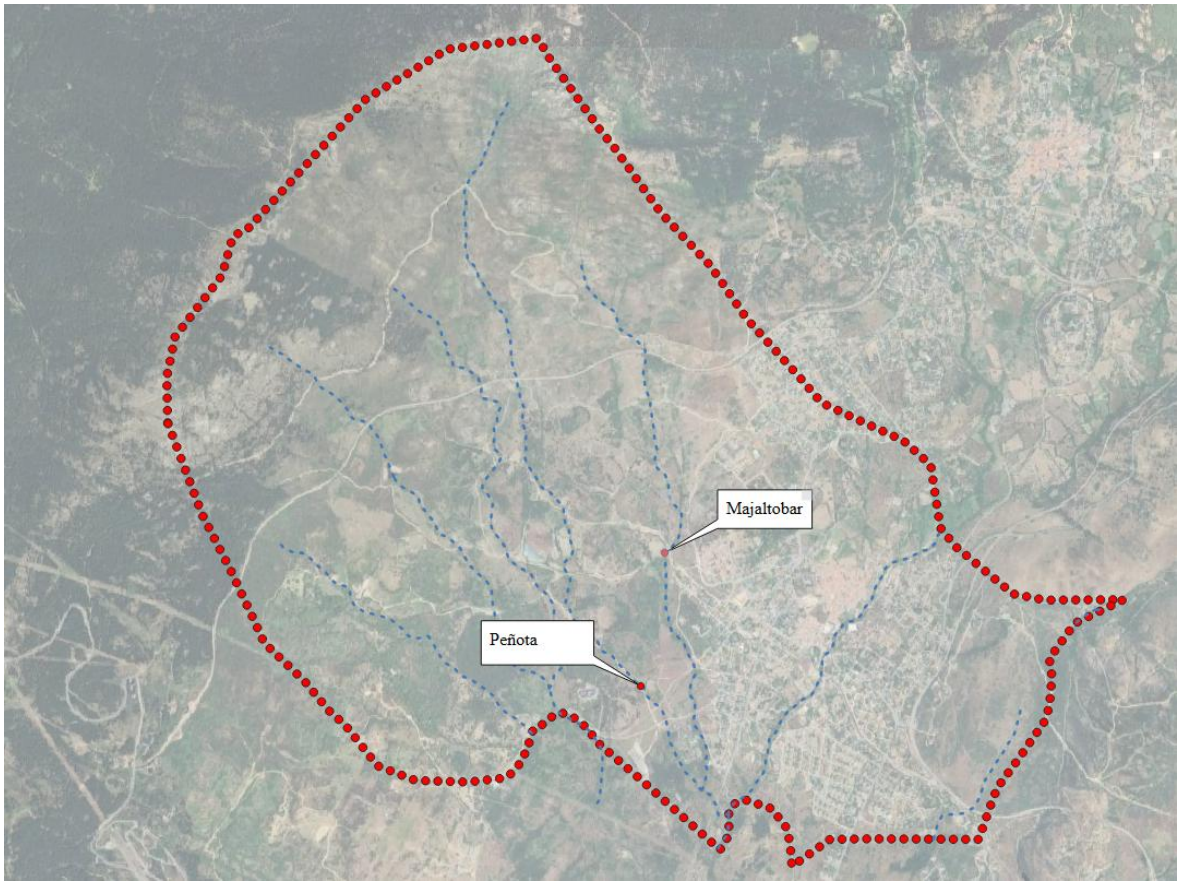


Figura 95. Entradas de caudales

3.1.2. Salida de caudales

Para todos los arroyos se ha considerado un régimen crítico.

3.2. Estructuras (Culverts)

Para conseguir un modelo hidráulico correcto y acorde a la realidad, se han introducido en Iber las siguientes obras de paso:

3.2.1. Arroyo Peñota

1. Obra de paso bajo la Carr Virgen del Espino. Se introduce como un tubo de 1 m de D.





2. Obra de paso bajo M-622. Se introduce como un cajón de 3 x 2 m.



Capítulo 4. POSTPROCESO Y EXPORTACIÓN DE RESULTADOS.

Se han realizado tres simulaciones independientes, correspondientes a los periodos de retorno de 5, 100 y 500 años.

Los resultados se exportan en forma de capas Raster donde se representan las envolventes de calados y velocidades. A partir de estos ficheros se generan el resto de planos que acompañan a este documento.

Título VII. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO PROBABLE

De acuerdo al texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, pertenecen al dominio público hidráulico (DPH) los cauces de corrientes naturales continuos o discontinuos. Estos cauces o álveos están protegidos por una franja lateral de 5 m de anchura, que se denomina zona de servidumbre, y una franja de 100 metros de zona de policía.

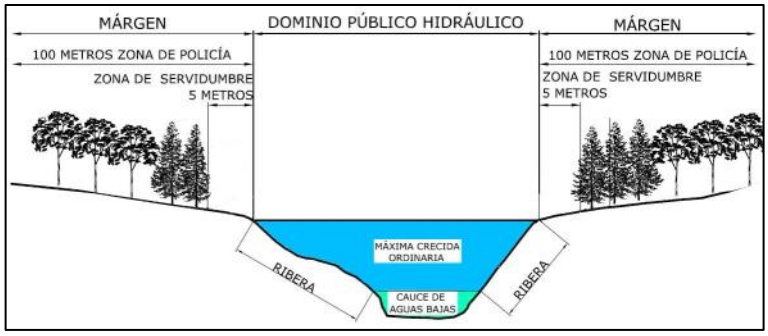


Figura 96. Esquema del DPH.

En una imagen tomada del visor de SNCZI puede verse que, en el término municipal de Los Molinos, ya se encuentra delimitado el DPH en un tramo del Río Guadarrama, y en el Arroyo de Majaltobar a su paso por la Urbanización Cerca de La Mora Alta.

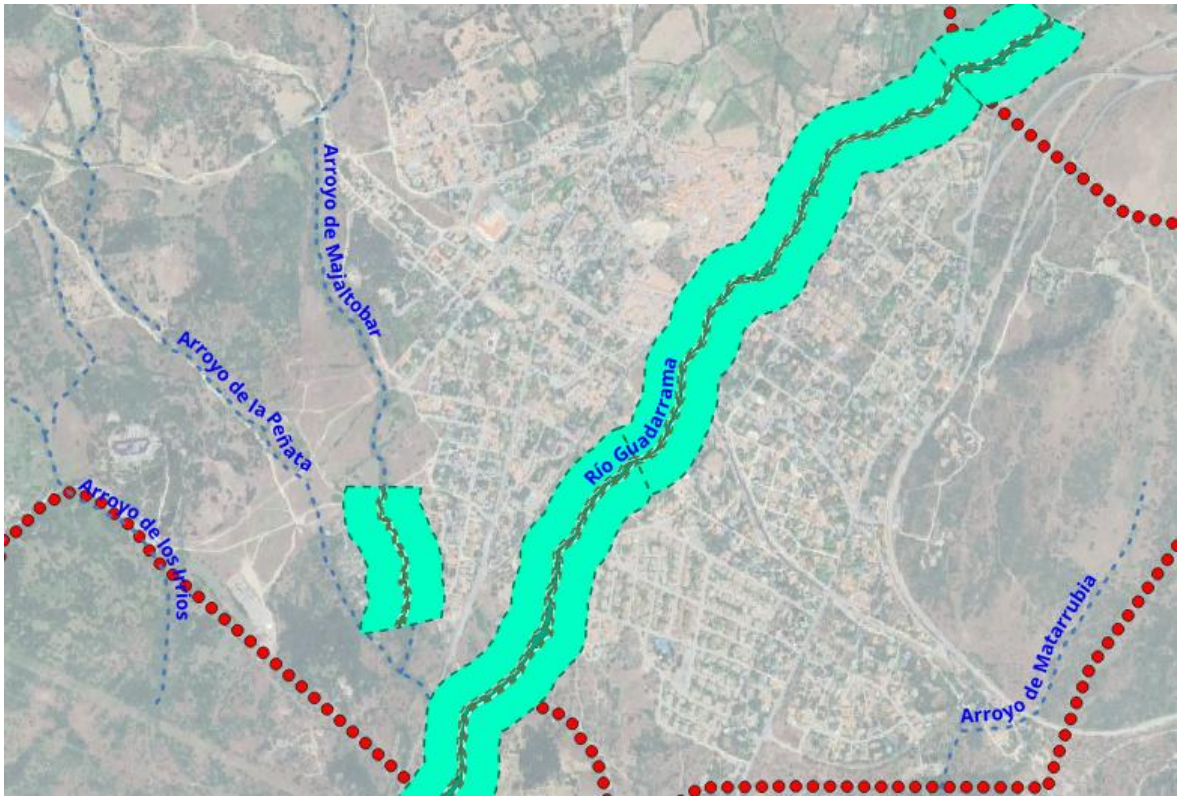


Figura 97. Visor SNCZI

Capítulo 1. MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA

Para establecer un primer trazado aproximado en planta del Dominio Público Hidráulico, se ha de calcular la máxima crecida ordinaria (MCO), definida como la media de los máximos caudales en su régimen natural, producidos durante 10 años consecutivos, que sean representativos del comportamiento de la corriente.

El límite así obtenido, debe ser considerado como límite inferior, ya que para llegar al deslinde definitivo del DPH, aparte de los métodos hidrológicos aquí descritos, han de utilizarse criterios fluviomorfológicos, medioambientales y sociales.

Según la publicación del CEDEX "Aspectos prácticos de la definición de la Máxima Crecida Ordinaria" el periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria (TMCO) se obtiene según la expresión

TMCO Cv = 5·

Siendo Cv el coeficiente de variación de la distribución de máximos caudales anuales. La zona de estudio tiene asignado un valor regional estadístico de 0,79, por lo que el periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria sería, siguiendo el criterio del CEDEX, de 4 años.

No obstante, para la obtención del caudal que define la máxima crecida ordinaria se considerará un periodo de retorno **más conservador de 5 años.**

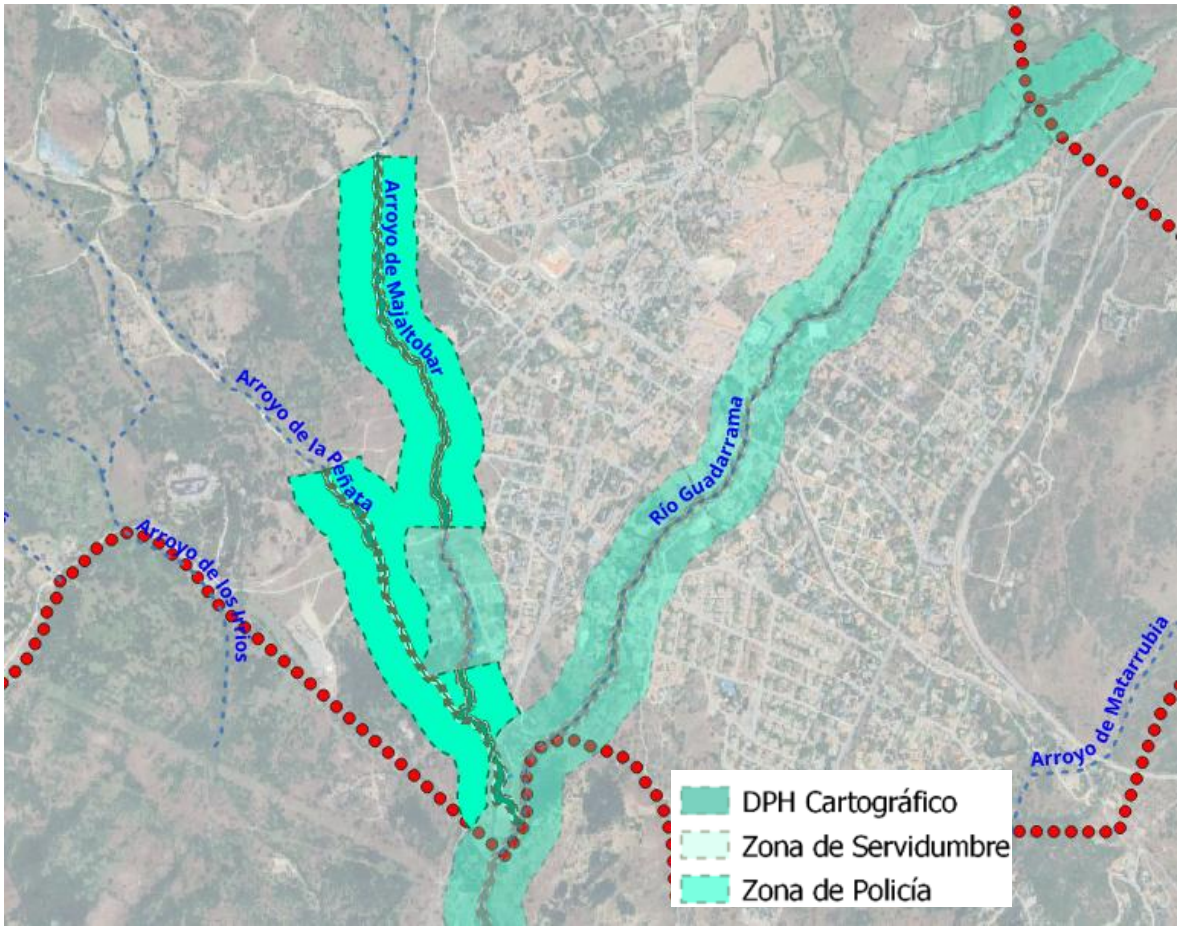


Figura 98. DPH Cartográfico o Probable.

Título VIII. ZONA DE FLUJO PREFERENTE.

La modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico efectuada a través del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, introdujo los siguientes conceptos en la zonificación de los espacios fluviales:

Zona de inundación peligrosa (ZIP): Zona en la que se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 m.
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m^2/s.

Vía de intenso desagüe (VID): 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. El cálculo de la VID requiere una simulación independiente, con cálculos reiterativos hasta conseguir que se cumpla la condición de que la diferencia de los calados máximos sea igual a 0,30 m.

Zona de flujo preferente (ZFP): Constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, denominada vía de intenso desagüe, con la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, definida como zona de inundación peligrosa o zona de graves daños; definiendo su límite exterior la envolvente de ambas zonas.

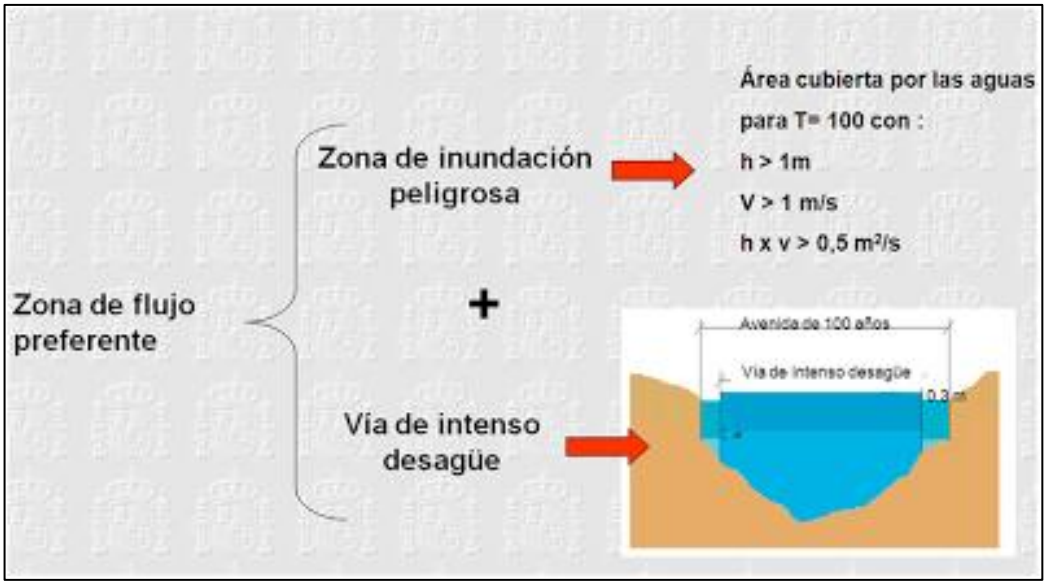


Figura 99. Esquema del cálculo de la zona de flujo preferente.

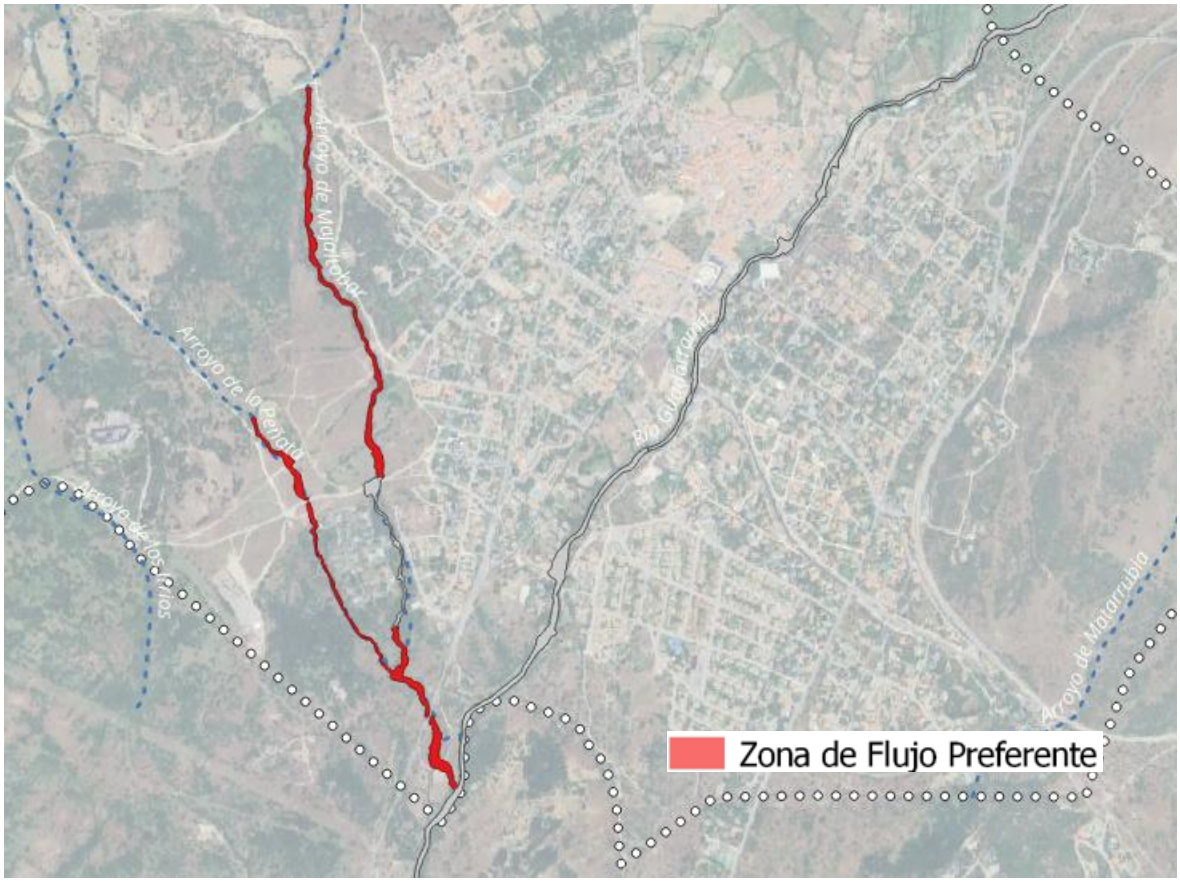


Figura 100. ZFP

Título IX. ZONA INUNDABLE

De acuerdo con el art. 14.1 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años (0,2% de probabilidad anual).



Figura 101. Zona Inundable (RDPH)

Título X. PLANOS

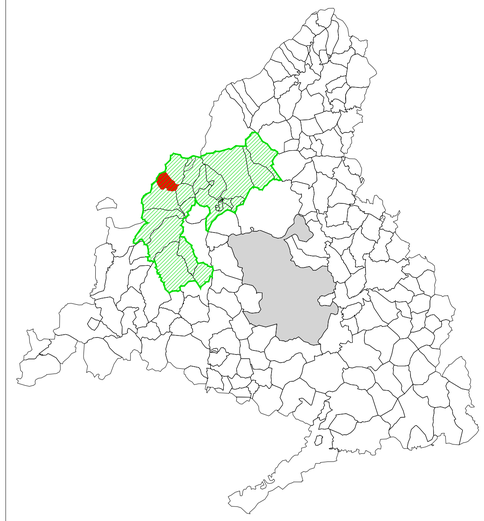
Nº PLANO	ESCALA	TÍTULO DEL PLANO
EH-01	**1:15.000**	Situación y emplazamiento.
EH-02	**1:10.000**	Clasificación del Suelo
EH-03	**1:5.000**	Zona Inundable (T = 500).
EH-04	**1:5.000**	Dominio público hidráulico cartográfico.
EH-05	**1:5.000**	Zona de flujo preferente.

ENCUADRE TERRITORIAL

- Término Municipal de Los Molinos
- Zona Sierra Central
- Autovías y Carreteras
- Ferrocarril

ESCALA REGIONAL

- Municipios de la Comunidad de Madrid
- Zona Sierra Central
- Municipio de Los Molinos
- Municipio de Madrid





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-01

MAYO 2026 — E 1:80.000

Encuadre Territorial

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron Emepro

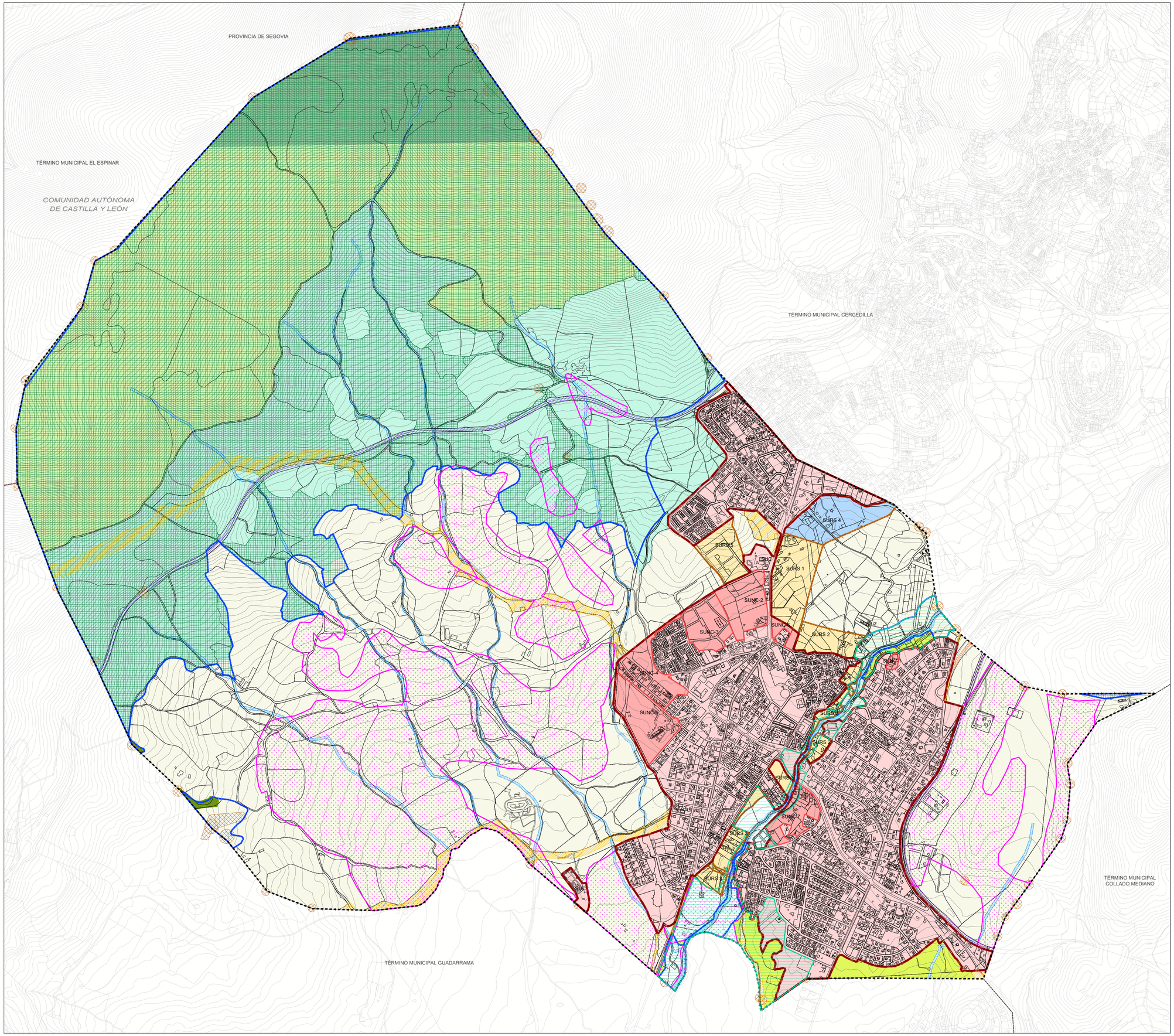
Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales Ingeniero de C.C.P.

Rubén Fernández Arquitecto

Silvia Blanco Arquitecta

Pedro Tarancón Arquitecto



CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍA DEL SUELO

SUELO URBANO (SU)

	SU	Suelo Urbano
	SUC	Suelo Urbano Consolidado
	SUNC	Suelo Urbano No Consolidado

SUELO URBANIZABLE (SUR)

	SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado
	SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Mixto (Industrial - Terciario)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN (SNUP)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SNUP-E)

	SNUP-E-PP	PORN. Paisaje Protegido
	SNUP-E-ZMP	PORN. Zona de Máxima Protección
	SNUP-E-ZCMUT	PORN. Zona de Conservación y Mantenimiento de Usos Tradicionales
	SNUP-E-ZAORN	PORN. Zona de Aprovechamiento Ordenado de los Recursos Naturales
	SNUP-E-ZT	PORN. Zona de Transición
	SNUP-E-ZEC	ZEC Cuenca del río Guadarrama
	SNUP-E-MUP	Montes de Utilidad Pública
	SNUP-E-M	Montes Preservados
	SNUP-E-VP	Vías Pecuarias
	SNUP-E-CR	Cauces y Riberas
	SNUP-E-CA	Carreteras
	SNUP-E-FE	Ferrocarriles
	SNUP-E-CU	Cultural

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN PRESERVADO (SNUP-P)

	SNUP-P-PP	Protección Paisajística

OTRAS DELIMITACIONES

	Límite de la Comunidad Autónoma
	Límite del Término Municipal de Los Molinos
	Límite de otros Términos Municipales
	Plan Especial del Río Guadarrama



PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-02.1

MAYO 2026 — E 1:10.000

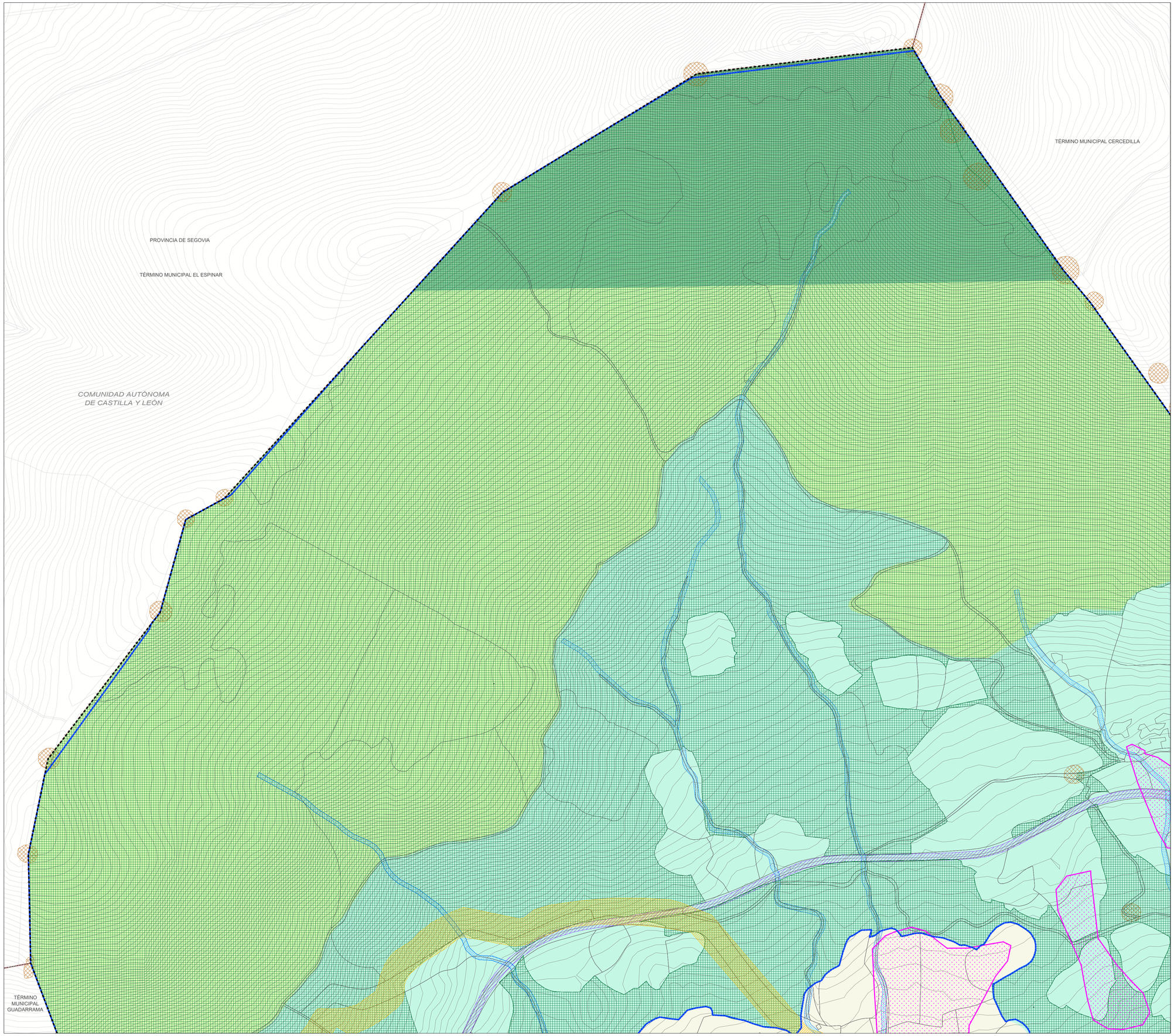
Clasificación del Suelo

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron / ehepro

Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales, Ingeniero de C.C.P
Rubén Fernández, Arquitecto
Silvia Blanco, Arquitecta
Pedro Tarancón, Arquitecto



CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍA DEL SUELO

SUELO URBANO (SU)

- SU — Suelo Urbano
- SUC — Suelo Urbano Consolidado
- SUNC — Suelo Urbano No Consolidado

SUELO URBANIZABLE (SUR)

- SURS — Suelo Urbanizable Sectorizado Residencial
- SURS — Suelo Urbanizable Sectorizado Mixto (Industrial - Terciario)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN (SNUP)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SNUP-E)

- SNUP-E-PP — PORN. Paisaje Protegido
- SNUP-E-ZMP — PORN. Zona de Máxima Protección
- SNUP-E-ZCMUT — PORN. Zona de Conservación y Mantenimiento de Usos Tradicionales
- SNUP-E-ZAORN — PORN. Zona de Aprovechamiento Ordenado de los Recursos Naturales
- SNUP-E-ZT — PORN. Zona de Transición
- SNUP-E-ZEC — ZEC Cuenca del río Guadarrama
- SNUP-E-MUP — Montes de Utilidad Pública
- SNUP-E-M — Montes Preservados
- SNUP-E-CU — Cultural
- SNUP-E-VP — Vías Pecuarias
- SNUP-E-CA — Carreteras
- SNUP-E-CR — Cauces y Riberas
- SNUP-E-FE — Ferrocarriles

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN PRESERVADO (SNUP-P)

- SNUP-P-PP — Protección Paisajística

OTRAS DELIMITACIONES

- Límite de la Comunidad Autónoma
- Límite del Término Municipal de Los Molinos
- Límite de otros Términos Municipales
- Plan Especial del Río Guadarrama





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-02.2

MAYO 2026 — E 1:5.000

Clasificación de Suelo

Promotor: Equipo Redactor: Dirección Técnica (Redactores):

Ayuntamiento de Los Molinos

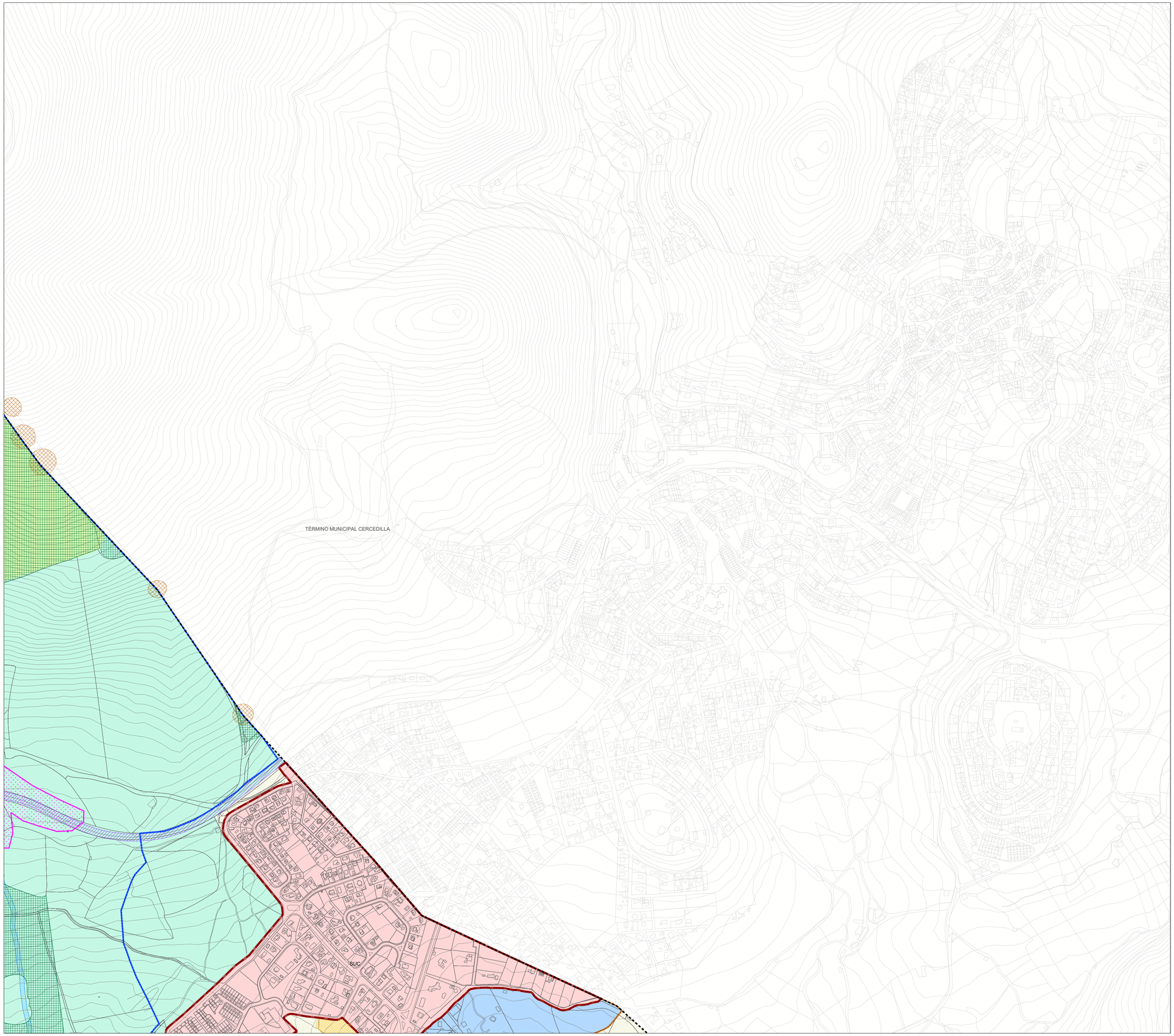
omicron ingeniería

Magdalena Barreales Ingeniero de C.C.P.

Rubén Fernández Arquitecto

Silvia Blanco Arquitecta

Pedro Tarancón Arquitecto



CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍA DEL SUELO

SUELO URBANO (SU)

	SU	Suelo Urbano
	SUC	Suelo Urbano Consolidado
	SUNC	Suelo Urbano No Consolidado

SUELO URBANIZABLE (SUR)

	SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Residencial
	SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Mixto (Industrial - Terciario)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN (SNUP)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SNUP-E)

	SNUP-E-PP	PORN. Paisaje Protegido		
	SNUP-E-ZMP	PORN. Zona de Máxima Protección		
	SNUP-E-ZCMUT	PORN. Zona de Conservación y Mantenimiento de Usos Tradicionales		
	SNUP-E-ZAORN	PORN. Zona de Aprovechamiento Ordenado de los Recursos Naturales		
	SNUP-E-ZT	PORN. Zona de Transición		
	SNUP-E-ZEC	ZEC Cuenca del río Guadarrama		
	SNUP-E-MUP	Montes de Utilidad Pública		
	SNUP-E-M	Montes Preservados	SNUP-E-CU	Cultural
	SNUP-E-VP	Vías Pecuarias	SNUP-E-CA	Carreteras
	SNUP-E-CR	Cauces y Riberas	SNUP-E-FE	Ferrocarriles

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN PRESERVADO (SNUP-P)

	SNUP-P-PP	Protección Paisajística

OTRAS DELIMITACIONES

	Límite de la Comunidad Autónoma
	Límite del Término Municipal de Los Molinos
	Límite de otros Términos Municipales
	Plan Especial del Río Guadarrama





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-02.3

MAYO 2026 E 1:5.000

Clasificación de Suelo

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron ulmepro

Dirección Técnica (Redactores):
Magdalena Barreales Ingeniero de C.C.P
Rubén Fernández Arquitecto
Silvia Blanco Arquitecta
Pedro Tarancón Arquitecto

TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA

SUC

CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍA DEL SUELO

SUELO URBANO (SU)

SU	Suelo Urbano
SUC	Suelo Urbano Consolidado
SUNC	Suelo Urbano No Consolidado

SUELO URBANIZABLE (SUR)

SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Residencial
SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Mixto (Industrial - Terciario)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN (SNUP)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SNUP-E)

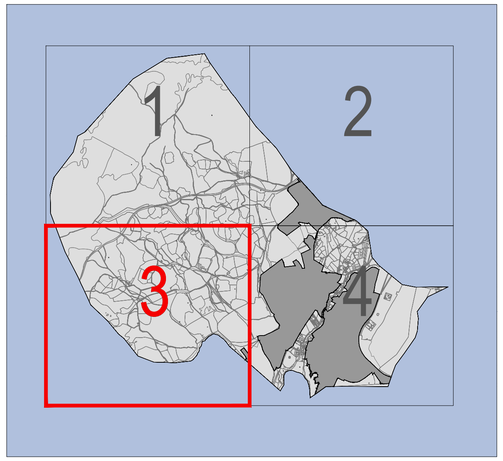
SNUP-E-PP	PORN. Paisaje Protegido		
SNUP-E-ZMP	PORN. Zona de Máxima Protección		
SNUP-E-ZCMUT	PORN. Zona de Conservación y Mantenimiento de Usos Tradicionales		
SNUP-E-ZAORN	PORN. Zona de Aprovechamiento Ordenado de los Recursos Naturales		
SNUP-E-ZT	PORN. Zona de Transición		
SNUP-E-ZEC	ZEC Cuenca del río Guadarrama		
SNUP-E-MUP	Montes de Utilidad Pública		
SNUP-E-M	Montes Preservados	SNUP-E-CU	Cultural
SNUP-E-VP	Vías Pecuarias	SNUP-E-CA	Carreteras
SNUP-E-CR	Cauces y Riberas	SNUP-E-FE	Ferrocarriles

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN PRESERVADO (SNUP-P)

SNUP-P-PP	Protección Paisajística

OTRAS DELIMITACIONES

- Límite de la Comunidad Autónoma
- Límite del Término Municipal de Los Molinos
- Límite de otros Términos Municipales
- Plan Especial del Río Guadarrama





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-02.4

MAYO 2026 — E 1:5.000

Clasificación de Suelo

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron / emepro

Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales, Ingeniero de C.C.P.
Rubén Fernández, Arquitecto
Silvia Blanco, Arquitecta
Pedro Tarancón, Arquitecto

SURS 4
SURS 5
SUC
SURS 1
SUNC-3
SUNC-2
SUNC-6
SURS 2
TÉRMINO MUNICIPAL CERCEDILLA
SUNC-1
SUNC-4
SUNC-5
SURS 2
SUC
SURS 2
SURS 3
SUC
SUNC-7
SURS 3
SURS 3
TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA
TÉRMINO MUNICIPAL COLLADO MEDIANO

CLASIFICACIÓN Y CATEGORÍA DEL SUELO

SUELO URBANO (SU)

SU	Suelo Urbano
SUC	Suelo Urbano Consolidado
SUNC	Suelo Urbano No Consolidado

SUELO URBANIZABLE (SUR)

SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Residencial
SURS	Suelo Urbanizable Sectorizado Mixto (Industrial - Terciario)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN (SNUP)

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SNUP-E)

SNUP-E-PP	PORN. Paisaje Protegido		
SNUP-E-ZMP	PORN. Zona de Máxima Protección		
SNUP-E-ZCMUT	PORN. Zona de Conservación y Mantenimiento de Usos Tradicionales		
SNUP-E-ZAORN	PORN. Zona de Aprovechamiento Ordenado de los Recursos Naturales		
SNUP-E-ZT	PORN. Zona de Transición		
SNUP-E-ZEC	ZEC Cuenca del río Guadarrama		
SNUP-E-MUP	Montes de Utilidad Pública		
SNUP-E-M	Montes Preservados	SNUP-E-CU	Cultural
SNUP-E-VP	Vías Pecuarias	SNUP-E-CA	Carreteras
SNUP-E-CR	Cauces y Riberas	SNUP-E-FE	Ferrocarriles

SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCIÓN PRESERVADO (SNUP-P)

SNUP-P-PP	Protección Paisajística

OTRAS DELIMITACIONES

	Límite de la Comunidad Autónoma
	Límite del Término Municipal de Los Molinos
	Límite de otros Términos Municipales
	Plan Especial del Río Guadarrama





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-02.5

MAYO 2026 — E 1:5.000

Clasificación de Suelo

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron enteipro

Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales, Ingeniero de C.C.P.
Rubén Fernández, Arquitecto
Silvia Blanco, Arquitecta
Pedro Tarancón, Arquitecto

TÉRMINO MUNICIPAL CERCEDILLA

TÉRMINO MUNICIPAL CERCEDILLA

TERMINO MUNICIPAL
LOS MOLINOS

TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA

TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA

TÉRMINO MUNICIPAL
COLLADO MEDIANO

ZONAS INUNDABLES

SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES (SNCZI)

Zona Inundable SNCZI (T=500)

CÁLCULO AVANCE DEL PGOU

Zona Inundable (T=500)

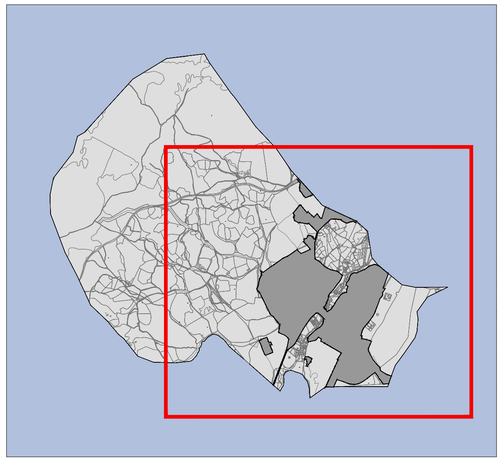
OTRAS DELIMITACIONES

Límite de la Comunidad Autónoma

Límite del Término Municipal Los Molinos

Límite de otros Términos Municipales

Límite del Suelo Urbano





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-03

MAYO 2026

E 1:7.500

Zonas Inundables (T=500)

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron enerpro

Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales, Ingeniero de C.C.P

Rubén Fernández, Arquitecto

Silvia Blanco, Arquitecta

Pedro Taranón, Arquitecto

PROVINCIA DE SEGOVIA

TÉRMINO MUNICIPAL EL ESPINAR

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CASTILLA Y LEÓN

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

TÉRMINO MUNICIPAL CERCEDILLA

TÉRMINO MUNICIPAL LOS MOLINOS

TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA

TÉRMINO MUNICIPAL COLLADO MEDIANO

DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO CARTOGRÁFICO

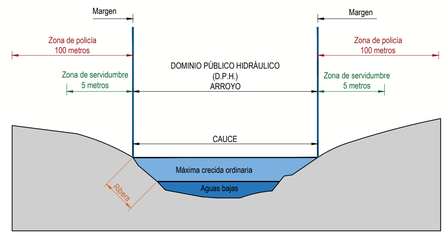
SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES (SNCZI)

- Dominio Público Hidráulico Cartográfico SNCZI
- Zona de Servidumbre SNCZI
- Zona de Policía SNCZI

CÁLCULO AVANCE DEL PGOU

- Dominio Público Hidráulico Cartográfico
- Zona de Servidumbre
- Zona de Policía

ESQUEMA DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y SUS PROTECCIONES



OTRAS DELIMITACIONES

- Límite de la Comunidad Autónoma
- Límite del Término Municipal de Los Molinos
- Límite de otros Términos Municipales
- Límite del Suelo Urbano



PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-04

MAYO 2026

E 1:10.000

Dominio Público Hidráulico Cartográfico

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron / emepro

Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales, Ingeniero de C.C.P
Rubén Fernández, Arquitecto
Silvia Blanco, Arquitecta
Pedro Tarancón, Arquitecto

TÉRMINO MUNICIPAL CERCEDILLA

TÉRMINO MUNICIPAL CERCEDILLA

TERMINO MUNICIPAL
LOS MOLINOS

TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA

TÉRMINO MUNICIPAL GUADARRAMA

TÉRMINO MUNICIPAL
COLLADO MEDIANO

ZONAS DE FLUJO PREFERENTE

SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES (SNCZI)

Zona de Flujo Preferente SNCZI (T=100)

CÁLCULO AVANCE DEL PGOU

Zona de Flujo Preferente (T=100)

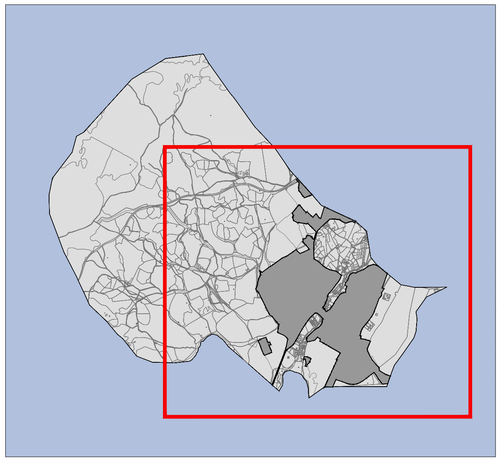
OTRAS DELIMITACIONES

Límite de la Comunidad Autónoma

Límite del Término Municipal Los Molinos

Límite de otros Términos Municipales

Límite del Suelo Urbano





PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE LOS MOLINOS (MADRID)

DOCUMENTO DE AVANCE

EH-05

MAYO 2026

E 1:7.500

Zonas de Flujo preferente

Promotor: Ayuntamiento de Los Molinos

Equipo Redactor: omicron ciespro

Dirección Técnica (Redactores):

Magdalena Barreales, Ingeniero de C.C.P

Rubén Fernández, Arquitecto

Silvia Blanco, Arquitecta

Pedro Taranción, Arquitecto