

**DILIGENCIA:** El presente documento denominado “Revisión y actualización de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación del 3er ciclo. Documento consulta pública” (agosto de 2026) -dividido en 4 anexos y 1 Memoria- Siendo esta la Memoria que consta de 82 páginas ha sido tomado en consideración mediante resolución de la Vicepresidencia del Consejo Insular de Aguas de Tenerife de fecha 13 de agosto de 2026

Margarita Rosa Núñez Ruano  
Secretaria Delegada Accidental del Consejo Insular de Aguas de Tenerife

## **Demarcación Hidrográfica de Tenerife**

# **REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE INUNDACIÓN DEL 3er CICLO**

## **DOCUMENTO CONSULTA PÚBLICA**



**AGOSTO 2026**

## Índice general

|           |                                                                                    |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Introducción.....</b>                                                           | <b>1</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Actualización de la evaluación preliminar del riesgo.....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Alcance de la revisión de los MAPRI.....</b>                                    | <b>6</b>  |
| 3.1       | Tramos fluviales - pluviales .....                                                 | 6         |
| 3.2       | Tramos costeros .....                                                              | 8         |
| <b>4</b>  | <b>Normativa y plazos de aplicación.....</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>5</b>  | <b>Obtención de mapas de peligrosidad y riesgo de ARPSIs Costeras .....</b>        | <b>11</b> |
| <b>6</b>  | <b>Información cartográfica y topográfica.....</b>                                 | <b>13</b> |
| 6.1       | Levantamiento topográfico de zonas de estudio .....                                | 13        |
| 6.2       | Levantamiento de obras de fábrica .....                                            | 15        |
| 6.3       | Modelo Digital del Terreno .....                                                   | 18        |
| <b>7</b>  | <b>Estudio hidrológico .....</b>                                                   | <b>22</b> |
| <b>8</b>  | <b>Estudio hidráulico .....</b>                                                    | <b>27</b> |
| 8.1       | Datos básicos de entrada a los modelos .....                                       | 27        |
| 8.1.1     | Terreno del modelo (MDT trabajo) .....                                             | 27        |
| 8.1.2     | Geometría del modelo .....                                                         | 28        |
| 8.1.3     | Mallado .....                                                                      | 29        |
| 8.1.4     | Condiciones iniciales:.....                                                        | 30        |
| 8.1.5     | Condiciones de contorno.....                                                       | 30        |
| 8.1.6     | Rugosidad .....                                                                    | 33        |
| 8.1.7     | Estructuras incorporadas.....                                                      | 34        |
| 8.2       | Modelización bidimensional con IBER .....                                          | 36        |
| <b>9</b>  | <b>Mapas de Peligrosidad y Zonas Legales.....</b>                                  | <b>40</b> |
| 9.1       | Delimitación del DPH .....                                                         | 41        |
| 9.2       | Obtención de la ZFP .....                                                          | 43        |
| <b>10</b> | <b>Mapas de Riesgo .....</b>                                                       | <b>47</b> |
| 10.1      | Afección a la población .....                                                      | 48        |
| 10.2      | Afección a las actividades económicas.....                                         | 50        |
| 10.3      | Afección a puntos de especial importancia y áreas de importancia<br>ambiental..... | 53        |
| <b>11</b> | <b>Resultados .....</b>                                                            | <b>57</b> |
| 11.1      | Población afectada por ARPSI .....                                                 | 58        |
| 11.2      | Población afectada de las ARPSI por término municipal .....                        | 60        |
| 11.3      | Valoración Económica de los daños producidos por las ARPSI.....                    | 61        |
| 11.4      | Puntos de Especial importancia en Periodo 500 años. ....                           | 61        |
| 11.5      | Puntos de Especial importancia en Periodo 100 años. ....                           | 63        |
| 11.6      | Puntos de Especial importancia en Periodo 10 años. ....                            | 65        |

11.7      Áreas protegidas ambientalmente potencialmente afectadas para  
            T500. T100 Y T10 muy similares..... 66

12 Consulta pública..... 68

13 Equipo redactor ..... 70

14 Documentación y bibliografía ..... 72

## Índice de figuras

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Guías de referencia empleadas.....                                                                                                                                                     | 2  |
| Figura 2. ARPSI fluviales propuestos para la actualización de la EPRI de 3er ciclo .....                                                                                                         | 5  |
| Figura 3. Esquema de las fechas límite para la implementación de la Directiva Europea de Inundaciones en España según el RD 903/2010.....                                                        | 10 |
| Figura 4. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124_0041 Bco. Preceptor (Icod de los Vinos) .....                                                                              | 14 |
| Figura 5. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife) vista lateral.....                                                           | 14 |
| Figura 6. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife) vista de abajo arriba.....                                                   | 15 |
| Figura 7. Base de datos de las ODTs del CIATF .....                                                                                                                                              | 16 |
| Figura 8. Croquis y fotografía de una obra de drenaje transversal en el ARPSI 0043 Bco Blas (Los Silos) .....                                                                                    | 16 |
| Figura 9. Levantamiento LIDAR de entubamiento sobre levantamiento LIDAR de vuelo del tramo ARPSI ES124_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife).....                                        | 17 |
| Figura 10. Levantamiento LIDAR de entubamiento sobre levantamiento LIDAR de vuelo del tramo ARPSI ES124_0050 Bco. de la Barca (Granadilla de Abona) .....                                        | 18 |
| Figura 11. Proceso de construcción de MDT .....                                                                                                                                                  | 19 |
| Figura 12. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife) sobre el vuelo LIDAR PNOA de 3ª cobertura .....                             | 19 |
| Figura 13. MDT del vuelo fotogramétrico complementado con el MDT del PNOA de 3º cobertura en el ARPSI ES124_0031 Bco. San Juan (Guía de Isora).....                                              | 20 |
| Figura 14. Informe de Guía Metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife en el tramo de ES124_ARPSI_0052 Barranco de Lomo de los Pastores (Puerto de la Cruz) ..... | 23 |
| Figura 15. Hidrograma Unitario SCS. ....                                                                                                                                                         | 24 |
| Figura 16 MDTs natural (izq) y mixto (der) del tramo ES124_ARPSI _0031 Bco. San Juan (Guía de Isora).....                                                                                        | 28 |
| Figura 17. Ejemplo de geometría creada del tramo ARPSI: ES124_ ARPSI_31 Bco. San Juan (Guía de Isora). ....                                                                                      | 29 |
| Figura 18. Ejemplo de mallado de IBER en el modelo hidráulico del tramo ES124_ARPSI_0037 Bco Lomo de los Pastores (Puerto de la Cruz).....                                                       | 29 |
| Figura 19. Ejemplo de mallado no estructurado y estructurado (zona soterrada) en el modelo hidráulico de IBER del tramo ES124_ARPSI _0052 Bco. Guirres (Candelaria) .....                        | 30 |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 20. . iOLE perfil de obtención de niveles en el Bco del Infierno (izq) y niveles obtenidos (der) .....                                      | 32 |
| Figura 21. Condición de contorno de entrada y salida sobre malla en IBER del tramo ES124_ARPSI _0052 Bco. Guirres (Candelaria) .....               | 33 |
| Figura 22. Capa n de Manning sobre ortofoto del tramo ES124_ARPSI _0031 Bco. San Juan (Guía de Isora) .....                                        | 34 |
| Figura 23. Cubiertas incorporadas al modelo de ES124_ARPSI _0048 Bco. Los Mogotes y las Arenitas (Arona) .....                                     | 35 |
| Figura 24. Cubiertas incorporadas al modelo de IBER del tramo ES124_ARPSI _0052 Bco. Guirres (Candelaria) .....                                    | 35 |
| Figura 25. Esquema de trabajo en IBER. ....                                                                                                        | 36 |
| Figura 26. Ejemplo de mallado de IBER en el modelo hidráulico del ES124_ ARPSI _0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                       | 37 |
| Figura 27. Características de la rugosidad del terreno ES124_ARPSI _0037 Bco Lomo de los Pastores (Puerto de la Cruz) .....                        | 37 |
| Figura 28. Resultados del modelo hidráulico del ARPSI ES124 _0029 Bco. Santos (Carnicería) (La Laguna) para un periodo de retorno de 500 años..... | 38 |
| Figura 29. Postproceso IBER de máximos calados para T100 del ES124_ARPSI _0048 Bco. Los Mogotes y las Arenitas(Arona).....                         | 39 |
| Figura 30. Postproceso IBER de velocidades para T100 del ES124_ARPSI _0048 Bco. Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                            | 39 |
| Figura 31. Zonificación de la zona inundable según Decreto 86/2002. Fuente: propia. ....                                                           | 40 |
| Figura 32. Constitución de la Zona de Flujo Preferente. ....                                                                                       | 43 |
| Figura 33. Mapa de calados de T500 del tramo ES124_ARPSI _0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                                             | 44 |
| Figura 34. Mapa de velocidades de T500 del tramo ES124_ARPSI _0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                                         | 44 |
| Figura 35. Mapa de zonas inundables de T500 del tramo ES124_ARPSI _0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                                    | 45 |
| Figura 36. Mapa de ZFP del tramo ES124_ARPSI _0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                                                         | 45 |
| Figura 37. Mapa de DPH del tramo ES124_ARPSI _0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona) .....                                                         | 46 |
| Figura 38. Secciones Censales (INE). DHTF. ....                                                                                                    | 49 |

|                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 39. Detalle Mapa de Riesgo a la Población del tramo ES124_ARPSI_0036 Bco del Muerto para un periodo de retorno de 500 años.....                                                                                                  | 50 |
| Figura 40. Categorías de uso de suelo adoptadas para los mapas de riesgo.....                                                                                                                                                           | 51 |
| Figura 41. Detalle actividades económicas del tramo ES124_ARPSI_0048 Los Mogotes y las Arenitas para un periodo de retorno de 500 años (Arona).....                                                                                     | 51 |
| Figura 42. Detalle actividades económicas del tramo ES124_ARPSI_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona).....                                                                                                                             | 52 |
| Figura 43. Elementos considerados para la determinación de los riesgos a puntos de especial importancia y áreas de importancia ambiental.....                                                                                           | 53 |
| Figura 44. Elementos significativos para la Protección Civil según la Guía “Propuesta de Mínimos”. .....                                                                                                                                | 54 |
| Figura 45. Detalle Mapa de Puntos de Especial Importancia. ES124_ARPSI_0029_03 Barranco de Santos y Carnicería para un periodo de retorno de 500 años. (La Laguna).....                                                                 | 55 |
| Figura 46 Detalle Mapa de Áreas de Importancia Ambiental. ES124_ARPSI_0036 Bco del Muerto (Términos municipales de San Cristóbal de La Laguna y Santa Cruz de Tenerife). .                                                              | 56 |
| Figura 47. Detalle del visor del SNCZI ( <a href="https://sig.miteco.gob.es/snczi/">https://sig.miteco.gob.es/snczi/</a> ) para la consulta de información de zonas inundables. Vista del Área Metropolitana Santa Cruz – La Laguna.... | 57 |
| Figura 48. Detalle de la información asociada a la cartografía de las zonas inundables del SNCZI. ....                                                                                                                                  | 58 |

## Índice de tablas

|                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. ARPSI fluviales cuyos Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación se exponen a consulta pública en el MAPRI del 3er ciclo. ....                                                                     | 7  |
| Tabla 2. Especificaciones técnicas de las diferentes coberturas LiDAR usadas para el MAPRI del 3er ciclo. ....                                                                                                | 19 |
| Tabla 3. Mallado vacío para representación edificios ARPSI 0029 Bco Santos .....                                                                                                                              | 21 |
| Tabla 4. Tipología de hidrogramas empleados. ....                                                                                                                                                             | 24 |
| Tabla 5. Tabla de caudales punta .....                                                                                                                                                                        | 26 |
| Tabla 6. Equivalencias entre T-fluvial y T-marítimo para el cálculo de las sobreelevaciones del nivel del mar. Fuente: Guía Metodológica del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)..... | 32 |
| Tabla 7. Estimación de la población afectada por código de ARPSI y término municipal. ....                                                                                                                    | 59 |
| Tabla 8. Resumen de la estimación de la población afectada de las ARPSI por término municipal. ....                                                                                                           | 60 |
| Tabla 9. Valoración Económica de los daños producidos por las ARPSI.....                                                                                                                                      | 61 |
| Tabla 10. Puntos de Especial importancia en Periodo 500 años. ....                                                                                                                                            | 63 |
| Tabla 11. Puntos de Especial importancia en Periodo 100 años. ....                                                                                                                                            | 64 |
| Tabla 12. Puntos de Especial importancia en Periodo 10 años. ....                                                                                                                                             | 66 |
| Tabla 13. Áreas protegidas ambientalmente potencialmente afectadas para T500. T100 Y T10 muy similares. ....                                                                                                  | 67 |

## 1 Introducción

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, en colaboración con las autoridades de Protección Civil de las comunidades autónomas, realizarán 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 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.

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 3er ciclo de la Directiva de Inundaciones. Dicha EPRI se actualizó como consecuencia de que trabajos posteriores concluyeron que existían zonas (adicionales a las identificadas) con un riesgo potencial de inundación significativo o en las cuales la materialización de tal riesgo pueda considerarse probable. Estas nuevas zonas no pudieron deducirse, como prescribe el artículo 4.2 de la Directiva, sobre la base de la información de que se disponga o que pueda inferir con facilidad, en su lugar, esta actualización tuvo que fundamentarse en un riguroso trabajo de conocimiento territorial y técnico a través de una modelización hidráulica avanzada, para lograr un análisis detallado del problema que suponen las riadas e inundaciones en la compleja orografía de Tenerife, implementando el uso de modelos hidráulicos bidimensionales que permiten una representación precisa de la geometría tridimensional de los cauces y de los fenómenos de flujo del agua.

El resultado de esta revisión fue la inclusión de **3 nuevos subtramos (21,80 km) y 19 nuevas (56,75 km) Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (en adelante, ARPSI), todos ellos de origen fluvial. De esta manera, según la revisión de la EPRI se determinan para este 3er ciclo de la Directiva de Inundaciones un total de 27 ARPSI, con una longitud total de 101,15 km.**

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*);
- Revisión de las obstrucciones al flujo (puentes, obras de drenaje y azudes);
- Adaptación y revisión de los estudios hidrológicos existentes y realización de nuevos estudios;
- Análisis general de los estudios hidráulicos existentes y construcción de nuevos modelos.
- Generación de la cartografía de peligrosidad;

- Generación de mapas de riesgo.

La metodología seguida para la elaboración del presente MAPRI del 3<sup>er</sup> ciclo ha sido, 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 los “Criterios de Revisión. Directiva Inundaciones - 2º Ciclo”, elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) en 2019.

Finalmente, los criterios aplicados en la elaboración de los Mapas de Riesgo han sido los establecidos en el documento “Propuesta de mínimos para la realización de los mapas de riesgo de inundación” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD).



Figura 1. Guías de referencia empleadas.

Además de las publicaciones mencionadas, el capítulo 14 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 3<sup>er</sup> ciclo de la Demarcación Hidrográfica de la isla de Tenerife (en adelante, DHTF) se estructura en el presente documento Memoria que, a su vez, incluye 4 Anexos:

- Anexo 1 “Listado de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación del tercer ciclo”, relación detallada de todos los tramos y subtramos ARPSI de la DHTF;
- Anexo 2 “Mapas de Peligrosidad y Riesgo y Zonas Legales de ARPSIs fluviales”, que contiene el conjunto de mapas generados;
- Anexo 3 “Fichas resumen de los modelos del tercer ciclo”, que recopilan la información técnica más relevante de los nuevos modelos hidráulicos construidos.
- Anexo 4 “Mapas de Peligrosidad y Riesgo y Zonas Legales de ARPSIs costeras”, que contiene el conjunto de mapas generados por costas en el 1<sup>er</sup> ciclo.

## 2 Actualización de la evaluación preliminar del riesgo

Tal como se ha comentado en el apartado anterior de 1.Introducción la actualización del 3er ciclo de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife, resulta indispensable porque se ha desarrollado nueva modelización hidráulica bidimensional avanzada. Esto ha permitido obtener un conocimiento topográfico, hidrológico e hidráulico mucho más preciso sobre la compleja orografía de los barrancos de Tenerife, logrando un diagnóstico exhaustivo y necesario para la actual elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación.

Para determinar de forma objetiva la selección de zonas o tramos ARPSI, se ha utilizado una metodología híbrida que cruza datos históricos de daños con una metodología que considera la peligrosidad y la exposición para definir un riesgo y con ello unos umbrales que determinen los tramos que tengan que tener un criterio de ARPSI.

Con todo ello la metodología utilizada se ha basado en los siguientes pasos:

- **Análisis Histórico de Daños:** Se emplearon los registros de indemnizaciones del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) para el periodo 1996-2024. Se fijó un umbral de alerta en aquellos códigos postales con daños acumulados en torno a 300.000 €, lo que abarca las áreas que concentran el 95% del gasto histórico total en la isla.
- **Evaluación de la Peligrosidad:** Se basó en las áreas inundables generadas por los modelos hidráulicos bidimensionales para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años (T10, T100 y T500), otorgando mayor peso específico a los eventos más recurrentes.
- **Evaluación de la Vulnerabilidad (Método Saaty):** Se utiliza la cartografía de ocupación del suelo de alta resolución (SIOSE AR) para clasificar el territorio. Se agrupan en 5 categorías establecidas en el Real Decreto 903/2010, de manera que permita su clasificación en función de las consecuencias en caso de inundación: Salud Humana (35%), Actividad Económica (30%), Infraestructuras (15%), Medio Ambiente (10%) y Patrimonio Cultural (10%).
- **Estimación del riesgo.** cruzando peligrosidad y vulnerabilidad, se generaron mapas con un índice de riesgo.
- **Definición de Umbrales de Riesgo:** Para llevar a cabo la toma de decisiones se llevó a cabo la ejecución de dos índices de riesgo el primero global - areal, asociado a cada tramo y el segundo que determina para cada tramo un estudio las superficies afectadas cuyo riesgo supera un determinado umbral.
- Finalmente se establece los umbrales definitivos de riesgo, definidos como tramos con "riesgo grave" que responde a la concurrencia simultánea de criterios específicos que integran tanto la vulnerabilidad como la exposición a fenómenos peligrosos. Se consideran zonas de riesgo grave aquellas donde existe una vulnerabilidad elevada de la población e infraestructura, combinada con la exposición a fenómenos de inundación que presentan una alta probabilidad de ocurrencia. Esta clasificación se fundamenta en dos criterios técnicos cuantitativos complementarios: primero, un índice estandarizado de riesgo global-areal que debe alcanzar un mínimo de 65 sobre 100,

lo que refleja la intensidad del riesgo en una escala normalizada que permite comparabilidad entre diferentes territorios; segundo, una densidad de riesgo lineal que se calcula como el cociente entre la superficie total en riesgo alto (en metros cuadrados) y la extensión lineal del tramo estudiado (en metros), cuyo valor debe superar los 28 m<sup>2</sup>/ml. Este último indicador es particularmente relevante para la planificación territorial, ya que cuantifica la concentración de área afectada por unidad de longitud, permitiendo identificar tramos donde el riesgo se concentra de manera crítica. La combinación de estos criterios—vulnerabilidad elevada, exposición con alta probabilidad, índice superior a 65/100 y densidad lineal mayor a 28 m<sup>2</sup>/ml—define zonas que requieren intervención prioritaria. Conclusiones y Resultados finales:

Tras la aplicación de los umbrales de riesgo y el cruce con los datos históricos, **se seleccionan 19 tramos nuevos que cumplen los criterios establecidos para su consideración como tramos ARPSI de origen fluvial, y se han ampliado 2 tramos ya incluidos en la categoría ARPSI**. Estos tramos superan los umbrales de riesgo potencial fijados y se localizan en municipios que acumulan gastos por indemnizaciones de gran relevancia en el contexto de la Demarcación. **En su defecto, su selección obedece a criterios históricos, recomendaciones y/o análisis de diversos organismos, al conocimiento del terreno del Consejo Insular de Aguas de Tenerife o al criterio experto.**

Como resultado final de la actualización de la EPRI se concluye:

- Mantenimiento de la red histórica: Se mantienen intactas las **8 ARPSI (que suman 22,59 km). de origen fluvial-pluvial que ya habían sido designadas** en los dos ciclos de planificación anteriores.
- Designación de nuevas áreas: **Se incorporan 19 nuevos tramos ARPSI (que suman 56,76 km)**. Estos tramos han sido seleccionados porque superan los exigentes umbrales de riesgo de la nueva modelización, por su alto impacto económico en indemnizaciones, o bajo el criterio experto y técnico del Consejo Insular de Aguas de Tenerife.
- Ampliaciones y actualizaciones: Se ha decidido ampliar **2 tramos ARPSI preexistentes, incorporando 3 nuevos subtramos y actualizando los ARPSIS existentes (21,80 km adicionales)** donde se han constatado altos valores de riesgo e indemnizaciones.
- Balance fluvial total: Como resultado de la actualización de este 3er ciclo, la Demarcación Hidrográfica de Tenerife pasa a gestionar un total de **101,15 km de cauces oficialmente catalogados como ARPSI**.

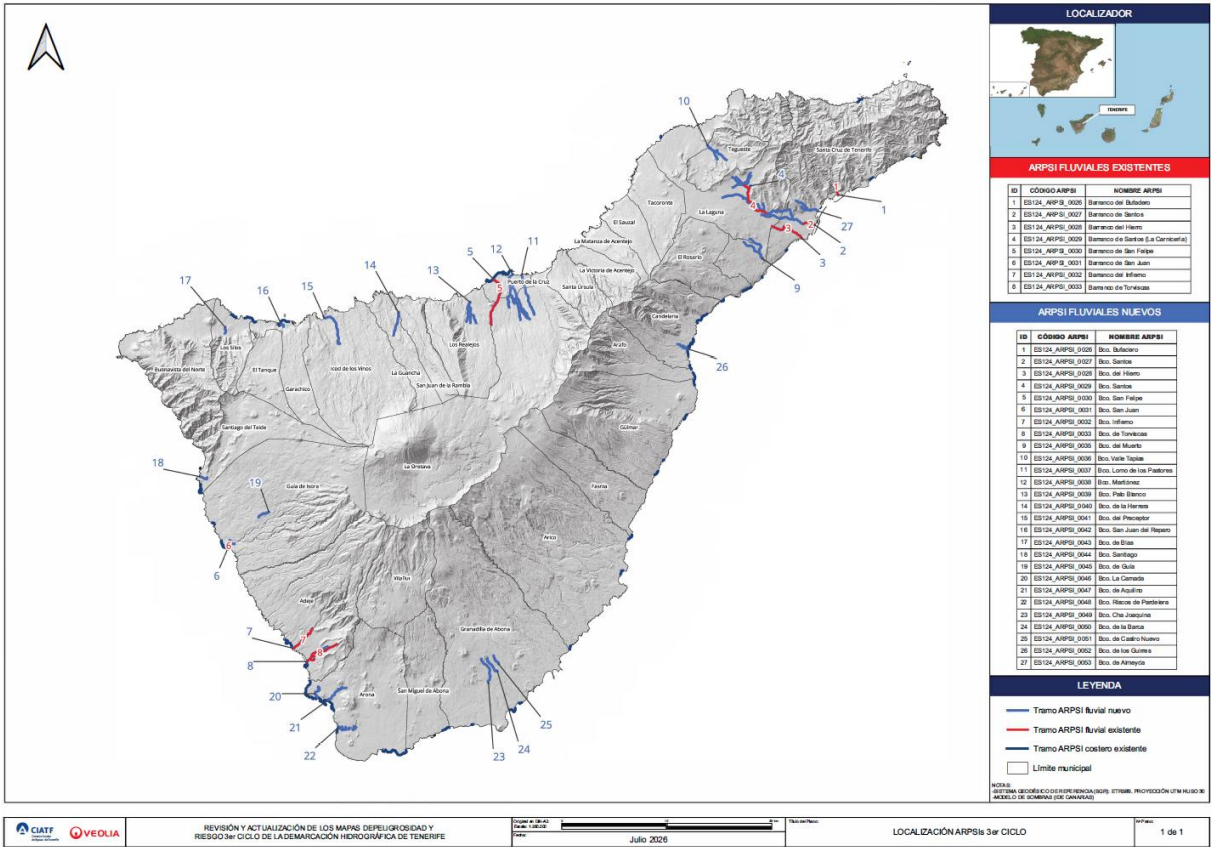


Figura 2. ARPSI fluviales propuestos para la actualización de la EPRI de 3er ciclo

### 3 Alcance de la revisión de los MAPRI

#### 3.1 Tramos fluviales - pluviales

Los mapas sobre los que se desarrolla este proceso de consulta pública se corresponden con las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) determinadas en la revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación del Tercer Ciclo, que se muestra como se ha comentado anteriormente en el Anexo 2.

En concreto, en esta Memoria se presenta un resumen de la metodología de la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación, que en el presente 3<sup>er</sup> ciclo han dado lugar a la actualización y generación de nuevos resultados para los siguientes subtramos y tramos ARPSI:

- 8 ARPSI existentes de ciclos anteriores para los que se ha vuelto a generar nueva cartografía de zonas inundables.
- Los 3 nuevos subtramos ARPSI incluidos en la revisión y actualización de la EPRI del 3<sup>er</sup> ciclo, de los ARPSI correspondientes a ES124\_ARPSI\_0027 y ES124\_ARPSI\_0029;
- 19 tramos nuevos tramos ARPSI incluidos en la revisión y actualización de la EPRI del 3<sup>er</sup> ciclo, que figuran en las últimas filas de la tabla 1;

La siguiente tabla recopila los 27 ARPSI resultantes comentados anteriormente.

| TRAMO ARPSI      | CAUCE                          | LONGITUD SUBTRAMO (km) | CARTOGRAFÍA PELIGROSIDAD         | CARTOGRAFÍA RIESGO    |
|------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| ES124_ARPSI_0026 | BCO. DEL BUFADERO              | 1,19                   | Revisada, con cambios            | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0027 | BCO. DE SANTOS                 | 9,73                   | Revisada, con cambios y ampliada | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0028 | BCO. DEL HIERRO                | 3,70                   | Revisada, con cambios            | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0029 | BCO. DE SANTOS (LA CARNICERÍA) | 15,38                  | Revisada, con cambios y ampliada | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0030 | BCO. DE SAN FELIPE             | 5,02                   | Revisada, con cambios            | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0031 | BCO. DE SAN JUAN               | 1,32                   | Revisada, con cambios y ampliada | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0032 | BCO. DEL INFIERNO              | 2,80                   | Revisada, con cambios            | Revisada, actualizada |
| ES124_ARPSI_0033 | BCO. DE TORVISCAS              | 5,25                   | Revisada, con cambios            | Revisada, actualizada |

| TRAMO ARPSI      | CAUCE                           | LONGITUD SUBTRAMO (km) | CARTOGRAFÍA PELIGROSIDAD | CARTOGRAFÍA RIESGO |
|------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| ES124_ARPSI_0035 | BCO. DEL MUERTO                 | 4,87                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0036 | BCO. AGUA DE DIOS               | 4,01                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0037 | BCO. LOMO DE LOS PASTORES       | 4,26                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0038 | BCO. MARTIÁNEZ                  | 12,41                  | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0039 | BCO. PALO BLANCO                | 4,96                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0040 | BCO. LA HERRERA                 | 2,33                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0041 | BCO. EL PRECEPTOR               | 3,77                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0042 | BCO. LA HOYA                    | 0,50                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0043 | BCO. DE BLAS                    | 0,65                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0044 | BCO. ARCHIPENQUE                | 0,84                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0045 | BCO. DE GUÍA                    | 1,19                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0046 | BCO. LA CARNADA                 | 1,49                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0047 | BCO. DE AQUILINO                | 2,75                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0048 | BCO. LOS MOGOTES Y LAS ARENITAS | 2,28                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0049 | BCO. CHA JOAQUINA               | 2,82                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0050 | BCO. DE LA BARCA                | 1,78                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0051 | BCO. DE CASTRO NUEVO            | 0,99                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0052 | BCO. DE LOS GUIRRES             | 1,50                   | Nueva                    | Nueva              |
| ES124_ARPSI_0053 | BCO. DE ALMEYDA                 | 3,36                   | Nueva                    | Nueva              |

Tabla 1. ARPSI fluviales cuyos Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación se exponen a consulta pública en el MAPRI del 3er ciclo.

### 3.2 Tramos costeros

En relación con los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación causada por el mar en las aguas costeras y de transición, de acuerdo con el artículo 10.1 del Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión del riesgo de inundación, es la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica, el órgano competente para la elaboración de esta documentación.

En este ciclo **no sufren cambios las ARPSIs costeras, manteniéndose los mapas generados por la administración competente (D.G. de la Costa y el Mar) en ciclos anteriores y publicadas en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.**

## 4 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 para cada ARPSI, identificada en la EPRI, para los escenarios de alta (cuando proceda), 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, marcando unas fechas límite para su revisión y actualización. Estas fechas han sido establecidas en el RD 903/2010 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 3<sup>er</sup> ciclo fue sometida a Consulta Pública por un plazo de 3 meses tras su publicación en el [BOC en abril de 2025](#)”

### ➤ 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 3<sup>er</sup> ciclo debe ser publicada a finales de diciembre de 2025, una vez sometida al proceso de Consulta Pública durante 3 meses.

No obstante, debido a los complejos trabajos de levantamiento topográfico mediante dron y escáner 3d, además de la modelización hidráulica bidimensional, han motivado la extensión de los trabajos durante parte de 2026, a fin mejorar la caracterización de las ARPSI existentes e incorporar 19 adicionales.

## ➤ Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI)

### Primer ciclo

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

### Segundo ciclo

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

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

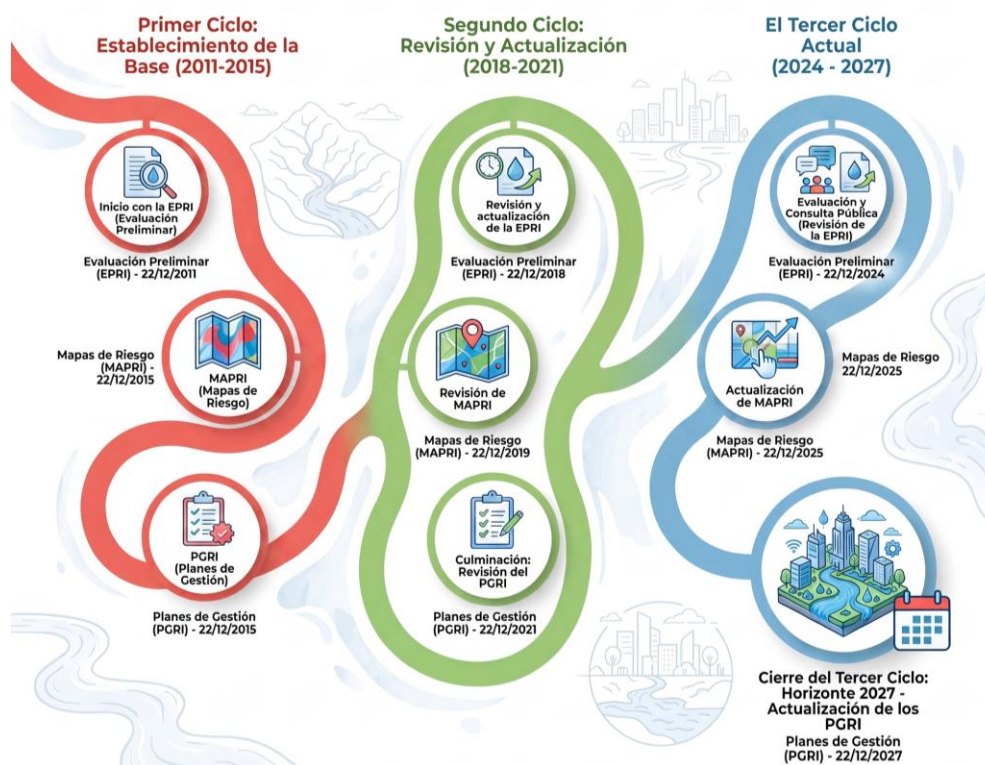


Figura 3. Esquema de las fechas límite para la implementación de la Directiva Europea de Inundaciones en España según el RD 903/2010.

## 5 Obtención de mapas de peligrosidad y riesgo de ARPSIs Costeras

Tal como se comenta en puntos anteriores en este ciclo los mapas de los ARPSIs costeros **no sufren cambios, manteniéndose los generados por la administración competente (D.G. de la Costa y el Mar) en ciclos anteriores y publicadas en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables**. Aun así, se considera oportuno detallar brevemente la metodología de obtención de dichos mapas que se detalla a continuación:

La metodología para estimar la extensión de la inundación y elaborar los mapas de peligrosidad en la costa española, desarrollada con el apoyo del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria), se estructura en dos fases o aproximaciones principales que combinan bases de datos climáticas de alta resolución (proyecto C3E) con herramientas de modelización numérica y Sistemas de Información Geográfica (SIG):

### Fase 1: Inundación por Nivel del Mar (Zonas Abrigadas)

Esta primera aproximación se utilizó para calcular la inundación considerando únicamente la dinámica del nivel del mar, sin incluir el efecto directo del oleaje. Sus resultados son válidos principalmente en áreas resguardadas, tales como el interior de rías, estuarios o zonas protegidas por infraestructuras portuarias.

**Obtención de datos:** Se parte de series temporales de nivel de mar (1948-2008) del proyecto C3E, integrando la marea astronómica (MA), la marea meteorológica (MM) y el nivel medio del mar de referencia en Alicante (NMMA).

**Cálculo extremal:** Para cada posición costera, se calcula la cota de inundación extremal asociada a diferentes periodos de retorno (siendo de especial importancia  $T = 100$  años para media probabilidad y  $T = 500$  años para escenarios extremos de baja probabilidad).

**Determinación espacial:** Las cotas de inundación calculadas se intersectan mediante herramientas SIG con el Modelo Digital del Terreno del IGN (paso de malla de 5 m) para delimitar las zonas inundables por nivel.

### Fase 2: Inundación por Nivel y Oleaje (Zonas Expuestas)

En las zonas de costa directamente expuestas a la incidencia de temporales se aplica una compleja metodología bidimensional que integra el **efecto conjunto del nivel del mar y el oleaje**. No se aplica a tramos acantilados (con pendientes continuas superiores al 50% o desniveles mayores de 30 metros) ni a zonas ya resueltas en la Fase 1. A continuación se detallan los elementos a considerar para la modelización:

- **Segmentación costera:** La línea de costa se discretiza en puntos con una separación nominal de **200 metros**.
- **Cortes de perfiles:** En cada punto se traza un perfil transversal del terreno de 1500 metros (1000 m hacia tierra y 500 m hacia el mar). Para que la modelización sea físicamente correcta, la dirección del corte sigue la dirección predominante de flujo de

energía de los temporales ( $\theta_{FE}$ ) y el perfil sumergido se une suavemente con el emergido utilizando la profundidad de cierre ( $h^*$ ).

- **Selección de dinámicas climáticas extremas:** A partir de bases de datos de oleaje de alta calidad (DOW), se extraen series horarias de más de 60 años. De estas series, se seleccionan únicamente los 183 temporales históricos por perfil que estiman un mayor *run-up* (remonte de la ola) utilizando fórmulas aproximadas.
- **Clasificación estadística e IH-2VOF:** Debido a que simular numéricamente cada hora de temporal en los más de 30 000 perfiles de la costa nacional requeriría una capacidad de cómputo inasumible, se aplican algoritmos de clasificación de alta dimensionalidad (como *Max-Diss* y *K-Means*). Esto permite agrupar los perfiles y temporales en un número óptimo de clústers representativos que luego son modelados detalladamente con el modelo de dinámica de fluidos **IH-2VOF**.
- **Estadísticas de Inundación ( $Ru2\%$  e  $I2\%$ ):** El modelo IH-2VOF resuelve la hidrodinámica en la zona de rompientes y estima con gran precisión el remonte vertical superado por el 2% de las olas ( $Ru2\%$ ) y el alcance horizontal correspondiente ( $I2\%$ ) para cada estado de mar simulado.
- **Ajuste extremal y cálculo de alcance final:** Utilizando los resultados de las simulaciones y aplicando técnicas POT (*Peaks Over Threshold*) bajo una distribución generalizada de Pareto (GPD), se ajustan los regímenes extremos para estimar la cota de inundación (CI) y la distancia de inundación (DI) para  $T=100$  y  $T=500$  años. La extensión costera definitiva en el perfil se determina seleccionando el valor menor entre la CI y la DI, asegurando la coherencia frente a barreras geográficas (como dunas).

### Integración y Generación de Mapas de Peligrosidad

Finalmente, toda la información geométrica resultante se procesa en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se rectifican y refinan los mapas obtenidos en la Fase 1 (nivel del mar) integrando los perfiles costeros modelados con oleaje de la Fase 2.

El límite de inundación definitivo se establece como la envolvente máxima espacial entre ambas aproximaciones. Los mapas de peligrosidad definitivos se exportan en formato ráster referenciados al sistema UTM ETRS89.

## 6 Información cartográfica y topográfica

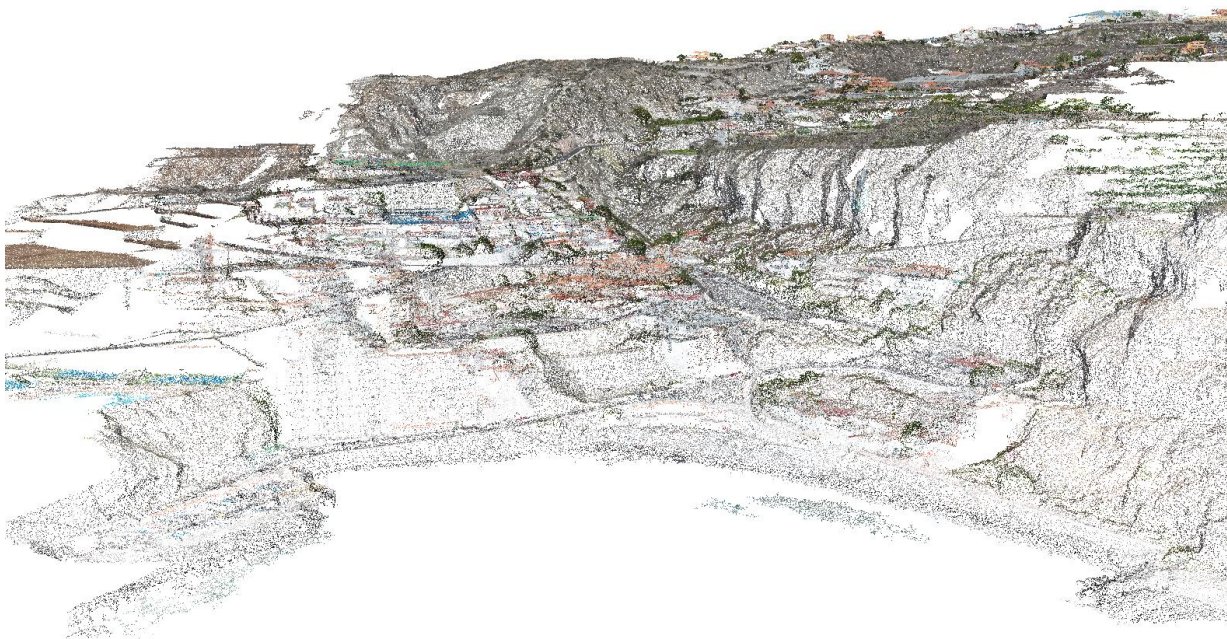
Este apartado recoge la descripción del material cartográfico empleado para la generación de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo tanto de las nuevas ARPSI del 3<sup>er</sup> ciclo como de aquellas ARPSI, de ciclos anteriores, cuya cartografía de zonas inundables se ha considerado revisar en esta fase. La tabla 7 del presente documento recoge la información relativa al tipo de mapas generados sobre cada uno de los tramos revisados.

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:

- Los Modelo Digital del Terreno (MDT) utilizados para las modelizaciones hidráulicas analizadas en este documento se han generado a partir de vuelos fotogramétricos mediante dron, complementados con vuelos LiDAR disponible de cada zona de estudio.
- Ortofotos generadas a partir del vuelo fotogramétrico con dron, complementado con la ortofotografía del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) de máxima actualidad, disponibles a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).
- Inventario de estructuras (elementos obstrutores del flujo) procedentes de recopilación de estudios específicos, trabajos existentes y visitas a campo.
- Levantamiento topográfico de tramos entubados: Se trata de topografía obtenida mediante escáner LIDAR del interior de tramos entubados para obtener las características del propio entubamiento y representar dichas condiciones en el modelo.

### 6.1 Levantamiento topográfico de zonas de estudio

Para la generación de los Modelos Digitales del Terreno (MDT) con los que se ha trabajado para la elaboración del MAPRI del 3er ciclo, **se han realizado levantamientos topográficos específicos y detallados de cada tramo de la zona de estudio**, estableciendo una cobertura de 200 metros medidos desde eje del barranco, que ha permitido capturar con mayor precisión la compleja orografía característica de la isla de Tenerife. Estos levantamientos topográficos concretos, ejecutados mediante técnicas de fotogrametría aérea, han sido fundamentales para resolver la irregularidad extrema del terreno insular, donde la presencia de barrancos profundos, laderas escarpadas, cambios abruptos de elevación y formaciones volcánicas requieren una densidad de datos muy superior a la de terrenos convencionales.



*Figura 4. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124\_0041 Bco. Preceptor (Icod de los Vinos)*

La precisión planimétrica de  $\pm 5$ -10 cm y altimétrica de  $\pm 10$ -20 cm han permitido capturar con fidelidad el relieve y las singularidades topográficas que condicionan el comportamiento hidráulico de los barrancos estudiados. Esta estrategia de levantamiento detallado y segmentado por tramos ha resultado esencial para la correcta delimitación de las zonas inundables, asegurando que la modelización reflejara fielmente la compleja realidad topográfica de Tenerife.



*Figura 5. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124\_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife) vista lateral*

Para la realización de los vuelos para la toma de datos e imágenes aéreas RGB de alta resolución de las áreas objeto de estudio, se seleccionó un RPAS de ala rotativa Matrice 300 RTK del fabricante DJI, equipado con sensores compensados y/o estabilizados en 3 ejes. La selección de una plataforma RPAS se ve justificada por los requerimientos de altura de vuelo y velocidad necesarias para la captura de datos, siendo esta metodología de trabajo la más idónea para alcanzar los objetivos de precisiones y densidad de puntos requeridos.



*Figura 6. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124\_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife) vista de abajo arriba*

## 6.2 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 informaciones procedentes de 3 fuentes:

- **Base de datos de ODTs:** Se trata de una base de datos de los diferentes entubamientos inventariada por el CIATF que cuentan con zonificación espacial y fichas resumen da características de ellas.

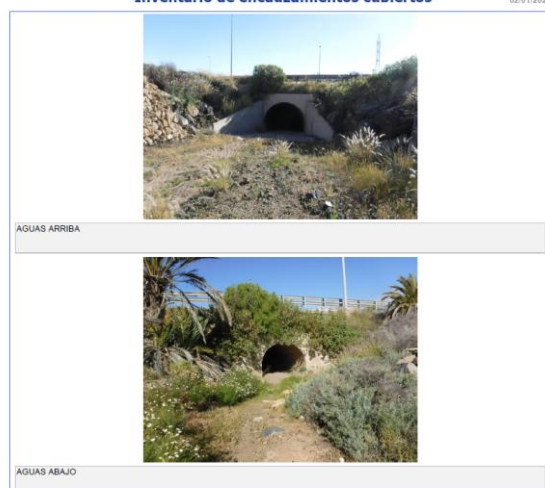


Figura 7. Base de datos de las ODTs del CIATF

- **Fichas de puentes y obras de paso con levantamiento topográfico:** Se trata de topografía obtenida mediante GPS y escáner LIDAR de las entradas y salidas de elementos de cruce transversal del propio cauce como puentes, obras de drenaje transversal de pequeña longitud.

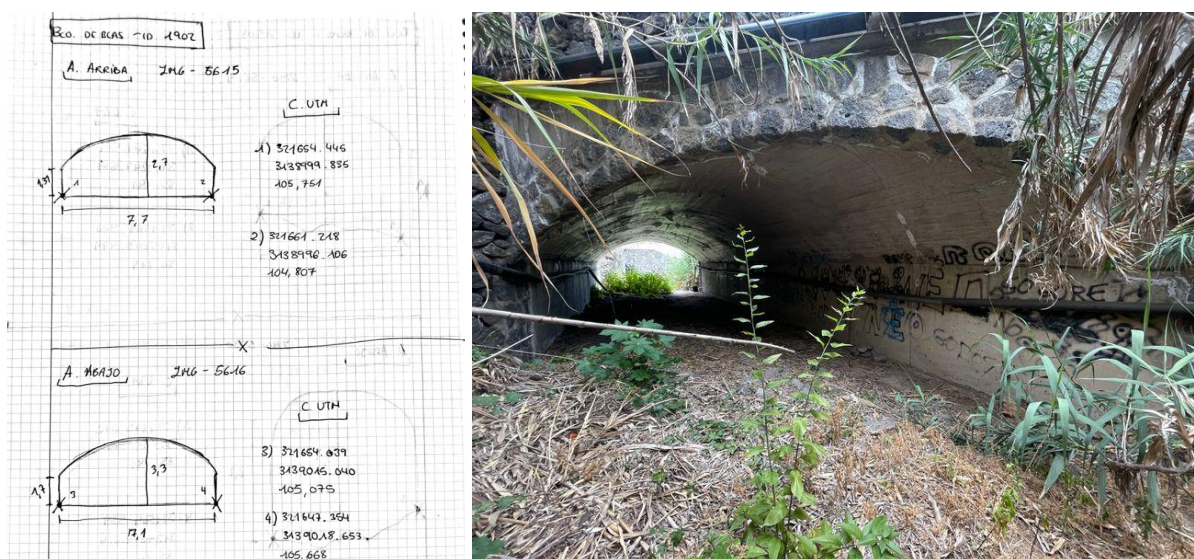
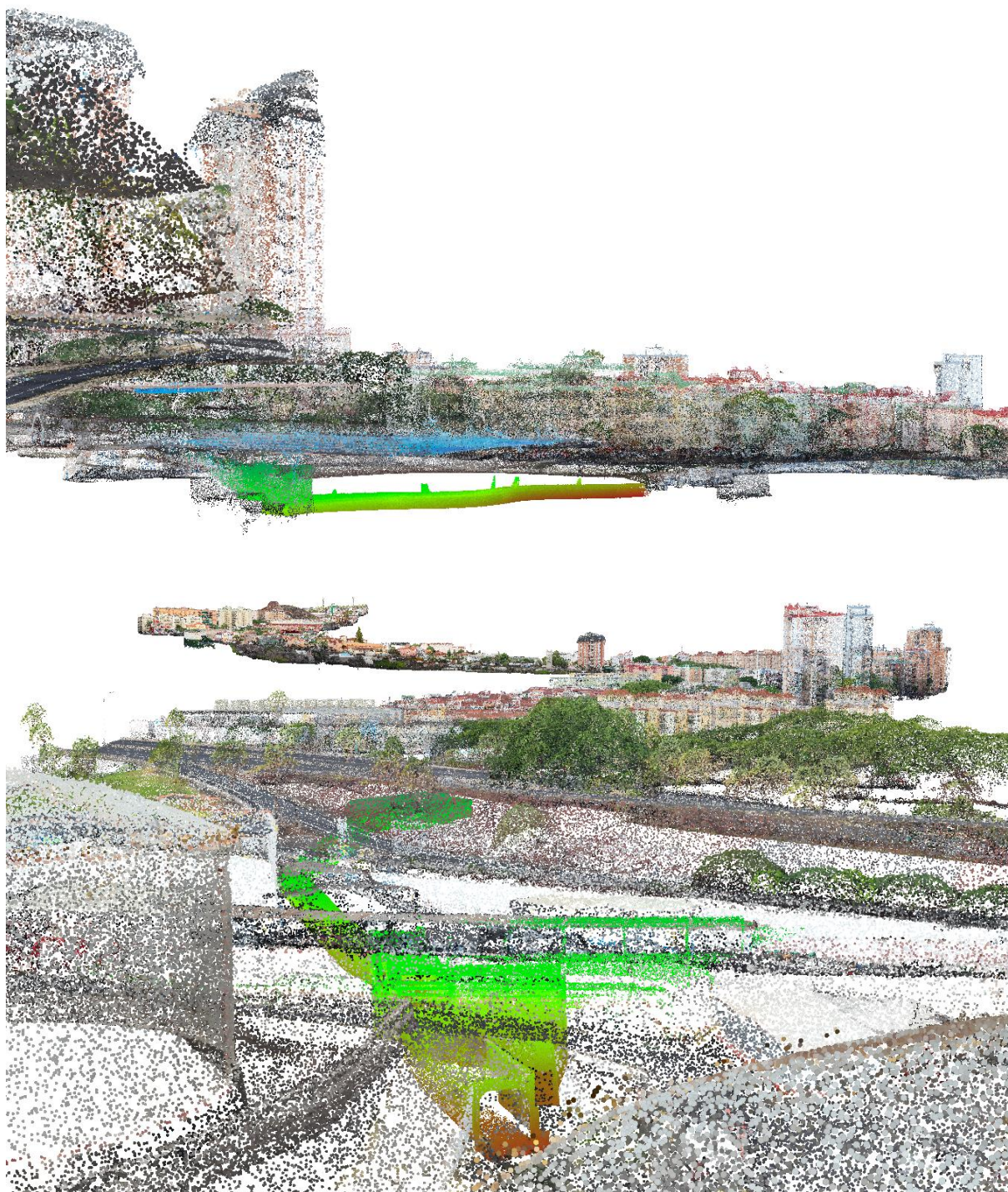


Figura 8. Croquis y fotografía de una obra de drenaje transversal en el ARPSI 0043 Bco Blas (Los Silos)

- **Levantamiento topográfico de tramos entubados:** al igual que los levantamientos topográficos realizados mediante vuelo dron para todos los tramos estudiados, se ha llevado a cabo un levantamiento específico mediante tecnología de escaner LiDAR de los tramos entubados presentes en las zonas de estudio, aspecto de particular relevancia dado que Tenerife presenta una extensa red de conductos soterrados que condicionan significativamente el comportamiento hidráulico. Este levantamiento detallado permitió capturar con precisión la geometría interna de los entubamientos, incluyendo todos los cambios de sección, variaciones de pendiente y singularidades topográficas del terreno que discurren bajo la superficie urbana. La información obtenida ha sido fundamental para la modelización hidráulica, ya que ha posibilitado la representación fiel de estos tramos soterrados en el modelo, asegurando que las simulaciones reflejaran adecuadamente cómo los conductos entubados modifican las

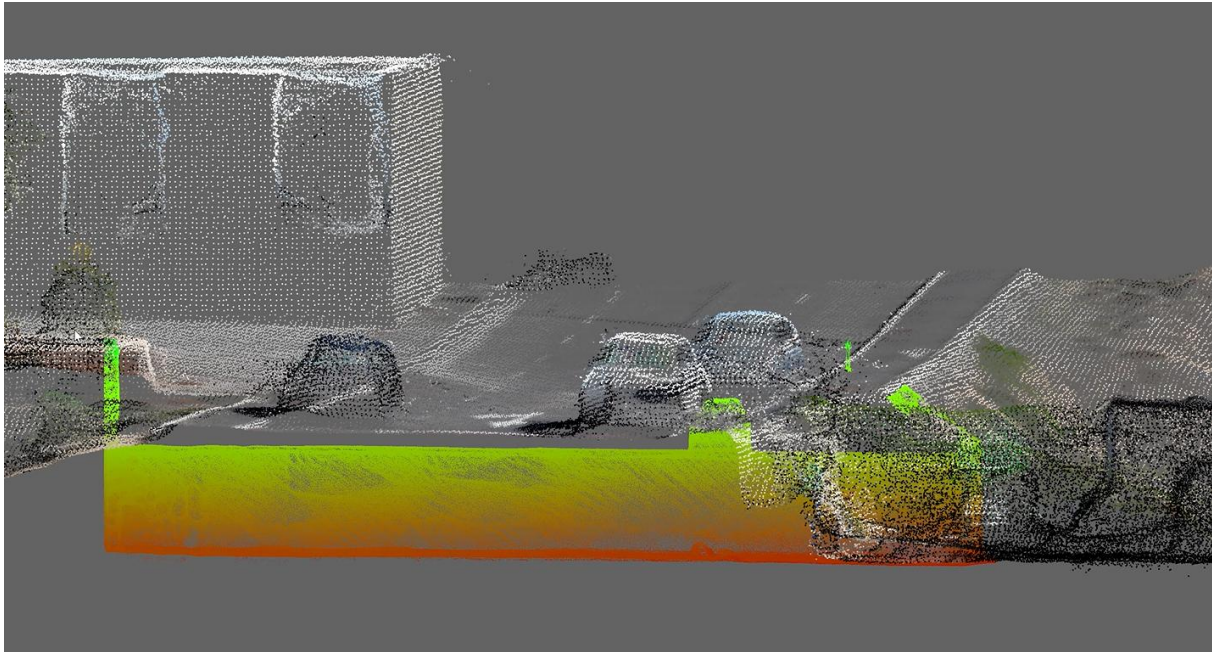
direcciones de flujo, alteran las velocidades de escorrentía y generan puntos conflictivos y de desborde.



*Figura 9. Levantamiento LIDAR de entubamiento sobre levantamiento LIDAR de vuelo del tramo ARPSI ES124\_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife)*

Los sistemas LiDAR empleados en este levantamiento proporcionaron una precisión vertical de  $\pm 0.05$  a 0.10 metros y una resolución espacial de 0.1 a 0.5 metros, permitiendo detectar con exactitud las variaciones milimétricas en la sección de los conductos y las irregularidades internas de los entubamientos. Estos escáneres LiDAR de última generación operan mediante pulsos láser de alta frecuencia que penetran en

los conductos soterrados, generando nubes de puntos 3D densas con millones de datos por metro lineal, lo que facilita la reconstrucción tridimensional precisa de la geometría interna. La tecnología LiDAR resulta especialmente ventajosa en este contexto urbano complejo, ya que permite trabajar en espacios confinados y con escasa iluminación natural, capturando detalles que serían inaccesibles mediante métodos topográficos convencionales. De esta manera, la integración de los datos LiDAR de los entubamientos en la modelización garantiza una representación completa y realista de los tramos soterrados, mejorando significativamente la precisión de las modelizaciones hidráulicas y la identificación de zonas de riesgo por inundación en los municipios de estudio.



*Figura 10. Levantamiento LIDAR de entubamiento sobre levantamiento LIDAR de vuelo del tramo ARPSI ES124\_0050 Bco. de la Barca (Granadilla de Abona)*

### 6.3 Modelo Digital del Terreno

Por otro lado, el MDT se ha completado a partir de la información procedente los vuelos LiDAR llevados a cabo por el [Instituto Geográfico Nacional](#) (en adelante, IGN) en el marco del proyecto del [Plan Nacional de Ortofotografía Aérea](#) (PNOA – LiDAR).

Tal y como establece la Guía SNCZI, los MDT empleados deben ser capaces de representar fielmente la realidad del terreno. Según esto, se ha hecho uso de la información LiDAR más actualizada posible en cada área de estudio, así los tramos estudiados se realizaron sobre información procedente de la 3ª cobertura y los vuelos fotogramétricos que aportan un detalle excelso para la representación de las condiciones topográficas de los barrancos

Concretamente el LIDAR del PNOA 3ª cobertura trata nubes de puntos con coordenadas (x, y, z en REGCAN85, UTM 28), obtenidas mediante sensores LiDAR aerotransportados, con una densidad **de 5 puntos por metro cuadrado y una precisión altimétrica mejor a 10 cm de RMSE en altura**. Las nubes de puntos han sido procesadas y clasificadas automáticamente, y se les ha añadido color RGBI (información en 4 bandas: rojo, verde, azul e infrarrojo) a partir de imágenes capturadas simultáneamente con los vuelos LiDAR, con un

tamaño de píxel de 25 cm. Han sido desarrolladas en el proyecto PNOA-LiDAR en 2023 y lo pone a su disposición el IGN.

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

| CARACTERÍSTICA                  | COBERTURA VUELO FOTOGRAMÉTRICO | COBERTURA VUELO 3ª COBERTURA |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Densidad mínima de puntos       | 200 puntos /m²                 | 5 puntos /m²                 |
| Años vuelo                      | 2025-2026                      | 2022 - 2024                  |
| Sistema geodésico de referencia | REGCAN85 (UTM Huso 28N)        | REGCAN85 (UTM Huso 28N)      |
| RMSE Z                          | ±0.15-0.20 m                   | 10 cm                        |
| Precisión planimétrica estimada | ±0.05-0.10 m (±5-10 cm)        | ±0.30-0.50 m (±30-50 cm)     |

Tabla 2. Especificaciones técnicas de las diferentes coberturas LiDAR usadas para el MAPRI del 3er ciclo.

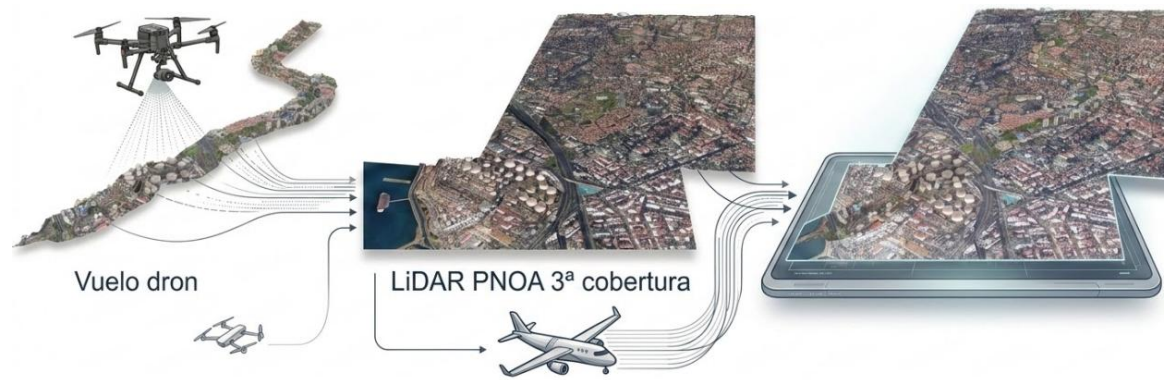
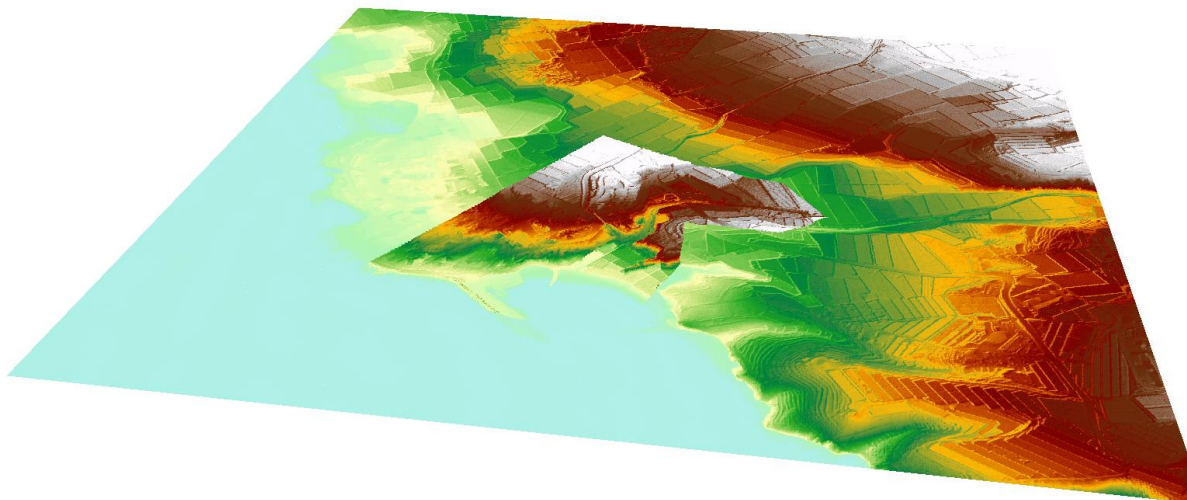


Figura 11. Proceso de construcción de MDT



Figura 12. Nube de puntos RGB del Vuelo fotogramétrico del ARPSI ES124\_0028 Bco. del Hierro (Santa Cruz de Tenerife) sobre el vuelo LiDAR PNOA de 3ª cobertura

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



*Figura 13. MDT del vuelo fotogramétrico complementado con el MDT del PNOA de 3º cobertura en el ARPSI ES124\_0031 Bco. San Juan (Guía de Isora)*

Con objeto de determinar si ha habido modificaciones en el terreno ocurridas desde la generación de la información del vuelo y del PNOA de las diferentes coberturas indicadas, se ha hecho uso de las ortofotografías del PNOA ([comparador de ortofotos del PNOA](#)), así como de otro tipo de información cartográfica actualizada (Base Topográfica Nacional 2025 ([BTN25](#)), usos del suelo procedentes del [SIOSE AR](#) (alta resolución), etc.).

Este análisis es de especial interés ya que puede influir significativamente en los resultados de los modelos. Algunos ejemplos de estas modificaciones relevantes para los resultados serían aquellas obras hidráulicas ejecutadas en los cauces de estudio (encauzamientos, obras transversales tipo azud, canales de derivación, etc.), obras de infraestructura lineal como carreteras y líneas de ferrocarril, obras de paso, estructuras laterales tipo mota, nuevas edificaciones y, en general, actuaciones en zonas donde se estime que pueda alcanzar la inundación. Algún caso de estudio se ha observado cambios derivados de la construcción de urbanizaciones como en el tramo ES124\_3032 en la zona del Palmar, o en la desembocadura del tramo ES124\_3184 Barranco de Lomo de los Pastores.

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

- "MDT Natural" que representa la superficie del terreno en su estado actual, incluyendo la presencia de puentes e infraestructuras existentes. Este escenario refleja fielmente la topografía sin modificaciones, manteniendo todos los elementos constructivos que condicionan el flujo de escorrentía, permitiendo así una modelización que reproduce las condiciones reales del territorio tal como se encuentra en la actualidad.
- "MDT Mixto" empleado en las modelizaciones de períodos de retorno T010, T100 y T500, que representa las condiciones topográficas actuales del entorno urbano y periurbano. Este modelo digital integra las infraestructuras lineales existentes (viales, ferrocarriles, conducciones) y las motas de defensa, pero elimina la representación de puentes y diques para permitir el flujo libre de escorrentía sin obstáculos, facilitando

así una modelización que refleja las condiciones de máxima vulnerabilidad del territorio. El modelo no incluye la representación de la vegetación al igual que el anterior.

El resultado final, en ambos casos, será un MDT de resolución 0,2x0,2 m.

Cabe destacar que los dos productos generados descritos anteriormente no cuentan con la representación explícita de las edificaciones. Para resolver este aspecto, se ha actuado sobre el mallado de cálculo, de forma que las edificaciones han quedado representadas mediante "huecos" o zonas de mallado vacío sobre el terreno restituído, utilizando la trama de edificaciones del BTN25 como referencia cartográfica oficial. Este enfoque se considera adecuado ya que permite que las edificaciones actúen como barreras fijas impermeables al flujo, impidiendo que la escorrentía penetre en su interior y garantizando que el agua circule fielmente por el entramado vial y las calles. De esta manera, se mejora significativamente la representación de la red viaria urbana y se reduce la presencia de cotas ficticias en los contornos de construcciones aisladas y manzanas de edificios, proporcionando una modelización más realista del comportamiento hidráulico en el medio urbano.

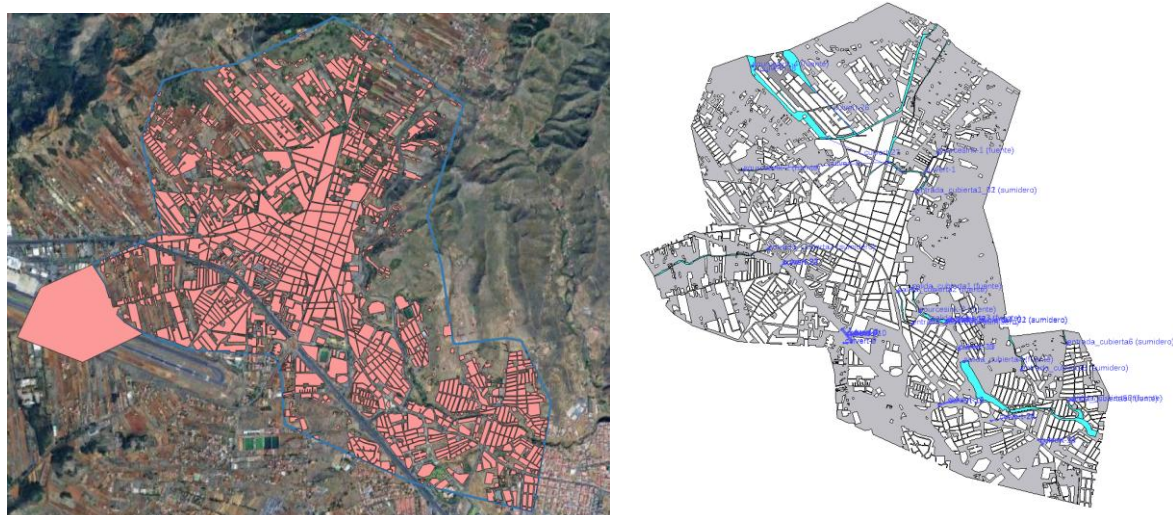


Tabla 3. Mallado vacío para representación edificios ARPSI 0029 Bco Santos

## 7 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, cuando proceda;
- Probabilidad media de inundación (periodo de retorno  $\geq 100$  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 DHTF 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.

El cálculo de los caudales de avenida se ha realizado con base en la información hidrológica disponible en cada cuenca.

El Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIAFT), reconociendo la necesidad de evaluar adecuadamente los caudales de avenida, desarrolló la *“Guía Metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife”*.

La guía emplea un modelo global que se alimenta de parámetros extraídos de GIS donde la información del sistema distribuido se representa en coberturas ráster de los parámetros en cada subcuenca, lo que supone un método intermedio entre el global y el distribuido.

El método más extendido para simular caudales en modelos globales, y que se emplea por defecto en la elaboración de la Guía, es el del **hidrograma unitario (utilizado para cuencas de más de 3 km<sup>2</sup>)**, que representa el caudal que produce la cuenca como respuesta a un exceso de lluvia de valor unidad y duración determinada. Para **cuencas menores de 1 km<sup>2</sup> se utiliza el método racional** y para las cuencas intermedias una media ponderada entre ambos métodos.

En este contexto el CIAFT desarrolló una aplicación para la simulación de los caudales de avenida y la obtención de los parámetros físicos e hidrológicos asociados a todas las cuencas vertientes tanto a cauces como a mar en toda la Isla.

La Guía Metodológica tiene dos objetivos:

- Ajustar las hipótesis de simulación a los datos de caudales extremos observados o a cualquier otra información contrastada, mediante un proceso de verificación que, en cierto modo, sustituye a la imprescindible tarea de calibración que habría que realizar en caso de existir datos de aforo.
- Establecer los criterios recomendados por la Guía Metodológica para la obtención de los caudales de avenida, a partir del análisis previo de las hipótesis de cálculo hidrológico más plausibles y de la verificación de resultados de la hipótesis seleccionada.

Por consiguiente, en el proceso de obtención de la magnitud y la forma de los hidrogramas de avenida asociados a cada periodo de retorno en aquellos tramos identificados como ARPSI se ha utilizado dicha **Guía Metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife que lleva en funcionamiento más de 15 años y se encuentra totalmente implantada para estudios y proyectos técnicos en la isla de Tenerife.**

La Guía Metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife representa una metodología robusta y validada que se justifica por varios aspectos fundamentales:

- Ha sido específicamente desarrollada por el CIATF considerando las particularidades hidrogeológicas y climáticas de la isla.
- Integra un enfoque híbrido entre modelos globales y distribuidos que permite una caracterización detallada de las cuencas mediante parámetros GIS.
- Incorpora procesos de verificación que compensan la falta de datos de aforo debido a las características torrenciales de la zona.
- Se ha aplicado y validado extensivamente en numerosos proyectos insulares.
- Proporciona criterios estandarizados y recomendaciones específicas para la obtención de caudales de avenida adaptados al contexto local.
- Considera las limitaciones propias de una región árida con escorrentías torrenciales y alta erosión.

**Por todo ello, constituye la herramienta más adecuada y fiable para la caracterización hidrológica necesaria en los modelos hidráulicos de la isla.**

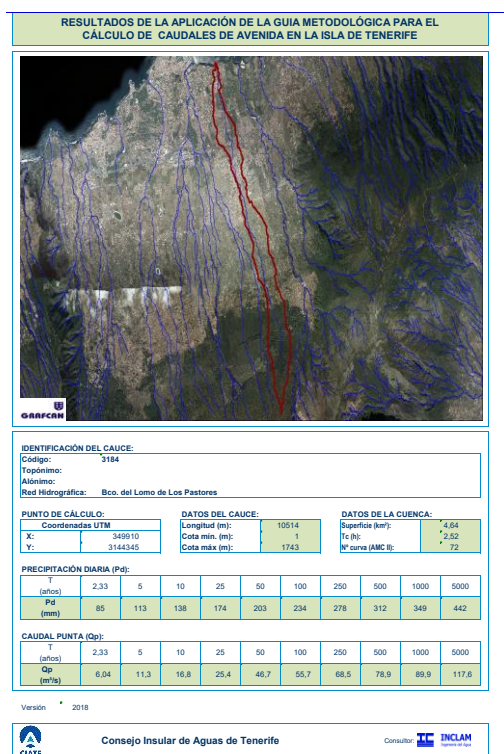


Figura 14. Informe de Guía Metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife en el tramo de ES124\_ARPSI\_0052 Barranco de Lomo de los Pastores (Puerto de la Cruz)

Por otro lado, en aquellos casos donde las cuencas de estudio son inferiores a 3 km<sup>2</sup> y la guía sólo proporciona caudales para cada periodo de retorno sin especificar la forma del hidrograma, se ha llevado a cabo la utilización del hidrograma unitario sintético desarrollado por el Soil Conservation Service de Estados Unidos (1950), que permite transformar los caudales de régimen permanente a régimen variable.

El hidrograma unitario del SCS se obtiene mediante un hidrograma adimensional donde tanto el caudal como el tiempo se expresan como un cociente respecto al caudal punta ( $Q_p$ ) y tiempo punta ( $T_p$ ) respectivamente, con lo que se elimina el tamaño de la cuenca y gran parte del efecto de la forma de dicha cuenca.

Habitualmente se emplea como único parámetro el tiempo de desfase de la punta ( $T_{lag}$ ) que permite definir los hidrogramas unitarios del S.C.S de duración  $D$  horas aplicando la definición de tiempo de desfase:

$$T_p = 0,5D + T_{lag}$$

$$T_{lag} = 0,6T_c$$

$$T_b = (8/3)T_p$$

El exceso de precipitación tiene una intensidad constante dentro de la duración efectiva, por lo que se recomienda utilizar tiempos cortos, por ello se sugiere emplear una duración:

$$D \leq 0,2 T_c$$

Las variaciones en la duración  $D$  afectan a los valores de  $T_p$  y  $T_{lag}$ . En las experiencias del SCS, se utilizó como tiempo característico independiente de  $D$  el tiempo transcurrido entre el final de la lluvia y el punto de inflexión del hidrograma ( $T_v$ ), estableciéndose la relación

$$D = 0,133 T_v.$$

Al combinar esta relación con el tiempo al pico ( $T_p$ ) y la relación  $D + T_v = 1,7 T_p$  propuesta por el SCS, se obtiene:

$$D = (2/9)T_{lag}$$

Se recoge en la siguiente tabla los métodos de obtención de hidrogramas empleados en función del tamaño de las cuencas de estudio:

| Hidrogramas empleados en modelos hidráulicos |                                                                                                               |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cuencas > 3 km <sup>2</sup>                  | Hidrograma proporcionado por Guía Metodológica para el cálculo de caudales de avenida en la isla de Tenerife. |
| Cuencas < 3 km <sup>2</sup>                  | Hidrograma Unitario SCS                                                                                       |

Tabla 4. Tipología de hidrogramas empleados.

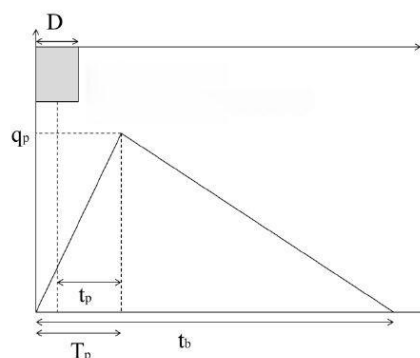


Figura 15. Hidrograma Unitario SCS.

Finalmente, para los casos en que los cauces no han estado adecuadamente representados en las cuencas de la guía, se ha utilizado el modelo hidrológico agregado HEC-HMS para su delimitación, empleando el modelo digital del terreno obtenido del vuelo LIDAR de 3ª cobertura.

Esto es especialmente útil en pequeños barrancos con cuencas acopladas a otras de mayor tamaño, donde no es posible obtener directamente de la guía valores de aportación precisos para el modelo hidráulico. Una vez delimitadas las cuencas mediante HEC-HMS, se utilizan como “input” en la guía para el cálculo de caudales.

La tabla siguiente recopila los caudales punta utilizados en los ARPSI con todas las aportaciones introducidas en las modelizaciones de todos los tramos estudiados para los que se ha generado nueva cartografía de zonas inundables. Tanto la ubicación espacial de los puntos de entrada de caudal, como el resto de parámetros de cálculo de las modelizaciones hidráulicas de estos subtramos, pueden consultarse en las fichas resumen incluidas en el Anexo 3.

| SUBTRAMO ARPSI   | CAUCE/PUNTO DE ENTRADA EN EL MODELO | CAUDAL PUNTA (m³/s)                                                      |                                                                                |                                                                                |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                     | T <sub>010</sub>                                                         | T <sub>100</sub>                                                               | T <sub>500</sub>                                                               |
| ES124_ARPSI_0026 | BCO. DEL BUFADERO                   | 33,40                                                                    | 128,30                                                                         | 160,50                                                                         |
| ES124_ARPSI_0027 | BCO. DE SANTOS                      | 9,85; 11,30                                                              | 291,6; 19,50                                                                   | 415,9; 26                                                                      |
| ES124_ARPSI_0028 | BCO. DEL HIERRO                     | 22,9; 13,50                                                              | 28,6; 22,40                                                                    | 50,1; 29,40                                                                    |
| ES124_ARPSI_0029 | BCO. DE SANTOS (LA CARNICERÍA)      | 8,57; 11,80;<br>25; 12,50;<br>6,83; 5,56;<br>5,81; 2,85;<br>12,30; 20,36 | 17,50; 29,50;<br>55,5; 37,30;<br>29,20; 12,10;<br>13,90; 6,94;<br>47,80; 57,82 | 25,00; 43,40;<br>78,7; 53,3;<br>43,50; 17,70;<br>21,10; 10,50;<br>71,50; 82,56 |
| ES124_ARPSI_0030 | BCO. DE SAN FELIPE                  | 18,04; 22,60                                                             | 33,92;<br>132,30                                                               | 171,00;<br>200,70                                                              |
| ES124_ARPSI_0031 | BCO. DE SAN JUAN                    | 42,71;<br>43,59                                                          | 158,41;<br>161,69                                                              | 278,5;<br>284,33                                                               |
| ES124_ARPSI_0032 | BCO. DEL INFIERNO                   | 40,10; 2,07                                                              | 132,00; 5,65                                                                   | 222,4; 9,09                                                                    |
| ES124_ARPSI_0033 | BCO. DE TORVISCAS                   | 9,48; 8,73;<br>7,24; 16,37;<br>0,36; 1,28                                | 21,17; 17,7;<br>12,8; 34,70;<br>0,76; 2,81                                     | 31,47; 25,2;<br>17,4; 35,88;<br>1,11; 4,14                                     |
| ES124_ARPSI_0035 | BCO. DEL MUERTO                     | 35,00;<br>22,90                                                          | 85,17;<br>55,73                                                                | 116,54;<br>76,26                                                               |
| ES124_ARPSI_0036 | BCO. AGUA DE DIOS                   | 1,83; 4,06;<br>17,31                                                     | 7,81; 17,31;<br>73,78                                                          | 11,37; 25,18;<br>107,35                                                        |
| ES124_ARPSI_0037 | BCO. LOMO DE LOS PASTORES           | 10,40                                                                    | 33,20                                                                          | 49,70                                                                          |
| ES124_ARPSI_0038 | BCO. MARTÍÁNEZ                      | 6,47; 1,07;<br>7,38; 5,27                                                | 26,02; 4,30;<br>29,69; 21,20;                                                  | 37,65; 6,21;<br>42,93; 30,65                                                   |

| SUBTRAMO ARPSI   | CAUCE/PUNTO DE ENTRADA EN EL MODELO | CAUDAL PUNTA (m³/s)                              |                                                   |                                                   |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                  |                                     | T <sub>010</sub>                                 | T <sub>100</sub>                                  | T <sub>500</sub>                                  |
| ES124_ARPSI_0039 | BCO. PALO BLANCO                    | 2,56; 0,70;<br>3,02; 31,25                       | 14,78; 4,04;<br>17,42;<br>180,43                  | 22,78; 6,22;<br>26,86;<br>278,13                  |
| ES124_ARPSI_0040 | BCO. LA HERRERA                     | 10,90                                            | 7,02                                              | 2,80                                              |
| ES124_ARPSI_0041 | BCO. EL PRECEPTOR                   | 37,56; 8,02;<br>8,72                             | 260,03;<br>69,30; 49,20                           | 410,96;<br>112,5; 76,5                            |
| ES124_ARPSI_0042 | BCO. LA HOYA                        | 7,34                                             | 59,70                                             | 96,30                                             |
| ES124_ARPSI_0043 | BCO. DE BLAS                        | 3,13                                             | 27,90                                             | 42,90                                             |
| ES124_ARPSI_0044 | BCO. ARCHIPENQUE                    | 5,96                                             | 15,60                                             | 24,40                                             |
| ES124_ARPSI_0045 | BCO. DE GUÍA                        | 31,20                                            | 159,50                                            | 311,10                                            |
| ES124_ARPSI_0046 | BCO. LA CARNADA                     | 6,83; 1,59                                       | 11,6; 2,74                                        | 15,5; 3,69                                        |
| ES124_ARPSI_0047 | BCO. DE AQUILINO                    | 13,60                                            | 33,30                                             | 51,00                                             |
| ES124_ARPSI_0048 | BCO. LOS MOGOTES Y LAS ARENITAS     | 0,91; 1,37;<br>0,06; 0,04;<br>1,9; 0,26;<br>0,08 | 2,63; 3,79;<br>0,18; 0,12;<br>5,27; 0,79;<br>0,23 | 4,25; 6,03;<br>0,30; 0,19;<br>8,41; 1,31;<br>0,38 |
| ES124_ARPSI_0049 | BCO. CHA JOAQUINA                   | 12,10                                            | 36,20                                             | 58,60                                             |
| ES124_ARPSI_0050 | BCO. DE LA BARCA                    | 6,75                                             | 16,80                                             | 25,50                                             |
| ES124_ARPSI_0051 | BCO. DE CASTRO NUEVO                | 5,32                                             | 12,70                                             | 19,00                                             |
| ES124_ARPSI_0052 | BCO. DE LOS GUIRRES                 | 8,63; 33,90                                      | 20,1; 111,94                                      | 29,8; 161,99                                      |
| ES124_ARPSI_0053 | BCO. DE ALMEYDA                     | 2,4; 9,33;<br>2,53; 3,91                         | 9,2; 28,1;<br>6,29; 10,3                          | 13,6; 42,9;<br>9,64; 16,2                         |

Tabla 5. Tabla de caudales punta

## 8 Estudio hidráulico

En la Demarcación Hidrográfica de Tenerife, se requiere un análisis detallado del comportamiento hidráulico de las zonas identificadas como ARPSI probable. La complejidad de la orografía insular y las características particulares de los cauces en Tenerife hacen necesaria la implementación de modelos hidráulicos avanzados que permitan una representación precisa de los fenómenos de inundación.

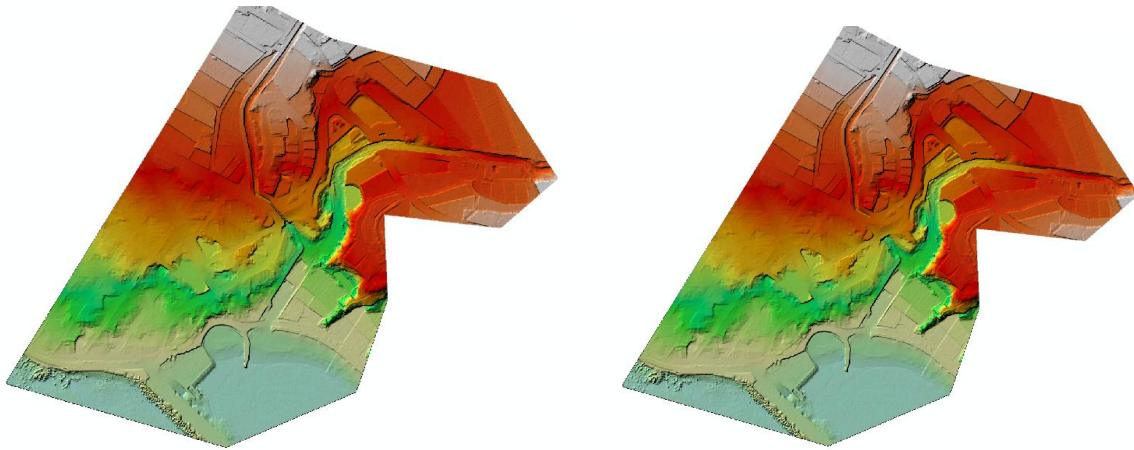
En este contexto, se ha optado por la utilización de modelos hidráulicos bidimensionales, empleando el software IBER en sus versiones 3.4 y 3.2.2 (esta última más estable en la representación de cubiertas con desembocadura al mar), una herramienta ampliamente validada en estudios de inundabilidad. Esta elección se fundamenta en la capacidad de estos modelos para representar con alta precisión la geometría tridimensional de los cauces mediante Modelos Digitales del Terreno, así como su capacidad para simular flujos multidireccionales y efectos hidráulicos complejos que los modelos unidimensionales no pueden reproducir adecuadamente. Además, la posibilidad de utilizar procesamiento GPU permite optimizar significativamente los tiempos de cálculo, facilitando el análisis de múltiples escenarios con un alto nivel de detalle.

### 8.1 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. Aun así, en los siguientes puntos se describe las condiciones de las modelizaciones que se han tenido en cuenta para los modelos hidráulicos llevados a cabo en este ciclo:

#### 8.1.1 Terreno del modelo (MDT trabajo)

Los MDTs, 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 ([MITERD](#)), siendo suficientemente precisos y conservadores para la escala, el grado de detalle y el fin de los mapas que componen el MAPRI que han sido revisados y actualizados debidamente en caso necesario. Los MDT contemplados, (“MDT Natural” y “MDT mixto”) 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.



*Figura 16 MDTs natural (izq) y mixto (der) del tramo ES124\_ARPSI\_0031 Bco. San Juan (Guía de Isora)*

### 8.1.2 Geometría del modelo

Se ha delimitado la geometría del modelo hidráulico abarcando la totalidad del tramo de cauce objeto de estudio, incorporando los aspectos fundamentales que garantizan la fiabilidad y robustez de los resultados obtenidos. La extensión del dominio de cálculo se ha dimensionado estratégicamente para contener la totalidad de la lámina de inundación esperada para todos los períodos de retorno analizados (T010, T100 y T500), incorporando un margen de seguridad adicional que asegura que los límites del dominio no condicionen ni limiten artificialmente los resultados de la modelización, permitiendo que los flujos se desarrollen libremente sin restricciones impuestas por los contornos del modelo.

Se han incorporado líneas de rotura estratégicamente distribuidas en el dominio de modelación, permitiendo caracterizar con precisión los detalles topográficos relevantes y mejorar significativamente la resolución espacial local del modelo. Estas líneas de rotura han facilitado, asimismo, la inclusión detallada de las estructuras presentes en el tramo modelado.

La representación de edificios se ha realizado apoyándose en la Base Topográfica Nacional (BTN) 1:2.000 del IGN y la cartografía 1:5.000 integrada del GRAFCAN. Se ha optado por vaciar los polígonos que representan las edificaciones en el mallado de cálculo como se indican en puntos posteriores, estrategia que ha permitido reducir significativamente el número de elementos de la malla y generar un modelo más ágil y computacionalmente efectivo sin comprometer la precisión de los resultados.

También dicha geometría contiene adicionalmente las estructuras transversales, de las cuales previamente se han identificado y clasificado conforme a tres tipologías principales: puentes (obras de paso con sección abierta), obras de drenaje transversal u ODT (estructuras de sección cerrada con dimensiones inferiores a puentes) y tramos soterrados (cauces confinados mediante obras de drenaje longitudinal de sección cerrada).

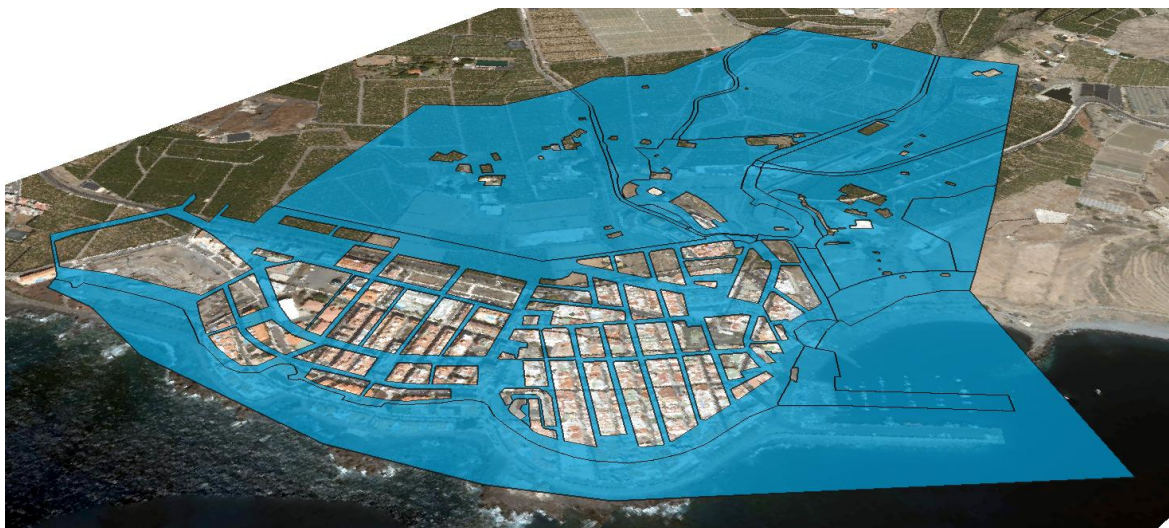


Figura 17. Ejemplo de geometría creada del tramo ARPSI: ES124\_ARPSI\_31 Bco. San Juan (Guía de Isora).

### 8.1.3 Mallado

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 han construido mallas triangulares, de tipo no estructuradas, con elementos de tamaño de arista mínimo de 0,2 m y máximo de 10 m.

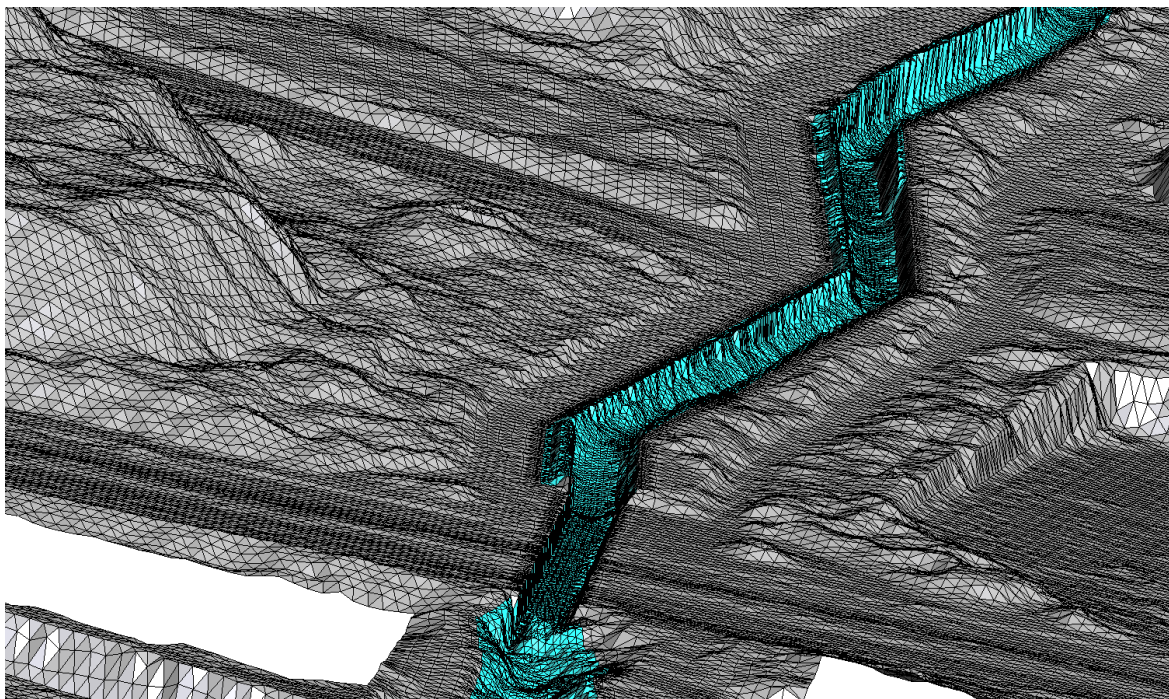


Figura 18. Ejemplo de mallado de IBER en el modelo hidráulico del tramo ES124\_ARPSI\_0037 Bco Lomo de los Pastores (Puerto de la Cruz)

En determinadas ocasiones como los tramos con soterramientos introducidos como cubiertas, se han dispuesto mallas con elementos no triangulares mediante polígonos regulares e irregulares de más de 3 lados, los cuales presentaban mallados estructurados en su interior.

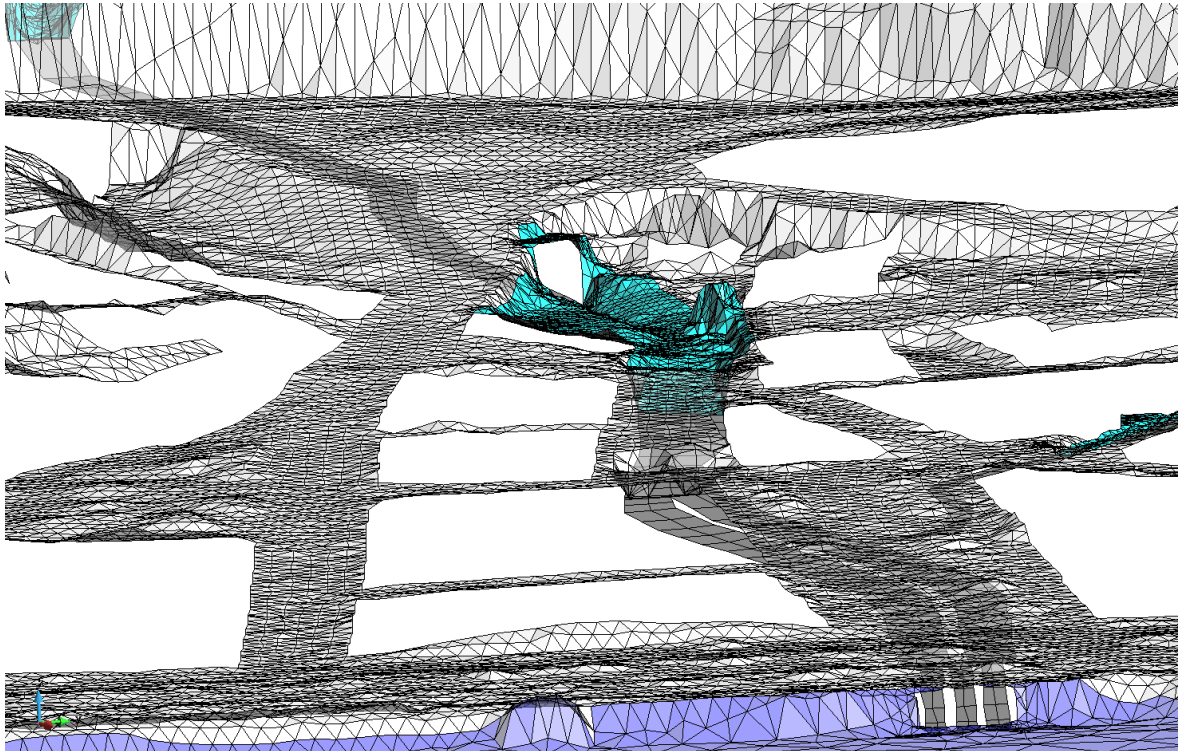


Figura 19. Ejemplo de mallado no estructurado y estructurado (zona soterrada) en el modelo hidráulico de IBER del tramo ES124\_ARPSI\_0052 Bco. Guirres (Candelaria)

Cuando ha sido requerido, se han introducido líneas de rotura en el mallado para una mejor definición de elementos lineales existentes, principalmente encauzamientos. Como se comentó anteriormente, la edición del mallado ha permitido representar las edificaciones, por medio de la creación de zonas vacías de malla, y también ha servido para resolver las faltas puntuales de representación en los MDT.

#### 8.1.4 Condiciones iniciales:

Se han establecido con calado nulo en toda la superficie de todos los modelos, a excepción de los tramos con desembocadura costera a los que se ha atribuido la condición de nivel de marea de cada periodo de retorno estudiado (T10, T100 y T500) en la zona de desembocadura que previamente se definió en la geometría.

#### 8.1.5 Condiciones de contorno

##### Condición de entrada

Las condiciones de entrada en modelos hidráulicos 2D son aquellas que describen cómo el flujo de agua ingresa al dominio del modelo.

Para cualquiera de las condiciones tanto internas como externas, se ha definido a través de hidrograma que corresponde a una variación de caudales en función del tiempo, dadas las características orográficas de la isla y las condiciones de lluvia que se suelen dar:

Por otro lado, se identifican las condiciones de entrada globales que corresponden a aquellas condiciones de entrada que se asignan a la totalidad de celdas del dominio, estas condiciones deben definir el comportamiento del modelo en sus límites mediante características geométricas (ubicación y extensión), sus características hidráulicas (hidrogramas, niveles, pendientes u otros) y magnitudes. Se ha tenido en cuenta la longitud de acomodo del modelo, así como, los caudales y el tipo de régimen (permanente o transitorio).

La condición de entrada interna también se ha incluido dependiendo de las aportaciones que tenga el modelo, **fuentes y/o sumideros**: habiendo comprobado que los caudales asignados corresponden a los seleccionados en el modelo hidrológico y que se encuentren en una correcta ubicación x,y,z.

Se han incluido los caudales correspondientes de la forma descrita anteriormente, indicados en la *Tabla 5. Tabla de caudales punta*.

### **Condición de salida**

Las condiciones de contorno de salida son aquellas que describen cómo el flujo de agua sale del dominio del modelo hacia el exterior.

Las condiciones salida han variado en función de las condiciones existentes a la salida de cada modelo. Según esto, se han establecido condiciones de régimen crítico/subcrítico, calado normal o nivel establecido.

En los tramos costeros con influencia mareal, la definición de las condiciones de contorno ha requerido la consideración de los niveles del mar, que se establecen mediante la suma de la Marea Astronómica (MA) y la Marea Meteorológica (MM) y en ciertos casos la suma con oleaje (MA+MM+ SET-UP) según se encuentre o no al abrigo del oleaje la zona de desembocadura en cuestión.

**Para la obtención de los distintos niveles se ha utilizado el software iOLE** que también fue la herramienta para la determinación de mapas de peligrosidad de los 35 tramos ARPSI costeros de la isla. Permite consultar el nivel para los distintos periodos de retorno.

El proyecto “iOLE” desarrollado por el Instituto Hidráulico de Cantabria en 2010, permite modelizar la cota y distancia alcanzada por el agua en eventos extremos utilizando perfiles cada 200 m a lo largo de toda la costa española. El software utiliza archivos ráster de niveles y una cobertura poligonal de oleaje para determinar estas variables.

De esta forma da posibilidad a determinar la siguiente inundación:

- Inundación por marea: se estima la altura máxima que alcanza el mar en situaciones extremas y se determinan las zonas que quedarían inundadas por esta marea.
- Inundación por oleaje: se estiman la distancia máxima tierra adentro que resulta afectada por acción del oleaje, en situaciones extremas.

La unión de ambas zonas forma la zona inundable de los mapas de peligrosidad existentes de costas para los periodos de retorno de 100 y 500 años.

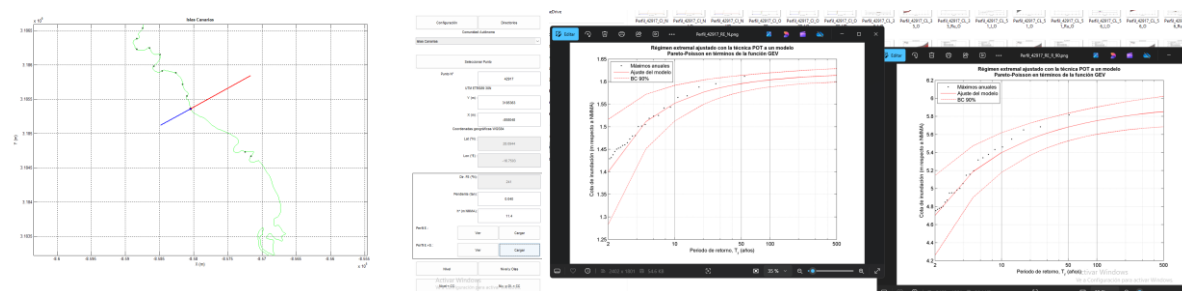


Figura 20. . iOLE perfil de obtención de niveles en el Bco del Infierno (izq) y niveles obtenidos (der)

En consonancia con los objetivos del presente estudio, se ha prescindido de la utilización de los efectos del oleaje, adoptando el criterio convencional en análisis de inundabilidad fluvial. Esta simplificación se fundamenta en que los efectos del oleaje presentan un carácter predominantemente local y oscilatorio, con incidencia marginal en la dinámica macroscópica del flujo. Asimismo, la incorporación de modelos de propagación de oleaje implicaría un incremento sustancial de la complejidad computacional sin traducirse en mejoras significativas de los resultados para la caracterización de la peligrosidad en el tramo ARPSI.

**Por otro lado, de acuerdo con la Guía Metodológica del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), la modelización hidráulica de tramos fluviales que desembocan en el mar debe considerar niveles constantes en el tiempo como condición de contorno. Ante la ausencia de estudios específicos en Tenerife, se ha adoptado un nivel de marea correspondiente al mismo periodo de retorno que el caudal de avenida analizado. 3<sup>er</sup>**

Aunque este enfoque es conservador desde el punto de vista técnico —al asumir la coincidencia simultánea de eventos extremos fluviales y marítimos de igual magnitud estadística—, **se adopta en cumplimiento de la Guía SNCZI, que establece en su capítulo 7 que "en principio, se adoptarán los niveles correspondientes al mismo periodo de retorno que el de la avenida que se esté modelizando".**

| Tr Fluvial<br>[años] | Tr Marítimo<br>[años] | Condición aguas abajo<br>[msnm]      | Nivel del mar vs<br>recurrencia fluvial |
|----------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| 2,33                 | 2                     | Niveles sin oleaje<br>(MA+MM) [msnm] | Régimen de<br>sobreelevación medio      |
| 10                   | 10                    | Niveles sin oleaje<br>(MA+MM) [msnm] | Régimen de<br>sobreelevación extremo    |
| 100                  | 100                   | Niveles sin oleaje<br>(MA+MM) [msnm] | Régimen de<br>sobreelevación extremo    |
| 500                  | 500                   | Niveles sin oleaje<br>(MA+MM) [msnm] | Régimen de<br>sobreelevación extremo    |

Tabla 6. Equivalencias entre T-fluvial y T-marítimo para el cálculo de las sobreelevaciones del nivel del mar.  
Fuente: Guía Metodológica del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

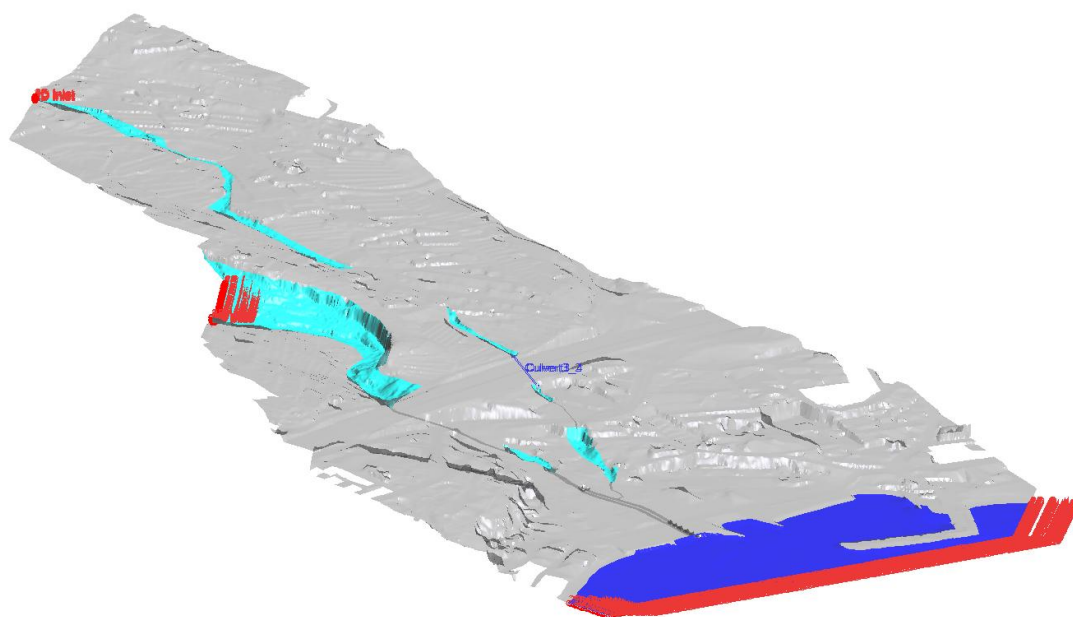


Figura 21. Condición de contorno de entrada y salida sobre malla en IBER del tramo ES124\_ARPSI \_0052 Bco. Guirres (Candelaria)

### 8.1.6 Rugosidad

Con el objetivo de 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. Para el primero se ha aplicado el método de *Cowan* (Cowan, 1956), aplicando los coeficientes expuestos en el Anexo VI de la *Guía SNCZI*. En el caso de las llanuras de inundación, se ha realizado una asignación del coeficiente  $n$  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 22. Capa n de Manning sobre ortofoto del tramo ES124\_ARPSI\_0031 Bco. San Juan (Guía de Isora)

### 8.1.7 Estructuras incorporadas

Se han introducido las estructuras necesarias empleando la información indicada en el apartado correspondiente:

- **Puente:** Obra de paso que soporta cualquier tipo de vía con sección abierta, desprovisto de solera con función estructural.
- **Obra de drenaje transversal (ODT):** Obra de paso de sección cerrada, generalmente tubos o marcos y con dimensiones inferiores a los puentes.
- **Tramos soterrados:** Tramo de cauce confinado mediante una obra de drenaje longitudinal de sección cerrada.

Se ha identificado la tipología de estructura más adecuada para resolver el cálculo y evitar inestabilidades que se puedan producir en los cálculos hidráulicos derivados de introducir herramientas “culverts” en obras de fábrica de grandes dimensiones y conexiones al mallado mediante elementos pequeños que no permiten una transición de flujo 1D-2D adecuada.

De forma general, atendiendo a la mayor parte de obras de fábrica “OF” que se han incorporado en los modelos hidráulicos que se realizan en el ámbito de la Directiva de Inundaciones, se han seguido las recomendaciones generales a seguir en cuanto a las tipologías enumeradas.

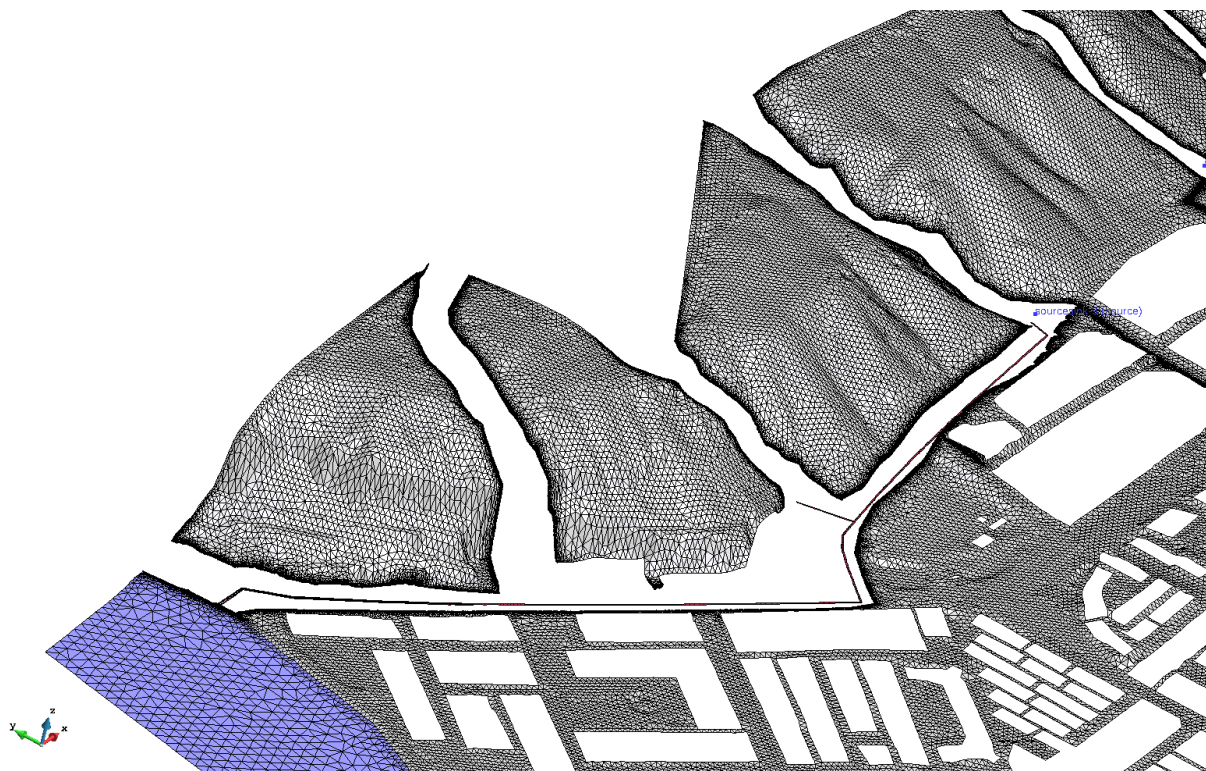


Figura 23. Cubiertas incorporadas al modelo de ES124\_ARPSI\_0048 Bco. Los Mogotes y las Arenitas (Arona)

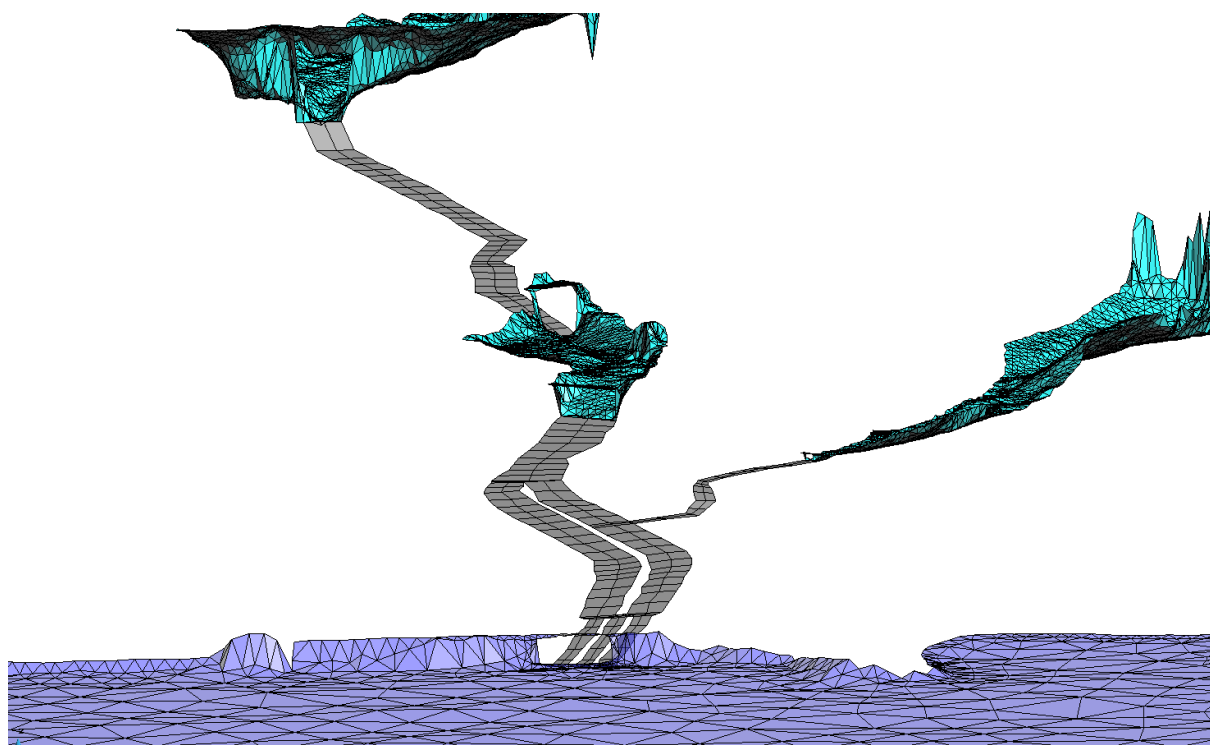


Figura 24. Cubiertas incorporadas al modelo de IBER del tramo ES124\_ARPSI\_0052 Bco. Guirres (Candelaria)

## 8.2 Modelización bidimensional con IBER

El software IBER es un modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no-permanente. De esta manera, IBER consigue simular procesos medioambientales en hidráulica fluvial utilizando sus diversos módulos de hidrodinámica, turbulencia, transporte de sedimentos y calidad de aguas. El módulo hidrodinámico es utilizado para la simulación del flujo de ríos, canales y cauces naturales, así como el cálculo de avenidas e inundaciones y la delimitación de zonas inundables. La versión utilizada en el MAPRI del 3er ciclo es IBER 3.4 y 3.2.2. La siguiente figura muestra la secuencia de montaje de cada modelo hidráulico:

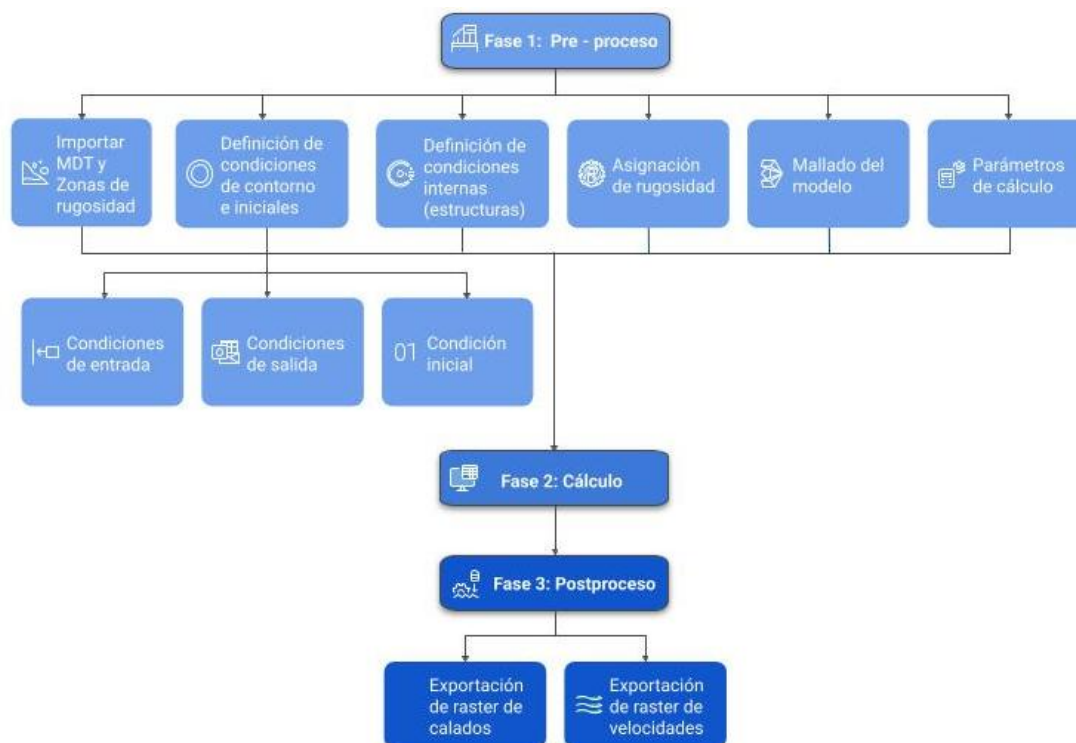


Figura 25. Esquema de trabajo en IBER.

La imagen siguiente muestra una malla creada en el modelo IBER. Como puede apreciarse, el vaciado de malla que se ha realizado en las zonas de presencia de edificaciones permite modelizar edificios (como obstrucciones verticales) y calles, sin que se produzcan distorsiones derivadas de la traducción de un MDT con edificios a un mallado cuyas celdas habrían creado geometrías piramidales y no verticales.

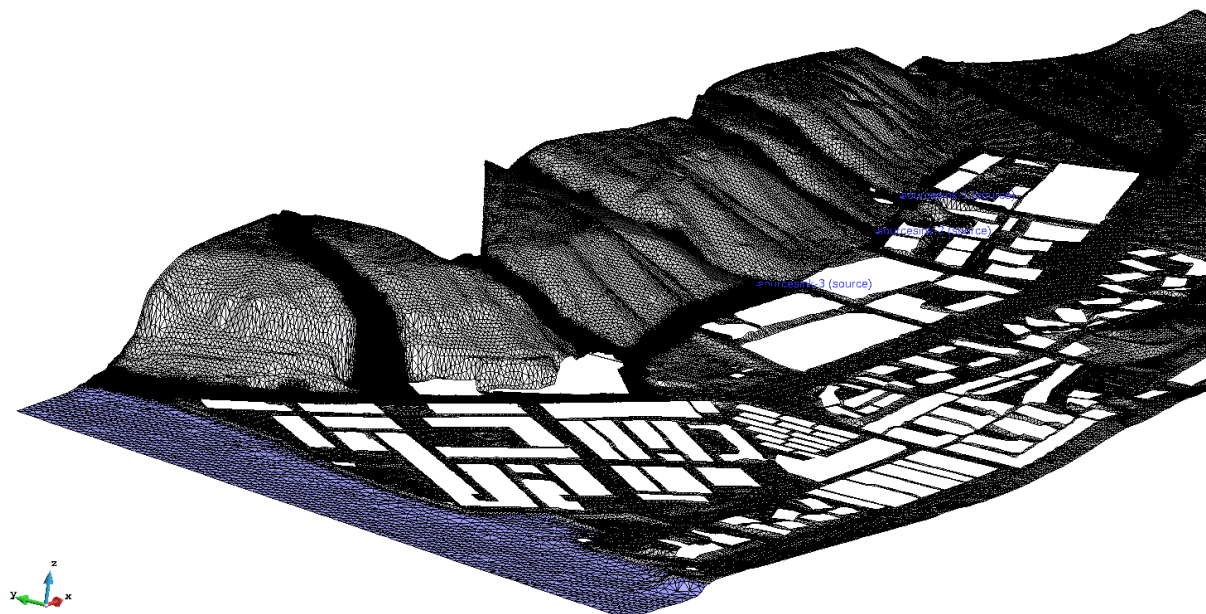


Figura 26. Ejemplo de mallado de IBER en el modelo hidráulico del ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

A continuación, se muestra un ejemplo de caracterización de los usos de suelo, mediante el coeficiente  $n$  de *Manning*, introducida en el modelo con IBER.

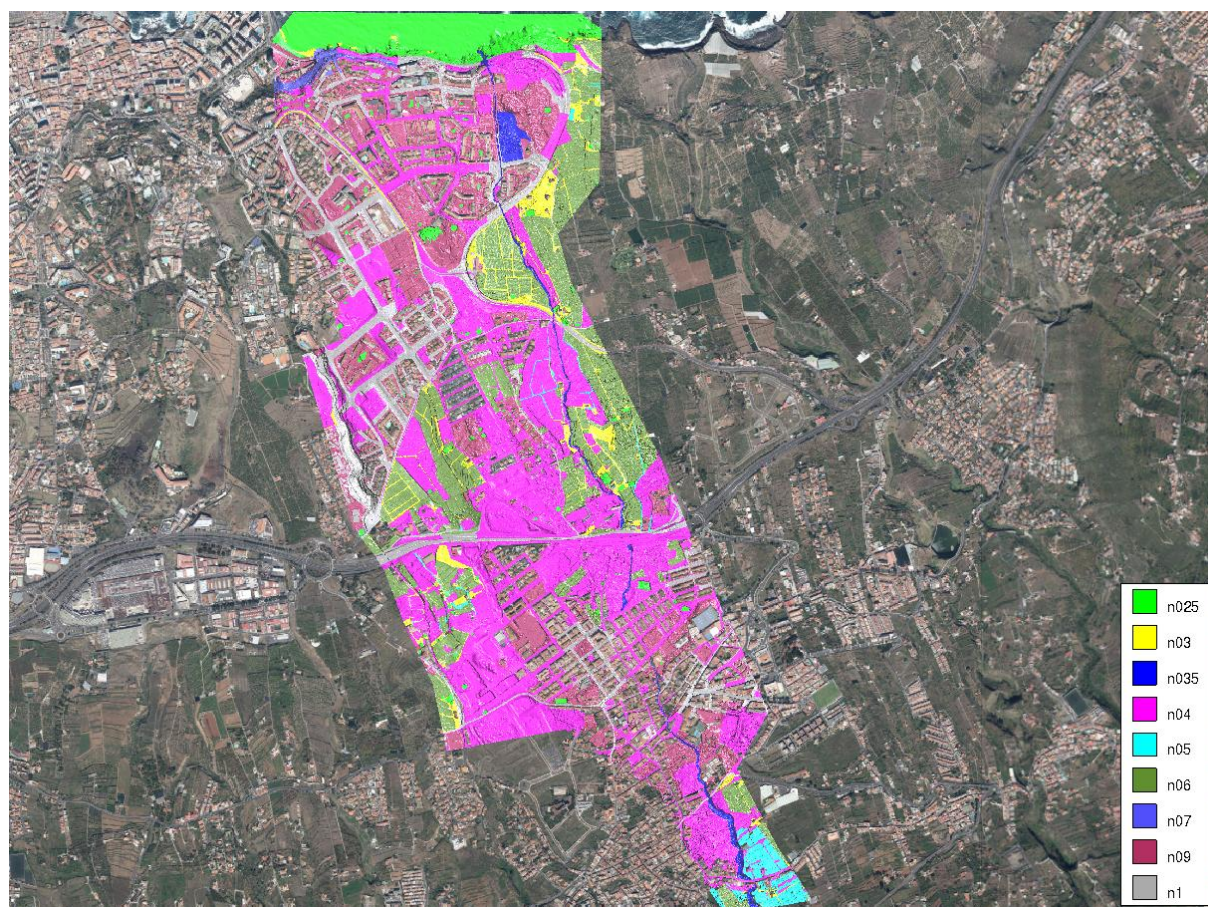


Figura 27. Características de la rugosidad del terreno ES124\_ARPSI\_0037 Bco Lomo de los Pastores (Puerto de la Cruz)

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).

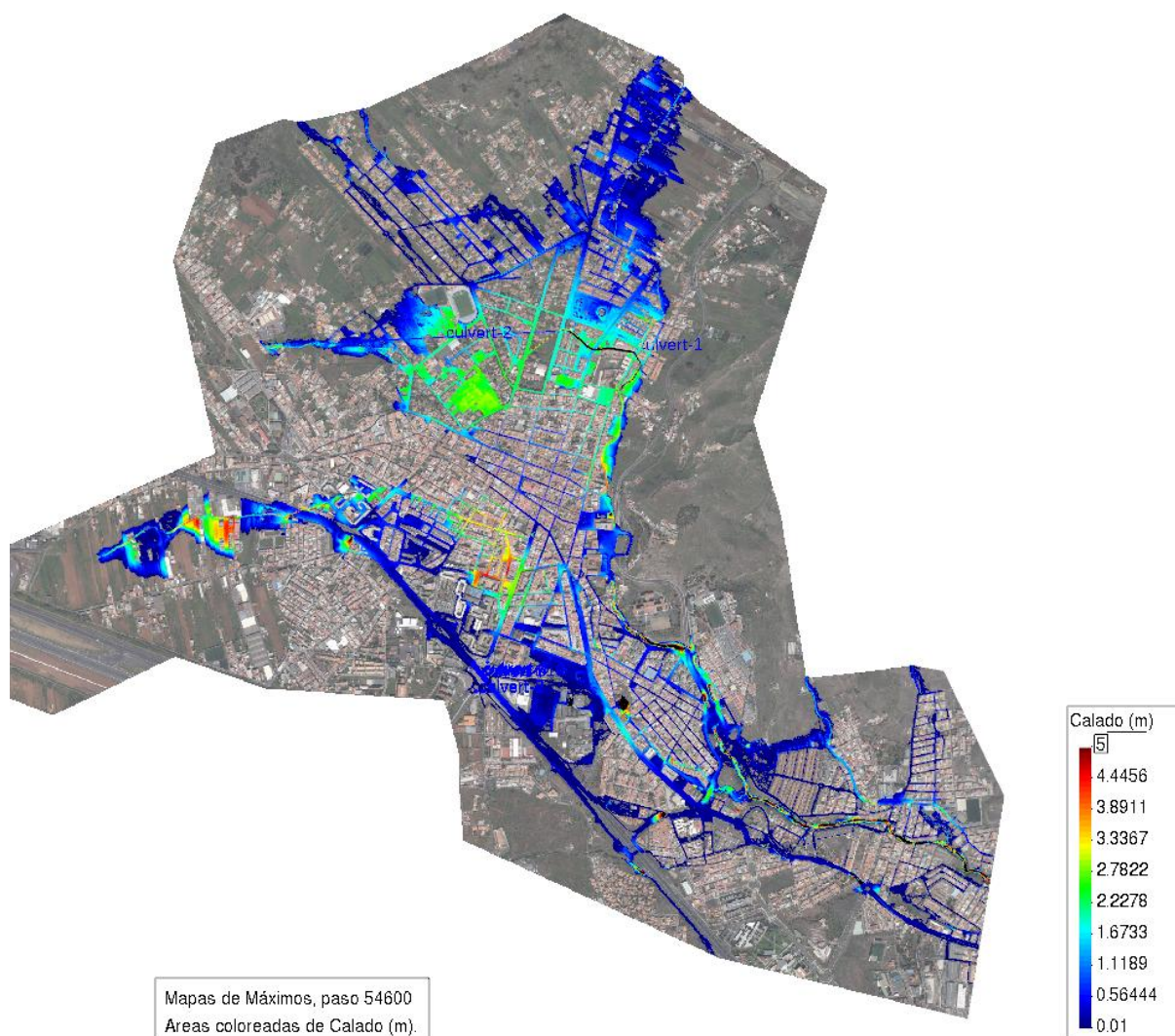


Figura 28. Resultados del modelo hidráulico del ARPSI ES124\_0029 Bco. Santos (Carnicería) (La Laguna) para un periodo de retorno de 500 años

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 el referido documento “Propuesta de mínimos para la realización de los mapas de riesgo de inundación” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD). 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 tratad de información que se pondrá a disposición del público para su utilización y consulta.

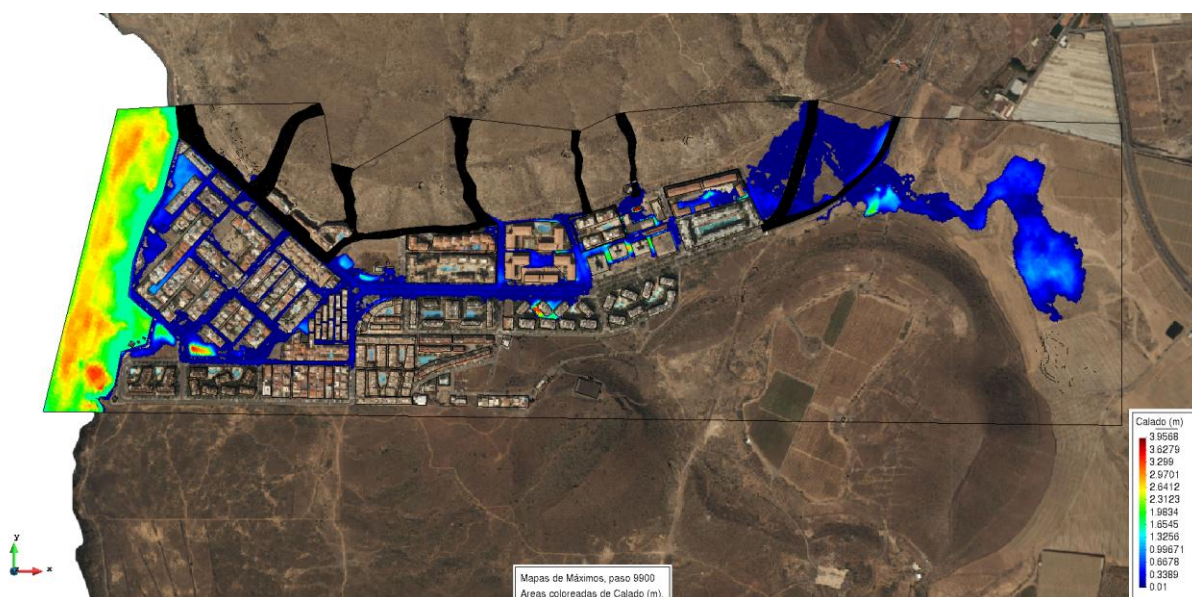


Figura 29. Postproceso IBER de máximos calados para T100 del ES124\_ARPSI\_0048 Bco. Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

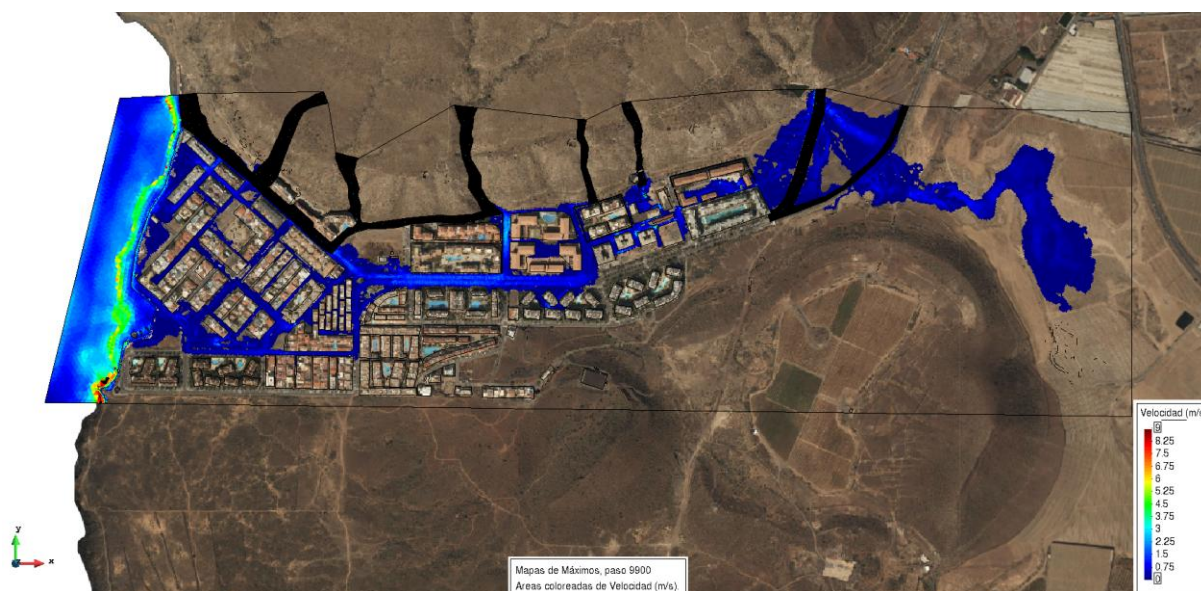


Figura 30. Postproceso IBER de velocidades para T100 del ES124\_ARPSI\_0048 Bco. Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

## 9 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 o probable y sus Zonas de Servidumbre (ZSER) y de Policía (ZPOL) asociadas, en línea con lo establecido en la Ley 12/1990 y el Decreto 86/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico de Canarias

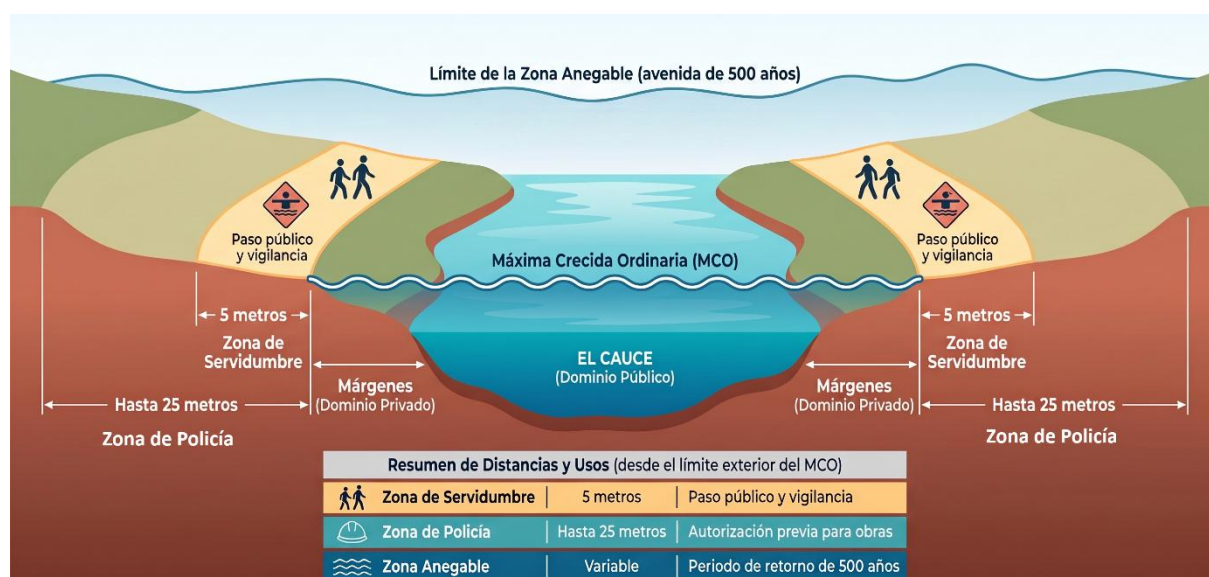


Figura 31. Zonificación de la zona inundable según Decreto 86/2002. Fuente: propia.

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 muestran, 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 = 10 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.

## 9.1 Delimitación del DPH

En relación con la delimitación de DPH cartográfico, se ha hecho una revisión de los límites trazados en los ciclos anteriores, llevándose a cabo las modificaciones que han sido requeridas. Para el caso de aquellos tramos que aún no contaban con delimitación de DPH, éste ha sido trazado de acuerdo con los criterios definidos en el Artículo 4 del RDPH y según lo establecido en el Real Decreto 86/2002 mediante el cual se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico de Canarias. 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 8.- del RD 86/2002 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 8 de dicho decreto define la máxima crecida ordinaria (MCO): *se entenderá como máxima crecida ordinaria a aquella de tan probable o frecuente ocurrencia estimada como para que los terrenos por ella inundados resulten inaprovechables como consecuencia del riesgo que para personas y bienes representa su anegamiento y con arreglo a las señales de las aguas altas en las márgenes y su vegetación.*

Según todo lo anterior, el primer paso para la obtención del DPH cartográfico ha sido llevar a cabo la lámina de inundación provocada por la MCO por medio de técnicas de modelización hidráulica, establecida para un periodo de retorno de 100 años en el plan hidrológico de la Demarcación. Para ello se ha empleado el MDT sin edificios ni puentes, pero contando con los entubamientos actuales, ya que se desconoce totalmente la situación antes de su desarrollo y su apertura sería una representación de una hipótesis totalmente ficticia.

- 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 vuelo de costas del año 1989-1991, 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.

Seguidamente se ha procedido a un análisis de las coberturas obtenidas de los criterios anteriores además de un nuevo condicionante que es la zona de flujo preferente correspondiente al resultado obtenido de los modelos hidráulicos realizados para la MCO, de cara a dar respuesta a lo descrito en el RD 86/2002 de máxima crecida ordinaria “terrenos por ella inundados resulten **inaprovechables como consecuencia del riesgo** que para personas y bienes representa su anegamiento”.

Por último, cabe comentar el caso particular de tramos de cauce entubados o soterrados por medio de canalizaciones cubiertas. En estas situaciones, se han empleado en los planos unas tramas distintas para diferenciarlos de los tramos de cauce no entubado, con la denominación de “Tramo soterrado”, ciñéndose al ancho de la obra cuando ésta tiene capacidad suficiente para transportar la MCO. 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.

Todo ello ha sido analizado, delimitando una propuesta de DPH con el objeto dar cumplimiento a la Directiva de Inundaciones, aunque esta delimitación tendrá un carácter preliminar y no tendrá ningún componente regulatorio

La presente delimitación del Dominio Público Hidráulico (DPH), llevada a cabo mediante análisis y trabajo técnico, tiene exclusivamente carácter técnico y preliminar, y ha sido realizada con objeto de dar cumplimiento a los requisitos expuestos en el artículo 8.4 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

**Esta delimitación cartográfica/técnica no es un acto administrativo de deslinde del dominio público hidráulico y por lo tanto no tiene por objeto producir los efectos jurídico reales y registrales propios del deslinde. Por el mismo motivo, tampoco prejuzga ni debe condicionar futuras actuaciones administrativas de delimitación formal del DPH tramitadas conforme a la normativa aplicable en materia de aguas.**

La propuesta es de naturaleza técnica y analítica, sin efectos jurídicos vinculantes respecto a la determinación definitiva del dominio público hidráulico.

## 9.2 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, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes o zonas de inundación peligrosa (ZIP), quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. Las ZFP han sido revisadas y redefinidas, en caso necesario, de acuerdo con los resultados de las modelizaciones hidráulicas realizadas.



Figura 32. Constitución de la Zona de Flujo Preferente.

Dadas las condiciones topográficas y de planeamiento de la isla se considera 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. Es la zona donde se pueden producir graves daños sobre las personas y los bienes para una avenida asociada a los 100 años de periodo de retorno. 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 0,5m<sup>2</sup>/s.

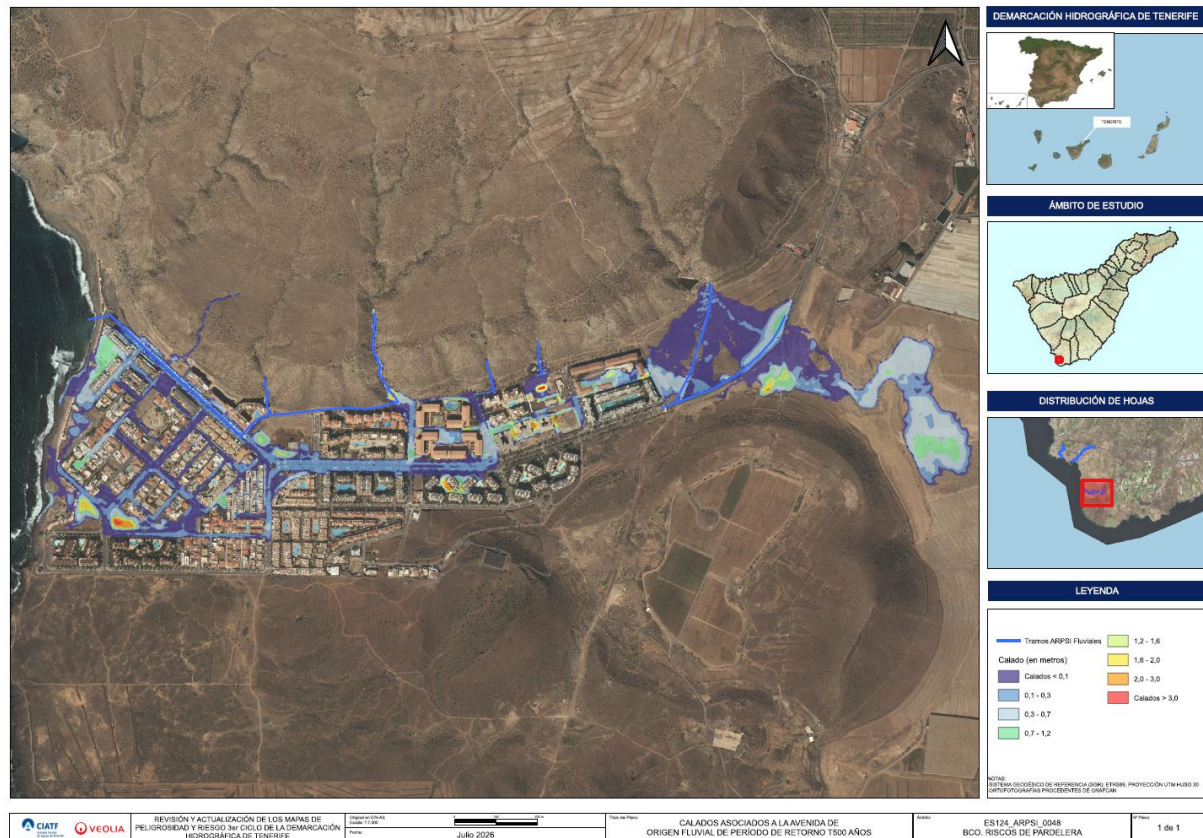


Figura 33. Mapa de calados de T500 del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

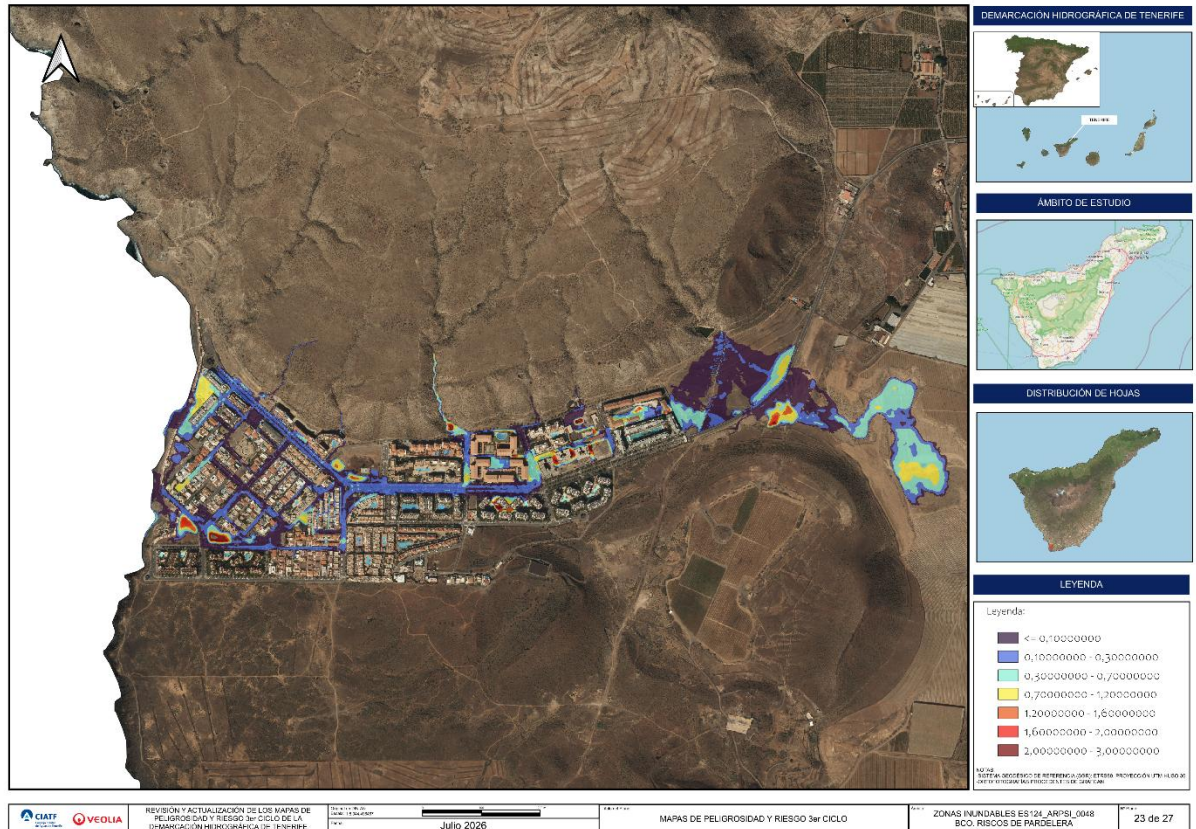


Figura 34. Mapa de velocidades de T500 del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

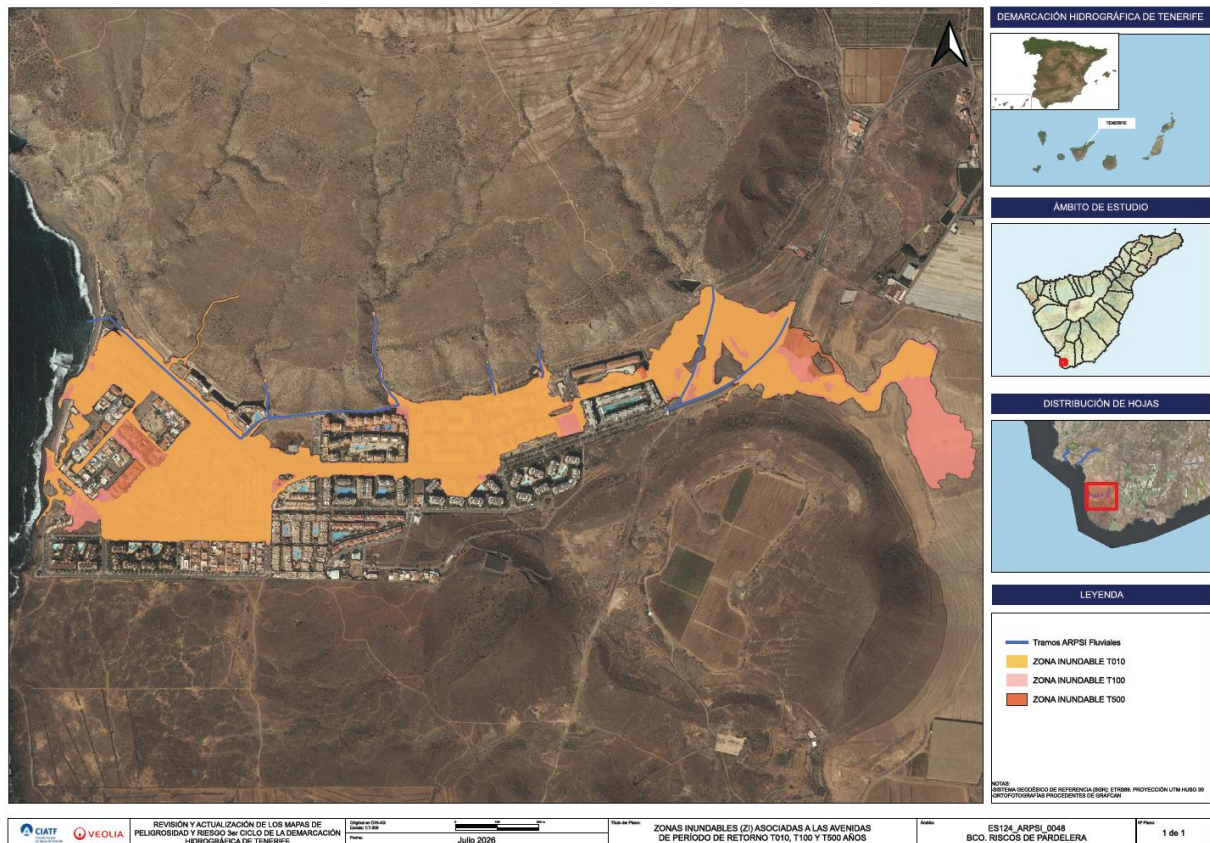


Figura 35. Mapa de zonas inundables de T500 del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

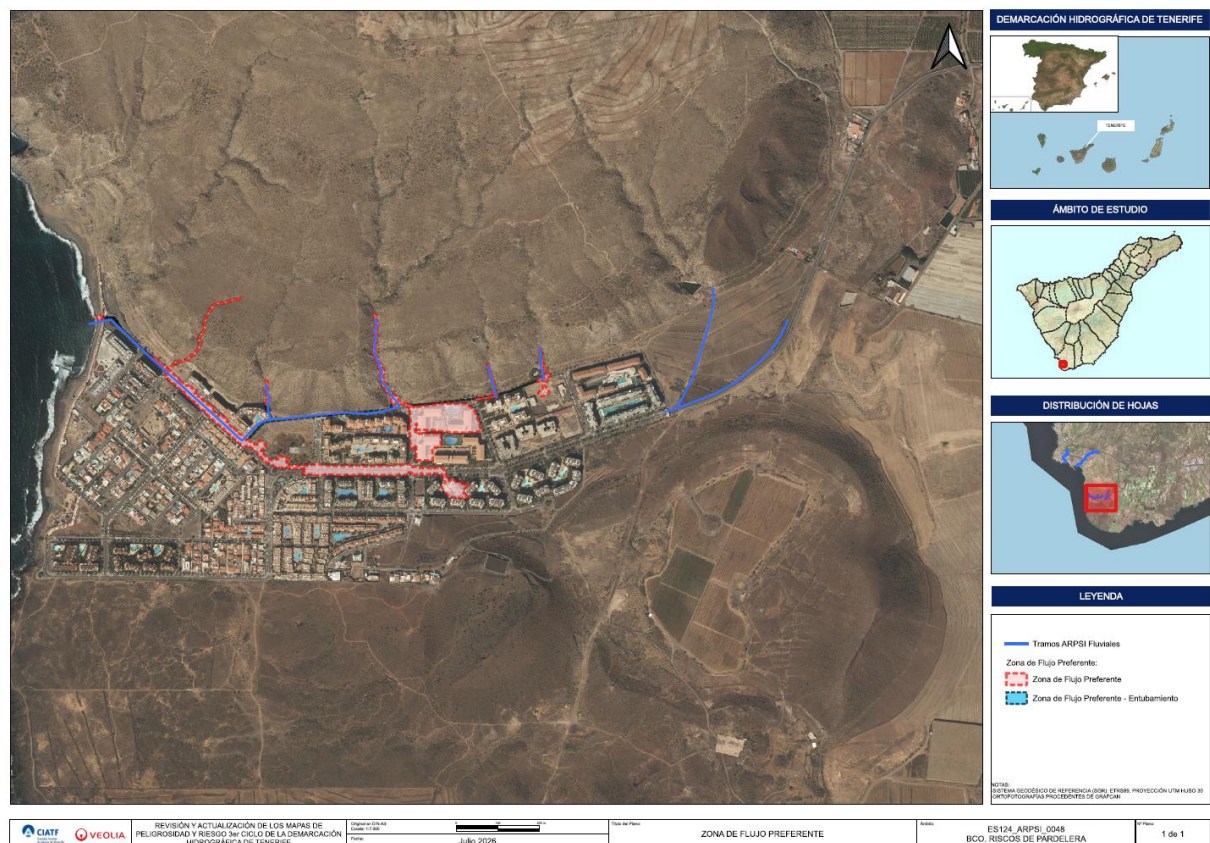


Figura 36. Mapa de ZFP del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

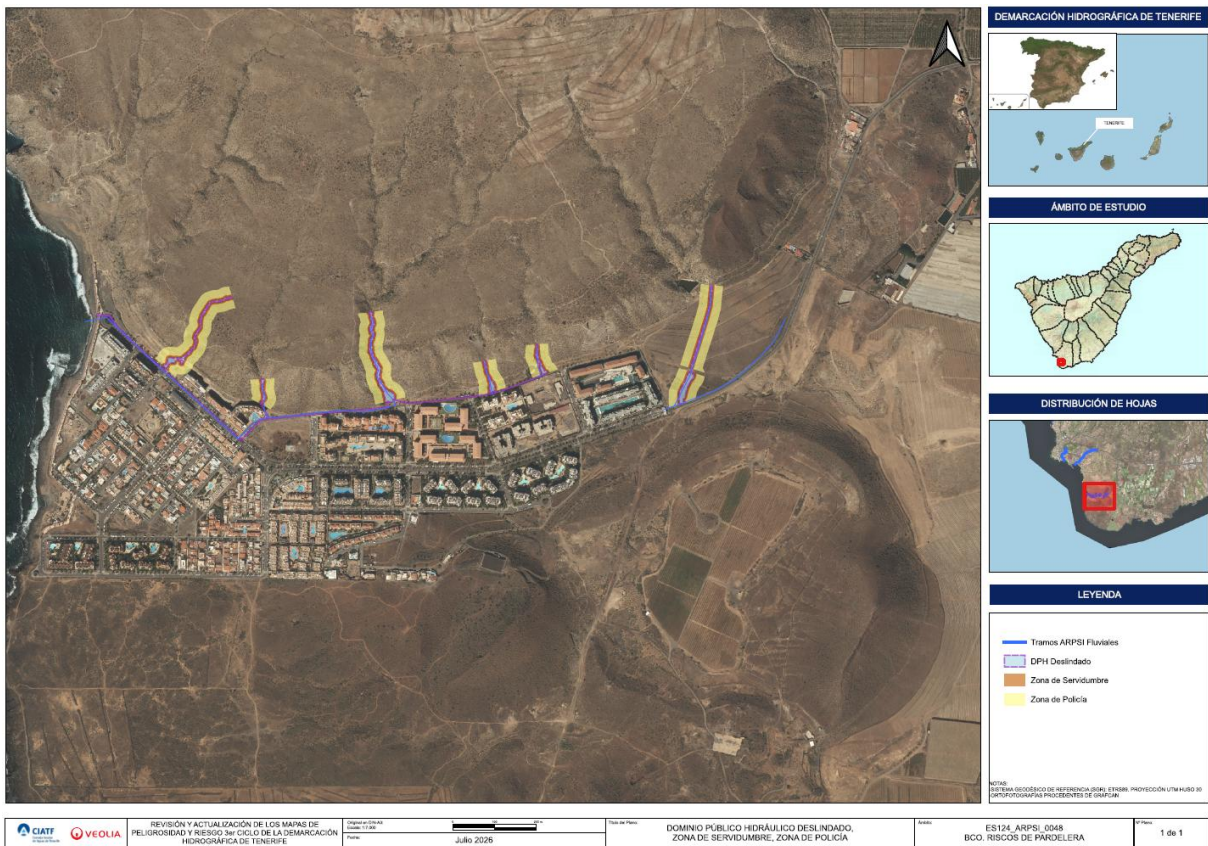


Figura 37. Mapa de DPH del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

## 10 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.

## 10.1 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.

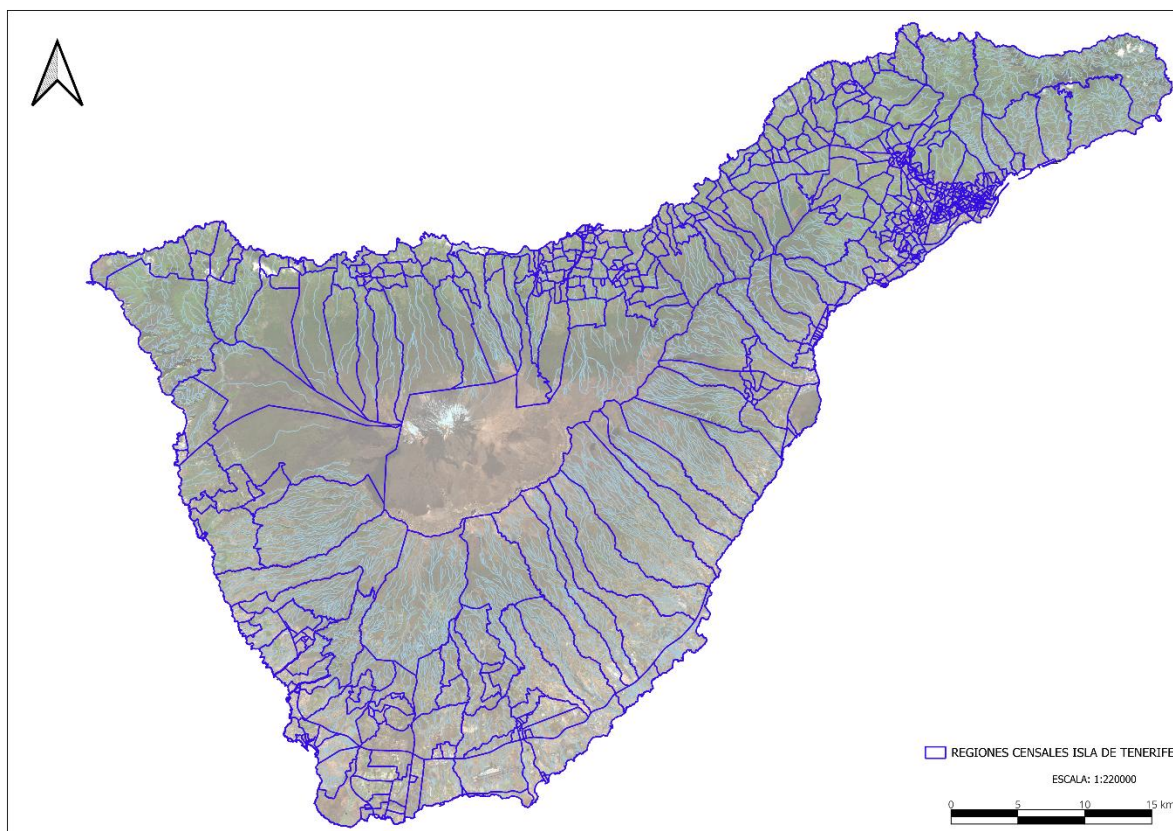


Figura 38. Secciones Censales (INE). DHTF.

El nº de habitantes potencialmente afectados por las inundaciones, de acuerdo con la *Propuesta de Mínimos*, se calcula con base en la proporción de superficie urbanizada en zona inundable respecto a la superficie total urbanizada en cada sección censal, al igual que en el ciclo anterior. De este modo, se puede estimar el número de habitantes que reside en la parte proporcional de dichos edificios afectados por la zona inundable.

$$\frac{\text{Superficie edificada afectada}}{\text{Superficie edificada total}} = \frac{\text{POBLACIÓN AFECTADA}}{\text{Población total del distrito censal}}$$

Para determinar las zonas edificadas se ha empleado la información contenida en el BTN25 del IGN.

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

(TDEP) y porcentaje de personas de 15 y más años con educación primaria e inferior (EDPRIM):

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

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

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.

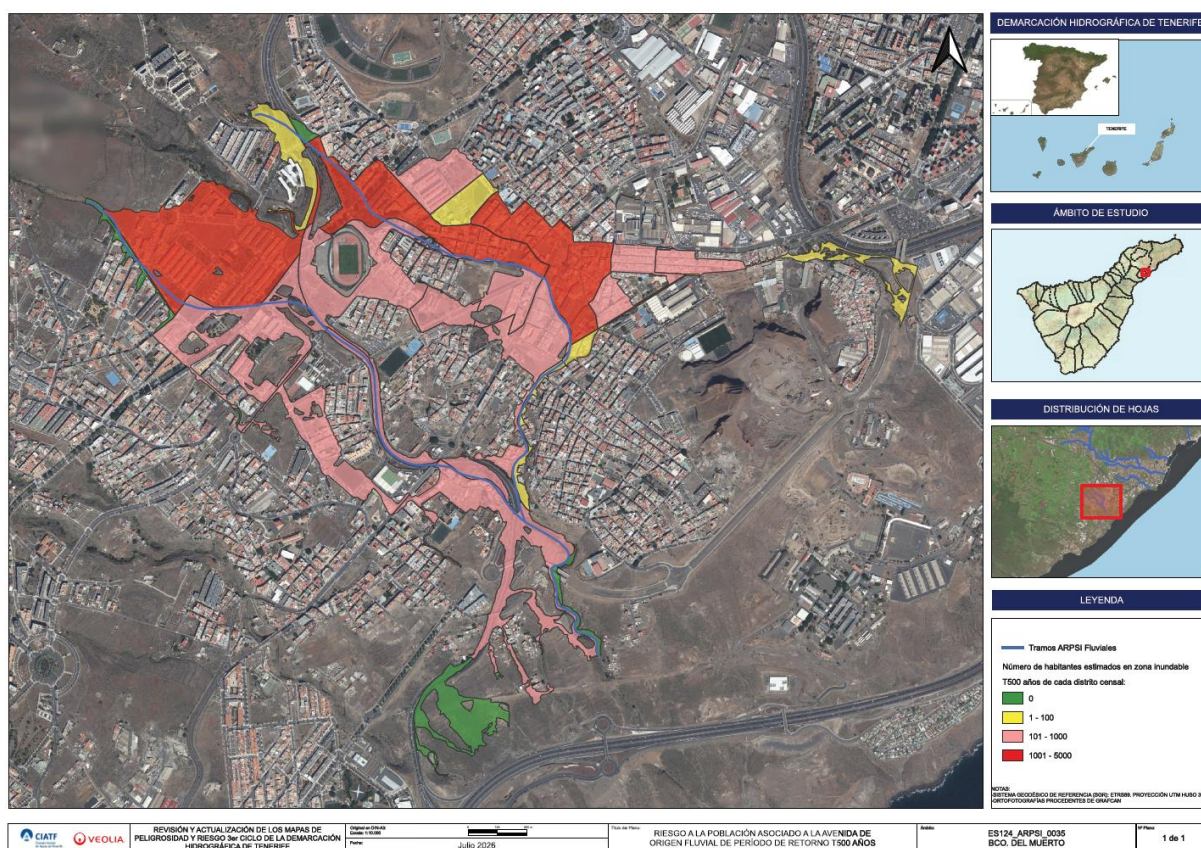


Figura 39. Detalle Mapa de Riesgo a la Población del tramo ES124\_ARPSI\_0036 Bco del Muerto para un periodo de retorno de 500 años

## 10.2 Afección a las actividades económicas

El artículo 6 de la Directiva de Inundaciones, en su punto 5, indica que otro de los parámetros a mostrar será el “*tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada*”. Así, la **actividad económica** quedará asignada en categorías en función de los usos del suelo, otorgándose un valor del **riesgo** (en €/m<sup>2</sup>) 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 40. Categorías de uso de suelo adoptadas para los mapas de riesgo.

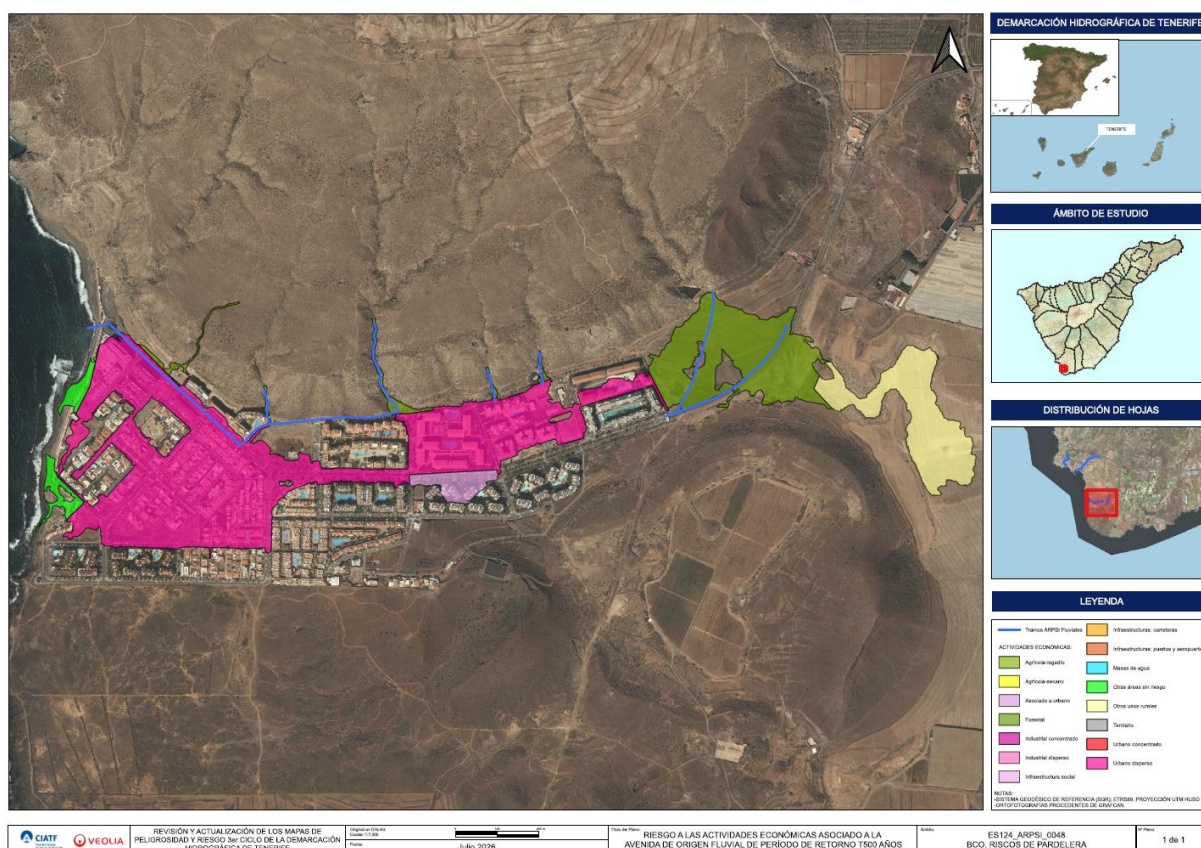


Figura 41. Detalle actividades económicas del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas para un periodo de retorno de 500 años (Arona)

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. En total, se han hecho uso alrededor de **80 capas** del BTN25, con el objeto de conseguir una base de cálculo lo más fidedigna posible.

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.

Por último, el resultado obtenido se ha cotejado con las ortofotografías del PNOA del año 2023 del IGN y con el **SIOSE AR (2020)**, SIOSE de alta resolución y con una geometría de mayor detalle respecto a las bases de datos empleadas en ciclos anteriores (SIOSE 2005 y SIOSE 2014).

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.

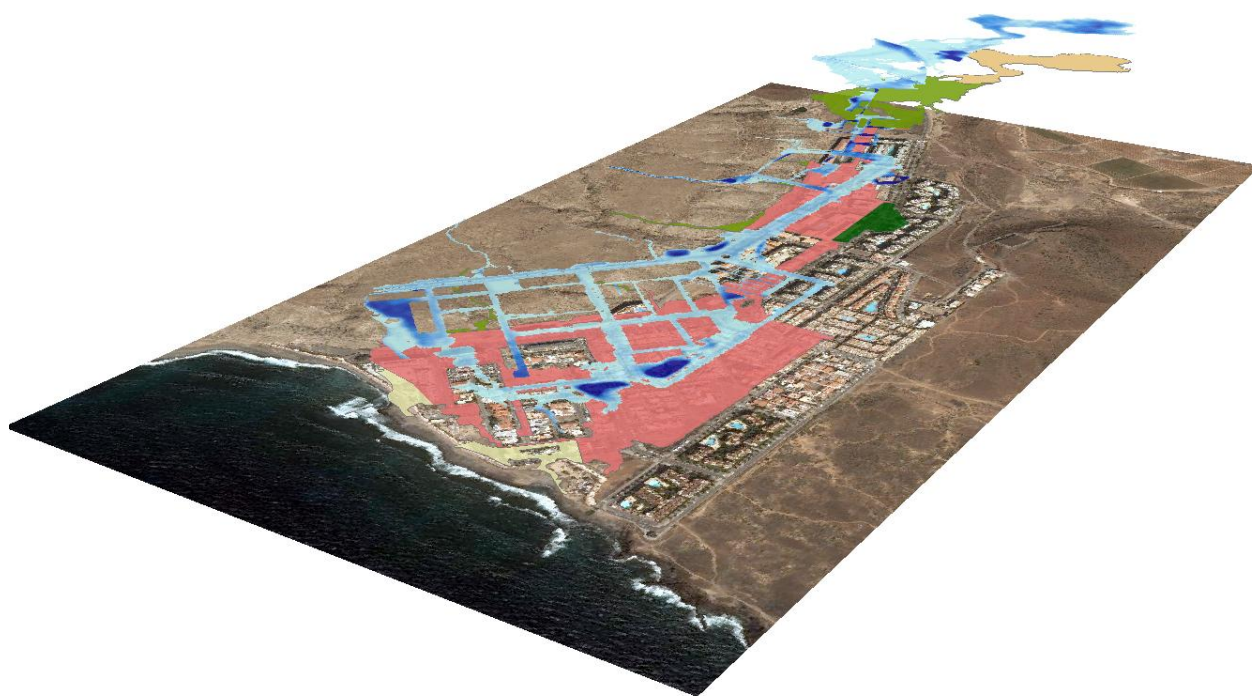


Figura 42. Detalle actividades económicas del tramo ES124\_ARPSI\_0048 Los Mogotes y las Arenitas(Arona)

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.

### 10.3 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 43. 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 el *Reporting* oficial del E-PRTR de la Comisión Europea (Base de datos y capa kmz) y la información de PRTR España ([Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes](#));
- **EDAR:** se ha utilizado la información obtenida a partir de las capas oficiales del MITERD (capa remitida a la Comisión Europea en el Informe de seguimiento “[Cuestionario 2023](#)”, en la que se localizan las estaciones depuradoras activas). Estos datos han sido confirmados a partir de ortofotografía aérea;
- **Patrimonio Cultural:** la información utilizada ha sido la obtenida a partir de la BTN25 (en su versión más actualizada a fecha de redacción de este estudio) e información de Patrimonio disponible en las diferentes comunidades autónomas que forman parte de la DHD, del SIOSE y aquella utilizada para la elaboración de los mapas de riesgo de los ciclos anteriores. 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;
- **Elementos significativos para Protección Civil:** se ha elaborado un listado de puntos de “afecciones de importancia para las labores de protección civil” especificados por Protección Civil, que se dividen en los siguientes tipos y subtipos:

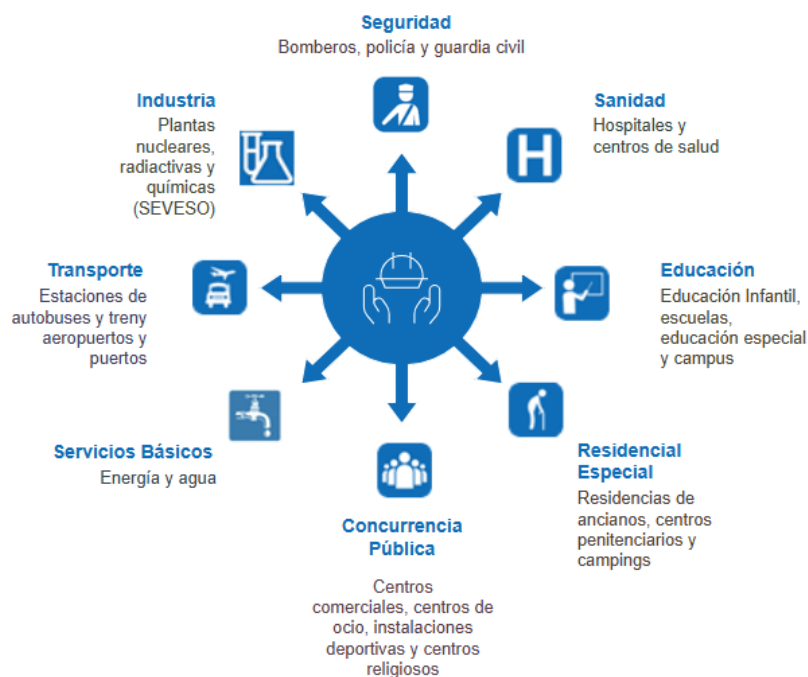


Figura 44. Elementos significativos para la Protección Civil según la Guía “Propuesta de Mínimos”.

La base de los datos empleada para la ubicación de los grupos de elementos citados es numerosa y está recogida en la *documento “Propuesta de mínimos para la realización de los mapas de riesgo de inundación” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD)*. Se quiere destacar la información suministrada por la Dirección General del Agua ([DGA](#)) y Protección Civil, así como las capas del BTN25 y Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Asimismo, se ha tenido en cuenta la información utilizada en los mapas de riesgo de ciclos anteriores y aquella disponible en *Google Maps*.

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.

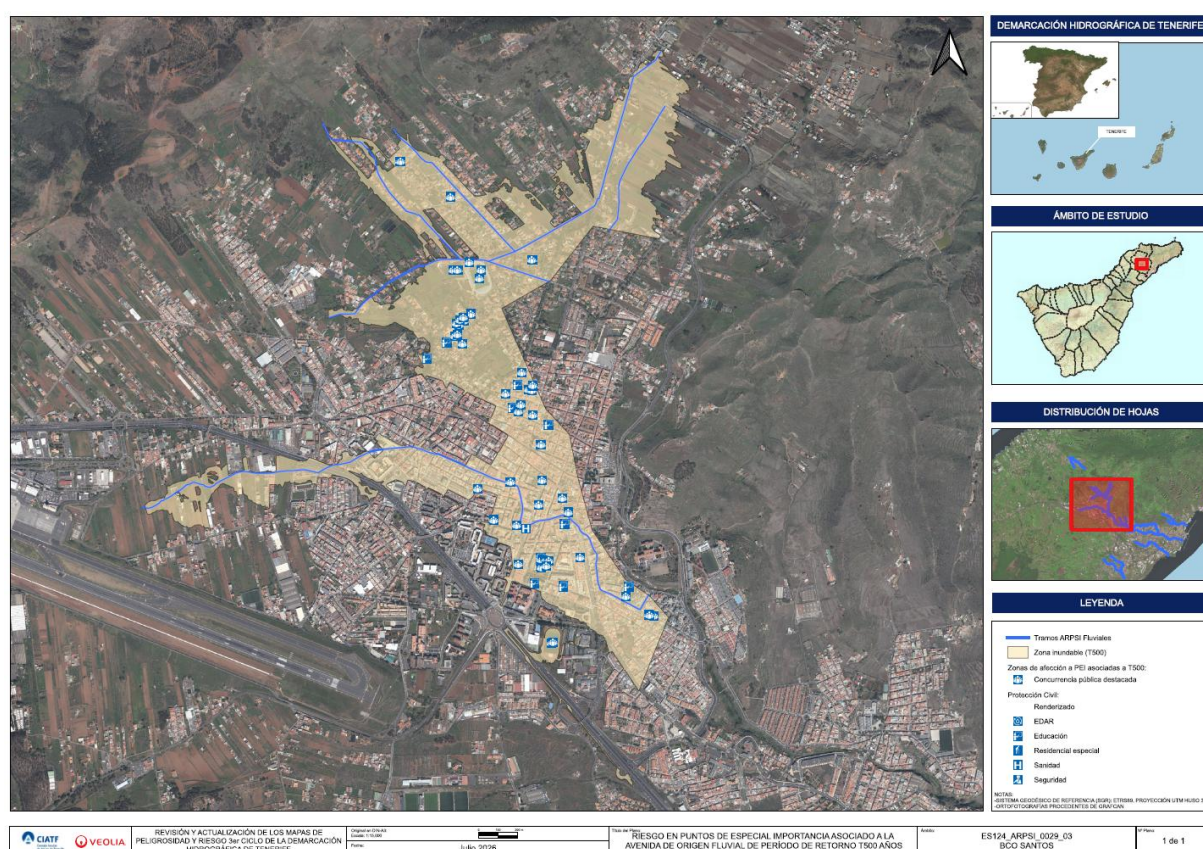


Figura 45. Detalle Mapa de Puntos de Especial Importancia. ES124\_ARPSI\_0029\_03 Barranco de Santos y Carnicería para un periodo de retorno de 500 años. (La Laguna)

## 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 el [Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife vigente \(2021-2027\)](#):

- **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 del [Sistema de Información Nacional de Aguas de Baño \(Náyade\)](#);
- **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 área de descargas del MITERD que las recopila en la capa de [Red Natura 2000](#). Además, se han contemplado los [Espacios Naturales Protegidos \(ENP\)](#) disponibles en la misma plataforma.

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.

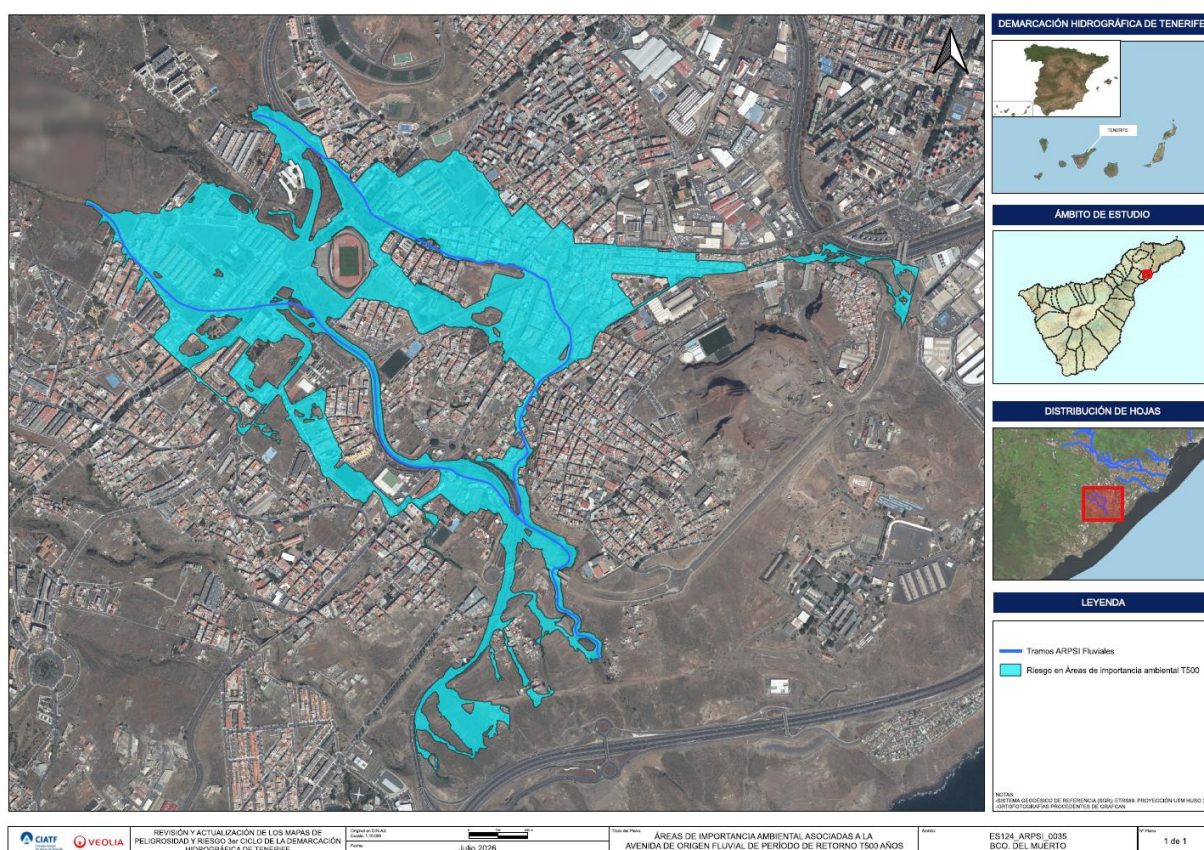


Figura 46 Detalle Mapa de Áreas de Importancia Ambiental. ES124\_ARPSI\_0036 Bco del Muerto (Términos municipales de San Cristóbal de La Laguna y Santa Cruz de Tenerife).

## 11 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.

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.

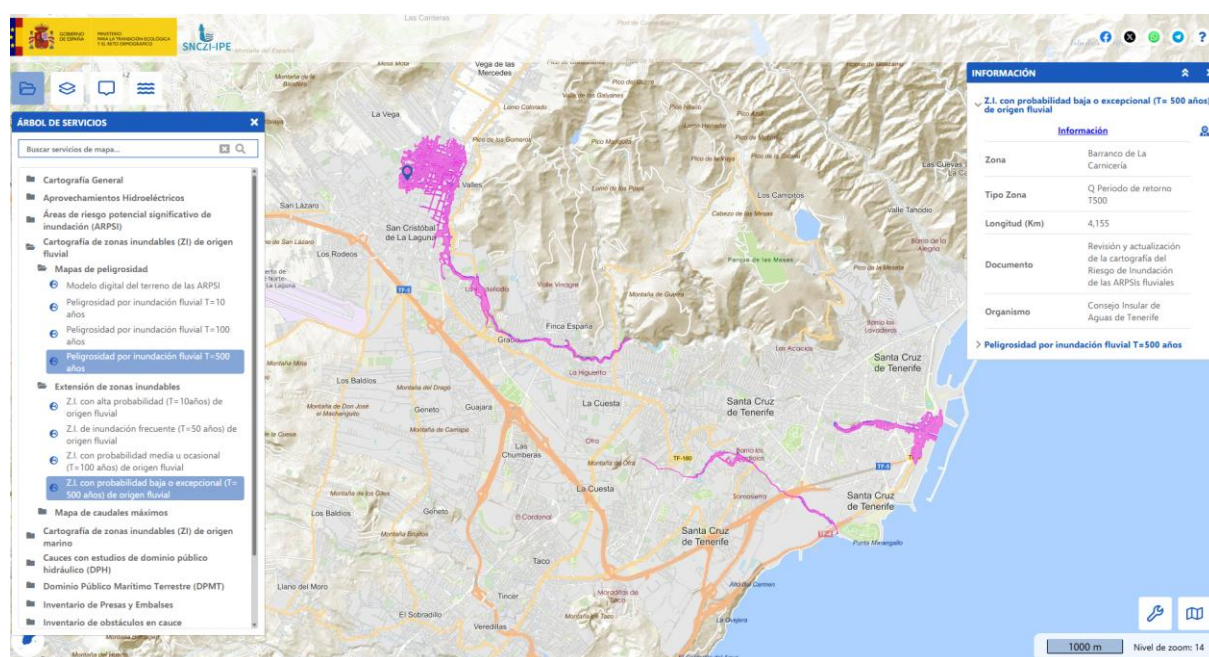


Figura 47. Detalle del visor del SNCZI (<https://sig.miteco.gob.es/snczi/>) para la consulta de información de zonas inundables. Vista del Área Metropolitana Santa Cruz – La Laguna.

| Zona Inundable con Probabilidad Baja o Excepcional (T=500 años) |                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Id. Zona                                                        | ES124_T500_0029                                                                             |
| Nombre zona                                                     | Barranco de La Carnicería                                                                   |
| Tipo zona                                                       | Q Período de retorno T500                                                                   |
| Cauce                                                           | Barranco de La Carnicería                                                                   |
| Longitud (Km)                                                   | 4,16                                                                                        |
| Zona inundable directiva de inundaciones                        | ES124_ARPSI_0029                                                                            |
| Ciclo ARPSI                                                     | 2                                                                                           |
| Hipótesis                                                       | Q500 régimen alterado/Geomorfología                                                         |
| Método hidrológico                                              | Guía metodológica para cálculo caudales Tenerife                                            |
| Caudal (m³/s)                                                   | 128,58; 77,58; 26,92; 43,58; 32,83; 48,25; 7,09; 44,0                                       |
| Precisión cartográfica                                          | MDT 1X1 procedente de LIDAR GRAFCAN                                                         |
| Método hidráulico                                               | IBER                                                                                        |
| Estudio                                                         | Revisión y actualización de la cartografía del Riesgo de Inundación de las ARPSIs fluviales |
| Tipo estudio                                                    | Estudio de Desarrollo del SNCZI                                                             |
| Documento                                                       | Revisión y actualización de la cartografía del Riesgo de Inundación de las ARPSIs fluviales |
| Clave expediente                                                | -                                                                                           |
| Fecha de aprobación                                             | 30/12/1899                                                                                  |
| Fecha de la información geográfica de base                      | 03/2020                                                                                     |
| Fecha límite                                                    | 27/05/2025                                                                                  |
| Organismo                                                       | Consejo Insular de Aguas de Tenerife                                                        |
| Demarcación hidrográfica                                        | Tenerife                                                                                    |

[Consultar Estadísticas](#)

[Exportar a PDF](#)

[Exportar a Excel](#)

Figura 48. 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.

Como resultado del análisis de riesgo realizado se detalla a continuación unas tablas resumen que detallan las afecciones por ARPSI desde el punto de vista poblacional, económico, de puntos de especial importancia y áreas medioambientales.

## 11.1 Población afectada por ARPSI

| Código ARPSI     | Término Municipal          | N.º estimado de habitantes afectados |            |           |
|------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------|-----------|
|                  |                            | T=500 años                           | T=100 años | T=10 años |
| ES124_ARPSI_0026 | Santa Cruz de Tenerife     | 44                                   | 0          | 0         |
| ES124_ARPSI_0027 | San Cristóbal de La Laguna | 5.733                                | 5.259      | 4.476     |
|                  | Santa Cruz de Tenerife     | 3.169                                | 2.744      | 1.223     |
| ES124_ARPSI_0028 | Santa Cruz de Tenerife     | 5.610                                | 301        | 22        |
| ES124_ARPSI_0029 | San Cristóbal de La Laguna | 22.655                               | 21.285     | 5.761     |
| ES124_ARPSI_0030 | Orotava, La                | 164                                  | 29         | 0         |
|                  | Puerto de la Cruz          | 4.857                                | 1.597      | 6         |
|                  | Realejos, Los              | 356                                  | 353        | 4         |

| Código ARPSI     | Término Municipal          | N.º estimado de habitantes afectados |            |           |
|------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------|-----------|
|                  |                            | T=500 años                           | T=100 años | T=10 años |
| ES124_ARPSI_0031 | Guía de Isora              | 4.421                                | 1.837      | 631       |
| ES124_ARPSI_0032 | Adeje                      | 11                                   | 0          | 0         |
| ES124_ARPSI_0033 | Adeje                      | 1.668                                | 1.365      | 662       |
| ES124_ARPSI_0035 | San Cristóbal de La Laguna | 4.192                                | 3.994      | 3.030     |
|                  | Santa Cruz de Tenerife     | 3.191                                | 3.127      | 2.552     |
| ES124_ARPSI_0036 | San Cristóbal de La Laguna | 18                                   | 18         | 0         |
|                  | Tegueste                   | 2.679                                | 2.152      | 388       |
| ES124_ARPSI_0037 | Orotava, La                | 420                                  | 348        | 189       |
|                  | Puerto de la Cruz          | 150                                  | 49         | 0         |
| ES124_ARPSI_0038 | Orotava, La                | 229                                  | 108        | 71        |
|                  | Puerto de la Cruz          | 3.780                                | 1.684      | 2         |
| ES124_ARPSI_0039 | Realejos, Los              | 946                                  | 595        | 378       |
| ES124_ARPSI_0040 | Guancha, La                | 760                                  | 363        | 228       |
| ES124_ARPSI_0041 | Icod de los Vinos          | 6.562                                | 4.670      | 1.248     |
| ES124_ARPSI_0042 | Garachico                  | 618                                  | 611        | 505       |
| ES124_ARPSI_0043 | Silos, Los                 | 89                                   | 47         | 0         |
| ES124_ARPSI_0044 | Santiago del Teide         | 984                                  | 937        | 737       |
| ES124_ARPSI_0045 | Guía de Isora              | 1.410                                | 358        | 86        |
| ES124_ARPSI_0046 | Arona                      | 1.131                                | 973        | 545       |
| ES124_ARPSI_0047 | Arona                      | 1.698                                | 1.698      | 1.128     |
| ES124_ARPSI_0048 | Arona                      | 1.006                                | 955        | 952       |
| ES124_ARPSI_0049 | Granadilla de Abona        | 10.748                               | 6.952      | 1.536     |
| ES124_ARPSI_0050 | Granadilla de Abona        | 4.045                                | 3.847      | 2.756     |
| ES124_ARPSI_0051 | Granadilla de Abona        | 203                                  | 169        | 155       |
| ES124_ARPSI_0052 | Candelaria                 | 1.445                                | 1.138      | 529       |
| ES124_ARPSI_0053 | Santa Cruz de Tenerife     | 178                                  | 20         | 14        |

Tabla 7. Estimación de la población afectada por código de ARPSI y término municipal.

## 11.2 Población afectada de las ARPSI por término municipal

| Término Municipal          | N.º estimado de habitantes afectados |               |               | % sobre el total de población afectada |              |              |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|----------------------------------------|--------------|--------------|
|                            | T=500 años                           | T=100 años    | T=10 años     | T=500 años                             | T=100 años   | T=10 años    |
| Adeje                      | 1.679                                | 1.365         | 662           | 3,30%                                  | 2,70%        | 1,30%        |
| Arona                      | 3.835                                | 3.626         | 2.625         | 4,40%                                  | 4,20%        | 3,00%        |
| Candelaria                 | 1.445                                | 1.138         | 529           | 5,00%                                  | 4,00%        | 1,80%        |
| Garachico                  | 618                                  | 611           | 505           | 12,60%                                 | 12,40%       | 10,30%       |
| Granadilla de Abona        | 14.996                               | 10.968        | 4.447         | 7,10%                                  | 5,20%        | 2,10%        |
| Guancha, La                | 760                                  | 363           | 228           | 3,40%                                  | 1,60%        | 1,00%        |
| Guía de Isora              | 5.831                                | 2.195         | 717           | 25,80%                                 | 9,70%        | 3,20%        |
| Icod de los Vinos          | 6.562                                | 4.670         | 1.248         | 4,10%                                  | 2,90%        | 0,80%        |
| Orotava, La                | 813                                  | 485           | 260           | 1,90%                                  | 1,10%        | 0,60%        |
| Puerto de la Cruz          | 8.787                                | 3.330         | 8             | 23,40%                                 | 8,90%        | 0,00%        |
| Realejos, Los              | 1.302                                | 948           | 382           | 3,50%                                  | 2,50%        | 1,00%        |
| San Cristóbal de La Laguna | 31.284                               | 23.348        | 9.745         | 19,50%                                 | 14,60%       | 6,10%        |
| Santa Cruz de Tenerife     | 12.192                               | 6.192         | 3.811         | 5,80%                                  | 2,90%        | 1,80%        |
| Santiago del Teide         | 984                                  | 937           | 737           | 8,00%                                  | 7,60%        | 6,00%        |
| Silos, Los                 | 89                                   | 47            | 0             | 0,40%                                  | 0,20%        | 0,00%        |
| Tegueste                   | 2.679                                | 2.152         | 388           | 23,50%                                 | 18,90%       | 3,40%        |
| <b>Total</b>               | <b>93.856</b>                        | <b>62.375</b> | <b>26.292</b> | <b>8,30%</b>                           | <b>5,50%</b> | <b>2,30%</b> |

Tabla 8. Resumen de la estimación de la población afectada de las ARPSI por término municipal.

### 11.3 Valoración Económica de los daños producidos por las ARPSI.

| Tipo Actividad Económica                | Valor Económico Estimado |                    |                  | % Superficie |            |           |
|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|--------------|------------|-----------|
|                                         | T=500 años               | T=100 años         | T=10 años        | T=500 años   | T=100 años | T=10 años |
| Agrícola-regadío                        | 3,6 M €                  | 2,4 M €            | 0,7 M €          | 9,90%        | 9,60%      | 6,10%     |
| Agrícola-secano                         | 0,0 M €                  | 0,0 M €            | 0,0 M €          | 0,20%        | 0,00%      | 0,00%     |
| Asociado a urbano                       | 47,1 M €                 | 38,1 M €           | 20,9 M €         | 3,80%        | 4,40%      | 5,70%     |
| Forestal                                | 0,0 M €                  | 0,0 M €            | 0,0 M €          | 20,40%       | 21,20%     | 22,00%    |
| Infraestructuras: puertos y aeropuertos | 43,1 M €                 | 32,5 M €           | 2,4 M €          | 0,90%        | 0,90%      | 0,20%     |
| Infraestructuras: carreteras            | 59,3 M €                 | 40,4 M €           | 11,3 M €         | 2,80%        | 2,50%      | 1,90%     |
| Industrial concentrado                  | 42,1 M €                 | 29,1 M €           | 10,7 M €         | 0,80%        | 0,80%      | 0,50%     |
| Industrial disperso                     | 3,7 M €                  | 3,0 M €            | 2,2 M €          | 0,10%        | 0,10%      | 0,10%     |
| Infraestructura social                  | 88,4 M €                 | 52,2 M €           | 24,6 M €         | 5,10%        | 4,40%      | 4,80%     |
| Masas de agua                           | 0,0 M €                  | 0,0 M €            | 0,0 M €          | 0,90%        | 1,20%      | 1,60%     |
| Otras áreas sin riesgo                  | 0,0 M €                  | 0,0 M €            | 0,0 M €          | 3,40%        | 3,90%      | 5,70%     |
| Otros usos rurales                      | 0,0 M €                  | 0,0 M €            | 0,0 M €          | 0,60%        | 0,70%      | 0,50%     |
| Terciario                               | 72,2 M €                 | 55,0 M €           | 31,9 M €         | 2,10%        | 2,30%      | 2,60%     |
| Urbano concentrado                      | 1615,9 M €               | 1029,8 M €         | 408,3 M €        | 40,30%       | 39,00%     | 37,50%    |
| Urbano disperso                         | 193,4 M €                | 142,6 M €          | 70,4 M €         | 8,70%        | 8,90%      | 10,80%    |
| <b>Total</b>                            | <b>2.169 M €</b>         | <b>1.425,1 M €</b> | <b>583,4 M €</b> |              |            |           |

Tabla 9. Valoración Económica de los daños producidos por las ARPSI.

### 11.4 Puntos de Especial importancia en Periodo 500 años.

| Código ARPSI     | CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA | EDAR | EDUCACIÓN | RESIDENCIAL ESPECIAL | SANIDAD | SEGURIDAD | SERVICIOS BÁSICOS |
|------------------|--------------------------------|------|-----------|----------------------|---------|-----------|-------------------|
| ES124_ARPSI_0027 | 26                             |      | 3         | 1                    | 1       |           |                   |

| Código ARPSI     | CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA | EDAR | EDUCACIÓN | RESIDENCIAL ESPECIAL | SANIDAD | SEGURIDAD | SERVICIOS BÁSICOS |
|------------------|--------------------------------|------|-----------|----------------------|---------|-----------|-------------------|
| ES124_ARPSI_0028 | 26                             |      | 3         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0029 | 77                             |      | 16        | 2                    | 2       | 3         |                   |
| ES124_ARPSI_0030 | 17                             | 1    | 4         |                      |         | 1         | 1                 |
| ES124_ARPSI_0031 | 11                             | 1    | 2         |                      | 3       |           | 1                 |
| ES124_ARPSI_0032 | 1                              |      |           |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0033 | 6                              |      |           |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0035 | 15                             |      | 4         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0036 | 8                              |      | 1         |                      | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0037 | 1                              |      |           |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0038 | 7                              |      | 1         | 1                    | 2       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0039 | 3                              |      | 2         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0040 | 7                              |      | 3         | 1                    | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0041 | 25                             |      | 6         |                      | 3       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0042 | 16                             |      |           |                      | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0043 | 3                              |      | 1         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0044 | 5                              |      |           |                      | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0045 | 2                              |      | 1         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0046 | 8                              |      |           |                      |         | 1         |                   |
| ES124_ARPSI_0047 | 5                              |      | 1         | 1                    | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0048 | 2                              |      |           |                      |         |           |                   |

| Código ARPSI     | CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA | EDAR     | EDUCACIÓN | RESIDENCIAL ESPECIAL | SANIDAD   | SEGURIDAD | SERVICIOS BÁSICOS |
|------------------|--------------------------------|----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-------------------|
| ES124_ARPSI_0049 | 15                             |          | 3         |                      | 2         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0050 | 1                              |          |           |                      |           |           |                   |
| ES124_ARPSI_0052 | 5                              |          |           |                      | 1         |           |                   |
| <b>Total</b>     | <b>285</b>                     | <b>2</b> | <b>50</b> | <b>6</b>             | <b>19</b> | <b>5</b>  | <b>2</b>          |

Tabla 10. Puntos de Especial importancia en Periodo 500 años.

### 11.5 Puntos de Especial importancia en Periodo 100 años.

| Código ARPSI     | CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA | EDAR | EDUCACIÓN | RESIDENCIAL ESPECIAL | SANIDAD | SEGURIDAD | SERVICIOS BÁSICOS |
|------------------|--------------------------------|------|-----------|----------------------|---------|-----------|-------------------|
| ES124_ARPSI_0027 | 15                             |      | 3         | 1                    | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0028 | 9                              |      |           |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0029 | 71                             |      | 15        | 2                    | 2       | 3         |                   |
| ES124_ARPSI_0030 | 3                              |      | 1         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0031 | 5                              | 1    |           |                      | 1       |           | 1                 |
| ES124_ARPSI_0032 | 1                              |      |           |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0033 | 1                              |      |           |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0035 | 12                             |      | 4         |                      |         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0036 | 7                              |      | 1         |                      | 1       |           |                   |
| ES124_ARPSI_0038 | 3                              |      |           |                      |         |           |                   |

| Código ARPSI     | CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA | EDAR     | EDUCACIÓN | RESIDENCIAL ESPECIAL | SANIDAD   | SEGURIDAD | SERVICIOS BÁSICOS |
|------------------|--------------------------------|----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-------------------|
| ES124_ARPSI_0039 | 2                              |          | 1         |                      |           |           |                   |
| ES124_ARPSI_0040 | 4                              |          | 2         | 1                    | 1         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0041 | 22                             |          | 5         |                      | 2         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0042 | 16                             |          |           |                      | 1         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0043 | 1                              |          |           |                      |           |           |                   |
| ES124_ARPSI_0044 | 5                              |          |           |                      | 1         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0045 | 2                              |          | 1         |                      |           |           |                   |
| ES124_ARPSI_0046 | 7                              |          |           |                      |           | 1         |                   |
| ES124_ARPSI_0047 | 5                              |          | 1         | 1                    | 1         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0048 | 2                              |          |           |                      |           |           |                   |
| ES124_ARPSI_0049 | 8                              |          | 2         |                      | 1         |           |                   |
| ES124_ARPSI_0050 | 1                              |          |           |                      |           |           |                   |
| ES124_ARPSI_0052 | 4                              |          |           |                      | 1         |           |                   |
| <b>Total</b>     | <b>190</b>                     | <b>1</b> | <b>36</b> | <b>5</b>             | <b>13</b> | <b>4</b>  | <b>1</b>          |

Tabla 11. Puntos de Especial importancia en Periodo 100 años.

### 11.6 Puntos de Especial importancia en Periodo 10 años.

| Código ARPSI     | CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA | EDUCACIÓN | RESIDENCIAL ESPECIAL | SANIDAD  |
|------------------|--------------------------------|-----------|----------------------|----------|
| ES124_ARPSI_0027 | 11                             | 2         | 1                    |          |
| ES124_ARPSI_0029 | 35                             | 6         | 1                    |          |
| ES124_ARPSI_0031 | 3                              |           |                      |          |
| ES124_ARPSI_0033 | 1                              |           |                      |          |
| ES124_ARPSI_0035 | 10                             | 4         |                      |          |
| ES124_ARPSI_0036 | 3                              | 1         |                      | 1        |
| ES124_ARPSI_0039 |                                | 1         |                      |          |
| ES124_ARPSI_0040 | 2                              | 1         | 1                    |          |
| ES124_ARPSI_0041 | 5                              | 2         |                      | 2        |
| ES124_ARPSI_0042 | 15                             |           |                      | 1        |
| ES124_ARPSI_0044 | 5                              |           |                      | 1        |
| ES124_ARPSI_0045 | 1                              |           |                      |          |
| ES124_ARPSI_0046 | 1                              |           |                      |          |
| ES124_ARPSI_0047 | 5                              |           | 1                    | 1        |
| ES124_ARPSI_0048 | 2                              |           |                      |          |
| ES124_ARPSI_0049 | 5                              | 1         |                      | 1        |
| ES124_ARPSI_0050 | 1                              |           |                      |          |
| ES124_ARPSI_0052 | 2                              |           |                      | 1        |
| <b>Total</b>     | <b>86</b>                      | <b>15</b> | <b>3</b>             | <b>8</b> |

Tabla 12. Puntos de Especial importancia en Periodo 10 años.

### 11.7 Áreas protegidas ambientalmente potencialmente afectadas para T500. T100 Y T10 muy similares

| Código ARPSI     | MASAS DE AGUA DMA                                                | CAPTACIONES CONSUMO                        | AGUAS BAÑO                                                                                            | ZEC-ZEPA               |
|------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| ES124_ARPSI_0026 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                                          | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0027 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSPFES70TF_AM M1                      | -                                          | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0027 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                                          | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0028 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSPFES70TF_AM M1                      | -                                          | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0029 | ES124MSBTES70TF001                                               | CANAL DEL NORTE Nº 4                       | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0029 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                                          | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0029 | ES124MSBTES70TF001                                               | CAMINO DE LA VILLA<br>CANAL DEL NORTE Nº 3 | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0030 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF004<br>ES124MSPFES70TFTI1_1 | -                                          | Playa Punta Brava<br>Playa Charcón Playa<br>Castillo Playa de<br>Puerto Playa Jardín<br>Playa Charcón | -                      |
| ES124_ARPSI_0031 | ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTV_1                        | -                                          | Playa de San Juan<br>Playa de Fonsalía S N                                                            | ES7020017              |
| ES124_ARPSI_0032 | ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTV_1                        | -                                          | El Duque Norte                                                                                        | ES7020017              |
| ES124_ARPSI_0033 | ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTV_1                        | -                                          | Playa La Pinta Playa de Fañabe                                                                        | ES7020051<br>ES7020017 |
| ES124_ARPSI_0035 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                                          | -                                                                                                     | -                      |
| ES124_ARPSI_0036 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                                          | -                                                                                                     | ES0000109<br>ES7020095 |
| ES124_ARPSI_0037 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF004<br>ES124MSPFES70TFTI1_1 | -                                          | -                                                                                                     | -                      |

| Código ARPSI     | MASAS DE AGUA DMA                                                | CAPTACIONES CONSUMO     | AGUAS BAÑO                                                                      | ZEC-ZEPA               |
|------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| ES124_ARPSI_0038 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF004<br>ES124MSPFES70TFTI1_1 | -                       | Playa de Puerto Playa de San Telmo Playa Martiánez                              | -                      |
| ES124_ARPSI_0039 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF004                         | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0040 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF002                         | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0041 | ES124MSBTES70TF002<br>ES124MSPFES70TFTI1_1                       | -                       | Playa de San Marcos<br>Playa La Coronela                                        | ES7020073<br>ES0000527 |
| ES124_ARPSI_0042 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSPFES70TFTI1_1                       | -                       | -                                                                               | ES7020073<br>ES0000527 |
| ES124_ARPSI_0043 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0044 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTV_1  | -                       | Playa Chica                                                                     | ES7020017<br>ES0000526 |
| ES124_ARPSI_0045 | ES124MSBTES70TF001<br>ES124MSBTES70TF003                         | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0046 | ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTV_1                        | EDAM H. MARE NOSTRUM R. | Playa de Las Vistas<br>Playa del Búnker                                         | ES7020017              |
| ES124_ARPSI_0047 | ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTV_1                        | -                       | Playa de Los Cristianos                                                         | ES7020017              |
| ES124_ARPSI_0048 | ES124MSBTES70TF003                                               | -                       | Playa de la Arenita                                                             | ES7020050<br>ES0000345 |
| ES124_ARPSI_0049 | ES124MSBTES70TF003                                               | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0050 | ES124MSBTES70TF003                                               | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0051 | ES124MSBTES70TF003                                               | -                       | -                                                                               | -                      |
| ES124_ARPSI_0052 | ES124MSBTES70TF003<br>ES124MSPFES70TFTIV                         | -                       | Playa La Hornilla<br>Playa Candelaria<br>Playa de Oregario<br>Playa del Alcalde | -                      |
| ES124_ARPSI_0053 | ES124MSBTES70TF001                                               | -                       | -                                                                               | -                      |

Tabla 13. Áreas protegidas ambientalmente potencialmente afectadas para T500. T100 Y T10 muy similares.

## 12 Consulta pública

El presente apartado se elabora en cumplimiento del mandato establecido en la Directiva 2000/60/CE - Directiva Marco del Agua (DMA), que establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, y la Directiva 2007/60/CE de Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación, que introduce nuevos criterios a tener en cuenta para la protección del dominio público hidráulico y para la gestión del riesgo de inundaciones para la protección de personas y bienes.

Esta Directiva 2007/60/CE obliga a los estados miembros a la realización de las siguientes tareas en los horizontes temporales señalados:

1. Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) y la Identificación de las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI). Diciembre de 2011, actualizándose a más tardar en diciembre de 2018 y a continuación cada 6 años;
2. Elaboración de Mapas de Peligrosidad (alta, media y baja probabilidad de inundación) y de Mapas de Riesgo (vulnerabilidad por nº de habitantes afectados, actividad económica, instalaciones industriales, patrimonio cultural etc). Diciembre de 2013, actualizándose a más tardar en diciembre de 2019 y a continuación cada 6 años;
3. Planes de Riesgo (de todas las ARPSI seleccionadas en la EPRI), que incluyen los programas de medidas que cada una de las administraciones debe aplicar en el ámbito de sus competencias para alcanzar el objetivo previsto de reducir las consecuencias negativas producidas por las inundaciones. Diciembre de 2015, actualizándose a más tardar en diciembre de 2021 y a continuación cada 6 años.

Para materializar todo ello, se elabora un **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)**, que establezca la zonificación de zonas inundables de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, y el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de “evaluación y gestión de riesgos de inundación” por el que se regulan los procedimientos para realizar la evaluación preliminar del riesgo de inundación, los mapas de peligrosidad y riesgo y los planes de gestión de los riesgos de inundación en todo el territorio español.

Asimismo, y siguiendo el procedimiento administrativo derivado del artículo 7 del citado Real Decreto 903/2010, se somete a Consulta Pública por un plazo de 3 meses tras su **publicación**.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Real Decreto 903/2010, los MAPRI de la DH de Tenerife para este Tercer Ciclo serán sometidos a un proceso de información y consulta pública de 3 meses tras su **publicación en el BOC**. La documentación podrá ser consultada en el portal web de Consejo Insular de Aguas de Tenerife, en la sección *PLANES Y PROGRAMAS>Evaluación y gestión de riesgos de inundación>3er CICLO (2027-2033)(En elaboración)>Mapas de peligrosidad y riesgo*

[https://aguastenerife.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=379&Itemid=1983](https://aguastenerife.org/index.php?option=com_content&view=article&id=379&Itemid=1983)

Dentro de ese plazo, se podrán realizar aportaciones y formular las observaciones y sugerencias que se estimen convenientes dirigidas por escrito al Consejo Insular de Aguas de Tenerife o utilizando cualesquiera de los procedimientos previstos en el artículo 16.4 de la Ley 39/2015, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

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

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

A tales efectos, se expone en la web del Consejo Insular de Aguas de Tenerife la documentación de la Revisión y actualización de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de la parte española de la Demarcación Hidrográfica de Tenerife correspondiente al tercer ciclo de la Directiva de Inundaciones:

- Memoria (pdf);
- Anexo 1 “Listado de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación del tercer ciclo” (pdf);
- Anexo 2 “Mapas de Peligrosidad y Riesgo y Zonas Legales de ARPSIs fluviales” (pdf);
- Anexo 3 “Fichas resumen de los modelos del tercer ciclo” (pdf).
- Anexo 4 “Mapas de Peligrosidad y Riesgo y Zonas Legales de ARPSIs costeras” (pdf);

## 13 Equipo redactor

Los trabajos para la REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD Y RIESGO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE TENERIFE DEL 3er CICLO se iniciaron en 2023 y han contado con el siguiente equipo técnico:

PROMOTOR:

Consejo Insular de Aguas de Tenerife

DIRECCIÓN TÉCNICA:

José María DE TOMÁS Y MIGUEL, Ing. C.C.P., Graduado en Economía, Jefe del Departamento de Planificación del CIATF

### **EQUIPO TÉCNICO CIATF**

GERENCIA

Javier DAVARA MÉNDEZ, Ing. de Minas, Gerente del CIATF

ÁREA TÉCNICA

Sonia VEGA MUÑOZ, Ing. C.C.P., Jefa del Área Técnica

Departamento de Planificación

José María DE TOMÁS Y MIGUEL, Ing. C.C.P., Graduado en Economía, Jefe del Departamento de Planificación del CIATF

Eva GONZÁLEZ AFONSO, Ing. en Informática

Isabel MARTÍNEZ DUBOIS, Lcda. en Geografía

Carlos BRAOJOS CORRALES, Ing. T.O.P.

José Patricio GONZÁLVEZ PADILLA, Ing. en Informática

Laura GIL PAREDES, Ing. T.O.P.

Luis Alexis Martín Mesa, Ayudante Técnico

Departamento Administrativo de Planificación y Gestión Ambiental

Elia ROYO HARDISSON, Licenciada en Derecho

SERVICIO TÉCNICO DE DPH

Javier Ignacio FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Ing. de Montes, Jefe de Servicio Técnico de Dominio Público Hidráulico

Departamento de Gestión del DPH Superficial

Francisco Antonio CABRERA BORGES, Ing. T.O.P., Jefe del Dpto. de Gestión del DPH Superficial

Marta SUÁREZ RODRIGUEZ, Ing. T.O.P.

Silvia REYES AMADOR, Ing. T.O.P.

Jenifer GONZÁLEZ PÉREZ, Ing. C.C.P/ Ing. T.O.P.

Francisco Javier BOLADO CAYÓN, Ing. T.O.P.

**ASISTENCIA TÉCNICA AQUATEC (GRUPO VEOLIA)**

Ramón BELLA PIÑEIRO, Ing. T.O.P. Director técnico de departamento de Ingeniería fluvial y presas

Rubén GÁMEZ ANTÓN, Ing. T.O.P. Máster en Ingeniería y gestión del agua.

Coral LAVILLA MORA, Ing. C.C.P.

Isabel GÓMEZ LAIN, Licenciada en Ciencias Geológicas, Máster en Hidrología General y Aplicada

Sandra FLORES SÁNCHEZ, Grado en Matemáticas e Informática, Máster en Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos.

Maria Elvira GARCÍA GISBERT, Ing. C.C.P.

## 14 Documentación y bibliografía

Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), 2021, Climatología, hidrología y drenaje.

Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S., Williams, J.R., (1998). Large area hydrologic modeling and assessment Part I: Model development 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 34(1): 73-89.

Ballesteros Cánovas, J. A., Eguibar, M., Bodoque, J. M., Díez-Herrero, A., Stoffel, M., & Gutiérrez-Pérez, I. (2011). Estimating flash flood discharge in an ungauged mountain catchment with 2D hydraulic models and dendrogeomorphic palaeostage indicators. Hydrological Processes, 25(6), 970-979.

Ballesteros Cánovas, J. B., Stoffel, M., Corona, C., Schraml, K., Gobiet, A., Tani, S., ... & Kaitna, R. (2016). Debris-flow risk analysis in a managed torrent based on a stochastic life-cycle performance. Science of the total environment, 557, 142-153.

Bathurst, J. C., Birkinshaw, S. J., Cisneros Espinosa, F., & Iroumé, A. (2017). Forest impact on flood peak discharge and sediment yield in streamflow. River System Analysis and Management, 15-29.

Beneyto, C.; Aranda, J.Á.; Francés, F. (2024). On the Use of Weather Generators for the Estimation of Low-Frequency Floods under a Changing Climate. Water 2024, 16, 1059. <https://doi.org/10.3390/w16071059>.

Benito G, Ballesteros-Cánovas, J.A. and Díez-Herrero, A. (2023). Palaeoflood Hydrology: Reconstructing rare events and extreme flood discharges. In: Paron, P. and Di Baldassarre, G. (eds.). Hydro-Meteorological hazards, risks, and disasters. Hazards and Disasters Series, Elsevier, Amsterdam. 65-103.

Benito, G, Lang, M, Barriendos, M, Llasat, M.C, Francés, F, Ouarda, T, Thorndycraft, V, Enzel, Y, Bardossy, A, Coeur, D, Bobée, B. (2004). Use of systematic, palaeoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation. Review of scientific methods. Natural Hazards 31, 623–643.

Bermúdez, M., Farfán, J. F., Willems, P., & Cea, L. (2021). Assessing the effects of climate change on compound flooding in coastal river areas. Water Resources Research, 57(10), e2020WR029321.

Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A., Parajka, J., Merz, B., ... & Živković, N. (2019). Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature, 573(7772), 108-111.

Bonsoms, J., López-Moreno, J. I., & Alonso-González, E. (2023). Snow sensitivity to temperature and precipitation change during compound cold-hot and wet-dry seasons in the Pyrenees. The Cryosphere, 17(3), 1307-1326.

CCS-MAPAMA (2017) [Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones](#).

Cutillas-Lozano, L. G., López, M. S. C., Velasco, A. P., Andrés-Doménech, I., & Olcina-Cantos, J. (2023). Local-scale regionalisation of climate change effects on rainfall pattern: application to Alicante City (Spain). *Theoretical and Applied Climatology*, 154(1-2), 377-402.

EXCIMAP, 2007, Handbook on good practices for flood mapping in Europe.

EXCIMAP. (2007). Handbook on good practices for flood mapping in Europe. Excimap (European exchange circle on flood mapping).

FEMA, USA 2001, GUÍA 2: Understanding your risks: identifying hazards and estimating losses.

García-Ruiz J.M, Lana-Renault N., (2011). Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region. A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140: 317-338. DOI: 10.1016/j.agee.2011.01.003.

Garijo, C., & Mediero, L. (2018). Influence of climate change on flood magnitude and seasonality in the Arga River catchment in Spain. *Acta Geophysica*, 66, 769-790.

Gosling S.N., Zaherpour J., Ibarreta D., (2018). PESETA III: Climate change impacts on labour productivity, EUR 29423 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-96912-6, doi:10.2760/07911, JRC113740.

Harden, T.M., Ryberg, K.R., O'Connor, J.E., Friedman, J.M., and Kiang, J.E. (2021): *Historical and paleoflood analyses for probabilistic flood-hazard assessments—Approaches and review guidelines*. U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 4, chap. B6, 91 p., <https://doi.org/10.3133/tm4B6>.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, Documento Técnico VI del IPCC.

IPCC 2022. Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Tignor, M., Alegría, A., ... & Okem, A. (2022). IPCC, 2022: Summary for policymakers.

Jiménez Álvarez, A. (Coord.; 2021): *Paleocrecidas y avenidas históricas y su aplicación a la seguridad hidrológica de las presas*. Monografías CEDEX, M-143, Madrid, 224 pp.

López de la Cruz, J. (2013). Análisis estadístico y modelación del régimen de las crecidas en ríos de la España Península en un contexto no estacionario. Tesis de Doctorado. Director: F. Francés. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Lorenzo, M. N. y Alvarez, I. (2020). Climate change patterns in precipitation over Spain using CORDEX projections for 2021-2050. *Science of The Total Environment*, 723, 138014.

Martín-Vide, J. P., Bateman, A., Berenguer, M., Ferrer-Boix, C., Amengual, A., Campillo, M., Corral, C., Llasat, M. C., Llasat-Botija, M., Gómez, S., Marín-Estève, B., Prats-Puntí, A., Ruiz-Carulla, R., Sosa-Pérez, R., (2023). A flash flood with large Woody debris clogged bridges. The 2019 event of Francolí River (NE Iberian Peninsula), *J. Hydrol.: Regional Studies*, 47, 101348.

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 (2018) [Inundaciones y Cambio Climático. Estudio y experiencias a nivel Europeo en el primer ciclo de la Directiva de Inundaciones.](#)

Ministerio para la Transición Ecológica (2019) [Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos. CÓDIGO: M-R-HMF-2019.](#)

Ministerio para la Transición Ecológica (2019) [Protocolo para el cálculo de métricas de los indicadores hidromorfológicos de las masas de agua categoría río. CÓDIGO: MET-R-HMF-2019.](#)

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 - 3<sup>er</sup> ciclo.

Montiel-Molina, C., Vilar, L., Romão-Sequeira, C., Karlsson, O., Galiana-Martín, L., Madrazo-García de Lomana, G., & Palacios-Estremera, M. T. (2019). Have historical land use/land cover changes triggered a fire regime shift in central Spain? *Fire*, 2(3), 44.

Morin, S., Samacoïts, R., François, H., Carmagnola, C. M., Abegg, B., Demiroglu, O. C., ... & Cauchy, A. (2021). Pan-European meteorological and snow indicators of climate change impact on ski tourism. *Climate Services*, 22, 100215.

Riahi, K. et al., (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168.

Rodriguez-Lloveras, X., Buytaert, W., Benito, G., (2016). Land use can offset climate change induced increases in erosion in Mediterranean watersheds. *CATENA*, 143: 244-255.

Ruiz-Villanueva, V., Díez-Herrero, A., Bodoque del Pozo, J.M., Bladé, E., (2015). Avances en el análisis del material leñoso en ríos incorporación, transporte e influencia en el riesgo por inundaciones. *Cuaternario y Geomorfología*, 29, 7-33.

Sanmiguel-Valladolid, A., López-Moreno, J. I., Morán-Tejeda, E., Alonso-González, E., Navarro-Serrano, F. M., Rico, I., & Camarero, J. J. (2020). Variable effects of forest canopies on snow processes in a valley of the central Spanish Pyrenees. *Hydrological Processes*, 34(10), 2247-2262.

Secretaría del Estado de Interior (1995) Directriz Básica de planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.

Tuset, J., Barriandos, M. & Barriandos, J. (2022). "Historical Floods on the Spanish Mediterranean Basin: A Methodological Proposal for the Classification of Information at High Spatio-Temporal Resolution—AMICME Database (CE 1035–2022)" *Land* 11, no. 12: 2311. <https://doi.org/10.3390/land11122311>.

Van Leeuwen, C. C., Cammeraat, E. L., de Vente, J., & Boix-Fayos, C. (2019). The evolution of soil conservation policies targeting land abandonment and soil erosion in Spain: A review. *Land use policy*, 83, 174-186.

Vázquez-Tarrío, D., Ruiz-Villanueva, V., Garrote, J., Benito, G., Calle, M., Lucía, A., & Díez-Herrero, A. (2024). Effects of sediment transport on flood hazards: Lessons learned and remaining challenges. *Geomorphology*, 446. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108976>

Vente Chow, Maidment, D.R and Mays, L.W. (1994), *Hidrología Aplicada*.

Zittis, G., Bruggeman, A., & Lelieveld, J. (2021). Revisiting future extreme precipitation trends in the Mediterranean. *Weather and Climate Extremes.*, 34, 100380. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100380>.