

Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO 3^{er} CICLO

DOCUMENTO PARA CONSULTA PÚBLICA

JUNIO 2026

Índice general

Contenido

1	Introducción y antecedentes	1
2	Alcance de la revisión de los MAPRI	3
3	Normativa y plazos de aplicación	5
4	Caracterización de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas	7
4.1	Marco físico	8
4.2	Rasgos geológicos	9
4.3	Hidrografía	10
4.4	Zonificación de la demarcación	11
4.5	Marco biótico	13
4.6	Modelo territorial	14
4.7	Paisaje y ocupación del suelo	15
4.8	Patrimonio hidráulico	17
4.9	Estadística climatológica e hidrológica	20
5	Metodología	23
5.1	Información cartográfica y topográfica	27
5.2	Estudio hidrológico	30
5.3	Estudio hidráulico	38
6	Mapas de Peligrosidad y Zonas Legales	45
6.1	Delimitación del DPH	46
6.2	Obtención de la ZFP	48
7	Mapas de Riesgo	50
7.1	Afección a la población	52
7.2	Afección a las actividades económicas	54
7.3	Afección a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental	56
8	Resultados	60
9	Consulta pública	62
10	Documentación y bibliografía	63

ANEXO 1: LISTADO DE ÁREAS DE RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO DE INUNDACIÓN (ARPSI) DEL TERCER CICLO

Índice de figuras

Figura 1. Guías de referencia empleadas.	2
Figura 2. ARPSI fluviales declaradas en el Tercer ciclo en la D.H. Cuencas Mediterráneas Andaluzas.	4
Figura 3. Esquema de las fechas límite para la implementación de la Directiva Europea de Inundaciones en España según el RD 903/2010.	6
Figura 4. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica.	8
Figura 5. Mapa físico de la Demarcación Hidrográfica.	9
Figura 6. Red hidrográfica de la Demarcación Hidrográfica.	11
Figura 7. División del territorio de la demarcación en Sistema y Subsistemas de explotación	12
Figura 8. Pisos bioclimáticos	13
Figura 9. Mapa de categorías y áreas paisajísticas.	16
Figura 10. Mapa de distribución de Usos del suelo.	16
Figura 11. Principales embalses existentes en la demarcación.	18
Figura 12. Serie de precipitaciones anuales (mm) en la demarcación para el periodo 1940/41-2017/18.	20
Figura 13. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica (Período 1940/41-2017/18).	21
Figura 14. Detalle 3D del MDT del tramo ES060_ARPS_0263.	28
Figura 15. Ej. información topográfica estructura del tramo ES060_ARPS_0263.	29
Figura 16. MDT Actual (dcha) y MDT Natural (izq). ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario). Se eliminan edificios en las zonas rurales y elementos que obstaculicen el paso del agua, pero no zona urbana consolidada.	40
Figura 17. Ejemplo de líneas de rotura (en verde) y área de refinamiento en la zona edificada (en rojo).	41
Figura 18. Capa n de Manning para el modelo de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario)).	42
Figura 19. Ubicación de algunas de las estructuras existentes incluidas en la modelización de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario).	42
Figura 20. Ejemplo de calados obtenidos la modelización de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario) para T500.	43

Figura 21. Ejemplo de velocidades obtenidas la modelización de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario) para T500.	44
Figura 22. Zonificación de la zona inundable según la Ley de Aguas y el RDPH. Fuente: MITERD....	45
Figura 23. Constitución de la Zona de Flujo Preferente.	48
Figura 24. Mapa de ZI.	48
Figura 25. Mapa de ZFP.....	49
Figura 26. Mapa de DPH.....	49
Figura 27. Límites Municipales (IGN) y Secciones Censales (INE). DHCMA.....	52
Figura 28. Detalle de riesgo a la Población.	54
Figura 29. Categorías de uso de suelo adoptadas para los mapas de riesgo.....	55
Figura 30. Detalle de Riesgo a las Actividades Económicas.	56
Figura 31. Elementos considerados para la determinación de los riesgos a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental.....	57
Figura 32. Elementos significativos para la Protección Civil según la Guía “Propuesta de Mínimos”.	58
Figura 33. Detalle del visor Rediam (https://portalrediam.cica.es/VisorRediam/)	60
Figura 34. Detalle del visor del SNCZI (https://sig.miteco.gob.es/snczi/) para la consulta de información de zonas inundables.	61
Figura 35. Detalle de la información asociada a la cartografía de las zonas inundables del SNCZI..	61

Índice de tablas

Tabla 1. ARPSI fluviales declaradas en el Tercer ciclo en la D.H. Cuencas Mediterráneas Andaluzas sometidas a información pública.....	4
Tabla 2. Datos administrativos básicos de la demarcación.....	7
Tabla 3. Denominación y superficie de los ámbitos de zonificación	12
Tabla 4. Categorías y áreas paisajísticas de la demarcación hidrográfica.....	15
Tabla 5. Inventario de infraestructuras hidráulicas de la demarcación.....	17
Tabla 6. Principales embalses existentes en la demarcación y sus características básicas.	19
Tabla 7. Principales conducciones.....	19
Tabla 8. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41–2017/18.	22
Tabla 9. Estudios realizados en la DHCMA usados para el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.	24
Tabla 10. Relación de los estudios realizados en la DHCMA con las ARPSI estudiadas para el 3 ^{er} ciclo.	27
Tabla 11. Especificaciones técnicas de las diferentes coberturas LiDAR usadas para el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.	28
Tabla 12. Tipos de estudios hidrológicos empleados para los modelos hidráulicos que se exponen a consulta pública en el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.....	35
Tabla 13. Caudales punta empleados para los modelos calculados en el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.	37
Tabla 14. Nuevos modelos hidráulicos realizados en el marco del MAPRI del 3 ^{er} ciclo.	39
Tabla 15. Condicionantes de los MDT de trabajo en el SNCZI, extraído de la Guía SNCZI.	40

1 Introducción y antecedentes

El [Real Decreto 903/2010](#), de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación (en lo sucesivo, RD 903/2010), que transpone a la legislación española la [Directiva 2007/60/CE](#), del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación (en adelante, Directiva de Inundaciones), establece en su artículo 10 que los organismos de cuenca y órganos equivalentes en las Comunidades Autónomas, en colaboración con las autoridades de Protección Civil, realizarán los Mapas de Peligrosidad y de Riesgo de Inundación.

El mismo Real Decreto indica, en su artículo 21, que los Mapas de Peligrosidad por inundaciones y los Mapas de Riesgos de inundación se revisarán, y si fuese necesario, se actualizarán, a más tardar, el 22 de diciembre de 2019 y, a continuación, cada seis años, que para el caso del Tercer ciclo correspondería a finales de 2025.

Previamente a esta revisión y actualización de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación (en adelante, MAPRI) se realizó la revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (en adelante, EPRI), dando inicio al Tercer ciclo de aplicación de la Directiva de Inundaciones. El resultado de esta revisión fue la inclusión de **veinticuatro nuevas Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación** (en adelante, **ARPSI**), **todas ellas de origen fluvial**, no habiéndose declarado ningún tramo ARPSI con origen pluvial. De esta manera, se han declarado en la demarcación hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas para este Tercer ciclo de la Directiva de Inundaciones un **total de 184 ARPSIs Fluviales**, manteniéndose sin variación las Arpsis costeras declaradas desde el segundo ciclo.

Los mapas han sido elaborados utilizando técnicas avanzadas en cartografía y modelización hidráulica bidimensional. En concreto, se han seguido las siguientes etapas:

- Revisión de los Modelos Digitales del Terreno (MDT) a partir de la cartografía LiDAR (*Light Detection and Ranging*) más reciente;
- Revisión de las obstrucciones al flujo (puentes, obras de drenaje y azudes);
- Adaptación y revisión de los estudios hidrológicos existentes y realización de otros nuevos en aquellas Arpsis para las que no se dispone de estudios;
- Análisis general de los estudios hidráulicos existentes y construcción de nuevos modelos en caso necesario;
- Generación de la cartografía de peligrosidad;
- Generación de mapas de riesgo.

La metodología seguida para la elaboración del presente MAPRI del Tercer ciclo ha sido, en términos generales, la indicada en la [“Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”](#), editada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en 2011 (en adelante, *Guía SNCZI*).

En relación con la delimitación del Dominio Público Hidráulico (DPH), la Zona de Flujo Preferente (ZFP), las Zonas Inundables (ZI) y la elaboración de los Mapas de Peligrosidad, se ha seguido la metodología establecida en la Guía “Propuesta de Mínimos para la realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología para la elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones - 3^{er} ciclo” elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD) en julio de 2025 (en adelante, *Propuesta de Mínimos*).

Finalmente, los criterios aplicados en la elaboración de los Mapas de Riesgo han sido los establecidos en la anteriormente mencionada *Propuesta de Mínimos*.



Figura 1. Guías de referencia empleadas.

Además de las publicaciones mencionadas, el capítulo 10 de la presente Memoria recopila toda la bibliografía que se ha empleado o de algún modo ha repercutido en la elaboración de toda la documentación relativa al MAPRI.

El MAPRI Tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (en adelante, DHCMA) se estructura en el presente documento Memoria que, a su vez, incluye 1 Anexo:

- Anexo 1 “Listado de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación del tercer ciclo”, relación detallada de todos los subtramos ARPSI de la DHCMA;

2 Alcance de la revisión de los MAPRI

Los mapas sobre los que se desarrolla este proceso de consulta pública se corresponden con las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) nuevas o actualizadas (aquellas cuyo ámbito se ha modificado) tras la revisión de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación del Tercer Ciclo, aprobada por Orden de 4 de abril de 2025 de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. En concreto, se someten a información pública los mapas de los siguientes subtramos ARPSI:

RELACIÓN DE ARPSIS FLUVIALES		
CODIGO ARPSI	ZONA ARPSI	ARPSI
ES060_ARPS_0002	Arpsi Río Guadarranque	Río Guadarranque
ES060_ARPS_0007	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo Indiano
ES060_ARPS_0008	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Río Manilva
ES060_ARPS_0012	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo Guadalobón
ES060_ARPS_0028	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Río Real
ES060_ARPS_0039	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Río Fuengirola
ES060_ARPS_0049	Arpsi Guadalhorce	Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura
ES060_ARPS_0052	Arpsi Guadalhorce	Río Seco
ES060_ARPS_0055	Arpsi Costa Del Sol Oriental	Arroyo Jabonero
ES060_ARPS_0056	Arpsi Costa Del Sol Oriental	Arroyo Gálica
ES060_ARPS_0057	Arpsi Costa Del Sol Oriental	Arroyo Totalán
ES060_ARPS_0064	Arpsi Costa Del Sol Oriental	Río Vélez
ES060_ARPS_0065	Arpsi Costa Del Sol Oriental	Río Seco de Vélez
ES060_ARPS_0075	Arpsi Zafarraya	Ventas de Zafarraya
ES060_ARPS_0082	Arpsi Almuñécar	Barranco s/n
ES060_ARPS_0103	Arpsi Poniente Almeriense	Barranco de Carcauz
ES060_ARPS_0104	Arpsi Poniente Almeriense	Rambla El Cañuelo
ES060_ARPS_0212	Arpsi Poniente Almeriense	Rambla del Vínculo
ES060_ARPS_0222	Arpsi Campo De Níjar	Rambla del Pantano
ES060_ARPS_0227	Arpsi Piletas	Arroyo Piletas
ES060_ARPS_0241	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo El Estanquillo
ES060_ARPS_0242	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo La Peñuela
ES060_ARPS_0243	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo Perales
ES060_ARPS_0244	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo de Janacino
ES060_ARPS_0245	Arpsi Costa Del Sol Occidental	Arroyo de Monterroso
ES060_ARPS_0246	Arpsi Guadiaro	Río Guadiaro, aguas arriba desde Benaolán, y Río Guadalcobacín, hasta el cruce con el Arroyo de la Sanguijuela
ES060_ARPS_0247	Arpsi Guadiaro	Río Grande, desde el cruce con el Río Guadiaro hasta Rosalejo
ES060_ARPS_0248	Arpsi Costa del Sol Occidental	Arroyo de Guadalpín
ES060_ARPS_0249	Arpsi Costa del Sol Occidental	Arroyo Segundo
ES060_ARPS_0250	Arpsi Costa del Sol Occidental	Arroyo de Calera
ES060_ARPS_0251	Arpsi Guadalhorce	Río Bajo, hasta su confluencia con el Arroyo de Nacimiento
ES060_ARPS_0252	Arpsi Guadalhorce	Arroyo del Pinar
ES060_ARPS_0253	Arpsi Benamargosa	Río de la Cueva
ES060_ARPS_0254	Arpsi Benamargosa	Arroyo de las Morenas
ES060_ARPS_0255	Arpsi Guadalhorce	Río Guadalhorce, desde Villanueva del Trabuco hasta La Higuera
ES060_ARPS_0256	Arpsi Campo de Níjar	Barranco del Cebollero-Rambla del Tejar

RELACIÓN DE ARPSIS FLUVIALES		
CODIGO ARPSI	ZONA ARPSI	ARPSI
ES060_ARPS_0257	Arpsi Almería-Andarax	Río Nacimiento
ES060_ARPS_0258	Arpsi Almanzora	Arroyo del Aceituno
ES060_ARPS_0259	Arpsi Almería-Andarax	Rambla de Bahía Alta
ES060_ARPS_0260	Arpsi Almería-Andarax	Rambla del Charco
ES060_ARPS_0261	Arpsi Almería-Andarax	Barranco del Grajo
ES060_ARPS_0262	Arpsi Campo de Níjar	Rambla del Agua
ES060_ARPS_0263	Arpsi Guadalhorce	Arroyo de la Canaleja
ES060_ARPS_0264	Arpsi Almuñécar	Barranco Urbanización El Olivo

Tabla 1. ARPSIs fluviales declaradas y modificadas tras la Evaluación Preliminar del Tercer ciclo en la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Adicionalmente, se ha considerado conveniente actualizar los Mapas o parte de sus contenidos en algunas Arpsis del segundo ciclo que contaban con Estudios Hidrológico-Hidráulicos bastante antiguos, con objeto de adaptarlos a la situación actual e incorporar cambios legales producidos tras su publicación en el ciclo anterior. En concreto, se incluyen en este grupo la Arpsi 0001 Río Palmones, para la que se completa la delimitación del DPH cartográfico tras la anulación por sentencia del deslinde administrativo de ambas márgenes del río Palmones en el término de Los Barrios aprobado por Resolución de 4 de junio de 2009 de la Dirección General de Dominio Público Hidráulico de la Agencia Andaluza del Agua (Expediente CA-46.859). Se incluye también la actualización cartográfica de los siguientes tramos Arpsi: 0002 *Río Guadarranque*; Arpsi 0225 *Arroyo del Rincón* en Campillos, al contarse con un Estudio Hidrológico-Hidráulico más actualizado realizado tras el grave episodio de inundación que asoló a este término municipal en octubre de 2018; Arpsis 0055 *Arroyo Jabonero* y 0056 *Arroyo Gálica* en la parte oriental del término de Málaga; Arpsis 0212 *Rambla del Vínculo* y 0104 *Rambla El Cañuelo* en el término de Roquetas de Mar y Arpsis 0114 y 0115 *del río Andarax*, en Almería, donde se ha procedido a redelimitar la Zona de Flujo Preferente.

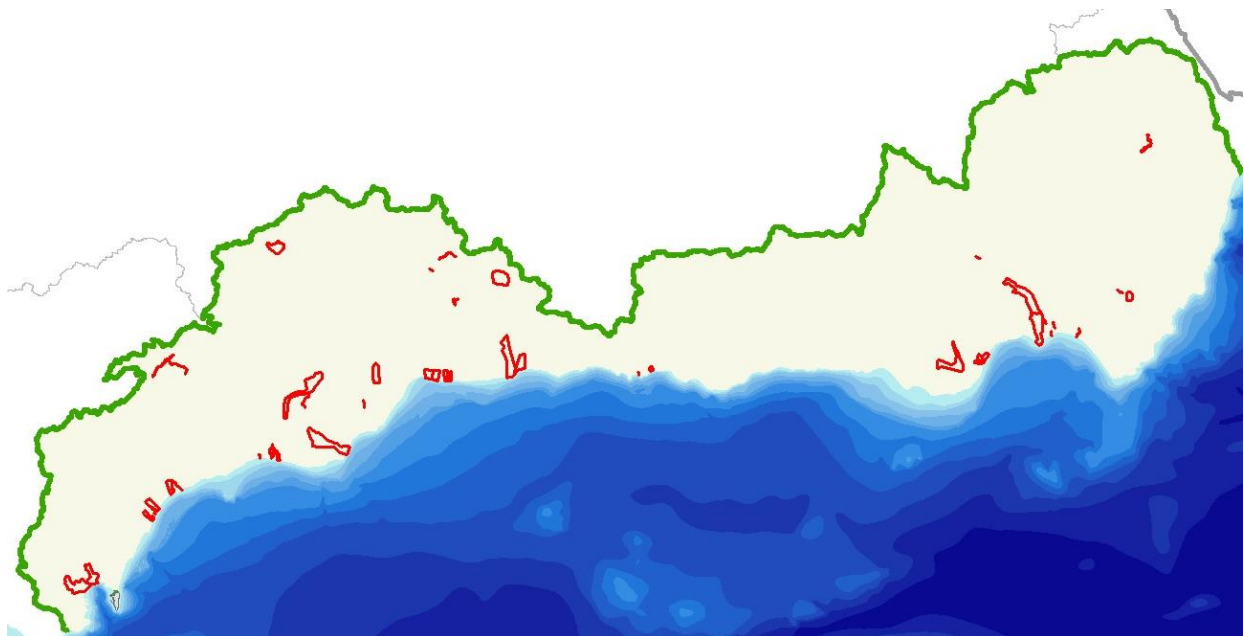


Figura 2. Ámbitos ARPSI de la D.H. de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas que han sido objeto de revisión

3 Normativa y plazos de aplicación

Los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación se han elaborado de acuerdo con el RD 903/2010 que transpone la Directiva de Inundaciones a la legislación española.

En concreto, los artículos 8 y 9 del RD 903/2010 establecen la obligación de desarrollar los MAPRI en los ámbitos ARPSI para los escenarios de alta, media y baja probabilidad, correspondientes a las avenidas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, respectivamente.

La Directiva de Inundaciones obliga a que los trabajos relativos a las EPRI y MAPRI, así como los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (en adelante, PGRI) basados en los anteriores, se actualicen cada 6 años de la siguiente forma:

➤ Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI)

Primer ciclo

- *Artículo 7 “Elaboración de la evaluación preliminar del riesgo de inundación”.*
 - *Apartado 8: La evaluación preliminar del riesgo de inundación concluirá antes del 22 de diciembre de 2011.*

Segundo ciclo

- *Artículo 21 “Actualizaciones y revisiones”*
 - *Apartado 1. La evaluación preliminar de riesgo de inundaciones se actualizará a más tardar el 22 de diciembre de 2018, y a continuación cada seis años.*

En cumplimiento con lo anterior, la revisión de la EPRI del Tercer ciclo fue sometida a consulta pública por un plazo de 3 meses tras su publicación en el Boja Número 189, de 27 de septiembre de 2024 y fue aprobada por Orden de 4 de abril de 2025 de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.

➤ Mapas de Peligrosidad y Riesgo (MAPRI)

Primer ciclo

- *Artículo 10 “Disposiciones comunes a la cartografía de peligrosidad y de riesgo de inundación”.*
 - *Apartado 6: Los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación deberán elaborarse antes del 22 de diciembre de 2013.*

Segundo ciclo

- *Artículo 21 “Actualizaciones y revisiones”*
 - *Apartado 2. Los mapas de peligrosidad por inundaciones y los mapas de riesgo de inundación se revisarán, y si fuese necesario, se actualizarán a más tardar el 22 de diciembre de 2019 y, a continuación, cada seis años.*

De acuerdo con lo anterior, la actualización de los MAPRI del Tercer ciclo debe ser publicada a finales de diciembre de 2025.

➤ Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI)

Primer ciclo

- *Artículo 13 “Procedimiento de elaboración y aprobación de los planes”*
 - *Apartado 7: Los planes de gestión del riesgo de inundación se aprobarán y publicarán antes del 22 de diciembre de 2015.*

Segundo ciclo

- *Artículo 21 “Actualizaciones y revisiones”*
 - *Apartado 3. Los planes de gestión del riesgo de inundación, incluidos los componentes indicados en la parte B del anexo, se revisarán y se actualizarán a más tardar el 22 de diciembre de 2021 y, a continuación, cada seis años.*

En línea con lo indicado, la actualización del PGRI del 3er ciclo deberá ser publicada a finales de diciembre de 2027, una vez sometida al proceso de información pública durante 3 meses.

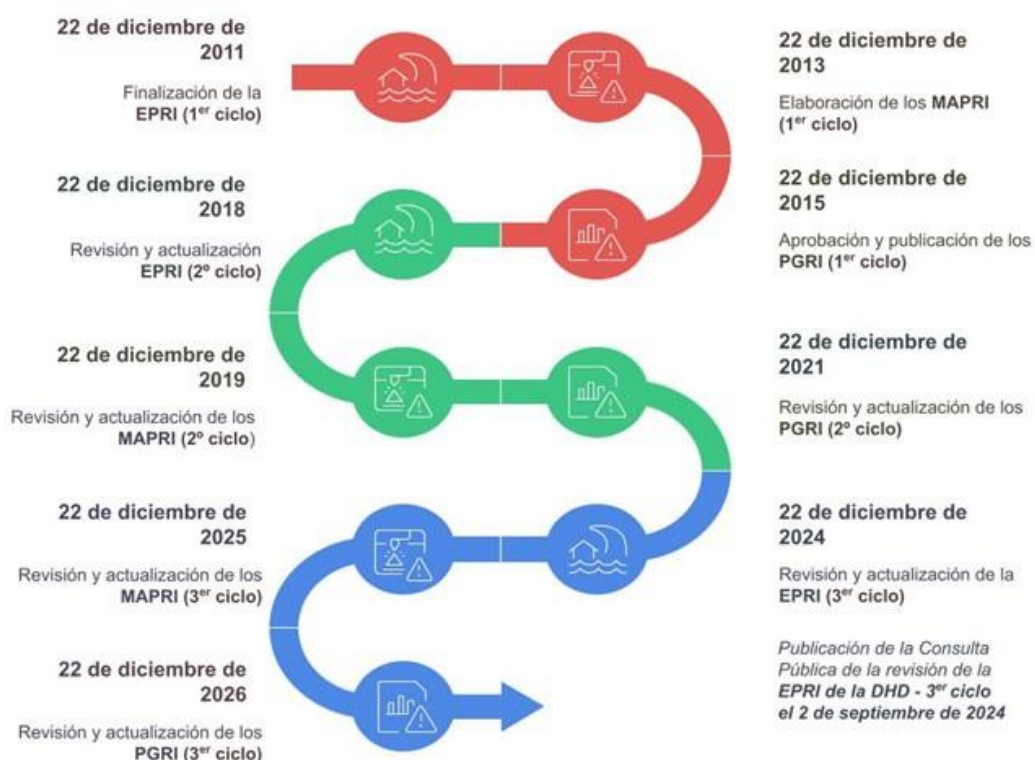


Figura 3. Esquema de las fechas límite para la implementación de la Directiva Europea de Inundaciones en España según el RD 903/2010.

4 Caracterización de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

El ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, definido en el artículo 3 del Decreto 357/2009, de 20 de octubre:

“Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre el límite de los términos municipales de Tarifa y Algeciras y la desembocadura del río Almanzora, incluida la cuenca de este último río y la cuenca endorreica de Zafarraya, y quedando excluida la de la Rambla de Canales. Comprende además las aguas de transición asociadas a las anteriores.

Las aguas costeras comprendidas en esta demarcación hidrográfica tienen como límite oeste la línea con orientación 144° que pasa por el límite costero de los términos municipales de Tarifa y Algeciras y como límite noreste la línea con orientación 122° que pasa por el Puntazo de los Ratones, al norte de la desembocadura del río Almanzora”.

Las características más destacadas de la Demarcación se recogen en la siguiente tabla:

MARCO ADMINISTRATIVO DHCMA	
Extensión total de la demarcación	20.010 km ²
Extensión de la parte continental	20.010 km ²
Población en 01/01/2022	2.828.133 habitantes
Densidad de población	157,8 hab/km ²
Provincias en que se reparte el ámbito	Almería (84,7 % del territorio y 97,1% de la población)
	Cádiz (15,9 % del territorio y 20,1% de la población)
	Granada (20,9 % del territorio y 19,1% de la población)
	Málaga (91,5 % del territorio y 98,5% de la población)
Núcleos de población mayores de 100.000 hab	Málaga (579.076), Almería (199.237), Algeciras (122.368), Marbella (150.725)
Nº Municipios	250

Tabla 2. Datos administrativos básicos de la demarcación.

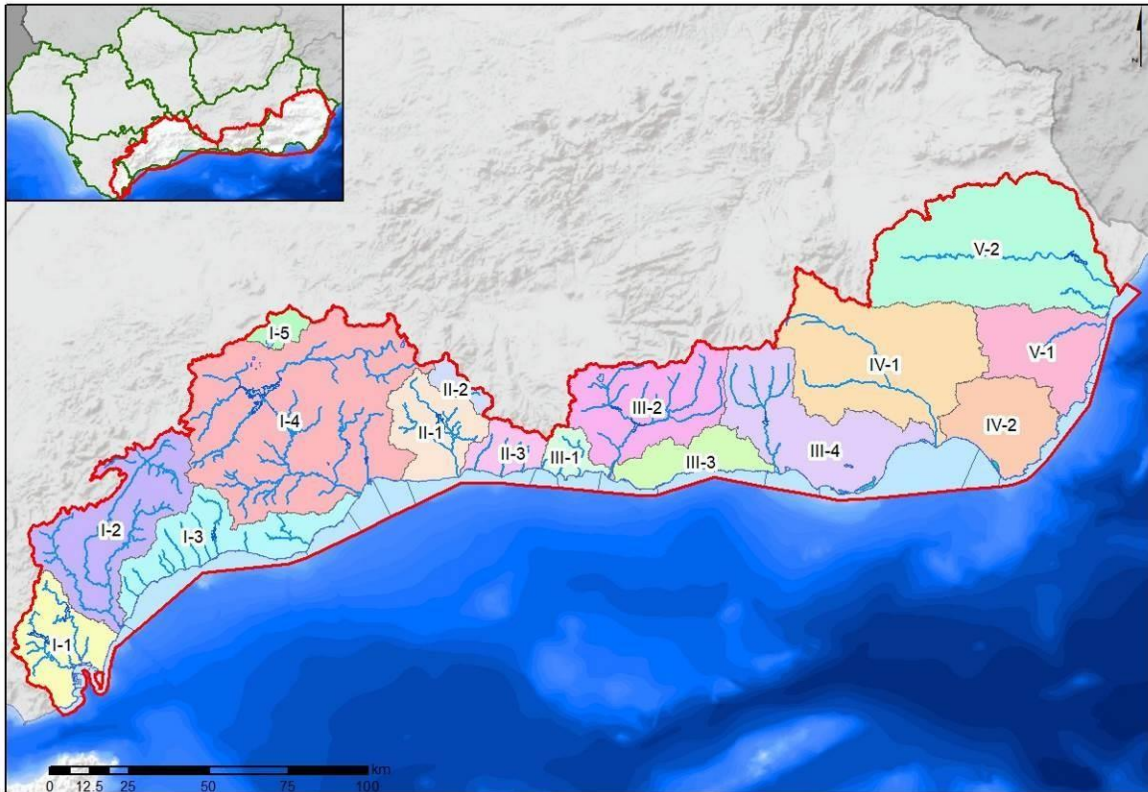


Figura 4. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica.

4.1 Marco físico

La DHCMA, que comprende una franja continental de unos 50 kilómetros de ancho y 350 de longitud, está conformada por un conjunto de cuencas de ríos, arroyos y ramblas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo, y se caracteriza por sus fuertes contrastes, tanto en los rasgos físicos del territorio como en sus condiciones climáticas.

El relieve, en general muy montañoso y con una marcada orientación paralela a la costa, presenta los mayores desniveles peninsulares en el sector central, en donde a escasos kilómetros del mar se elevan las cumbres de Sierra Nevada hasta los 3.479 m del pico Mulhacén. Este paisaje accidentado se ve interrumpido esporádicamente por planicies interiores, intensamente cultivadas (Llanos de Antequera, Valle de Lecrín...), o por los valles aluviales y llanuras deltaicas litorales en donde se concentra la mayor parte de la población y de la actividad económica.

El litoral de la DHCMA comprende un extenso tramo, observándose diferentes unidades de relieve desde la zona del Estrecho de Gibraltar, donde se ubica la Bahía de Algeciras, hacia el Este, donde se observa la alternancia de costas acantiladas, costas mixtas y desembocaduras fluviales en deltas de variada magnitud.

El clima es quizás uno de los máximos exponentes de variabilidad, no tanto por las temperaturas sino por el régimen de lluvias, muy generoso en el extremo occidental, donde se localiza uno de los máximos nacionales en la cuenca del Guadiaro –llegándose localmente a superar los 2.000 mm de precipitación media anual–, y propio de un ambiente desértico en algunos sectores de la provincia almeriense, con valores inferiores a 200 mm.

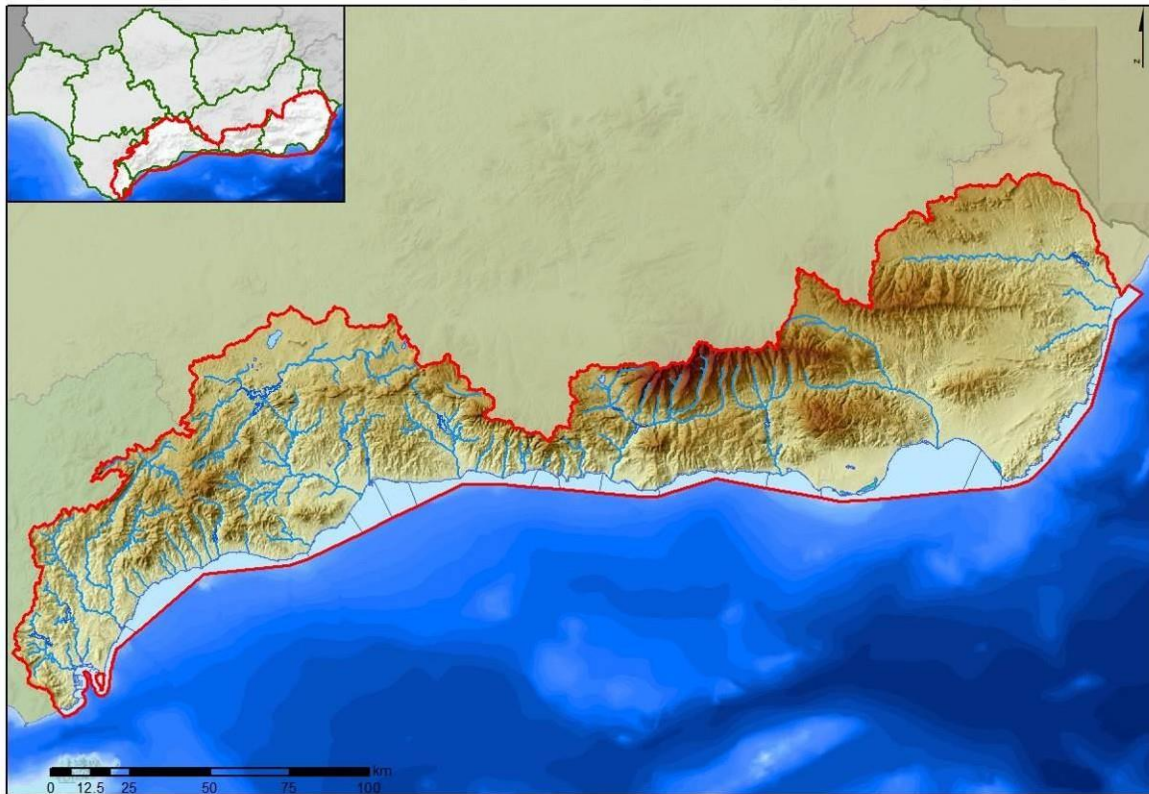


Figura 5. Mapa físico de la Demarcación Hidrográfica.

4.2 Rasgos geológicos

Este mosaico de contrastes que es la DHCMA se ve enriquecido por una acumulación de valores medioambientales que tienen su reflejo en la abundancia, diversidad y extensión de los espacios naturales protegidos a nivel autonómico, nacional o internacional. Entre ellos cabe destacar a dos de los parques más emblemáticos y extensos de Europa (Los Alcornocales y el Parque Nacional de Sierra Nevada), cinco Reservas de la Biosfera (Cabo de Gata-Níjar, Sierra de Grazalema, Sierra Nevada, Sierra de las Nieves y la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España- Marruecos, que a su vez engloba la Sierra de Grazalema y la Sierra de las Nieves) y siete humedales incluidos en el Convenio Ramsar (Salinas de Cabo de Gata, Albufera de Adra, Laguna de Fuente de Piedra, Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Humedales Turberas de Padul, la Reserva Natural Lagunas de Campillos y la Reserva Natural Lagunas de Archidona).

Geológicamente, el territorio de la DHCMA se encuentra enclavado en las Cordilleras Béticas, estando representadas la mayor parte de las distintas unidades en que se subdivide dicho ámbito con la excepción de las más septentrionales, que pertenecen a las cuencas adyacentes (Guadalete-Barbate, Guadalquivir y Segura).

Las Cordilleras Béticas se dividen en dos grandes conjuntos: las Zonas Externas y las Zonas Internas. Las Zonas Externas (Prebética y Subbética), situadas al norte, están formadas por materiales sedimentarios, de edad comprendida entre el Trías y el Mioceno inferior, afectados por la orogenia alpina. Tienen una estructura de cobertera plegada y desarrollo de mantos de corrimiento. Ambas zonas a su vez se subdividen en subzonas. En cuanto a las Zonas Internas, comprenden a la Zona Bética y al complejo

Dorsaliano. La Zona Bética presenta materiales de edad paleozoica que han sufrido procesos de metamorfismo; se subdivide en tres complejos, denominados según su posición tectónica de inferior a superior: Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide. Al complejo Dorsaliano se asignan una serie de unidades, en su mayor parte carbonatadas, que bordean por el norte en una franja discontinua a los materiales Maláguides y, más raramente, a los Alpujárrides.

En una posición tectónica intermedia entre las Zonas Internas y Externas se ubican las Unidades del Campo de Gibraltar, constituidas por materiales turbidíticos de facies flysch con edades comprendidas entre el Cretácico inferior y el Mioceno inferior.

Completan la cordillera los materiales neógenos de las depresiones interiores (Ronda, Antequera, Padul, Vera...) y las manifestaciones volcánicas del Neógeno-Cuaternario representadas en el Cabo de Gata (Almería).

4.3 Hidrografía

Los ríos de la DHCMA en sus cursos altos aprovechan las líneas estructurales del relieve y los contactos litológicos con rocas más blandas y de inferior grado de compacidad, mientras que en sus cursos medios y bajos se encajan sobre materiales de sedimentación neógena, tales como limos, margas y areniscas, generando frecuentes glaciais.

En este contexto hidrográfico, cabe distinguir tres tipos de redes de fronteras no siempre bien definidas: una de carácter dendrítico y jerarquizada en los cursos más importantes (Guadiaro, Guadalhorce, Guadalfeo, Adra, Andarax y Almanzora); otra también dendrítica y con cierta jerarquización cuyos cauces, a menudo de morfología "rambla" en los tramos medios y bajos, presentan en general un régimen de caudales caracterizado por su gran variabilidad (Guadalmedina, Vélez, Verde de Almuñécar, etc.); y una última, con disposición "en peine" perpendicular a la costa y compuesta por innumerables arroyos de fuerte pendiente, corto recorrido y aportes esporádicos.

Tras la aprobación de los planes de gestión del riesgo de inundación del primer ciclo se ha publicado una clasificación hidrográfica de los ríos de España (Centro de Estudios Hidrográficos, 2016b) que utiliza el sistema Pfafstetter (Pfafstetter, 1989; Verdin y Verdin, 1999). Este sistema, que codifica ríos y cuencas, ha sido adoptado por numerosos países y, además, es el propuesto por la Comisión Europea (Comisión Europea, 2003e).

La voluminosa información generada con el citado trabajo está accesible al público en: <https://ceh-flumen64.cedex.es/clasificacion/DEFAULT.ASP>. Entre los contenidos generados se encuentra, además de la red fluvial clasificada y de tablas con las características principales de los cauces, mapas en celdas de 25x25 metros de direcciones de drenaje y de acumulación del flujo.

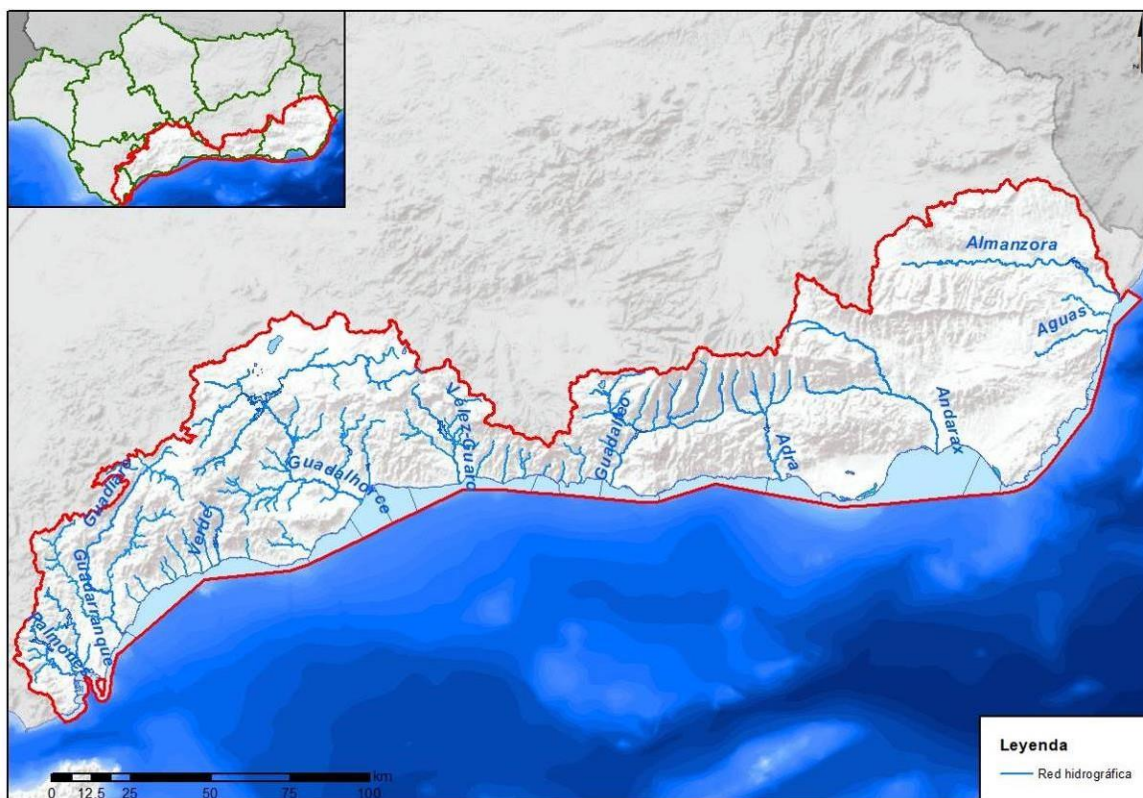


Figura 6. Red hidrográfica de la Demarcación Hidrográfica.

4.4 Zonificación de la demarcación

La demarcación se ha dividido en 5 sistemas de explotación principales (I, II, III, IV y V), cada uno de los cuales comprende dos o más subsistemas, distribuyéndose en un total de 15 subsistemas. Esta división se ha llevado a cabo, atendiendo a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y/o medioambientales. En la Tabla y Mapa siguientes se muestra su delimitación territorial y los subsistemas que lo integran.

Sistema	Subsistema	Sup. Km ²
I. Serranía de Ronda	I-1 Cuencas de los ríos Guadarranque y Palmones	726,09
	I-2 Cuenca del río Guadiaro	1.489,52
	I-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce	995,62
	I-4 Cuencas de los ríos Guadalhorce y Guadalmedina	3.501,86
	I-5 Cuenca endorreica de Fuente de Piedra	149,40
II. Sierra Tejeda-Almijara	II-1 Cuenca del río Vélez y cuencas vertientes al mar hasta el río de la Miel	1.026,13
	II-2 Polje de Zafarraya	150,82
III. Sierra Nevada	III-1 Cuencas vertientes al mar entre el río de la Miel y el río Guadalfeo	191,28
	III-2 Cuenca del río Guadalfeo	1.447,06
	III-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadalfeo y Adra	376,94
	III-4 Cuenca del río Adra y acuífero del Campo de Dalías	1.452,12

Sistema	Subsistema	Sup. Km ²
IV. Sierra de Gádor-Filabres	IV-1 Cuenca del río Andarax	2.197,59
	IV-2 Comarca natural del Campo de Níjar	791,16
V. Sierra de Filabres-Estancias	V-1 Cuencas de los ríos Carboneras y Aguas	930,47
	V-2 Cuenca del Almanzora	2.518,16

Tabla 3. Denominación y superficie de los ámbitos de zonificación

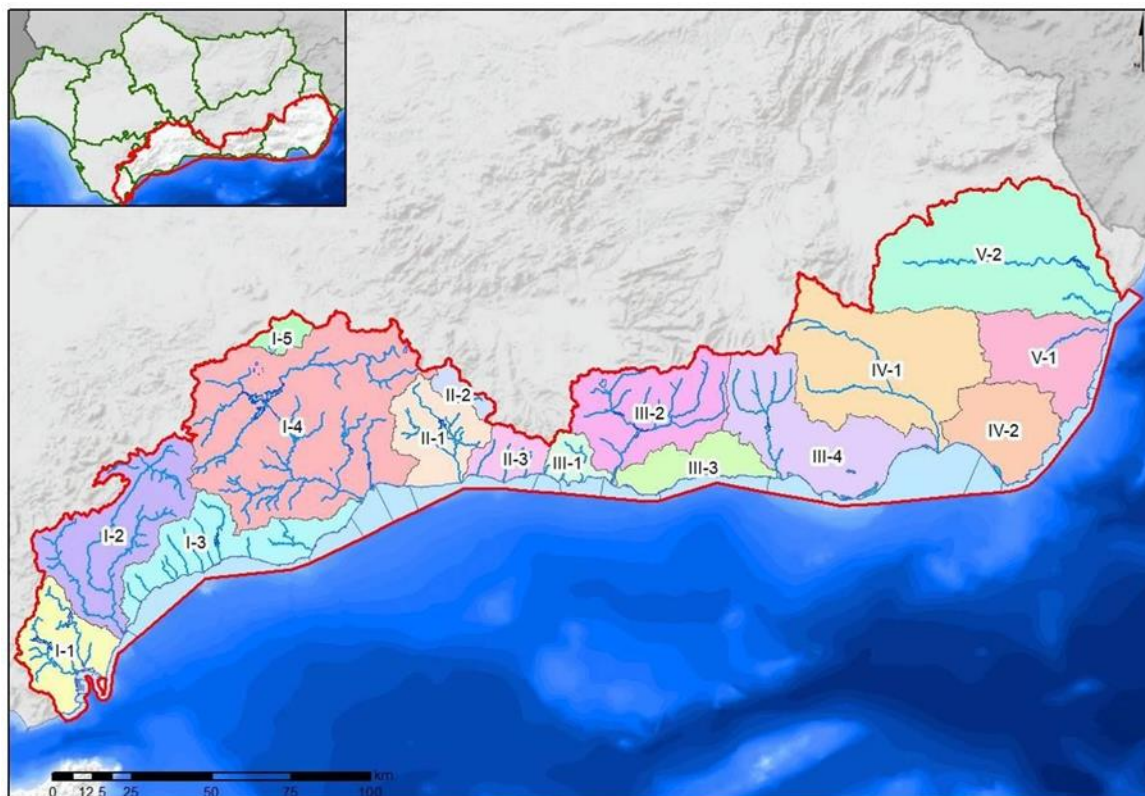


Figura 7. División del territorio de la demarcación en Sistema y Subsistemas de explotación

4.5 Marco biótico

La interacción entre el régimen climático y las características fisiográficas del medio constituye un proceso complejo del que se deriva una diversidad de condiciones que van a determinar el marco biótico de la DHCMA. Las diferencias altitudinales y de orientación generan microclimas muy variados a lo largo y ancho de todo el territorio, a los que se adaptan plantas y animales, mientras que la existencia del Estrecho de Gibraltar también induce condiciones climáticas singulares en el litoral mediterráneo entre Algeciras y Adra.

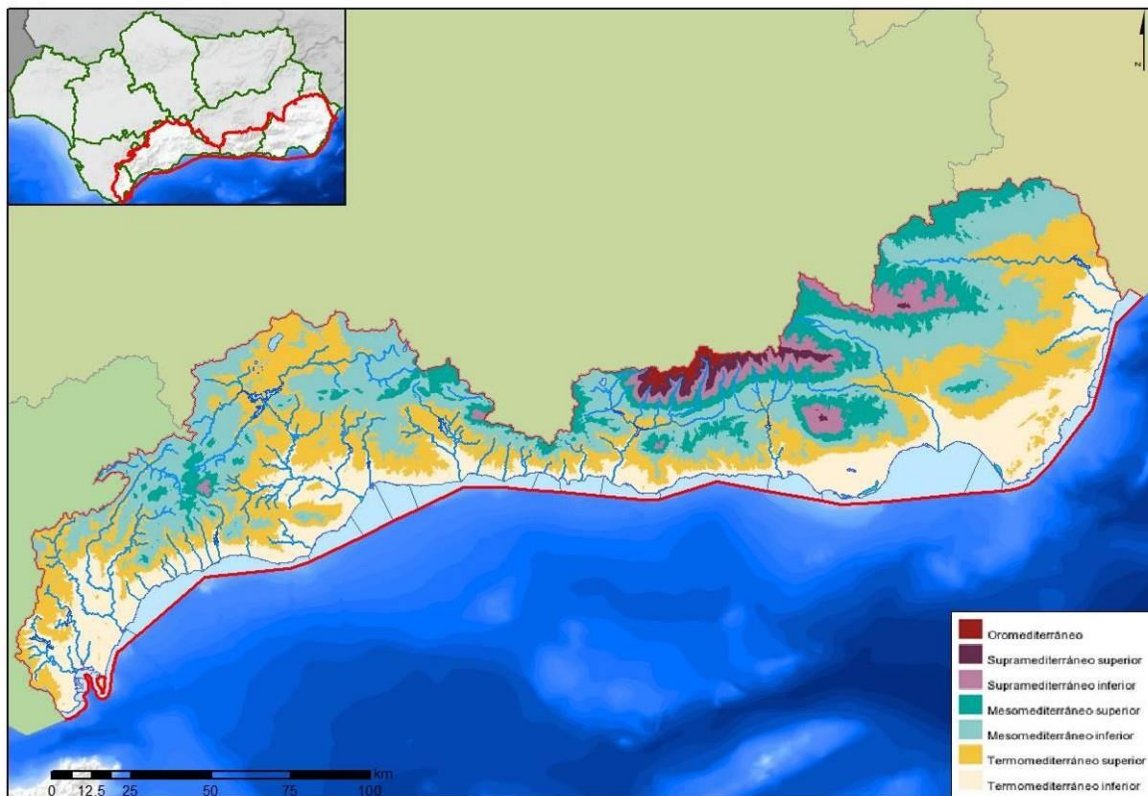


Figura 8. Pisos bioclimáticos

El marco natural de la DHCMA se caracteriza por la existencia de numerosas unidades ambientales como las sierras interiores, sierras litorales, ríos, ramblas, lagunas litorales, marismas y estuarios, dunas y arenales, acantilados, etc. La importancia del entorno viene refrendada por la presencia de numerosos hábitats de interés comunitario incluidos en la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CE) y en la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007).

Zona continental

La diversidad de climas, unida a la altimétrica y edafológica, va a dar lugar en la zona continental de la Demarcación a una vegetación variada. Los ecosistemas forestales, menos densos que los de las selvas subtropicales, son sin embargo mucho más ricos y diversos en adaptaciones, teniendo por principal característica la esclerofilia. Entre las especies forestales más características se encuentran frondosas como el quejigo, el alcornoque, el acebuche y la encina, junto a coníferas como los pinos carrasco, pináster y silvestre (éste en las sierras Nevada, Baza y Filabres), aunque el papel estelar en este sentido

le corresponde sin duda al pinsapo, especie de abeto relíctica de la Serranía de Ronda, que alberga algunos de sus últimos bosques en el mundo.

No obstante, el ecosistema mediterráneo no sólo es dominio de la variedad vegetal, sino también de la animal. Entre la fauna singular hay que destacar numerosas especies como el camaleón (*Chamaleo chamaleo*), que vive sobre matorral, el águila imperial (*Aquila adalberti*), la nutria (*Lutra lutra*), especie que es indicadora de cursos de agua limpios y poco alterados, y el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), con escasa distribución en la demarcación. Los ríos y arroyos constituyen un elemento esencial para el mantenimiento de una avifauna específica de soto que se alimenta de numerosos insectos que allí habitan.

Zona litoral

El litoral andaluz se encuentra en una encrucijada de tres regiones biogeográficas marinas (Lusitana, Mauritana y Mediterránea), lo que determina que su biodiversidad sea en este sentido de las más altas de Europa. Esta riqueza se refleja en las comunidades vegetales presentes, muchas de ellas protegidas por la diferente legislación estatal y comunitaria.

La composición de la flora marina se caracteriza principalmente por la presencia de praderas de fanerógamas. Así, los acantilados de Maro-Cerro Gordo muestran una gran biodiversidad, donde destaca la presencia de *Posidonia oceanica*, *Zostera marina* y *Cymodocea nodosa*, que forman praderas de gran riqueza y complejidad biológica y que suponen zonas vitales para el desove y alevinaje de muchas especies de peces. Por su parte, en el litoral almeriense se encuentran las cuatro especies fanerógamas marinas presentes en la Península Ibérica: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*

También aparecen comunidades de algas pardas y rojas con *Cystoseira mediterranea*, *C. spinosa*, *C. tamariscifolia*, *Lythophyllum incrustans*, *Janica rubens*, *Corallina granifera*, *Mesophyllum lichenoides*, *Spongites notarisii*, como especies más representativas o indicadoras de calidad.

Respecto a la fauna marina, la riqueza también es singular pudiendo encontrar gran cantidad de invertebrados como la esponja (*Spongia officinalis*), el coral estrellado (*Astroides calycularis*), anémonas, equinodermos como la estrella purpúrea (*Ophidiaster ophidianus*) y moluscos como el dátil de mar (*Lithophaga lithophaga*). Entre los crustáceos son importantes las poblaciones de camarones (*Palaemon serratus*), el centollo (*Maja squinado*) y la langosta (*Palinurus elephas*). La variedad de hábitats que propician las praderas de posidonias contribuye a esta gran biodiversidad. Destacan además especies de peces neríticas, como los sargos (*Diplodus annularis* y *Diplodus cervinus*), la dorada (*Sparus auratus*) y el pez luna (*Mola mola*); reptiles como la tortuga boba (*Caretta caretta*), y cetáceos como el delfín común (*Delphinus delphis*) y el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), entre otros.

4.6 Modelo territorial

El territorio de la demarcación, definido en el artículo 3 del Decreto 357/2009, se extiende sobre una superficie de 20.010 km², de los cuales 17.918 km² pertenecen al ámbito continental y 2.092 km² pertenecen al área ocupada por aguas de transición y costeras. Todo este espacio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía y en él se integran la mayor parte de las provincias de Málaga y Almería, así como la vertiente mediterránea de la provincia de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz.

La población que reside en el ámbito de la demarcación asciende a 2.828.133 habitantes (año 2022), distribuidos en 250 municipios. Además, existe una importante población estacional, estimada en 2012 en unos 475.000 habitantes equivalentes en términos anuales, que supera el umbral de 900.000 en el mes de agosto. El asentamiento de la población es muy dispar, con un contraste muy acusado entre las zonas costeras e interiores. Así, algunos municipios de la Costa del Sol malagueña cuentan con densidades cercanas a 5.000 hab./km², mientras que otros del interior de la provincia almeriense apenas llegan a los 3 hab./km².

4.7 Paisaje y ocupación del suelo

En la DHCMA se pueden diferenciar claramente las siguientes áreas paisajísticas:

Categorías paisajísticas	Áreas paisajísticas	%
Serranías	Serranías de alta montaña	1,3%
	Serranías de baja montaña	2,2%
	Serranías de montaña media	54,2%
Campiñas	Campiñas de piedemonte	4,6%
	Campiñas intramontanas	1,3%
Vegas, valles y marismas	Valles, Vegas y Marismas litorales	3,6%
	Valles, Vegas y Marismas interiores	4,2%
	Vegas y Valles esteparios	2,9%
	Vegas y Valles intramontanos	0,7%
Altiplanos y subdesiertos esteparios	Altiplanos esteparios	1,1%
	Campiñas esteparias	2,0%
	Subdesiertos	7,0%
Litoral	Costas acantiladas	0,8%
	Costas con Campiñas costeras	9,2%
	Costas con Sierras litorales	3,6%
	Costas mixtas	1,4%

Tabla 4. Categorías y áreas paisajísticas de la demarcación hidrográfica.

Los paisajes serranos son los que mayor superficie ocupan (57,5%), a los que siguen los litorales (14,9%), los valles, vegas y marismas (11,4%) y los paisajes esteparios o altiplanos (10,2%). Las campiñas aparecen sólo en un 6,0% del territorio.

Cada una de las citadas categorías paisajísticas presenta a su vez distintas unidades fisionómicas diferenciables en función de los usos y coberturas del suelo presentes. En este sentido, se puede hablar de una mayor presencia de coberturas con predominio de elementos naturales (39,0%), de las que abundan especialmente breñales no arbolados y, en menor medida, los espartizales y los breñales arbolados. Los usos agrícolas y las formas de paisaje de tipo geomorfológico se reparten por el territorio casi en igual proporción (30,0% y 28,1% respectivamente), de manera que sólo un 3% escaso de la superficie corresponde a usos urbanos o áreas alteradas como minas, escombreras, salinas o embalses. De las coberturas agrícolas presentes, las tierras de labor, los almendrales y otras arboledas de secano son los que mayor extensión ocupan (casi 3.000 km² conjuntamente), mientras que en el caso de los paisajes con elementos predominantemente geomorfológicos abundan especialmente los roquedales calizos.

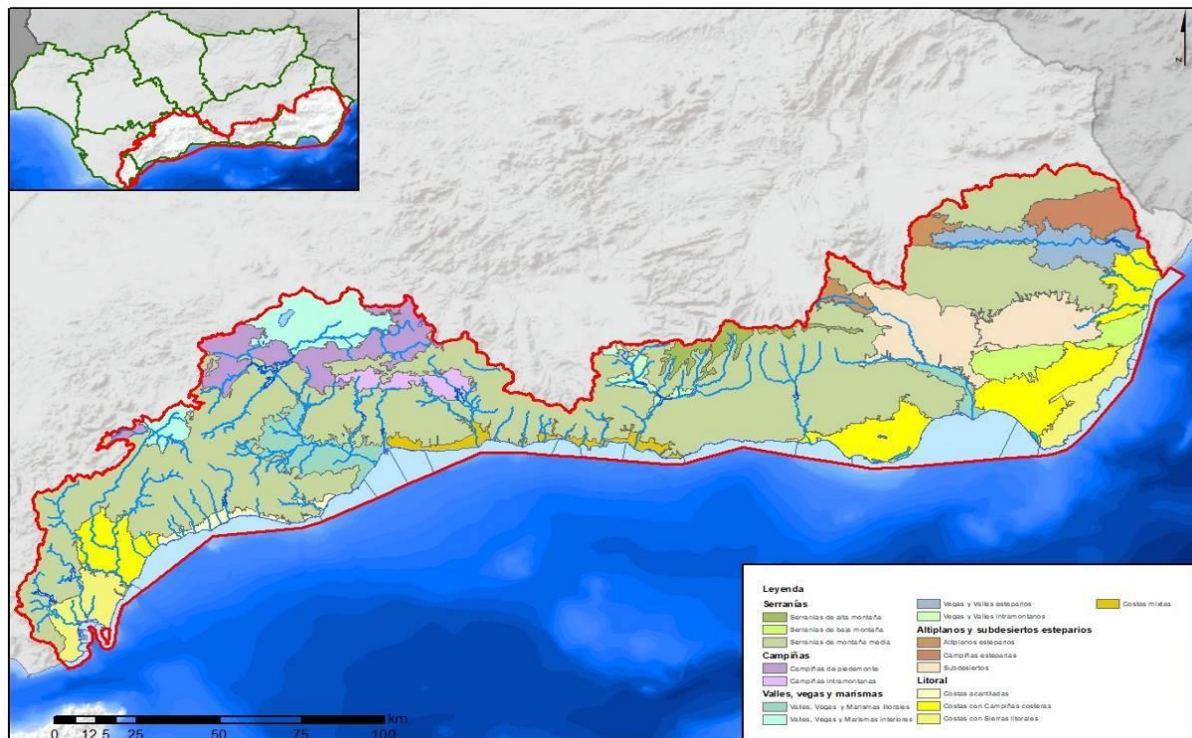


Figura 9. Mapa de categorías y áreas paisajísticas.

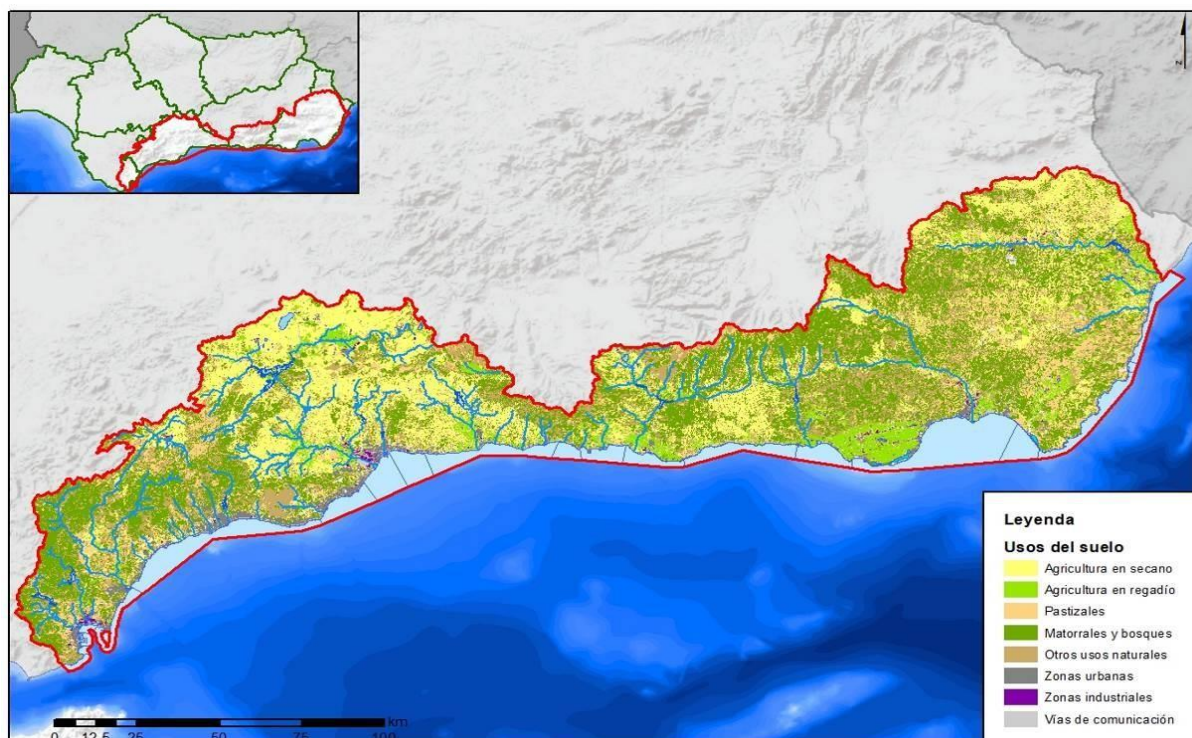


Figura 10. Mapa de distribución de Usos del suelo.

La información sobre ocupación del suelo está disponible a escala 1:25.000 para todo el territorio nacional a través del SIOSE (<http://www.siose.es/>). La información más reciente disponible (publicada en septiembre 2018) se refiere a datos de campo tomados en el año 2017.

4.8 Patrimonio hidráulico

La DHCMA cuenta con una serie de infraestructuras hidráulicas que conforman su patrimonio hidráulico, las cuales son titularidad de la Junta de Andalucía y están gestionadas desde la Dirección General de Infraestructuras y Explotación del Agua. A continuación, se recoge una tabla resumen del número de infraestructuras hidráulicas existentes en la demarcación:

Tipo de infraestructura		Nº de elementos
Estaciones de tratamiento	EDARs	245
	ERADs	8
Obras de regulación	Presas	48
	Volumen de embalse	1.174 hm ³
Desaladoras		6
Puertos		28

Tabla 5. Inventario de infraestructuras hidráulicas de la demarcación.

En total son 14 los embalses más importantes de la demarcación que se han incluido como masas de agua superficial clasificadas como muy modificadas (embalse), debido a sus características.

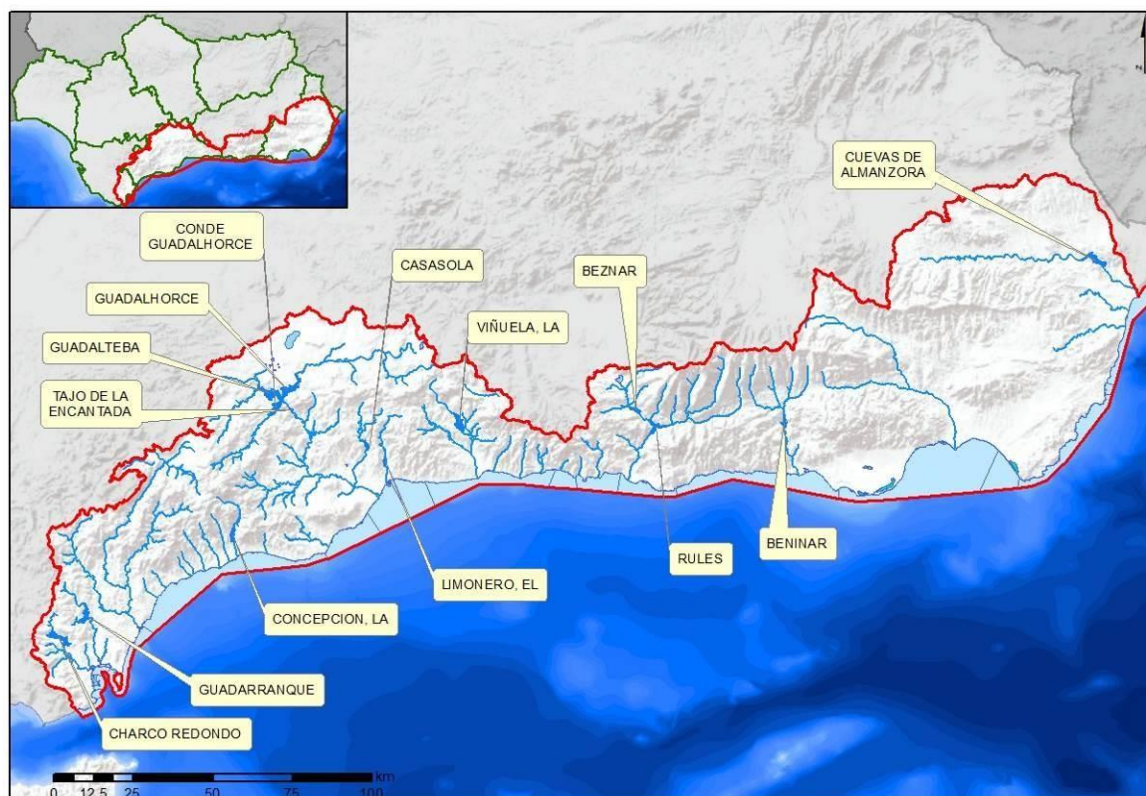


Figura 11. Principales embalses existentes en la demarcación.

A continuación, se presenta un listado con las principales características de estos embalses.

Nombre	Masa de agua	Capacidad (hm ³)	Superficie embalse (ha)	Uso	Año	Altura presa sobre cimientos (m)	Tipología presa
Charco Redondo	ES060MSPF0611020	73	508	A, R	1983	71,7	Materiales sueltos homogénea
Guadarranque	ES060MSPF0611090	87	435	A, R	1965	72,0	Materiales sueltos homogénea
La Concepción	ES060MSPF0613130	57	214	A	1971	89,6	Gravedad
Guadalhorce	ES060MSPF0614030	126	780	A, R, P	1973	75,0	Materiales sueltos núcleo arcilla
Guadalteba	ES060MSPF0614060	196	775	A, R, P	1972	84,0	Materiales sueltos núcleo arcilla
Conde de Guadalhorce	ES060MSPF0614080	84	546	A, R, P	1921	74,0	Gravedad
Casasola	ES060MSPF0614190	23	112	A, D	1999	76,0	Arco Gravedad
El Limonero	ES060MSPF0614240	25	105	A, D	1983	95,0	Materiales sueltos núcleo arcilla

Nombre	Masa de agua	Capacidad (hm ³)	Superficie embalse (ha)	Uso	Año	Altura presa sobre cimientos (m)	Tipología presa
La Viñuela	ES060MSPF0621020	170	565	A, R, D	1986	96,0	Materiales sueltos núcleo arcilla
Béznar	ES060MSPF0632100	54	170	A, R, D, P	1986	134,0	Bóveda
Rules	ES060MSPF0632130B	113	309	A, R, D, P	2003	130,0	Arco Gravedad
Benínar	ES060MSPF0634060	70	243	A, R, D	1988	87,0	Materiales sueltos núcleo arcilla
Cuevas de Almanzora	ES060MSPF0652050	169	526	A, R, D	1986	116,8	Materiales sueltos núcleo arcilla

Tabla 6.Principales embalses existentes en la demarcación y sus características básicas.

A: Abastecimiento, R: Riego, D: Defensa, P: Energía.

En la cuenca existe un total de 15 sistemas de conducción importantes que vertebran los distintos sistemas de distribución con el fin de satisfacer las demandas de la demarcación. En el siguiente cuadro se recogen sus principales características:

Denominación	Ubicación
Trasvases Charco Redondo	Subsistema I-1
Conducciones Campo de Gibraltar	Subsistema I-1
Trasvases La Concepción	Subsistema I-3
Conducciones abastecimiento Costa del Sol Occidental	Subsistema I-3
Conducciones riegos Guadalhorce	Subsistema I-4
Conexión Málaga-Viñuela	Subsistemas I-4 y II-1
Trasvases Viñuela	Subsistema II-1
Conducciones Sistema Viñuela	Subsistemas II-1 y II-3
Conducciones riegos Motril-Salobreña	Subsistemas III-1, III-2 y III-3
Sistema Contraviesa	Subsistemas III-2 y III-3
Conducción Benínar-Aguadulce	Subsistema III-4
Conducción Carboneras-Níja	Subsistemas IV-2 y V-1
Conducciones Levante Almeriense	Subsistemas V-1 y V-2
Trasvase Negratín	Subsistema V-2
Trasvase Tajo-Segura	Subsistema V-2

Tabla 7.Principales conducciones.

4.9 Estadística climatológica e hidrológica

La precipitación media anual en el conjunto de la demarcación se aproxima a los 547 mm/año (9.833 hm³) para el periodo 1940/41 a 2017/18, oscilando entre valores máximos de 1.067 mm en el año más húmedo y 231 mm en el más seco. La siguiente Figura muestra la serie de precipitaciones anuales para el conjunto de la demarcación durante dicho período.

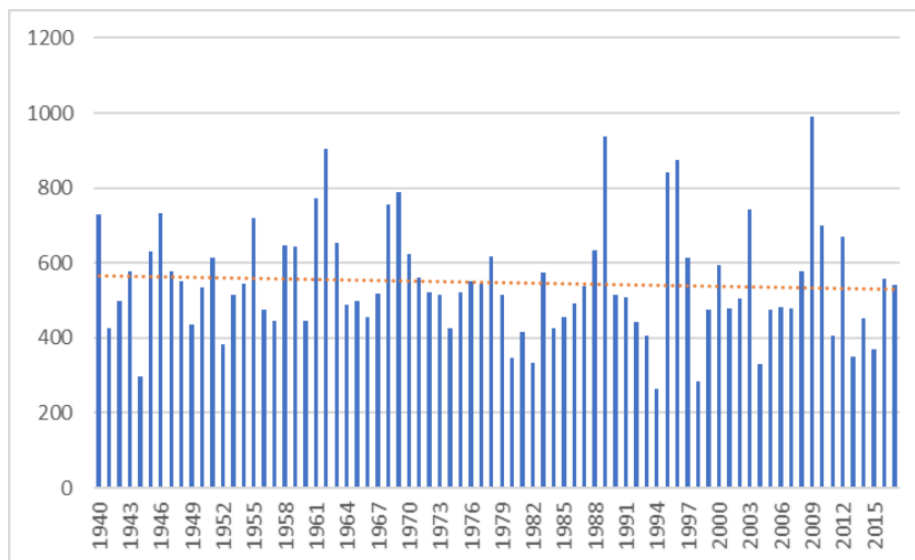


Figura 12. Serie de precipitaciones anuales (mm) en la demarcación para el periodo 1940/41-2017/18.

La distribución mensual del régimen de precipitaciones en la demarcación se caracteriza por su importante variabilidad estacional, correspondiendo los meses más lluviosos fundamentalmente con las estaciones de otoño e invierno, y el periodo más seco con los meses de verano. Esta coincidencia del periodo menos lluvioso con el verano es precisamente un rasgo diferencial del clima mediterráneo.

El régimen de precipitaciones se caracteriza por su fuerte heterogeneidad espacial. Las condiciones generales de circulación atmosférica determinan la existencia de un gradiente de humedad de forma que ésta decrece, a grandes rasgos, hacia el Este. Así, la mitad occidental de la demarcación es húmeda o muy húmeda para estas latitudes, con la sola excepción de los valles de los ríos Guadalhorce y Vélez. Zonas como La Serranía de Ronda, especialmente al norte de Sierra Peralto, o Los Alcornocales, entre la Sierra del Aljibe y la Sierra de los Pinos, registran valores superiores a los 1.650 mm/año. El sector central, que incluye los macizos más elevados, es donde mejor se pone de evidencia la relación precipitación-altitud, recibiendo las cabeceras precipitaciones medias que pueden superar los 1.000 mm/año mientras que los valores registrados en la franja costera son con frecuencia inferiores a los 400 mm/año de media. Finalmente, el sector oriental recibe precipitaciones muy escasas, con mínimos por debajo de 140 mm/año en el Cabo de Gata (siendo este el lugar más seco de Europa).

La precipitación en forma de nieve en la demarcación se encuentra restringida a las grandes cumbres. Tan solo en Sierra Nevada, en altitudes superiores a los 2.500 m, la persistencia del manto blanco es superior a los tres meses al año. Otro sistema montañoso con precipitaciones sólidas de relativa importancia es la Sierra de Filabres, haciendo también acto de presencia la nieve con cierta frecuencia

en el resto de los sistemas montañosos que alcanzan los 2.000 m de altitud: Sierra de Baza, Sierra de Gádor y Sierra Tejeda.

Las grandes diferencias pluviométricas que presenta el territorio de la demarcación son, en buena parte, responsables de su acusada heterogeneidad hidrológica. Así, mientras en el sector occidental incluso los ríos con escasa superficie de cuenca vertiente presentan aportes importantes, en el sector oriental los ríos como el Andarax y el Almanzora, con extensas cuencas hidrográficas, se encuentran secos durante largos periodos de tiempo y sus lechos, a veces con un gran espesor de sedimentos aluviales, se configuran como ramblas. Entre ambos sectores, en la cuenca hidrográfica del río Guadalfeo circulan caudales generosos, incluso en los meses de verano, gracias a su régimen pluvionival y a las notables precipitaciones de la alpujarra granadina.

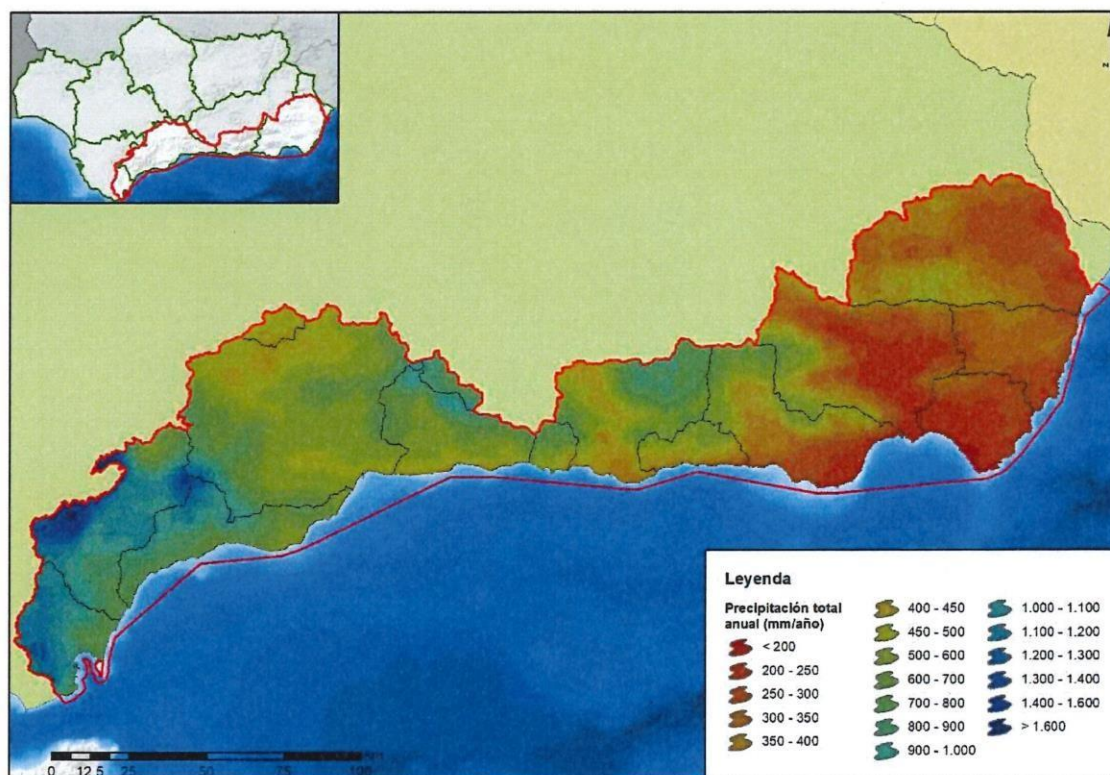


Figura 13. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica (Período 1940/41-2017/18).

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica	Coef. Variación	Coef. sesgo
Total Sistema I	762,73	1.470,69	314,79	241,50	0,31	0,88
Subsistema II-1	627,48	1.036,49	240,23	185,62	0,30	0,60
Subsistema II-2	826,08	1.614,44	341,87	251,46	0,30	0,71
Total Sistema II	652,93	1.110,55	253,26	194,06	0,30	0,62
Subsistema III-1	603,37	1.332,36	205,90	220,02	0,36	0,79
Subsistema III-2	587,04	1.164,07	209,23	187,14	0,32	0,66
Subsistema III-3	468,36	967,19	173,41	151,99	0,32	0,76
Subsistema III-4	417,65	921,47	207,80	136,81	0,33	0,96
Total Sistema III	504,10	1.050,35	204,55	164,05	0,33	0,80

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Típica	Coef. Variación	Coef. sesgo
Subsistema IV-1	338,20	614,27	161,42	101,81	0,30	0,59
Subsistema IV-2	246,69	508,74	119,87	79,48	0,32	0,83
Total Sistema IV	313,97	586,33	150,42	95,90	0,31	0,65
Subsistema V-1	314,05	654,62	140,10	115,84	0,37	0,74
Subsistema V-2	338,45	692,32	159,94	117,14	0,35	0,86
Total Sistema V	331,87	682,15	154,58	116,79	0,35	0,83
Total demarcación	548,00	1.067,01	231,29	175,21	0,32	0,80

Tabla 8. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41–2017/18.

5 Metodología

El ámbito espacial del presente documento se corresponde con los ámbitos Arpsi enumerados en el apartado 2 tras el resultado del proceso de revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación para este Tercer ciclo.

Para la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación de dichos ámbitos se ha contado con la información obtenida en los estudios hidrológico-hidráulicos precedentes realizados por esta Administración, para los diferentes ámbitos específicos analizados:

SUBCUENCA	Estudio
Río Bajo, hasta su confluencia con el arroyo de Nacimiento; Río Guadalhorce, desde Villanueva del Trabuco hasta la Higuera; Arroyo de la Canaleja	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
Arroyo Indiano, Río Manilva, Arroyo Guadalobón, Río Real, Arroyo de Monterroso	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental
Río Fuengirola	E.H.H del río Fuengirola para el análisis de la situación actual y su potencial afección al Sector UE R-2,3 y 4 del PGOU de Mijas
Arroyo Totalán, Arroyo Jabonero, Arroyo Gálica, Río Vélez	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Oriental
Río Bajo, hasta su confluencia con el arroyo de Nacimiento; Río Guadalhorce, desde Villanueva del Trabuco hasta la Higuera; Arroyo de la Canaleja, Arroyo del Pinar	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
Barranco de Carcauz, Rambla El Cañuelo, Rambla del Vínculo,	E.H. para la Prevención de Inundaciones y para la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar (Almería)
Río Guadarranque	E.H. para la Delimitación de las Zonas Inundables del Río Guadarranque a su paso por la Estación Férrea
Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura	Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura
Río Vélez	EEH Málaga Río Vélez confluencia con río Benamargosa
Rambla del Pantano	EEH Almería Rambla del Pantano
Barranco s/n (Almuñécar)	Estudio de soluciones para la defensa contra inundaciones de zonas urbanas consolidadas en el Término Municipal de Almuñécar (Granada)
Ventas de Zafarraya	EEH Granada Arroyo Madre de la Alcaicería

SUBCUENCA	Estudio
Río Guadiaro, aguas arriba desde Banaoján, y río Guadalquivir, hasta el cruce con el Arroyo de la Sanguijuela, Río Grande, desde el cruce con el río Guadiaro hasta Rosalejo	EH para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de la Cuenca del Río Guadiaro

Tabla 9. Estudios realizados en la DHCMA usados para el MAPRI del 3^{er} ciclo.

El objetivo de dichos estudios fue obtener el comportamiento hidráulico de los principales cauces de la demarcación mediante:

- La delimitación de zonas inundables para distintos periodos de retorno.
- La identificación de los niveles de riesgo de inundación para diferentes períodos de retorno.
- La identificación de los núcleos urbanos afectados por riesgo de inundación y su clasificación en diferentes niveles de riesgo.
- El inventario de infraestructuras y edificaciones en zonas inundables rurales.
- El inventario y caracterización de las obras de drenaje transversal.
- La propuesta de aptitud de los terrenos inundables para los distintos usos.
- El estudio de las actuaciones y medidas de carácter preventivo para minimizar la problemática de las inundaciones.

Así, para las ARPSI objeto de estudio en este ciclo, los estudios se relacionan de la siguiente forma:

TRAMO ARPSI	CAUCE	TRAMO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0002	Río Guadarranque	Modificado	E.H. para la Delimitación de las Zonas Inundables del Río Guadarranque a su paso por la Estación Férrea
ES060_ARPS_0007	Arroyo Indiano	Modificado	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0008	Río Manilva	Modificado	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0012	Arroyo Guadalobón	Modificado	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0028	Río Real	Actualizar	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Occidental

TRAMO ARPSI	CAUCE	TRAMO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0039	Río Fuengirola	Modificado	E.H.H del río Fuengirola para el análisis de la situación actual y su potencial afección al Sector UE R-2,3 y 4 del PGOU de Mijas
ES060_ARPS_0049	Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura	Actualizar	Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura
ES060_ARPS_0052	Río Seco	Modificado	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
ES060_ARPS_0055	Arroyo Jabonero	Actualizar	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Oriental
ES060_ARPS_0056	Arroyo Gálica	Actualizar	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Oriental
ES060_ARPS_0057	Arroyo Totalán	Modificado	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Oriental
ES060_ARPS_0064	Río Vélez	Actualizar	EHH Málaga Río Vélez confluencia con río Benamargosa
ES060_ARPS_0075	Ventas de Zafarraya	Modificado	E.H.H. Granada Arroyo Madre de la Alcaicería
ES060_ARPS_0082	Barranco s/n	Modificado	Estudio de soluciones para la defensa contra inundaciones de zonas urbanas consolidadas en el Término Municipal de Almuñécar (Granada)
ES060_ARPS_0103	Barranco de Carcauz	Modificado	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar
ES060_ARPS_0104	Rambla El Cañuelo	Actualizar	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar
ES060_ARPS_0212	Rambla del Vínculo	Actualizar	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar
ES060_ARPS_0222	Rambla del Pantano	Actualizar	EHH Almería Rambla del Pantano
ES060_ARPS_0225	Arroyo del Rincón	Actualizar	E.H.H de las inundaciones de Campillos
ES060_ARPS_0227	Arroyo Piletas	Modificado	E.H.H Málaga Arroyo Piletas
ES060_ARPS_0228	Arroyo Pollo Zamora	Actualizar	E.H.H. Málaga Arroyo Pollo Zamora
ES060_ARPS_0241	Arroyo El Estanquillo	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0242	Arroyo La Peñuela	Nuevo	No se dispone

TRAMO ARPSI	CAUCE	TRAMO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0243	Arroyo Perales	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0244	Arroyo de Janacino	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0245	Arroyo de Monterroso	Nuevo	E.H. Ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0246	Río Guadiaro, aguas arriba desde Banaoján, y río Guadalquivir, hasta el cruce con el Arroyo de la Sanguijuela	Nuevo	EH para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de la Cuenca del Río Guadiaro
ES060_ARPS_0247	Río Grande, desde el cruce con el río Guadiaro hasta Rosalejo	Nuevo	EH para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de la Cuenca del Río Guadiaro
ES060_ARPS_0248	Arroyo de Guadalpín	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0249	Arroyo Segundo	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0250	Arroyo de Calera	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0251	Río Bajo, hasta su confluencia con el arroyo de Nacimiento	Nuevo	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalquivir
ES060_ARPS_0252	Arroyo del Pinar	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0253	Río de la Cueva	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0254	Arroyo de las Morenas	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0255	Río Guadalquivir, desde Villanueva del Trabuco hasta la Higuera	Nuevo	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalquivir
ES060_ARPS_0256	Barranco del Cebollero-Rambla del Tejar	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0257	Río Nacimiento	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0258	Arroyo del Aceituno	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0259	Rambla de Bahía Alta	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0260	Rambla del Charco	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0261	Barranco del Grajo	Nuevo	No se dispone
ES060_ARPS_0262	Rambla del Agua	Nuevo	E.H. para la Prevención de Inundaciones y para la Ordenación de las Cuencas del

TRAMO ARPSI	CAUCE	TRAMO	ESTUDIO PREVIO
			Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar (Almería)
ES060_ARPS_0263	Arroyo de la Canaleja	Nuevo	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
ES060_ARPS_0264	Barranco Urbanización El Olivo	Nuevo	No se dispone

Tabla 10. Relación de los estudios realizados en la DHCMA con las ARPSI estudiadas para el 3^{er} ciclo.

Aunque la mayoría de las ARPSIs actualizadas y las declaradas en la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación para este Tercer ciclo contaban con estudio previo, no en todos los ámbitos han podido utilizarse los caudales de los estudios hidrológicos o los modelos hidráulicos. Cada una de las casuísticas planteadas para los diferentes estudios se detallan en los apartados siguientes.

5.1 Información cartográfica y topográfica

Este apartado recoge la descripción del material cartográfico empleado para la generación de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de las nuevas ARPSI del 3er ciclo que no posean o que no han sido utilizados los estudio previos mencionados anteriormente de la DHCMA.

La información cartográfica y topográfica empleada para la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo debe ser lo más actualizada posible y presentar una calidad suficiente y acorde con los requisitos establecidos por la *Guía SNCZI*. En líneas generales, se han empleado los siguientes elementos:

- El Modelo Digital del Terreno (MDT) del tramo fluvial a estudiar con la mejor resolución existente. Los MDT utilizados para los modelos analizados en este documento se han generado a partir de los vuelos LiDAR disponibles en cada una de las zonas de estudio;
- Ortofotografía más reciente del área de estudio con la mejor resolución posible (PNOA 2023);
- Inventario de estructuras (elementos obstruidores del flujo) procedentes de recopilación de estudios específicos, trabajos existentes y visitas a campo.

Modelo Digital del Terreno

Tanto los nuevos modelos hidráulicos como aquellos que han sido revidados en el presente MAPRI del 3^{er} ciclo se han basado en cartografía generada a partir de MDTs que han sido construidos a partir de la información procedente los vuelos LiDAR llevados a cabo por el [Instituto Geográfico Nacional](#) (en adelante, IGN) en el marco del proyecto del [Plan Nacional de Ortofotografía Aérea](#) (PNOA – LiDAR).

Tal y como establece la *Guía SNCZI*, los MDT empleados deben ser capaces de representar fielmente la realidad del terreno. Según esto, se ha hecho uso de la información LiDAR más actualizada posible en cada área de estudio, así los tramos estudiados se realizaron sobre información procedente de la 2^a cobertura, ya que la 3^a aún no se encuentra disponible para la zona de estudio.

Las características de los productos LiDAR brutos, a partir de los cuales se generaron los MDT correspondientes, fueron:

CARACTERÍSTICA	SEGUNDA COBERTURA
Densidad mínima de puntos	0,5-2 puntos/m ²
Años vuelo	2015-2021
Sistema geodésico de referencia	ETRS89, proyección UTM huso 30, zona N
RMSE Z	≤ 20 cm
Precisión planimétrica estimada	≤ 30 cm

Tabla 11. Especificaciones técnicas de las diferentes coberturas LiDAR usadas para el MAPRI del 3^{er} ciclo.

Esta información y los archivos para su descarga están disponibles en el [Centro de Descarga del CNIG](#) (Centro Nacional de Información Geográfica).

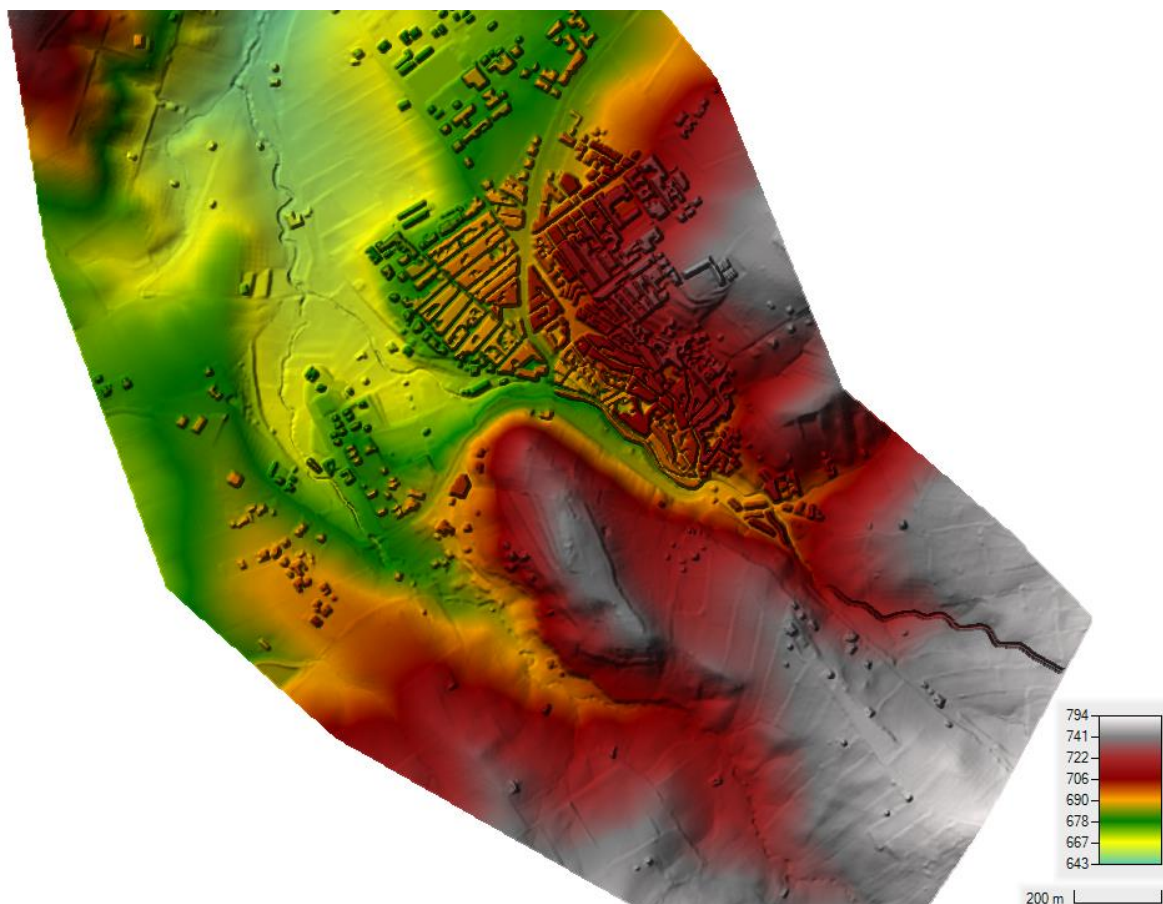


Figura 14. Detalle 3D del MDT del tramo ES060_ARPS_0263.

Una vez validada la información anterior, se han generado los siguientes productos:

- "MDT Natural" para modelizar la Máxima Crecida Ordinaria (en adelante, MCO), cuyo escenario se basa en una representación del terreno en estado natural. Para ello, se eliminan los siguientes

elementos del “MDT original”: vegetación, terraplenes de las infraestructuras lineales (carreteras y ferrocarriles) y las motas (excepto en zonas urbanas);

- "MDT Actual" para las modelizaciones T010, T100 y T500, basadas en terrenos que representan las condiciones actuales del entorno. Este MDT tampoco representa vegetación, pero sí contempla infraestructuras lineales y motas.

El resultado final, en ambos casos, será un MDT de resolución 1x1m.

Levantamiento de obras de fábrica

Todas las estructuras de cruce, como puentes y obras de drenaje, así como obras hidráulicas, tanto longitudinales como transversales, que puedan interferir en la hidráulica de la corriente deben ser incluidas en las modelizaciones. Para la definición y revisión geométrica de las estructuras incluidas en los modelos hidráulicos se han obtenido información procedente de visitas de campo realizadas en el contexto de los presentes trabajos (3^{er} ciclo).

Los obstáculos levantados topográficamente en campo cuentan con información sobre la definición geométrica de la estructura, coordenadas de emplazamiento, fotografías tomadas desde distintos ángulos y croquis delineados. Las imágenes siguientes muestran un ejemplo de la información topográfica de diferentes estructuras recogida en campo para la elaboración de los modelos del MAPRI del 3^{er} ciclo.

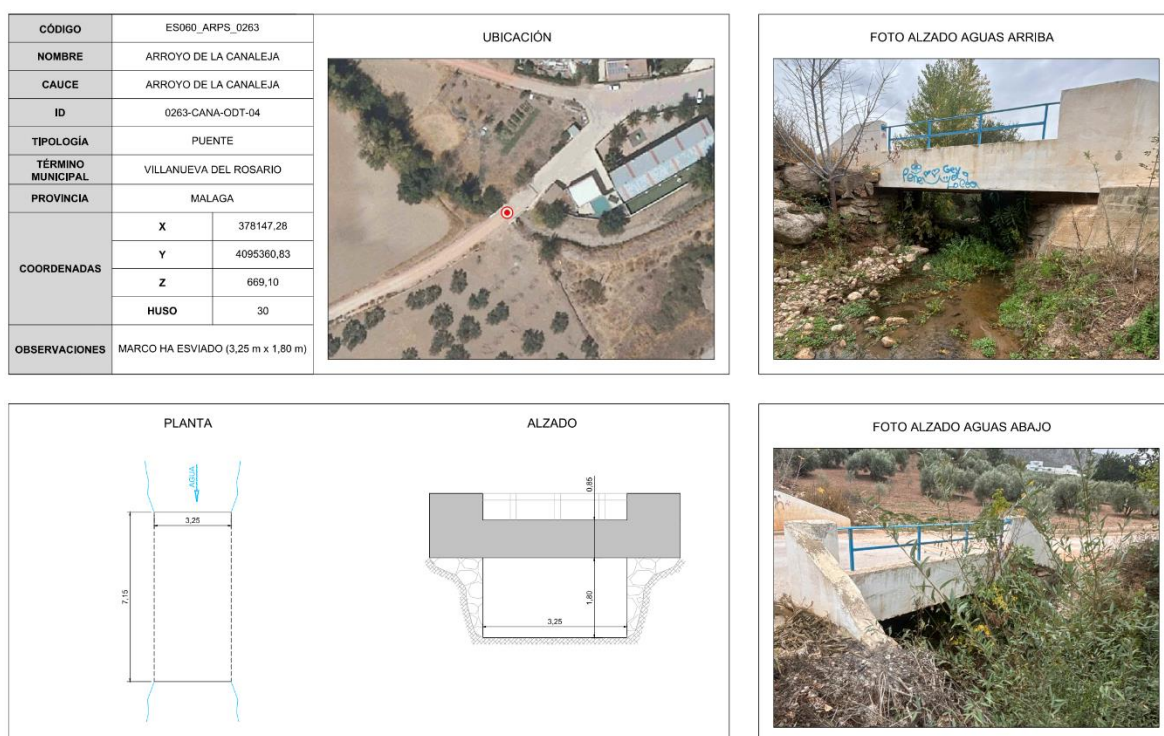


Figura 15. Ej. información topográfica estructura del tramo ES060_ARPS_0263.

5.2 Estudio hidrológico

El RD 903/2010 indica, en su artículo 8, que los Mapas de Peligrosidad deberán contemplar, al menos, los siguientes escenarios:

- Alta probabilidad de inundación, para el que se adopta como criterio el período de retorno de 10 años.
- Probabilidad media de inundación (periodo de retorno ≥ 100 años);
- Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (periodo de retorno = 500 años).

Con el fin de dar cumplimiento a este artículo, los Mapas de Peligrosidad de la DHCMA de los ciclos anteriores utilizaron como referencia las avenidas de periodo de retorno de 10, 100 y 500 años, enfoque que se mantiene en el presente ciclo.

Para la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación de dichos ámbitos se ha contado con la información obtenida en los estudios hidrológico-hidráulicos realizados para las diferentes subcuencas de la demarcación y, en caso de no existir estudio de la zona, se ha elaborado el estudio correspondiente.

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0002	Río Guadarranque	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Delimitación de las Zonas Inundables del Río Guadarranque a su paso por la Estación Férrea
ES060_ARPS_0007	Arroyo Indiano	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0008	Río Manilva	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0012	Arroyo Guadalobón	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Occidental

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0028	Río Real	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Occidental
ES060_ARPS_0039	Río Fuengirola		Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H.H del río Fuengirola para el análisis de la situación actual y su potencial afección al Sector UE R-2,3 y 4 del PGOU de Mijas
ES060_ARPS_0049	Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura	InfoWorks ICM	Caudales nuevos obtenidos mediante InfoWorks ICM	Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura
ES060_ARPS_0052	Río Seco	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
ES060_ARPS_0055	Arroyo Jabonero	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Oriental
ES060_ARPS_0056	Arroyo Gálica	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Oriental
ES060_ARPS_0057	Arroyo Totalán	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas de la Costa del Sol Oriental
ES060_ARPS_0064	Río Vélez	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EHH Málaga Río Vélez confluencia con río Benamargosa
ES060_ARPS_0075	Ventas de Zafarraya	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EHH Granada Arroyo Madre de la Alcaicería

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0082	Barranco s/n	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	Estudio de soluciones para la defensa contra inundaciones de zonas urbanas consolidadas en el Término Municipal de Almuñécar (Granada)
ES060_ARPS_0103	Barranco de Carcauz	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar
ES060_ARPS_0104	Rambla El Cañuelo	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar
ES060_ARPS_0212	Rambla del Vínculo	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar
ES060_ARPS_0222	Rambla del Pantano	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EHH Almería Rambla del Pantano
ES060_ARPS_0225	Arroyo del Rincón	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	Estudio Hidrológico e Hidráulico de las inundaciones de Campillos
ES060_ARPS_0227	Arroyo Piletas	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EHH Málaga Arroyo Piletas
ES060_ARPS_0228	Arroyo Pollo Zamora	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EHH Málaga Arroyo Pollo Zamora
ES060_ARPS_0241	Arroyo El Estanquillo		Caudales nuevos obtenidos mediante	

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
			método racional modificado	
ES060_ARPS_0242	Arroyo La Peñuela		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	
ES060_ARPS_0243	Arroyo Perales		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	
ES060_ARPS_0244	Arroyo de Janacino		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	
ES060_ARPS_0245	Arroyo de Monterroso		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	
ES060_ARPS_0246	Río Guadiaro, aguas arriba desde Banaoján, y río Guadalquivir, hasta el cruce con el Arroyo de la Sanguijuela	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EH para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de la Cuenca del Río Guadiaro
ES060_ARPS_0247	Río Grande, desde el cruce con el río Guadiaro hasta Rosalejo	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	EH para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de la Cuenca del Río Guadiaro
ES060_ARPS_0248	Arroyo de Guadalpín		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	Revisión y actualización de los PGRIS en las Demarcaciones Hidrográficas intracomunitarias de Andalucía para el 3 ^o ciclo

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0249	Arroyo Segundo		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	Revisión y actualización de los PGRIS en las Demarcaciones Hidrográficas intracomunitarias de Andalucía para el 3 ^o ciclo
ES060_ARPS_0250	Arroyo de Calera		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	Revisión y actualización de los PGRIS en las Demarcaciones Hidrográficas intracomunitarias de Andalucía para el 3 ^o ciclo
ES060_ARPS_0251	Río Bajo, hasta su confluencia con el arroyo de Nacimiento	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	Revisión y actualización de los PGRIS en las Demarcaciones Hidrográficas intracomunitarias de Andalucía para el 3 ^o ciclo
ES060_ARPS_0252	Arroyo del Pinar		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	
ES060_ARPS_0253	Río de la Cueva		Caudales nuevos obtenidos mediante HMS	
ES060_ARPS_0254	Arroyo de las Morenas		Caudales nuevos obtenidos mediante HMS	
ES060_ARPS_0255	Río Guadalhorce, desde Villanueva del Trabuco hasta la Higuera	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
ES060_ARPS_0256	Barranco del Cebollero-Rambla del Tejar		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
ES060_ARPS_0257	Río Nacimiento		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	
ES060_ARPS_0258	Arroyo del Aceituno		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	
ES060_ARPS_0259	Rambla de Bahía Alta		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	
ES060_ARPS_0260	Rambla del Charco		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	
ES060_ARPS_0261	Barranco del Grajo		Caudales nuevos obtenidos mediante HEC-HMS	
ES060_ARPS_0262	Rambla del Agua	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y para la Ordenación de las Cuencas del Poniente Almeriense, Bajo Andarax, Almería y Níjar (Almería)
ES060_ARPS_0263	Arroyo de la Canaleja	HEC-HMS	Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
ES060_ARPS_0264	Barranco Urbanización El Olivo		Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	

Tabla 12. Tipos de estudios hidrológicos empleados para los modelos hidráulicos que se exponen a consulta pública en el MAPRI del 3^{er} ciclo.

De acuerdo con la tabla anterior las ARPSI modificadas o actualizadas mantienen los caudales del ciclo anterior o se han actualizado con los nuevos estudios realizados. Como excepción se encuentra las ARPSIs que se muestran en la Tabla 13, para las cuales se ha calculado una nueva hidrología.

A continuación, se presentan los caudales considerados para el cálculo en cada uno de los cauces pertenecientes a los tramos mencionados:

SUBTRAMO ARPSI	CAUCE/PUNTO DE ENTRADA EN EL MODELO	CAUDAL PUNTA (m³/s)		
		T ₀₁₀	T ₁₀₀	T ₅₀₀
ES060_ARPS_0241	Arroyo El Estanquillo	4,9	10,4	16,4
ES060_ARPS_0242	Arroyo La Peñuela	12,7	27,9	45,2
ES060_ARPS_0243	Arroyo Perales	1,8	3,7	5,7
ES060_ARPS_0244	Arroyo de Janacino	6,27	11,54	16,59
ES060_ARPS_0245	Arroyo de Monterroso	19,65	41,04	64,16
	Arroyo de la Mesa	5,12	9,06	12,65
	Arroyo Juan Benítez	6,10	12,19	18,32
ES060_ARPS_0248	Arroyo de Guadalpín	13,44	31,87	54,86
ES060_ARPS_0249	Arroyo Segundo	9,3	22,1	36,2
ES060_ARPS_0250	Arroyo de Calera	17,3	46,4	75
ES060_ARPS_0252	Arroyo del Pinar	11,47	29,08	48,36
ES060_ARPS_0253	Río de la Cueva	21,5	54,2	102,3
	Arroyo de las Zorreras	12,6	36,7	68,2
	Arroyo Napolín	4,1	19,9	35,7
	Arroyo de las Morenas	7,3	14,1	26
	Cañada del Madroñal	0,7	3,9	7; 9
ES060_ARPS_0254	Arroyo de las Morenas	7,3	14,1	26
ES060_ARPS_0256	Barranco del Cebollero-Rambla del Tejar	17,6	68	116,2
ES060_ARPS_0257	Río Nacimiento	63,8	283,2	526,8
ES060_ARPS_0258	Arroyo del Aceituno	20	63,6	105,9
ES060_ARPS_0259	Rambla de Bahía Alta	1,34	4,74	8,18
ES060_ARPS_0260	Rambla del Charco	29,4	91,9	153
ES060_ARPS_0261	Barranco del Grajo	3,8	9,1	14

SUBTRAMO ARPSI	CAUCE/PUNTO DE ENTRADA EN EL MODELO	CAUDAL PUNTA (m ³ /s)		
		T ₀₁₀	T ₁₀₀	T ₅₀₀
ES060_ARPS_0264	Barranco Urbanización El Olivo	2,65	5,86	9,32
	Barranco los Marinos	2,14	3,93	5,46

Tabla 13. Caudales punta empleados para los modelos calculados en el MAPRI del 3^{er} ciclo.

5.3 Estudio hidráulico

Los resultados de la EPRI del 3er ciclo han conducido a la necesidad de generar, revisar y actualizar los modelos hidráulicos de las ARPSI anteriormente expuestas.

Para la generación de todos los modelos se ha utilizado el software HEC- RAS 2D del US Army Corps of Engineers, [USACE](#).

La siguiente tabla resume los nuevos modelos generados en el MAPRI del 3er ciclo. Cabe destacar que algunos de estos modelos han sido desarrollados dentro de un mismo modelo hidráulico, motivo por el cual comparten la misma denominación.

DENOMINACIÓN MODELO HIDRÁULICO	CÓDIGO SUBTRAMOS INCLUIDOS EN LA MODELIZACIÓN	CAUCE	LONGITUD MODELO COMPLETO (km)
CMA-0002	ES060_ARPS_0002	Río Guadarranque	6.3
CMA-0007	ES060_ARPS_0007	Arroyo Indiano	5.82
CMA-0008	ES060_ARPS_0008	Río Manilva	6.43
CMA-0012	ES060_ARPS_0012	Arroyo Guadalobón	5.31
CMA-0028	ES060_ARPS_0028	Río Real	3.4
CMA-0055	ES060_ARPS_0055	Arroyo Jabonero	3.5
CMA-0056	ES060_ARPS_0056	Arroyo Gálica	3.3
CMA-0057	ES060_ARPS_0057	Arroyo Totalán	3.38
CMA-0064	ES060_ARPS_0064	Río Vélez	
CMA-0082	ES060_ARPS_0082	Barranco s/n	1.99
CMA-0103	ES060_ARPS_0103	Barranco de Carcauz	3.6
CMA-0104	ES060_ARPS_0104	Rambla El Cañuelo	5.9
CMA-0212	ES060_ARPS_0212	Rambla del Vínculo	6.3
CMA-0057	ES060_ARPS_0227	Arroyo Piletas	3.41
CMA-0057	ES060_ARPS_0228	Arroyo Pollo Zamora	1.74
CMA-0241	ES060_ARPS_0241	Arroyo El Estanquillo	1.1
CMA-0242	ES060_ARPS_0242	Arroyo La Peñuela	0.9
CMA-0243	ES060_ARPS_0243	Arroyo Perales	1.5
CMA-0244	ES060_ARPS_0244	Arroyo de Janacino	1.25
CMA-0245	ES060_ARPS_0245	Arroyo de Monterroso	5.55
CMA-0248	ES060_ARPS_0248	Arroyo de Guadalpín	1.2

DENOMINACIÓN MODELO HIDRÁULICO	CÓDIGO SUBTRAMOS INCLUIDOS EN LA MODELIZACIÓN	CAUCE	LONGITUD MODELO COMPLETO (km)
CMA-0249	ES060_ARPS_0249	Arroyo Segundo	3.9
CMA-0250	ES060_ARPS_0250	Arroyo de Calera	5.7
CMA-0251	ES060_ARPS_0251	Río Bajo, hasta su confluencia con el arroyo de Nacimiento	7.88
CMA-0252	ES060_ARPS_0252	Arroyo del Pinar	3.52
CMA-0253	ES060_ARPS_0253	Río de la Cueva	8.64
CMA-0253	ES060_ARPS_0254	Arroyo de las Morenas	3.41
CMA-0255	ES060_ARPS_0255	Río Guadalhorce, desde Villanueva del Trabuco hasta la Higuero	10.52
CMA-0256	ES060_ARPS_0256	Barranco del Cebollero-Rambla del Tejar	3.0
CMA-0257	ES060_ARPS_0257	Río Nacimiento	2.8
CMA-0258	ES060_ARPS_0258	Arroyo del Aceituno	12.3
CMA-0259	ES060_ARPS_0259	Rambla de Bahía Alta	2.0
CMA-0260	ES060_ARPS_0260	Rambla del Charco	2.3
CMA-0261	ES060_ARPS_0261	Barranco del Grajo	5.1
CMA-0263	ES060_ARPS_0263	Arroyo de la Canaleja	3.10
CMA-0264	ES060_ARPS_0264	Barranco Urbanización El Olivo	1.72

Tabla 14. Nuevos modelos hidráulicos realizados en el marco del MAPRI del 3^{er} ciclo.

El sistema de referencia utilizado para todos los modelos ha sido el ETRS89, proyección UTM huso 30, zona N.

Los siguientes apartados desarrollan los aspectos más importantes de los modelos hidráulicos elaborados.

Datos básicos de entrada a los modelos

Con independencia del tipo de software empleado para la realización de las modelizaciones hidráulicas, existen una serie de datos de entrada, en general comunes a cualquier tipo de modelo, que son necesarios introducir para ejecutar las simulaciones:

- **Terreno del modelo:** los MDT elaborados, los cuales, como se comentó en el apartado correspondiente, proceden de datos LiDAR, de acuerdo con los criterios técnicos establecidos por la Comisión Europea y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

(MITECO), son suficientemente precisos y conservadores para la escala, el grado de detalle y el fin de los mapas que componen el MAPRI. Estos han sido revisados y actualizados debidamente en caso necesario. Los MDT contemplados, (“MDT Natural” y “MDT Actual”) además de estar depurados de vegetación, presentan todas las características establecidas en la *Guía SNCZI*. Llegados a este punto, se considera adecuado incluir la siguiente tabla, que resume los aspectos básicos que deben presentar ambos MDT.

Tabla 2. Condicionantes de los MDT de trabajo en el SNCZI.		
Condicionante	Modelización de zonas inundables	Modelización de DPH
	MDT ACTUAL	MDT NATURAL
Tipo de modelización	Modelización en régimen alterado de caudales Introducción de puentes en modelo	Modelización en régimen natural de caudales
Actuaciones sobre el MDE para obtener el MDT de trabajo	Eliminación de: • Vegetación • Tableros, pilas y estribos de puentes Mantenimiento de: • Motas • Encauzamientos y cortas • Edificios salvo excepciones	Eliminación, en el ámbito de DPH, de: • Vegetación • Tableros, pilas y estribos de puentes • Edificios Mantenimiento de: • Motas de zonas urbanas consolidadas • Encauzamientos y cortas

Tabla 15. Condicionantes de los MDT de trabajo en el SNCZI, extraído de la Guía SNCZI.

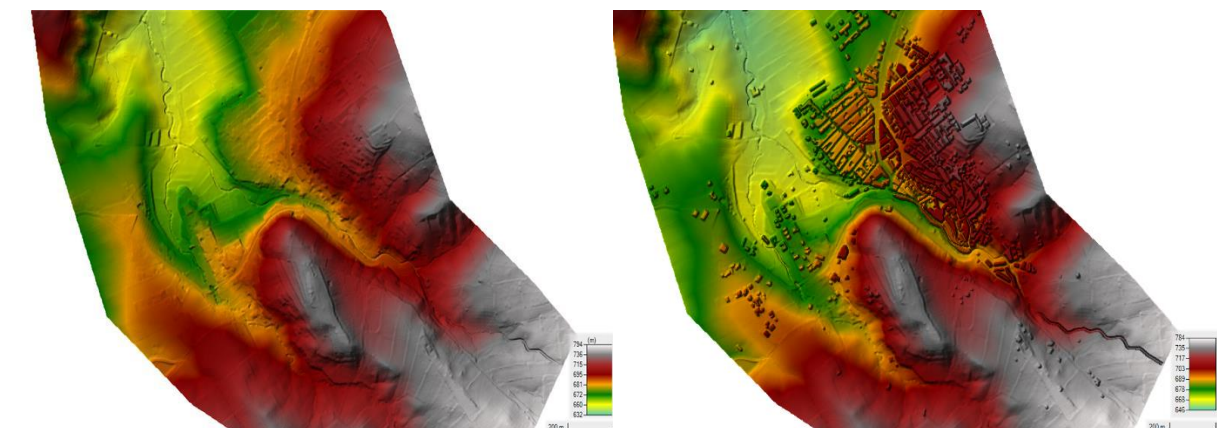


Figura 16. MDT Actual (dcha) y MDT Natural (izq). ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario). Se eliminan edificios en las zonas rurales y elementos que obstaculicen el paso del agua, pero no zona urbana consolidada.

- **Geometría del modelo:** las modelizaciones hidráulicas bidimensionales realizan el cálculo de las distintas variables hidráulicas en cada uno de los elementos que constituyen una malla de cálculo, la cual define el dominio del modelo. Las características del mallado deben ser tales que permitan representar el MDT de la manera más precisa posible. Además, los elementos de la malla deben tener un tamaño y disposición que busquen minimizar los errores en los resultados hidráulicos que se obtengan, sin dejar de lado el equilibrio que debe siempre existir entre precisión y tiempo de computación. En líneas generales, se ha desarrollado una geometría de un tamaño de malla suficiente para un correcto funcionamiento del terreno, aplicando líneas de rotura y áreas de refinamiento en aquellas zonas en las que se han detectado necesarias.

Estas líneas de rotura se han implementado para una mejor definición de elementos lineales existentes, o el cauce natural. Así mismo, la implementación de áreas de refinamiento viene dada en zonas de mayor complejidad, bien porque sean zonas densas de edificación, porque sea una llanura amplia de inundación donde se necesite más precisión o ambas.

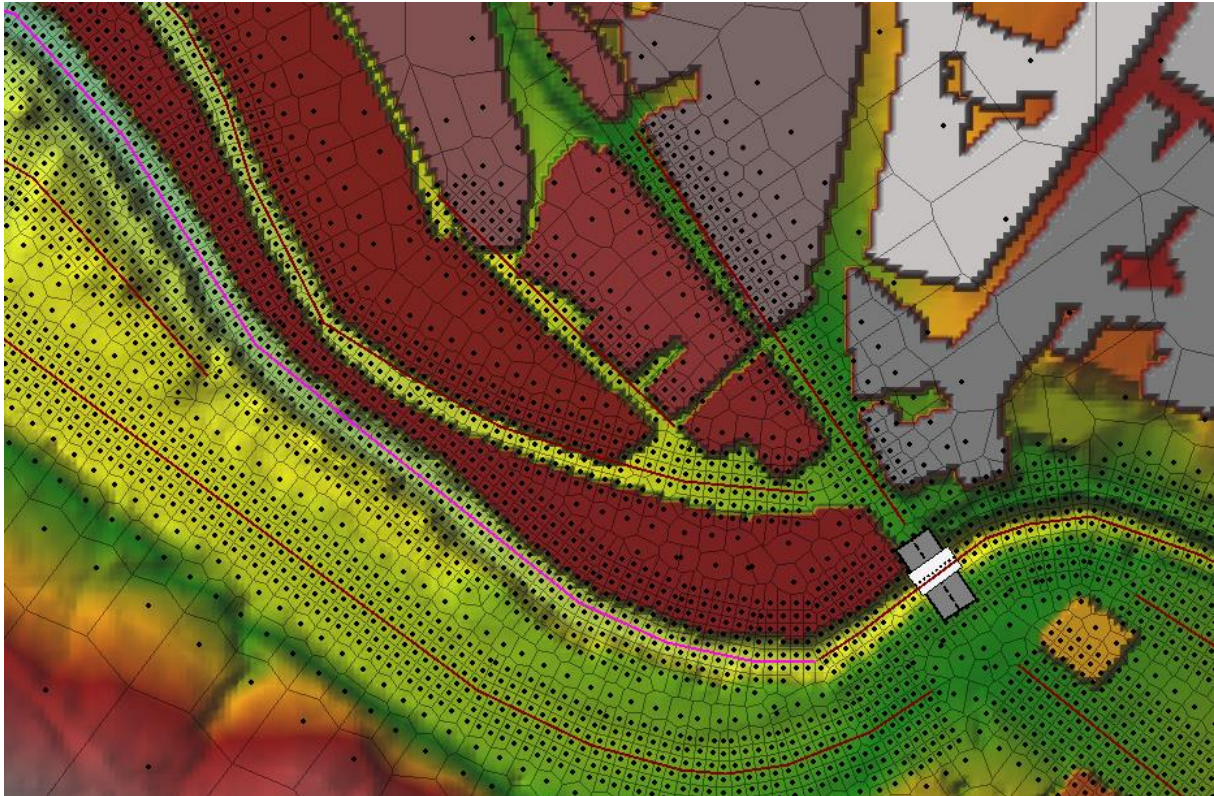


Figura 17. Ejemplo de líneas de rotura (en verde) y área de refinamiento en la zona edificada (en rojo).

- **Condiciones iniciales:** se han establecido con calado la condición de marea en aquellos modelos fluviales cuyo desagüe se encuentra en zona de marisma, y calado nulo en toda la superficie en el resto de los casos.
- **Condiciones de contorno:** como condición de contorno de entrada se han incluido los caudales correspondientes, indicados en la Tabla 13. Las condiciones salida han variado en función de las condiciones existentes a la salida de cada modelo. Según esto, se han establecido condiciones de calado normal o nivel establecido, en caso de ser necesario incorporar la influencia de la marea, se utilizarán los datos resultantes del software iOlé.
- **Rugosidad:** para computar las pérdidas de carga por fricción en los modelos hidráulicos existentes se ha hecho uso de los coeficientes n de *Manning*. Los valores del número n de *Manning* han sido determinados, tal y como especifica la *Guía SNCZI*, distinguiendo entre cauce y llanuras de inundación, aplicando los coeficientes expuestos en el Anexo VI de la *Guía SNCZI*, a partir de la información contenida en las coberturas del SIOSE AR. Finalmente se ha realizado un chequeo con la información mostrada en las ortofotografías del PNOA de máxima actualidad.

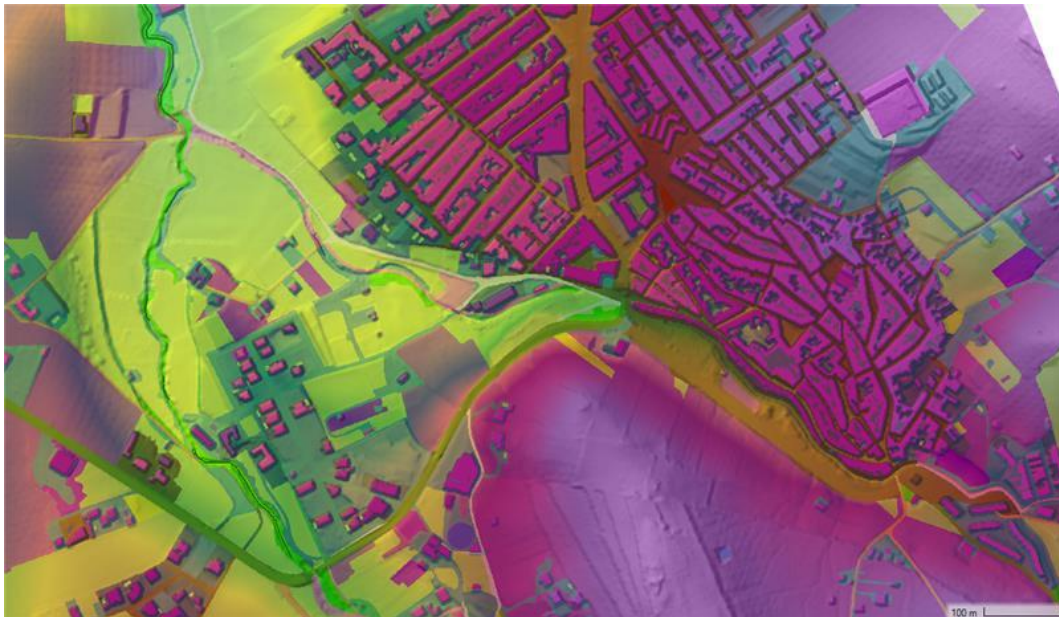


Figura 18. Capa n de Manning para el modelo de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario))

- **Estructuras incorporadas:** se han introducido las estructuras necesarias empleando la información obtenida de las visitas de campo.



Figura 19. Ubicación de algunas de las estructuras existentes incluidas en la modelización de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario).

Modelización bidimensional con HEC-RAS

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) es un software de modelización hidráulica desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers), dependiente del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Este sistema permite realizar análisis hidráulicos tanto unidimensionales como bidimensionales de flujos en ríos y canales.

Entre las principales ventajas de HEC-RAS para la modelización de zonas inundables se encuentran: su capacidad para simular flujos permanentes y no permanentes, la posibilidad de analizar el transporte de sedimentos, su interfaz gráfica intuitiva que facilita la interpretación de resultados, y la generación de mapas de inundación de alta precisión. Además, al ser un software de dominio público, resulta accesible para instituciones y profesionales, convirtiéndose en una herramienta estándar internacional para estudios de riesgo de inundación y planificación territorial.

La versión utilizada en los MAPRI de 3er ciclo es HEC-RAS 6.6

Como resultado de las modelizaciones hidráulicas se obtienen ráster de calados y velocidades, a partir de los cuales se definen las áreas de inundación para los diferentes escenarios de crecida (T010, T100 y T500).



Figura 20. Ejemplo de calados obtenidos la modelización de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario) para T500.

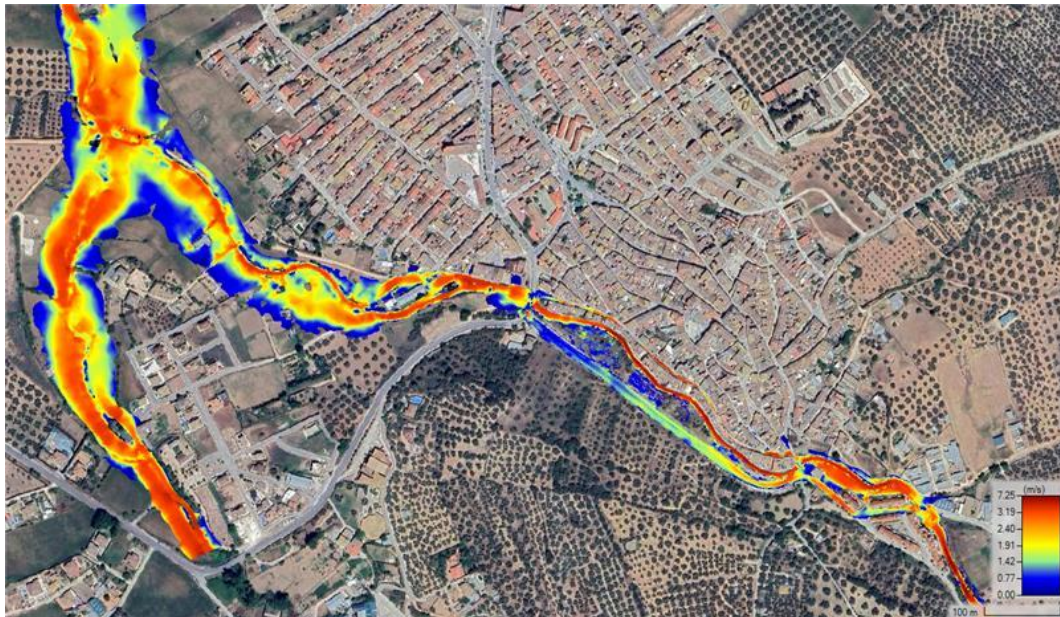


Figura 21. Ejemplo de velocidades obtenidas la modelización de la ARPSI ES060_ARPS_0263 (Villanueva del Rosario) para T500.

Los resultados anteriores, directamente obtenidos de las modelizaciones, se someten a un tratamiento para adecuarse a los requerimientos establecidos por el MITERD. Estos tratamientos, que se exponen en la Propuesta de Mínimos, tienen como objetivo que el posible tratamiento posterior de la información y su inclusión en una base de datos común sea simple e inmediata. Además, toda la información espacial debe cumplir con los formatos oficiales que utilizan el IGN y el visor del SNCZI, ya que, tal y como indica la Guía, se trata de información que se pondrá a disposición del público para su utilización y consulta.

6 Mapas de Peligrosidad y Zonas Legales

Tal y como establece el artículo 14 ter del Reglamento del Dominio Público Hidráulico ([RDPH](#)) en su apartado 1, los organismos de cuencas intercomunitarias y las administraciones competentes intracomunitarias realizarán los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación y la Zona de Flujo Preferente junto con la delimitación de los cauces públicos y de las zonas de servidumbre y policía en las ARPSI, así como su revisión y actualización. Esta cartografía de zonas inundables (en adelante, CZI) es un paso previo ineludible a la puesta en práctica de cualquier tipo de medida y, por tanto, esencial para poder llevar a cabo una gestión eficaz de las Zonas Inundables. La CZI debe reflejar, a una escala adecuada, la peligrosidad de cada zona frente a las inundaciones, caracterizando, para ello, tanto la frecuencia de éstas como la magnitud de las principales componentes hidráulicas.

Las modelizaciones hidráulicas de los tramos ARPSI realizadas según lo establecido en los apartados anteriores tienen como resultado las coberturas ráster de calados de los distintos periodos de retorno estudiados. Estos resultados hidráulicos permiten estimar la extensión de las Zonas Inundables (envolventes) generadas en los tramos de estudio, siendo ésta la base para la delimitación de la ZFP. Por último, la definición de Zonas Legales queda completada con la delimitación del DPH cartográfico y sus Zonas de Servidumbre (ZSER) y de Policía (ZPOL) asociadas, en línea con lo establecido en la Ley de Aguas ([TRLA](#)) y el RDPH.

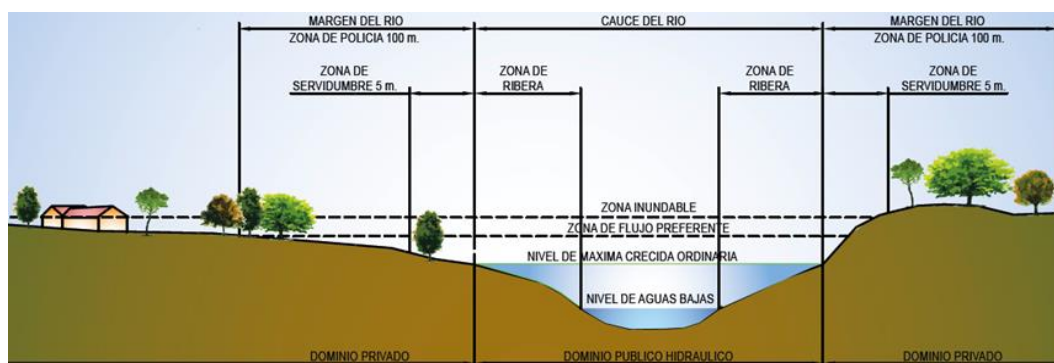


Figura 22. Zonificación de la zona inundable según la Ley de Aguas y el RDPH. Fuente: MITERD.

Los Mapas de Peligrosidad, preceptivos para la Comisión Europea y que tienen por objeto dar cumplimiento a la Directiva de Inundaciones, consisten en una colección de productos cartográficos en los que se muestra, sobre ortofoto, las siguientes informaciones:

- Mapas de representación de calados;
- Mapas de Zonas Inundables.

Estos mapas se corresponden con los siguientes escenarios:

- Alta probabilidad: T = 010 años;
- Media probabilidad: T = 100 años;
- Baja probabilidad: T = 500 años.

Además, se incluyen los siguientes mapas:

- Mapas de representación de DPH Cartográfico o Probable, ZSER y ZPOL;
- Mapas de ZFP.

La preparación de los mapas indicados se ha realizado siguiendo las directrices del MITERD. Asimismo, es importante señalar que se ha realizado un tratamiento previo de depuración de los ráster de calado y de sus envoltentes, incluyendo la detección de imperfecciones, evitando la existencia de solapes entre capas adyacentes y comprobando la coherencia general entre distintos períodos de retorno. Toda la información producida se ha agregado a nivel subtramo ARPSI.

6.1 Delimitación del DPH

En relación con la delimitación de DPH cartográfico, para el caso de tramos nuevos o aquellos que aún no contaban con delimitación de DPH, éste ha sido trazado de acuerdo con los criterios definidos en el Artículo 4 del RDPH. Según su definición, deben aplicarse métodos de estimación hidrológico – hidráulicos e histórico – geomorfológicos y se deben contemplar los aspectos ecológicos asociados a las características particulares del tramo estudiado. Además, deben considerarse todas las informaciones disponibles de naturaleza hidrológica, hidráulica, fotográfica y cartográfica, así como las referencias históricas que existan. Además, se ha seguido la metodología expuesta en la Guía SNCZI, la cual se resume a continuación:

- DPH cartográfico según criterios hidrológico - hidráulicos.

El Artículo 4 del TRLA define cauce como: “Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias”.

Por su parte, el Artículo 4 del RDPH define la máxima crecida ordinaria (MCO), distinguiendo entre tramos con información hidrológica suficiente, y aquellos en los que no la hay, de la siguiente manera:

En los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años consecutivos. Dicho periodo será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

En los tramos de cauce en los que no haya información hidrológica suficiente para aplicar el párrafo anterior, el caudal de la máxima crecida ordinaria se establecerá a partir de métodos hidrológicos e hidráulicos alternativos, y, en especial, a partir de la simulación hidrológica e hidráulica de la determinación del álveo o cauce natural y teniendo en cuenta el comportamiento hidráulico de la corriente, las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

Según todo lo anterior, el primer paso para la obtención del DPH cartográfico por estos criterios ha sido la determinación del caudal asociado a la MCO para cada tramo de estudio.

La Guía SNCZI establece otros métodos alternativos a los marcados por el RDPH para estimar la MCO, apoyándose en los informes “Aspectos prácticos de la definición de la máxima crecida ordinaria” (CEDEX, 1994) y “Guías metodológicas para la estimación del caudal de la máxima crecida ordinaria” (CEDEX, 1996). También propone el empleo de CAUMAX y el caso de estimación de MCO en puntos no aforados.

El siguiente paso ha consistido en la obtención de la lámina de inundación provocada por la MCO por medio de técnicas de modelización hidráulica. Para ello se ha empleado el “MDT Natural” descrito en apartados anteriores.

- DPH cartográfico según criterios histórico – geomorfológicos y ambientales.

Una vez delimitada la zona inundada por la MCO, ésta deberá contrastarse con la delimitación proporcionada mediante criterios históricos y geomorfológicos. De esta forma se intenta evitar incertidumbres e indeterminaciones inherentes al uso exclusivo del criterio hidrológico – hidráulico.

El criterio histórico analiza el cauce con base en fotografías históricas, principalmente las derivadas del año 1956 - 57 ([vuelo americano](#)), ortofotos históricas disponibles de otros años, datos de hemeroteca y bibliografía, visitas a campo, datos del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH), etc.

El criterio geomorfológico comprende el estudio evolutivo del cauce a lo largo del tiempo. Para ello se empleará información topográfica, geológica ([Serie MAGNA](#)) y cartografía geomorfológica ([mapas geomorfológicos del IGME](#), etc.).

Por último, el criterio medioambiental es una consideración necesaria para una correcta estimación del DPH en aquellas situaciones en las que otros métodos no arrojan resultados convincentes.

Por último, cabe comentar el caso particular de tramos de cauce entubados o soterrados por medio de canalizaciones cubiertas. En estas situaciones, se marca el DPH ciñéndose al ancho de la obra. En los casos en los que no era conocido el trazado de la conducción enterrada, se ha procedido a generar polígonos de tramos soterrados conectando los extremos de entrada y salida de la canalización.

6.2 Obtención de la ZFP

La ZFP se define, según el artículo 9.2 del RDPH, como aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe (VID), y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, donde se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes o zona de inundación peligrosa (ZIP).



Figura 23. Constitución de la Zona de Flujo Preferente.

Se considera, de forma general, que la ZFP es equivalente a la zona de inundación peligrosa (ZIP), asociada a los rasters de calados y velocidades del periodo de retorno T100. Se delimita en las zonas donde el calado es superior a 1m, la velocidad mayor de 1m/s o el producto de ambas variables mayor a 0,5m²/s.

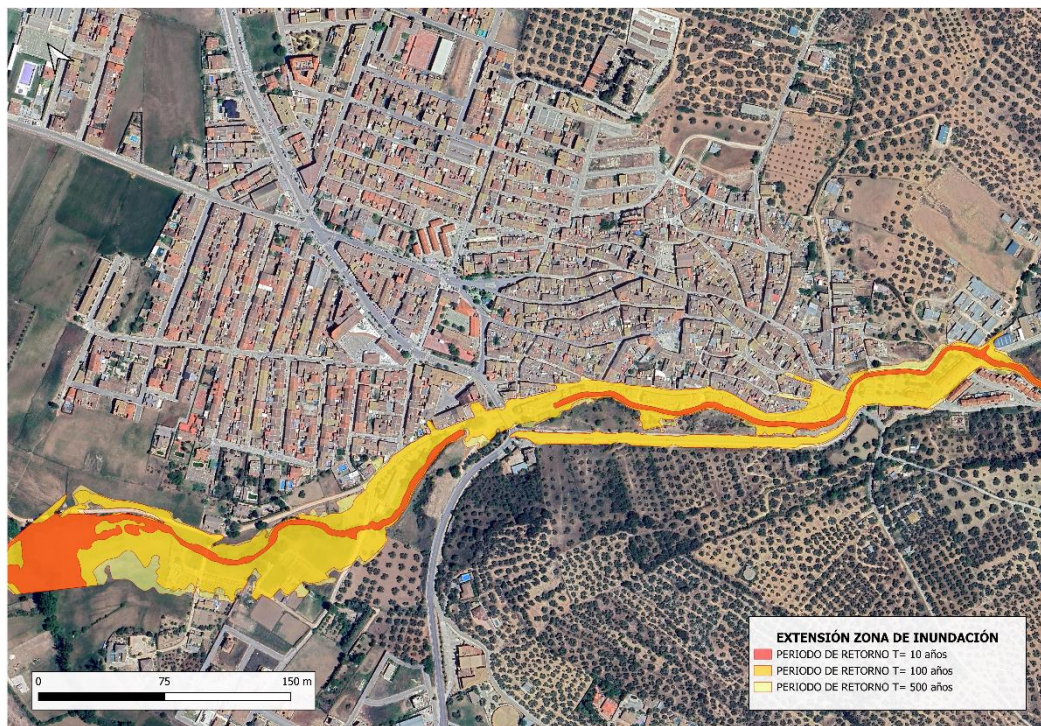


Figura 24. Mapa de ZI.

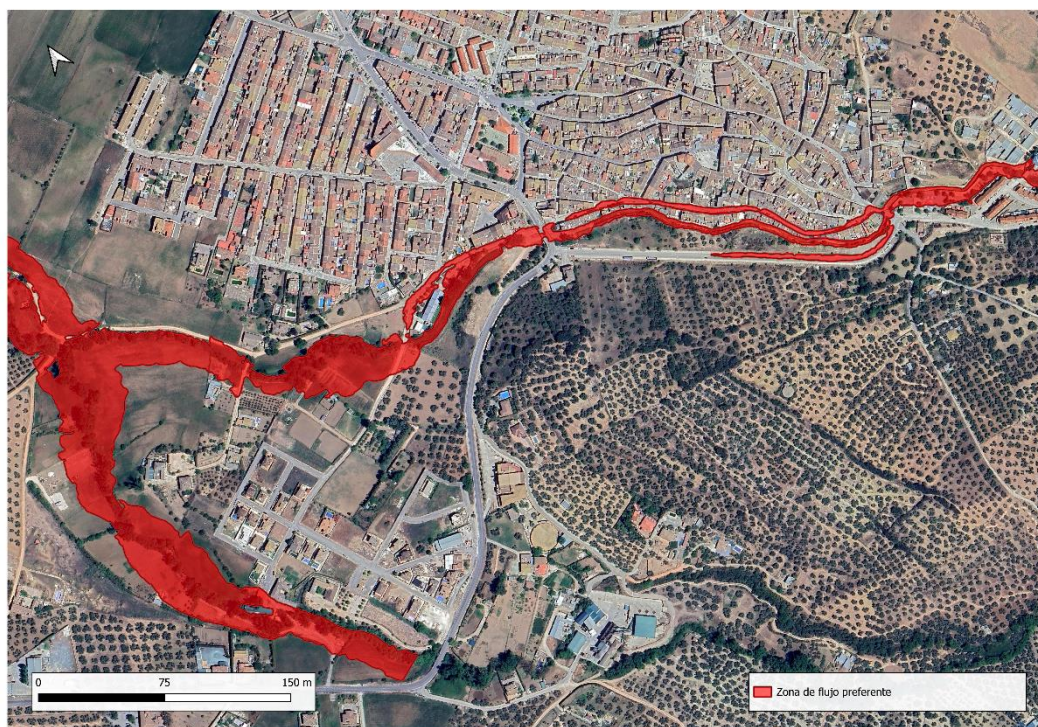


Figura 25. Mapa de ZFP.



Figura 26. Mapa de DPH.

7 Mapas de Riesgo

El principal objetivo de los Mapas de Riesgo es aportar información fundamental de partida para la elaboración de los PGRI.

Según la Directiva de Inundaciones, estos mapas sirven, además, como *“herramienta para establecer prioridades y la toma de decisiones adicionales de índole técnica, económica y política relativas a la gestión del riesgo de inundación”*. Por medio de los Mapas de Riesgo se podrían **priorizar**, tanto las ARPSI que requieren medidas de gestión con mayor urgencia como las propias medidas a implantar en las Áreas con Riesgo, en función de los resultados de los análisis coste-beneficio. Estos mapas también representan la base para que las autoridades de Protección Civil puedan establecer, a nivel local, las actuaciones de autoprotección, evacuación, etc., desarrolladas en los planes específicos de Protección Civil.

El riesgo asociado a los eventos de avenida se establece en función de la vulnerabilidad del elemento amenazado y la peligrosidad a la que está expuesto. De esta forma, el riesgo en un área determinada se calcula valorando la relación existente entre la **vulnerabilidad** (según la actividad económica, población afectada o patrimonio cultural, entre otros) y la **peligrosidad** de la inundación en la propia zona inundable.

La peligrosidad de la inundación viene determinada por la extensión de la propia inundación, los calados de agua o nivel de agua y, cuando proceda, la velocidad de la corriente o el caudal de agua correspondiente. La Directiva de Inundaciones indica que este análisis se realizará según distintos escenarios de probabilidad, los cuales son: baja probabilidad de inundación (o escenario de eventos extremos), probabilidad media de inundación (periodo de retorno ≥ 100 años) y alta probabilidad de inundación, cuando proceda. En España, estos escenarios se corresponden con los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años, respectivamente. Es decir, hay 3 escenarios de peligrosidad, con distintos resultados, lo que supone 3 análisis asociados del riesgo.

Según lo que se recoge en la Directiva de Inundaciones, los Mapas de Riesgo de inundación *“mostrarán las consecuencias adversas potenciales asociadas a la inundación en los escenarios indicados”*, con base en los siguientes parámetros o categorías:

- a) Número indicativo de **habitantes** que pueden verse **afectados**;
- b) Tipo de **actividad económica** de la zona que puede verse afectada;
- c) **Instalaciones** a que se refiere el anexo I de la *Directiva 96/61/CE del Consejo relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación* que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación y **zonas protegidas** que puedan verse afectadas indicadas en el anexo IV, punto 1, incisos i), iii) y v) de la Directiva 2000/60/CE;
- d) Cualquier otra **información** que el Estado miembro considere **útil**, como la indicación de zonas en las que puedan producirse inundaciones con alto contenido de sedimentos transportados o flujos de derrubios, así como aquella información sobre otras fuentes importantes de contaminación.

Atendiendo a lo indicado en la transposición de esta normativa, el RD 903/2010, en el artículo 9 de su capítulo 3 se concreta que en los Mapas de Riesgo será preciso incluir los siguientes elementos:

- a) Número indicativo de **habitantes** que pueden verse **afectados**;
- b) Tipo de **actividad económica** de la zona que puede verse afectada;
- c) **Instalaciones industriales** a que se refiere el Anejo I de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (en adelante, IPPC) que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación, así como las **estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR)**;
- d) **Zonas protegidas para la captación** de aguas destinadas al **consumo humano**, masas de agua de **uso recreativo** y zonas para la **protección de hábitats o especies** que pueden resultar afectadas;
- e) Cualquier **información** que se considere **útil**, como la indicación de zonas en las que puedan producirse inundaciones con alto contenido de sedimentos transportados y flujos de derrubios e información sobre otras fuentes importantes de contaminación, pudiendo también analizarse la infraestructura viaria o de otro tipo que pueda verse afectada por la inundación.

La cartografía de riesgo de inundación elaborada para cada subtramo ARPSI y periodo de retorno considerado, de acuerdo con lo establecido en el artículo 9 del RD 903/2010, es la siguiente y queda recopilada en el Anexo 2 del presente documento:

- **Mapas de Riesgo a la Población:** registran el número indicativo de habitantes que pueden verse afectados en la zona inundable de cada distrito o sección censal;
- **Mapas de Riesgo a la Actividad Económica:** reflejan los tipos de actividades económicas de la zona que pueden verse afectadas y estiman los daños que podrían provocar las inundaciones sobre cada actividad;
- **Mapas de Riesgo en Puntos de Especial Importancia:** muestran los Puntos de Emisiones Industriales, según la Directiva 2010/75/EU (antes denominadas Instalaciones industriales a que se refiere el Anejo I de la Ley 16/2002, de IPPC), EDAR, Patrimonio Cultural y elementos significativos para Protección Civil que podrían verse afectados por las zonas inundables;
- **Mapas de Riesgo en Áreas de Importancia Ambiental:** incluyen masas de agua de la Directiva Marco del Agua, zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo y zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas por las inundaciones.

7.1 Afeción a la población

El artículo 6 de la Directiva de Inundaciones, en su punto 5, establece que los Mapas de Riesgo deberán incluir el “*número indicativo de habitantes que pueden verse afectados*” para poder valorar las consecuencias adversas potenciales asociadas a la inundación.

Los Mapas de Riesgo a la Población se definen por la superposición de la envolvente de inundación de cada periodo de retorno con el contorno de las secciones censales del Instituto Nacional de Estadística (INE), actualizado en 2024. Así, al igual que en ciclo anterior, para cada subtramo ARPSI existirán tantos registros como secciones censales se encuentren afectadas por la inundación estimada.

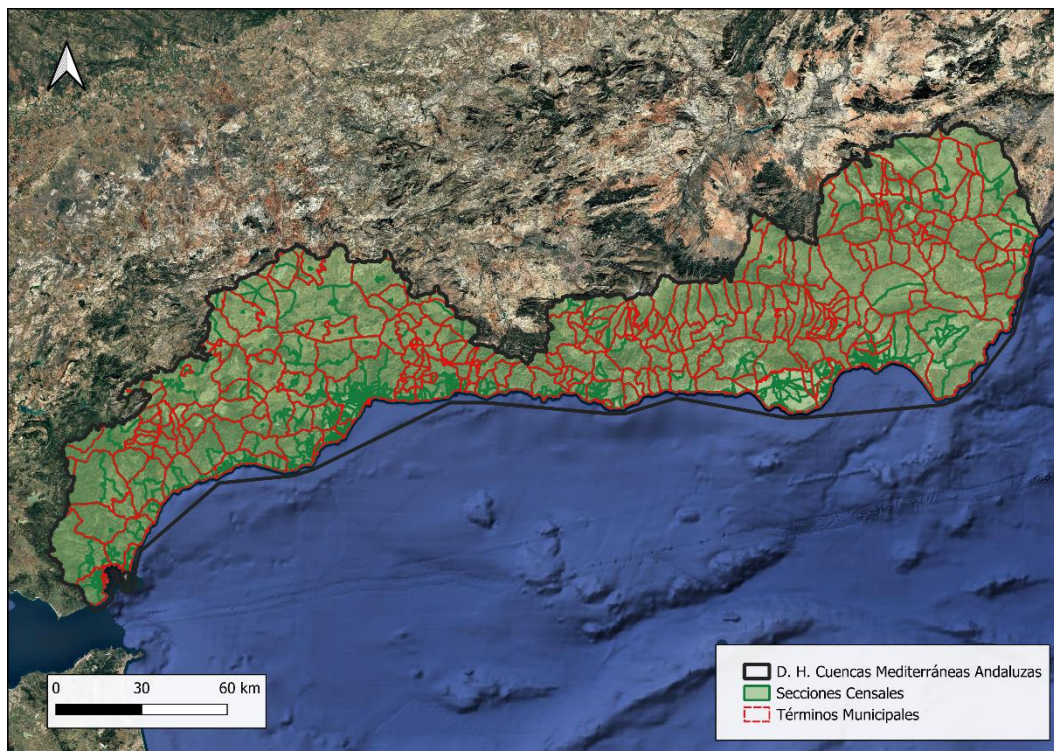


Figura 27. Límites Municipales (IGN) y Secciones Censales (INE). DHCMA.

El nº de habitantes potencialmente afectados por las inundaciones, se calcula a partir de los datos proporcionados por la **mall de población 250 m x 250 m del IECA**. Se trata de una mall de celdillas habitadas de 250 m x 250 m a las que, mediante georreferenciación, se les ha asignado la población del ámbito que ocupan tomando como referencia el número de residentes inscrito a 1 de enero de 2023 en la Base de Datos Longitudinal de Población de Andalucía. Dentro de los atributos de esta mall, se encuentra POB_TOT, que hace referencia a la población total de la celda.

Se calculará la población afectada por la zona inundable en función del área afectada de cada celda de la mall.

$$\frac{\text{Superficie afectada celda}}{\text{Superficie total celda}} = \frac{\text{POBLACIÓN AFECTADA CELDA}}{\text{Población total celda (POB_TOT)}}$$

El campo de n° de habitantes en zona inundable para cada término municipal se calcula considerando el total de los distritos censales afectados del municipio. De esta forma, se suma el número de habitantes afectados de todas las secciones censales que se encuentran en la zona inundable para cada periodo de retorno, para cada término municipal.

$$NUM_AFE_MU = \sum NUM_AFE_ZI \text{ de todas las secciones censales afectadas del municipio}$$

Una de las principales novedades del presente 3er ciclo en relación con los riesgos a la población es el cálculo de indicadores de vulnerabilidad de la población residente en cada sección censal. Concretamente se han determinado 5 indicadores, cuyos resultados se muestran en las tablas de atributos de las capas de riesgo, y cuyas características se muestran a continuación: Tasa de feminidad (TF), densidad de población (DENS), porcentaje de población extranjera (POBEXT), tasa de dependencia de la población mayor de 65 años (TDEP) y porcentaje de personas de 15 y más años con educación primaria e inferior (EDPRIM):

$$TF = \frac{POB \text{ Mujeres}}{POB \text{ Hombres}} \times 100 \quad DENS = \frac{POB \text{ Total}}{Superficie \text{ (km}^2\text{)}} \times 100 \quad POBEXT = \frac{POB \text{ Extranjera}}{POB \text{ Total}} \times 100$$

$$TDEP = \frac{POB \text{ 65}}{POB \text{ 40}} \times 100 \quad EDPRIM = \frac{ED \text{ PRIM}}{ED \text{ Total}} \times 100$$

El producto final de estos trabajos son los mapas de riesgo a la población, que muestran, para cada ARPSI y para cada período de retorno estudiado, unas coberturas poligonales con gradación de colores en función del número estimado de habitantes en zona inundable de cada sección censal.

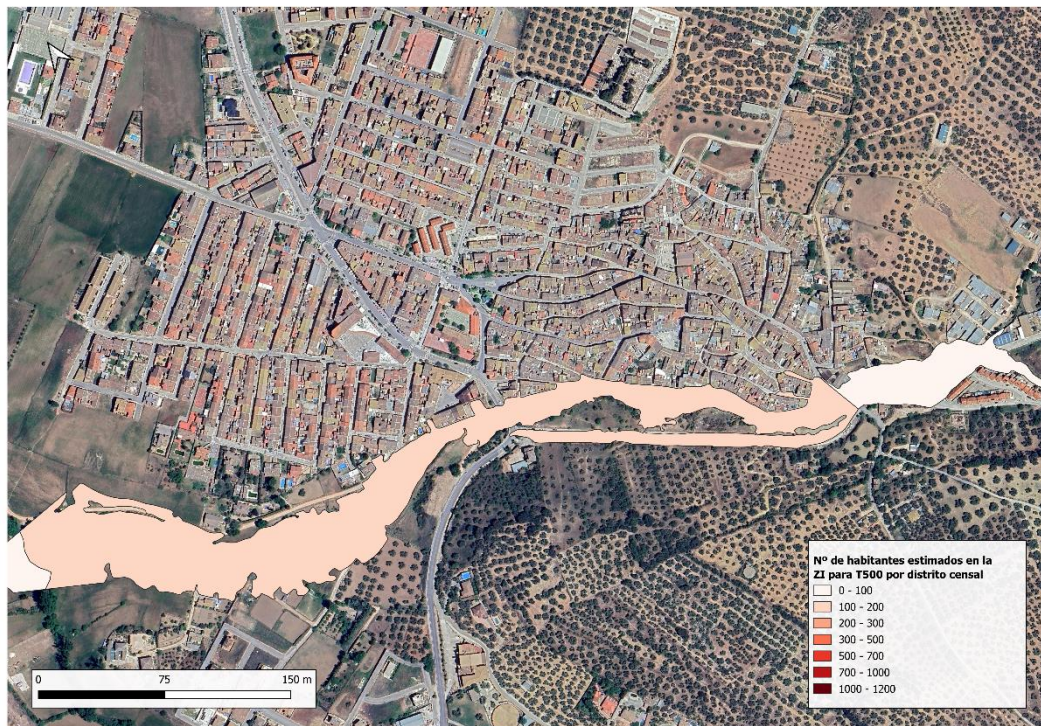


Figura 28. Detalle de riesgo a la Población.

7.2 Afección a las actividades económicas

El artículo 6 de la Directiva de Inundaciones, en su punto 5, indica que otro de los parámetros a mostrar será el “*tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada*”. Así, la **actividad económica** quedará asignada en categorías en función de los usos del suelo, otorgándose un valor del **riesgo** (en €/m²) a cada una de ellas.

La fuente de información utilizada para la obtención de las actividades económicas se ha basado en información disponible de los usos del suelo presentes en las zonas inundables. Para ello, se han utilizado los datos del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) del año 2014, atendiendo a los porcentajes mayoritarios de usos presentes en cada polígono. Dicha información se clasifica en base a las categorías generales del mapa de riesgo nacional, que establece 20 categorías de actividad económica. Una vez definidas las equivalencias uso/actividad económica en cada polígono, se le ha asignado a éste la actividad económica mayoritaria.

Categoría en Mapa de riesgo nacional	
Urbano concentrado	Forestal
Urbano disperso	Infraestructuras: carreteras
Asociado a urbano	Infraestructuras: ferrocarriles
Infraestructura social	Infraestructuras: puertos y aeropuertos
Terciario	Infraestructuras: energía
Industrial concentrado	Infraestructuras: Comunicaciones
Industrial disperso	Infraestructuras: hidráulico-sanitarias
Agrícola-Secano	Infraestructuras: Residuos
Agrícola-Regadío	Masas de agua
Otros usos rurales	Otras áreas sin riesgo

Figura 29. Categorías de uso de suelo adoptadas para los mapas de riesgo.

La información procedente del SIOSE (2014) se ha complementado con las capas de la BTN25 que aportan información adicional sobre los usos del suelo y las actividades económicas. Para ello, se han superpuesto las capas de la BTN25 siguiendo el siguiente orden de prioridad: carreteras, urbana, ferrocarril de alta velocidad, ferrocarril convencional, edificación, instalaciones industriales, puertos y pistas de aterrizaje.

Además, se han establecido correspondencias más ajustadas con la realidad atendiendo a la definición exacta que se hace en el manual de fotointerpretación del SIOSE de cada etiqueta en las especificaciones del IGN sobre la BTN25.

Esta revisión es necesaria porque, aunque un polígono puede presentar mayoría de ocupación de un uso, puede ocurrir que sólo se encuentre en zona inundable una pequeña porción de ese polígono y que dicha porción se corresponda con uno de los porcentajes minoritarios.

En relación con los valores de riesgo aplicados a cada actividad económica, se han empleado las cifras propuestas en el Anejo I de la *Propuesta de Mínimos*. De esta forma se obtiene, para cada actividad económica de cada uno de los subtramos ARPSI caracterizados, el valor estimado en euros de los daños que provocaría la avenida. Además, se determina el riesgo anual esperado, en términos económicos, por período de retorno.

Los mapas de riesgo generados muestran, para cada ARPSI y para cada T contemplado, una cobertura de polígonos coloreados según el tipo de actividad económica afectada.

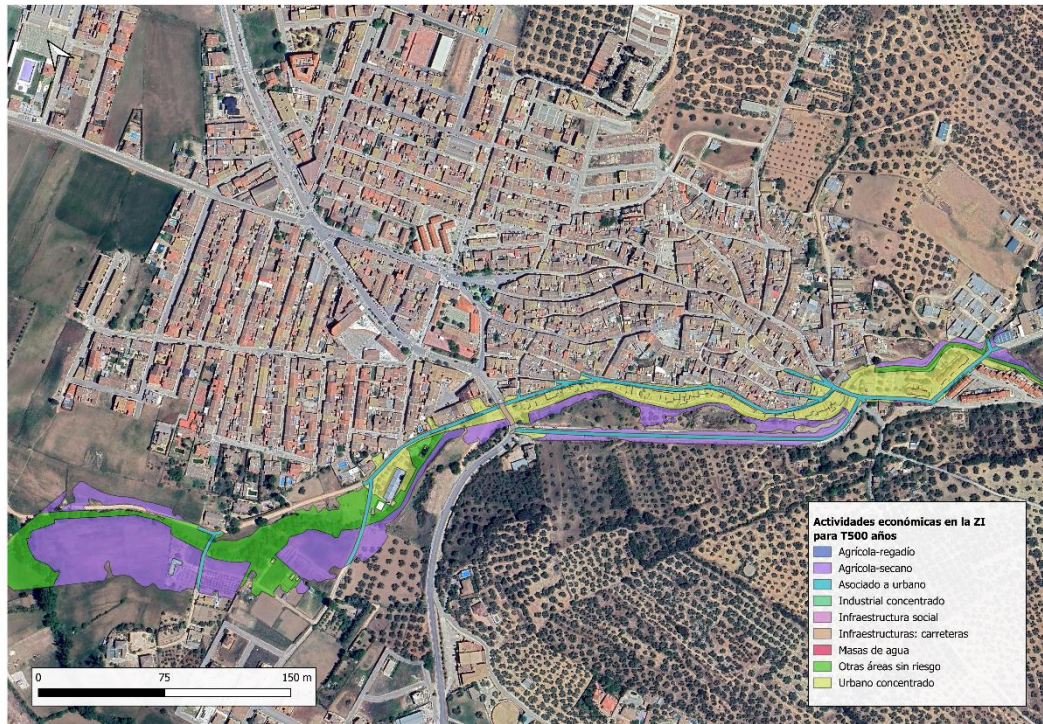


Figura 30. Detalle de Riesgo a las Actividades Económicas.

7.3 Afección a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental

El artículo 9 del RD 903/2010 establece que los mapas de riesgo deben incluir, además de los puntos anteriormente descritos, los siguientes elementos:

“c) Instalaciones industriales a que se refiere el anejo I de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación así como las estaciones depuradoras de aguas residuales;

d) Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano, masas de agua de uso recreativo y zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas”.

Dado que la normativa de referencia ha sido actualizada y substituida por el *Real Decreto Legislativo 1/2016 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación* (en adelante, RDL 1/2016). Según la nueva normativa, las “instalaciones industriales” a las que hace referencia el apartado c) del RD 903/2010, pasan a denominarse “emisiones industriales” y deben responder a las características establecidas en el Anejo 1 del citado RDL 1/2016.

Por otra parte, tanto la Directiva de Inundaciones como el RD 903/2010, hacen referencia a los riesgos que suponen las inundaciones sobre el patrimonio cultural y el medio ambiente.

Según lo anterior, y con base en los requerimientos mencionados, se ha recopilado la siguiente información para la elaboración de los mapas de riesgo:



Figura 31. Elementos considerados para la determinación de los riesgos a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental.

a) Riesgo en Puntos de Especial Importancia:

La capa final generada es producto de la superposición de las zonas inundables de los subtramos ARPSI, para cada período de retorno estudiado, con la información puntual indicada. De esta forma se obtienen unos mapas de riesgo que muestran los puntos, catalogados como de “Puntos de Especial Importancia”, que pueden ser potencialmente afectados por las inundaciones. Las fuentes de información para la obtención de estos puntos ha sido la siguiente:

- **Emisiones industriales:** la información de base utilizada ha sido facilitada por la Junta de Andalucía
- **EDAR:** se ha utilizado la información obtenida a partir de las capas de la Junta de Andalucía. Estos datos han sido confirmados a partir de ortofotografía aérea;
- **Patrimonio Cultural:** la información utilizada ha sido la obtenida a partir del servicio del Datos Espaciales de Referencia de Andalucía ([DERA](#)) que contiene información muy completa de elementos arquitectónicos, etnológicos etc. Entre los elementos seleccionados, se han contemplado tanto elementos de Patrimonio Histórico con denominación de Bien de Interés Cultural (BIC), abarcando desde edificios religiosos y monumentos a construcciones históricas y referencias visuales, como elementos de Patrimonio Industrial;
- **Seguridad:** con distintas capas del DERA (Bomberos, Policía, Guardia Civil, Zona militar, Infoca) se ha elaborado un listado de puntos de “afecciones de importancia para las labores de protección civil” especificados por Protección Civil.

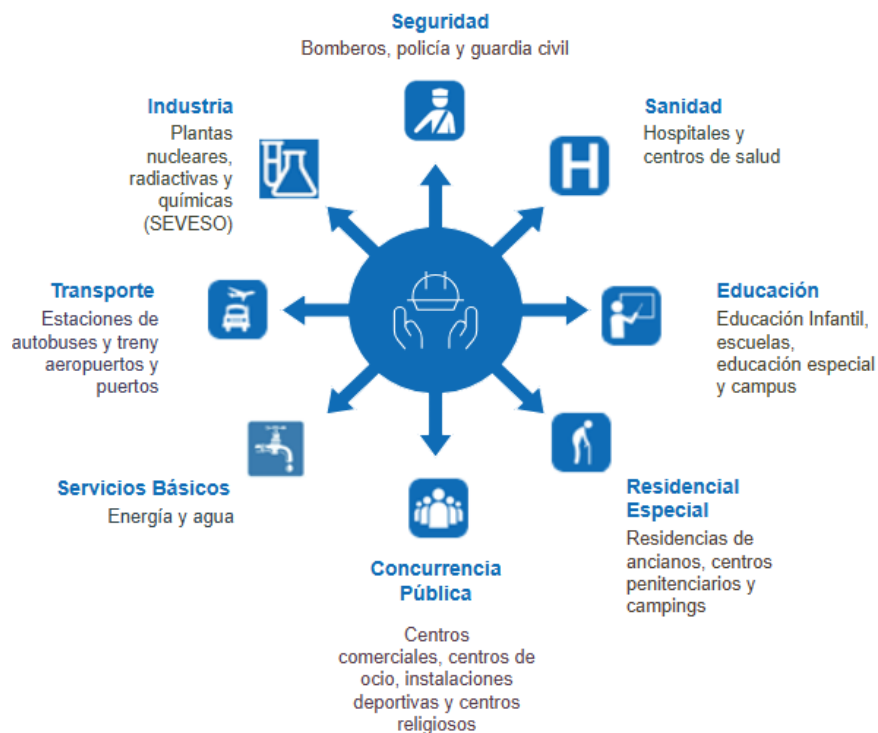


Figura 32. Elementos significativos para la Protección Civil según la Guía “Propuesta de Mínimos”.

La base de los datos empleada para la ubicación de los grupos de elementos citados es numerosa y está recogida en la *Propuesta de Mínimos*. Asimismo, se ha tenido en cuenta la información utilizada en los mapas de riesgo de ciclos anteriores y aquella disponible en *Google Maps*.

- **Sanidad:** se ha obtenido la información del DERA, tanto de hospitales como de servicio no hospitalario, cruzando con información de la DGA para establecer aquellos servicios con urgencia extrahospitalaria.
- **Educación:** a partir de la información del DERA. Se han incluido facultades, campus, universidades y centros de educación.
- **Residencia Especial:** Se ha obtenido información sobre alojamientos, residencias y centros penitenciarios del servicio del DERA con las capas Residencia ancianos, Penitenciarios y Camping, incluyendo en Otros, información sobre hoteles, hostales y casa rural. Esta información se ha completado con el SIOSE 2014 y BTN25
- **Concurrencia Pública:** contempla información de centros comerciales, centros religiosos, centros de ocio e instalaciones deportivas extraída del DERA y comprobada con el BTN25. En otros se ha contemplado información sobre cementerio, ayuntamiento, farmacias, juzgados, punto limpio, museo, bibliotecas, equipamiento naturaleza, etc.
- **Servicios básicos:** se obtiene del DERA toda la información sobre energía (parque eólico, fotovoltaica, biogás, cogeneración, compresión, estación eléctrica, residuos, etc.), gaseoductos, oleoductos y ETAP, la información sobre las EDAR utilizada es la misma que la indicada un poco más arriba.

- **Transporte:** la información se obtiene del DERA; en puertos y aeropuertos se ha cogido id_puerto e id_aerodro. Para helipuerto se ha utilizado id_dera. En cuanto a las estaciones de bus y tren, se establece como código id_est e id_estfc
- **Industria:** no existe nuclear, en cuanto a la información de Radiactivas y SEVESO, ha sido facilitada por la Junta de Andalucía
- **Otros:** desde la Junta se pidió incorporar a este campo la información sobre Cementerios disponible en el DERA

Los mapas de riesgo finalmente obtenidos muestran los Puntos de Especial Importancia, potencialmente afectados por las zonas inundables de los tramos ARPSI, representados por símbolos característicos sobre ortofotografía.

b) **Riesgo en Áreas de Importancia Ambiental:**

Esta capa de riesgo, al igual que en el caso anterior, se ha obtenido superponiendo cada envolvente de zona inundable con la información de base de las zonas de importancia ambiental indicadas. Las fuentes de información para la obtención de estos puntos ha sido la siguiente:

- **Masas de agua de la Directiva Marco del Agua:** masas de agua superficiales reflejadas en la [Planificación Hidrológica 2022-2027](#);
- **Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano:** obtenidas del área de descargas del MITERD, capa de [zonas protegidas de aguas potables](#) recogidas en los Planes hidrológicos de Cuenca;
- **Masas de agua de uso recreativo.** Son las declaradas como “aguas de baño” en la Directiva 2006/7/CE. El censo de éstas se ha obtenido a través de la junta de Andalucía
- **Zonas para la protección de hábitats y especies:** Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), y las Zonas de Especial Conservación (ZEC), designadas por la Comisión Europea a partir de Lugares de Interés Comunitario (LIC). Estas capas se han obtenido a través del DERA.

Los Mapas de Riesgo así obtenidos para cada período de retorno estudiado representan las zonas inundables que afectan total o parcialmente a las Áreas de Importancia Ambiental existentes en el entorno de la inundación. Estos mapas vienen acompañados, al final de cada colección, de las correspondientes tablas que muestran la relación de Áreas de Importancia Ambiental afectadas. El conjunto de estos mapas se puede consultar en el Anejo 2 del presente documento.

8 Resultados

El visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables constituye la herramienta básica de coordinación de la información cartográfica de inundaciones elaborados por el MITERD y sus organismos de cuenca, en colaboración con las correspondientes comunidades autónomas y, en su caso, con las administraciones locales afectadas. La Junta de Andalucía cuenta, además, con su visor Rediam, contando en su repositorio la información cartográfica de las zonas Arpsi publicadas en el SNCZI.

Tal como se ha comentado, la Junta de Andalucía cuenta con el visor Rediam. Esta herramienta cuenta con una gran cantidad de información asociada a la misma con acceso a datos y descarga complementaria. Asimismo, la información cartográfica relativa a las inundaciones se encuentra en coordinada con el SNCZI. La siguiente figura representa el detalle del visor y del acceso a la información cartográfica de inundaciones.

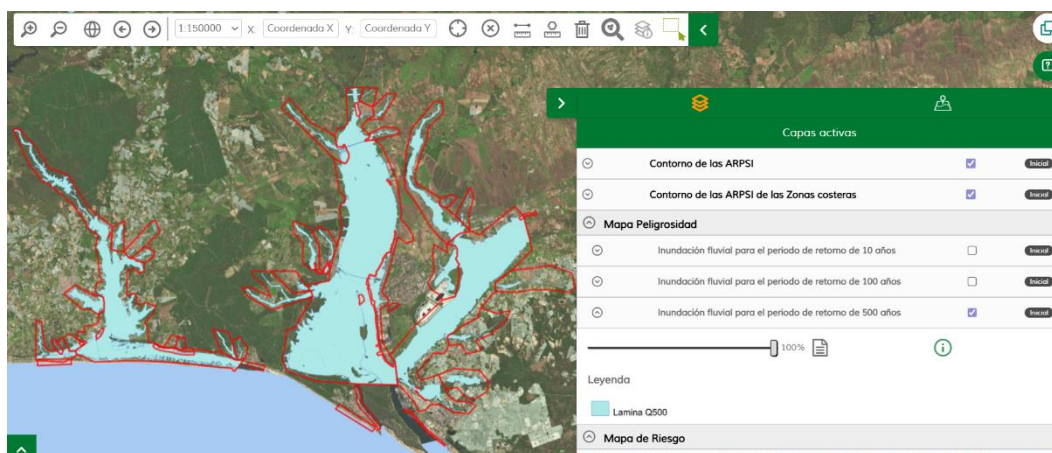


Figura 33. Detalle del visor Rediam (<https://portalrediam.cica.es/VisorRediam/>)

El visor del SNCZI proporciona un catálogo de información cartográfica para su consulta y descarga, herramientas de búsqueda y manuales de ayuda, entre otros servicios. En las siguientes figuras se representa varios detalles del visor y del acceso a la información asociada a la cartografía de inundaciones.

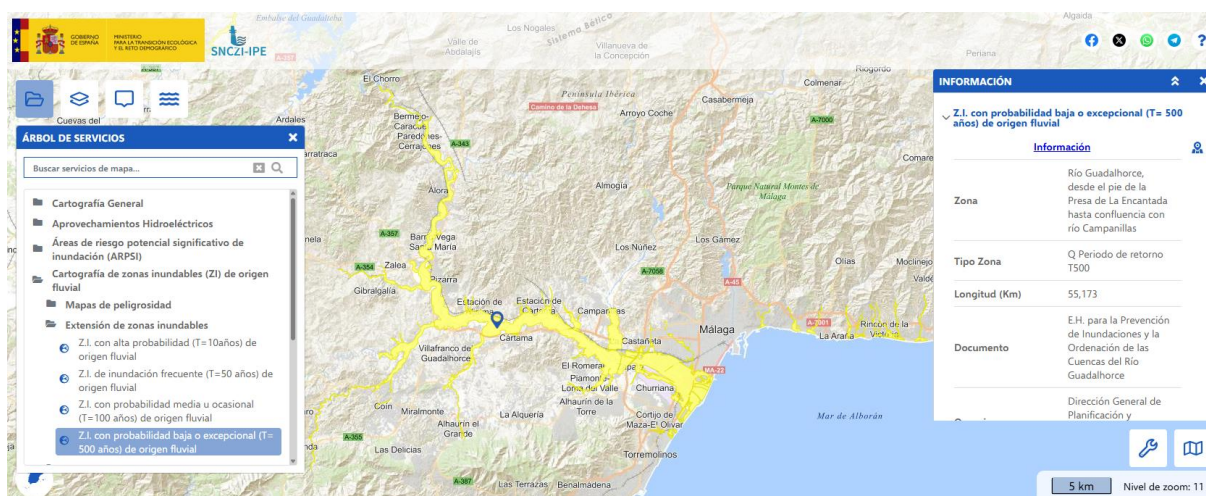


Figura 34. Detalle del visor del SNCZI (<https://sig.miteco.gob.es/snczi/>) para la consulta de información de zonas inundables.

Zona Inundable con Probabilidad Baja o Excepcional (T=500 años)	
Id. Zona	ES060_ARPS_0047_T500_01
Nombre zona	Rio Guadalhorce, desde el pie de la Presa de La Encantada hasta confluencia con río Campanillas
Tipo zona	Q Período de retorno T500
Cauce	Rio Guadalhorce
Longitud (Km)	55,17
Zona inundable directiva de inundaciones	ES060_ARPS_0047
Ciclo ARPSI	2
Hipótesis	Q500 régimen natural
Método hidrológico	HEC-HMS
Caudal (m³/s)	4947,06
Precisión cartográfica	MDT 1x1
Método hidráulico	HEC-RAS 1D
Estudio	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
Tipo estudio	Z.I. Administraciones Públicas del Agua
Documento	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas del Río Guadalhorce
Clave expediente	A2.803.692/0411
Fecha de aprobación	01/03/2022
Fecha de la información geográfica de base	10/2012
Fecha límite	01/03/2027
Organismo	Dirección General de Planificación y Recursos Hídricos de la Junta de Andalucía
Demarcación hidrográfica	Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Figura 35. Detalle de la información asociada a la cartografía de las zonas inundables del SNCZI.

La información cartográfica resultante de la revisión y actualización de los MAPRI del Tercer ciclo será publicada en el visor del SNCZI y se actualizará también en el visor Rediam.

9 Consulta pública

De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Real Decreto 903/2010, los MPRI de la DHCMA para este Tercer Ciclo serán sometidos a un proceso de información y consulta pública de tres meses. La documentación podrá ser consultada en el portal web de la Junta de Andalucía, en la sección de Transparencia en el apartado de Publicidad Activa, y para facilitar la consulta de la cartografía se ha incluido un Visor de mapas específico con su dirección url de acceso al mismo.

Tras la conclusión del plazo se analizarán las sugerencias y alegaciones recibidas y se sistematizarán en tablas y bases de datos diferenciando la naturaleza de los alegantes y el contenido de la alegación. Una vez evaluado su contenido por esta Administración, se determinará si procede a su consideración respecto a la Memoria y los MAPRI publicados.

Una vez informadas las alegaciones, se incluirá un Resumen sobre los resultados del proceso de consulta pública donde se recogerán las alegaciones recibidas, su alcance y resultados de las mismas. Posteriormente, se seguirá el procedimiento de tramitación previsto en el artículo 10.2. del Real Decreto 903/2010. Una vez finalizada su tramitación los MPRI se remitirán al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para su integración en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

10 Documentación y bibliografía

[Boletín Oficial de la Junta de Andalucía Número 189 - Viernes, 27 de septiembre de 2024 página 51091/1](#)

[Decreto 357/2009](#), de 20 de octubre de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía

[DIRECTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO](#) de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2011). [Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables](#).

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (2025) Propuesta de Mínimos para la realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología para la elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones - 3er ciclo.

Pfafstetter, O. (1989) Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOCS), 1989, p. 19.

Quintas Ripoll, L. (2016). Clasificación hidrográfica de los ríos de España. *Revista Digital Del Cedex*, (182), 5

[Real Decreto Legislativo 1/2001](#), de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

[Real Decreto 903/2010](#), de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

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

Verdin, K. L; Verdin, J. P (10 May 1999). "A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins". *Journal of Hydrology*. **218** (1-2): 1-12. doi:[10.1016/S0022-1694\(99\)00011-6](#).