

Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

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

DOCUMENTO PARA CONSULTA PÚBLICA

DICIEMBRE 2025

Índice general

Contenido

1	Introducción y antecedentes	1
2	Alcance de la revisión de los MAPRI	3
3	Normativa y plazos de aplicación	4
4	Caracterización de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras	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	14
	4.8 Patrimonio hidráulico	16
	4.9 Estadística climatológica e hidrológica	20
5	Metodología	23
	5.1 Información cartográfica y topográfica	24
	5.2 Estudio hidrológico	27
	5.3 Estudio hidráulico	31
6	Mapas de Peligrosidad y Zonas Legales	38
	6.1 Delimitación del DPH	39
	6.2 Obtención de la ZFP	41
7	Mapas de Riesgo	44
	7.1 Afección a la población	46
	7.2 Afección a las actividades económicas	48
	7.3 Afección a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental	50
8	Resultados	55
9	Consulta pública	57
10	Documentación y bibliografía	58

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. Tinto, Odiel y Piedras.....	3
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. Ámbitos de Zonificación establecidos para la gestión de los recursos hídricos.....	12
Figura 7. Mapa de distribución de las Unidades de paisaje en la demarcación hidrográfica.....	15
Figura 8. Mapa de distribución de Usos del suelo.	16
Figura 9. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica.....	18
Figura 10. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica (Período 1940/41-2017/18).....	21
Figura 11. Detalle 3D del MDT del tramo ES064_ARPS_0009, ES064_ARPS_0040 y ES064_ARPS_0041.....	26
Figura 12. Ej. información topográfica estructura del tramo ES064_ARPS_0040.....	27
Figura 13. MDT Actual (dcha) y MDT Natural (izq). ES064_ARPS_0040, ES064_ARPS_0041 y ES064_ARPS_0009 (Lepe). Se eliminan edificios en las zonas rurales y elementos que obstaculicen el paso del agua, pero no zona urbana consolidada.....	32
Figura 14. Ejemplo de líneas de rotura (en verde) y área de refinamiento en la zona edificada (en rojo).....	33
Figura 15. Capa n de Manning para el modelo de las ARPSIs ES064_ARPS_0040, ES064_ARPS_0041 y ES064_ARPS_0009 (Lepe).....	34
Figura 16. Ubicación de algunas de las estructuras existentes incluidas en la modelización de las ARPSIs ES064_ARPS_0040, ES064_ARPS_0041 y ES064_ARPS_0009 (Lepe).	35
Figura 17. Ejemplo de calados obtenidos en la modelización de los tramos ES064_ ARPS_0040 y ES064_ ARPS_0041para T100.....	36
Figura 18. Ejemplo de velocidades obtenidas en la modelización del tramo ES064_ ARPS_0040 y ES064_ ARPS_0041para T100.....	36
Figura 19. Zonificación de la zona inundable según la Ley de Aguas y el RDPH. Fuente: MITERD....	38
Figura 20. Constitución de la Zona de Flujo Preferente.....	41

Figura 21. Mapa de calados T500 años.	41
Figura 22. Mapa de extensión de las Zonas Inundables.....	42
Figura 23. Mapa de ZFP.	42
Figura 24. Mapa de delimitación del DPH.....	43
Figura 25. Límites Municipales (IGN) y Secciones Censales (INE). DHTOP.	46
Figura 26. Detalle de riesgo a la Población.....	48
Figura 27. Categorías de uso de suelo adoptadas para los mapas de riesgo.....	49
Figura 28. Detalle de Riesgo a las Actividades Económicas.....	50
Figura 29. Elementos considerados para la determinación de los riesgos a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental.....	51
Figura 30. Elementos significativos para la Protección Civil según la Guía “Propuesta de Mínimos”.	52
Figura 31. Detalle de afección a Puntos de Especial Importancia.....	53
Figura 32. Detalle del visor Rediam (https://portalrediam.cica.es/VisorRediam/).....	55
Figura 33. Detalle del visor del SNCZI (https://sig.miteco.gob.es/snczi/) para la consulta de información de zonas inundables.....	56
Figura 34. Detalle de la información asociada a la cartografía de las zonas inundables del SNCZI.	56

Índice de tablas

Tabla 1. Datos administrativos básicos de la demarcación.....	7
Tabla 2. Denominación y superficie de los ámbitos de zonificación.....	12
Tabla 3. Unidades de paisaje en la demarcación hidrográfica.....	15
Tabla 4. Infraestructuras hidráulicas patrimoniales de la demarcación.....	17
Tabla 5. Embalses principales de la demarcación. A: Abastecimiento., R: Riego.....	17
Tabla 6. Principales conducciones existentes en la demarcación.	18
Tabla 7. Otras infraestructuras relevantes en la demarcación.	19
Tabla 8. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41–2017/18.	20
Tabla 9. Estadísticos básicos de las series anuales de aportación (hm ³ /año). Serie 1940/41–2017/18.	21
Tabla 10. Estudios realizados en la DHTOP usados para el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.....	23
Tabla 11. Relación de los estudios realizados en la DHTOP con las ARPSI estudiadas para el 3 ^{er} ciclo.	24
Tabla 12. Especificaciones técnicas de las diferentes coberturas LiDAR usadas para el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.....	25
Tabla 13. Tipos de estudios hidrológicos empleados para los modelos hidráulicos que se exponen a consulta pública en el MAPRI del 3 ^{er} ciclo.....	29
Tabla 14. Caudales punta empleados para los modelos calculados en el MAPRI del 3 ^{er} ciclo. . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 15. Nuevos modelos hidráulicos realizados en el marco del MAPRI del 3 ^{er} ciclo.....	31
Tabla 16. Condicionantes de los MDT de trabajo en el SNCZI, extraído de la Guía SNCZI.	32

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 **cinco 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 del Tinto, Odiel y Piedras para este Tercer ciclo de la Directiva de Inundaciones un **total de 34 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 del Tinto, Odiel y Piedras (en adelante, DHTOP) se estructura en el presente documento Memoria que, a su vez, incluye un Anexo:

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

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) actualizadas o aquellas que han sido modificadas o declaradas 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: 0009 (Arroyo Lepe), 0010 y 0011 en La Antilla (Barranco La Vera y Barranco Fraile), 0023 (Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura), 0037 (Arroyo de Santa María o del Romeral), 0038 (Arroyo de la Notaría), 0039 (Arroyo Cañada del Pozo del Judío), 0040 (Arroyo de la Gaga) y 0041 (Arroyo del Pozo del Pilar).

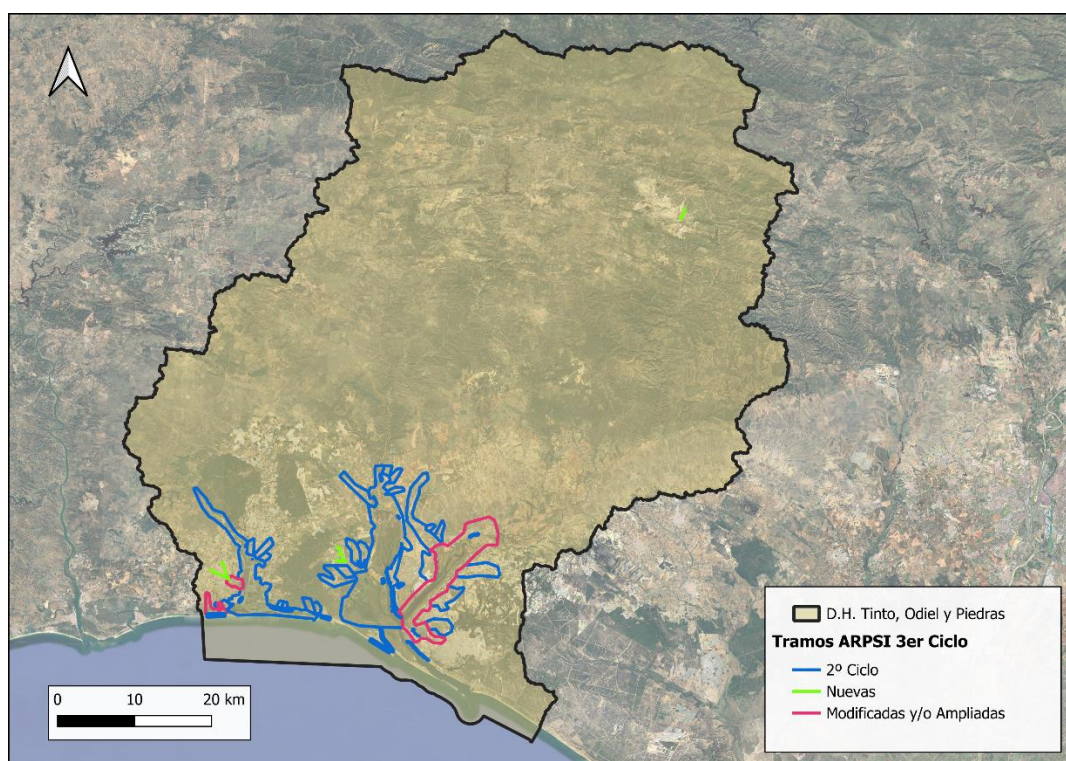


Figura 2. ARPSI fluviales declaradas en el Tercer ciclo en la D.H. Tinto, Odiel y Piedras.

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.

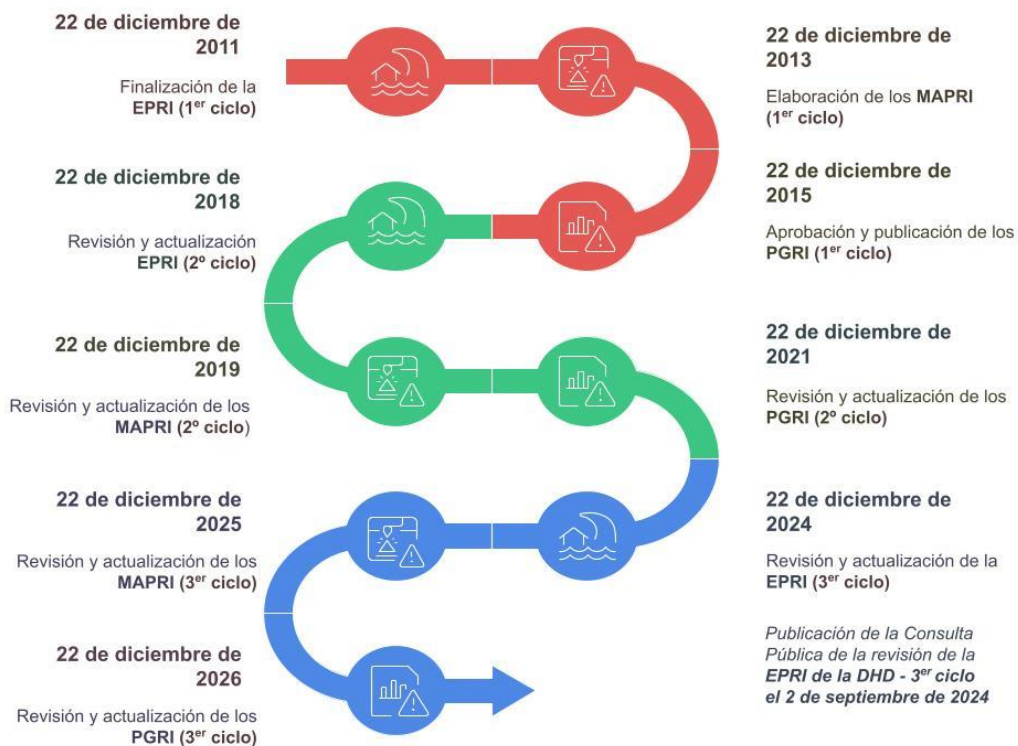


Figura 3. Esquema de las fechas límite para la implementación de la Directiva Europea de Inundaciones en España según el RD903/2010.

4 Caracterización de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

El ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras queda definido en el Decreto 357/2009, de 20 de octubre de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas de las cuencas intracomunitarias situadas en Andalucía. Según lo dispuesto en el artículo 3 del Decreto 357/2009, la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras:

“Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras y las intercuenas con vertido directo al Atlántico desde los límites de los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta los límites de los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, así como, las aguas de transición a ellas asociadas.”

Incluye por tanto las cuencas internas de Andalucía de los ríos Piedras, Odiel y Tinto y las intercuenas correspondientes de vertido directo al Atlántico.

MARCO ADMINISTRATIVO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO, ODIEL Y PIEDRAS	
Extensión total de la demarcación	4.955 km ²
Extensión de la parte continental	4.762 km ²
Población en 01/01/2022	387.541 habitantes
Densidad de población	81,38 hab/km ²
Provincias en que se reparte el ámbito	Huelva (98,0% del territorio y 99,86% de la población) y Sevilla (2,0 % del territorio y 0,13% de la población)
Núcleos de población mayores de 100.000 hab.	Huelva (141.854 hab.)
Nº Municipios	62 (42 íntegramente dentro de la demarcación)

Tabla 1. Datos administrativos básicos de la demarcación.

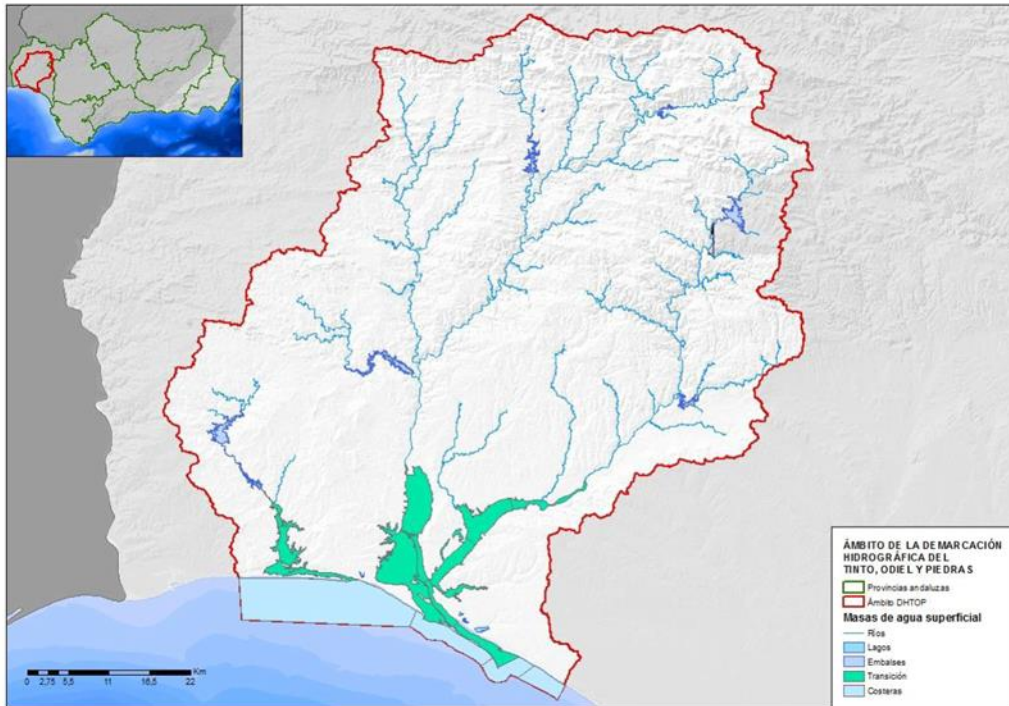


Figura 4. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica.

4.1 Marco físico

La Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras está formada por una prolongación de lomas, orientadas según el eje Norte -Sur, desde la Sierra de Aracena hasta la Sierra del Madroñal. La zona central la constituye la Sierra de Aracena, de cotas próximas a los 900 m.s.n.m., mientras que el sector meridional está constituido por una llanura que desciende desde los 300 m.s.n.m. en la Sierra El Granada, hasta el borde marino en el golfo de Cádiz.

El río Piedras nace en el término de Villanueva de los Castillejos, en las estribaciones de la Sierra del Almendro y desemboca en el océano Atlántico por la barra del Rompido. El río Odiel nace en la Sierra de Aracena y recoge por su margen derecha diversas aportaciones, entre ellas el río Oraque, desembocando en el océano Atlántico a la altura de Huelva capital, donde forma una marisma muy extensa. El río Tinto, originario como el Odiel de la Sierra de Aracena, discurre casi en dirección Norte - Sur desde Nerva hasta cerca de la Palma del Condado, donde cambia de rumbo hasta su desembocadura en Huelva siguiendo en prolongación la falla del Guadalquivir.



Figura 5. Mapa físico de la Demarcación Hidrográfica.

4.2 Rasgos geológicos

La mayor parte de las cuencas de drenaje de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras se ubican en la zona sur portuguesa, que compone el área más meridional de las seis zonas que conforman el Macizo Ibérico. El río Odiel, que rebasa la cuenca de norte a sur, su parte septentrional pertenece a la Zona de Ossa Morena, mientras que a su desembocadura llega drenando materiales de la Depresión del Guadalquivir.

La zona de Ossa Morena se sitúa al norte de la cuenca y se integra mínimamente en la Demarcación. Presenta una gran diversidad de materiales y complejidad estructural. Los materiales situados en ella se encuentran entre las edades del Precámbrico y el Carbonífero. Entre la densa red de fracturas y zonas de cizalla se halla la más importante zona tectónica de Ossa Morena, el Cinturón Meta mórfico de Aracena.

La zona sur portuguesa es la región que mayormente se asienta en la Demarcación. Está constituida por rocas de edades comprendidas entre el Devónico medio y el Pérmico. Limita al norte con la zona de Ossa Morena y al Sur con la Depresión del Guadalquivir. Los dominios más importantes son el Pulo do Lobo y la Faja Pirítica Ibérica.

Por la Depresión del Guadalquivir discurren los tramos bajos de los ríos Tinto, Odiel y Piedras. Esta cuenca del Guadalquivir trata de una depresión alargada en dirección ENE -OSO, rellena mayoritariamente por materiales sedimentarios marinos. Las cuatro unidades litoestratigráficas que conforman de muro a techo la depresión alcanzan un espesor conjunto de 400 metros y se

encuentran recubiertas por materiales conglomeráticos arenosos, conocidos como Alto Nivel Aluvial.

La caracterización de las clases de acuíferos presentes en la Cuenca del Tinto, Odiel y Piedras en función de la tipología de su formación es la siguiente:

- En las formaciones carbonatadas, presenta es en el área Subbética, los materiales constituyentes de los acuíferos son, frecuentemente, calizas, dolomías, mármoles y algunas margas calcáreas, y su permeabilidad está en relación directa con las redes de fracturas que, a lo largo del tiempo, van ampliándose por disolución, siguiendo un proceso que se conoce como karstificación. En estas formaciones el agua puede alcanzar velocidades importantes, muy superiores a las que tienen lugar en los materiales granulares y, por tanto, son muy vulnerables a la contaminación.
- Los acuíferos detríticos están formados por materiales granulares, conglomerados, arenas, limos y arcillas, alternando horizontes impermeables o semiimpermeables, con otros permeables, dando lugar a acuíferos denominados multicapa que pueden contener aguas de diferentes calidades. Su capacidad de contener y transmitir agua es función del porcentaje de huecos disponibles entre sus partículas. Normalmente, la velocidad de circulación del agua es muy pequeña, inferior a la que tiene en los acuíferos carbonatados.
- Los acuíferos aluviales son, realmente, acuíferos detríticos, de los que se destacan por razones puramente expositivas. Es de destacar la gran conexión hidráulica que suele existir entre el río y su aluvial, de manera que, dependiendo de las condiciones del nivel del río frente al piezométrico del acuífero, puede aquél alimentar a éste (río influente) o viceversa (río efluente).

4.3 Hidrografía

La red de drenaje localizada en el territorio de la demarcación está formada por los ríos Tinto, Odiel y Piedras y sus principales afluentes.

Los ríos Tinto, Odiel y Piedras nacen en la Sierras de Huelva y sus estribaciones (Sierra Morena Occidental). Atraviesan la provincia de norte a sur para desembocar en el Atlántico formando con frecuencia en su desembocadura estuarios o marismas, debido a la escasa pendiente de los tramos bajos de estos ríos sobre el nivel del mar.

El río Tinto nace en la Sierra de Padre Caro, junto a Minas de Riotinto y desemboca en la ría de Huelva, donde confluye con el río Odiel.

- Las características geológicas de su cuenca hacen que sus aguas presenten altas concentraciones en metales, lo que les confiere un pH muy ácido con valores medios de 2,2. Entre sus principales afluentes por la margen izquierda están el Jarrama que discurre por la Cuenca Minera y el Corumbel, regulados por sendos embalses. Por su margen derecha llega el Arroyo Candón, regulado por el embalse de Beas que abastece a la ciudad de Huelva.

- El río Odiel nace en la Sierra de Aracena y recibe por su margen derecha las aportaciones de la Rivera de Santa Eulalia, Rivera de Olivargas, río Oraque y de la Rivera de Meca, y las del arroyo Agrio y de la Rivera del Villar por la izquierda. En su desembocadura forma el Paraje Natural de las Marismas del Odiel, que incluye las reservas del Burro y de la Isla de Enmedio.
- El río Piedras se encuentra regulado por los embalses de Piedras y Los Machos y recibe aportaciones desde la cuenca del Chanza reguladas por los embalses del Chanza y Andévalo. Desemboca en el entorno de las poblaciones de Lepe y Cartaya, en El Portil, en trayecto paralelo a la costa debido a la formación en este punto de un cordón litoral de arena que crece con dirección sureste gracias a la deposición de sedimentos de las mareas, las corrientes marinas y los vientos constantes que proceden del oeste. Este enclave se encuentra protegido por la legislación autonómica bajo la denominación de Paraje Natural de Marismas del río Piedras y Flecha del Rompido.

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 (Pfatstetter, 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://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/444>. 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.

4.4 Zonificación de la demarcación

La Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras se ha dividido para la determinación de los recursos disponibles en cuatro zonas atendiendo a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y/o medioambientales. La división en zonas coincide con la propuesta del ANEXO II (Delimitación del ámbito territorial de los sistemas de gestión del ciclo integral del agua en la Comunidad Autónoma de Andalucía) del Decreto 310 /2003, de Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras Plan Hidrológico 2.022-2.027 (ANEJO II Pág.12 de 67), de 4 de noviembre, de la Consejería de Obras Públicas y Transportes, por el que se delimitan las aglomeraciones urbanas para el tratamiento de las aguas residuales de Andalucía y se establece el ámbito territorial de gestión de los servicios del ciclo integral del agua de las Entidades Locales a los efectos de actuación prioritaria de la Junta de Andalucía. Hay que destacar que, por homogeneidad, se han contemplado en una misma zona los sistemas de gestión de Costa de Huelva, Andévalo y Huelva (que pasa a denominarse como Costa Huelva -Andévalo) contemplados en el Decreto anteriormente comentado. En la siguiente Figura y Tabla se muestran las cuatro zonas en las que se ha dividido la DHTOP para la estimación de los recursos hídricos en la Demarcación.

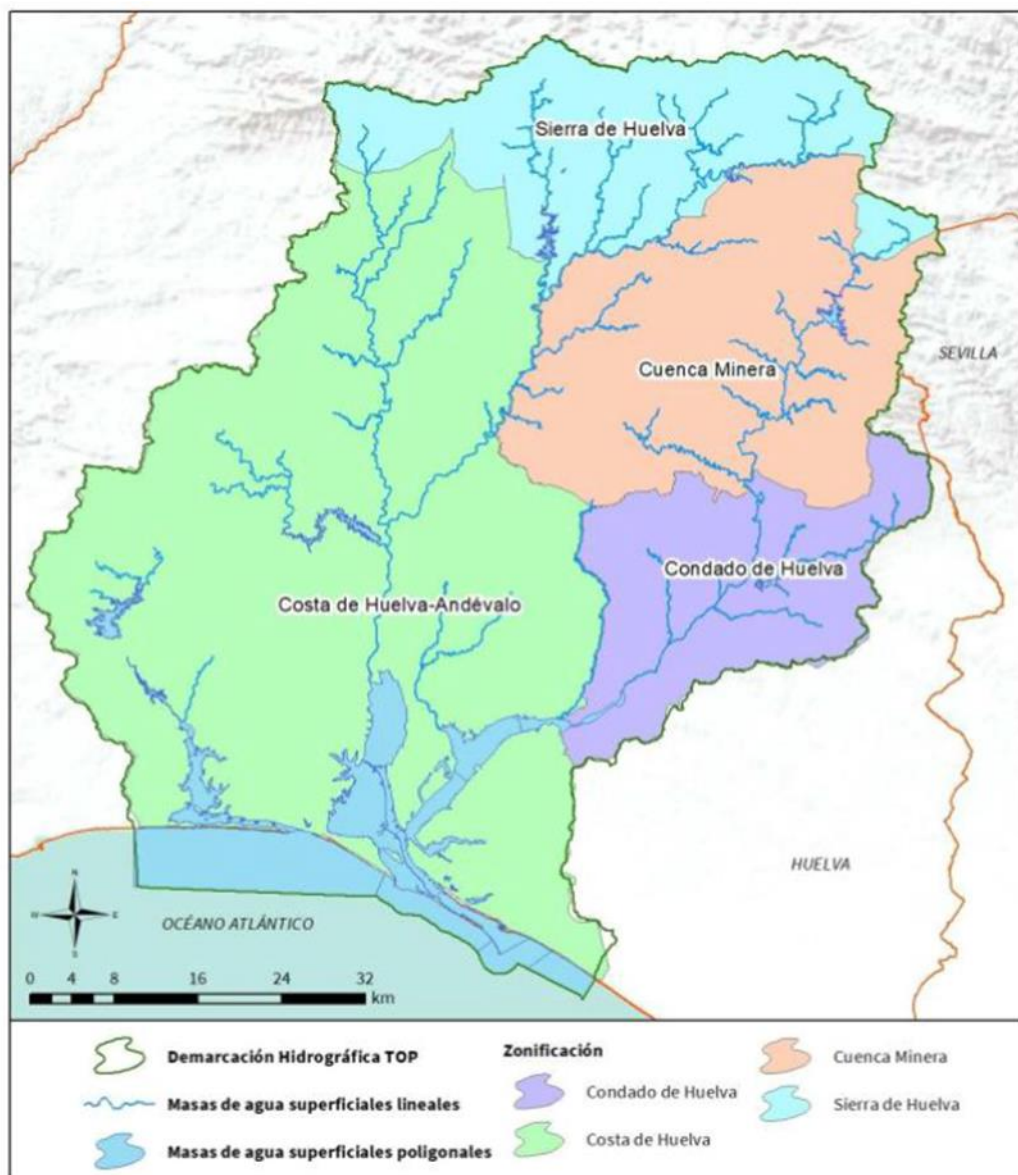


Figura 6. Ámbitos de Zonificación establecidos para la gestión de los recursos hídricos.

Zona	Nombre	Superficie (Km ²)
1	Condado de Huelva	565
2	Costa de Huelva-Andévalo	2.575
3	Cuenca Minera	946
4	Sierra de Huelva	676

Tabla 2. Denominación y superficie de los ámbitos de zonificación

4.5 Marco biótico

Zona continental

Los ecosistemas de España se encuadran biogeográficamente en tres regiones: Eurosiberiana, Mediterránea y Macaronésica, dentro de las cuales se definen hasta catorce pisos bioclimáticos y catorce provincias de botánicos. En el inventario de las distintas especies animales y vegetales asociadas a dichos ecosistemas destacan las especies asociadas a suelos ácidos con una cantidad anormal de minerales cobrizos en su composición y por tanto presente en el espacio del Paisaje Protegido del Río Tinto. También se pueden encontrar en este Espacio Protegido distintas especies de murciélagos que habitan las cavidades y canales de los enclaves mineros presentes como el murciélago de herradura mediano (*Rhinolophus mehelyi*). Dentro de las especies de ictiofauna nativa existentes en la Demarcación se hallan, el barbo (*Barbo sclateri*), la boga (*Pseudochondostroma willcommii*), el calandino (*Squalius alburnoides*), la pardila (*Chosdrostoma lemmingii*) y el cacho (*Leuciscus pyrenaicos*).

Las zonas húmedas juegan un papel importantísimo como corredores, refugio y albergue de toda la diversidad biótica continental existente en el ámbito territorial y en especial como lugares de invernada, reproducción y descanso migratorio de muchas aves acuáticas.

Zona litoral

Las marismas se encuentran influenciadas por la marea que circula por la red dendrítica de drenaje y que condiciona la distribución espacial (zonación) y temporal (sucesión) de los organismos. Estos espacios están caracterizados por una elevada producción de nutrientes que constituyen la base alimenticia de los organismos vivos del medio marino.

La marisma baja se inunda periódicamente y las especies vegetales que se encuentran en esta zona son macrófitos colonizadores de sustratos inestables, dominando el género *Spartina*, perteneciente a la familia de las gramíneas.

La marisma media se inunda con una menor regularidad que la marisma baja y las especies dominantes en esta zona son *Sarcocornia perennis* y *Halimione portulacoides*, si bien pueden aparecer especies de marisma baja y de marisma alta.

La marisma alta sólo se inunda durante las mareas de mayor coeficiente (mareas vivas equinocciales), constituyendo una zona más estable. Aquí se asientan las especies *Arthrocnemum macrostachyum*, *Inula crithmoides* y *Artemisia terulecens*. También aparece *Limoniastrum monopetalum* en las marismas del río Piedras.

Las marismas presentan además una gran riqueza ornitológica, constituyendo zonas de paso, cría e invernada para miles de aves europeas y africanas. En las marismas del Tinto y Odiel cabe citar la presencia de la espátula (*Platalea leucorodia*), concretamente en Isla de Enmedio, donde nidifica; también destacan ardeidas, láridos y limícolas que utilizan este espacio como zona de refugio y alimentación durante la época invernal como la Garza Real (*Ardea cinerea*) que anida directamente sobre la vegetación del suelo, Chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*) y Ánade Real (*Anas platyrhynchos*), entre otros. También son especialmente importantes las poblaciones de flamencos (*Phoenicopterus*) y la población invernante de Águila pescadora (*Pandion haliaetus*).

Las marismas del Piedras son lugar de invernada y paso para la espátula común, además de una importante zona para la reproducción, invernada y paso de muchas aves limícolas y otras especies de zonas húmedas. Cabe citar a especies sedentarias como la Cigüeña Blanca (*Ciconia ciconia*) y el Chorlitejo Patinegro (*Charadrius alexandrinus*), especies migradoras que utilizan este espacio para su reproducción como Aguilucho Lagunero (*Circus aeruginosus*), la Cigüeñuela Común (*Himantopus himantopus*) y otras invernantes como la Garceta Común (*Egretta garzetta*) y el Águila Pescadora (*Pandion haliaetus*), entre otras.

Debido a sus valores naturales, la mayor parte de estos espacios se encuentran protegidos bajo algún tipo de figura de protección dentro de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA). Así, las marismas del río Piedras y la Flecha del Rompido y las marismas del Odiel se encuentran catalogadas como Paraje Natural; sobre estos espacios existen, además, otras figuras de protección como zona ZEPA en el caso de las marismas del río Piedras y humedal RAMSAR, además de zona ZEPA, en las marismas del Odiel.

Las aguas situadas sobre la plata forma continental, entre la costa y el talud, constituyen la llamada zona nerítica. El movimiento de estas aguas tiene una influencia importante en la dinámica costera, en la morfología de los fondos litorales y en las posibilidades de desarrollo de la vida en esta zona marina. Las diferencias de sustrato, la distinta importancia relativa de los aportes fluviales y la dinámica litoral condicionan las características biológicas y los recursos de los diferentes sectores.

4.6 Modelo territorial

La Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras queda delimitada por el curso de los ríos Guadiana y Chanza al oeste y norte, al este por diversas estribaciones montañosas desde la Sierra de Aracena hacia el Océano Atlántico, que conforma el límite meridional. Geográficamente ocupa 4.761,82 km², que pertenecen en su práctica totalidad a la provincia de Huelva (98,0%), quedando únicamente una pequeña superficie, en las zonas de cabecera del río Tinto, perteneciente a los municipios de El Madroño y El Castillo de las Gu ardas, en la provincia de Sevilla (2,0%).

4.7 Paisaje y ocupación del suelo

En la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras se pueden diferenciar claramente las siguientes unidades principales de paisaje:

Unidades de paisaje
Sierra de Aracena Oriental
Sierra de Aracena Occidental
Sierra de Nerva
Valle de la Rivera de Huelva
Laderas del Guadiamar en Sierra Morena
Alto Andévalo Occidental

Unidades de paisaje
Alto Andévalo Oriental
Bajo Andévalo en Valverde del Camino
Bajo Andévalo Centro -Occidental
El Andévalo en La Puebla de Guzmán
Campaña de Gerena -Trigueros
Campiñas del Condado
Llanos de Cartaya
Llanos Almonteños
Marismas del río Piedras
Marismas del Tinto y del Odiel
Costas dunares de Doñana

Tabla 3. Unidades de paisaje en la demarcación hidrográfica.



Figura 7. Mapa de distribución de las Unidades de paisaje en la demarcación hidrográfica.

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.

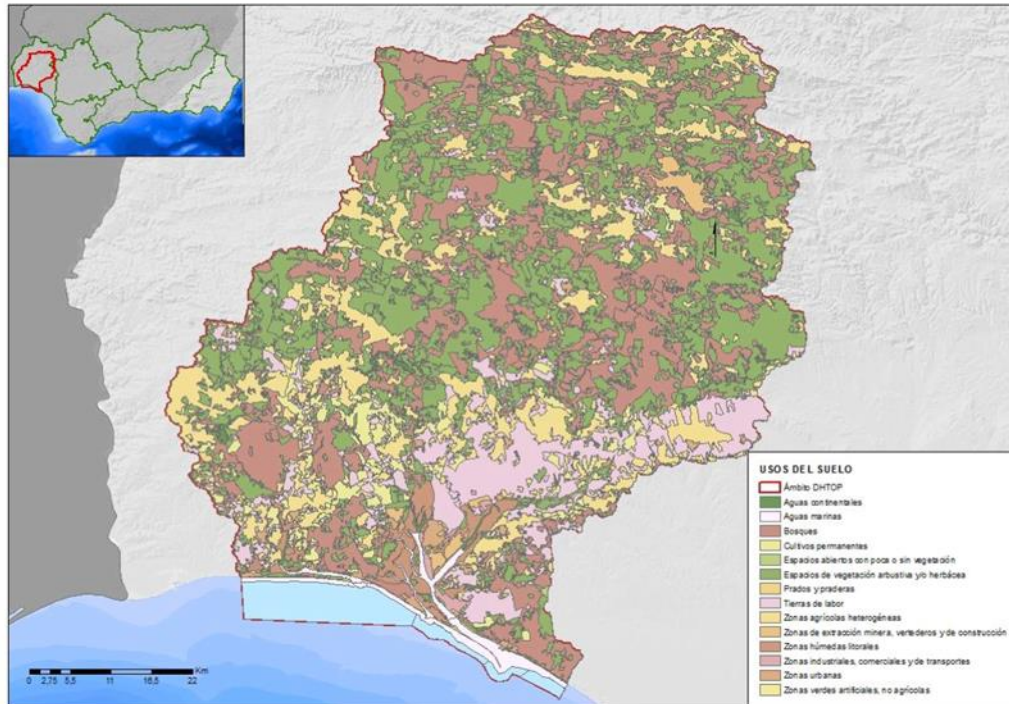


Figura 8. Mapa de distribución de Usos del suelo.

4.8 Patrimonio hidráulico

La Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras 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. Dichas infraestructuras quedaron recogidas en el Real Decreto 1560/2005, de 23 de diciembre, sobre traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las cuencas andaluzas vertientes al litoral atlántico (Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Guadiana). 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	48
	ERADs	0
	ETAPs	19
Depósitos		38
Obras de regulación	Azudes	91
	Presas	52
	Volumen de embalse	232 Hm ³
Desaladoras		0
Puertos		8

Tabla 4. Infraestructuras hidráulicas patrimoniales de la demarcación.

En total son 8 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.

A continuación, se presenta un listado con las características más relevantes de los cuatro principales embalses.

Nombre	Masa de agua	Capacidad (Hm ³)	Superf. (ha)	Uso	Año	Altura sobre cimientos (m)	Tipología
Piedras	ES064MSPF0002 06720	59,5	5,07	A, R	1968	40	Materiales sueltos con pantalla de hormigón
Los Machos	ES064MSPF0002 06680	12,0	1,36	A, R	1987	30,5	Materiales sueltos con pantalla de hormigón
Curumbel	ES064MSPF0002 06670	18,0	1,63	A, R	1987	31,5	Materiales sueltos con pantalla de hormigón
Jarrama	ES064MSPF000 206710	42,6	4,34	I	1999	41	Materiales sueltos con núcleo de arcilla

Tabla 5. Embalses principales de la demarcación. A: Abastecimiento., R: Riego, I: Energía.



Figura 9. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica.

En la cuenca existen varias conducciones importantes que vertebran los distintos sistemas de distribución con el fin de satisfacer las demandas de la demarcación. En el siguiente cuadro se recogen algunas de las más importantes.

Origen	Destino	Longitud (Km)	Diámetro (mm)
DEP. C.H.G. EN HUELVA	DEP. DE VALDEMARIA	11,33	1000
INTERSECCION URB. ROSALES	INTERSECCION CABEZO DEL ARAGONES	14,43	1600
EMBALSE CORUMBEL	ETAP DEL CONDADO	8,0	700

Tabla 6. Principales conducciones existentes en la demarcación.

Existen además otras muchas infraestructuras relevantes como son: grandes depósitos y bombeos, instalaciones de potabilización (ETAP), de depuración (EDAR), de regeneración de aguas depuradas (ERAD). A continuación, se recoge una tabla con estas infraestructuras.

Infraestructuras	
Trasvase Chanza-Piedras	Túnel de San Silvestre
	Canal del enlace dirigido al embalse del Piedras
Anillo Hídrico de Huelva	Canal del Piedras

Infraestructuras	
	Sifón del Odiel
	Puente sifón de Santa Eulalia
	Sifón de vaciadero y salinas
	Galería forzada
	Depósitos de Huelva
	Ramal principal
	Ramal del Tinto
	Ramal de Punta del Sebo
	Puente del Tinto
	Ramal de Torrearenillas
	Ramal de la Calle A
	Cierre del anillo hídrico
	Bombeo del Nuevo Puerto
	Bombeo antiguo del Tinto
	Depósitos Cruz del Término
	Bombeo nuevo del Tinto

Tabla 7. Otras infraestructuras relevantes en la demarcación.

4.9 Estadística climatológica e hidrológica

De los grandes tipos climáticos identificables en el territorio andaluz, en la Demarcación se pueden encontrar los siguientes: -

- Clima mediterráneo oceánico: localizado en el litoral desde la desembocadura del Guadiana hasta el límite con la demarcación del Guadalquivir. El Océano Atlántico suaviza las temperaturas durante el curso del año, creando noches menos frías y días más templados con gran humedad en el ambiente.
- Clima mediterráneo subcontinental de inviernos fríos: que abarca la zona de la Sierra de Huelva, y que se caracteriza por un clima extremado, con veranos cálidos e inviernos muy fríos con un alto número de heladas, impuesto por los relieves circundantes y la altitud.
- Clima mediterráneo subcontinental de veranos cálidos que se extiende básicamente por la vega de Huelva entre el litoral y la sierra y cuyas características más importantes son temperaturas medias anuales elevadas con inviernos frescos, y veranos muy cálidos. Las precipitaciones oscilan entre los 500 y 700 litros anuales con máximos en primavera y otoño.

Sobre este territorio se desarrolla un clima que se puede clasificar como mediterráneo subhúmedo de tendencia atlántica. En el régimen pluviométrico de la zona, desempeña un papel decisivo la formación de gotas frías al SO de la península o sobre el área del estrecho de Gibraltar.

A continuación, se recogen los valores estadísticos de precipitaciones y escorrentía por zona s de la demarcación para el periodo 1940/41 -2017/18.

Zona	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desv. Típica	Coef. Variación	Coef. sesgo
Sierra de Huelva	890,57	1.463,40	439,52	240	0,27	0,23
Cuenca Minera	770,04	1.300,73	317,28	219	0,28	0,19
Condado de Huelva	644,56	1.108,07	270,59	205	0,32	0,27
Costa de Huelva-Andévalo	598,96	1.067,01	262,02	182	0,30	0,30
Demarcación	679,65	1.156,11	299,18	197	0,29	0,27

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

Como se puede apreciar, el valor medio de precipitación en la demarcación es de 680 mm para el periodo analizado, alcanzándose los valores más elevados en el ámbito de la Sierra de Huelva. La escorrentía total obtenida a partir de los resultados del SIMPA para el periodo analizado es de 147 mm/año (702 hm³ /año) en el conjunto de la demarcación, con valores máximos de 3.539 hm³ /año en la Sierra y mínimos de 1,40 en el ámbito del Condado.

Zona	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desv. Típica	Coef. Variación	Coef. sesgo
Sierra de Huelva	1.313,69	3.539,76	77,24	205,49	0,64	0,51
Cuenca Minera	913,35	2.932,64	5,28	173,10	0,77	0,70
Condado de Huelva	587,40	2.200,74	1,40	112,67	0,94	1,35
Costa de Huelva Andévalo	489,69	1.980,61	17,87	133,98	0,93	1,05
Demarcación	702,18	2.352,82	31,56	137,00	0,80	0,95

Tabla 9. Estadísticos básicos de las series anuales de aportación (hm³/año). Serie 1940/41-2017/18.

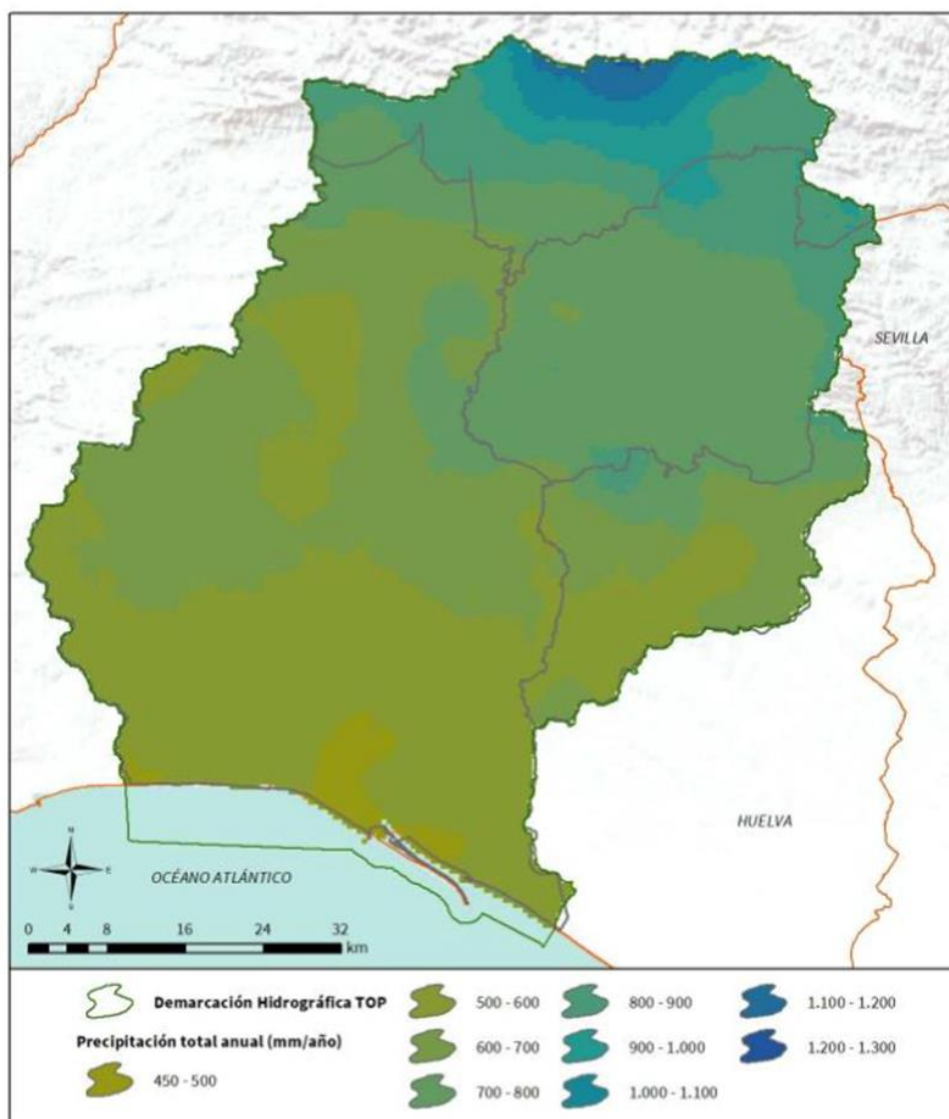


Figura 10. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica (Período 1940/41-2017/18).

La distribución espacial de las precipitaciones pone de manifiesto que el valor de la precipitación media varía uniformemente en el sentido SO-NE, desde los 400 mm que se registran entre el embalse del Chanza y la desembocadura en Ayamonte, hasta los 1.200 mm correspondientes a las estribaciones de la Sierra de Aracena. La precipitación media de este sector se sitúa en torno a los 700 mm/año. En cuanto a la distribución mensual de las precipitaciones, durante el período estival, la carencia de lluvias es casi total, concentrándose las mismas en el período octubre -abril, con máximos en los meses de enero y febrero.

La precipitación total anual en la demarcación se encuentra en torno a los 680 mm, o lo que es lo mismo, 3.007 hm³/año, como media de los valores de la serie registrada en la red de pluviómetros existentes con datos desde el año 1940, oscilando entre valores máximos de 1.017 mm (año hidrológico 1962/1963) en los años más húmedos y mínimos de 315 mm (año hidrológico 2004/2005) en los años más secos (según datos del modelo SIMPA).

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
Arroyo de la Notaría, Cañada del Pozo del judío, de la Gaga, Pozo del Pilar, Lepe	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
Barranco Fraile y Barranco La Vera	E.H.H. del Canal de la Vera en Situación Actual y Análisis Multicriterio de Medidas Correctoras frente a Inundaciones, Núcleo Urbano de La Antilla, TM de Lepe (Huelva)
Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas de las Costas Oeste de Cádiz y Este de Huelva
Arroyo Santa María o del Romeral.	Estudio Alternativas para el Desvío y Encauzamiento de Arroyos Tributarios al Río Tinto en Nerva (Huelva)

Tabla 10. Estudios realizados en la DHTOP 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
ES064_ARPS_0009	Arroyo Lepe	Modificado	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0010	Barranco La Vera	Actualizado	E.H.H. del Canal de la Vera en Situación Actual y Análisis Multicriterio de Medidas Correctoras frente a Inundaciones, Núcleo Urbano de La Antilla, TM de Lepe (Huelva)
ES064_ARPS_0011	Barranco Fraile	Actualizado	E.H.H. del Canal de la Vera en Situación Actual y Análisis Multicriterio de Medidas Correctoras frente a Inundaciones, Núcleo Urbano de La Antilla, TM de Lepe (Huelva)
ES064_ARPS_0023	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	Modificado	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas de las Costas Oeste de Cádiz y Este de Huelva
ES064_ARPS_0037	Arroyo de Santa María o del Romeral	Nuevo	Estudio Alternativas para el Desvío y Encauzamiento de Arroyos Tributarios al Río Tinto en Nerva (Huelva)
ES064_ARPS_0038	Arroyo de la Notaría	Nuevo	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0039	Arroyo Cañada del Pozo del Judío	Nuevo	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0040	Arroyo de la Gaga	Nuevo	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0041	Arroyo del Pozo del Pilar	Nuevo	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.

Tabla 11. Relación de los estudios realizados en la DHTOP con las ARPSI estudiadas para el 3^{er} ciclo.

Aunque todas 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 estudios previos mencionados anteriormente de la DHTOP.

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 obstrutores 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 de 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 12. 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).

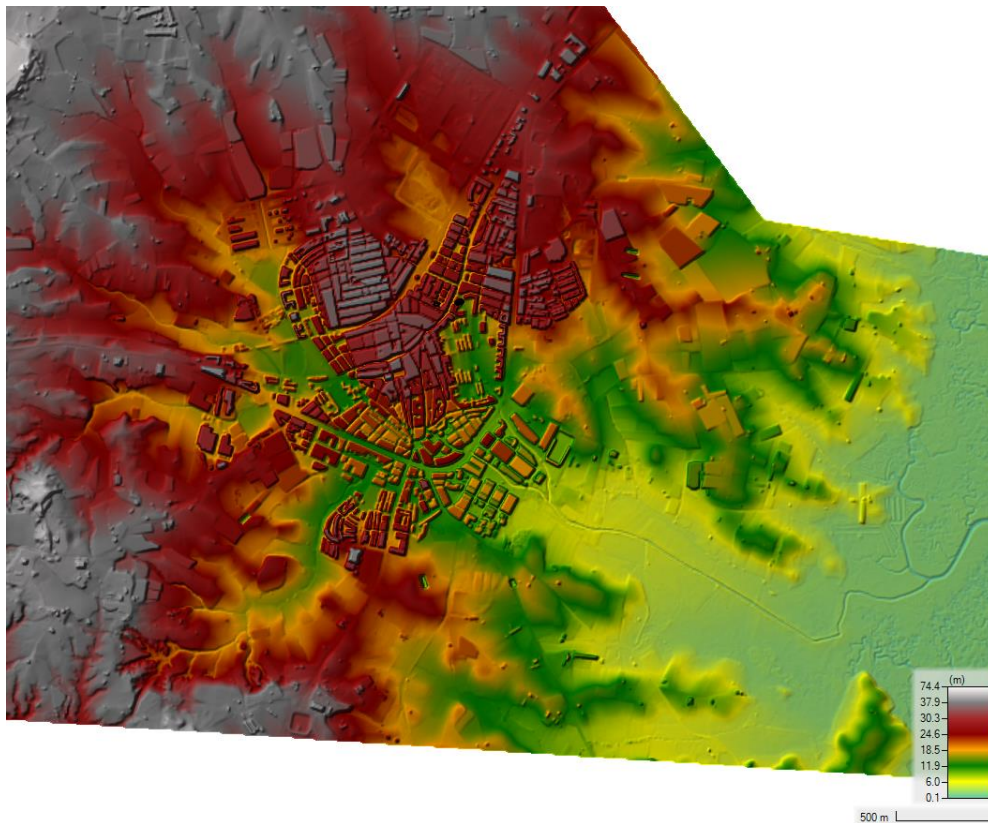


Figura 11. Detalle 3D del MDT del tramo ES064_ARPS_0009, ES064_ARPS_0040 y ES064_ARPS_0041.

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.

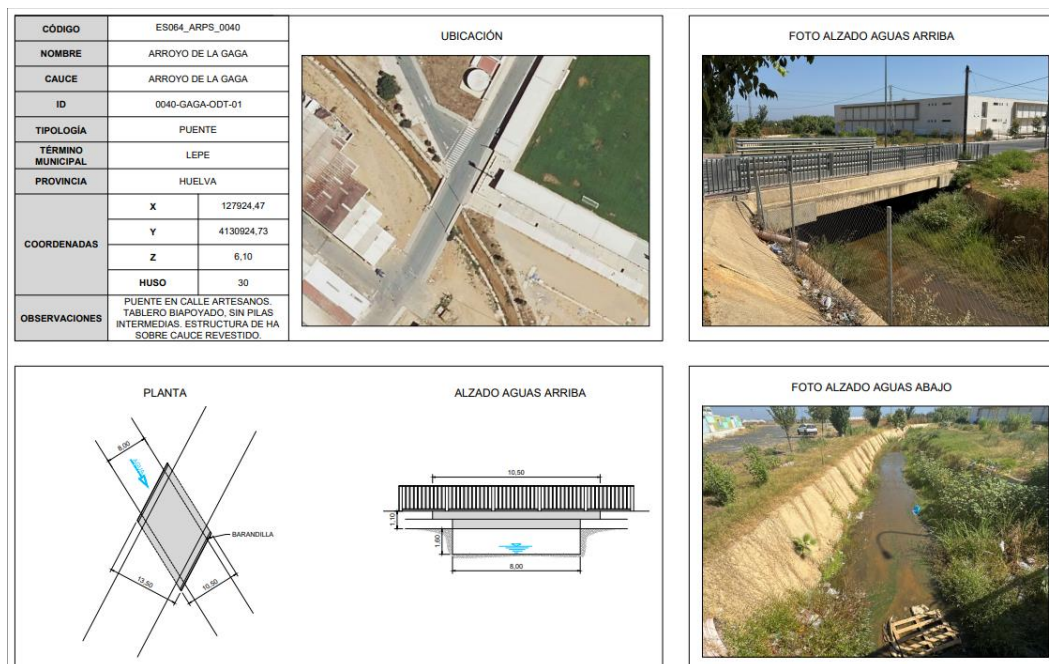


Figura 12. Ej. información topográfica estructura del tramo ES064_ARPS_0040.

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 DHTOP 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
ES064_ARPS_0009	Arroyo Lepe	HEC-HMS	Caudales ciclo anterior	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0010	Barranco La Vera	HEC-HMS	Caudales estudio previo mediante hidrograma unitario adimensional del SCS	E.H.H. del Canal de la Vera en Situación Actual y Análisis Multicriterio de Medidas Correctoras frente a Inundaciones, Núcleo Urbano de La Antilla, TM de Lepe (Huelva)
ES064_ARPS_0011_01	Barranco Fraile	HEC-HMS	Caudales ciclo anterior	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva
ES064_ARPS_0011_02	Barranco Fraile	HEC-HMS	Caudales estudio previo mediante hidrograma unitario adimensional del SCS	E.H.H. del Canal de la Vera en Situación Actual y Análisis Multicriterio de Medidas Correctoras frente a Inundaciones, Núcleo Urbano de La Antilla, TM de Lepe (Huelva)
ES064_ARPS_0023_01	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	HEC-HMS	Caudales nuevos obtenidos mediante método racional modificado	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas de las Costas Oeste de Cádiz y Este de Huelva

TRAMO ARPSI	CAUCE	TIPO DE ESTUDIO HIDROLÓGICO		
		CICLOS ANTERIORES	3 ^{er} CICLO	ESTUDIO PREVIO
ES064_ARPS_0023_02	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	HEC-HMS	Caudales ciclo anterior	E.H. para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de las Cuencas de las Costas Oeste de Cádiz y Este de Huelva
ES064_ARPS_0037	Arroyo de Santa María o del Romeral		Nuevos caudales método racional modificado	Estudio Alternativas para el Desvío y Encauzamiento de Arroyos Tributarios al Río Tinto en Nerva (Huelva)
ES064_ARPS_0038	Arroyo de la Notaría		Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0039	Arroyo Cañada del Pozo del Judío		Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0040	Arroyo de la Gaga		Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.
ES064_ARPS_0041	Arroyo del Pozo del Pilar		Caudales estudio previo HEC-HMS	E.H. para la Ordenación de las Cuencas del Litoral Occidental de Huelva.

Tabla 13. 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 la ARPSI 0023, correspondiente al río Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura, que cuenta con siete afluentes que vierten al tramo ampliado de ARPSI. Para esta ARPSI se ha realizado un

estudio hidrológico individual para cinco de ellos mediante el Método Racional Modificado. Para el río Tinto principal y los dos afluentes restantes, se ha utilizado el estudio del ciclo anterior. Posteriormente, se ha llevado a cabo un balance hídrico considerando tanto el Tinto como todos los afluentes —incluidos los calculados mediante el Método Racional Modificado— con el objetivo de mantener los caudales del ciclo anterior aguas abajo del tramo ampliado.

En cuanto al tramo ES064_ARPS_0037, se toma como base algunos datos del estudio citado, pero se recalculan diversos parámetros como el área vertiente, los tiempos de concentración, los hietogramas, entre otros.

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 (m ³ /s)		
		T ₀₁₀	T ₁₀₀	T ₅₀₀
ES064_ARPS_0023	Río Tinto	386,39	725,06	973,36
	Arroyo Valbuena	19,15	39,08	54,00
	Arroyo Galarín	23,43	42,12	55,59
	Arroyo Salinero	9,59	21,36	31,80
	Arroyo Canillas	19,53	44,00	64,32
	Arroyo Cañito	6,77	14,95	22,13
	Arroyo Prados	8,63	20,24	30,08
	Arroyo Sin Nombre	4,86	12,16	19,63
ES064_ARPS_0037	Arroyo de Santa María o del Romeral	11,05	19,81	27,70

Tabla 14. 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)
TOP-0009	ES064_ARPS_0009	Arroyo Lepe	2,29
TOP-0023	ES064_ARPS_0023_01	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	28,01
TOP-0037	ES064_ARPS_0037	Arroyo de Santa María o del Romeral	3,41
TOP-0038	ES064_ARPS_0038	Arroyo de la Notaría	4,48
TOP-0038	ES064_ARPS_0039	Arroyo Cañada del Pozo del Judío	2,06
TOP-0009	ES064_ARPS_0040	Arroyo de la Gaga	2,82
TOP-0009	ES064_ARPS_0041	Arroyo del Pozo del Pilar	8,42

Tabla 15. 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: <ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Tableros, pilas y estribos de puentes Mantenimiento de: <ul style="list-style-type: none"> • Motas • Encauzamientos y cortas • Edificios salvo excepciones 	Eliminación, en el ámbito de DPH, de: <ul style="list-style-type: none"> • Vegetación • Tableros, pilas y estribos de puentes • Edificios Mantenimiento de: <ul style="list-style-type: none"> • Motas de zonas urbanas consolidadas • Encauzamientos y cortas

Tabla 16. Condicionantes de los MDT de trabajo en el SNCZI, extraído de la *Guía SNCZI*.

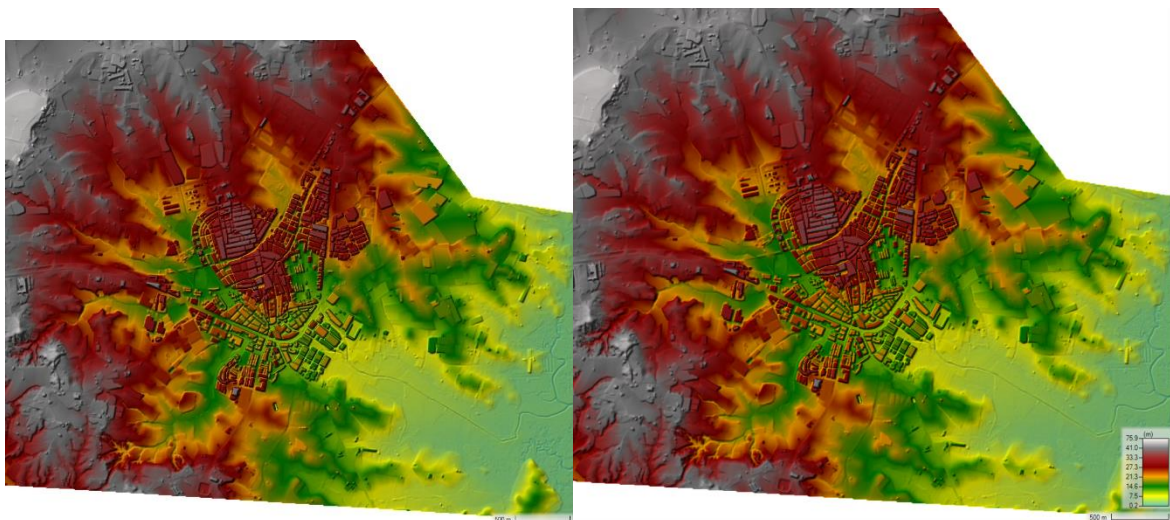


Figura 13. MDT Actual (dcha) y MDT Natural (izq). ES064_ARPS_0040, ES064_ARPS_0041 y ES064_ARPS_0009 (Lepe). Se eliminan edificios en las zonas rurales y elementos que obstaculicen el paso del agua, pero no zona urbana consolidada.

- **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.

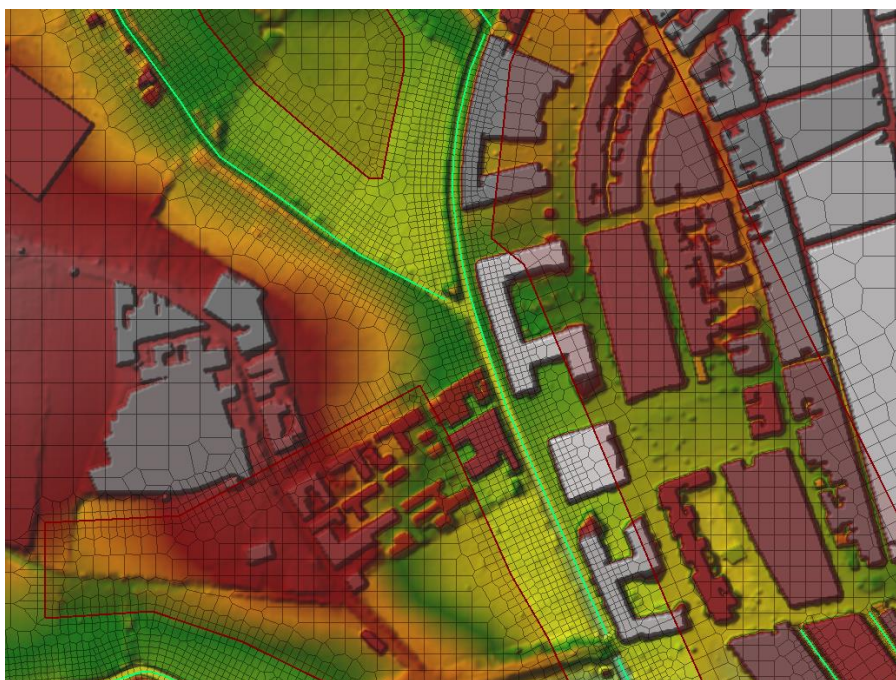


Figura 14. Ejemplo de líneas de rotura (en verde) y área de refinamiento en la zona edificada (en rojo).

- **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 14. 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 15. Capa n de Manning para el modelo de las ARPSs ES064_ARPS_0040, ES064_ARPS_0041 y ES064_ARPS_0009 (Lepe)

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



- *Figura 16. Ubicación de algunas de las estructuras existentes incluidas en la modelización de las ARPSs ES064_ARPS_0040, ES064_ARPS_0041 y ES064_ARPS_0009 (Lepe).*

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 17. Ejemplo de calados obtenidos en la modelización de los tramos ES064_ARPS_0040 y ES064_ARPS_0041 para T100.

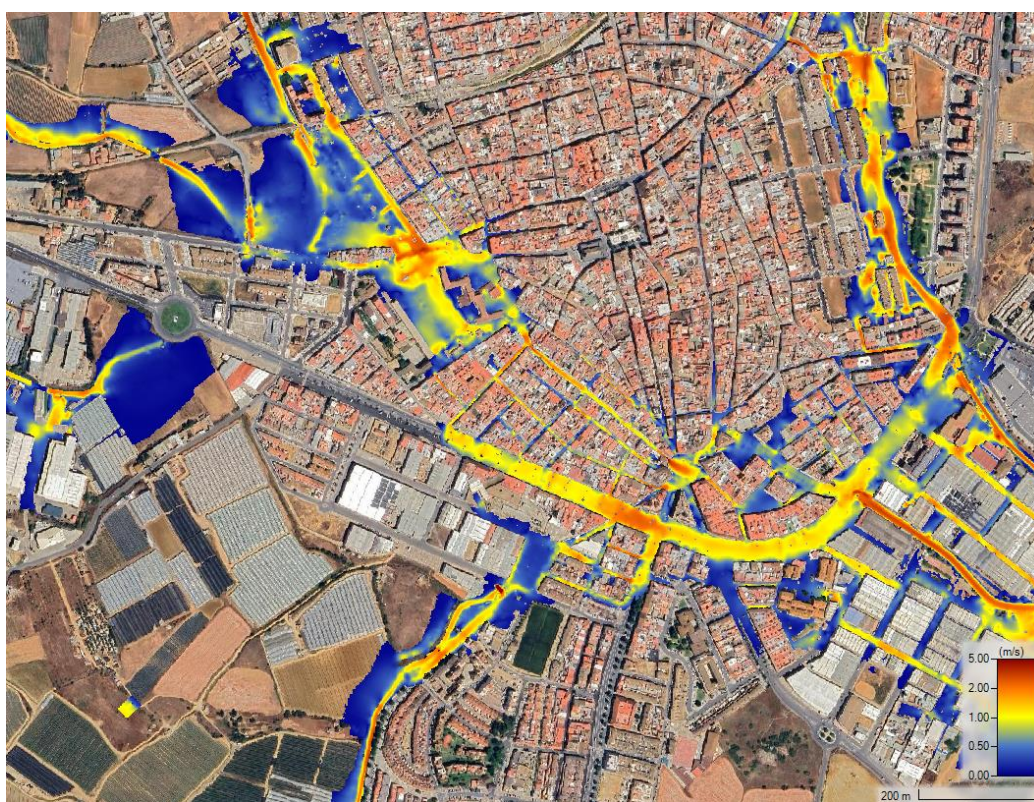


Figura 18. Ejemplo de velocidades obtenidas en la modelización del tramo ES064_ARPS_0040 y ES064_ARPS_0041 para T100.

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.

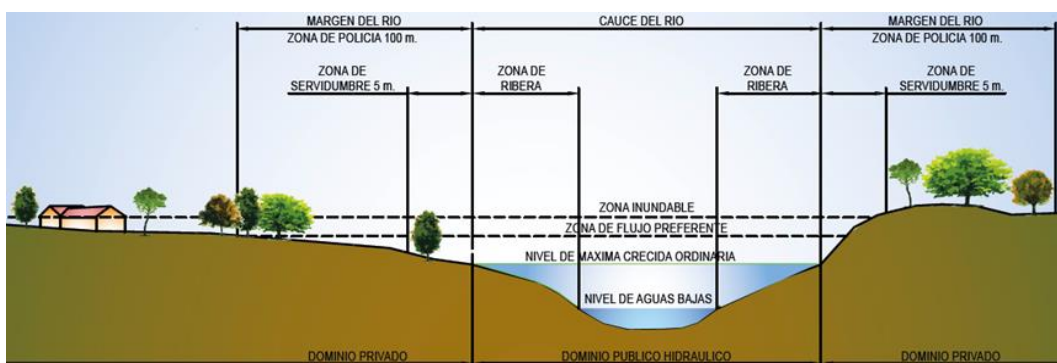


Figura 19. Zonificación de la zona inundable según la Ley de Aguas y el RDPH. Fuente: MITERD.

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 envolventes, 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 período 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 20. 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 $0,5\text{m}^2/\text{s}$.



Figura 21. Mapa de calados T500 años.

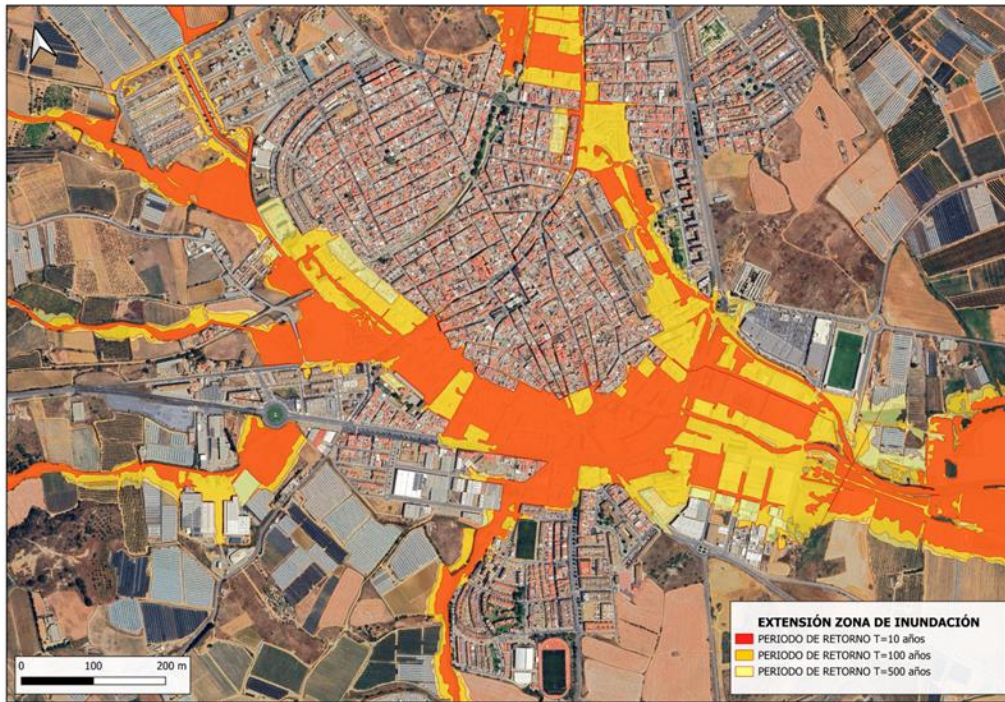


Figura 22. Mapa de Extensión de las Zonas Inundables.



Figura 23. Mapa de ZFP.

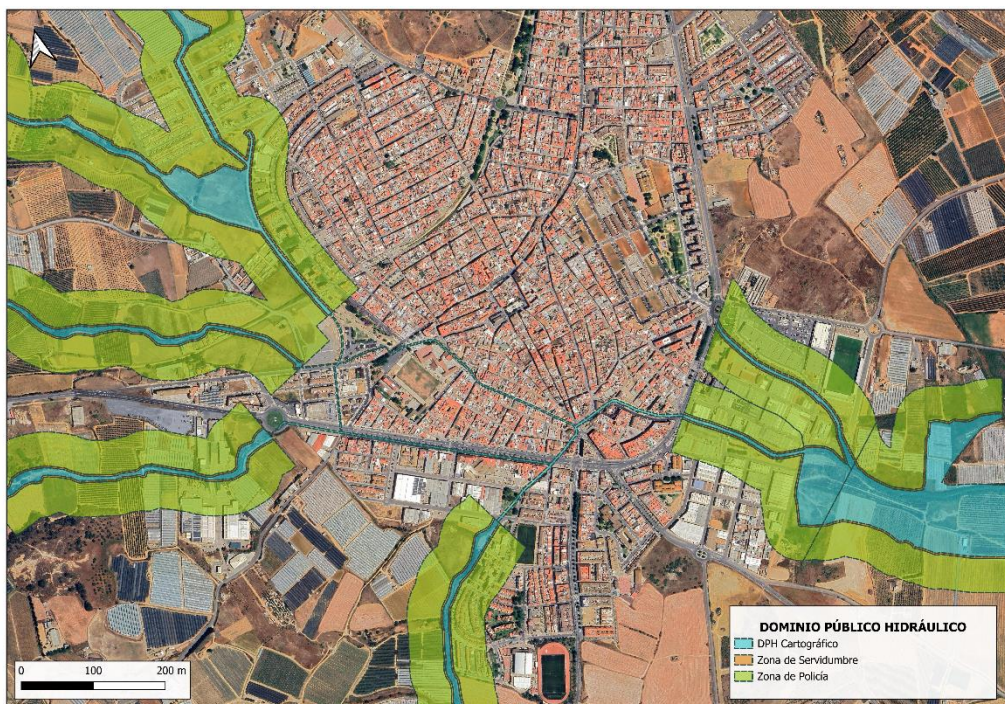


Figura 24. Mapa de delimitación del DPH.

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 \geq 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 Afección 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.

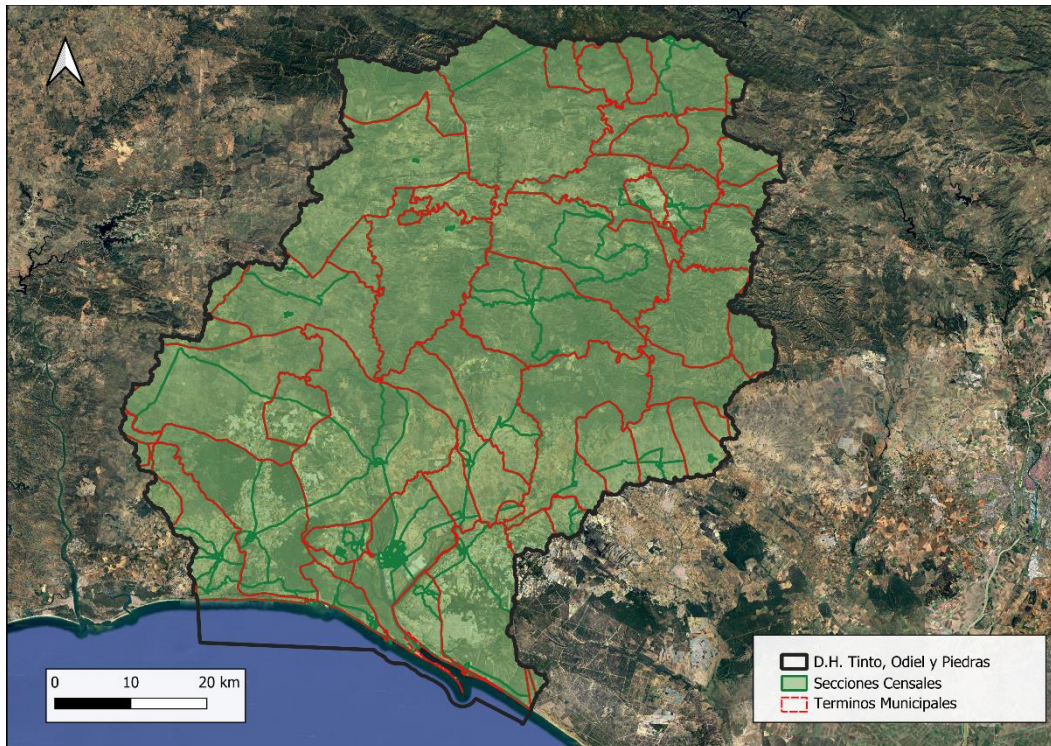


Figura 25. Límites Municipales (IGN) y Secciones Censales (INE). DHTOP.

El nº de habitantes potencialmente afectados por las inundaciones, se calcula a partir de los datos proporcionados por la **mall**a de población 250 m x 250 m del IECA. Se trata de una malla 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 malla, 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 malla.

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

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):

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

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

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.

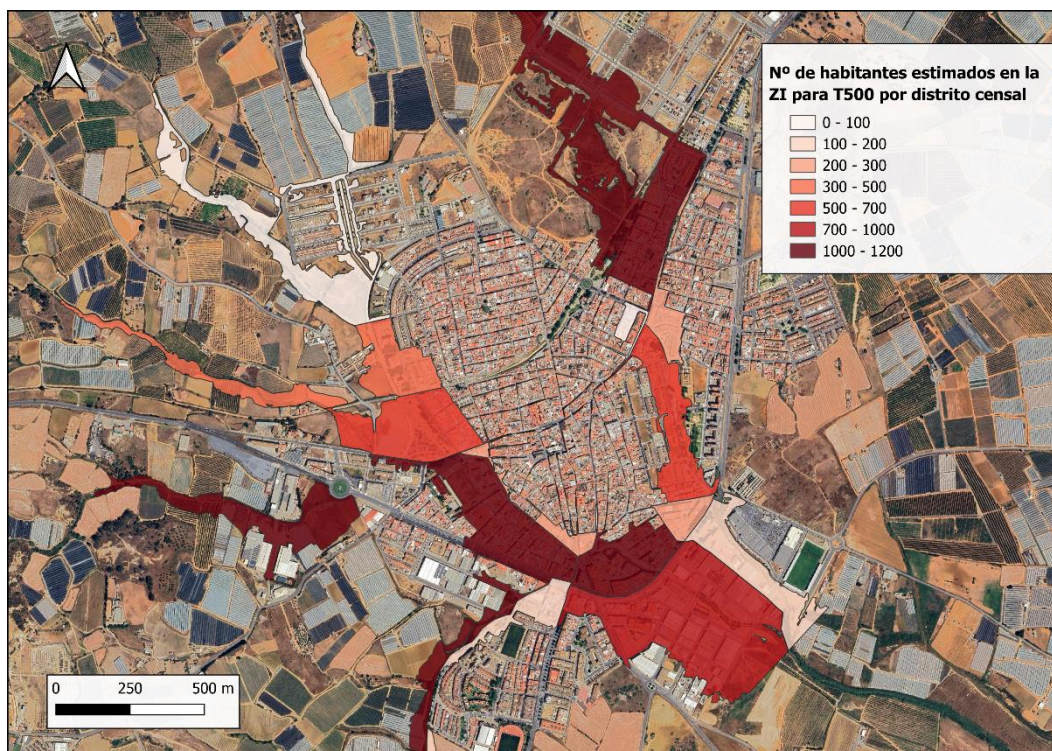


Figura 26. Detalle de riesgo a la Población.

7.2 Afcción 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 27. Categorías de uso de suelo adoptadas para los mapas de riesgo.

La información procedente del SIOSE (2014) se ha completado con aquellas capas de la BTN25, que aportan información adicional de los usos del suelo y actividades económicas.

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 del 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.

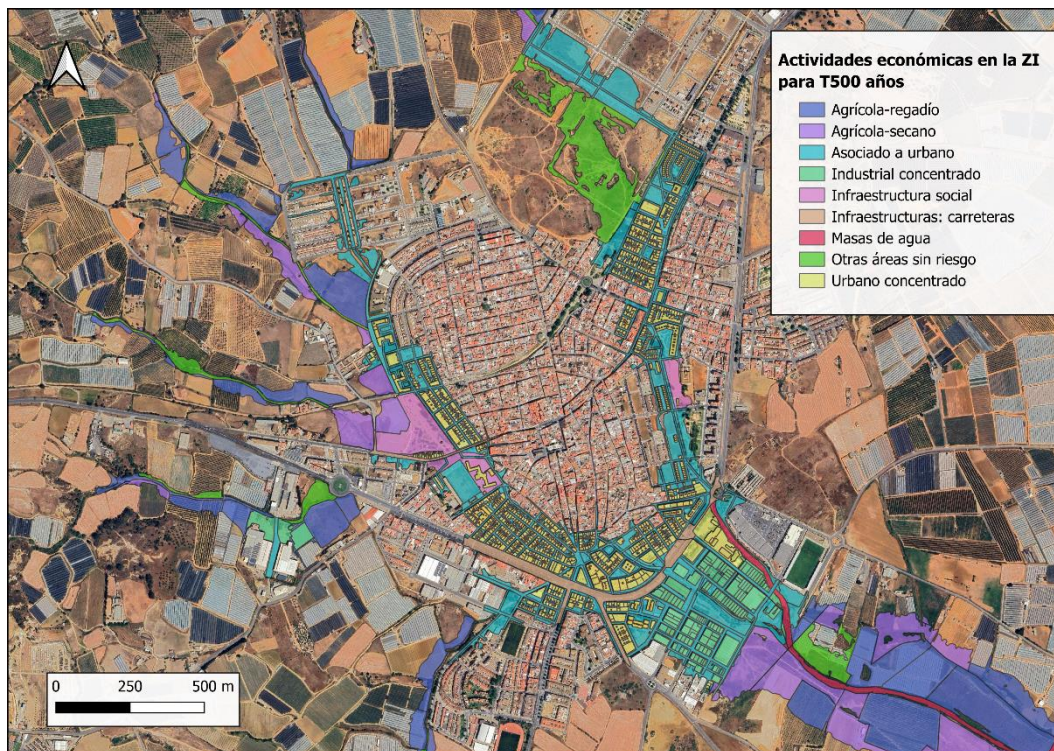


Figura 28. Detalle de Riesgo a las Actividades Económicas.

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 29. 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.

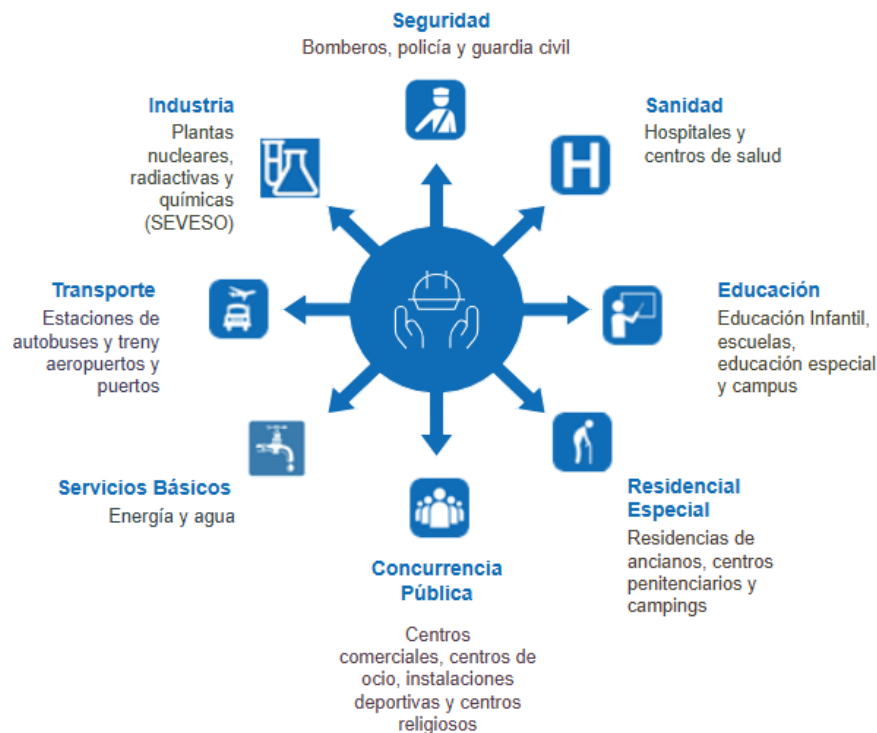


Figura 30. Elementos significativos para la Protección Civil según la Guía “Propuesta de Mínimos”.

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.

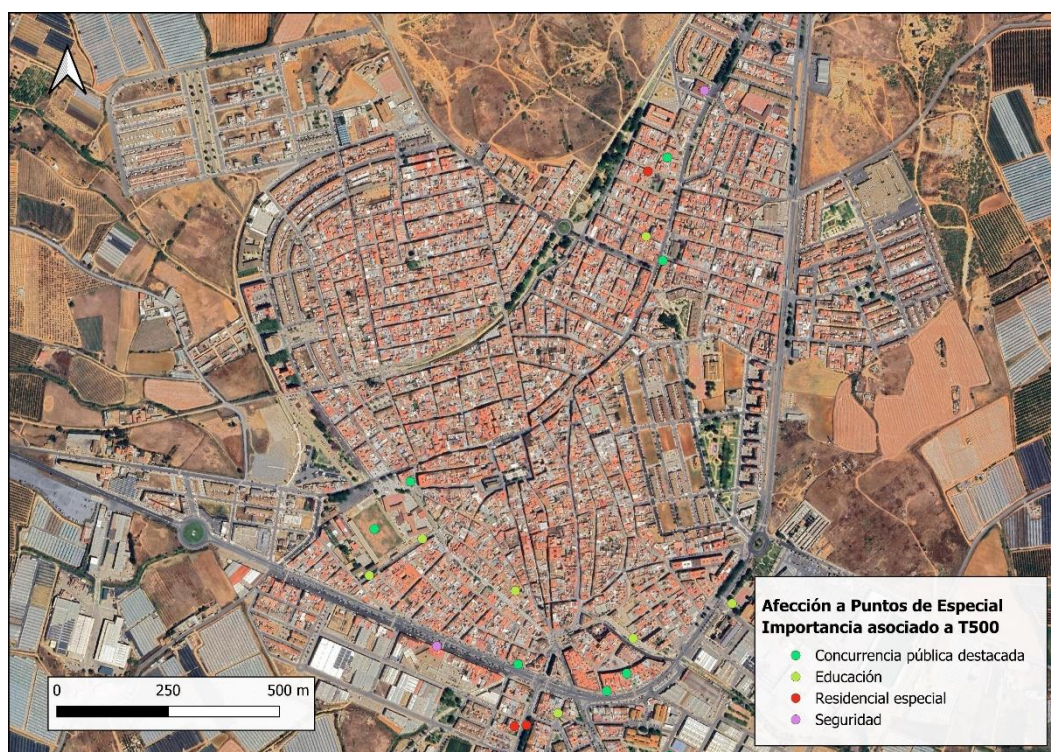


Figura 31. Detalle de afección a Puntos de Especial Importancia.

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.

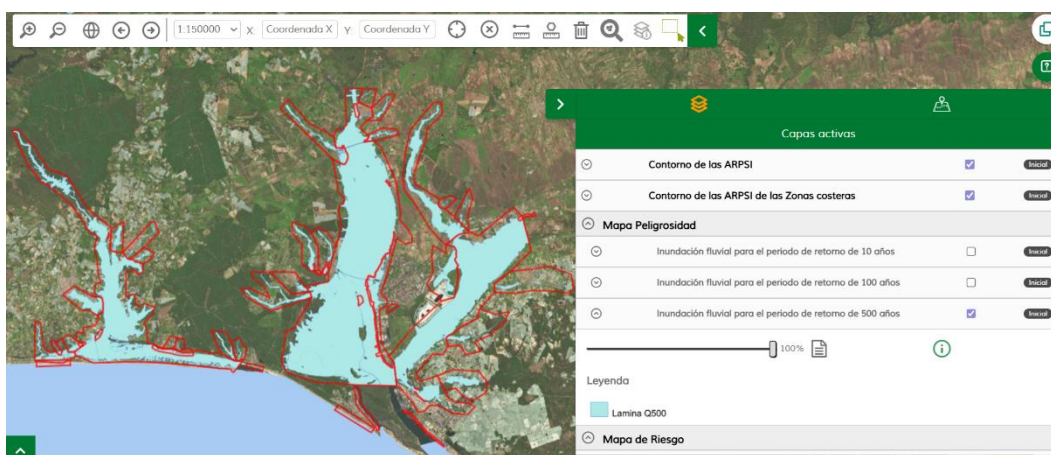


Figura 32. Detalle del visor Rediam (<https://portalrediam.cica.es/VisorRediam/>)

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.

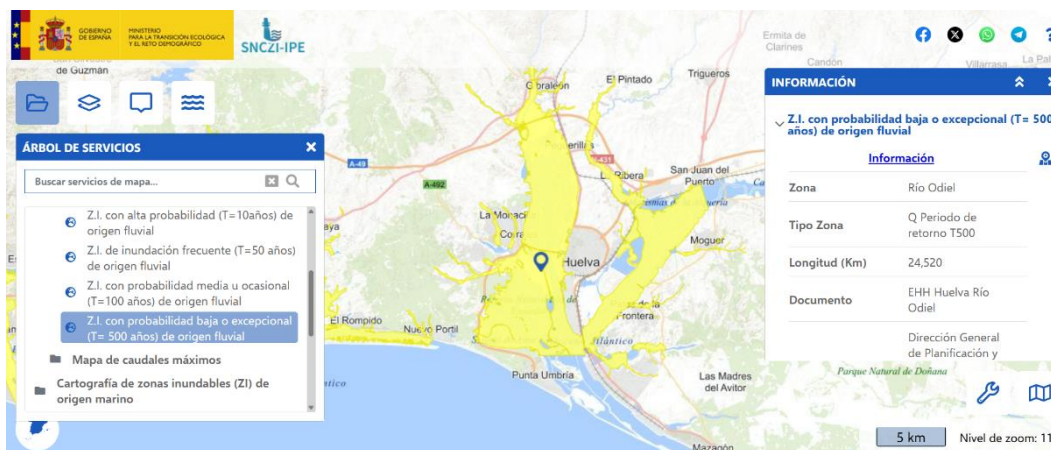


Figura 33. Detalle del visor del SNCZI (<https://sig.miteco.gob.es/snczi/>) para la consulta de información de zonas inundables.

Zona Inundable con Probabilidad Baja o Excepcional (T=500 años)	
Id. Zona	ES064_ARPS_0021_T500_01
Nombre zona	Rio Odiel
Tipo zona	Q Periodo de retorno T500
Cauce	Rio Odiel
Longitud (Km)	24,52
Zona inundable directiva de inundaciones	ES064_ARPS_0021
Ciclo ARPSI	2
Hipótesis	Q500 régimen alterado
Método hidrológico	HEC-HMS
Caudal (m³/s)	388,4; 3982,0
Precisión cartográfica	MDE 0,5X0,5 procedente de vuelo LIDAR
Método hidráulico	HEC-RAS 2D
Estudio	EHH Huelva Rio Odiel
Tipo estudio	Z. I. Administraciones Públicas del Agua
Documento	EHH Huelva Rio Odiel
Clave expediente	5/2019/ES
Fecha de aprobación	01/03/2022
Fecha de la información geográfica de base	07/2020
Fecha limite	01/03/2027
Organismo	Dirección General de Planificación y Recursos Hídricos de la Junta de Andalucía
Demarcación hidrográfica	Tinto, Odiel y Piedras

Figura 34. 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 DHTOP 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 el acceso a la cartografía se ha puesto en servicio un visor de mapas específico alojado en la siguiente dirección url:

<https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/gr-gibroker/saltoVisor/fcf0e337-f813-4ed7-9b08-735bb13d9162?json=InundabilidadCuencaTOP2025#map=2/152512/4150080>

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 MPRI 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](#).

ANEXOS

Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

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

DOCUMENTO PARA CONSULTA PÚBLICA

DICIEMBRE 2025



Denominación				Identificación de ARPSI de 3er ciclo implantación directiva 2007/60/CE				
Subcuenca	Sistema Fluvial	Cauce	Provincia	Código ARPSI	Denominación ARPSI	Código tramo	Municipios	Long. afectada en tramo (km)
Piedras	Río Piedras, aguas abajo de la Presa del Piedras hasta desembocadura	Río Piedras, aguas abajo de la Presa del Piedras hasta desembocadura	Huelva	ES064_ARPS_0001	Río Piedras, aguas abajo de la Presa del Piedras hasta desembocadura	ES064_ARPS_0001_01	Cartaya, Lepe	29.94
	Arroyo Puentezuelo	Arroyo Puentezuelo	Huelva	ES064_ARPS_0002	Arroyo Puentezuelo	ES064_ARPS_0002_01	Cartaya	1.92
						ES064_ARPS_0002_02		
	Arroyo Pilar	Arroyo Pilar	Huelva	ES064_ARPS_0003	Arroyo Pilar	ES064_ARPS_0003_01	Cartaya	3.16
						ES064_ARPS_0003_02		
	Arroyo Rivera	Arroyo Rivera	Huelva	ES064_ARPS_0004	Arroyo Rivera	ES064_ARPS_0004_01	Cartaya	1.49
						ES064_ARPS_0004_02		
	Arroyo Valsequillo	Arroyo Valsequillo	Huelva	ES064_ARPS_0005	Arroyo Valsequillo	ES064_ARPS_0005_01	Lepe	1.43
	Arroyo Regajo 2	Arroyo Regajo 2	Huelva	ES064_ARPS_0006	Arroyo Regajo 2	ES064_ARPS_0006_01	Cartaya	0.78
	Arroyo Regajo 3	Arroyo Regajo 3	Huelva	ES064_ARPS_0007	Arroyo Regajo 3	ES064_ARPS_0007_01	Cartaya	0.91
	Arroyo Regajo 5	Arroyo Regajo 5	Huelva	ES064_ARPS_0008	Arroyo Regajo 5	ES064_ARPS_0008_01	Cartaya	1.81
	Arroyo Lepe	Arroyo Lepe	Huelva	ES064_ARPS_0009	Arroyo Lepe	ES064_ARPS_0009_01	Lepe	2.29
Barranco La Vera	Barranco La Vera	Huelva	ES064_ARPS_0010	Barranco La Vera	ES064_ARPS_0010_01	Lepe	1.19	
Barranco Fraile	Barranco Fraile	Huelva	ES064_ARPS_0011	Barranco Fraile	ES064_ARPS_0011_01	Lepe	5.25	
					ES064_ARPS_0011_02			
Caño La Culata	Caño La Culata	Huelva	ES064_ARPS_0012	Caño La Culata	ES064_ARPS_0012_01	Cartaya	2.76	
					ES064_ARPS_0012_02			
Odiel	Arroyo Valdeclaras	Arroyo Valdeclaras	Huelva	ES064_ARPS_0013	Arroyo Valdeclaras	ES064_ARPS_0013_01	Aljaraque	2.40
	Arroyo El Redondel	Arroyo El Redondel	Huelva	ES064_ARPS_0014	Arroyo El Redondel	ES064_ARPS_0014_01	Aljaraque	4.14
	Estero del Colmenar	Estero del Colmenar	Huelva	ES064_ARPS_0015	Estero del Colmenar	ES064_ARPS_0015_01	Aljaraque, Cartaya, Gibraleón, Punta Umbría	9.06
	Arroyo Chorrillo del Valle	Arroyo Chorrillo del Valle	Huelva	ES064_ARPS_0016	Arroyo Chorrillo del Valle	ES064_ARPS_0016_01	Aljaraque, Gibraleón	4.92
	Arroyo Domingo Negro	Arroyo Domingo Negro	Huelva	ES064_ARPS_0017	Arroyo Domingo Negro	ES064_ARPS_0017_01	Gibraleón	6.51
						ES064_ARPS_0017_02		
	Arroyo Coronillas	Arroyo Coronillas	Huelva	ES064_ARPS_0018	Arroyo Coronillas	ES064_ARPS_0018_01	Gibraleón	1.39
						ES064_ARPS_0018_02		
	Arroyo La Bocina	Arroyo La Bocina	Huelva	ES064_ARPS_0019	Arroyo La Bocina	ES064_ARPS_0019_01	Gibraleón	1.55
Arroyo Tejar	Arroyo Tejar	Huelva	ES064_ARPS_0020	Arroyo Tejar	ES064_ARPS_0020_01	Gibraleón	2.52	
Río Odiel, desde Gibraleón hasta desembocadura	Río Odiel, desde Gibraleón hasta desembocadura	Huelva	ES064_ARPS_0021	Río Odiel, desde Gibraleón hasta desembocadura	ES064_ARPS_0021_01	Aljaraque, Gibraleón, Huelva, Palos de la Frontera, Punta Umbría	22.75	

Denominación	Identificación de ARPSI de 3er ciclo implantación directiva 2007/60/CE
--------------	--

Subcuenca	Sistema Fluvial	Cauce	Provincia	Código ARPSI	Denominación ARPSI	Código tramo	Municipios	Long. afectada en tramo (km)
Tinto	Rivera Nicoba	Rivera Nicoba	Huelva	ES064_ARPS_0022	Rivera Nicoba	ES064_ARPS_0022_01 ES064_ARPS_0022_02	Gibraleón, Huelva	14.25
	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	Huelva	ES064_ARPS_0023	Tinto desde San Juan del Puerto hasta su desembocadura	ES064_ARPS_0023_01	Huelva, Moguer, Palos de la Frontera, San Juan del Puerto	19.49
	Arroyo Las Cabañas	Arroyo Las Cabañas	Huelva	ES064_ARPS_0024	Arroyo Las Cabañas	ES064_ARPS_0024_01	Moguer, Palos de la Frontera	4.23
	Arroyo San José	Arroyo San José	Huelva	ES064_ARPS_0025	Arroyo San José	ES064_ARPS_0025_01	Huelva	5.59
	Caño La Rivera de Niebla	Caño La Rivera de Niebla	Huelva	ES064_ARPS_0026	Caño La Rivera de Niebla	ES064_ARPS_0026_01	Huelva	2.87
	Arroyo Valcasao	Arroyo Valcasao	Huelva	ES064_ARPS_0027	Arroyo Valcasao	ES064_ARPS_0027_01	Huelva	1.24
	Arroyo Montemayor	Arroyo Montemayor	Huelva	ES064_ARPS_0028	Arroyo Montemayor	ES064_ARPS_0028_01	Moguer	5.73
	Estero Domingo Rubio	Estero Domingo Rubio	Huelva	ES064_ARPS_0029	Estero Domingo Rubio	ES064_ARPS_0029_01	Moguer, Palos de la Frontera	4.27
	Arroyo Santa María o del Romeral	Arroyo Santa María o del Romeral	Huelva	ES064_ARPS_0037	Arroyo Santa María o del Romeral	ES064_ARPS_0037_01	Nerva	1.49
Odiel	Arroyo de la Notaría	Arroyo de la Notaría	Huelva	ES064_ARPS_0038	Arroyo de la Notaría	ES064_ARPS_0038_01	Aljaraque	2.45
	Arroyo Cañada del Pozo del Judío	Arroyo Cañada del Pozo del Judío	Huelva	ES064_ARPS_0039	Arroyo Cañada del Pozo del Judío	ES064_ARPS_0039_01	Aljaraque	1.05
Piedras	Arroyo de la Gaga	Arroyo de la Gaga	Huelva	ES064_ARPS_0040	Arroyo de la Gaga	ES064_ARPS_0040_01	Lepe	2.37
	Arroyo del Pozo del Pilar	Arroyo del Pozo del Pilar	Huelva	ES064_ARPS_0041	Arroyo del Pozo del Pilar	ES064_ARPS_0041_01	Lepe	2.70