



Demarcación  
Hidrográfica de  
Lanzarote



PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO  
DE INUNDACIÓN  
Documento de Avance -  
Documento de Información  
Básica

Referencia:  
Trámite:  
Volumen:

PGRI-DHLZ  
Avance  
Información

## Demarcación Hidrográfica de Lanzarote

# PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

## DOCUMENTO DE AVANCE

### DOCUMENTO DE INFORMACIÓN BÁSICA

JULIO 2018

Version1

## Índice

<b>1</b>	<b><i>Introducción y objetivos</i></b> .....	<b>8</b>
1.1	Objeto .....	10
1.2	Naturaleza jurídica del Plan.....	10
1.3	Contenido del documento .....	11
1.4	Cambio climático y riesgo de inundación.....	11
1.5	Cuantificación de los daños debidos a las inundaciones.....	16
1.6	Vinculación del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación con el proceso de Planificación Hidrológica .....	20
1.7	Descripción general de la demarcación hidrográfica.....	21
1.8	Autoridades competentes de la demarcación hidrográfica .....	23
<b>2</b>	<b><i>Marco Normativo y Territorial</i></b> .....	<b>29</b>
2.1	El Marco jurídico comunitario y su trasposición .....	29
2.2	El Sistema de Planeamiento de Canarias.....	30
<b>3</b>	<b><i>Proceso de coordinación y participación pública en la elaboración y aprobación del PGRI</i></b> .....	<b>32</b>
3.1	Proceso de elaboración y aprobación del Plan .....	32
3.2	Resumen del proceso de evaluación ambiental del Plan.....	35
3.3	Proceso de participación y consulta pública.....	37
3.3.1	Introducción.....	37
3.3.2	Fases previas al Plan .....	38
3.3.3	Proceso de participación y consulta pública del PGRI.....	39
<b>4</b>	<b><i>Conclusiones de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación</i></b> .....	<b>40</b>
4.1	Cronología.....	40
4.2	Descripción y conclusiones .....	41
4.2.1	Metodología general para la determinación de las ARPSIS fluviales.....	41
4.2.2	Metodología general para la determinación de las ARPSIS costeras .....	49
4.2.3	Conclusiones.....	52
<b>5</b>	<b><i>Mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación</i></b> .....	<b>56</b>
5.1	Cronología.....	56
5.2	Elaboración de mapas de peligrosidad .....	58
5.2.1	Metodología para la determinación de los mapas de peligrosidad en las ARPSIs fluviales.....	58

5.2.2 Metodología para la determinación de los mapas de peligrosidad en las ARPSIs costeras .....	77
<b>5.3 Elaboración de mapas de riesgo .....</b>	<b>80</b>
5.3.1 Metodología para la determinación de los mapas de riesgo en las ARPSIs fluviales .....	81
5.3.2 Metodología para la determinación de los mapas de riesgo en las ARPSIs costeras .....	88
5.3.3 Resumen de resultados.....	90
<b>5.4 Conclusiones sobre la peligrosidad y el riesgo de inundación de las ARPSIs.....</b>	<b>95</b>
<b>6 Criterios y objetivos ambientales específicos en el Plan Hidrológico relacionados con las ARPSIs .....</b>	<b>97</b>
6.1 Estado de las masas de agua superficiales y los objetivos medioambientales de las ARPSIs .....	97
6.2 Estado de las masas de agua subterráneas .....	101
6.3 Zonas protegidas y Red Natura 2000.....	102
<b>7 Planes de Protección Civil existentes .....</b>	<b>105</b>
7.1 Nivel estatal.....	105
7.2 Nivel autonómico .....	109
7.3 Nivel local .....	111
<b>8 Sistemas de predicción, información y alerta hidrológica .....</b>	<b>113</b>
8.1 Sistemas de predicción meteorológica .....	113
8.2 Sistemas de Información Geográfica .....	115
<b>9 Planos del documento de información .....</b>	<b>117</b>
<b>10 Referencias .....</b>	<b>118</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b>	<b><i>Variación de la precipitación (%) 2011-2040 respecto al periodo de control para el promedio de las proyecciones del escenario A2. Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. CEDEX, diciembre de 2012. ....</i></b>	<b>14</b>
<b>Figura 2.</b>	<b><i>Desastres naturales en Estados Miembros de la UE en el período 1980-2009. Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. An overview of the last decade. EEA Technical report No 13/2010.....</i></b>	<b>16</b>
<b>Figura 3.</b>	<b><i>Proceso de planificación hidrológica. ....</i></b>	<b>20</b>
<b>Figura 4.</b>	<b><i>Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote.....</i></b>	<b>22</b>
<b>Figura 5.</b>	<b><i>Proceso de elaboración y aprobación del PGRI. ....</i></b>	<b>34</b>
<b>Figura 6.</b>	<b><i>Proceso de Evaluación Ambiental del PGRI ....</i></b>	<b>36</b>
<b>Figura 7.</b>	<b><i>Esquema del proceso de participación pública .....</i></b>	<b>38</b>
<b>Figura 8.</b>	<b><i>Visor de Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (<a href="http://sig.mapama.es/geoportal/">http://sig.mapama.es/geoportal/</a>).....</i></b>	<b>38</b>
<b>Figura 9.</b>	<b><i>Esquema de preselección de zonas de riesgo alto de inundación.....</i></b>	<b>46</b>
<b>Figura 10.</b>	<b><i>ARPSIs de origen fluvial .....</i></b>	<b>53</b>
<b>Figura 11.</b>	<b><i>ARPSIs de origen costero .....</i></b>	<b>55</b>
<b>Figura 12.</b>	<b><i>Datos LIDAR de GRAFCAN.....</i></b>	<b>59</b>
<b>Figura 13.</b>	<b><i>MDT05 PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional de España.....</i></b>	<b>61</b>
<b>Figura 14.</b>	<b><i>Flow direction.....</i></b>	<b>61</b>
<b>Figura 15.</b>	<b><i>Detalle del flow dirección con punto de salida .....</i></b>	<b>61</b>
<b>Figura 16.</b>	<b><i>Cuenca obtenida en formato ráster .....</i></b>	<b>61</b>
<b>Figura 17.</b>	<b><i>Cuenca obtenida en formato vectorial PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional de España .....</i></b>	<b>61</b>
<b>Figura 18.</b>	<b><i>Ejemplo de eliminación de un puente.....</i></b>	<b>68</b>
<b>Figura 19.</b>	<b><i>Mapa de usos del SIOSE.....</i></b>	<b>69</b>
<b>Figura 20.</b>	<b><i>Capa de coef. De rugosidad .....</i></b>	<b>69</b>
<b>Figura 21.</b>	<b><i>Ejemplo de geometría utilizada en IBER.....</i></b>	<b>70</b>
<b>Figura 22.</b>	<b><i>Ej. de entrada de caudal .....</i></b>	<b>72</b>
<b>Figura 23.</b>	<b><i>Ej. de condición de salida (calado=0m).....</i></b>	<b>72</b>
<b>Figura 24.</b>	<b><i>Condiciones iniciales.....</i></b>	<b>72</b>
<b>Figura 25.</b>	<b><i>Rugosidad.....</i></b>	<b>72</b>
<b>Figura 26.</b>	<b><i>Condiciones internas.....</i></b>	<b>72</b>
<b>Figura 27.</b>	<b><i>Estructuras cubiertas.....</i></b>	<b>72</b>

<b>Figura 28.</b>	<b>Ejemplo de malla utilizada en IBER .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 29.</b>	<b>Detalle de la zona inundable del Barranco del Hurón (ES_123_ARPSI_0030) para T=100 años .....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 30.</b>	<b>Detalle del mapa de calados del Barranco del Hurón (ES_123_ARPSI_0030) para T=100 años .....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 31.</b>	<b>Zona de alta peligrosidad .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 32.</b>	<b>Contorno del litoral español y ejemplo de utilización .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 33.</b>	<b>Ejemplo de Mapa de Peligrosidad Costera.....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 34.</b>	<b>Clasificación del mapa de actividades económicas afectadas.....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 35.</b>	<b>Mapa de ocupación del suelo de zona de detalle del Barranco del Hurón (ES_123_ARPSI_0030).....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 36.</b>	<b>Mapa de actividades económicas de zona de detalle del Barranco de Barranco del Hurón (ES_123_ARPSI_0030).....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 37.</b>	<b>Coeficientes a aplicar sobre el valor inicial del riesgo.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 38.</b>	<b>Estimación económica en función del uso del suelo.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 39.</b>	<b>Clasificación de calado.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 40.</b>	<b>Mapa de Act. Económica .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 41.</b>	<b>Cruce resultante.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 42.</b>	<b>Ejemplo de Mapa de Riesgo económico.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 43.</b>	<b>Ejemplo de Mapa de Zona Inundable.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 44.</b>	<b>Objetivos ambientales .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 45.</b>	<b>Ejemplo de ARPSI establecido sobre varias masas de agua.....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 46.</b>	<b>Naturaleza de las ARPSIs costeras.....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 47.</b>	<b>Estado general de las masas de agua subterráneas .....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 48.</b>	<b>Diagrama de operatividad del Plan Estatal de Protección Civil.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 49.</b>	<b>Página web de predicciones de la AEMET .....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 50.</b>	<b>Página web de inicio de Meteoalarm .....</b>	<b>115</b>
<b>Figura 51.</b>	<b>Red de pluviómetros del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote (CIAL).....</b>	<b>116</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b>	<b>Porcentaje de víctimas mortales debidas a inundaciones en relación a otras catástrofes naturales .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2:</b>	<b>Víctimas mortales debidas a desastres naturales en Canarias .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 3:</b>	<b>Víctimas mortales debidas a desastres naturales en Canarias .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 4:</b>	<b>Indemnizaciones pagadas y provisionadas por inundación por el Consorcio de Compensación de Seguros en la Comunidad Autónoma de Canarias. ....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 5:</b>	<b>Gráfico de tendencia de las indemnizaciones por daños materiales relativos a inundaciones en las provincias de Canarias.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 6:</b>	<b>Capital asegurado por el Consorcio de Compensación de Seguros por DH en la Comunidad Autónoma de Canarias.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 7:</b>	<b>Marco administrativo de la demarcación.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 8:</b>	<b>Número, tipo y categoría de masas de agua consideradas para la revisión del plan. ....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 9:</b>	<b>Fases en la tramitación de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 10:</b>	<b>ARPSIs de origen fluvial .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 11:</b>	<b>ARPSIs de origen costero .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 12:</b>	<b>Valor económico total de las ARPSIs fluviales de Lanzarote .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 13:</b>	<b>Áreas inundables por término municipal .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 14:</b>	<b>Estimación de población afectada por término municipal .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 15:</b>	<b>Superficie afectada en km<sup>2</sup> y porcentaje de las distintas actividades económicas.....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 16:</b>	<b>Resumen de puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente. Periodo de retorno de 100 años.....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 17:</b>	<b>Resumen de puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente. Periodo de retorno de 500 años.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 18:</b>	<b>ZEC en zonas inundables. ....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 19:</b>	<b>Naturaleza, estado y objetivos ambientales de las ARPSIs .....</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 20:</b>	<b>Relación entre ARPSIs y Zonas Protegidas Red Natura 2000.....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 21:</b>	<b>Listado de PEIN de la Comunidad Autónoma de Canarias .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 22:</b>	<b>Niveles de riesgo meteorológico .....</b>	<b>114</b>

## ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
ARPSI	Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación
BOC	Boletín Oficial de Canarias
CA	Comunidad Autónoma
CCS	Consortio de Compensación de Seguros
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CIAL	Consejo Insular de Aguas de Lanzarote
CLC2000	Corine Land Cover 2000
CNIH	Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas
COTMAC	Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de Canarias
DMA	Directiva Marco del Agua (directiva 2000/60/CE)
DG	Dirección General
DGA	Dirección General del Agua (Ministerio para la Transición Ecológica)
DGSCM	Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar
DPH	Dominio público hidráulico
DPMT	Dominio público marítimo terrestre
EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
EsAE	Estudio Ambiental Estratégico
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EDAM	Estación Desaladora de Agua de Mar
EDAS	Estación Desaladora de Aguas Salobres
EPRI	Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundación
FEADER	Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FEMP	Fondo Europeo Marítimo y de Pesca
FSE	Fondo Social Europeo
FSUE	Fondo de Solidaridad de la Unión Europea
IBAs	Áreas Importantes para las Aves
ICIA	Instituto Canario de Investigaciones Agrarias
IDF	Intensidad-Duración-Frecuencia
IPCC	Integrated, Prevention, Pollution and Control
LIC	Lugar de Importancia Comunitaria
LIDAR	Light Detection and Ranging
MAGRAMA	Anterior Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

MAPAMA	Anterior Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
MDT	Modelo Digital del Terreno
NWRM	Natural Water Retention Measures
OECC	Oficina Española de Cambio Climático
PAM	Plan de Actuación Municipal
PdM	Programa de Medidas
PEIN	Plan de Emergencia Insular
PEINCA	Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de Canarias
PEMU	Plan de Emergencia Municipal
PGRI	Planes de Gestión del Riesgo de Inundación
PHIL	Plan Hidrológico Insular de Lanzarote
PLATECA	Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias
PNOA	Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
PRTR	Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes
RD	Real Decreto
RDL	Real Decreto Legislativo
SAIH	Sistema Automático de Información Hidrológica
SIG	Sistema de Información Geográfica
SCS	Soil Conservation Service
SIOSE	Sistema de Información sobre la Ocupación del Suelo de España
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
SPE	Servicios Públicos de Emergencias
TRLA	Texto Refundido de la Ley de Aguas
TRLOTENC	Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias
UE	Unión Europea
VID	Vía de Intenso Desagüe
ZEC	Zona de Especial Conservación
ZEPA	Zona de Especial Conservación para las Aves
ZFP	Zona de Flujo Preferente



## 1 Introducción y objetivos

El 23 de octubre de 2007, el Parlamento Europeo aprobó la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación (transpuesta al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación). De forma simplificada, esta normativa conlleva las siguientes tareas:

- a) Evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI) e identificación de las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs):

Implica la determinación de las zonas para las cuales existe un riesgo potencial de inundación significativo en base al estudio de la información disponible sobre inundaciones históricas, estudios de zonas inundables, impacto del cambio climático, planes de protección civil, ocupación actual del suelo así como las infraestructuras de protección frente a inundaciones existentes. Posteriormente se establecen unos baremos de riesgo por peligrosidad y exposición que permiten valorar los daños identificados y se establecen los umbrales que definen el concepto de “significativo”, con el objeto de identificar las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs).

- b) Mapas de peligrosidad y mapas de riesgo de inundación:

Para las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) seleccionadas en la fase anterior es necesario elaborar mapas de peligrosidad y mapas de riesgo de inundación que delimitan las zonas inundables así como los calados del agua, e indican los daños potenciales que una inundación pueda ocasionar a la población, a las actividades económicas y al medio ambiente y todo ello para los escenarios de probabilidad que establece el Real Decreto 903/2010: probabilidad alta, cuando proceda, probabilidad media (período de retorno mayor o igual a 100 años) y para baja probabilidad o escenario de eventos extremos (período de retorno igual a 500 años).

- c) Planes de Gestión del Riesgo de Inundación:

Los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRIs) se elaboran en el ámbito de las demarcaciones hidrográficas y las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) identificadas. Tienen como objetivo lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad para disminuir los riesgos de inundación y reducir las consecuencias negativas de las inundaciones, basándose en los programas de medidas que cada una de las administraciones debe aplicar en el ámbito de sus competencias para alcanzar el objetivo previsto, bajo los principios de solidaridad, coordinación y cooperación interadministrativa y respeto al medio ambiente.

A nivel internacional, en el documento editado por la UNESCO “*Flood Risk Management: A Strategic Approach. 2013*” se recogen nueve reglas esenciales de la gestión del riesgo de inundación. Son las siguientes:

1. Aceptar que la protección absoluta no es posible y planificar teniendo en cuenta los accidentes. Se ha de aceptar que un cierto grado de error es casi inevitable, y esto hace que se enfatice en la mejora de la resiliencia.
2. Promover algunas inundaciones como algo deseable. Las inundaciones y las llanuras de inundación proporcionan terrenos agrícolas fértiles y de gran valor ambiental. Dar espacio al río mantiene ecosistemas en buen estado y reduce la posibilidad de inundaciones en otras áreas.
3. Fundamentar las decisiones en la comprensión de los riesgos y las incertidumbres. Un equilibrio explícito entre los riesgos reducidos, las oportunidades promovidas y los recursos necesarios para lograrlos es fundamental para la gestión del riesgo de inundaciones. La incertidumbre dentro de los datos y los modelos deben ser reconocida de manera explícita.
4. Tener en cuenta que el futuro será diferente del pasado. Cambios futuros (clima, sociedad, condición estructural y de otras clases) pueden influir profundamente en el riesgo de inundación. El desarrollo de estrategias de adaptación permite a los gestores responder a la realidad del futuro a medida que este evoluciona.
5. Implementar un conjunto de respuestas, y no apoyarse en una sola medida. La gestión integrada implica considerar la mayor cantidad posible de acciones. Esto incluye medidas para reducir la probabilidad y medidas para reducir las consecuencias (exposición y vulnerabilidad) de las inundaciones.
6. Emplear los recursos limitados de manera eficiente y apropiada para reducir el riesgo. Los recursos utilizados deben estar relacionados con la reducción del riesgo y con la promoción de oportunidades ambientales, económicas y sociales. No se deberían emplear estándares de protección generalizados y universales.
7. Ser claro con las responsabilidades de gobierno y acción. Los gobiernos, las empresas, las comunidades y los individuos deben ser participantes activos, todos compartiendo la responsabilidad y contribuyendo al sostén financiero en un marco claro de colaboración.
8. Comunicar el riesgo y la incertidumbre de manera amplia y eficaz. La comunicación efectiva de riesgos permite una mejor preparación y contribuye a garantizar el apoyo a las medidas de mitigación en caso necesario.
9. Reflejar el contexto local e integrar la planificación frente a inundaciones con otros procesos de planificación. La estrategia seleccionada para una determinada ubicación reflejará los riesgos específicos a los que se enfrenta.

A nivel europeo, los planes de gestión del riesgo de inundación y los planes hidrológicos son elementos de una gestión integrada de la cuenca y de ahí la importancia de la coordinación entre ambos procesos guiados por la Directiva de Inundaciones y la Directiva Marco del Agua respectivamente. Esta necesidad de coordinación está recogida tanto en ambas disposiciones como en diferentes documentos y recomendaciones adoptados en diversos foros internacionales.

En los planes de gestión del riesgo de inundación se potencian el tipo de medidas conducentes a mejorar el estado de las masas de agua, reforzadas también por la obligación de cumplir los objetivos ambientales de la Directiva Marco del Agua, por lo que aumenta considerablemente la necesidad de enfocar la gestión del riesgo de inundación hacia medidas no estructurales, sostenibles y eficientes. Se trata, entre otras actuaciones, de intervenciones basadas en las infraestructuras verdes y medidas asociadas, como las de retención natural de agua (NWRM), de forma compatible con aquellas adoptadas en el ámbito de la Directiva Marco del Agua.

Y puesto que, como recoge la Directiva de Inundaciones, las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse, es decir, tenemos que aprender a vivir con ellas, las medidas para reducir el riesgo deben ir encaminadas hacia la disminución de la vulnerabilidad de los bienes expuestos a la inundación. Máxime tomando en consideración los estudios sobre escenarios futuros de cambio climático que afectan a las variables hidrológicas (ver apartado 1.4).

## 1.1 Objeto

El presente documento se corresponde con la Memoria de Información del Documento de Avance del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote.

## 1.2 Naturaleza jurídica del Plan

El plan de Gestión de Riesgo de Inundación tiene una doble naturaleza jurídica: sectorial y territorial.

La Naturaleza sectorial viene dada por la Directiva 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, definida en el apartado 2.1.

Sin embargo, teniendo en cuenta las particularidades del sistema de planeamiento de Canarias, un enfoque únicamente sectorial resulta insuficiente para dar cumplimiento al contenido de los PGRI definido por el Anexo del RD 903/2010, de 9 de julio. Esto se debe a que el punto 5. Medidas de Ordenación territorial y urbanismo, no puede tramitarse dentro de un Plan de esta Naturaleza. Se podrían desarrollar una serie de medidas genéricas desde el punto de vista territorial, no así desde su contenido, para que el planeamiento urbanístico y/o territorial las utilizase, incluyendo las que consistan en limitaciones al régimen de usos del suelo, es decir, no sería el PGRI el que limitase el régimen del suelo

directamente, sino que establecería una “metodología” que los planes generales y territoriales utilizarían para ello.

Es por tanto, que se adopta una naturaleza jurídica doble que combina las características de un plan sectorial y las de un plan territorial, lo que condiciona tanto el contenido del documento como el proceso de elaboración y aprobación del Plan.

En conclusión, el PGRI se incorpora al Sistema de Planeamiento de Canarias, como Plan Territorial, con una fuerte carga sectorial, circunscribiendo ese carácter territorial a la implementación de una serie de medidas genéricas respecto al régimen del suelo que podría estar afectado por el riesgo de inundación. Estas medidas han de ser desarrolladas por el planeamiento urbanístico y/o territorial, incluyendo en ese desarrollo las que consistan en limitaciones el régimen de usos del suelo o impongan condicionantes a los usos y/o tipologías.

### 1.3 Contenido del documento

El Documento de Avance del Plan, además de la introducción y los objetivos, incluye:

- ◆ Capítulo 1: Introducción y objetivos
- ◆ Capítulo 2: Marco normativo y territorial
- ◆ Capítulo 3: Proceso de coordinación y participación pública en la elaboración y aprobación del Plan
- ◆ Capítulo 4: Conclusiones de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI)
- ◆ Capítulo 5: Mapas de peligrosidad y riesgo de inundación
- ◆ Capítulo 6: Criterios y objetivos ambientales específicos en el Plan Hidrológico relacionados con las ARPSIs
- ◆ Capítulo 7: Planes de Protección Civil existentes
- ◆ Capítulo 8: Sistemas de predicción, información y alerta hidrológica
- ◆ Capítulo 9: Planos del documento de información
- ◆ Capítulo 10: Referencias

### 1.4 Cambio climático y riesgo de inundación

Relacionado con el cambio climático, en la EPRI de la demarcación hidrográfica de Lanzarote se extrajo la conclusión de que la gran incertidumbre de los resultados obtenidos en diversos estudios no permitía cuantificar actualmente la alteración que el cambio

climático podía suponer a nivel de fenómenos extremos de precipitación. No obstante, se han de tener en cuenta las siguientes conclusiones complementarias:

Las previsiones del VI Documento Técnico del IPCC (Bates *et al.*, 2008) en latitudes medias similares a la que ocupa España indican como probable el aumento de la frecuencia e intensidad de los episodios de precipitación, así como una disminución de valores medios en verano. En el recientemente aprobado Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (2013-14), se señala, en relación a fenómenos observados, que “es probable que la frecuencia o intensidad de las precipitaciones intensas haya aumentado en Europa” y, con relación a cambios futuros, que “los eventos de precipitación extrema sobre la mayoría de las tierras de latitudes medias y regiones tropicales húmedas serán muy probablemente más intensos y más frecuentes”.

Por lo general, las variaciones de los valores extremos de las variables climáticas, exceptuando la temperatura, son menos uniformes debido a las limitaciones de los datos y a incongruencias entre estudios, regiones o temporadas. Sin embargo, los aumentos de episodios de precipitaciones extremas, por ejemplo, son coherentes con el calentamiento del clima. Los análisis de zonas terrestres con datos suficientes indican un aumento de la frecuencia e intensidad de los episodios de precipitaciones extremas en los últimos decenios, pero los resultados varían considerablemente entre regiones y estaciones. Por ejemplo, las evidencias indican claramente un aumento de las precipitaciones intensas en América del Norte y Central y en Europa; por el contrario, en otras regiones, como Australia meridional y Asia occidental, los datos indican un descenso de estos episodios.

Es cierto que sigue habiendo una carencia de evidencias y, por tanto, existe un nivel de confianza bajo respecto del signo de la tendencia de la magnitud y/o frecuencia de las inundaciones a escala global sobre la base de registros instrumentales. Existe un nivel de confianza alto en que durante los últimos cinco siglos ha habido inundaciones de mayor magnitud que las registradas desde 1900 en el norte y centro de Europa, en la región del Mediterráneo occidental y en el este de Asia.

En cuanto a los ciclones tropicales y extratropicales, las proyecciones indican que es probable que la frecuencia a nivel mundial de los ciclones tropicales disminuya o permanezca esencialmente sin cambios, y simultáneamente se considera probable un aumento de la velocidad máxima media del viento de los ciclones tropicales y de la intensidad de las lluvias a ellos asociadas, si bien existe un nivel de confianza menor en las proyecciones de frecuencia e intensidad para cada una de las regiones. No obstante, en virtud de la mejora en la resolución de los modelos y las técnicas de reducción de escala, es más probable que improbable que, con el calentamiento proyectado para el siglo XXI, aumente sustancialmente la frecuencia de las tormentas más fuertes en algunas cuencas.

En conclusión, algunas de las principales incertidumbres que afectan al conocimiento del cambio climático y a la capacidad de proyección de cambios en respuesta a influencias antropógenas, según este estudio son:

- El nivel de confianza en el cambio de la precipitación global sobre la tierra es bajo antes de 1951 y medio posteriormente debido a datos insuficientes.
- Se siguen elaborando modelos poco fiables tanto respecto a los cambios del ciclo del agua como a su variabilidad interna, lo que limita el nivel de confianza en las evaluaciones de atribución. Las incertidumbres observacionales y los importantes efectos de la variabilidad interna sobre la precipitación observada también impiden una evaluación más fiable de las causas de los cambios en la precipitación.
- Existe un nivel de confianza bajo en que cualquier información de cambios a largo plazo (siglos) de las características de los ciclones tropicales sea suficientemente sólida teniendo en cuenta los cambios que se han producido en las capacidades de observación.

En el documento “Generación de escenarios regionalizados de cambio climático en España” confeccionado por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en 2008, se indica que la tendencia histórica de la precipitación no ha mostrado un comportamiento tan definido como la temperatura, aunque los modelos aplicados parecen revelar un descenso paulatino de la precipitación a lo largo de este siglo.

El Libro Blanco del Agua en España expone que el cambio climático produciría, en el escenario menos pesimista, una disminución del 5% en las aportaciones totales en régimen natural en España, siendo el impacto más severo en determinadas regiones, entre ellas las Islas Canarias. Esta disminución vendría acompañada de una mayor variabilidad anual, interanual y estacional.

La Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica encargó al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Fomento, el estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua en 2012, y más recientemente en 2017. La primera actividad de los trabajos publicada, estudió el efecto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural, así como un estudio del impacto en eventos extremos.

Este informe indica que según las previsiones del cambio climático, realizadas hasta la fecha en España, el impacto sobre el agua es de carácter negativo: reducción de los recursos hídricos y aumento de la magnitud y frecuencia de fenómenos extremos como inundaciones.

En el caso de los eventos extremos, se han analizado las leyes de frecuencia de lluvias máximas diarias estimadas a partir de los escenarios de emisión seleccionados por la AEMET dentro del conjunto de escenarios de emisión de gases de efecto invernadero establecidos en el año 2000 por el IPCC.

Las proyecciones climáticas están compuestas por datos diarios de precipitación y temperatura en cuatro periodos temporales: 1961-1990 (periodo de control), 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.

Las proyecciones pronostican una reducción generalizada de la precipitación conforme avanza el siglo XXI, El conjunto de proyecciones en el escenario de emisiones más desfavorable supone decrementos de precipitación media en España en el entorno del -5%, -9% y -17% durante los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 respectivamente. La región insular de Canarias es una de las más afectadas por esta disminución de la precipitación, alcanzando valores de reducción de hasta el 20% en el periodo 2011-2040, según se muestra en la siguiente figura.

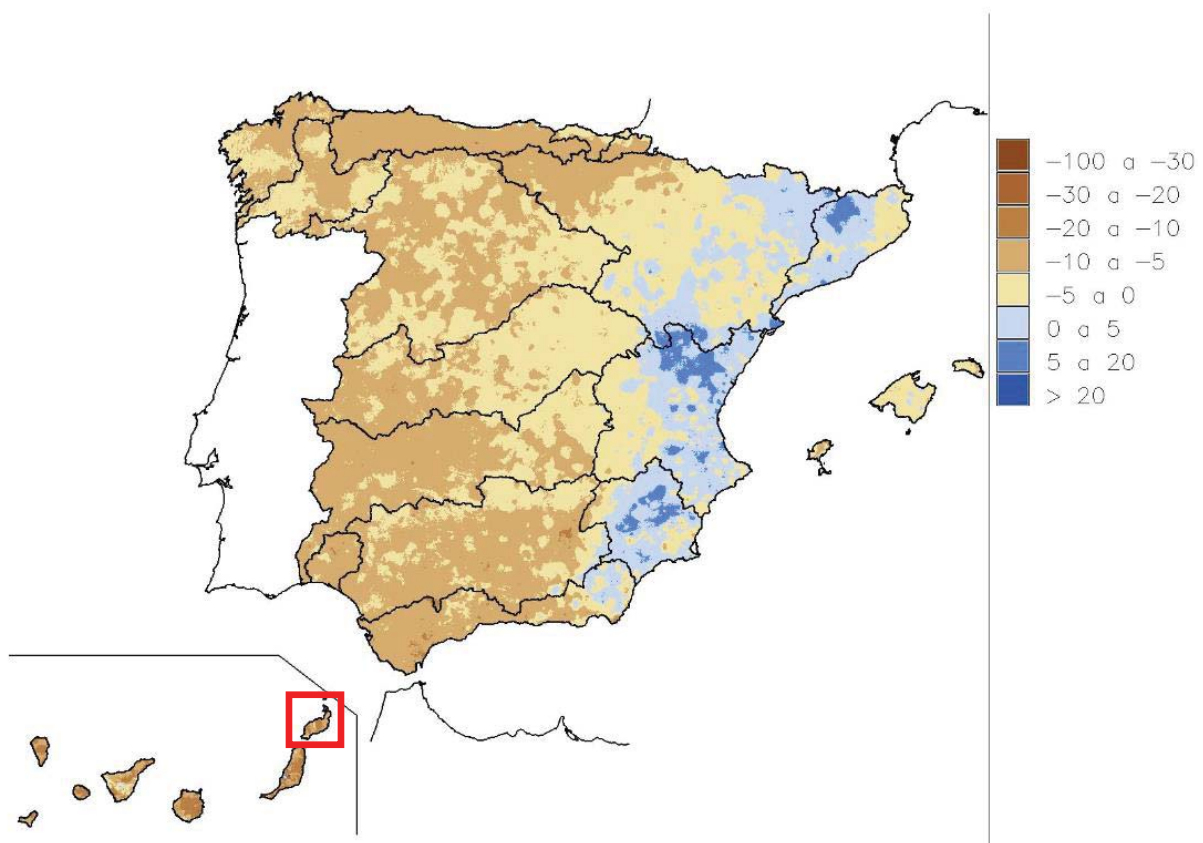


Figura 1. Variación de la precipitación (%) 2011-2040 respecto al periodo de control para el promedio de las proyecciones del escenario A2. Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. CEDEX, diciembre de 2012.

Esto deriva en una disminución de la escorrentía acorde a las tendencias de temperatura y precipitación. Las proyecciones del mismo escenario anterior dan lugar a unas reducciones de escorrentía en España del -8% para el periodo 2011-2040, -16% para el 2041-2070 y -28% para el 2071-2100. En la Comunidad Autónoma de Canarias, en el mismo escenario, la reducción de la escorrentía anual en los tres períodos estudiados es del -18%, -32% y -41% respectivamente.

El patrón predominante es, por tanto, el de disminución de la escorrentía para el periodo 2011-2040 y escenario más desfavorable, con mayor incidencia en determinadas regiones de España, entre ellas Canarias.

En relación con las inundaciones, el estudio del CEDEX intenta establecer las modificaciones en las leyes de frecuencia de precipitaciones máximas diarias, para cada escenario y horizonte temporal.

En el estudio se presentan las distribuciones de frecuencia obtenidas a partir de series de cuantiles de precipitaciones máximas diarias promediados regionalmente para cada escenario, zona y periodo, en las que se comprueba que, en contra de lo que cabría esperar, no aparece con claridad un signo del evidente aumento en la magnitud o frecuencia de las lluvias máximas.

También en este estudio se han estimado los cuantiles de la precipitación asociada a 100 años de periodo de retorno para cada escenario, periodo y modelo de circulación de la atmósfera.

El análisis realizado sobre las precipitaciones máximas diarias, directamente relacionadas con la ocurrencia de inundaciones, revela importantes incertidumbres derivadas de las diferencias de resultados entre proyecciones. Por lo que el informe concluye que estos estudios no permiten identificar un crecimiento monótono de las precipitaciones máximas diarias para el conjunto de regiones de España.

Según el estudio del CEDEX de ámbito nacional, existen diferencias regionales entre las zonas de costa e interior y entre zonas con mayor o menor influencia mediterránea o atlántica, previéndose menores disminuciones de las precipitaciones para la parte oriental de la Península llegando incluso a aumentar para el periodo y escenario considerado. Para el resto de regiones de España, entre ellas Canarias, la situación es más desfavorable y se aprecia un aumento de la proporción de la precipitación máxima diaria respecto a la lluvia total anual, es decir, llueve menos periódicamente, pero en las ocasiones en las que llueve la intensidad de esa precipitación es mayor.

Actualmente continúan desarrollándose trabajos promovidos por la Oficina Española de Cambio Climático, empleando los escenarios de cambio climático generados mediante modelos globales para el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC. Estos escenarios, convenientemente regionalizados mediante técnicas estadísticas (trabajo en desarrollo por AEMET), son la entrada para los modelos hidrológicos del CEDEX que evalúan los impactos del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural.

Ahora bien, en general se entiende que, tal y como viene sucediendo ya en todo el planeta y en especial en Europa, los daños por inundaciones se incrementan a lo largo del tiempo, tal y como se puede analizar en el siguiente gráfico tomado de la Agencia Europea de Medio Ambiente:



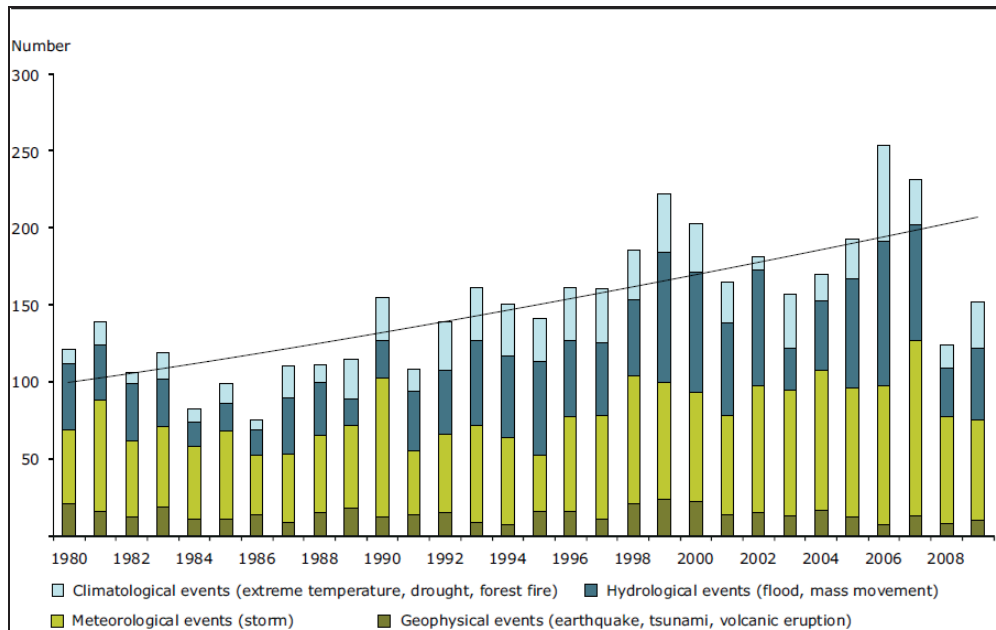


Figura 2. Desastres naturales en Estados Miembros de la UE en el período 1980-2009. Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. An overview of the last decade. EEA Technical report No 13/2010

La evolución por lo tanto en los próximos años es que se mantengan constantes o crecientes los episodios de inundación. Con la implantación de estos Planes de Gestión del Riesgo de Inundación se pretende que los daños que estos episodios generen sean, en lo posible, menores, o al menos que el impacto de los mismos sea más bajo.

## 1.5 Cuantificación de los daños debidos a las inundaciones

Las inundaciones son la catástrofe natural que mayor daño genera en España. Según el Consorcio de Compensación de Seguros y el Instituto Geológico y Minero de España, en nuestro país, los daños por inundaciones se estiman en total en una media de 800 millones de euros anuales.

En las siguientes tablas se muestra el número de víctimas mortales en los últimos años debidas a inundaciones en España, según los datos suministrados por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior.

Años	Inundaciones	Otros fenómenos	Porcentaje inundaciones	Totales
<b>1995-2006</b>	246	614	28,7	860
<b>2007</b>	11	7	61,1	18
<b>2008</b>	6	13	31,6	19
<b>2009</b>	5	30	16,7	35
<b>2010</b>	12	36	25,0	48

Años	Inundaciones	Otros fenómenos	Porcentaje inundaciones	Totales
2011	9	32	22,0	41
2012	15	20	42,8	35
<b>Total</b>	<b>304</b>	<b>752</b>	<b>28,8</b>	<b>1.056</b>

Fuente: Dirección General de Protección Civil y Emergencias, Ministerio del Interior (2012).

Tabla 1: Porcentaje de víctimas mortales debidas a inundaciones en relación a otras catástrofes naturales

El número de víctimas mortales debidas a desastres naturales en España entre 1995 y 2012 ha ascendido a 1.056. Por tipo de desastre, las inundaciones, con 304 víctimas (el 28,8% del total) son el fenómeno que mayor número de víctimas mortales ha provocado, seguido de los fallecidos en tierra por causa de temporales marítimos.

Las víctimas mortales debidas a desastres naturales en Canarias han sido cuantificadas en el Informe de Coyuntura Ambiental 2012 del Gobierno de Canarias, teniendo en cuenta inundaciones, tormentas, incendios forestales, deslizamientos, golpes de calor, aludes de nieve, episodios de nieve y frío y temporales marítimos.

AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Víctimas	0	0	0	0	2	2	1

FUENTE: Informe de Coyuntura Ambiental 2012. Gobierno de Canarias

Tabla 2: Víctimas mortales debidas a desastres naturales en Canarias

Además, en el periodo 1990-2011 el número de víctimas mortales en Canarias debido a todas estas causas fue de 17 personas, respecto a las 421 que se produjeron en toda España.

En cuanto a inundaciones, las víctimas mortales por provincias en Canarias en el periodo 2012-2014, obtenidas del Ministerio del Interior, son las que se detallan a continuación:

AÑOS	2012	2013	2014
Víctimas	0	0	1

FUENTE: Anuarios estadísticos Ministerio del Interior

Tabla 3: Víctimas mortales debidas a desastres naturales en Canarias

En cuanto a los daños materiales, a modo de ejemplo cabe destacar que sólo en bienes asegurados, en el período 1971-2012, según las estadísticas del Consorcio, el 42,9% de los expedientes tramitados han sido debidos a daños por inundaciones, que han supuesto el 60,3% del total de las indemnizaciones, las cuales, de media, suponen más de 130 millones de euros cada año.

En las provincias de Canarias la cuantía de las indemnizaciones por inundación en el periodo 1994-2013 asciende en el caso de Santa Cruz de Tenerife a 82.390.051 € y en Las Palmas a 36.020.318 €.

Si realizamos el mismo análisis detallando en la Comunidad Autónoma de Canarias obtenemos:

AÑOS	INDEMNIZACIONES (€)	
	Santa Cruz de Tenerife	Las Palmas
1994	6.878	321.308
1995	15.486	798.926
1996	228.386	101.844
1997	212.718	113.250
1998	25.557	182.797
1999	9.377.073	1.257.211
2000	1.560.957	3.207.849
2001	152.412	11.512.108
2002	43.115.542	4.305.943
2003	659.887	85.567
2004	126.771	1.428.095
2005	1.708.206	1.829.316
2006	1.555.609	3.182.153
2007	566.713	2.458.533
2008	67.298	152.724
2009	1.930.615	723.576
2010	16.574.816	1.465.841
2011	425.059	1.564.405
2012	459.650	1.213.107
2013	3.620.419	115.767
<b>TOTAL</b>	<b>82.390.051</b>	<b>36.020.318</b>

FUENTE: Consorcio de Compensación de Seguros.

Tabla 4: Indemnizaciones pagadas y provisionadas por inundación por el Consorcio de Compensación de Seguros en la Comunidad Autónoma de Canarias.

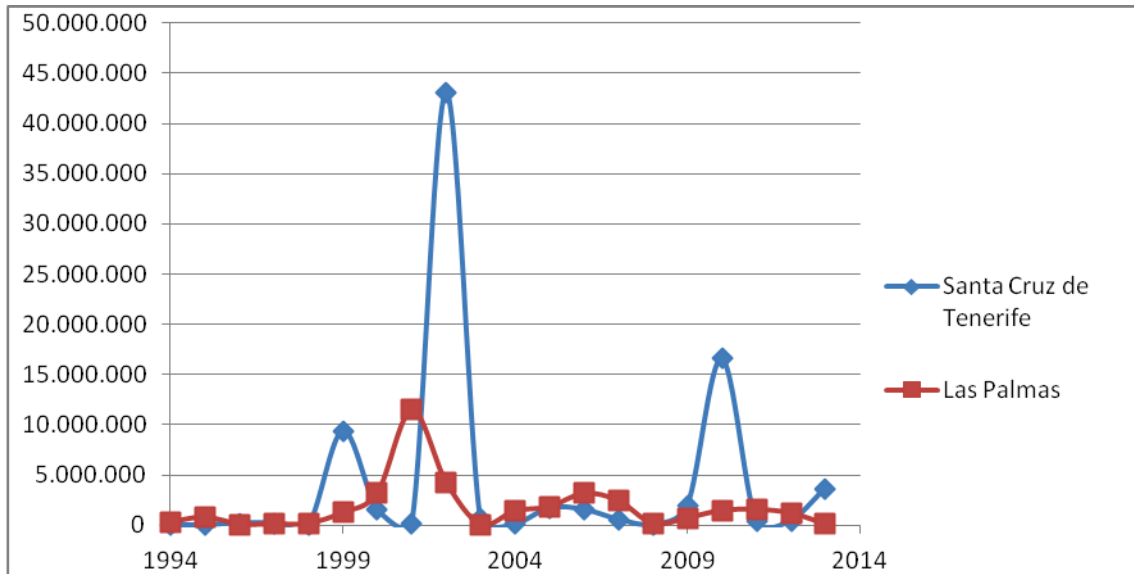


Tabla 5: Gráfico de tendencia de las indemnizaciones por daños materiales relativos a inundaciones en las provincias de Canarias.

En cuanto al capital asegurado por el Consorcio de Compensación de Seguros en la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote asciende en el año 2015 a 11.075 €, con previsión para el año 2021 de 11.757 €.

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	CAPITAL ASEGURADO 2015 (€)	CAPITAL ASEGURADO 2021 (€)
Gran Canaria	67.195	71.329
Fuerteventura	8.054	8.550
Lanzarote	11.075	11.757
Tenerife	61.449	65.229
La Palma	5.857	6.217
La Gomera	1.541	1.636
El Hierro	879	933

FUENTE: Consorcio de Compensación de Seguros.

Tabla 6: Capital asegurado por el Consorcio de Compensación de Seguros por DH en la Comunidad Autónoma de Canarias

Con relación a los daños producidos en la actividad agrícola, gestionadas a través de la Entidad Nacional de Seguros Agrarios y Agroseguro, se cuenta con los datos del Informe Anual 2011, por sequía a nivel nacional ascendieron a 4.323 y a 1.825 los daños ocasionados por inundaciones. A modo de ejemplo, también cabe destacar que las indemnizaciones por daños debidos a la sequía en el sector agrario en el año 2012 fueron de 210.642.756 € y por inundaciones 19.551.000 €.

## 1.6 Vinculación del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación con el proceso de Planificación Hidrológica

El procedimiento para la elaboración y revisión de los planes hidrológicos de demarcación se regula mediante lo establecido en la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 (DMA). En este marco, la planificación hidrológica se perfila como un proceso iterativo que se desarrolla en ciclos de 6 años, como se refleja en la siguiente figura:



Figura 3. Proceso de planificación hidrológica.

Según el artículo 40.1 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), la planificación hidrológica tiene por objetivos generales conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de la Ley de Aguas, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales. Por tanto, no se trata de una planificación que vaya a abordar un asunto único, sino multitud de problemas de diversa entidad.

Paralelamente al proceso de elaboración del primer ciclo de los planes de gestión del riesgo de inundación se está procediendo al segundo ciclo de la planificación hidrológica, que culmina con la aprobación de ambos planes en el mismo horizonte temporal por lo que la coordinación entre los dos procesos de planificación es un elemento imprescindible, aprovechando las sinergias existentes y minimizando las debilidades.

El artículo 42 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, y el artículo 38 de la Ley 12/1990, de 26 de julio, de Aguas de Canarias, modificado por la disposición final Tercera de la Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los

Recursos Naturales, establecen el contenido de los Planes hidrológicos insulares, donde indican que los Planes hidrológicos deben contener:

*Un resumen de los programas de medidas adoptados para alcanzar los objetivos previstos, incluyendo entre otros, los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos.*

Para este primer ciclo de la Gestión del Riesgo de Inundación, el artículo 14 del Real Decreto 903/2010 establece disposiciones sobre la forma en que ambos planes deben coordinarse.

#### Artículo 14. Coordinación con los Planes Hidrológicos de cuenca:

1. *Los planes hidrológicos de cuenca, en el marco del artículo 42 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, incorporarán los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos a partir de lo establecido en los planes de gestión de riesgo de inundación.*
2. *Los planes de gestión del riesgo de inundación incorporarán un resumen del estado y los objetivos ambientales de cada masa de agua con riesgo potencial significativo por inundación.*
3. *La elaboración de los primeros planes de gestión del riesgo de inundación y sus revisiones posteriores se realizarán en coordinación con las revisiones de los planes hidrológicos de cuenca y podrán integrarse en dichas revisiones.*

## 1.7 Descripción general de la demarcación hidrográfica

En este apartado se realiza una sintética descripción de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote. En la Memoria del Plan Hidrológico vigente (Conforme Art. 47 TRLOTENC Normas transitorias aprobadas por el decreto 362/2016 de 16 de noviembre) se puede encontrar una descripción más pormenorizada. Estos documentos están disponibles para su consulta en la página web del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote en el siguiente enlace <http://www.aguaslanzarote.com/planificacion.php>.

### Marco territorial-administrativo

El ámbito territorial de la demarcación hidrográfica de Lanzarote corresponde con lo fijado en el Ley 10/2010, de 27 de diciembre, de modificación de la Ley 12/1990, de 26 de julio, de Aguas, cuyas características más destacadas se recogen en la siguiente tabla:

<b>MARCO ADMINISTRATIVO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LANZAROTE</b>	
<b>Ámbito Territorial:</b>	Comprende el territorio de la cuenca hidrográfica de la isla de Lanzarote así como sus aguas de transición y costeras con coordenadas del centroide de la demarcación X (UTM) 634.858 e Y (UTM) 3.219.256
<b>Área demarcación (km<sup>2</sup>):</b>	862
<b>Población año 2015 (hab):</b>	143.209
<b>Densidad (hab/km<sup>2</sup>):</b>	169
<b>Principales ciudades:</b>	Arrecife
<b>Comunidades Autónomas:</b>	Canarias
<b>Nº Municipios:</b>	7

Tabla 7: Marco administrativo de la demarcación.

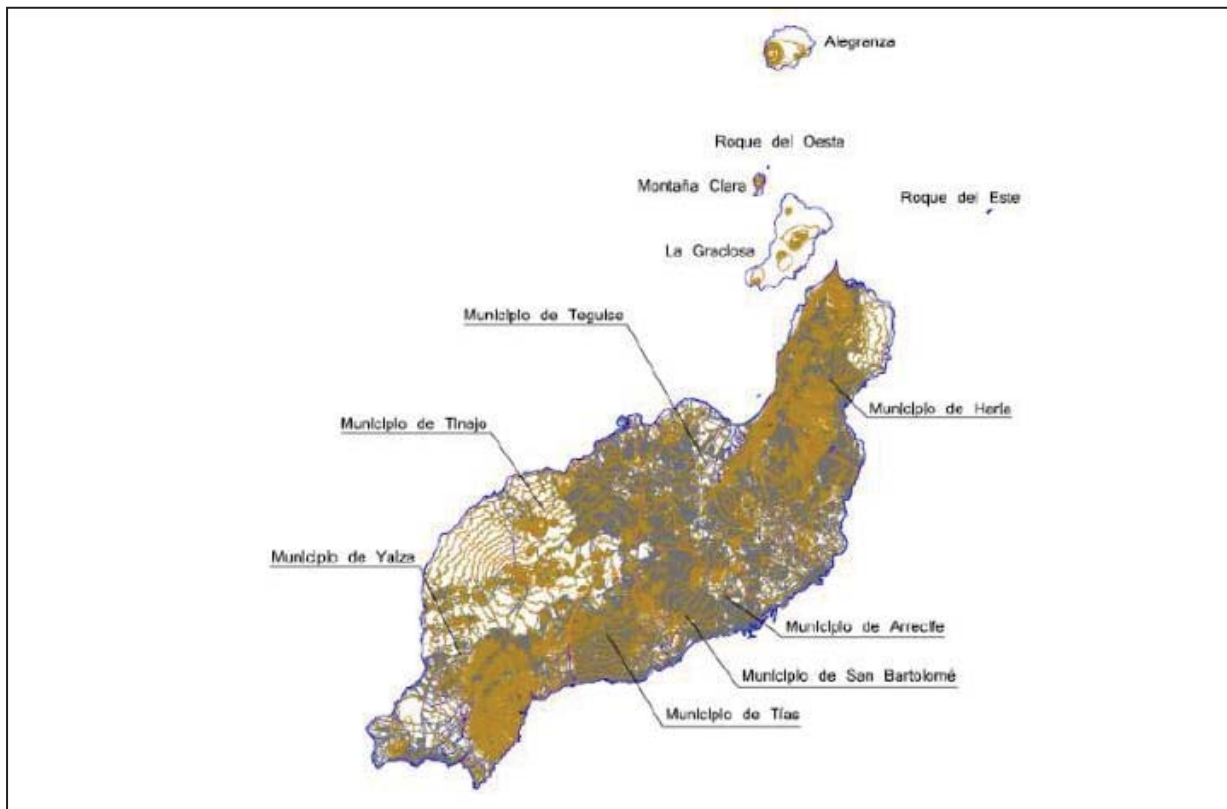


Figura 4. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote.

### Caracterización pluviométrica

La isla de Lanzarote tiene una precipitación media anual de 136,23 mm. De los factores que condicionan el clima el más determinante es la escasa altitud, observándose pequeñas variaciones asociadas al relieve y la orientación.

A grandes rasgos, el ciclo hidrológico en Lanzarote se encuentra condicionado por los siguientes aspectos:

- Escasez e irregularidad de las precipitaciones, que se concentran muy pocos días de los meses de diciembre y enero
- Ciclos de sequía
- Baja permeabilidad del sustrato en las zonas más elevadas y de mayor pluviometría
- Escasa cobertura vegetal, en un amplio porcentaje de la isla
- Elevada evapotranspiración

El balance hídrico natural para la isla se ha estimado en:

- 111 hectómetros cúbicos anuales de aportaciones totales por lluvia
- 89% de pérdidas por evapotranspiración
- % de escorrentía superficial
- 9% de infiltración

### Caracterización de las masas de agua de la demarcación

De acuerdo con lo establecido en el plan hidrológico vigente, se considera la existencia de las siguientes masas de agua:

Categoría original	Natural	Modificada tipificada como costera	Número total de masas de agua
Superficial	5	1	6
Subterráneas	1	-	1
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

Tabla 8: Número, tipo y categoría de masas de agua consideradas para la revisión del plan.

## 1.8 Autoridades competentes de la demarcación hidrográfica

Las autoridades con competencia en la realización de este Plan de Gestión de Riesgo de Inundación y la posterior ejecución de las medidas pertenecen a los siguientes niveles:

- Administración General del Estado.
- Administraciones de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Administraciones Insulares.



- Administraciones Locales.
- Particulares.

La **Administración General de Estado** desarrolla sus competencias en este Plan a través de los siguientes departamentos y organismos:

- Ministerio para la Transición Ecológica (antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente).
  - Secretaría de Estado de Medio Ambiente.
    - Dirección General del Agua.
    - Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar.
    - Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural.
    - Oficina Española de Cambio Climático.
    - Agencia Estatal de Meteorología.
  - Secretaría General de Agricultura y Alimentación.
    - Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal.
  - Subsecretaría de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
    - Entidad Estatal de Seguros Agrarios.
- Ministerio del Interior.
  - Subsecretaría del Interior.
    - Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
  - Secretaría General de Instituciones Penitenciarias.
- Ministerio de Fomento.
  - Puertos del Estado.
  - AENA.
  - Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda
    - Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo.
    - Secretaría General de Infraestructuras.
    - Secretaría General de Transporte.

- Dirección General de Aviación Civil.
- Dirección General de la Marina Mercante.
- CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas).
- Ministerio de Economía y Empresa.
  - Secretaría de Estado de Economía y Apoyo a la Empresa.
    - Consorcio de Compensación de Seguros.
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.
  - Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación.
    - IGME (Instituto Geológico y Minero de España).
- Ministerio de Hacienda.
  - Secretaría de Estado de Hacienda.
    - Dirección General de Tributos.
    - Dirección General del Catastro.
- Ministerio de Política Territorial y Función Pública.
  - Secretaría de Estado de Administraciones Públicas.
    - Dirección General de Coordinación de Competencias con las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales.
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.
  - Secretaría General de Sanidad y Consumo.
    - Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación.
- Ministerio de Defensa.
  - Secretaría General de Política de Defensa.
    - Dirección General de Política de Defensa.
- Ministerio de Justicia.
  - Subsecretaría de Justicia.
    - Registro de la Propiedad.

El **Gobierno de Canarias** desarrolla sus competencias mediante los siguientes departamentos y organismos públicos autonómicos:

- Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento
  - Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.
- Consejería de Educación y Universidades.
  - Viceconsejería de Educación y Universidades.
    - Dirección General de Universidades.
- Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad.
  - Viceconsejería de Política Territorial.
    - Dirección General de Ordenación del Territorio.
  - Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN).
  - Viceconsejería de Medio Ambiente.
    - Dirección General de Protección de la Naturaleza.
    - Dirección General de Seguridad y Emergencias.
  - Agencia de Protección del Medio Urbano y Natural.
- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas.
  - Viceconsejería de Sector Primario.
    - Dirección General de Agricultura.
    - Dirección General de Ganadería.
    - Dirección General de Pesca.
  - Dirección General de Aguas.
- Consejería de Empleo, Políticas Sociales y Vivienda.
  - Instituto Canario de la Vivienda.
- Consejería de Obras Públicas, Transportes.
  - Viceconsejería de Infraestructuras y Transportes.
    - Dirección General de Infraestructura Viaria.

- Dirección General de Transportes.
  - Puertos Canarios.
- Consejería de Sanidad
  - Servicio Canario de la Salud.
    - Dirección General de Salud Pública.
- Consejería de Hacienda
  - Viceconsejería de Hacienda y Planificación.
    - Dirección General de Planificación y Presupuesto.

A nivel de **Administración Insular** las competencias se dividen en los siguientes organismos:

- Cabildo de Lanzarote.
- Consejo Insular de Aguas de Lanzarote.

Las **entidades locales** con competencia en esta materia serán los Ayuntamientos afectados:

- Arrecife
- Haría
- San Bartolomé
- Teguiise
- Tías
- Tinajo
- Yaiza

Por último, los **particulares** con competencia serán:

- Responsables de infraestructuras que deben contar con Plan de Autoprotección según el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Disa Arrecife: Carretera de los Mármoles s/n. Recepción, almacenamiento, envasado y distribución de gases licuados del petróleo y productos derivados del petróleo.

- Canal Gestión Lanzarote: Centro de Producción Punta Los Vientos (Planta Lanzarote III y Planta Lanzarote IV): Ctra. Arrecife-Puerto Los Mármoles km 3,5, Arrecife C.P. 35500.
- Endesa: Central de Producción de Energía Eléctrica Punta Los Vientos Ctra. Arrecife-Puerto Los Mármoles s/n Arrecife C.P. 35500.

## 2 Marco Normativo y Territorial

### 2.1 El Marco jurídico comunitario y su trasposición

En el ámbito europeo, la Directiva 2000/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000 incorporada a nuestro ordenamiento jurídico mediante el artículo 129 de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social incluyó entre sus objetivos que el marco para la proyección de las aguas debe contribuir a paliar los efectos de las inundaciones y sequías. El primero de estos efectos, las inundaciones, ha sido objeto de desarrollo específico mediante la Directiva 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, cuya transposición al ordenamiento jurídico español se realizó a través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. Este Real Decreto regula los procedimientos, en todo el territorio español para realizar:

1. La Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI).
2. Los Mapas de Peligrosidad y Riesgo.
3. Los Planes de Gestión de los Riesgos de Inundación (PGRI).

Con el fin de lograr una actuación coordinada de todas la Administraciones Públicas y la sociedad para reducir las consecuencias negativas sobre la salud y la seguridad de las personas y de los bienes, así como sobre el medio ambiente, el patrimonio cultural, la actividad económica y las infraestructuras asociadas a las inundaciones del territorio al que afecten.

En este Real Decreto se fijan para cada uno de estos requerimientos un plazo para su redacción y posteriores actualizaciones y revisiones. El primer hito a cumplir es la redacción de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundaciones (EPRI) para cada una de las demarcaciones hidrográficas de Canarias.

En estos momentos, los documentos EPRI de cada una de las demarcaciones hidrográficas de Canarias, se encuentran redactados y aprobados por los respectivos Consejos Insulares de Aguas. Además se ha procedido a su notificación a la Comisión Europea, una vez finalizada su tramitación.

El segundo hito consistió en la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo. En la actualidad, los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación están elaborados y aprobados en las 7 islas.

Una vez aprobados los Mapas de Peligrosidad y de Riesgo, el tercer hito a cumplir es la redacción de los respectivos Planes de Gestión del Riesgo de Inundación para cada una de las demarcaciones hidrográficas de Canarias, de acuerdo al contenido, procedimiento y plazos establecidos en el RD 903/2010.

## 2.2 El Sistema de Planeamiento de Canarias

El ordenamiento territorial y medioambiental canario ha sido objeto de diversas modificaciones desde la aprobación del Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y Espacios Naturales de Canarias (TRLOTC), con el fin de mejorar y adecuar tal regulación a la evolución de las condiciones socioeconómicas.

El artículo 9 del TRLOTC aprobado por Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, establece que, el sistema de planeamiento de Canarias se integra por los siguientes instrumentos:

1. El planeamiento territorial y medioambiental, que incluye las directrices de ordenación general y las sectoriales, y el planeamiento insular.
2. El planeamiento urbanístico de ámbito municipal.

El sistema de planeamiento de Canarias, que se rige en sus determinaciones por los principios de jerarquía y competencia, garantizará la integración y completitud de la ordenación del territorio, delimitando para los distintos instrumentos su extensión y contenido al concreto objeto determinado por el mencionado Texto Refundido.

Según el artículo 28, del Decreto 55/2006, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Procedimientos de los instrumentos de ordenación del sistema de planeamiento de Canarias, relacionado con la sección de trámites comunes, establece que será preceptiva la elaboración y publicación de Avance en los procedimientos de aprobación y revisión general de, entre otros, los Planes Territoriales de Ordenación. El Avance constituye el documento informativo básico para exponer y evaluar las diferentes alternativas de ordenación planteadas a partir de los datos y criterios generales para un territorio concreto.

A continuación, le seguirá la fase de Aprobación Inicial. Una vez ultimada la redacción del documento, se emitirán los informes técnicos y jurídicos correspondientes por los servicios administrativos de la Administración Pública actuante, con referencia al cumplimiento de los requisitos de carácter documental, procedimental y sustantivo que resulten exigibles, y se someterá el instrumento de ordenación a aprobación inicial del órgano competente.

Seguidamente dicho documento será sometido a información pública de modo que cualquier persona física o jurídica, individual o colectivamente, podrá presentar por escrito alegaciones relativas al acierto, conveniencia u oportunidad del instrumento de ordenación sometido a dicho trámite. El plazo mínimo de información pública será de un mes, y el máximo de dos.

Culminados los trámites de consulta pública, se pasará el expediente y la documentación a informe de los servicios técnicos y jurídicos de la Administración actuante que, mediante propuesta, recomendarán la confirmación o modificación de las determinaciones del instrumento de ordenación que se vean afectadas por los informes y alegaciones

presentados, y señalarán, en todo caso, si el conjunto de las rectificaciones que se proponen supone o no una alteración sustancial del documento aprobado inicialmente.

El órgano competente de la Administración actuante dará respuesta razonada a las alegaciones presentadas por los particulares, que podrá ser conjunta para aquellas que planteen cuestiones sustancialmente análogas.

La Administración Pública actuante, a la vista de la propuesta de sus servicios administrativos y, en su caso, de la documentación corregida, acordará la aprobación del documento, que tendrá carácter de definitiva cuando coincida con la misma que aprobó inicialmente, y el de provisional cuando la competente para la aprobación definitiva sea distinta.

El 17 de junio de 2016, se publica en el BOC *resolución de 8 de junio de 2.016, por la que se hace público el Acuerdo de la Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de Canarias de 1 de junio de 2.016, que formula instrucción relativa a la adecuación a la legislación estatal de los trámites previstos para la Evaluación Ambiental Estratégica en la Legislación Canaria, y que resuelve:*

*“El esquema básico de la tramitación de la evaluación ambiental estratégica del plan y del documento territorial es el siguiente:*

- a) El documento inicial estratégico se presenta por la entidad local ante la COTMAC acompañado del borrador de plan, equivalente al Avance del TRLOTC, que, en su caso, resolverá su inadmisión, y en caso positivo, procederá a la realización de las consultas a las Administraciones Públicas afectadas – mediante notificación individual – y a las personas interesadas – a través de la publicación en el diario oficial correspondiente-.*
- b) Una vez emitido el documento de alcance, se elaborará el estudio ambiental estratégico, que, acompañado de la versión inicial del plan o texto previo (equivalente al anterior documento de aprobación inicial), será objeto de aprobación previa y se someterá a información pública por plazo de 45 días hábiles, a consultas a las Administraciones Públicas afectadas – mediante notificación individual – y a las personas interesadas – a través de la publicación en el diario oficial correspondiente -, interesándose los informes sectoriales preceptivos.*
- c) La propuesta final del plan (equivalente al antiguo documento de aprobación provisional) será objeto de aprobación de la fase insular o municipal y se someterá junto al estudio ambiental estratégico, a los informes sectoriales preceptivos y, desde una perspectiva ambiental, al análisis técnico del expediente, que culminará en la formulación de la declaración ambiental estratégica por la COTMAC.*
- d) La declaración ambiental estratégica se formulará por la COTMAC como trámite previo a la aprobación definitiva del instrumento de ordenación, y sus determinaciones han de integrarse en el documento territorial, al objeto de su aprobación definitiva.*



### 3 Proceso de coordinación y participación pública en la elaboración y aprobación del PGRI

El Real Decreto 903/2010 contempla la necesidad de garantizar una adecuada coordinación en la elaboración de los planes de gestión del riesgo de inundación entre todas las administraciones competentes, así como de disponer de los mecanismos de participación y consulta públicas que aseguren, no solo el cumplimiento de la legislación, sino que también contribuyan a la toma de conciencia, implicación y apoyo de la sociedad en las actuaciones que se deban emprender para la gestión del riesgo.

En el espíritu de la Directiva, y del Real Decreto de transposición, está el fomento de la participación activa de las partes interesadas en el proceso de elaboración, revisión y actualización de los programas de medidas y planes de gestión del riesgo de inundación, debiéndose implementar los medios necesarios para el acceso público a toda la información generada en el proceso a través de las páginas electrónicas de las Administraciones competentes y al menos en las del Ministerio para la Transición Ecológica y Ministerio del Interior.

#### 3.1 Proceso de elaboración y aprobación del Plan

El Plan de Gestión de Riesgo de Inundación (PGRI) tiene una doble naturaleza sectorial y territorial. Por un lado, como plan sectorial el proceso de elaboración y aprobación del mismo debe ajustarse a lo definido en el Real Decreto 903/2010 y en la Ley 12/1990, de 26 de julio, de Aguas y sus modificaciones posteriores. Por otro lado, los requisitos legales de la naturaleza territorial del mismo quedan recogidos en la Disposición Transitoria Séptima del Decreto 55/2006, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Procedimientos de los instrumentos de ordenación del sistema de planeamiento de Canarias y por el Decreto 30/2007, de 5 de febrero, por el que se aprueba la modificación del Reglamento de Procedimientos de los Instrumentos de ordenación del sistema de planeamiento de Canarias, aprobado por Decreto 55/2006, de 9 de mayo.

Adaptando lo dispuesto en ambos conjuntos normativos, el procedimiento de elaboración y aprobación del PGRI queda de la siguiente manera:

La primera actuación a la hora de elaborar el Plan fue la determinación de los objetivos de la gestión del riesgo de inundación en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote mediante la caracterización de la peligrosidad y el riesgo, que en algunos casos se realiza a nivel de ARPSI, y en otros, a nivel de toda la Demarcación, y cuya competencia recae, de acuerdo a lo establecido en el artículo 11.2 del Real Decreto 903/2010, en las Administraciones competentes en las cuencas intracomunitarias, las Administraciones competentes en materia de costas y las autoridades de Protección Civil, así como sus delegaciones provinciales.

Una vez fijados los objetivos se propusieron las medidas para alcanzarlos, cuyo contenido se ajustará a lo establecido en la parte A del Anexo del Real Decreto 903/2010. En el caso de establecer medidas estructurales específicas en el ámbito ARPSI, se llevan a cabo nuevas simulaciones que permitan obtener la nueva superficie inundable y con ella establecer los análisis coste-beneficio de cada medida. Según se recoge en el artículo 13.1 del Real Decreto 903/2010, la elaboración y revisión de los programas de medidas se realizará por la Administración competente en cada caso, que deberá aprobarlos, en el ámbito de sus competencias sin que en ningún caso se produzca alteración de la responsabilidad específica que tiene asumida cada Administración dentro del reparto de competencias legalmente establecido.

El artículo 13.2 del Real Decreto 903/2010 establece que el Consejo Insular de Aguas y las Administraciones Competentes, coordinadamente con las autoridades de Protección Civil, integrarán en los Planes los programas de medidas elaborados por la administración competente en cada caso, garantizando la adecuada coordinación y compatibilidad entre los mismos para alcanzar los objetivos del plan.

A continuación se somete el Documento de Avance, junto con el Estudio Ambiental Estratégico (EAE) a información pública durante cuarenta y cinco días. Posteriormente se procede a la aprobación inicial del Plan por el Consejo Insular de Aguas y se somete a información pública durante tres meses según establece el artículo 13.3 del Real Decreto 903/2010. Finalizada la información pública el Cabildo de Lanzarote aprueba provisionalmente el Plan, para posteriormente ser aprobado definitivamente por el Gobierno de Canarias. Por último el PGRI se remitirá a la Comisión Nacional de Protección Civil y se aprobará por el Gobierno de la Nación mediante Real Decreto.

Estas etapas se han sintetizado y ordenado en el siguiente gráfico:

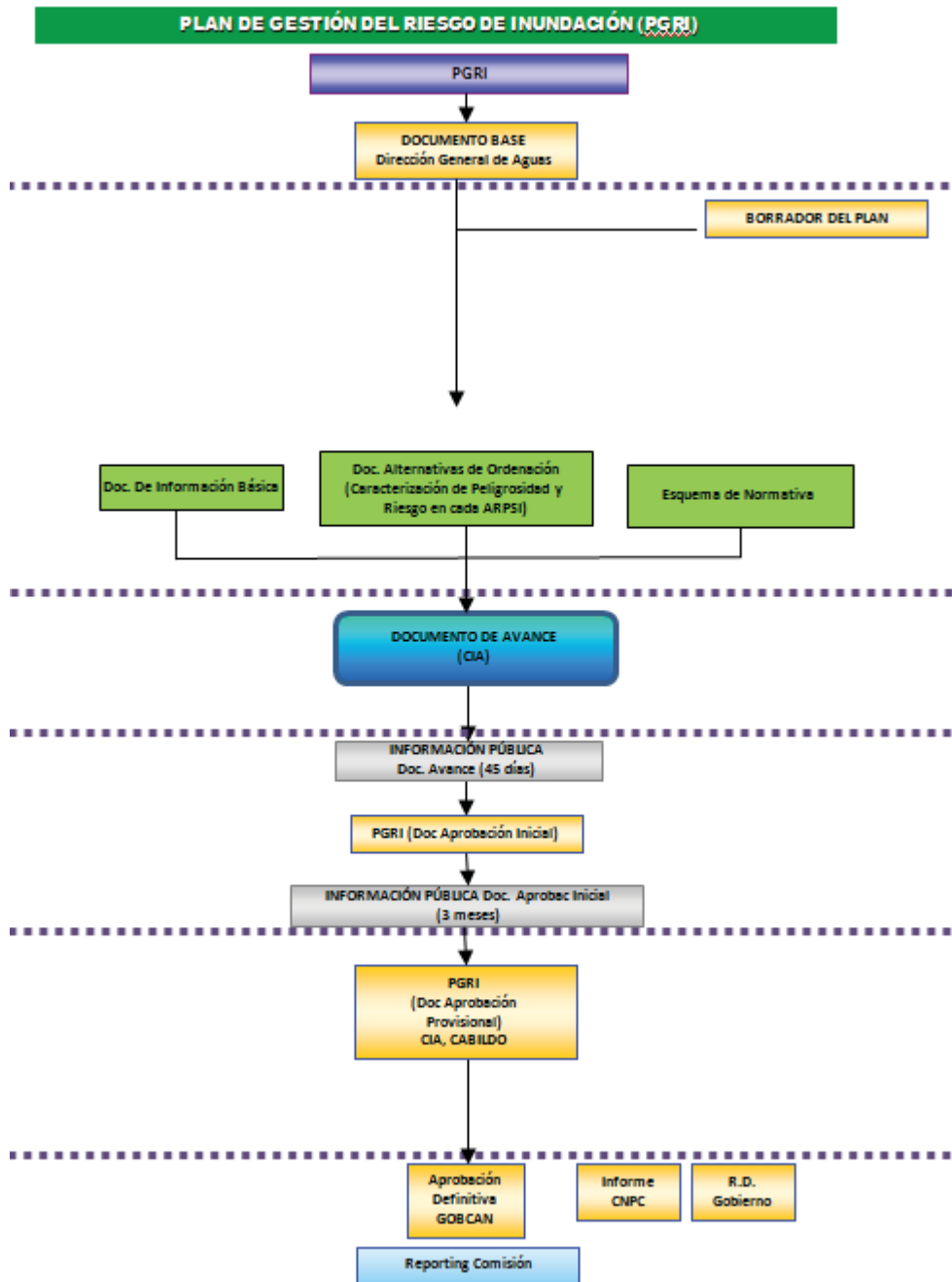


Figura 5. Proceso de elaboración y aprobación del PGRI.

Identificado cada fase del proceso con los organismos o administraciones responsables se llega a lo expuesto en la siguiente tabla:

Fase del proceso	Organismo responsable	Observaciones
Determinación de objetivos	Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, DG de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, Autoridades de Protección Civil	
Elaboración, revisión y aprobación de los PdM de cada administración competente	Cada administración competente	
Integración en el PGRI de los PdM y preparación de contenidos	Consejo Insular de Aguas de Lanzarote	Con la cooperación de la C.A. y Autoridades de Protección Civil
Consulta pública del Documento de Avance del PGRI y sus PdM	Consejo Insular de Aguas de Lanzarote	Mínimo de cuarenta y cinco días (45) días
Aprobación Inicial del PGRI	Consejo Insular de Aguas de Lanzarote	
Consulta pública PGRI y sus PdM	Consejo Insular de Aguas de Lanzarote	Mínimo de tres (3) meses
Aprobación Provisional del PGRI	Cabildo de Lanzarote	
Remisión del PGRI al Gobierno de Canarias	Cabildo Insular de Lanzarote	
Aprobación definitiva del PGRI	Gobierno de Canarias	
Remisión del PGRI a la Comisión Nacional de Protección Civil para informe	Gobierno de Canarias	
Elevación del PGRI al Gobierno para aprobación mediante RD	Gobierno de Canarias	

Tabla 9: Fases en la tramitación de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación.

Los planes de gestión del riesgo de inundación, correspondientes al primer ciclo de la planificación hidrológica, acorde a lo que determina la Directiva Marco del Agua (DMA), deberían haberse aprobado y publicado antes del 22 de diciembre de 2015, según el artículo 13.7 del RD 903/2010.

Dentro del procedimiento para la aprobación de dicho plan de gestión se ha de realizar la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) conforme a lo establecido en la Ley 21/2013 como se verá a continuación. A su vez la normativa Canaria exige presentar un Documento de Ordenación asociado a dicho Plan.

### 3.2 Resumen del proceso de evaluación ambiental del Plan

Vinculando con el procedimiento sectorial/territorial conducente a la aprobación de los PGRI figura su sometimiento al procedimiento de EAE, en su modalidad ordinaria, toda vez que concurren las circunstancias y supuestos relacionados en el artículo 6.1 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, y adicionalmente, en el artículo 22 de la Ley

14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales, así como atendiendo a lo previsto en el art.13.6 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

Estas etapas se han sintetizado y ordenado en el siguiente gráfico:

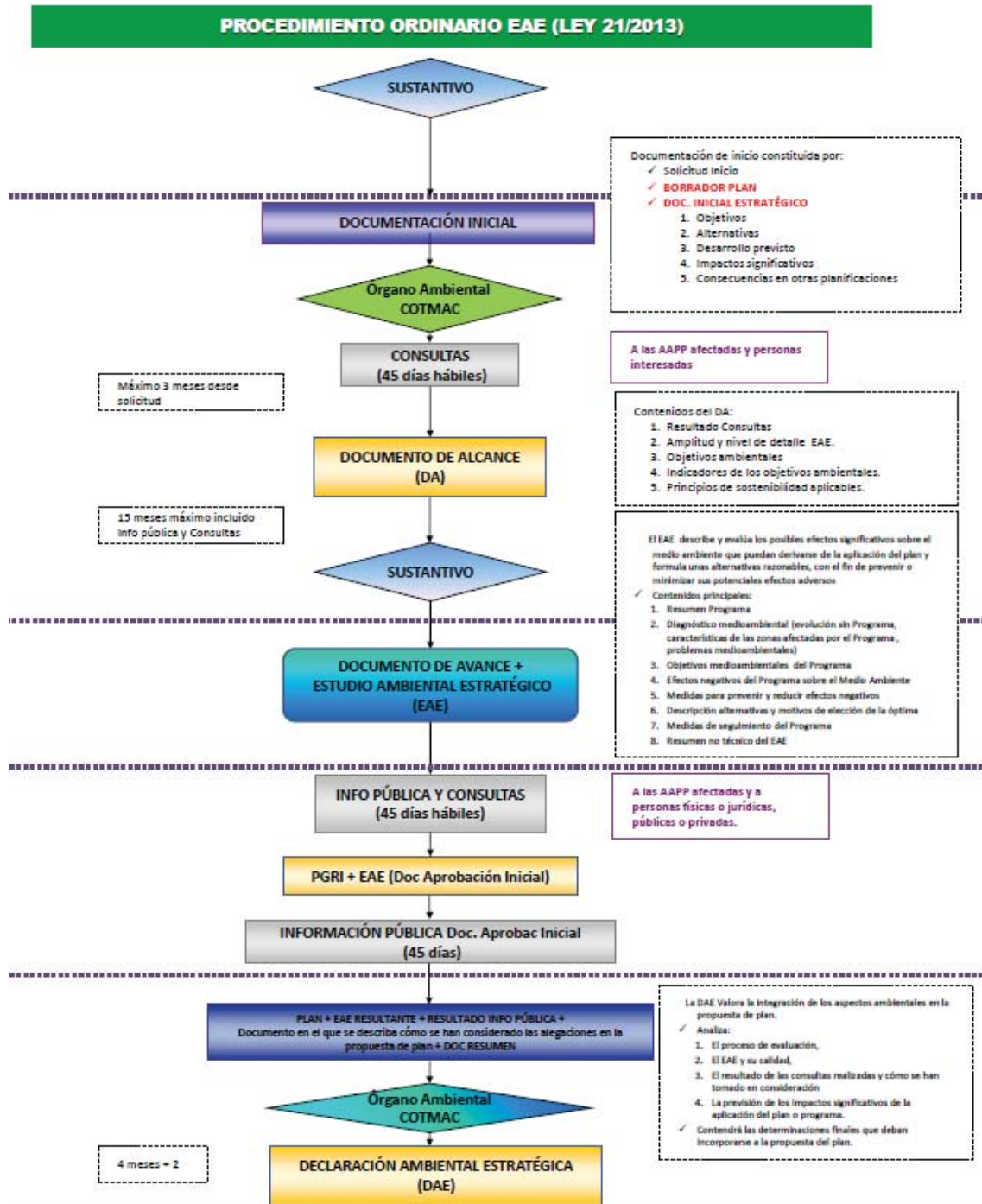


Figura 6. Proceso de Evaluación Ambiental del PGRI

La evaluación ambiental del plan de gestión del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote comenzó con fecha 3 de mayo de 2017 con el trámite de solicitud de inicio (Boletín Oficial de Canarias nº 91, 12 de mayo de 2017). Dicha solicitud, dirigida al órgano ambiental, se acompañó del documento inicial estratégico y del borrador del plan.

Con fecha 13 de diciembre de 2017 la Confederación Hidrográfica de Lanzarote recibe el documento de alcance del estudio ambiental estratégico elaborado por el órgano ambiental (Comisión de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de Canarias -COTMAC) tras el período preceptivo de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

Durante el trámite de información pública se recibió una única alegación que ha sido tomada en cuenta para la elaboración de la propuesta del plan gestión del riesgo de inundación.

### 3.3 Proceso de participación y consulta pública

#### 3.3.1 Introducción

En un proceso de planificación como el PGRI la participación pública no solamente constituye un derecho recogido por la normativa de las distintas administraciones, sino un instrumento clave para fijar los límites y alcances de los compromisos sociales, económicos, ambientales e interadministrativos que se derivan del Plan.

El Consejo Insular de Aguas de Lanzarote facilita un proceso de participación amplio y profundo a partir de la publicación del Avance del PGRI (el presente documento) y de la documentación ya materializada en las fases previas (documento borrador del Plan para la Evaluación Ambiental Estratégica, y el Documento Inicial Estratégico) a través de las siguientes líneas:

- **Información pública:**
  - Instalación de un apartado específico dentro de la web del CIAL, como portal a través del cual, en primera instancia, se dará a conocer el contenido del Avance del PGRI.
  - Elaboración de publicaciones divulgativas de los aspectos más importantes contenidos en el PGRI.
- **Consulta pública:**
  - El Avance del PGRI se expondrá a consulta pública durante **45 días**.
- **Participación pública:**

Para reforzar la participación activa durante el periodo de consulta del Avance del PGRI, se realizarán: jornadas de análisis y talleres temáticos.

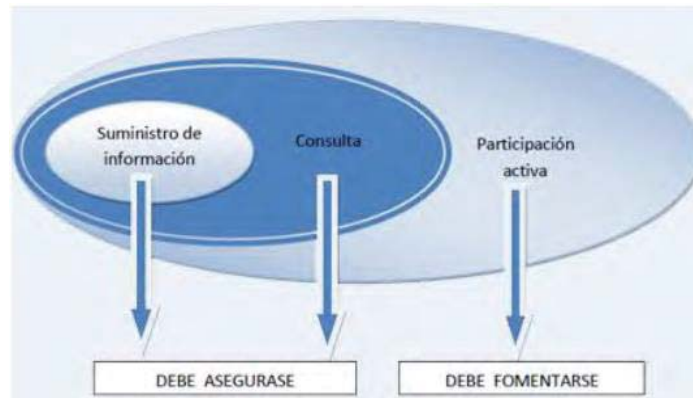


Figura 7. Esquema del proceso de participación pública

### 3.3.2 Fases previas al Plan

A continuación se detallan los procedimientos seguidos para el documento de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación, y los Mapas de Peligrosidad y Riesgo, previos al Plan.

Para promover la participación pública social e institucional, durante el periodo de consulta del documento de **Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación**, se desarrollaron mesas redondas con el fin de suscitar la participación sobre la gestión del riesgo de inundación, la primera desde la perspectiva del sector público y la segunda desde la de los sectores sociales.

Para los **Mapas de Peligrosidad y Riesgo** que se llevaron a cabo en la segunda fase del hito planificador, se realizó un proceso de consulta pública, quedando la información volcada en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, y en la web del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote.

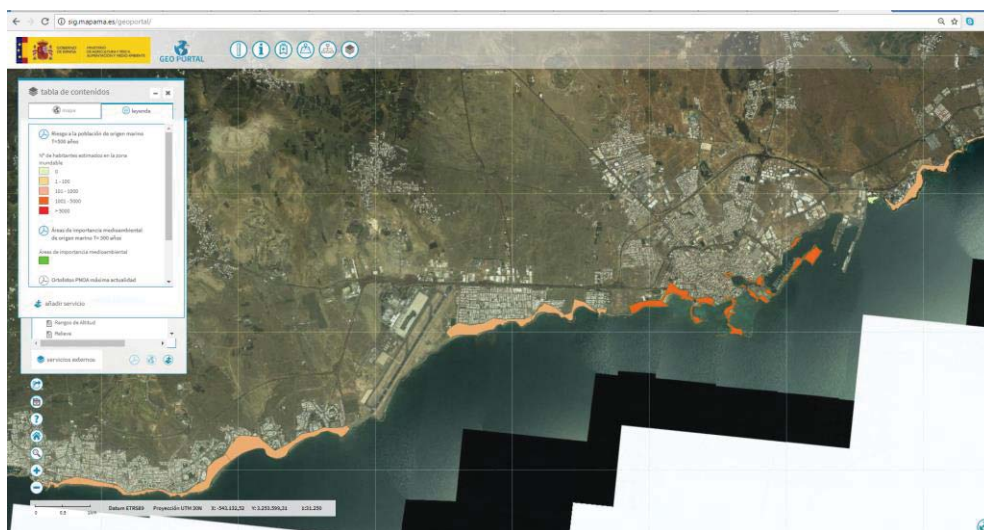


Figura 8. Visor de Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (<http://sig.mapama.es/geoportal/>)

### 3.3.3 Proceso de participación y consulta pública del PGRI

Culminados los trámites de Evaluación Preliminar de los Riesgos de Inundación, y de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de origen pluvial y costero, de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote; se acordó en la sesión de la Junta General y de la Junta de Gobierno del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote a fecha 6 de octubre de 2016, aprobar y someter a información y consulta pública por plazo de tres (3) meses contados a partir de su publicación del anuncio en el Boletín Oficial de Canarias (BOC), los documentos “Plan de Gestión del Riesgo de Inundación. Documento Borrador Avance del Plan” y “Plan de Gestión del Riesgo de Inundación. Documento Inicial Estratégico”. Todos y cada uno de los documentos son publicados en la web oficial del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote (CIAL) <http://www.aguaslanzarote.com/>.

Por tanto, durante las fases de borrador y avance de la elaboración del Plan, con carácter previo a la preceptiva consulta pública, se han puesto en marcha una serie de actividades con objeto de fomentar y hacer efectiva la participación activa de todas las partes interesadas. Dicho proceso se ciñe a lo especificado en los apartados 3.1 y 3.2.

El período de consulta pública (45 días) del “**Plan de gestión del Riesgo de Inundación. Documento Borrador Avance del Plan**” y “**Documento Inicial Estratégico**”, se inició a partir de la publicación en el BOC el 12 de mayo de 2017. Tras ello se recibió una única alegación relativa a la caracterización del riesgo de la ARPSI ES123\_ARPSI\_0007 Las Caletas, para tomar en consideración de punto de especial importancia la Central Diésel Punta Grande (Endesa), tanto por su consideración de industria IPPC como por su condición de infraestructura energética básica. Dicha consideración no procede en esta fase de evaluación, siendo considerada para posteriores revisiones concernientes al segundo ciclo de planificación (evaluación preliminar del riesgo de inundación).



## 4 Conclusiones de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación

### 4.1 Cronología

El marco normativo de este trabajo está regido por la **Directiva 2007/60/CE de “Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación”**, que entró en vigor el 26 de noviembre de 2007, la cual obliga a los Estados Miembros, en su Capítulo II, a la realización de una **Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI)**, en todo el ámbito territorial de la Demarcación, según la cual se deben identificar las Áreas en las que exista un Riesgo Potencial Significativo de Inundación que se denominarán (ARPSIs).

Esta Directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el **Real Decreto 903/2010**, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

Siguiendo lo previsto en el articulado del citado Real Decreto 903/2010, la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote elaboró el documento de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación, designando las ARPSIs correspondientes al Drenaje Territorial (**ARPSIs Fluviales**).

Paralelamente, y en base a lo previsto en el punto 1 del artículo 7 del Real Decreto 903/2010, se integró la Evaluación Preliminar de Riesgos de inundación de las **ARPSIs Costeras**, la cual fue elaborada por la **Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCM)**, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (actual Ministerio para la Transición Ecológica) en colaboración con el Centro de Estudios de Puertos y Costas, dependiente del **CEDEX**. Este documento elaborado por el **CEDEX**, se adjuntó como Anexo N°6 a la memoria elaborada por la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, y así salió a Consulta Pública.

Con fecha 20 de septiembre de 2013, se tomó en consideración por parte de la Junta General del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, el documento de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, iniciándose un periodo de Consulta Pública por un periodo de tres (3) meses que comenzó al día siguiente de su aprobación en la Junta General de 20 de septiembre de 2013.

Tras el periodo de Consulta se recibió un número muy reducido de informes a las solicitudes de Consulta enviadas a las Administraciones y Organismos.

A continuación se resumen las mismas:

- **Ministerio de Fomento, Subdirección General de Seguridad, Contaminación e Inspección Marítimas:** No tiene observaciones que formular en el marco de sus

competencias relativas a la seguridad marítima y al control de la contaminación del medio marino.

Se han desestimado las sugerencias de las siguientes administraciones u organismos:

- **AENA. Aeropuertos:** Solicita la modificación del Anexo 3 Mapa de Usos del suelo para modificar la definición de la Zona de Servicio Aeroportuaria por la de “Sistema General Aeroportuario” para su coincidencia con Plan Director del Aeropuerto de Lanzarote.

A este respecto ENAC INGENIEROS Y CONSULTORES, como redactores de los mapas de peligrosidad y riesgo fluviales informa que ha consultado los planos “Zona de servicio propuesta actividades aeroportuarias” y “Zona de Servicio propuesta coordenadas UTM” del citado Plan Director constatando que las zonas inundables y en especial la correspondiente al barranco de los Pocillos no afecta a los mismos, por lo que no procede estimar las alegaciones presentadas.

Posteriormente con fecha 23 de abril de 2014, la Junta General del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, procedió a la Aprobación Definitiva de la Evaluación Preliminar de Riesgos de Inundación de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, reflejando dichos cambios en la documentación sometida a aprobación por parte de los órganos competentes.

A continuación se expondrá un resumen de la metodología seguida para la determinación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI), pudiendo acceder a la información completa a través de la web : <http://www.aguaslanzarote.com/epri.php>.

## 4.2 Descripción y conclusiones

### 4.2.1 Metodología general para la determinación de las ARPSIS fluviales

La metodología para el desarrollo de la EPRI en la Demarcación de Lanzarote, se ha dividido en las cuatro fases que se citan a continuación:

- Recopilación de la información disponible
- Análisis y tratamiento de la información
- Identificación de tramos de riesgo potencial alto de inundación
- Identificación de Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)

En los siguientes apartados se desarrolla brevemente el alcance de cada una de las fases anteriores.

#### 4.2.1.1 Recopilación de la información disponible

La realización de la EPRI debe estar basada, según la Directiva 2007/60/CE, en la información que se disponga o que pueda derivarse con facilidad. Esta información fácilmente disponible debe ser no sólo recopilada, sino también analizada de manera conveniente para permitir la descripción de las zonas inundables, tanto de aquellas que más impactos han tenido en el pasado, como de los impactos que producirían las futuras avenidas.

Por tanto, esta primera fase de los trabajos se fundamentaron en el acopio de toda aquella información que permitiera establecer un cimiento sólido y consistente sobre el que se irían sustentando y desarrollando el resto de fases.

Para lograr este objetivo, se consideró imprescindible recabar todos aquellos datos disponibles en cada una de las siguientes materias:

- De carácter geográfico (relieve insular y distribución territorial de la población).
- De carácter urbanístico (clases de suelo).
- De carácter hidrológico (datos hidrometeorológicos, red hidrográfica).
- Infraestructuras hidráulicas (EDAR's, EDAM's, EDAS, red en alta, depósitos, balsas, presas).
- Infraestructuras básicas y servicios esenciales (red viaria, puertos, aeropuertos, red eléctrica en alta, subestaciones, hospitales, centros sanitarios etc.).
- Información histórica de episodios de inundación. El Consejo Insular de Aguas de Lanzarote no dispone de la recopilación de esta información, por lo que de cara al EPRI se tuvo en cuenta exclusivamente la información de Estudios Previos de Peligrosidad y Riesgo para determinar las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación.
- Estudios previos de inundaciones o sobre el riesgo y/o peligrosidad asociado a las mismas. La empresa Pública Gesplan (dependiente del Gobierno de Canarias), redactó en el año 2011, a través de una encomienda de la Dirección General de Política Territorial del Gobierno de Canarias, un análisis de riesgo hidráulico denominado "*Estudios de Riesgo Hidráulico de las Islas Canarias*", que sirvió como documento base para la determinación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs).
- Influencia del cambio climático.

#### 4.2.1.2 Análisis y tratamiento de la información

Sobre la base de la información anterior, con el objeto de dar cumplimiento a lo dispuesto en el art. 4 de la Directiva, y estar en disposición de realizar una primera identificación o preselección de zonas de riesgo potencial de inundación, fueron abordadas las siguientes tareas:

- Elección de la topografía y la red de drenaje más adecuada en función de los requerimientos de la Directiva.
- Recopilación y análisis de las inundaciones históricas y sus impactos en cuanto a la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica.
- Análisis de los estudios de inundabilidad existentes en los distintos ámbitos administrativos.
- Identificación de los usos del suelo.
- Estudio del impacto potencial en las inundaciones a consecuencia del cambio climático.
- Estudio de inundación en Lanzarote a consecuencia de inundaciones de origen marino.
- Infraestructuras hidráulicas que sirvan como defensa ante inundaciones existentes.

La metodología adoptada para la evaluación del riesgo ha sido el resultado de una integración de dos procesos: el deductivo y el inductivo.

En aquellos territorios en los que es fácil identificar *a priori* las zonas en riesgo, que normalmente coinciden con las vegas de los cauces principales, se tiende a elaborar los planes para la defensa frente a inundaciones identificando y evaluando los riesgos por métodos directos.

Se ha asignado la calificación de “deductivo” a este método porque parte de un axioma, el de que los riesgos se localizan exclusivamente en estas zonas, y aplica un proceso de razonamiento estrictamente racionalista, estimando la zona inundable para diferentes probabilidades mediante procedimientos de cálculo basados en los fundamentos físicos de la hidráulica.

Sin embargo, se descartó este método como única alternativa metodológica por una razón de coste-eficacia, así como por las propias limitaciones que presenta su aplicación con carácter general en toda la Isla.

El método inductivo o indirecto parte de la imposibilidad de plantear axiomas básicos, y pretende deducir conclusiones a partir de la observación directa de la realidad, por lo que el planteamiento para evaluar el riesgo difiere sensiblemente del anterior.

En esencia, este método consiste en recopilar información con la mayor amplitud posible y bajo la hipótesis de que esta observación no recoge la realidad global, sino tan solo parte de ella, lleva a cabo un análisis de la misma que pasa por dos procesos principales:

- En la generalización se evalúa la información y la forma en que se ha recogido ésta, con el fin de inferir si los fenómenos observados pueden generalizarse; es decir, si pueden extenderse a la realidad global. En caso de que así sea, se realiza esta extensión.
- En la conceptualización, partiendo de los resultados de la fase anterior, se derivan reglas de carácter global que permiten deducir conclusiones.

Haciendo uso de la terminología de planificación, en las que las fases habituales son la recopilación de información existente o la generación de una nueva, el análisis de esta información y, por último, el diagnóstico, podrían establecerse las siguientes equivalencias con la documentación que se ha generado en el "**Estudio de Riesgos Hidráulicos de la Isla de Lanzarote**".

Las fases de recopilación de información y el análisis recogerían todas las tareas asociadas con la observación de la realidad. Dichas tareas se materializaron con la elaboración de un primer "inventario de puntos de riesgo", es decir, de zonas, tramos o localizaciones concretas con riesgo de avenidas<sup>1</sup>, un segundo "inventario de zonas susceptibles de riesgo hidráulico" que abarcan ámbitos territoriales mucho más extensos que los anteriores y, por último, un "inventario de infraestructuras básicas o estratégicas" para culminar dicha labor.

Las tareas que se realizaron para establecer diagnósticos parciales a partir del análisis previo, guardan correspondencia con el proceso de generalización, pues tenían como objetivo extender las conclusiones deducidas del análisis a la totalidad del territorio.

La segunda parte del diagnóstico, denominada diagnóstico general, que se efectuó para diferenciar e identificar los problemas planteados por las riadas e inundaciones, constituye el proceso equivalente a la conceptualización.

El proceso deductivo se limitó al desarrollo de algunos trabajos específicos, contando para ello con el apoyo de herramientas capaces de cruzar información, hacer cálculos

---

<sup>1</sup> Se ha utilizado el término "registros de riesgo" con el fin de permitir abarcar todos los existentes con la mayor generalidad posible.

hidrológicos<sup>2</sup> e hidráulicos necesarios para el análisis de la red viaria y el drenaje transversal, de la información procedente de las encuestas, para realizar análisis históricos, además de la elaboración del inventario y la correspondiente evaluación de riesgos.

Ante la imposibilidad de partir del axioma en que se basa el método deductivo, principalmente ha tenido que aplicarse técnicas propias del método “inductivo”. En efecto, la experiencia demuestra que los daños que generan las avenidas en Lanzarote no se restringen a unas zonas determinadas y fácilmente identificables *a priori*, sino que se extienden a la práctica totalidad del territorio. Tampoco se deben estos daños sólo al desbordamiento de los cauces, sino que son frecuentes otros orígenes como la escorrentía de ladera o la insuficiencia manifiesta de las redes de saneamiento o de las obras de drenaje de las infraestructuras de transporte. No obstante, a efectos de la EPRI, no se ha considerado el análisis de riesgos de inundación vinculados al drenaje urbano, ni el vinculado a la rotura de presas o balsas. Tampoco será objeto de análisis el riesgo puntual derivado del cruce de cauces con viarios, pudiendo quedar estos englobados en algún área de riesgo potencial de inundación.

La información necesaria para aplicar este método indirecto se puede dividir entre la recopilada y la elaborada específicamente dentro de los trabajos llevados a cabo. Tanto una como otra se encuentra organizada en un modelo de datos y se ha volcado en un Sistema de Información Geográfica (en adelante GIS<sup>3</sup>). Estos sistemas son imprescindibles para el tratamiento y análisis de grandes volúmenes de información.

#### 4.2.1.3 Identificación de tramos de riesgo de inundación

Se denomina tramos de riesgo potencial alto de inundación a aquellos tramos de barrancos o ramblas, susceptibles de provocar daños por inundación a la salud humana o a la actividad económica de acuerdo con información histórica, geomorfológica o procedente de estudios previos.

El proceso de identificación (ver esquema adjunto) se sustenta sobre la información recopilada y posteriormente analizada, debiendo derivar la información relativa a los impactos potenciales, cuando ésta no se encuentre disponible, de la siguiente forma:

- Análisis de los impactos sobre la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica de las inundaciones registradas en el pasado.

---

<sup>2</sup> Para la determinar los caudales máximos de avenida se ha utilizado la Guía Metodológica.

<sup>3</sup> En esencia, un GIS funciona como una base de datos donde los formatos en los que se almacena la información además de ser numéricos o textos son gráficos.

- A partir de la información aportada por los estudios de inundabilidad existentes en los distintos ámbitos administrativos, análisis de los impactos con criterios similares a los utilizados para el análisis histórico.
- Identificación de aquellas zonas susceptibles de sufrir inundaciones por criterios geomorfológicos.

El resultado de este proceso es la identificación de zonas de riesgo potencial de inundación obtenidas a partir de datos históricos, de estudios previos y de análisis geomorfológico.

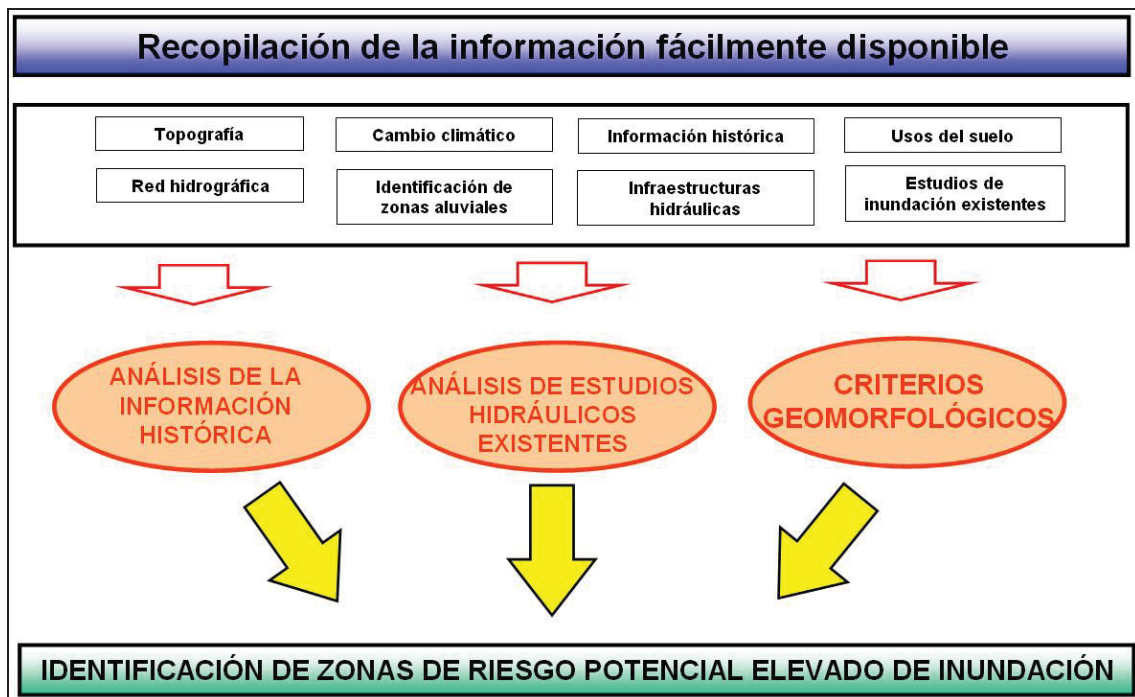


Figura 9. Esquema de preselección de zonas de riesgo alto de inundación

También indicar que durante el proceso de identificación de zonas de riesgo potencial de inundación ha sido analizada la presencia de obras de defensa que pudieran mitigar o agravar el efecto de la inundación a partir de una determinada fecha.

Mediante los pasos anteriores, se pretende detectar los impactos asociados a cada una de las zonas de riesgo potencial de inundación. Sin embargo, esta evaluación de impactos debe acompañarse de una valoración del grado de significación y de las consecuencias negativas potenciales, según se establece en la Directiva 2007/60/CE, para lo cual es preciso definir los criterios que permitan establecer los umbrales de riesgo significativo.

Como resultado final, esta fase dará respuesta al art. 4 de la Directiva y a su vez permitirá definir las áreas de riesgo potencial significativo (ARPSIs) que exige el art. 5 de la misma.

#### 4.2.1.4 Identificación de áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs)

Las áreas de riesgo potencial significativo (ARPSIs, según sus siglas en español, o ASPFRs, según sus siglas en inglés) son aquellas zonas en las que se ha llegado a la conclusión de que existe un riesgo potencial de inundación significativo o en las cuales la materialización de tal riesgo pueda considerarse probable, según el art. 5 de la Directiva.

En primer lugar se procedió a identificar los registros de riesgos potenciales, esto es, reconocer la posibilidad de la existencia de un riesgo por avenidas en distintos lugares y en función de diferentes causas. Igualmente, se procedió a determinar los registros de riesgos significativos, es decir, aquellos registros potenciales cuyos riesgos pudieran ser significativos. Finalmente, se ha procedido a la constatación de los riesgos significativos anteriormente determinados.

Analizada la información disponible en el Inventario de Riesgos Hidráulicos, se considera que las zonas anegables próximas a los cauces son, por lo general, escasas y su alcance se encuentra bastante limitado, ello como consecuencia del abrupto relieve y pronunciada pendiente del territorio.

Se han identificado todo tipo de problemas como los relacionados con la ocupación urbana, viaria, o agrícola del cauce u otro tipo de riesgos derivados de insuficiencia de las obras de cruce con carreteras. Asimismo destaca la importancia del fenómeno torrencial, que se pone de manifiesto por otra casuística diferente, como es la concentración de acarreo sólidos y la generación de escorrentías de ladera.

Por tanto, no puede establecerse una asociación generalizada entre los registros de riesgo inventariados en el "*Estudio de Riesgos Hidráulicos de la Isla de Lanzarote*" y el clásico problema de inundación de márgenes de los cauces objeto de la EPRI, orientada a determinar las ARPSIs a incluir en el correspondiente plan de gestión de riesgos de inundación.

Por otra parte, hay que indicar que gran parte de los riesgos inventariados en el "*Estudio de Riesgos Hidráulicos de la Isla de Lanzarote*" se asocian a registros puntuales (tanto vinculados como ajenos a la red hidrográfica) o bien a tramos de cauce en tramos de pendiente elevada (en zonas medias y altas de la cuenca), donde se minimiza el riesgo de inundación por elevación de la lámina de agua frente a la presencia de otro tipo de problemas, derivados de la energía cinética del flujo.

Sobre los registros de riesgo del "*Estudio de Riesgos Hidráulicos de la Isla de Lanzarote*" situados fuera del ámbito de las ARPSIs, que no forman parte de esta planificación de riesgo



de inundaciones, surtirán los efectos que esta Demarcación Hidrográfica determine para cada caso.

Partiendo de los riesgos constados en el "*Estudio de Riesgos Hidráulicos de la Isla de Lanzarote*" y establecida su clasificación del riesgo en cuatro categorías: Muy Grave, Grave, Moderado y Escaso, a efectos del presente documento, se han considerado las siguientes premisas para la designación de las Zonas de Riesgo Alto de Inundación:

- 1) Filtrado previo de los registros de riesgo constatado obtenidos del "*Estudio de Riesgos Hidráulicos de la Isla de Lanzarote*" que cumplieren las siguientes condiciones:
  - Situados sobre cauces y con geometría de líneas o polígono (se descartan los registros puntuales)
  - Situados en el tramo bajo o de desembocadura
  - Asociados a la categoría de riesgo "Muy Grave" o "Grave", que se ha incluido por su particularidad de colindar con un núcleo urbano y situarse en un tramo bajo susceptible de generar inundaciones por calados
- 2) Ordenación jerárquica descendente de los registros preseleccionados, aplicado a tres tipos de variables:
  - Densidad de población del núcleo afectado
  - Superficie de la cuenca
  - Caudal de Avenida (Q500)
- 3) Revisión del criterio de ordenación anterior y de la jerarquía global resultante. Se priorizaron casos de riesgo muy graves en núcleos de mayor densidad de población que estuvieran asociados a cauces, frente a otros con una problemática más relacionada con el drenaje urbano. También se ha tenido en cuenta en la selección final, la existencia de intervenciones de mejora, su vinculación con zonas susceptibles de riesgo hidráulico o la presencia de otros registros de riesgo próximos en el mismo cauce que el riesgo principal. Vista dicha proximidad con otros registros de riesgo (en algunos casos contiguos) se ha considerado conveniente extender linealmente el ámbito de las ARPSIs, abarcando también a otros registros graves o menos significativos.

Las áreas seleccionadas han sido objeto del desarrollo de los mapas de peligrosidad y de riesgo y de los planes de gestión del riesgo por inundación según lo dispuesto por la Directiva 2007/60/CE.

#### 4.2.2 Metodología general para la determinación de las ARPSIS costeras

Consultado el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) se ha llegado a la conclusión de que la información sobre inundaciones en zonas costeras de origen marítimo, es decir, producidas por niveles extremadamente altos de la superficie del mar, es prácticamente inexistente.

Por otra parte, la aplicación de métodos geomorfológicos para identificar indicios de inundaciones pasadas en zonas costeras resulta poco eficaz porque, si la costa es elevada, no se han producido inundaciones, y si la costa es baja, el intenso desarrollo urbanístico y las numerosas regeneraciones de playas que se han llevado a cabo durante las últimas décadas ha hecho que, por un lado, hayan desaparecido dichos indicios y, por otro, que la topografía y las características hidráulicas (permeabilidad, rugosidad, pendiente) del terreno se hayan modificado sustancialmente.

En consecuencia, la evaluación preliminar de riesgos de inundación en las zonas costeras de esta Demarcación Hidrográfica se ha hecho fundamentalmente comparando los niveles del mar excepcionalmente elevados (período de retorno de 500 años) con las cotas actuales del terreno.

##### 4.2.2.1 Delimitación de las zonas inundables

Se han delimitado zonas inundables por marea y zonas inundables por oleaje siguiendo dos procedimientos diferentes.

El primero de ellos, que denominaremos inundabilidad por mareas, corresponde a las causas de sobreelevación que permanecen durante horas o días, tiempo suficiente para que el nivel del mar se propague hasta cualquier punto cuya cota se encuentre por debajo de dicho nivel. Entre éstas se consideran naturalmente las mareas astronómica y meteorológica, pero también se ha considerado como tal el valor del remonte medio, porque es un nivel que se sobrepasa aproximadamente la mitad del tiempo que dura un temporal. En consecuencia, se ha considerado que es inundable cualquier punto cuya cota sea inferior a la suma de la cota del nivel de marea de una pleamar media más el remonte medio calculado para un período de retorno de 500 años, siempre que exista una conexión hidráulica con la costa o que pueda formarse en condiciones de sobreelevación

extraordinaria. El valor del remonte medio que se utiliza en cada tramo de costa es el que corresponde a la orientación de éste.

El segundo criterio de inundabilidad, que denominaremos inundabilidad por oleaje, corresponde al efecto del remonte de las olas. Desde este punto de vista se ha considerado inundable cualquier punto cuya cota sea inferior a la máxima cota que puede alcanzar el nivel del mar por efecto combinado de marea y oleaje con un período de retorno de 500 años, siempre que se encuentre a una distancia de la costa inferior a un valor proporcional a dicha cota.

En la metodología diseñada, los valores de cotas de inundación a aplicar a cada tramo de costa dependen de la orientación de las mismas. No obstante, se comienza haciendo un cálculo preliminar de las zonas inundables por marea y por oleaje utilizando como cotas las correspondientes a la orientación pésima para esa Demarcación. Para los tramos de costa en los que el ancho de la zona inundable sea inferior a 50 m los resultados se han considerado definitivos.

A continuación se traza una poligonal cuyos lados definen la orientación media de cada tramo de costa. La longitud de los lados de la poligonal dependerá de cuánto varíen la orientación y el grado de protección entre lados contiguos y de si existen o no en las proximidades usos del suelo de gran valor como núcleos de población, polígonos industriales o instalaciones críticas (p.e.: refinerías). Si no existen, los tramos pueden ser de varios kilómetros; si existen, dependerá de los casos, pero podrán ser de menos de un kilómetro.

A partir de las coordenadas de cada vértice de la poligonal, con ayuda de una hoja de cálculo diseñada específicamente para esta aplicación se calculan para cada lado de la poligonal: la orientación de la perpendicular, los coeficientes de difracción y de refracción (solo en entrantes), los valores de inundación por marea y oleaje utilizados para el cálculo de las cotas de inundación a aplicar y la anchura de la primera franja costera afectada (en el caso del oleaje).

A partir de los valores recogidos en la hoja de cálculo y de cara a comenzar el proceso de análisis espacial, se prepararon una serie de tablas con ArcGIS para "Reclasificar" de manera automática los ráster. La reclasificación de los ráster consiste en la asignación de nuevos valores a las celdas, en función de los criterios que le interesen al usuario. Lo que interesaba en este caso era obtener de los ráster las zonas que quedaban entre la cota 0 y las cotas de inundación obtenidas a partir de los cálculos descritos. En particular, se prepararon tablas con los valores S1 (para el caso de las inundaciones por marea) y con los valores S2 (para el caso de las inundaciones por oleaje), para cada una de las orientaciones y períodos de retorno. Los valores nuevos se almacenan como un código GRID. Este código

sirve posteriormente para la limpieza de los polígonos obtenidos a partir de los ráster reclasificados.

En este punto, el procedimiento se divide en el cálculo de las zonas inundables por oleaje y por marea.

### Zonas inundables por oleaje

- Dividir la línea de costa por tramos, en función de la poligonal trazada.
- Buffer a las líneas de costa: teniendo en cuenta la orientación de los tramos, se aplica un buffer a cada una de los tramos en función del valor recogido en la hoja de cálculo preparada. Resultado: franja costera en la que se va a aplicar el valor de cota de inundación por oleaje.
- Cortar los ráster con los buffer, para poder aplicar las cotas de oleaje. Resultado: ráster correspondiente a la primera franja costera.
- Reclasificar los ráster y hacer polígonos. Resultado: obtener los polígonos correspondientes a las zonas de inundación por oleaje.
- Limpieza: revisar la coherencia de los polígonos. Eliminar los elementos que no tengan conexión con el mar o unión a la primera franja.
- *Merge*: unión de todos los polígonos limpios. Resultado: polígono final de oleaje.

### Zonas inundables por marea

- Seleccionar las zonas inundables por marea: de las cajas resultantes del primer *Reclassify*, se seleccionan las que tienen GRID code = 2 (es decir, las zonas que están entre la cota 0 y el valor Sref). Resultado: polígonos de inundación por marea.
- Limpiar los polígonos de marea: eliminar todos los polígonos que hayan quedado en el mar (por fuera de la línea de costa). Asimismo, englobar polígonos de pequeño tamaño en manchas únicas.
- *Merge*: unión de todos los polígonos limpios. Resultado: polígono final de marea.

Como resultado se obtiene finalmente una capa de zonas potencialmente inundables por marea y otra de zonas potencialmente inundables por oleaje.

El número de capas GIS que se necesita crear para llevar a cabo este proceso es enorme: para cada parte contenida en una subhoja diferente de cada tramo con orientación diferente de la costa abierta o de cada entrante (primario, secundario, etc.) se crean unas 30 capas, a las que hay que añadir las capas base aplicables a todas ellas (línea de costas, límites de demarcaciones y provincias, subhojas ráster del MDT, usos del suelo, etc.), las que se

obtienen por fusión de los resultados de todos los tramos o del cruce de éstas con los usos del suelo y la que constituye el objetivo principal de la EPRI, es decir, la capa de ARPSIs.

Con el fin de ordenar esta enorme cantidad de ficheros y de facilitar la programación de unas aplicaciones informáticas que permitan automatizar algunas de las tareas anteriores, se han establecido unos criterios de asignación de nombres relativamente cortos para cada una de estas capas.

#### 4.2.2.2 Valoración de las áreas potencialmente inundables

Para calcular el valor de los daños potenciales de las zonas inundables, en primer lugar se simplificaron los polígonos, haciendo un *Merge* de las zonas inundables por marea y las inundables por oleaje, y posteriormente un *Dissolve*, de manera que quedara una sola capa de zonas inundables.

A continuación, cruzando la capa de polígonos de zonas inundables con la de polígonos de usos del suelo se ha obtenido una nueva capa de polígonos, cada uno de los cuales tiene asignado una categoría de vulnerabilidad. Resultan 361 polígonos inundables con una superficie total de 6,35 km<sup>2</sup>.

#### 4.2.2.3 Elección de las áreas con riesgo potencial significativo de inundación

Se han seleccionado como Áreas con Riesgo Potencial significativo de Inundación (ARPSIs) los tramos de costa con una significativa concentración en sus proximidades de zonas con vulnerabilidad Alta (código 2).

#### 4.2.3 Conclusiones

Una vez analizada la incidencia que presentan los diferentes factores determinantes del riesgo de inundación sobre las distintas zonas de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, y aplicados los umbrales de riesgo significativo conforme a las características de la cuenca, se han identificado las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs).

Las ARPSIs son aquellas zonas en las que se ha constatado que, de acuerdo con la metodología expuesta, existen tramos que sufren impactos significativos o consecuencias negativas potenciales de las inundaciones.

La Demarcación Hidrográfica de Lanzarote comprende todo el territorio de la isla, así como las aguas costeras asociadas.

Lanzarote está clasificada dentro de las demarcaciones intracomunitarias españolas siendo los límites geográficos de la demarcación los mismos que los de la propia isla y sus aguas

costeras, según la Ley 10/2010, de 27 de diciembre, de Modificación de la Ley Territorial 12/1990, de 26 de julio, de Aguas.

En este ámbito, la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación identificó 6 ARPSIs fluviales (drenaje territorial). Se trata de:

ISLA	ARPSI's	NOMBRE	L (m)
Lanzarote	ES_123_ARPSI_0030	Barranco del Hurón	1.870
	ES_123_ARPSI_0031	Barranco de La Elvira	1.081
	ES_123_ARPSI_0032	Barranco de Tenegüime	470
	ES_123_ARPSI_0033	Barranco de Los Pocillos	1.050
	ES_123_ARPSI_0034	Barranco de La Fuente	2.294
	ES_123_ARPSI_0035	Barranco de Argana Alta	730
	<b>TOTAL:</b>		<b>7.495</b>

Tabla 10: ARPSIs de origen fluvial

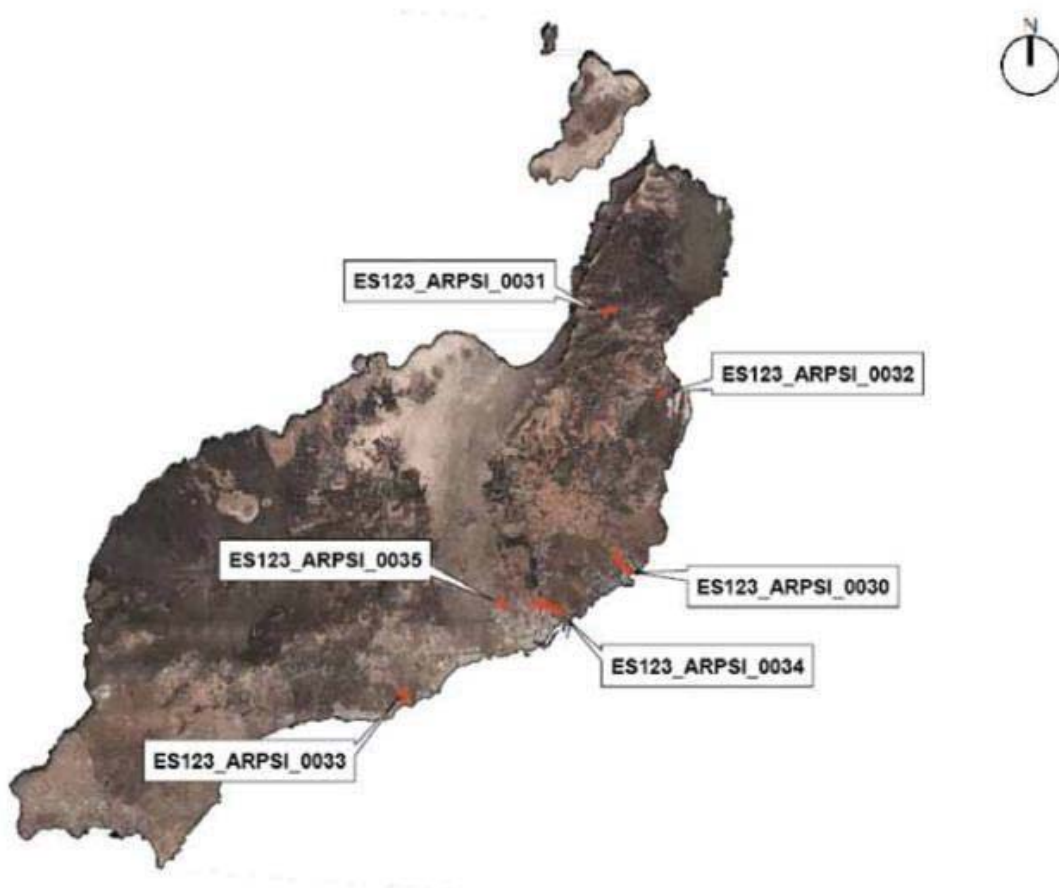


Figura 10. ARPSIs de origen fluvial

En el ámbito de estudio la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (DGSCM) del Ministerio para la Transición Ecológica identificó también 29 ARPSIs por inundación litoral, que se resumen a continuación:

ISLA	ARPSI's	NOMBRE
Lanzarote	ES123_ARPSI_0001	Órzola
	ES123_ARPSI_0002	Punta Mujeres
	ES123_ARPSI_0003	Arrieta
	ES123_ARPSI_0004	Urb. Los Cocoteros
	ES123_ARPSI_0006	De Lanzarote Beach hasta Las Cucharas
	ES123_ARPSI_0007	Las Caletas
	ES123_ARPSI_0008	Salinas de Punta Chica
	ES123_ARPSI_0009	Arrecife
	ES123_ARPSI_0010	De Urb. El Cable hasta Playa Honda
	ES123_ARPSI_0011	Urb. Los Pocillos
	ES123_ARPSI_0012	Oasis y Costa de la Luz
	ES123_ARPSI_0013	Puerto del Carmen
	ES123_ARPSI_0014	Puerto Calero
	ES123_ARPSI_0015	Playa Quemada
	ES123_ARPSI_0016	Camping Playa del Papagayo
	ES123_ARPSI_0017	Playa Las Coloradas
	ES123_ARPSI_0018	Castillo del Agua
	ES123_ARPSI_0019	Playa Blanca y Urb. Casas del Sol
	ES123_ARPSI_0020	Playa Famingo
	ES123_ARPSI_0021	Montaña Roja
	ES123_ARPSI_0022	El Golfo
	ES123_ARPSI_0023	La Santa
	ES123_ARPSI_0024	Urb. La Santa Sport
	ES123_ARPSI_0025	Caleta de Caballo
	ES123_ARPSI_0026	Caleta de Famara
	ES123_ARPSI_0027	Urb. Famara
	ES123_ARPSI_0028	Caleta del Sebo
	ES123_ARPSI_0030_m	Punta del Palo
	ES123_ARPSI_0031_m	Caleta de Las Escamas

Tabla 11: ARPSIs de origen costero

Durante la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de las ARPSIs costeras se realizó una actualización de las ARPSIs designadas en la EPRI. Esto se tradujo en ampliaciones, modificaciones de límites y en la eliminación e incorporación de algunas ARPSIs:

- ES123\_ARPSI\_0005: Puerto Tahiche: Fue eliminada por la no tener afección por inundación por fenómenos costeros.
- ES123\_ARPSI\_0029: Pedro Barba. Fue eliminada por no tener afección por inundación por fenómenos costeros.
- ES123\_ARPSI\_0030\_m: Punta del Palo. Incorporada por Afección a infraestructura viaria, carretera LZ-1.
- ES123\_ARPSI\_0031\_m: Caleta de las Escamas. Incorporada a petición de la DC en Canarias. Afección a edificaciones.

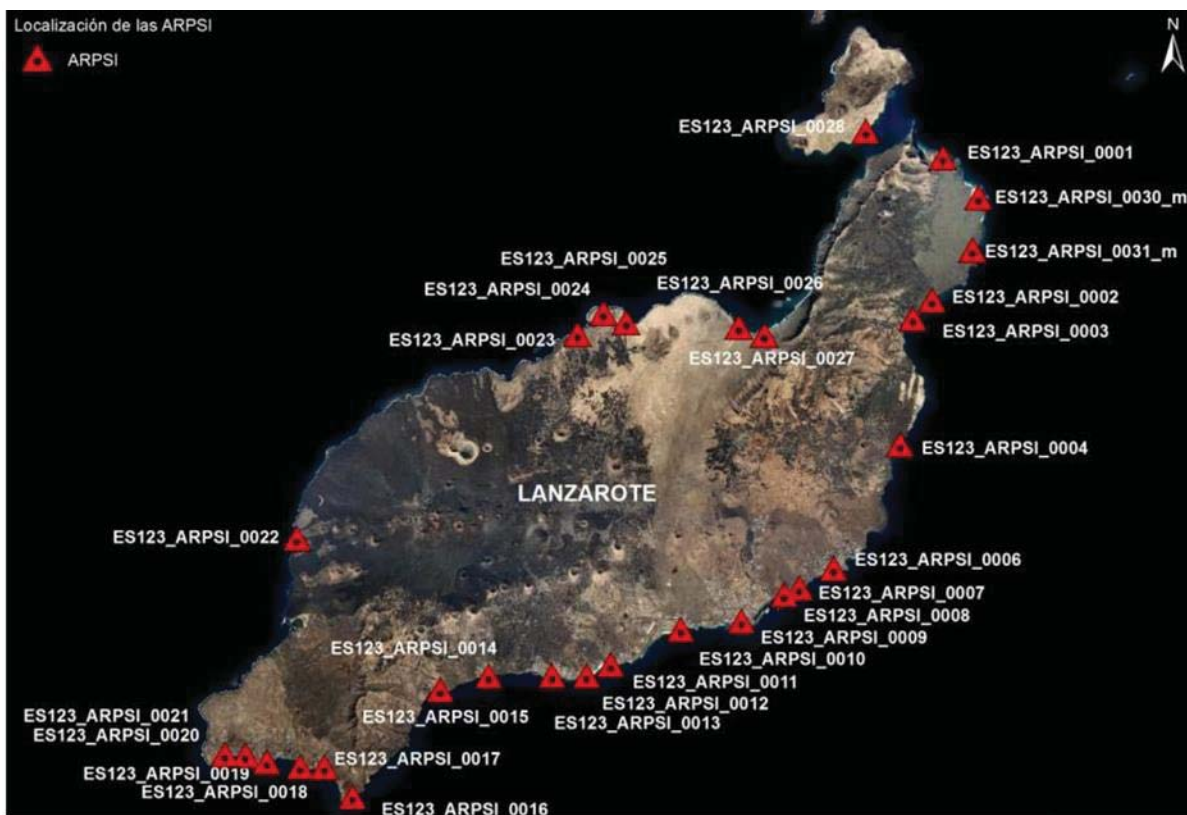


Figura 11. ARPSIs de origen costero

Las medidas específicas (estructurales o no estructurales) tan solo se llevarán a cabo en el ámbito de las ARPSIs designadas en la EPRI.



## 5 Mapas de peligrosidad y de riesgo de inundación

### 5.1 Cronología

Una vez redactada la Evaluación Preliminar de Riesgos de Inundación (EPRI), se ha abordado la elaboración de los **Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación**, en aquellas zonas designadas como ARPSIs (Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación).

Con fecha 23 de abril de 2014, se tomó en consideración por parte de la Junta General del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, el documento de Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, iniciándose un periodo de Consulta Pública que comenzó tras su toma en consideración por el Consejo Insular de Aguas de Lanzarote. El plazo de Consulta Pública fue de tres (3) meses.

La elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de las **ARPSIs Fluviales** le ha correspondido a la **Demarcación Hidrográfica de Lanzarote**.

En base a lo previsto en el punto 1 del artículo 10 del Real Decreto 903/2010, se ha integrado los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación de las **ARPSIs Costeras**, la cual ha sido elaborada por la **Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (DGSCM)**, del Ministerio para la Transición Ecológica.

Tras el periodo de Consulta Pública de los Mapas, se recibieron un total de 2 informes a las solicitudes de Consulta enviadas a las Administraciones y Organismos, las cuales se resumen a continuación:

A continuación se resumen las mismas:

- **Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política territorial del Gobierno de Canarias:** Considera que por tratarse de una fase previa a la redacción del instrumento de ordenación no tiene consideraciones que realizar. Si bien matiza que en la fase de redacción del PGRI deberá darse cumplimiento a los objetivos y determinaciones específicas de las DOG.50 (Prevención de riesgos).

Debido a la inexistencia de alegaciones al respecto de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación no procede estimar las mismas.

- **Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas; Aguas y Estructura Pesquera:** Se solicita incorporar a los mapas o a futuras revisiones la información de las Zonas de Interés Acuícola previstas en el Plan Regional de Acuicultura que puedan verse afectadas por inundaciones causadas por fenómenos tanto de carácter costero como fluvial.

- Indican la afección de 2 ARPSIS fluviales: ES\_123\_ARPSI\_0030 (Barranco del Huron) y ES\_123\_ARPSI\_0033 (Barranco de los Pocillos) al desembocar este barranco en las proximidades del extremo de la ZIA-LZ-2. No obstante en dichas zonas no hay actualmente ninguna explotación acuícola autorizada, si bien son zonas previstas como de interés para la actividad acuícola futura de la isla de Lanzarote y en todo caso sería necesario valorar si las zonas inundables delimitadas de la alguna forma llegaría a afectar a dichas ZIAS por efecto de la turbidez que pudiera generarse.
- Se señalan también las siguientes ARPSIs de origen marino:
  - ✓ Puerto Tahíche, Desde Lanzarote Beach hasta Las Cucharas, Las Caletas, Las Salinas de Punta Chica, se encuentran frente a la ZIA-LZ-1
  - ✓ Arrecife, Playa Honda, Urbanización de los Pocillos y Puerto del Carmen se encuentran frente a la ZIA-LZ-2
  - ✓ Camping Playa del Papagayo y Castillo del Águila frente a la ZIA-LZ-4
  - ✓ Playa Blanca, Urb. Casas del Sol y Playa Flamingo frente a la ZIA-LZ-5

A este respecto ENAC INGENIEROS Y CONSULTORES, como redactores de los Mapas de peligrosidad y riesgo fluviales informó que para la elaboración de los mismos se siguió lo estipulado en la “*Propuesta de mínimos para la metodología de Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación*” con respecto a las categorías de calificación de “población afectada” y “actividad económica”. Dentro de las actividades incluidas en dichas categorías no entra la clasificación correspondiente a futuras zonas de interés acuícola que no se encuentren dentro de las zonas de inundación estudiadas para los diferentes periodos de retorno.

Posteriormente con fecha 28 de octubre de 2014, la Junta General del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, procedió a la Aprobación Definitiva de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, reflejando dichos cambios en la documentación sometida a aprobación por parte de los órganos competentes.

A continuación se expondrá un resumen de la metodología seguida para la determinación de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundación.

Se puede acceder a la información completa en: <http://www.aguaslanzarote.com/epri.php>

## 5.2 Elaboración de mapas de peligrosidad

### 5.2.1 Metodología para la determinación de los mapas de peligrosidad en las ARPSIs fluviales

Los mapas de peligrosidad por inundación constituyen la base de partida para el análisis del riesgo y una herramienta esencial en la gestión diaria de las zonas inundables. Tras la EPRI, el Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, contaba ya con la delimitación de puntos y zonas con riesgo de inundación de gran parte de las ARPSIs identificadas.

No obstante, consciente de la importancia de disponer de una cartografía lo más actualizada y rigurosa posible, que a su vez cumpliera con los requisitos impuestos en el Real Decreto 903/2010, el Consejo Insular de Aguas de Lanzarote decidió acometer nuevos trabajos de actualización topográfica, hidrológicos e hidráulicos cuya descripción se presenta a continuación.

#### 5.2.1.1 Topografía

Desde el año 2010, se dispone en Canarias, a través de la empresa Pública GRAFCAN S.A., de cartografía desarrollada a través de tecnología LIDAR (*Light Detection and Ranging*), que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado.

La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada. Un vuelo LIDAR utiliza un sensor aerotransportado y su resultado es una nube de puntos cuya extensión y densidad depende del plan de vuelo diseñado. Por lo general, se trata de millones de puntos que es necesario procesar para obtener puntos en tres dimensiones (x, y, z) de la superficie vista desde el sensor. La información LIDAR permite generar tanto modelos del terreno (MDT) como modelos de superficie (MDS).

Para este caso se han utilizado los datos LIDAR (2010-2011) con una densidad media planificada de 1,20 puntos por metro cuadrado y de 0,8 puntos por metro cuadrado en el nadir. El vuelo cubre toda la superficie de las islas comprendidas entre la cota 0 y 1.800 metros. Las precisiones medias de los puntos registrados oscilan en torno a 0,60 metros en planimetría y 0,20 metros en altimetría. La información se distribuye en los formatos LAS y LAZ.

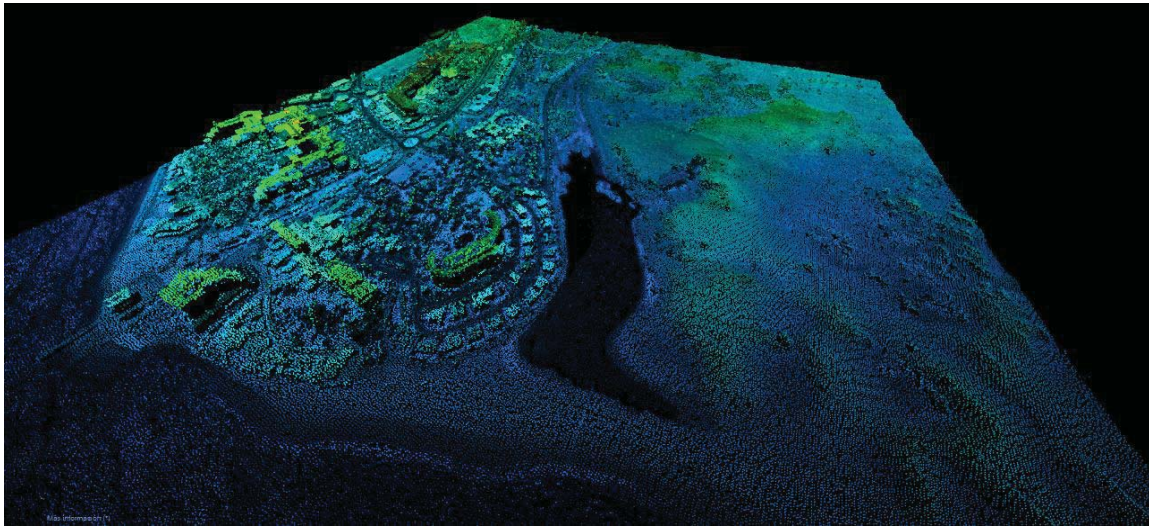


Figura 12. Datos LIDAR de GRAFCAN

Por tanto, para el estudio hidráulico es necesario una buena caracterización física del cauce mediante información cartográfica actual y de calidad suficiente de los tramos de estudio, en especial de los siguientes elementos:

- Cartografía detallada de los tramos fluviales a estudiar a partir de datos de GRAFCAN
- Ortofotografía actual de la zona de estudio
- Croquis acotados de los elementos o infraestructuras localizadas en la zona de estudio que puedan afectar a la inundabilidad (puentes, motas, encauzamientos, etc.)
- Identificación de los elementos localizados aguas arriba o abajo de la zona de estudio que ayuden a definir las condiciones de contorno o de borde de la simulación (nivel del mar, puentes, etc.)
- Cartografía de los usos del suelo

### 5.2.1.2 Hidrología

El Consejo Insular de Aguas de Lanzarote disponía antes de iniciar los trabajos objeto de este documento, del análisis hidrológico en cada uno de los Registros de Riesgo Hidráulico Constatados, en el documento "Estudio de Riesgos Hidráulicos de Lanzarote".

Las ARPSIs cuyo origen es el drenaje territorial derivan en su mayor parte de los Registros de Riesgo Constatados de aquel documento.

Por tanto, para este caso, se decidió comprobar los datos y cálculos hidrológicos allí realizados y adaptarlos a la casuística que ha surgido con la definición de las ARPSIs reseñadas.

La metodología seguida se resume a continuación:

## DETERMINACIÓN DE CUENCAS TRIBUTARIAS

Para realizar el análisis hidrológico, se ha utilizado como fuente de información el MDT05/MDT05 LIDAR (Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m) proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional de España, IGN, (origen y propietario de los datos geográficos).

El tratamiento de esta información se ha llevado a cabo a través de un Sistema de Información Geográfica (GIS), utilizando herramientas específicas de Hidrología. En primer lugar, se procedió a rellenar las imperfecciones existentes en la superficie del modelo digital de elevaciones con la herramienta *Fill* de tal forma que las celdas en depresión alcancen el nivel del terreno de alrededor, para determinar de forma adecuada la dirección del flujo. Ésta se determina gracias a la herramienta *Flow direction* que busca el camino descendente de una celda a otra. Posteriormente, se determina la acumulación del flujo de las celdas que fluyen hacia cada celda descendiendo sobre la pendiente con la herramienta *Flow Accumulation*.

Finalmente, fue necesario representar como una capa de puntos el punto de drenaje de la cuenca que se quiere representar y utilizando la herramienta *Watershed* se obtiene el ráster de la cuenca que se puede convertir a shapefile tipo polígono si fuera necesario.



Figura 13. MDT05 PNOA  
cedido por © Instituto  
Geográfico Nacional de  
España

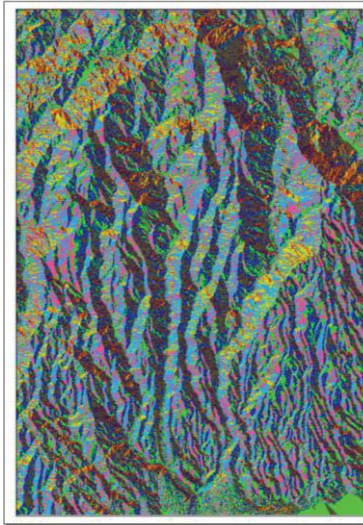


Figura 14. Flow direction



Figura 15. Detalle del flow  
direction con punto de  
salida

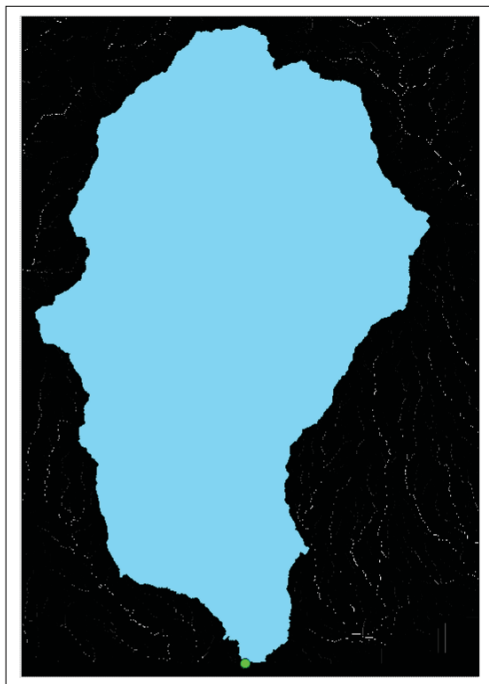


Figura 16. Cuenca obtenida en formato ráster

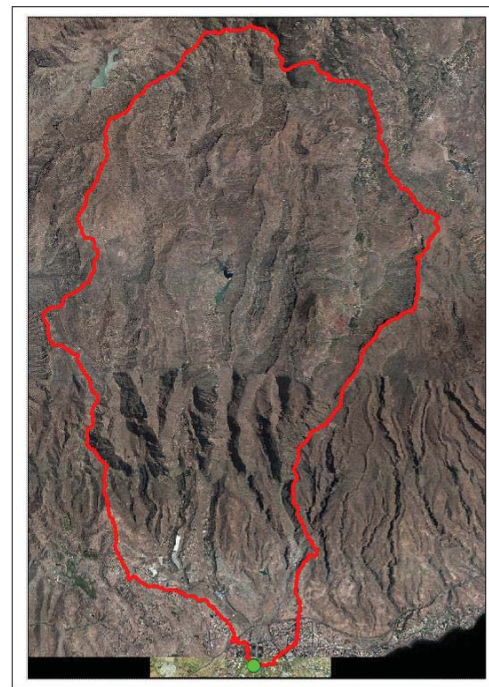


Figura 17. Cuenca obtenida en formato vectorial  
PNOA cedido por © Instituto Geográfico  
Nacional de España

## DETERMINACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

El principal dato de partida para la estimación de los caudales de escorrentía es el régimen de precipitaciones al que se encuentra sometida la zona. Para definirlo, se tiene como principal herramienta la base de datos de los pluviómetros gestionada por la AEMET, que se ha completado con los pluviómetros del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias. El análisis de los datos disponibles evidencia algunas limitaciones para su uso, principalmente, series cortas de años completos.

Los datos utilizados han sido la precipitación máxima diaria para cada mes, extrayéndose el máximo anual. Sólo se utilizaron los datos de años completos, puesto que no se puede asegurar cual es la precipitación máxima diaria en un año sin un registro completo de datos.

Las series de precipitación máxima diaria no se ajustan normalmente a distribuciones normales, sino que es necesario utilizar distribuciones extremas. Entre las funciones de distribución o de densidad utilizadas en hidrología, destaca la función de Gumbel por ser la más utilizada para el análisis de valores máximos y mínimos, entre los que se encuentran los datos de precipitaciones máximas diarias que nos ocupan.

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}}$$

Estas funciones provienen del análisis del comportamiento teórico de los valores extremos, y están definidas por dos parámetros que se obtienen mediante ajustes estadísticos a los valores de la muestra. Los dos métodos más utilizados para ello son el de los momentos y el de la máxima verosimilitud.

Es este segundo método el que se ha utilizado para los ajustes en las series de precipitación de las estaciones meteorológicas.

Como consecuencia del anterior análisis, se obtienen una serie de valores puntuales de precipitación máxima diaria correspondientes a cada periodo de retorno definido. Estos valores están localizados en los puntos donde se ubican las diferentes estaciones meteorológicas con datos válidos.

Para obtener a partir de estos datos puntuales un valor medio ponderado para cualquier superficie definida por una subcuenca, se ha empleado el método de las isoyetas.

Se define isoyeta como el lugar geométrico de todos los puntos de igual precipitación. Las isoyetas se trazan de forma análoga a como se determinan las curvas de nivel en topografía, interpolando de acuerdo con los valores registrados en las estaciones, pero

teniendo en cuenta la influencia de ciertos factores condicionantes del relieve pluviométrico como son la altitud y la orientación frente a vientos húmedos.

La interpolación en nuestro modelo pluviométrico se ha realizado automáticamente mediante el método *kriging*. Este método de interpolación asume que la distancia o la dirección entre puntos muestreados reflejan una correlación espacial que puede ser usada para explicar la variación en la superficie. El método ajusta una función matemática a un número específico de puntos o a todos los puntos dentro de un radio determinado, para finalizar con el valor de salida para cada localización. El método se desarrolla en varios pasos, incluyendo un análisis estadístico exploratorio de los datos, un modelo de variograma, la creación de la superficie y opcionalmente explorando una superficie de varianza. Esta función es más apropiada cuando se sabe que existe una relación espacial de las distancias con los datos, y es frecuentemente usada en las ciencias del suelo y geología. El proceso automático ha sido asistido de forma manual para adecuar el resultado a la orografía insular.

## DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

La relación entre precipitación y escorrentía obedece a múltiples factores que la determinan y valoran. Todos ellos condicionan que parte de la lluvia caída nunca llegue a transformarse en escorrentía, lo que se denomina “pérdida”. La modelización de las pérdidas repercute enormemente en los resultados finales de los cálculos de caudales de avenida.

Uno de los métodos más extendidos para realizar esta modelización es el método del número de curva del SCS (Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de EE.UU.) desarrollado en 1972. El número de curva cuantifica numéricamente la relación entre la precipitación y la escorrentía para una superficie determinada del territorio. El manejo de estas capas mediante GIS (Sistemas de Información Geográfica) nos ofrece un valor medio ponderado para la cuenca de estudio.

Los números de curva o números hidrológicos vienen tabulados y reflejan la capacidad de la cuenca vertiente para producir escorrentía durante un aguacero. Este número de curva depende de:

- Uso del suelo o tipo de cubierta vegetal: cultivos, praderas, bosques, etc.
- Tratamiento efectuado sobre el mismo o labores de cultivo: líneas de máxima pendiente, cultivos a nivel, terrazas, etc.
- Tipo de suelo y su capacidad de infiltración.
- Condición de humedad, donde se valora la probable situación de humedad del suelo en el momento del aguacero de cálculo.

El método diferencia tres condiciones de humedad diferentes:



- Condición I: suelo seco sin llegar al punto de perder la cohesión, o sea, cuando pueden ararse y cultivarse en buenas condiciones.
- Condición II: suelo en situación normal (alejado de la capacidad de campo pero también alejado del punto de marchitez permanente). Son las condiciones medias existentes en la mayor parte de los suelos antes de que se produzca la máxima avenida anual.
- Condición III: suelo saturado o muy próximo a la saturación o capacidad de campo. Se da cuando en los cinco días anteriores a la tormenta estudiada se han producido fuertes lluvias o lluvias ligeras con bajas temperaturas y el suelo está casi saturado.

En este estudio se han particularizado los diferentes parámetros según las características locales y los datos disponibles de partida.

Con respecto a la agrupación que maneja el método para los tipos de suelo, se ha seleccionado el llamado grupo C. Se define dicho grupo como “*suelos franco-arcillosos e incluso arcillosos con escasa capacidad de infiltración una vez saturados; también se incluyen aquí suelos que presentan horizontes someros bastante impermeables. Los suelos de este grupo poseen un bajo contenido en materia orgánica*”.

En relación a los diferentes usos del suelo, se ha partido del mapa de ocupación del suelo (GRAFCAN y SIOSE) al ser esta una de las fuentes de información geográfica más fiables. Dentro de la clasificación que da dicho mapa, se han agrupado algunas de las categorías para adecuarlas a las clasificaciones que para el uso del suelo da el SCS, atendiendo a las características comunes con los grupos que éste distingue.

## **DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE CÁLCULO. APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL**

Para la determinación del caudal en cada registro de riesgo se ha aplicado el Método Racional para el cálculo de caudales.

El método racional estima el caudal punta que puede producir una cuenca en función del área de la cuenca, la intensidad de lluvia máxima diaria y un coeficiente de escorrentía función de las características geológicas y de vegetación.

El caudal de máxima avenida en las secciones de control se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{K}$$

Donde:

Q = Caudal máximo para el período de retorno considerado en m<sup>3</sup>/s

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad máxima media en mm/h para una lluvia de duración igual al tiempo de concentración (en este período de retorno)

A = Superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>

K = 3

De los 3 valores a calcular (C, I y A), el último, es decir, el área de la cuenca, se obtiene según lo determinado en el apartado de cálculo de cuencas tributarias.

La intensidad (I) se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{I_d} = (8) \left( \frac{28^{0,1} - t_c^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)$$

Donde:

I<sub>d</sub> (mm/h): la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a Pd/24

Pd (mm): la precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno

T<sub>c</sub> (h): Tiempo de concentración en horas

$$T_c = 0,3 \left( \frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

T: Tiempo de concentración

L: Longitud del cauce principal en km

J: Pendiente media (m/m)

Y el coeficiente de Escorrentía (C) se determina con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{[(Pd/Po) - 1] \cdot [(Pd/Po) + 23]}{[(Pd/Po) + 11]^2}$$

### 5.2.1.3 Hidráulica

Para llevar a cabo el estudio hidráulico de las ARPSIs se ha utilizado el Modelo Bidimensional IBER 2.0.1. Dicho programa es un modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento, en lámina libre, en régimen no-permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial.

IBER es un modelo numérico desarrollado directamente desde la administración pública española, fácilmente adaptable a las necesidades específicas de cada momento, diseñado para ser especialmente útil a las necesidades técnicas de las Demarcaciones Hidrográficas en la aplicación de la legislación sectorial vigente en materia de aguas.

Los campos de aplicación de la versión actual de IBER son:

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

El modelo IBER permite trabajar con mallas irregulares no estructuradas formadas por cuadriláteros y triángulos.

Por otra parte, IBER está especialmente preparado para establecer la evolución temporal del proceso de secado/mojado de parte del cauce. En el presente estudio ello tiene notable interés dada la existencia de una zona de aguas someras en las zonas de inundación. Los resultados obtenidos del modelo numérico son la evolución temporal en cada celda de la malla de cálculo de los calados y de las dos componentes horizontales de la velocidad.

La elaboración de los modelos hidráulicos comprende los siguientes pasos:

- Crear o importar una geometría
- Condiciones Iniciales: condiciones de contorno de entrada, condiciones de contorno de salida, condiciones internas, Rugosidad (según usos del suelo)
- Procesos hidrológicos
- Lluvia: en forma de hietograma

- Pérdidas por infiltración
- Transporte de sedimentos
- Viento
- Condiciones de contorno e iniciales para el modelo de turbulencia K- $\epsilon$
- Vía de intenso desagüe (VID)
- Mallado

La información necesaria para poder utilizar IBER (y cualquier otro modelo numérico) es: el tratamiento de la información LIDAR, tratamiento de la información de usos del suelo, resistencia al flujo (coeficiente de Manning), la generación de la geometría (topografía de la zona de estudio) y establecimiento de las condiciones de cálculo: condiciones iniciales (calados y velocidades en todo el tramo de cauce estudiado) y condiciones de contorno. En cuanto a las condiciones de contorno, en el presente estudio son la evolución temporal del caudal que ingresa al modelo, el cual fue calculado siguiendo los procesos hidrológicos convencionales.

## TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN LIDAR

Como ya se ha comentado anteriormente, el vuelo LIDAR utilizado ha sido el de Cartográfica de Canarias S.A. (GRAFCAN) de la campaña 2010-2011. Dicho vuelo tiene una densidad media planificada de 1,20 puntos por metro cuadrado y de 0,8 puntos por metro cuadrado en el nadir. Las precisiones medias de los puntos registrados oscilan en torno a 0,60 metros en planimetría y 0,20 metros en altimetría.

La información se distribuye en los formatos LAS y LAZ, por lo que es necesario convertirlo a formato ráster para poder utilizarla. En este proceso de conversión a través de la herramienta *LASTools* se eliminan las capas de "puntos clave, objetos y vegetación", dejando únicamente las capas de suelos y edificios.

A continuación, se corrige para poder usar esta geometría en IBER. Para ello, se han llevado a cabo los siguientes trabajos:

- Eliminación de puentes
- Incorporación de muros y muretes que tengan especial relevancia en las simulaciones
- Corrección del terreno para incorporar obras de paso y encauzamientos soterrados por donde tenga que circular el agua
- Rellenado de huecos cuando no existe un correcto solape entre los distintos rásters

Finalmente, se unen todos los archivos en uno solo y se exporta en *formato ASCII* para que pueda ser importado desde IBER.

La dificultad de este proceso radica en la calidad de los datos de base utilizados (Vuelo LIDAR de GRAFCAN). Si el procesado de los datos está bien realizado, de manera que las diferentes capas de puntos clave, objetos, vegetación, suelos y edificios, están bien clasificadas, los resultados obtenidos en relación a la geometría utilizada se ajustarán bastante bien a la realidad física del caso a estudiar.

En cambio, posibles errores en la documentación de base (por ejemplo una mala clasificación de la capa de vegetación que impida su eliminación a través de las herramientas *LAStools* comentadas) puede arrastrar estos errores a la geometría del modelo a utilizar, pudiendo distorsionar los resultados de la simulación en esas zonas.

Para los casos en estudio, la geometría se ha elaborado considerando la bondad de los datos de partida (LIDAR GRAFCAN 2010-2011) y utilizando las herramientas de cribado (*tools*) comentadas.

Cualquier error de estas características en la información de base no ha sido corregido en este trabajo, ya que su elaboración requiere de un análisis más específico que se separa del objeto final de estos mapas.

Igualmente, dada la escala de trabajo requerida para la representación de las zonas inundables, la corrección de estos posibles errores comentados no tendría mayor incidencia en los resultados finales, por lo que se aceptaran como válidos los aquí expuestos.

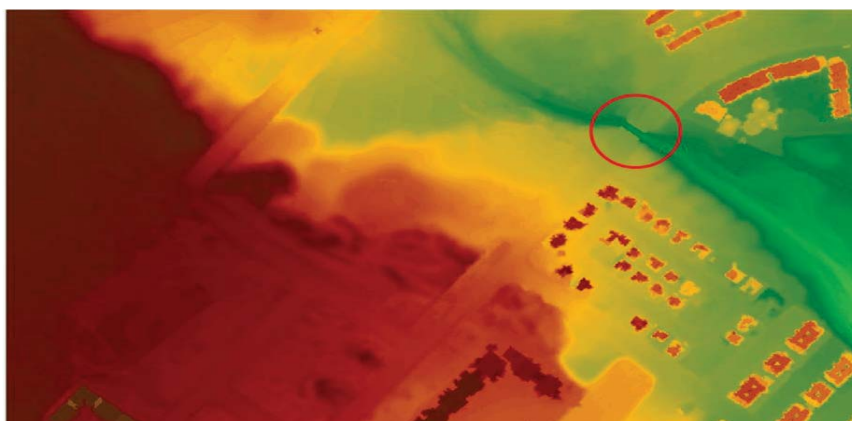


Figura 18. Ejemplo de eliminación de un puente

## TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE USOS DEL SUELO

En esta fase se ha utilizado inicialmente información del SIOSE 2005 (obtenida a través de la página web del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG) y posteriormente información del mapa de ocupación del suelo de GRAFCAN (Año

2002), por estar más completa esta última. También se han podido consultar la información del SIOSE 2011 en formato wms, y a través del visor de GRAFCAN.

Así, a partir de la información de los usos del suelo de GRAFCAN, se creó una capa al que se le ha asignado un coeficiente de rugosidad utilizando como criterio la tabla del anejo V Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000 de la “Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”.

Según las observaciones de campo y la experiencia profesional se ha considerado un coeficiente de Manning de resistencia al flujo de  $n=0.035$  en todos los barrancos por su similitud.

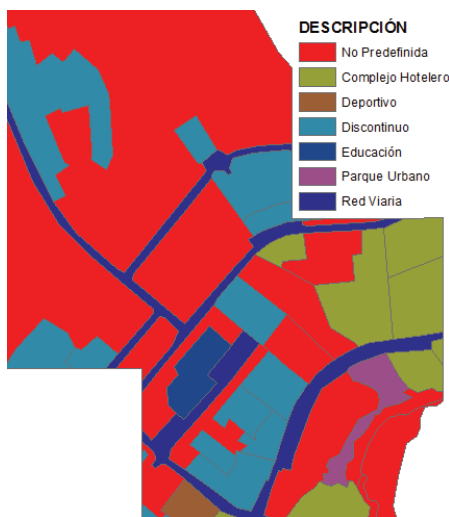


Figura 19. Mapa de usos del SIOSE

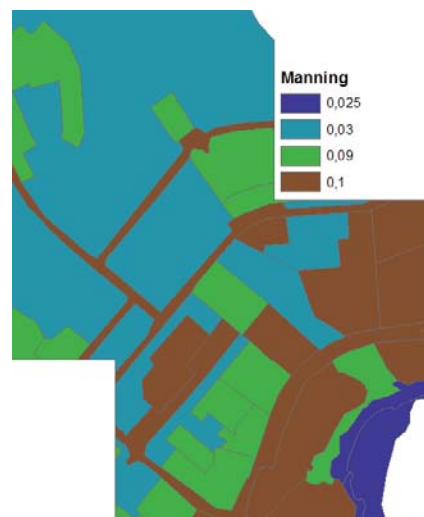


Figura 20. Capa de coef. De rugosidad

A continuación se convierte a formato ráster y posteriormente a ASCII. También, se crea un archivo \*.csv con las correspondencias entre el valor del ráster y el tipo de cobertura, para que IBER pueda entender los coeficientes de rugosidad a aplicar.

## GENERACIÓN DE GEOMETRÍA

Utilizando como base el archivo ASCII con la información topográfica ya corregida, se crea un RTIN en IBER imponiendo como lado mínimo un metro (el tamaño de celda de la información LIDAR) y las condiciones de lado máximo y de tolerancia dependerán del tamaño y del relieve de la zona.

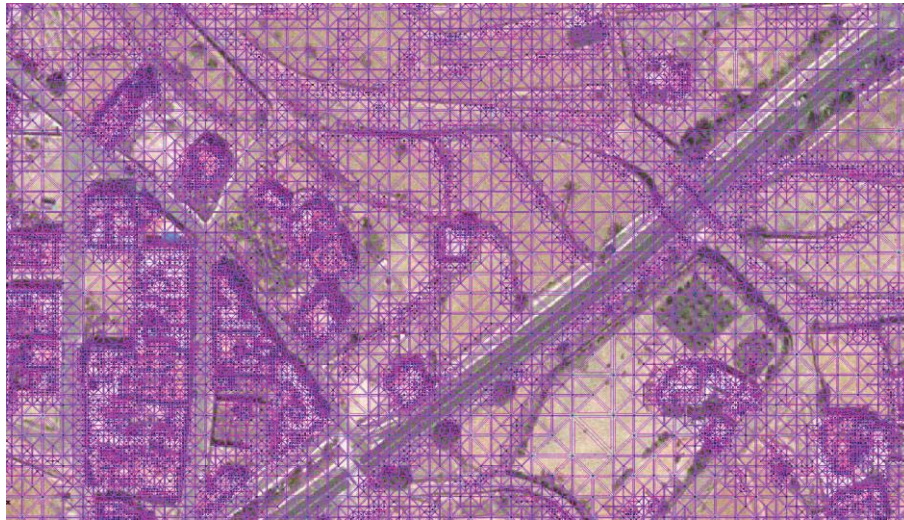


Figura 21. Ejemplo de geometría utilizada en IBER

## ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE CÁLCULO

Una vez importada en IBER la geometría, es necesario imponer las condiciones de cálculo que serán:

- Datos del problema: Engloban tiempos de simulación, esquemas numéricos, resultados, condiciones de turbulencia, sedimentos, vía de intenso desagüe, etc.
- Condiciones de contorno: Corresponde a las condiciones de entrada y salida de flujo.
- Condiciones iniciales: Cota de agua al inicio de la simulación.
- Condiciones internas: Si existen puentes u obras de paso que incorporar a la simulación.
- Estructuras: Si existen tramos soterrados que se incorporan a modo de cubiertas.
- Rugosidad: Se asigna de forma automática una vez añadidos los valores de rugosidad que se corresponden al archivo \*.csv.

A continuación se muestran imágenes a modo de ejemplo de las condiciones explicadas anteriormente:

## CONDICIONES HIDRÁULICAS DE CONTORNO

Las condiciones de contorno que se han utilizado en aguas arriba es el hidrograma de diseño de entrada correspondiente y aguas abajo se ha considerado como flujo crítico por ser barrancos de fuerte pendiente y si se realizaba el estudio hasta la salida al mar se considera cota fija de cero.

## GEOMORFOLOGÍA

Las avenidas provocan fenómenos geomorfológicos de erosión y sedimentación en los cauces y en las márgenes afectadas por los desbordamientos, dando lugar a formas fluviales con unas características topográficas reconocibles a diversas escalas. El análisis geomorfológico aplicado a la cartografía de zonas inundables consiste en reconocer e interpretar estas formas fluviales en cuanto a los aspectos dinámicos de las inundaciones que sean relevantes, tales como la existencia de puntos favorables al desbordamiento, direcciones preferentes del flujo, obstáculos y límites naturales de la lámina de agua.

A largo plazo, la acción recurrente de las avenidas provoca cambios morfológicos naturales en los cauces y en las márgenes, como por ejemplo el retroceso erosivo de las orillas y la formación de nuevos depósitos. A estos cambios históricos de carácter natural se superponen los cambios artificiales de origen antrópico, tanto directos (ocupación de la llanura y alteración del cauce) como indirectos (regulación hidrológica y otros cambios a escala de cuenca). El análisis histórico de esta evolución geomorfológica de los cauces resulta también relevante para el análisis de las zonas inundables, pues permite deducir aspectos importantes de la dinámica de las avenidas contemporáneas.

La primera parte del análisis geomorfológico en las ARPSIs de las cuencas ha consistido en la elaboración de una cartografía geomorfológica de los tramos fluviales afectados. Se han elaborado dos series de cartografía:

- Cartografía geomorfológica en condiciones semi-naturales: Esta cartografía refleja las condiciones geomorfológicas de los cauces a mediados de siglo XX, cuando la intervención humana era todavía moderada. La zonificación se ha realizado mediante interpretación estereoscópica de fotogramas del denominado «Vuelo Americano» (1956-57).
- Cartografía geomorfológica en condiciones alteradas: Esta cartografía muestra las condiciones geomorfológicas de los cauces en la actualidad, una vez que la intervención humana ha provocado cambios importantes en los sistemas fluviales. Esta zonificación se ha realizado mediante la interpretación combinada de imágenes estereoscópicas de la fotografía aérea de 2010 obtenida de GRAFCAN.

En una segunda etapa de trabajo se han trasladado las conclusiones del análisis geomorfológico a la cartografía de zonas inundables del siguiente modo:

- Zonas inundables para períodos de retorno de 10, 100 y 500 años: Se han realizado ajustes en el perímetro de estas zonas teniendo en cuenta la existencia de escarpes y otras formas fluviales.
- Dominio Público Hidráulico: Se ha delimitado teniendo en cuenta la cartografía geomorfológica y los resultados de la modelización hidráulica.



- Zona de Flujo Preferente (ZFP): Se ha delimitado teniendo en cuenta los resultados de la modelización hidráulica y la cartografía geomorfológica.

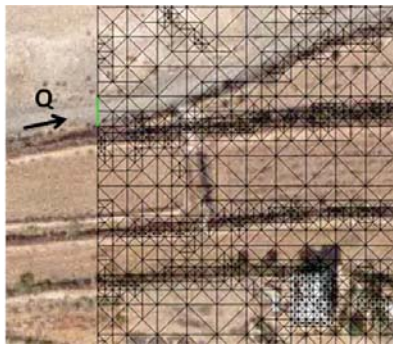


Figura 22. Ej. de entrada de caudal



Figura 23. Ej. de condición de salida (calado=0m)

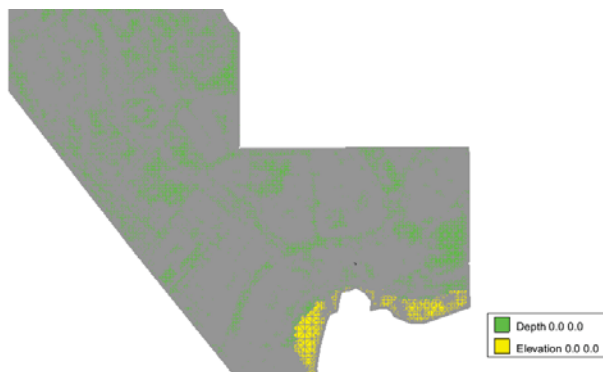


Figura 24. Condiciones iniciales

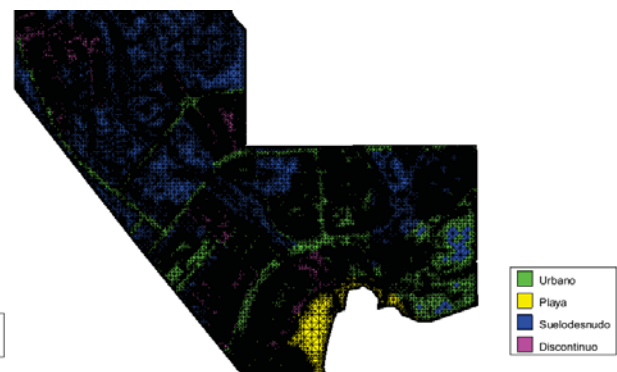


Figura 25. Rugosidad



Figura 26. Condiciones internas

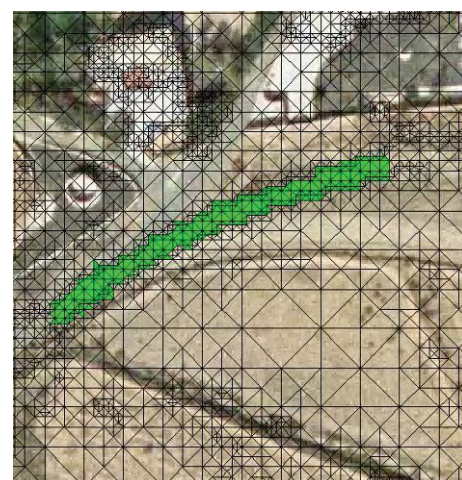


Figura 27. Estructuras cubiertas

## GENERACIÓN DE LA MALLA Y CÁLCULO

Aprovechando que la geometría es tipo RTIN, y por tanto, regular, la malla que se utiliza es del tipo estructurada y con el número de divisiones de líneas de 1, de manera que no se divida más, para que la malla se acople exactamente a la geometría utilizada. Tal y como se muestra en la siguiente imagen, al compararla con el Ejemplo de geometría utilizada en I



Figura 28. Ejemplo de malla utilizada en IBER

Una vez introducidas todas las condiciones anteriormente expuestas, solo es necesario calcular y esperar a que termine el proceso de cálculo para obtener los resultados.

### 5.2.1.4 Postproceso y exportación de los resultados

Para visualizar los resultados en IBER es necesario pasar a la parte de postproceso dentro del programa a través de los mapas obtenidos de calados, velocidades y peligrosidad. Dichos resultados se exportan en formato ráster obteniendo así las capas necesarias para su representación en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). Además, esta información puede ser tratada en cualquier programa de SIG a partir de la cual se obtienen el resto de coberturas como las zonas inundables y los mapas de riesgo.

### 5.2.1.5 Ajuste de las zonas inundables

Una vez obtenidas las zonas inundables a partir de la simulación con IBER, se ha adoptado como criterio básico limitar inferiormente los mapas de calado en 20 cm, valor que coincide

con la precisión en altimetría del vuelo LIDAR que se ha usado de base del Modelo Digital del Terreno.

Esta operación lleva a que se puedan generar zonas a modo de "islas" pudiendo perder la continuidad de la mancha de la zona inundable, al quedar zonas con calados mayores de 20 cm que están rodeadas de zonas con calado menor de esa cantidad.

Para evitar esta discontinuidad de la mancha, se ha propuesto crear una envolvente a partir del ráster de calados completo (hasta 1 cm). Este proceso ha consistido en realizar un reclasificado del ráster de calados para convertirlo a continuación en una capa de tipo polígono. Posteriormente, se ha realizado un suavizado de la capa obtenida con una tolerancia de 10 m mediante la herramienta *Smooth* y seguidamente, con la herramienta *Eliminate Polygon Part* se han eliminado los huecos interiores menores de 80 m<sup>2</sup>. Posteriormente, se han descartado aquellos polígonos menores dejando el polígono mayor, el cual se ha ajustado según "criterio de experto", eliminando zonas que por posibles errores generados en la malla de la simulación (por falta de detalle o mala clasificación de los datos del vuelo LIDAR), estuvieran distorsionando el resultado final de la zona inundable. Como último paso, se utilizó la herramienta *Project* para proyectar la envolvente en el sistema de coordenadas requerido: ETRS 1989 UTM ZONE 28N.

Una vez generada esta envolvente de la zona inundable para los 2 periodos de retorno calculados (T=100 y T=500 años), se ha cortado el ráster de calados con esta envolvente, que será el que finalmente se utilice.

Las zonas inundables quedarán representadas por un único polígono cuyo contorno será la envolvente anteriormente comentada y cuyo interior quedará sombreado todo aquello que tenga calados mayores de 20 cm.



Figura 29. Detalle de la zona inundable del Barranco del Hurón (ES\_123\_ARPSI\_0030) para T=100 años

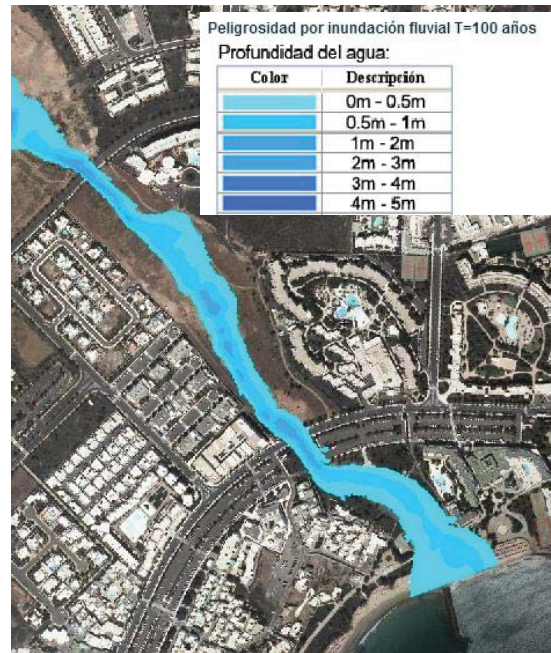


Figura 30. Detalle del mapa de calados del Barranco del Hurón (ES\_123\_ARPSI\_0030) para T=100 años

### 5.2.1.6 Zona de flujo preferente

Para estimar la Zona de Flujo Preferente (ZFP) se ha utilizado como base la simulación de IBER para T = 100 años de cada barranco, a la que se ha incorporado la condición de Vía de Intenso Desagüe (VID).

Se establece inicialmente como VID, la zona de alta peligrosidad. Es decir, aquella cuya velocidad sea mayor de 1 m/s, o cuyo calado sea mayor de 1 m o cuyo producto entre la velocidad y el calado sea mayor de 0,5 m<sup>2</sup>/s. Se calcula la simulación con las nuevas condiciones y a los máximos calados resultantes se les resta los máximos calados de la simulación inicial para T = 100 años.

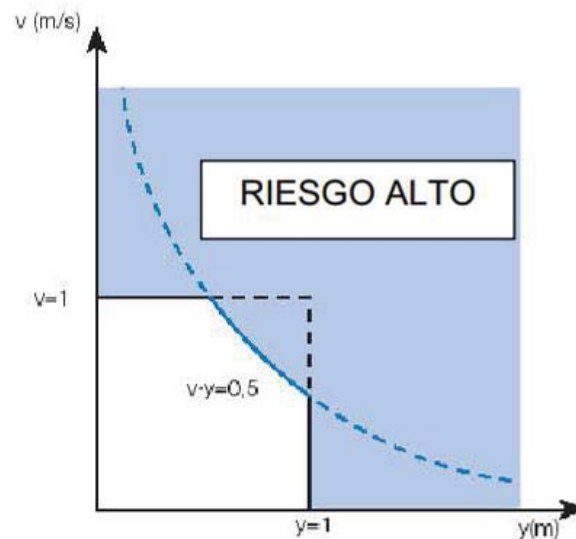


Figura 31. Zona de alta peligrosidad

La Guía metodológica para el desarrollo del SNCZI define la VID como la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. De este modo, si la diferencia entre los máximos calados obtenida es mayor de 0,3 m, se amplía la zona establecida inicialmente como VID y se vuelve a repetir el proceso hasta conseguir que se cumpla la condición de 0,3 m.

Una vez conseguido el objetivo, se exporta la VID en formato dxf y se convierte a un *shape* con los campos especificados y en el sistema de coordenadas establecido en ArcMap.

#### 5.2.1.7 Dominio Público Hidráulico probable (DPHp)

Se ha establecido como DPH probable, aquel obtenido siguiendo la metodología propuesta en la Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

Para ello, se han tenido en cuenta la actual configuración de los tramos de cauce objeto de análisis, tratando de ajustar la delimitación del DPH a las zonas encauzadas cuando así lo estuviesen, o al límite de la zona inundable para el periodo de retorno de 100 años cuando el tramo discorra en condiciones naturales.

Igualmente se han trazado los límites de las Zonas de Servidumbre y de Policía tomando como criterio la equidistante a 5 m de la línea del deslinde del DPH probable para el caso de la Servidumbre y la equidistante de 25 m desde dicho deslinde para el caso de la Zona de

Policía, siendo esta última como máximo la zona anegable (contorno envolvente de la zona inundable para T=500 años), cuando fuese inferior a 25 m desde la línea del deslinde.

### 5.2.1.8 Información gráfica

Como resultado de los trabajos anteriores se han confeccionado para cada ARPSI los siguientes planos:

- Zonas inundables para T=100 y T=500 años
- Mapas de calados de inundación para T=100 y T=500 años
- Zona de Flujo Preferente según la definición recogida en el Real Decreto 9/2008 y obtenida como envolvente de la Zona de Graves Daños (ZGD) y la Vía de Intenso Desagüe (VID) para T=100 años
- Delimitación del DPH probable junto con sus Zonas de Servidumbre y Policía

### 5.2.2 Metodología para la determinación de los mapas de peligrosidad en las ARPSIs costeras

En materia de inundaciones producidas por el mar la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar ha empleado una metodología en la que se han considerado las siguientes simplificaciones, quedándose los resultados siempre del lado de la seguridad:

- Una batimetría teórica considerando el *perfil de Dean*
- El MDT utilizado tiene una resolución de 5 m \* 5 m
- Los perfiles del terreno se han considerado cada 200 m según la dirección del flujo medio de energía

El proyecto iOLE ha dado cumplimiento a este objetivo, permitiendo además 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.

Los mapas de peligrosidad representan las zonas litorales que quedarían inundadas por alguno de estos dos motivos o por la superposición de ambos:

- 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 final.

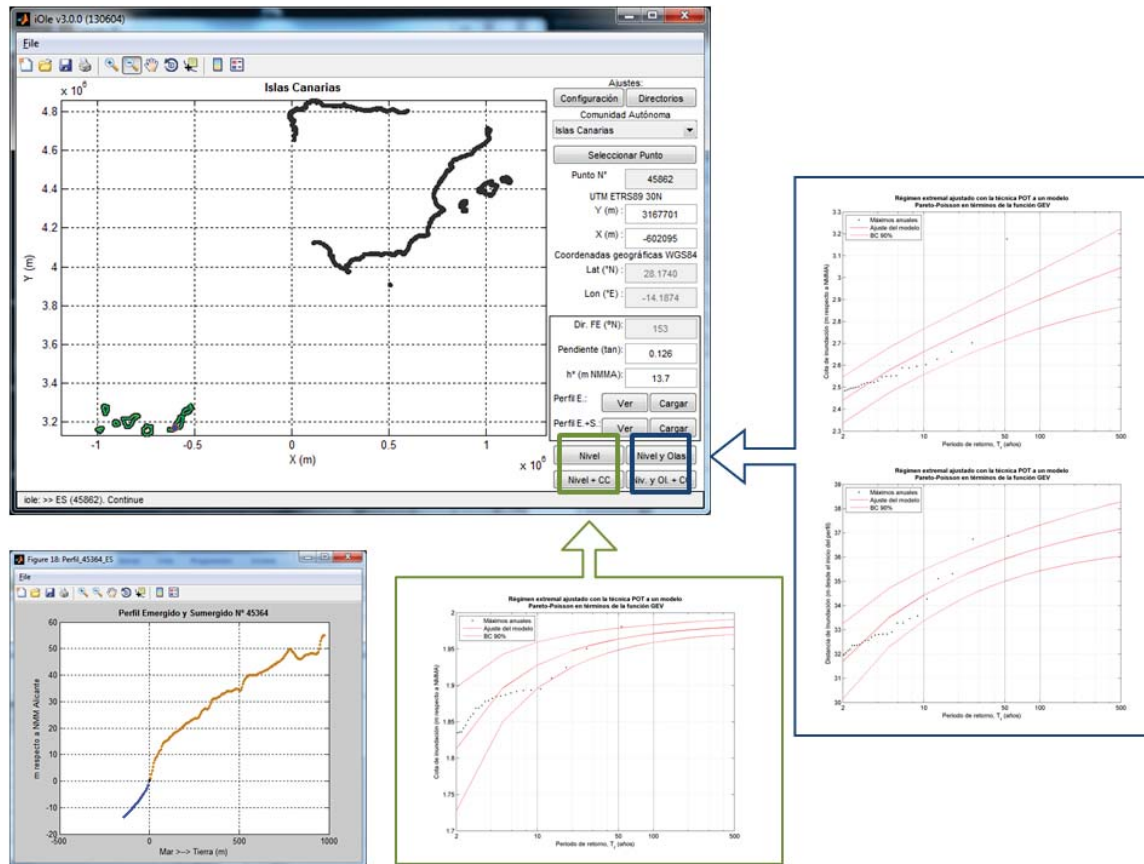


Figura 32. Contorno del litoral español y ejemplo de utilización

En las 29 ARPSIs con influencia costera identificadas en la EPRI en la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar ha seguido la siguiente metodología para la obtención de los mapas de peligrosidad:

- **Inundación por nivel de marea:** Se calcula el régimen extremal del nivel de marea (astronómica más meteorológica) a partir de las series de datos del proyecto C3E (Cambio Climático en la Costa de España), disponibles a lo largo del litoral con una resolución espacial de 10-15 km, y se estiman los calados asociados mediante diferencia con el Modelo Digital del Terreno.
- **Inundación por oleaje junto a nivel de marea:** Se calcula el nivel de oleaje para cada uno de los perfiles en el software “iOle” del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, obteniéndose los puntos de máxima inundación para cada uno de los perfiles en GIS. Posteriormente se unen dichos puntos para generar una línea de inundación a partir de la cual se traza el polígono de la zona inundable. “iOle” no calcula la influencia del oleaje en zonas calificadas como acantilados, al considerar que el oleaje no puede superarlos. Por ello, surgen algunas dificultades en zonas en las que ese tipo de discontinuidades se intercalan con playas o zonas similares.

- Unión de ambos tipos de inundación: Se unen las capas anteriores para calcular el polígono de inundación conjunta, que posteriormente se corta con la capa de polígonos del SIOSE (Sistema de Información sobre ocupación del Suelo en España) para delimitar la inundación con la línea de costa.
- Depuración de los resultados: Una vez realizado el estudio de cada caso, se unen las capas de igual naturaleza de todas las ARPSIs de la Demarcación (100 y 500 años). Estas capas se editan para eliminar pequeños triángulos creados por el procesamiento de los datos.
- Delimitación de las ARPSIs: Para el trazado de las ARPSIs, se sigue la línea de costa, contrariamente al trazado oficial de estas mismas áreas de la que se parte originalmente. A este trazado se añaden nuevos tramos propuestos que no estaban identificados en los estudios previos, así como otros que, considerados inicialmente, quedan descartados tras la evaluación de su riesgo de inundación.

Como resultado del proceso descrito, se confeccionan por ARPSI Mapas de Peligrosidad para T100 y T500, incluyendo los calados de inundación, la zona afectada por oleaje, el Dominio Público Marítimo Terrestre, aprobado o en tramitación, la servidumbre de protección y la ribera del mar.

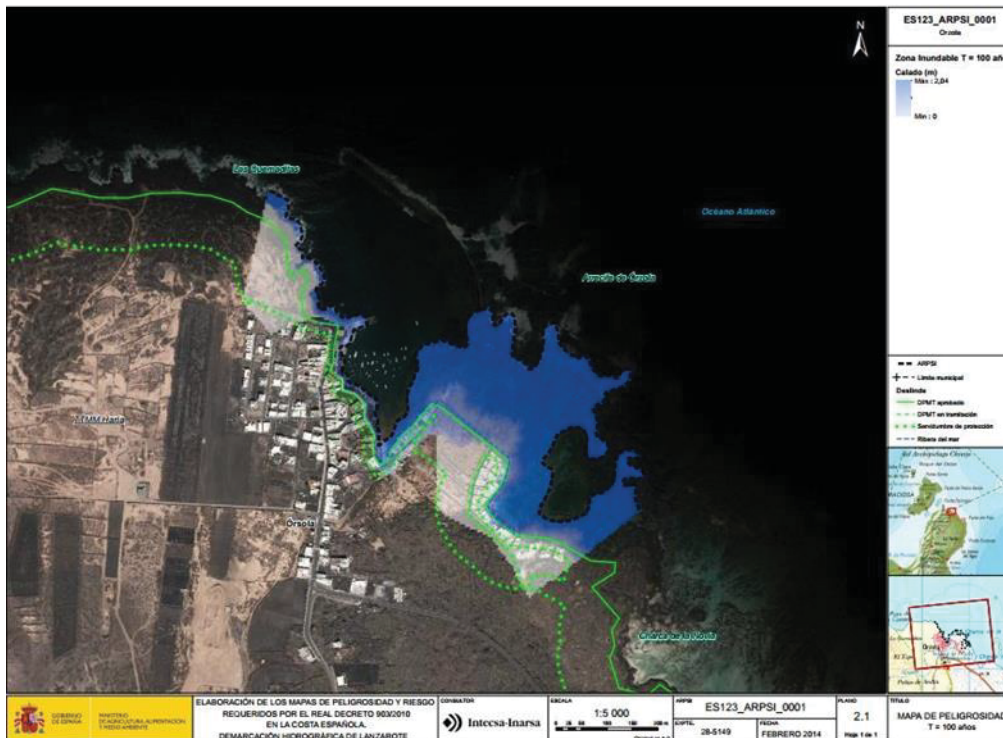


Figura 33. Ejemplo de Mapa de Peligrosidad Costera



### 5.3 Elaboración de mapas de riesgo

El principal objetivo de los mapas de riesgo es aportar la información de base para la elaboración de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación y, en este sentido, deben reflejar los daños asociados a las inundaciones, tanto en lo concerniente a la salud humana como en lo relativo al medio ambiente y a la actividad económica. Adicionalmente, deben responder a las siguientes cuestiones:

- Según la Consideración Inicial nº 12 de la Directiva Europea de Inundaciones, los mapas de riesgo deben proporcionar una base sólida para el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones adicionales de índole técnica, económica y política relativas a la gestión del riesgo. En consecuencia deben constituir una herramienta eficaz para valorar y priorizar medidas dentro de un ARPSI, así como para realizar una comparativa entre diferentes ARPSIs.
- Según la Consideración Inicial nº 7 de la Directiva Europea de Inundaciones, estos mapas deben servir a las autoridades de Protección Civil como punto de partida para un desempeño más eficiente de su actividad, ya que ésta puede proporcionar una respuesta adecuada a las poblaciones afectadas, mejorar la preparación y aumentar la capacidad de recuperación y adaptación.

El Artículo nº 7 de la Directiva Europea de Inundaciones establece que la adecuada gestión del riesgo de inundación debe efectuarse teniendo en cuenta los costes incurridos en su reducción y los beneficios esperados. En este sentido, los costes de inversión necesarios para mitigar el riesgo de inundación deben ser comparados con los beneficios asociados para establecer su idoneidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, además del contenido mínimo exigido para estos mapas:

- Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados.
- Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada.
- Instalaciones que puedan ocasionar contaminación accidental en caso de inundación y zonas protegidas que puedan verse afectadas.

El Consejo Insular de Aguas de Lanzarote ha decidido abordar de manera exhaustiva la estimación cuantitativa de las pérdidas económicas esperables, de manera que las Autoridades Hidráulicas y de Protección Civil puedan contar en el futuro con adecuadas herramientas de juicio para la gestión del problema.

El objetivo que se persigue es la cuantificación del valor anual esperado del daño asociado al fenómeno de las inundaciones. Esta cuantificación permitirá, por un lado, efectuar una comparación homogénea entre ARPSIs y medidas de protección a plantear, y por otro lado, abordar un adecuado análisis coste-beneficio, siendo los costes la inversión y los gastos de

explotación y mantenimiento asociados a las obras o actuaciones de defensa, y los beneficios el valor de los daños evitados por su implantación.

La magnitud de los daños varía en función de la intensidad de la avenida, y ésta presenta a su vez una determinada probabilidad de ocurrencia, de forma que el producto de daño y probabilidad en cada caso será la contribución al valor anual esperado. En consecuencia, el valor anual esperado del daño equivale al área bajo la curva que relaciona su magnitud con la probabilidad de excedencia (inverso de T).

Siguiendo este procedimiento, se ha calculado el valor medio anual de la población afectada, de las pérdidas económicas esperables en cada una de las ARPSIs del ámbito de estudio.

### 5.3.1 Metodología para la determinación de los mapas de riesgo en las ARPSIs fluviales

#### 5.3.1.1 Población afectada

Esta capa se obtiene a partir de la reclasificación del ráster de calados para convertir en una capa de polígonos aquella mancha de inundación de calado mayor de 0,2 m. Posteriormente, se edita esta capa uniendo todos los polígonos mediante la herramienta de edición *Merge*. A continuación, se realiza un corte de esta capa con la capa de municipios para dividir la capa en tantos polígonos como municipios atraviere nuestra mancha de inundación.

A esta capa se le añaden los campos especificados y se proyecta en el sistema de coordenadas establecido. Para la estimación del campo NUM\_HAB\_ZI se ha utilizado el siguiente criterio:

- Se ha utilizado la información de densidad poblacional proporcionada por la Instituto Nacional de Estadística de España (INE) y de las bases de datos poblacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en los casos en que éstas estuvieran disponibles, y datos catastrales en los casos en que los datos anteriores diesen valores incoherentes.
- Por intersección de las capas de información geográfica correspondientes a las áreas inundadas ya las densidades de población, se ha obtenido el número indicativo de habitantes contenido en cada una de las áreas inundadas.
- A nivel de mapa nacional descentralizado se ha obtenido la información desagregada por términos municipales, con vistas a priorizar actuaciones en los planes de gestión.

### 5.3.1.2 Actividades económicas afectadas

Una vez obtenido la capa de calados mayores de 0,2 m, se superpone con los usos del suelo existentes para tener en cuenta la vulnerabilidad de los terrenos inundados y el diferente valor del riesgo que implica su inundación. La información relativa a la actividad económica se debe clasificar y representar de acuerdo a las siguientes categorías generales con su color correspondiente. Éstas se corresponderían, como se muestra a continuación, con las categorías de la *Reporting Guidance*, marcadas por la Comisión Europea.

Categoría en Mapa de riesgo nacional	Categoría para WISE
Urbano concentrado	Urban
Urbano disperso	
Asociado urbano	
Infraestructura social	Social Infrastructure
Terciario	Commercial
Industrial concentrado	Industrial
Industrial disperso	
Agrícola-Secano	Rural land use
Agrícola-Regadío	
Otros usos rurales	
Forestal	Forests
Infraestructuras: carreteras	Infrastructures
Infraestructuras: ferrocarriles	
Infraestructuras: aeroportuarias	
Infraestructuras: energía	
Infraestructuras: comunicaciones	
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	
Infraestructuras: residuos	
Masas de agua	Waterbodies
Otras áreas sin riesgo	Other

Figura 34. Clasificación del mapa de actividades económicas afectadas.

Para la consideración de la actividad económica afectada, se ha partido de las áreas inundadas obtenidas conforme a lo expuesto en la “Propuesta de mínimos para la metodologías de realización de los mapas de riesgo de inundación”.

Para la información de la capa de usos de suelo, se ha optado por utilizar la información del Sistema de Información sobre la Ocupación del Suelo de España (SIOSE) elaborado por las Comunidades Autónomas y el IGN.

Para mejorar la precisión de la capa generada, se han corregido puntualmente las afecciones obtenidas, empleando la cartografía oficial a escala 1:25.000 procedente del Instituto Geográfico Nacional de España (BTN25-BCN25), que incluye diferentes infraestructuras, edificios, monumentos, etc.

Por intersección de las capas de información geográfica de las áreas inundadas en los diferentes escenarios y las capas de usos del suelo, se han identificado los impactos de las inundaciones sobre los diferentes elementos.

Finalmente, como resultado de integrar la información de todas estas fuentes, se obtendrá una capa de información que estará constituida por todos los polígonos de usos del suelo que conforman la zona inundable, caracterizados por la categoría de uso de suelo que marca la Comisión Europea.

A continuación se puede observar la clasificación previa realizada a partir del mapa de ocupación del suelo de GRAFCAN y el resultado final tras su corrección.



Figura 35. Mapa de ocupación del suelo de zona de detalle del Barranco del Hurón (ES\_123\_ARPSI\_0030).



Figura 36. Mapa de actividades económicas de zona de detalle del Barranco de Barranco del Hurón (ES\_123\_ARPSI\_0030).

Para estimar el valor del riesgo económico de cada polígono que se viese afectado por la inundación en función del uso del suelo se utiliza la siguiente tabla (Estimación económica en función del uso del suelo.) que establece un valor del riesgo (€/m<sup>2</sup>) medio para cada uso de suelo. De esta manera, se estima el valor del riesgo inicial multiplicando el valor medio del riesgo por la superficie de cada polígono.

A esta valoración inicial será necesario aplicar unos coeficientes de corrección obtenidos en función del calado alcanzado para la zona de inundación. De tal forma que, al aplicarlo, se reducirán en ese porcentaje los calados asociados al mismo. De esta forma, cuanto menor sea la altura del agua más se reducirá el valor del riesgo considerado. Los coeficientes minorizantes, de acuerdo a la altura de agua alcanzada, son los siguientes:

Altura del agua (m)	Coefficiente
0 – 0.3	20%
0.3 – 0.7	60%
0.7 – 2	90%
> 2	100%

Figura 37. Coeficientes a aplicar sobre el valor inicial del riesgo.

Estos coeficientes son los establecidos en el documento de "Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los Mapas de Riesgo de Inundación" elaborado por la Dirección General del Agua, antiguo Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), que derivan de las conclusiones establecidas en el proyecto PREEMPT (valoración de los efectos socio-económicos que producen las sequías e inundaciones con el fin de asistir a las autoridades responsables en el diseño de medidas eficaces en la prevención de estos daños), donde se ha detectado que para cualquier tipo de uso, calados mayores a 2 m suponían una afección total al elemento considerado. Por otro lado, calados inferiores a 0,3 m provocan poca afección al contenido de edificios. Asimismo, la cota 0,7 m supone un punto de inflexión importante, a partir del cual se ven afectados los elementos principales de las edificaciones (elementos en mesas tipo PCs, impresoras, electrodomésticos sobre encimeras), por lo que calados por encima de 0,7 m se ha considerado que provocan una afección casi total.

El valor del riesgo inicial en €/m<sup>2</sup>, que se adjunta en la tabla siguiente, se han obtenido del documento de "Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los Mapas de Riesgo de Inundación" elaborado por la Dirección General del Agua, antiguo Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).

Uso del suelo	Valor del riesgo inicial (€/m <sup>2</sup> )
<b>Urbano concentrado</b>	
Edificación asociada a urbano concentrado (sin desagregar edificaciones)	350
Edificación asociada a urbano concentrado (edificios desagregados)	400
<b>Urbano disperso</b>	
Edificación asociada a urbano disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Edificación asociada a urbano disperso (edificios desagregados)	260
<b>Asociado a urbano</b>	<b>150</b>
<b>Infraestructura social</b>	<b>200</b>
<b>Terciario</b>	<b>380</b>
<b>Industrial concentrado</b>	
Industrial concentrado (sin desagregar edificaciones)	450
Industrial concentrado (edificios desagregados)	380
<b>Industrial disperso</b>	
Industrial disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Industrial disperso (edificios desagregados)	380
<b>Agrícola – Secano</b>	<b>1</b>
<b>Agrícola – Regadío</b>	<b>5</b>
<b>Agrícola indeterminado</b>	<b>3</b>
<b>Otros usos rurales</b>	<b>0.5</b>
<b>Forestal</b>	<b>0</b>
<b>Infraestructuras: carreteras</b>	<b>250</b>
<b>Infraestructuras: ferrocarriles</b>	<b>350</b>
<b>Infraestructuras: aeroportuarias</b>	<b>450</b>
<b>Infraestructuras: energía</b>	<b>500</b>
<b>Infraestructuras: comunicaciones</b>	<b>500</b>
<b>Infraestructuras: hidráulico - sanitarias</b>	<b>500</b>
<b>Infraestructuras: residuos</b>	<b>150</b>
<b>Masas de agua</b>	<b>0</b>
<b>Otras áreas sin riesgo económico</b>	<b>0</b>

Figura 38. Estimación económica en función del uso del suelo.

Así, los mapas de calado se convierten en capas vectoriales agrupadas según las distintas categorías asignándoles el coeficiente correspondiente. Esta capa se cruza con la capa de polígonos clasificada por su uso del suelo. De esta forma, se obtendrá una nueva capa con múltiples polígonos (cada polígono de usos del suelo inicial se habrá dividido en tantos polígonos como combinaciones haya con la altura del agua). A continuación se muestran imágenes del proceso.



Figura 39. Clasificación de calado

Figura 40. Mapa de Act. Económica

Figura 41. Cruce resultante

Por tanto, se obtiene una capa en la cual cada polígono identificado y clasificado adecuadamente se encuentra dividido a su vez en función del coeficiente a aplicar. Posteriormente, se calcula el valor de cada subpolígono como la multiplicación de su superficie por el coeficiente y por el valor del riesgo inicial. Posteriormente, se suman los subpolígonos en función del identificador del polígono al que pertenecen y se obtiene el valor final de cada polígono (para completar el campo DAÑ\_EC\_EST: Daños Económicos Estimados).

Finalmente, se realiza mediante la herramienta *Dissolve* la unión de todos los polígonos en función del campo TIP\_ACT\_EC, es decir, en función del uso del suelo clasificado. El campo de SUPERFICIE y DAÑ\_EC\_EST resultan de la suma de los mismos.

En resumen, el valor del Daño Económico Estimado (DAÑ\_EC\_EST) según el tipo de actividad económica afectada, dependerá del calado que alcance la inundación en cada punto y del valor del daño (€/m<sup>2</sup>) según el uso del suelo.

El riesgo frente a inundaciones de un determinado territorio se establece en función de la vulnerabilidad del mismo y la peligrosidad a la que está expuesto. De esta forma, el riesgo se determina mediante el siguiente binomio:

$$\text{RIESGO} = \text{VULNERABILIDAD} \times \text{PELIGROSIDAD}$$

Para estimar el valor del Riesgo cuantitativamente, sólo es necesario tomar el valor del campo anterior (DAÑ\_EC\_EST) y dividirlo por el periodo de retorno correspondiente que se esté analizando (Peligrosidad o Probabilidad de ocurrencia del evento).

Y para estimar el campo RIES\_AN\_ES, sólo es necesario tomar el valor del campo anterior y dividirlo por el periodo de retorno correspondiente.

A continuación, se puede ver a modo de resumen, el valor económico total para las seis (6) ARPSIs fluviales estimados de acuerdo a este criterio:

ARPSIs	Nombre	Valor del Daño(€)		Valor del Riesgo(€)	
		T = 500 años	T = 100 años	T = 500 años	T = 100 años
ES_123_ARPSI_0030	Barranco del Hurón	2.624.956	2.600.602	5.250	26.006
ES_123_ARPSI_0031	Barranco de La Elvira	6.840.781	6.246.460	13.681	62.466
ES_123_ARPSI_0032	Barranco de Tenegüime	2.217.458	2.338.761	4.434	23.387
ES_123_ARPSI_0033	Barranco de Los Pocillos	3.532.836	2.453.150	7.065	24.532
ES_123_ARPSI_0034	Barranco de La Fuente	11.114.518	5.171.056	22.228	51.711
ES_123_ARPSI_0035	Barranco de Argana Alta	15.985.996	15.214.280	31.972	152.143

Tabla 12: Valor económico total de las ARPSIs fluviales de Lanzarote

### 5.3.1.3 Puntos de especial importancia

Para establecer aquellos puntos de especial importancia que intercepten con la zona inundable, se ha utilizado la siguiente información:

- Información que dispone el Consejo Insular de Aguas de Lanzarote de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs).
- Elementos vulnerables de Patrimonio Cultural (obtenidos de la capa de elementos vulnerables de Protección Civil).
- Instalaciones IPPC (*Integrated, Prevention, Pollution and Control*) descargadas a través de la página de PRTR-España (el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes).
- Elementos vulnerables de Protección Civil proporcionados por la Dirección General de Seguridad y Emergencia del Gobierno de Canarias.

Estos puntos son denominados, codificados y clasificados de acuerdo a los campos especificados, tanto si son: IPPC, EDAR, PATRIMONIO CULTURAL o PROTECCIÓN CIVIL y por su gravedad como: LEVE (inundación de poco porcentaje y/o poco calado), GRAVE (afección más del 25% superficie, y calados superiores a 30 cm, etc.) y MUY GRAVE (afección a más del 50% de la superficie y calados superiores a 70 cm). Esta capa de puntos se debe proyectar en el sistema de coordenadas establecido.

### 5.3.1.4 Áreas de importancia medioambiental

Esta capa se realiza del mismo modo que la de población afectada, pero sin recortar con la capa de municipios. Es decir, que es una capa de un solo polígono formado por la unión de aquellos polígonos que presentan un calado mayor de 0,2 m.

A esta mancha se incorpora la información relativa a:



- Zonas protegidas para la captación de aguas destinadas al consumo humano.
- Masas de agua de uso recreativo.
- Zonas para la protección de hábitats o especies que pueden resultar afectadas.

Esta información se representa tal y como se recoge en la transposición de la Directiva de Inundaciones, en el artículo 9 a través de los campos especificados para ello. Finalmente se proyecta en el sistema de coordenadas ETRS 1989 UTM ZONE 28N.

La información de la Red Natura 2000 y de las aguas de uso recreativo se ha descargado a través del Sistema Integrado de Información del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica. Mientras que la información sobre captaciones de agua y de masas de agua de la DMA fueron remitidas por el Consejo Insular de Aguas de Lanzarote (CIAL).

#### 5.3.1.5 Información gráfica

Una vez realizada las capas anteriores, ha sido necesario simplificarlas con la herramienta *Simplify* mediante el algoritmo de *Bend simplify* y una tolerancia de 2 m para reducir el peso de las capas y eliminar ciertos picos que se producen como consecuencia de convertir un ráster de 1 m x 1 m en un *shape*. Y finalmente, como resultado de los trabajos anteriores, se han confeccionado para cada ARPSI los siguientes planos:

- Mapas de población afectada para T=100 y T=500 años
- Mapas de actividades económicas afectadas para T=100 y T=500 años
- Mapas de vulnerabilidad ambiental, que incluyen la capa de puntos de especial importancia y la capa de áreas de importancia ambiental para T=100 y T=500 años

#### 5.3.2 Metodología para la determinación de los mapas de riesgo en las ARPSIs costeras

En lo que respecta a los Mapas de Riesgo en las ARPSIs costeras, su elaboración se ha efectuado para cada tipo de riesgo de la forma:

- Riesgos a la población: Se define por la superposición de la envolvente de cada período de retorno al ráster de población de 100 m x 100 m de la Comisión Europea (Eurostat) del año 2005 y a la capa oficial de municipios, lo que permite obtener la población en zona inundable en cada término municipal.
- Riesgo a las actividades económicas: Se superpone cada envolvente a la capa de usos del SIOSE. Teniendo en cuenta que cada polígono de SIOSE viene definido por porcentajes de uso, es necesaria una doble labor de revisión y

asignación de usos con la ayuda de la BTN-25 (Base Topográfica nacional a escala 1:25000) y las ortofotos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), de forma que se ajusten a las categorías de usos de la Guía Metodológica para la Elaboración de Mapas de Riesgo del Ministerio para la Transición Ecológica.

- Riesgo en puntos de especial importancia: Cada envolvente se superpone a las capas GIS con la información puntual de base de los siguientes tipos:
  - Industrias IPPC: la información de base utilizada ha sido el *reporting* oficial de PRTR (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes) de la Comisión Europea (Base de datos y capa KMZ)
  - Patrimonio Cultural: obtenida a partir de la BTN-25
  - EDAR: obtenida a partir de las capas oficiales del Ministerio para La Transición Ecológica actualizadas con información de la demarcación hidrográfica
  - Protección Civil: información variada sobre instalaciones de interés: hospitales, infraestructuras afectadas, instalaciones energéticas y de comunicaciones obtenida a partir de la BTN-25
- Áreas de importancia medioambiental: Se superpone cada envolvente a las capas GIS con la información puntual de base de las zonas de importancia ambiental suministrada por el Ministerio para la Transición Ecológica de los siguientes tipos:
  - Zonas de captación para abastecimiento humano
  - Zonas protegidas por la Directiva de Hábitats: LICs y ZEPAs
  - Zonas de baño

Como resultado se confeccionaron por ARPSI mapas de riesgo para T100 y T500 en su componente humana, económica y ambiental.

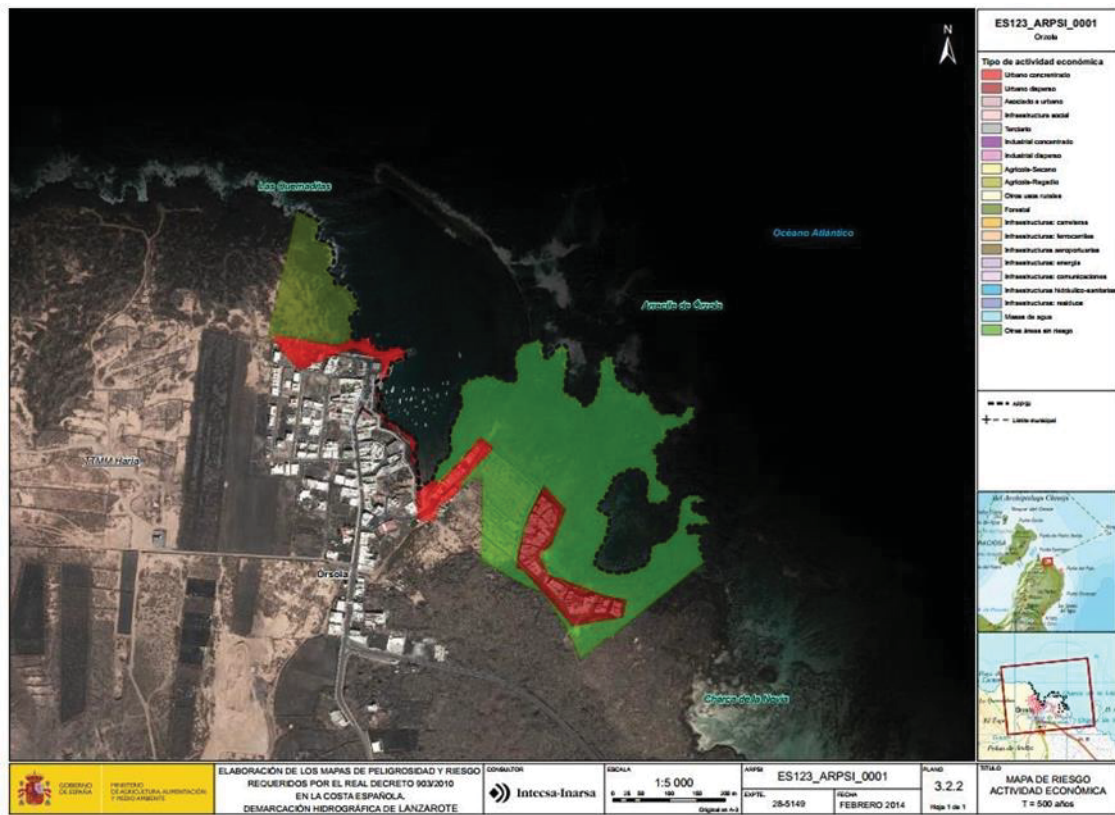


Figura 42. Ejemplo de Mapa de Riesgo económico

### 5.3.3 Resumen de resultados

En este capítulo, se expondrán a modo de resumen, los resultados más significativos obtenidos del cruce de las zonas inundables para los diferentes periodos de retorno abordados, con las capas de elementos vulnerables (Población, Actividades Económicas, Puntos de Especial Importancia y Áreas de Importancia Ambiental).

#### 5.3.3.1 Áreas inundables por término municipal

Áreas Inundables por término municipal				
Término municipal	Nº de ARPSIs	Longitud de ARPSI (km)	Área inundable (km <sup>2</sup> )	
			T=100 años	T=500 años
Arrecife	5	18,49	0,743	0,81
Haría	7	13,85	0,858	0,882
Teguise	10	10,59	0,595	0,542
Tías	5	10,94	0,791	0,854
Tinajo	2	2,01	0,172	0,193

Áreas Inundables por término municipal				
Término municipal	Nº de ARPSIs	Longitud de ARPSI (km)	Área inundable (km <sup>2</sup> )	
			T=100 años	T=500 años
San Bartolomé	1	1,67	0,198	0,21
Yaiza	9	12,06	0,563	0,582

Tabla 13: Áreas inundables por término municipal

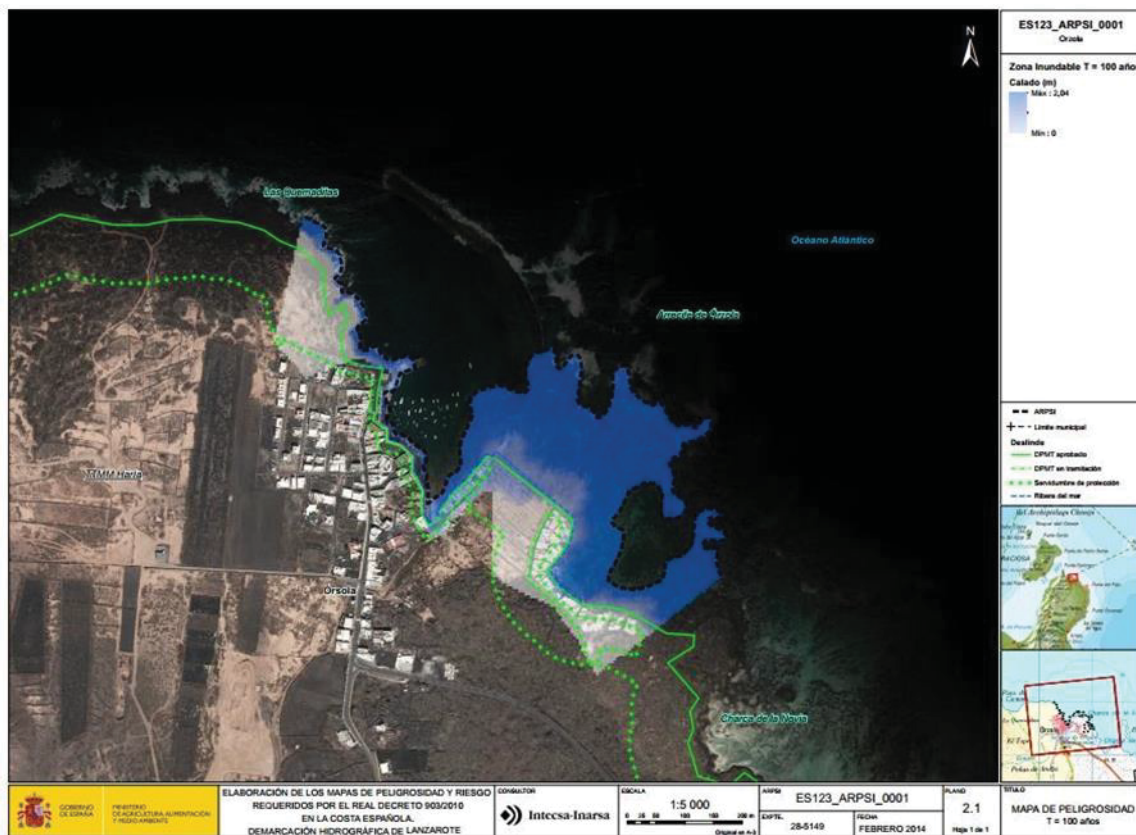


Figura 43. Ejemplo de Mapa de Zona Inundable

### 5.3.3.2 Afección a la población

Afección a la población				
Término municipal	Nº estimativo de habitantes afectados		% sobre el total de población afectada	
	T=100 años	T=500 años	T=100 años	T=500 años
Arrecife	2.859	3.120	36,76	37,32
Haría	894	913	11,5	10,92
Teguise	963	1.032	12,38	12,34
Tías	1.091	1.180	14,03	14,11

Afección a la población				
Término municipal	Nº estimativo de habitantes afectados		% sobre el total de población afectada	
	T=100 años	T=500 años	T=100 años	T=500 años
Tinajo	533	613	6,85	7,33
San Bartolomé	889	943	11,43	11,28
Yaiza	548	559	7,05	6,69
<b>Total</b>	<b>7.777</b>	<b>8.360</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 14: Estimación de población afectada por término municipal

### 5.3.3.3 Afección a la actividad económica

Afección a la actividad económica				
Periodo de retorno	Superficie afectada			
	T=100 AÑOS		T=500 AÑOS	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Urbano concentrado	0,355	9,195	0,391	9,532
Urbano disperso	0,458	11,865	0,495	12,067
Asociado a urbano	0,231	5,97	0,239	5,826
Infraestructura social	0,155	4,022	0,174	4,242
Terciario	0,292	7,565	0,327	7,972
Industrial concentrado	0,011	0,285	0,013	0,317
Industrial disperso	0,011	0,285	0,013	0,317
Agrícola-regadío	0,001	0,026	0,001	0,024
Agrícola-secano	0,008	0,207	0,01	0,244
Otros usos rurales	0,003	0,078	0,004	0,098
Forestales	0,435	11,262	0,46	11,214
Infraestructura: Aeropuerto	0,177	4,588	0,179	4,364
Infraestructura: Carreteras	0,043	1,118	0,05	1,219
Infraestructura: Energía	0,03	0,777	0,033	0,804
Infraestructura: Hidráulico-Sanitarias	0,011	0,285	0,015	0,366
Masas de agua	0,046	1,191	0,046	1,121
Otras áreas sin riesgo	1,595	41,282	1,652	40,273
<b>Total</b>	<b>3,863</b>	<b>100</b>	<b>4,102</b>	<b>100</b>

Tabla 15: Superficie afectada en km<sup>2</sup> y porcentaje de las distintas actividades económicas

### 5.3.3.4 Afección a puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente

Afección a puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente (T=100 años)								
ARPSI	EDAR	IPPC	P. cult	P. civil	Baño	Capt.	ZEC	ZEPA
ES123_ARPSI_0001			1					SI
ES123_ARPSI_0002					1			
ES123_ARPSI_0003				1	1			
ES123_ARPSI_0004								
ES123_ARPSI_0006					1			
ES123_ARPSI_0007			1	1	2			
ES123_ARPSI_0008								
ES123_ARPSI_0009			5	1	5			
ES123_ARPSI_0010				2	5		SI	
ES123_ARPSI_0011			1		2			
ES123_ARPSI_0012					3		SI	
ES123_ARPSI_0013				1	3		SI	
ES123_ARPSI_0014								

Tabla 16: Resumen de puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente. Periodo de retorno de 100 años.

Afección a puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente (T=500 años)								
ARPSI	EDAR	IPPC	P. cult	P. civil	Baño	Capt.	ZEC	ZEPA
ES123_ARPSI_0001			1					SI
ES123_ARPSI_0002					1			
ES123_ARPSI_0003				1	1			
ES123_ARPSI_0004								
ES123_ARPSI_0005								
ES123_ARPSI_0006					1			
ES123_ARPSI_0007			1	3	2			
ES123_ARPSI_0008								
ES123_ARPSI_0009			5	3	5			
ES123_ARPSI_0010				3	5		SI	
ES123_ARPSI_0011			1		2			
ES123_ARPSI_0012					3		SI	
ES123_ARPSI_0013				1	3		SI	
ES123_ARPSI_0014								
ES123_ARPSI_0015								
ES123_ARPSI_0016					1			SI
ES123_ARPSI_0017			2					SI
ES123_ARPSI_0018				1				

**Afección a puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente (T=500 años)**

ARPSI	EDAR	IPPC	P. cult	P. civil	Baño	Capt.	ZEC	ZEPA
ES123_ARPSI_0019				1	2			SI
ES123_ARPSI_0020				2				SI
ES123_ARPSI_0021								SI
ES123_ARPSI_0022							SI	SI
ES123_ARPSI_0023				2				
ES123_ARPSI_0024					1			
ES123_ARPSI_0025							SI	SI
ES123_ARPSI_0026							SI	SI
ES123_ARPSI_0027							SI	SI
ES123_ARPSI_0028							SI	SI
ES123_ARPSI_0029								
ES123_ARPSI_0030								
ES123_ARPSI_0030_m			1		1		SI	SI
ES123_ARPSI_0031								
ES123_ARPSI_0031_m							SI	SI
ES123_ARPSI_0032								
ES123_ARPSI_0033								
ES123_ARPSI_0034								
ES123_ARPSI_0035								
<b>TOTAL</b>			<b>11</b>	<b>17</b>	<b>28</b>		<b>10</b> <sup>(1)</sup>	<b>13</b> <sup>(2)</sup>

(1) Se refieren solo a seis zonas ZEC

(2) Se refieren solo a cuatro zonas ZEPA

Tabla 17: Resumen de puntos de especial importancia y áreas protegidas ambientalmente.  
Periodo de retorno de 500 años.

CÓDIGO ZONA	NOMBRE DEL LUGAR	CATEGORÍA
ES7010020	Sebadales de la Graciosa	ZEC
ES7010021	Sebadales de Guasimeta	ZEC
ES7010045	Archipiélago Chinijo	ZEC
ES7010046	Los Volcanes	ZEC
ES7010047	La Corona	ZEC
ES7011002	Cagafrecho	ZEC
ES0000099	Los Ajaches	ZEPA
ES0000100	La Geria	ZEPA
ES00000040	Islotes del norte de Lanzarote y Famara	ZEPA
ES0000531	Espacio Marino de La Bocayna	ZEPA
ES0000532	Espacio Marino de los Islotes de Lanzarote	ZEPA

Tabla 18: ZEC en zonas inundables.

## 5.4 Conclusiones sobre la peligrosidad y el riesgo de inundación de las ARPSIs

Tal y como se expone en el apartado 2.3 del Documento de Ordenación del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación, cada ARPSI se ha clasificado en función de los parámetros de peligrosidad (superficie inundada, calados, etc.) y de riesgo (población afectada, actividades económicas afectadas, puntos de especial importancia, afectados etc.) y para cada escenario de probabilidad (T100 y T500), a los que se le ha dado un valor comprendido entre 0 (sin afección) y 5 (afección extrema) según el caso.

Los criterios para la asignación de estos valores son de tipo cuantitativo. Finalmente para la estimación de la peligrosidad y riesgo globales, a cada parámetro se le otorga un peso que pondera la influencia de dicho parámetro en la valoración global.

En las fichas de caracterización, existen gráficos radiales (de cuatro y cinco lados) que representan el resultado por ARPSI. Esta forma de representación permite también visualizar la evolución de la contribución de cada parámetro a la valoración global, así como los cambios que, en un futuro tras la adopción de las medidas de los planes de gestión, se produzcan.

Una vez caracterizada la peligrosidad y los riesgos se ha generado un gráfico peligrosidad-riesgo, donde se han plasmado todos los ARPSIs de la Demarcación, cuyo objetivo es poder visualizar y analizar cuáles de los ARPSIs tiene mayor relevancia respecto a estas variables. Este diagrama se puede dividir en cuatro cuadrantes, según los valores de la caracterización:

- **Peligrosidad media-baja y riesgo alto:** las ARPSIs localizadas en este cuadrante son aquellas que, a pesar de localizarse en zonas cuyas características actuales no son de especial peligrosidad, sí que existe una importante población y/o actividades económicas, situadas en la zona inundable. En estas zonas, dada normalmente la magnitud de la zona inundable asociada y las pocas probabilidades reales de disminuir la peligrosidad (condicionantes presupuestarios, técnicos, sociales y ambientales), las medidas deben centrarse en la reducción del riesgo, a través de los sistemas de alerta, protocolos de comunicaciones, planes de protección civil, concienciación a la población, seguros, etc.
- **Peligrosidad alta y riesgo alto:** en este cuadrante se ubican las ARPSIs que poseen valores elevados tanto de peligrosidad como de riesgo, y serán las prioritarias a la hora de implantar todas las medidas de disminución del riesgo de inundación.
- **Peligrosidad media-baja y riesgo medio-bajo:** las ARPSIs ubicadas en este cuadrante son aquellas en las que las medidas de prevención, especialmente por ejemplo el urbanismo, deben lograr que no se incremente el riesgo.



- **Peligrosidad alta y riesgo medio-bajo:** en este cuadrante se ubican las ARPSIs que, a pesar de localizarse en zonas cuyas características actuales no presentan especial riesgo, poseen una caracterización de la peligrosidad elevada. Estas ARPSIs serán las prioritarias a la hora de implantar todas las medidas relacionadas con las medidas de prevención, para lograr que al menos, no se incremente el riesgo de inundación.

## 6 Criterios y objetivos ambientales específicos en el Plan Hidrológico relacionados con las ARPSIs

De manera general, los objetivos medioambientales (artículo 92 bis Texto Refundido de la Ley de Aguas y artículo 35 del Reglamento de Planificación Hidrológica) pueden agruparse en las categorías que se relacionan en la siguiente figura:



Figura 44. Objetivos ambientales

A su vez, los criterios para la clasificación y evaluación del estado de las masas de agua superficiales se definen en la sección 5 del Reglamento de Planificación Hidrológica.

A continuación se recoge un primer análisis del estado de las masas de agua y los objetivos ambientales correspondientes a las ARPSIs.

### 6.1 Estado de las masas de agua superficiales y los objetivos medioambientales de las ARPSIs

A la hora de establecer el estado de la masa de agua y los objetivos ambientales de las diferentes ARPSIs, se accede a la información contenida en el Plan Hidrológico de Lanzarote (conforme al art. 47 TRLOTENC) correspondiente al primer ciclo de planificación hidrológica. También se obtiene información sobre la naturaleza y estado global de dichas masas de agua.

En la siguiente tabla se muestra la calificación ambiental asignada a cada tramo con riesgo potencial significativo por inundación.

Código ARPSIs	Nombre ARPSIs	Cod. Masa	Naturaleza	Estado glob actual	OMA
ES123_ARPSI_0001	Órzola	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0002	Punta Mujeres	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0003	Arrieta	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0004	Urb. Los Cocoteros	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0006	De Lanzarote Beach a Las Cucharas	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0007	Las Caletas	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0008	Salinas de Punta Chica	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0009	Arrecife	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0009	Arrecife	ES70LZAMM	Muy Modifi		
ES123_ARPSI_0010	De Urb. El Cable a Playa Honda	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0011	Urb. Los Pocillos	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0012	Oasis y Costa de la Luz	ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0013	Puerto del Carmen	ES70LZTII ES70LZTIV	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0014	Puerto Calero	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0015	Playa Quemada	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0016	Camping Playa del Papagayo	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0017	Playa Las Coloradas	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0018	Castillo del Agua	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0019	Playa Blanca y Urb. Casas del Sol	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0020	Playa Famingo	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0021	Montaña Roja	ES70LZTII	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0022	El Golfo	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0023	La Santa	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015
ES123_ARPSI_0024	Urb. La Santa Sport	ES70LZTI1	Natural	Bueno	Buen Estado en 2015

Tabla 19: Naturaleza, estado y objetivos ambientales de las ARPSIs

Es importante destacar dos aspectos:

- De los 35 tramos de ARPSIs definidos en la EPRI, 6 no coinciden con masas de agua definidas en el Plan Hidrológico de la Isla de Lanzarote (PHIL). Se trata de los barrancos secos susceptibles de inundación. Por lo que de ellas solo se han tenido en cuenta las 3 que desaguan directamente a masas de agua definidas en el PHIL (ES123\_ARPSI\_0030, ES123\_ARPSI\_0032, ES123\_ARPSI\_0033). Del resto no están disponibles datos ni de naturaleza ni de estado.
- De los 29 tramos de ARPSIs restantes, hay 2 (ES123\_ARPSI\_0009 y ES123\_ARPSI\_0013) que se asientan en varias masas de agua. Tan solo en el xaso de la ARPSI -ES123\_ARPSI\_0009-, la naturaleza y el estado de las masas de agua eran diferentes entre sí. Por tanto, en la tabla anterior, se ha duplicado la entrada correspondiente a dicho tramo con las correspondientes naturalezas y estado de las masas de agua relacionadas.



Figura 45. Ejemplo de ARPSI establecido sobre varias masas de agua

Con estos datos ambientales se extraen las siguientes conclusiones, por tipo de ARPSI:

### ARPSIs fluviales

A esta categoría pertenecen el 17% de las ARPSIs, y se han obtenido las siguientes conclusiones:

- De las 6 ARPSIs definidas en la EPRI, solo se han considerado las 3 que desaguan directamente a masas de agua definidas en el PHIL:

- ES123\_ARPSI\_0030: Barranco del Hurón
- ES123\_ARPSI\_0032: Barranco de Tenegüime
- ES123\_ARPSI\_0033: Barranco de Los Pocillos
- Las tres restantes no coinciden ni tienen relación con las masas de agua definidas en el PHIL, por lo que de ellas no se dispone de datos de naturaleza ni estado:
  - ES123\_ARPSI\_0031: Barranco de La Elvira
  - ES123\_ARPSI\_0034: Barranco de La Fuente
  - ES123\_ARPSI\_0035: Barranco de Argana Alta

### ARPSIs costeras

Como se ha visto con anterioridad, la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio para la Transición Ecológica, ha identificado las zonas clasificadas como de riesgo alto significativo de inundación por origen marino en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica de Lanzarote. En la EPRI se establecieron finalmente 29 ARPSIs costeras.

Las ARPSIs costeras representan el 83% del total de las 35 ARPSIs. En cuanto a la naturaleza, estado y objetivos ambientales de estas masas de agua, éstas son las conclusiones:

- De las 29 ARPSIs costeras, 28 se encuentran en estado natural y una (1) está muy modificada:

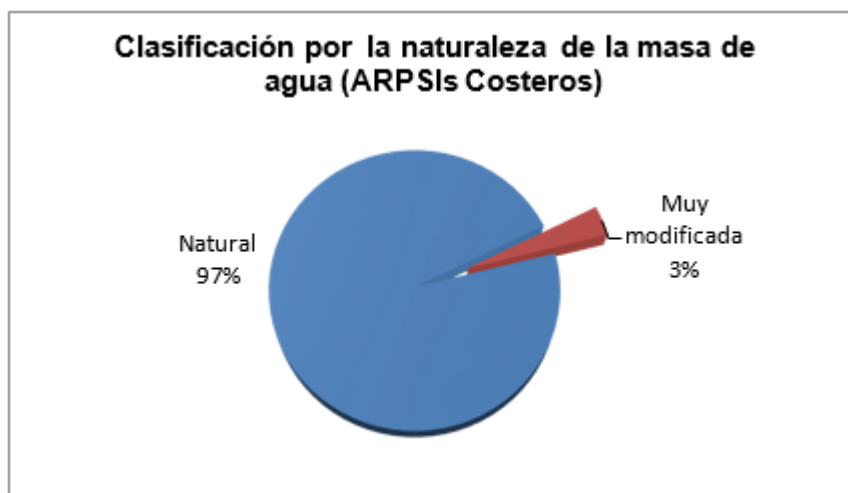


Figura 46. Naturaleza de las ARPSIs costeras

- Respecto al estado global, se ha de destacar que las 28 ARPSIs naturales se encuentran en un estado global Bueno y poseen el mismo objetivo, que es el Buen estado en 2015. Los resultados de Reconocimiento Preliminar de las Aguas Superficiales de Lanzarote (2009) permitieron catalogar las masas de aguas

superficiales como masas con Riesgo Nulo de no alcanzar los objetivos medioambientales establecidos en la DMA.

- Finalmente, y atendiendo a los puntos anteriores, se ha destacar que una de las ARPSIs posee un naturaleza **muy modificada**. La Autoridad Portuaria de Las Palmas (APLP) ha implementado el Programa ROM 5.1-13 para el control de la calidad de las aguas del Puerto de Arrecife. Según los informes emitidos por dicha Autoridad, la calidad de estas aguas está dentro de los parámetros permitidos. Esta ARPSI es la de Arrecife, que se corresponde con la masa de agua ES70LZAMM: Puerto de Arrecife.

## 6.2 Estado de las masas de agua subterráneas

A la hora de establecer el estado y los objetivos ambientales de las masas de agua subterráneas, se acude también a la información contenida en el Plan Hidrológico de la demarcación correspondiente al primer ciclo de planificación hidrológica. Los objetivos para las aguas subterráneas son los siguientes:

- Evitar o limitar la entrada de contaminantes y su deterioro
- Proteger, mejorar y regenerar las masas de agua subterránea y garantizar el equilibrio entre la extracción y la recarga.
- Invertir las tendencias significativas y sostenidas en el aumento de la concentración de cualquier contaminante derivado de la actividad humana, reducir la contaminación.

En Lanzarote se ha identificado un total de 1 masa de agua subterránea con código ES70LZ001. Analizando la información, se observa que tanto el estado cuantitativo como el químico se clasifican como “En estudio”: Dicha categoría engloba a las masas de agua sobre las que no se dispone de información suficiente para saber si alcanzarán los objetivos ambientales.



Figura 47. Estado general de las masas de agua subterráneas

### 6.3 Zonas protegidas y Red Natura 2000

La Directiva 2007/60 subordina las medidas planteadas en los planes de gestión del riesgo de inundación a la obligación del cumplimiento de los objetivos ambientales definidos por los planes hidrológicos. Por otro lado también la Directiva Marco del Agua, a través de la designación de zonas protegidas, establece una relación directa con los objetivos de protección y conservación exigidos en otras directivas europeas como la Directiva Hábitats en relación a los espacios de la Red Natura 2000.

En ese sentido, la Directiva de Inundaciones impulsa fundamentalmente la prevención de riesgos y la aplicación de medidas de protección del dominio público hidráulico, es decir, actuaciones que redundan en una disminución de los daños que causan las inundaciones y, al mismo tiempo, contribuyen al buen estado de las masas de agua a través de la mejora de sus condiciones hidromorfológicas.

El PGRI debe respetar la consecución del buen estado de las aguas y que este estado no se degrade en ningún caso, respetando, además, los criterios recogidos en las diversas estrategias ambientales europeas en vigor, como por ejemplo la *Estrategia sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural* o la *Estrategia Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*, siendo la Red Natura 2000 la piedra angular de la política de biodiversidad de la Unión.

Teniendo esto en cuenta, la gestión del riesgo de inundación debe ir de la mano de la protección y restauración de los ecosistemas, y en particular de los identificados como de interés comunitario en la Red Natura 2000. Las medidas o infraestructuras verdes, en las que se trabaja a favor de la naturaleza y de las que todos se benefician (biodiversidad, población, que por un lado incrementa su seguridad y por otro obtiene una mayor calidad ambiental, y actividad económica, favorecida por nuevas oportunidades de desarrollo), son las que deben guiar una gestión del riesgo de inundación sostenible.

Dentro de las infraestructuras verdes, el tipo de medidas que de forma más efectiva y coste-eficiente puede contribuir de forma integrada a los objetivos de la Directiva de Inundaciones, la Directiva Marco del Agua y la Directiva Hábitats, son las llamadas medidas de retención natural de agua (NWRM por sus siglas en inglés). La comunicación de la Comisión sobre el plan para salvaguardar los recursos hídricos en Europa, el conocido como “*Blueprint*”, establece que las NWRMs pueden reducir la vulnerabilidad frente a inundaciones y sequías, mejorar la biodiversidad y la fertilidad de los suelos y mejorar el estado de las masas de agua. Serán por tanto medidas de aplicación preferente en aquellas ARPSIs incluidas en espacios Red Natura 2000 como veremos a continuación.

En apartados precedentes se ha estudiado la relación entre las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) y las masas de agua de la demarcación indicando su estado y el objetivo medioambiental a alcanzar en el ciclo de planificación.

Dando un paso más, se relaciona ahora cada ARPSI con las zonas protegidas en virtud de la Directiva 92/43/CE, indicando si el espacio protegido Red Natura 2000 lo es por sus

valores como ecosistema y qué objetivos recoge para ellas el plan hidrológico, que serán los objetivos que establezcan los correspondientes planes de gestión de los espacios Red Natura 2000, elaborados y aprobados por las administraciones competentes.

En la siguiente tabla se recoge dicha información de forma pormenorizada:

CÓDIGO ARPSIs	NOMBRE ARPSIs	CÓDIGO ZEC/LIC	NOMBRE ZEC/LIC
ES123_ARPSI_0001	Orzola	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0002	Punta Mujeres	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0003	Arrieta	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0004	Los Cocoteros	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0010	De Urb. El Cable hasta Playa Honda	ES7010021	Sebadales de Guasimeta
ES123_ARPSI_0011	Urb. Los Pocillos	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0012	Oasis y Costa de la Luz	ES7011002ESZ Z15002	Cagafrecho Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0013	Puerto del Carmen	ES7011002	Cagafrecho
ES123_ARPSI_0014	Puerto Calero	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0016	Camping Playa del Papagayo	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0017	Playa Las Coloradas	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0019	Playa Blanca y Urb. Casas del Sol	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0020	Playa Famingo	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0021	Montaña Roja	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV
ES123_ARPSI_0022	El Golfo	ES7010046	Los Volcanes
ES123_ARPSI_0025	Caleta de Caballo	ES7010045	Archipiélago Chinijo
ES123_ARPSI_0026	Caleta de Famara	ES7010045	Archipiélago Chinijo
ES123_ARPSI_0027	Urb. Famara	ES7010045	Archipiélago Chinijo
ES123_ARPSI_0028	Caleta del Sebo	ES7010045ES7 10020	Archipiélago Chinijo Sebadales de la Graciosa
ES123_ARPSI_0030_m	Punta del Palo	ES7010047	La Corona
ES123_ARPSI_0031_m	Caleta de Las Escamas	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de LZ-FTV

Tabla 20: Relación entre ARPSIs y Zonas Protegidas Red Natura 2000



A modo de resumen, de las 29 ARPSIs de origen costero, 21 están vinculadas a espacios Red Natura 2000. De estos espacios, 21 están directamente vinculados a ecosistemas costeros. Es importante señalar que el LIC “Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura” con código ESZZ15002 ha sido propuesto en 2015 por lo que no aparecen referencias al mismo en el Plan Hidrológico de Lanzarote de acuerdo al artículo 47 TRLOTENC correspondiente al primer ciclo de planificación hidrológica.

## 7 Planes de Protección Civil existentes

Respecto los Planes de protección Civil que afectan a la demarcación hidrográfica de Lanzarote, se estructura esta información en tres niveles: estatal, autonómico y local.

### 7.1 Nivel estatal

La Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, deroga la Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil. En su artículo 1, establece la protección civil como un instrumento de la política de seguridad pública, siendo el servicio público que protege a las personas y bienes garantizando una respuesta adecuada antes los distintos tipos de emergencia y catástrofes originadas por causas naturales o derivadas de la acción humana, sea ésta accidental o intencionada.

En su artículo 13, se establece que la Norma Básica de Protección Civil, aprobada mediante el Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, a propuesta del titular del Ministerio del Interior, y previo informe del Consejo Nacional de Protección Civil, establece las directrices básicas para la identificación de riesgos de emergencias y actuaciones para su gestión integral, el contenido mínimo y los criterios generales para la elaboración de los Planes de Protección Civil, y del desarrollo por los órganos competentes de las actividades de implantación necesarias para su adecuada efectividad. En dicha norma se dispone que serán objeto de Planes Especiales, entre otras, las emergencias por inundaciones.

En consecuencia, el Consejo de Ministros celebrado el 9 de diciembre de 1994 aprobó la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones. En este documento se clasifican las áreas inundables del territorio con arreglo a los criterios siguientes:

- Zona de inundación frecuente: las zonas inundables por avenidas de período de retorno de cincuenta años.
- Zonas de inundación ocasional: aquellas inundables por avenidas de período de retorno entre cincuenta y cien años.
- Zonas de inundación excepcional: las que se inundan por avenidas de período de retorno entre cien y quinientos años.

Tal y como establece la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones, a los efectos del Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones se considerarán todas aquellas inundaciones que representen un riesgo para la población y sus bienes, produzcan daños en infraestructuras básicas o interrumpan servicios esenciales para la comunidad, las cuales se pueden encuadrar en los tipos siguientes (se ha de destacar que la identificación del riesgo de inundaciones se efectuará de conformidad con lo establecido en el Real Decreto 903/2010):

- a) Inundaciones por precipitación «*in situ*».

- b) Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces, provocada o potenciada por: precipitaciones, deshielo o fusión de nieve, obstrucción de cauces naturales o artificiales, invasión de cauces, aterramientos o dificultad de avenamiento y acción de las mareas.
- c) Inundaciones por rotura o la operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica.

Además las inundaciones son el riesgo natural que más habitualmente produce daños a las personas y los bienes siendo el que produce mayores daños tanto materiales como humanos. Por lo tanto, resulta necesario prever la organización de los medios y recursos, materiales y humanos, que podrían ser requeridos para la asistencia y protección a la población, en caso de que suceda una catástrofe por inundaciones que afectase al territorio español.

El objetivo del Plan Estatal de Protección Civil frente a inundaciones es establecer la organización y los procedimientos de actuación de aquellos servicios del Estado y, en su caso, de otras entidades públicas y privadas, que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz ante los diferentes tipos de inundaciones que puedan afectar al Estado español. El Plan se fundamenta operativamente en los Planes de Protección Civil Especiales frente a este riesgo o, en su defecto, en los Territoriales de las Comunidades Autónomas afectadas.

Este Plan Estatal tiene el carácter de Plan Director, en tanto establece los aspectos generales, organizativos y funcionales, de la planificación que habrán de concretarse en la planificación operativa (planes de coordinación y apoyo) y en procedimientos específicos de actuación.

Con el fin de minimizar los daños producidos por inundaciones, es necesario establecer sistemas de alerta hidrometeorológica que permitan la toma anticipada de las decisiones necesarias a las autoridades del Sistema Nacional de Protección Civil. Para ello se contará con los sistemas de información hidrológica de las administraciones hidráulicas y los sistemas de predicción meteorológica de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) que permitirán minimizar los posibles daños. También se establece una sistemática de alerta en el caso de rotura o avería grave de presas y balsas de interés general.

En cuanto a las fases del Plan Estatal, de acuerdo con lo establecido por la Directriz Básica en su capítulo 2.5, se distinguen las fases y situaciones siguientes:

A. Fase de pre-emergencia.

Fase caracterizada por la existencia de información sobre la posibilidad de ocurrencia de sucesos capaces de dar lugar a inundaciones, tanto por desbordamiento como por “*precipitaciones in situ*”.

B. Fase de emergencia.

Esta fase tendrá su inicio cuando el análisis de los parámetros meteorológicos e hidrológicos se concluya que la inundación es inminente o se disponga de informaciones relativas a que ésta ya ha comenzado, y se prolongará durante todo el desarrollo de la inundación, hasta que se hayan puesto en práctica todas las medidas necesarias de protección de personas y bienes y se hayan restablecido los servicios básicos en la zona afectada.

En esta fase se distinguen las cuatro situaciones (0, 1, 2 y 3), en gravedad creciente.

### C. Fase de normalización.

Fase consecutiva a la emergencia que se prolongará hasta el restablecimiento de las condiciones mínimas imprescindibles para el retorno a la normalidad en las zonas afectadas por la inundación.

Respecto a la organización, le corresponde al o la Ministro/a del Interior el ejercicio de las funciones que le son atribuidas por la Ley 17/2015, del Sistema Nacional de Protección civil, en su artículo 34, y en particular la declaración de interés nacional de una determinada emergencia por inundación de interés nacional y su finalización, así como asumir las funciones de dirección y coordinación que le correspondan en esta situación, utilizando para ello la organización dispuesta en el Plan Estatal de Protección Civil frente al Riesgo de Inundaciones, así como las previsiones de los Planes de Comunidades Autónomas y de Entidades Locales, que sean de aplicación.

En el siguiente diagrama de operatividad del Plan Estatal, se resumen las actuaciones que es preciso desarrollar, en función de las diferentes fases y situaciones:

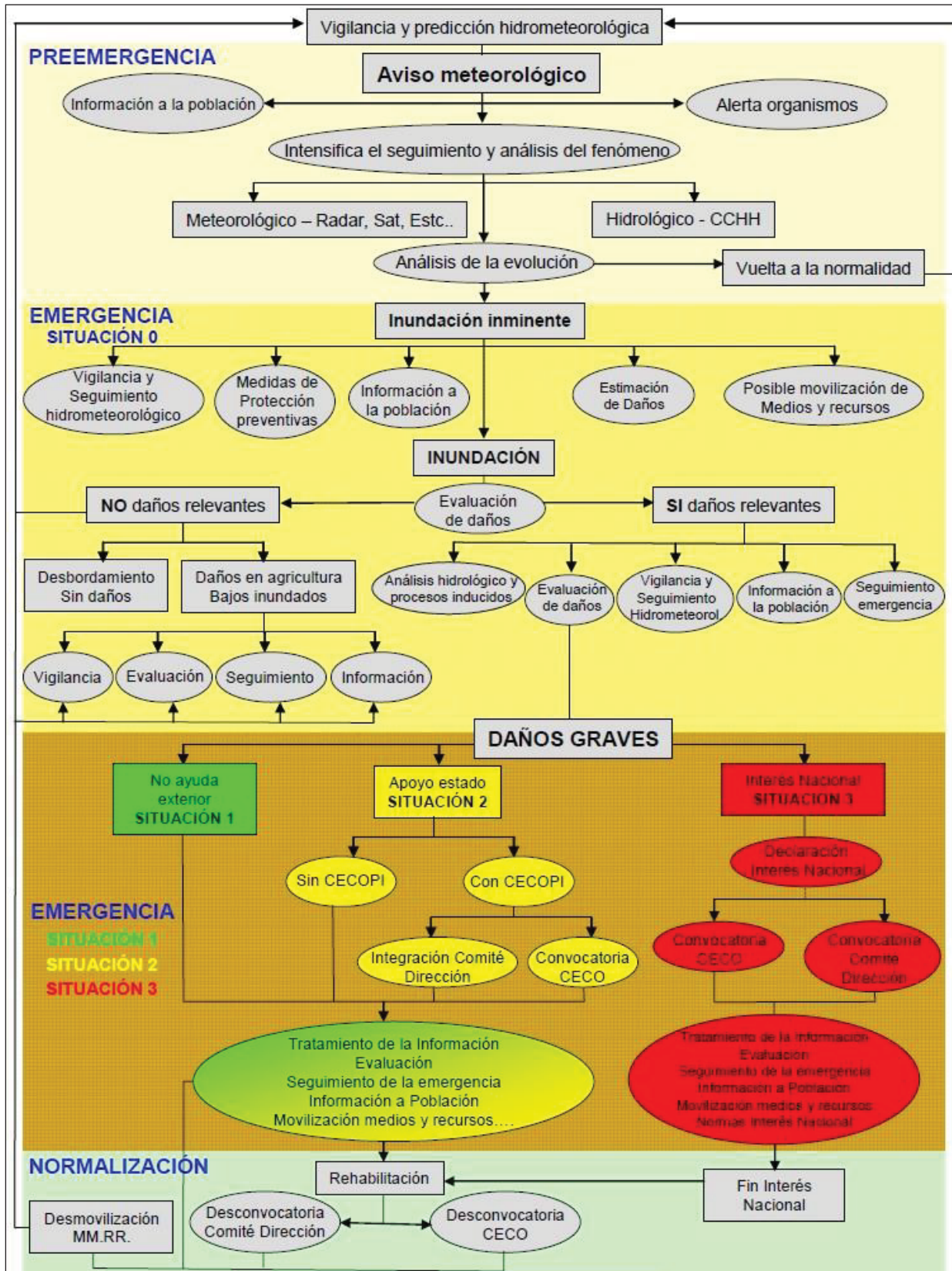


Figura 48. Diagrama de operatividad del Plan Estatal de Protección Civil

En cuanto a los criterios para la elaboración de los protocolos de alerta hidrológica, se recogen en el Anexo I del Plan Estatal de Protección Civil frente a inundaciones.

## 7.2 Nivel autonómico

El artículo 3.4 de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones establece que las Comunidades Autónomas desarrollarán unos planes ante el riesgo de inundaciones en los que se definan la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios cuya titularidad corresponda a la Comunidad Autónoma de que se trate y los que puedan ser asignados al mismo por otras Administraciones Públicas y de otros pertenecientes a entidades públicas o privadas, al objeto de hacer frente a las emergencias por riesgo de inundaciones dentro del ámbito territorial de aquella.

En materia de gestión de emergencias, Canarias dispone del **Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias**, en adelante **PLATECA**, aprobado por el Gobierno de Canarias en la sesión celebrada el 12 de noviembre de 1997, siendo homologado por la Comisión Nacional de Protección Civil el 19 de diciembre de ese mismo año. Posteriormente, mediante decreto 1/2005, de 18 de enero, el Gobierno de Canarias, aprobó la actualización del citado Plan, que fue homologada por la Comisión Nacional de Protección Civil el 28 de abril de 2005 y publicada en el Boletín Oficial de Canarias nº 154, de 8 de agosto de 2005. Actualmente está vigente la revisión aprobada por el Decreto 98/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias, homologada por la Comisión Nacional de Protección Civil el 8 de mayo de 2014 y publicada en el BOC nº 104 de 2 de junio de 2015.

<http://www.gobiernodecanarias.org/dgse/descargas/Plateca/PLATECA2014.pdf>

En virtud del artículo 3.2 del RD 407/1992, el PLATECA tiene el carácter de Plan Director, estableciendo el marco organizativo general para que puedan integrarse todos aquellos planes territoriales de ámbito inferior al autonómico (insulares y locales) y todos aquellos planes especiales o sectoriales cuyo ámbito sea la Comunidad Autónoma de Canarias.

El Gobierno de Canarias es competente para elaborar, aprobar y modificar el Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma.

Por otro lado, para hacer frente a los riesgos especiales cuya naturaleza requiere unos métodos técnicos y científicos adecuados para su evaluación y tratamiento, se elaborarán los correspondientes Planes Especiales (inundaciones, seísmos, químicos, transporte de mercancías peligrosas, incendios forestales y riesgos volcánicos) y Planes Específicos (aquellos no contemplados anteriormente y que se puedan producir en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias, como el Plan Específico por Fenómenos Meteorológicos Adversos (PFEMA).

El principal objetivo del **Plan Especial de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de Canarias (PEINCA)**, aprobado en diciembre de 2017 por el Consejo

Nacional de Protección Civil, es establecer el marco organizativo en el ámbito de la Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias, mediante el cual se de una respuesta rápida y eficaz frente a una inundación.

No obstante como objetivos específicos se persigue:

- Establecer un marco organizativo y funcional conjunto en el ámbito territorial de la Comunidad autónoma de Canarias, asegurando una acción conjunta con los planes territoriales de emergencias de ámbito local (insulares y municipales) bajo criterios de autonomía de organización y gestión, coordinación, complementariedad, subsidiariedad, integrabilidad e información.
- Realizar una identificación de los riesgos derivados de las inundaciones y de sus principales consecuencias.
- Zonificar el territorio en función del riesgo de inundaciones, delimitando áreas según posibles requerimientos de intervención para proteger a la población.
- Simplificar y homogeneizar la estructura orgánica-funcional y operatividad del Plan, de modo que garantice la respuesta eficaz en caso de emergencia producida por inundación que se produzcan en Canarias.
- Fijar las pautas de comunicación entre las distintas Administraciones Públicas intervinientes.
- Consolidar un sistema de alerta precoz de protección civil único que permita a los ciudadanos y a las instituciones adoptar las medidas preventivas necesarias.
- Integrar en el sistema de protección civil a las empresas de servicios básicos esenciales para la población, con la incorporación de los medios y recursos necesarios para garantizar la continuidad del servicio en situación de inundación.
- Impulsar las actuaciones y toma de decisiones a nivel local a través de la simplificación y mejora de los mecanismos de alerta temprana que permita ejecutar medidas preventivas de actuación ante una inundación.
- Prever los mecanismos y procedimientos de coordinación con el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones para garantizar su adecuada integración.
- Establecer un banco de datos de carácter regional sobre medios y recursos autonómicos asignados al Plan, disponibles en emergencias por inundaciones.
- Mejorar la ordenación territorial a través del análisis del riesgo al objeto de definir zonas de no ocupación urbanística.

## 7.3 Nivel local

### Planes de Actuación de Ámbito Local

Tal y como se recoge en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, el Plan de cada Comunidad Autónoma debe establecer, dentro de su respectivo ámbito territorial, directrices para la elaboración de Planes de Actuación de Ámbito Local. También debe especificar el marco organizativo general que posibilite la plena integración operativa de éstos en la organización del Plan Autonómico.

Las funciones básicas de los Planes de Actuación de Ámbito Local son las siguientes:

- Prever la estructura organizativa y los procedimientos para la intervención en emergencias por inundaciones, dentro del territorio del municipio o entidad local que corresponda.
- Catalogar elementos vulnerables y zonificar el territorio en función del riesgo, en concordancia con lo que establezca el correspondiente Plan Autonómico, así como delimitar áreas según posibles requerimientos de intervención o actuaciones para la protección de personas y bienes.
- Especificar procedimientos de información y alerta a la población.
- Catalogar los medios y recursos específicos para la puesta en práctica de las actividades previstas.

Los Planes de Actuación Municipal y de otras Entidades deben ser aprobados por los órganos de las respectivas corporaciones en cada caso competentes y han de ser homologados por la Comisión de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Todas las islas de la Comunidad Autónoma de Canarias deben prestar el servicio de protección civil a través de la aprobación y la efectiva implantación de su respectivo **Plan de Emergencia Insular (PEIN)**.

PLANES	FECHA DE INFORMACIÓN, HOMOLOGACIÓN O PUBLICACIÓN
PEIN de Tenerife	17/12/2004 (se informa de su homologación tácita el 26/07/2006)
PEIN de La Gomera	26/02/2003
PEIN de El Hierro	26/02/2003
PEIN de La Palma	15/12/2003
PEIN de Gran Canaria	13/07/2006
PEIN de Lanzarote	11/04/2013
PEIN de Fuerteventura	09/05/2003

Tabla 21: Listado de PEIN de la Comunidad Autónoma de Canarias



Todos los municipios canarios independientemente de que tengan más de 20.000 habitantes o algún riesgo asociado deberán de elaborar el correspondiente **Plan de Emergencias Municipal (PEMU)**. Los municipios en cuyo territorio se aplican planes especiales deben incorporar en sus **Planes de Actuación Municipal (PAM)**, las previsiones derivadas del plan especial en aquello que les afecte. La Dirección General de Seguridad y Emergencias en el marco de sus competencias, facilitará asistencia y asesoramiento técnico para la elaboración del listado de PEMUS informados/homologados de Lanzarote.

## 8 Sistemas de predicción, información y alerta hidrológica

Como ya se ha visto, en el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones se contempla la necesidad de establecer sistemas de alerta hidrometeorológica que permitan, a las autoridades del Sistema Nacional de Protección Civil, la toma anticipada de las decisiones necesarias. Para ello se contará con los sistemas de predicción meteorológica de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y con los sistemas de información hidrológica de las administraciones hidráulicas que permitirán minimizar los posibles daños.

### 8.1 Sistemas de predicción meteorológica

Tal y como se establece en el Estatuto de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), una de sus funciones primordiales es la elaboración, el suministro y la difusión de las informaciones meteorológicas y predicciones de interés general para los ciudadanos en todo el ámbito nacional, y la emisión de avisos y predicciones de fenómenos meteorológicos que puedan afectar a la seguridad de las personas y a los bienes materiales.

La AEMET, a través de internet, pone a disposición de todos sus usuarios predicciones meteorológicas a distintas escalas espaciales y temporales, tanto de interés general como específicas para una determinada actividad. Se presentan predicciones a escala nacional, autonómica, provincial y local, así como predicciones específicas para las actividades aeronáutica, marítima, de montaña, etc. Asimismo AEMET mantiene una vigilancia continua sobre la ocurrencia de fenómenos meteorológicos adversos que puedan afectar a la seguridad de las personas y a los bienes materiales. Se puede acceder desde el siguiente enlace: <http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion>

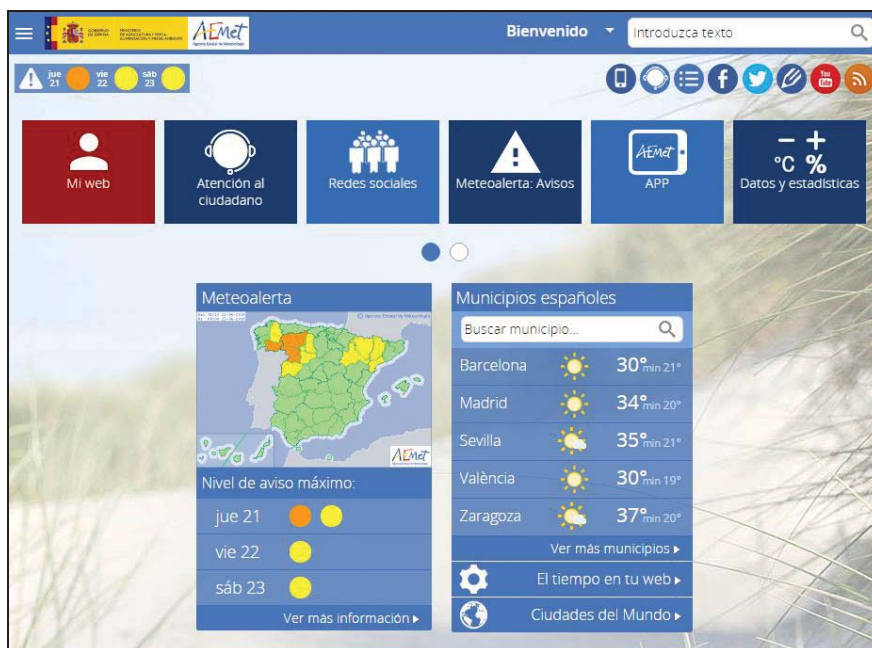


Figura 49. Página web de predicciones de la AEMET

El Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos (**Meteoalerta**), pretende facilitar la más detallada y actualizada información posible sobre los fenómenos atmosféricos adversos que puedan afectar a España hasta un plazo máximo de 60 horas, así como mantener una información continuada de su evolución una vez que han iniciado su desarrollo. Para ello, los respectivos boletines de aviso se distribuyen de modo inmediato a las autoridades de Protección Civil así como a los distintos medios informativos, además se actualizan constantemente en la página web de AEMET.

Se considera como fenómeno meteorológico adverso a todo evento atmosférico capaz de producir, directa o indirectamente, daños a las personas o daños materiales de consideración. En sentido menos restringido, también puede considerarse como tal cualquier fenómeno susceptible de alterar la actividad humana de forma significativa en un ámbito espacial determinado.

Los fenómenos contemplados en Meteoalerta son los siguientes: lluvias, nevadas, vientos, tormentas, temperaturas extremas, fenómenos costeros (viento y mar), polvo en suspensión, aludes, galernas cantábricas, rissagues (risagas) en Baleares, nieblas, deshielos, olas de calor y de frío y tormentas tropicales.

En cuanto a los umbrales y niveles de adversidad, es muy importante que los avisos de Meteoalerta informen del modo más claro posible sobre el **riesgo potencial de un fenómeno** adverso previsto. El **riesgo meteorológico** está directamente relacionado con la peligrosidad del fenómeno ya que, cuanto mayor sea ésta, menos preparada está la población para enfrentarse a sus efectos. Para determinarla, AEMET ha desarrollado estudios para cada provincia española, y a partir de ellos ha establecido los umbrales para cada fenómeno contemplado. De acuerdo con ello, aparecen cuatro niveles básicos (en orden creciente de riesgo):

<b>VERDE</b>	No existe ningún riesgo meteorológico
<b>AMARILLO</b>	No existe riesgo meteorológico para la población en general aunque sí para alguna actividad concreta, y en zonas especialmente vulnerables
<b>NARANJA</b>	Existe un riesgo meteorológico importante (fenómenos meteorológicos no habituales y con cierto grado de peligro para las actividades usuales)
<b>ROJO</b>	El riesgo meteorológico es extremo (fenómenos meteorológicos no habituales de intensidad excepcional y con un nivel de riesgo para la población muy alto)

Tabla 22: Niveles de riesgo meteorológico

Para difundir esta información de manera amplia y eficaz, se confeccionan los **boletines de aviso** y se envían inmediatamente a las autoridades estatales y autonómicas de Protección Civil, se recogen en la página web de la AEMET y se facilitan a los diversos medios de comunicación.

A nivel europeo, la AEMET facilita en su apartado web de Avisos el enlace a Meteoalarm ([http://www.meteoalarm.eu/?lang=es\\_ES](http://www.meteoalarm.eu/?lang=es_ES)). En esta página web se proporciona la información más relevante a la hora de afrontar una posible situación de tiempo extremo (excepcional) en cualquier lugar de Europa.

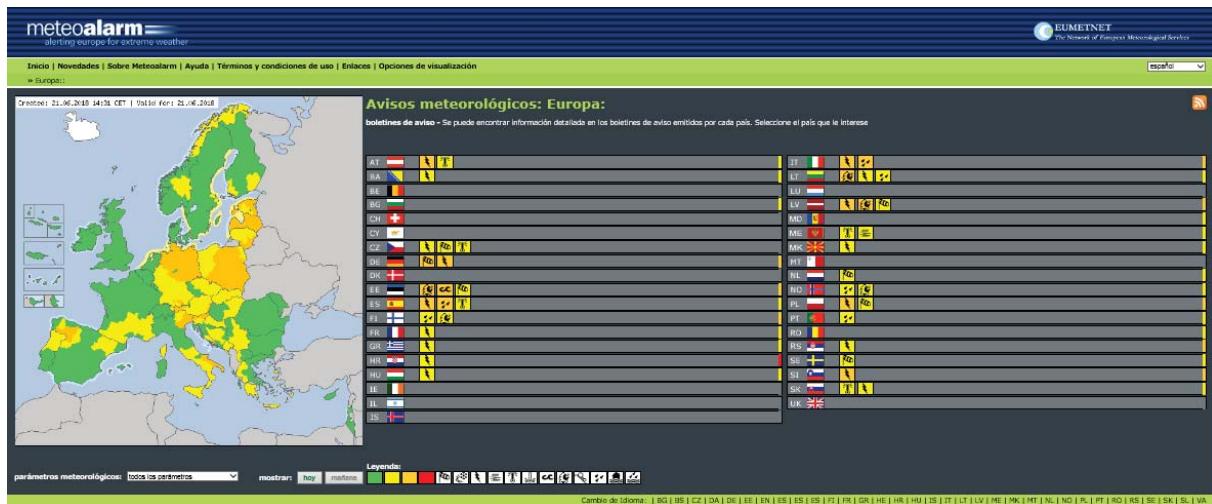


Figura 50. Página web de inicio de Meteoalarm

## 8.2 Sistemas de Información Geográfica

A principios de la década de los ochenta del pasado siglo nació la necesidad de implantar sistemas automáticos de información que permitieran disponer de los datos hidrológico-hidráulicos en tiempo real, y prever, mediante modelos de simulación convenientemente contrastados, el comportamiento futuro de las cuencas.

Para obtener datos en tiempo real, se utilizan los denominados Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH). El SAIH es un sistema de información encargado de captar, transmitir en tiempo real, procesar y presentar aquellos datos que describen el estado hidrológico e hidráulico de la cuenca, incluyendo, por tanto, el conocimiento del régimen hídrico a lo largo de su red fluvial y el estado de la obras hidráulicas principales y de los dispositivos de control que en ellas se ubican. Para captar estas variables se utilizan dispositivos (sensores), que están en contacto con el medio, dotados de unos codificadores que proporcionan la señal eléctrica o lógica del estado de la variable que se mide. Como tal sistema de información se apoya en una red de comunicaciones, y como elementos inteligentes de la misma, utiliza sistemas de adquisición y proceso de datos.

Este sistema proporciona información relativa a los niveles y caudales circundantes por los cauces principales, el nivel y el volumen embalsado en las presas, el caudal desaguado por los aliviaderos, válvulas y compuertas de las mismas, la lluvia en numerosos puntos y los caudales detraídos por los principales usos del agua.

Estos sistemas permiten prever con rapidez las posibles incidencias hidrometeorológicas y tomar las medidas oportunas, sobre todo en el caso de previsión de avenidas.

En Lanzarote no existen cursos superficiales con escorrentía continua. Los barrancos permanecen secos la mayor parte del año y las aportaciones son muy discontinuas y directamente relacionadas con el régimen pluviométrico.

El organismo encargado del seguimiento y control de la información hidrológica en la isla de Lanzarote es el Consejo Insular de Aguas de Lanzarote (CIAL). Para ello cuenta con una red de 39 pluviómetros repartidos por toda la isla.

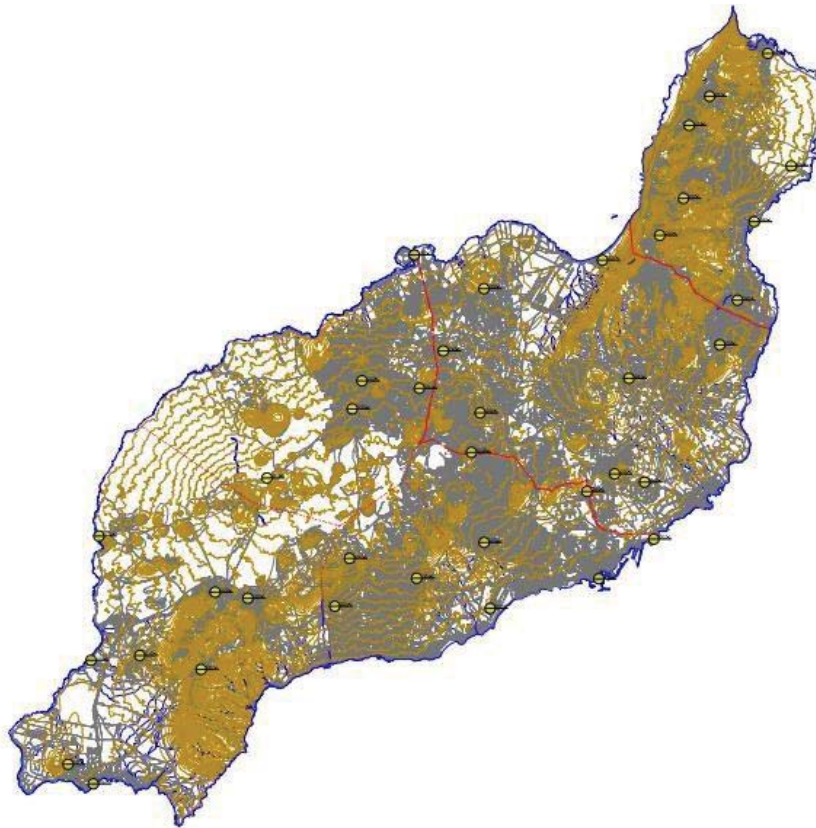


Figura 51. Red de pluviómetros del Consejo Insular de Aguas de Lanzarote (CIAL)

Debido a la orografía del terreno y el tamaño de las cuencas, los tiempos de concentración son pequeños, dificultando la previsión de las avenidas en tiempo real aun cuando se dispusiera de sistemas de información hidrológica. Tampoco cuenta con grandes embalses que permitan laminar avenidas. Por eso, respecto a este tema se apunta por potenciar la información meteorológica para la determinación de alertas tempranas.