



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Titulación: Ciencias Ambientales

Título del trabajo:

**EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL BAJO SEGURA.  
ANÁLISIS DE EVIDENCIAS Y GESTIÓN DE  
RIESGOS DE INUNDACIÓN**

English title:

**CLIMATE CHANGE IN THE BAJO SEGURA.  
EVIDENCE ANALYSIS AND FLOOD RISK  
MANAGEMENT**

Autor/es:

**Vega Muñoz García-Berlanga**

Director/es:

Asunción Julián Andrés

Alfredo Ollero Ojeda

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
2023

*“Aquesta bella vall feta de somnis,  
aquesta que rebrota riallera  
després de les tempestes y la pluja;  
siusplau, no la toqueu si no es per estimar-  
la.”*

- **Josep Piera: La Drova**

*“No one will protect what they don't care  
about; and no one will care about what  
they have never experienced”.*

- **David Attenborough**

*“I vindrà un temporal  
I hauran mort al poeta  
I vindran i diran  
Ja no ens arriben el cants.  
Correrà riu avall  
S'endurà cada lletra  
I vindran i diran  
Ara qui ens lleva esta fam?”*

- **ZOO: Diània**

## **Agradecimientos**

Agradecer en primer lugar y enormemente el apoyo incondicional de mi clan familiar: mi madre, mi padre y mi hermano; Olga, Fidel, Teresa, Anna, Felipe, entre muchos otros. A mis amigas y amigos, de mi tierra que es la Comunitat Valenciana, de esta que es Aragón y de otros lados que les trajeron a encontrarnos, compartir montaña y naturaleza y que ya forman parte de mí para el resto de mi vida.

También quiero agradecer el soporte tanto emocional como técnico y administrativo del equipo de la Escuela Politécnica Superior de Huesca: Merche, Jesús, Laura, siempre cuidando al alumnado en *las sombras*, especialmente de aquel que vive lejos del hogar. Por su parte, agradecer a todo aquel profesorado que siempre ha mirado por implementar la motivación en el aprendizaje, y cuya actitud cercana, apoyo y consejos ha dado lugar a poder entablar buenas amistades, en especial a Oriol, Rocío, Jesús, Ernesto y Nati. Finalmente, y no por ello con menor relevancia, agradecer la paciencia, apoyo y buena disposición de mis dos tutores Asun y Alfredo, por los cuales siento gran admiración, no sólo a nivel académico sino también personal y cuyas líneas de trabajo espero volver a compartir en un futuro.

El presente Trabajo de Final de Grado presentado para su exposición y defensa, es original, y todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo.

Fdo.: Vega Muñoz García-Berlanga

**Resumen:** Con el fin de estimar el riesgo por inundación en la zona de la Vega Baja entre las ciudades de Murcia y Orihuela, se ha estudiado en qué medida la frecuencia, magnitud y afección de estos eventos están viéndose condicionadas por la alteración de los patrones climáticos y los procesos bioclimáticos como consecuencia del cambio climático, así como por la distribución de especies, los usos del suelo, la ocupación del territorio y la degradación de los ecosistemas, como consecuencia de acciones antrópicas. El estudio se ha basado en un análisis comparativo inicial de la variación climática global y regional, seguido de una evaluación de la ocupación y modificación del cauce para los años 1929, 1956, 1977, 1997, 2007, 2019; así como de cambios de usos del suelo para 1929, 1990, 2018 y 2019. También se han determinado aquellos factores ecológicos de la zona que condicionan el desarrollo y mantenimiento del sistema fluvial y del propio agroecosistema y se ha estudiado la recurrencia y magnitud de los caudales y precipitaciones de los fenómenos históricos de inundación registrados en la zona. Los resultados arrojan un aumento del factor de riesgo frente a inundaciones debido a un aumento en los factores de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, que deberá afrontarse y reducirse a través de una recuperación y mayor y mejor conservación de los servicios y elementos del ecosistema fluvial, para su mantenimiento a largo plazo.

**Palabras clave:** cambio climático, inundaciones fluviales, riesgo, degradación ecológica, ecosistema fluvial, conservación, acciones antrópicas.

**Summary:** *In order to estimate flood risk in the Vega Baja area between the cities of Murcia and Orihuela, the extent to which the frequency, magnitude and impact of these events are being conditioned by the alteration of weather patterns and bioclimatic processes as a result of climate change; and also by the distribution of species, land use, land occupation and ecosystem degradation as a result of anthropogenic actions has been studied. The study was based on an initial comparative analysis of global and regional climatic variation, followed by an assessment of channel occupation and modification for the years 1929, 1956, 1977, 1997, 2007, 2019; as well as changes in land use for 1929, 1990, 2018 and 2019. The ecological factors in the area that condition the development and maintenance of the river system and the agro-ecosystem itself have also been determined, and the recurrence and magnitude of the flows and rainfall of the historical flood events recorded in the area have been studied. The results show an intensification in the flood risk factor due to an increase in the factors of danger, exposure and vulnerability, which must be tackled and reduced through recovery and greater and better conservation of the services and elements of the fluvial ecosystem, for its long-term maintenance.*

**Keywords:** *climate change, river flooding, risk, ecological degradation, river ecosystem, conservation, anthropogenic actions.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1.    Justificación .....	14
1.2.    Planteamiento y objetivos .....	17
2. MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL.....	19
2.1.    El cambio climático y las inundaciones fluviales .....	19
2.2.    Marco legislativo .....	27
2.2.1.    Internacional: Unión Europea (UE).....	27
2.2.2.    Nacional .....	30
2.2.3.    Autonómico.....	36
2.2.4.    Planes.....	38
3. ÁREA DE ESTUDIO .....	40
3.1.    Situación geográfica.....	40
3.2.    Contexto geológico y geomorfológico .....	45
3.3.    Clima.....	48
3.4.    Hidrología.....	50
3.4.1.    Régimen fluvial.....	52
3.4.2.    Eventos de crecida .....	54
3.5.    Vegetación.....	54
3.6.    Ocupación del territorio.....	58
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	62
4.1.    Recopilación bibliográfica.....	62
4.2.    Datos y análisis hidrológico .....	64
4.2.1.    Datos de aforo.....	64
4.2.2.    Situaciones de precipitación y eventos de crecida.....	66
4.3.    Cartografía temática y ortofotos .....	68
4.4.    Elaboración de mapas .....	70

4.5.	Estimación del riesgo.....	71
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
5.1.	Análisis del riesgo.....	72
5.1.1.	Factores hidrológicos.....	72
5.1.2.	Factores ecológicos.....	102
5.1.3.	Factores antrópicos.....	113
5.2.	Estimación del riesgo.....	134
5.3.	Diagnóstico y propuestas.....	138
6.	CONCLUSIONES.....	142
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
	REFERENCIAS NORMATIVAS.....	155
8.	ANEXOS.....	162

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

-	<i>Figura 1.1. Cambios en las condiciones del cauce frente a eventos de inundación y respecto al Dominio Público Hidráulico. Fuente: CHEbro (2023).</i> .....	14
-	<i>Figura 2.1. Variación de la temperatura media global respecto al periodo de 1860-1900. Fuente: Met Office (2023).</i> .....	20
-	<i>Figura 2.2. Temperatura media global de la superficie del mar en el periodo 1880-2020. La zona sombreada muestra el rango de incertidumbre de los datos. Fuente: EPA (2021).</i> .....	21
-	<i>Figura 2.3. Anomalía de la temperatura media de la superficie del mar por décadas en los distintos mares europeos. Fuente: EEA (2023).</i> .....	22
-	<i>Figura 2.4. Variación de la temperatura de la superficie del mar Mediterráneo en los últimos 40 años. Fuente: CEAM (2021).</i> .....	22
-	<i>Figura 2.5. Variación cronológica en la intensidad de precipitación diaria (20 mm) a nivel global. Fuente: Met Office (2021).</i> .....	23
-	<i>Figura 2.6. Cambios porcentuales en la precipitación acumulada para la Demarcación Hidrográfica del Segura para el escenario de emisiones RCP 8.5. Fuente: CHSegura (2018).</i> .....	24
-	<i>Figura 2.7. Incremento en el número de siniestros desde 1980 a nivel global en función de las características del fenómeno natural que los provoca. Fuente: Met Office (2023).</i> .....	25
-	<i>Tabla 2.1. Competencias de las distintas administraciones públicas en cuestión de inundaciones. Fuente: elaboración propia a partir de Villacampa (2019).</i> .....	30
-	<i>Tabla 2.2. Legislación publicada relativa al ámbito regional en cuestiones medioambientales. Fuente: elaboración propia.</i> .....	37
-	<i>Figura 3.1. Ubicación geográfica de los términos municipales de Murcia y Orihuela, tanto en la cuenca del Segura, como a nivel provincial y peninsular. Fuente: elaboración propia.</i> .....	40
-	<i>Figura 3.2. Delimitación del área de estudio. La imagen muestra el área destinada al uso agrícola, permitiendo observar el alcance de sus sistemas de riego. Fuente: aplicación Google Earth Pro.</i> 41	
-	<i>Figura 3.3. Ámbito delimitado por la Huerta de Murcia, con la ciudad como eje central. Fuente: Ayuntamiento de Murcia (2017).</i> .....	42
-	<i>Figura 3.4. Comunidades de riego de la Vega Baja del Segura, representantes de la Huerta de Orihuela. El círculo rojo enmarca la ciudad capital. Fuente: Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela (2002).</i> .....	42
-	<i>Figura 3.5. De izquierda a derecha: vistas aéreas de la Vega Alta y la ciudad de Cieza desde el Pico Almorchón y vistas aéreas de las Vegas Media y Baja. Fuente: CHSegura (2011;1991).</i> .....	43
-	<i>Figura 3.6. Perfil longitudinal del tramo del Segura que discurre entre las ciudades de Murcia (inicio) y Orihuela (final). Fuente: elaboración propia (ArcMap 10.8).</i> .....	44



- *Figura 3.7. Mapa de relieve del valle del Guadalentín (o depresión prelitoral murciana), cuya disposición abarca desde Puerto Lumbreras hasta Orihuela. Fuente: maps-for-free.com. .... 45*
- *Figura 3.8. Características litológicas de la cuenca del Segura. Fuente: CHSegura (2021). .... 46*
- *Figura 3.9. Situación de la Vega Baja hace 2000 años con respecto a las poblaciones actuales. Fuente: Meteorihuela (2019). .... 47*
- *Figura 3.10. Representación esquemática de la sección transversal del río Segura en la zona de estudio, donde las terrazas antiguas se ubican al norte de la llanura, y los glacis y abanicos más recientes se sitúan al sur. Fuente: elaboración propia. .... 47*
- *Figura 3.11. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica del Segura. Fuente: CHSegura (2015).*
- *Figura 3.12. Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual (mm/año) de la serie histórica 1980-2011 en la demarcación hidrográfica de la cuenca del Segura. Fuente: CHSegura (2015). .... 49*
- *Figura 3.13. Bioclimogramas con la representación de las precipitaciones y temperaturas medias de Orihuela y Murcia. En ellos se muestran las coordenadas y altitud, el período de observación térmica y pluviométrica, la media anual de temperaturas y precipitaciones, la temperatura media de las máximas en el mes más cálido y la media de las mínimas en el más frío. Fuente: Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial. Rivas-Martínez y Rivas-Sáenz (2009). .... 50*
- *Figura 3.14. Factor de torrencialidad  $I_1/I_d$  en la demarcación del Segura. Es un valor adimensional y representa la relación entre la intensidad de precipitación correspondiente a 1 hora de duración ( $I_1$ ) y la intensidad de precipitación diaria ( $I_d$ ). Fuente: CHSegura (2018). .... 51*
- *Figura 3.15. Todo el recorrido del Segura desde Murcia hasta Orihuela (ambas en azul) -y continúa-forma parte de las áreas de riesgo potencial significativo por inundación (ARPSIs). Fuente: CHSIC (2016). .... 52*
- *Figura 3.16. Hidrograma del río Segura para la serie histórica de 1911-1950, donde M corresponde a la suma de los caudales medios mensuales dividida entre los meses del año, lo que da lugar al caudal medio anual o módulo absoluto del periodo de tiempo correspondiente, en unidades de m<sup>3</sup>/s; Mr es el caudal relativo y se calcula mediante la división del caudal medio anual (M) y la extensión de la cuenca del río en km<sup>2</sup>, ello expresado en unidades de l/s/km<sup>2</sup>. Por último, el coeficiente de caudal (K), que representa la división entre el caudal medio mensual y el anual (M). Fuente: Alcayde (2012). .... 53*
- *Tabla 3.1. Años de las distintas avenidas más relevantes para una de las dos zonas que comparten el tramo estudiado. Fuente: elaboración propia a partir de la CHSegura (2021). .... 54*
- *Figura 3.17. Evolución demográfica de los términos municipales de Murcia y Orihuela. Fuente: elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística (INE) (2022). .... 59*

-	Tabla 3.2. Infraestructuras hidráulicas en el total de la cuenca del Segura y en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de la CHSegura (2015).	60
-	Figura 3.18. Deslinde de las zonas del río establecido por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Fuente: MITECO (2021).	61
-	Tabla 4.1. Estaciones de aforo del tramo del Segura Murcia-Orihuela. Fuente: elaboración propia a partir del CEDEX (2019).	64
-	Tabla 4.2. Caudales para 10, 100 y 500 años de período de retorno en las dos zonas del tramo estudiado. Fuente: SNCZI (2022).	65
-	Tabla 4.3. Distribución de las distintas estaciones meteorológicas a nivel de cuenca y a nivel local. Fuente: elaboración propia extraída de la CHSegura (2021) y de la web de Meteorihuela (2016).	65
-	Tabla 4.4. Precipitaciones diarias para diferentes periodos de retorno en la zona de la Vega Baja. Fuente: Herrero (2019).	65
-	Tabla 4.5. Precipitaciones diarias para diferentes periodos de retorno en la zona de la Vega Media. Fuente: Mestre y Rodríguez (2015).	66
-	Figura 4.1. Frecuencia y características de las distintas masas de aire que afectan a la Península Ibérica. Fuente: Abio (2019).	67
-	Figura 5.1. Inundaciones registradas en la cuenca del Segura desde el año 1258 hasta 2020. fuente: elaboración propia.	73
-	Figura 5.2. Frecuencia de las inundaciones en cada siglo, donde destaca la frecuencia veintenal del siglo presente. Fuente: elaboración propia.	73
-	Figura 5.3. Distribución por mes de los eventos de inundación registrados en la zona de estudio y las zonas más próximas. Fuente: elaboración propia.	74
-	Figura 5.4. Porcentaje de eventos acaecidos en cada mes para el total de los registrados. Fuente: elaboración propia.	75
-	Figura 5.5. Distribución de la floración o siembra y recolección en el periodo comprendido entre septiembre, octubre y/o noviembre relativo a la mayor ocurrencia de inundaciones, para los cultivos destacados en el área de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de MAPAMA (2021).	76
-	Figura 5.6. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(2)</sup>	77
-	Figura 5.7. Presión en superficie y T <sup>a</sup> en 850 hPa. <sup>(2)</sup>	77
-	Figura 5.8. Líneas de corriente de 850 hPa y velocidad del viento. <sup>(2)</sup>	77
-	Figura 5.9. Familias en lo que ha quedado de sus hogares tras la riada de 1879. <sup>(7)</sup>	79
-	Figura 5.10. Grabado de Gustave Doré de la riada de 1879 a su paso por Murcia. <sup>(8)</sup>	79
-	Figura 5.11. Mapa de precipitación acumulada en la Comunidad Valenciana. <sup>(2)</sup>	82
-	Figura 5.12. Precipitación acumulada cada 6h. Los puntos indican formaciones convectivas. <sup>(3)</sup>	82

-	<i>Figura 5.13. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(3)</sup></i> .....	82
-	<i>Figura 5.14. Presión en superficie y T<sup>a</sup> en 850 hPa. <sup>(3)</sup></i> .....	82
-	<i>Figura 5.15. Líneas de corriente de 850 hPa y velocidad del viento. <sup>(3)</sup></i> .....	83
-	<i>Figura 5.16. Anomalía de temperatura global para el año 1987. <sup>(4)</sup></i> .....	83
-	<i>Figura 5.17. Calle de la Plaza Nueva en Orihuela durante las inundaciones de 1987. <sup>(8)</sup></i> .....	84
-	<i>Figura 5.18. Calles de la Vega Baja a la altura de Orihuela completamente anegadas por las inundaciones de 1987. <sup>(9)</sup></i> .....	85
-	<i>Figura 5.19. Precipitación acumulada en la Cuenca en el episodio de 2012. <sup>(2)</sup></i> .....	87
-	<i>Figura 5.20. Precipitación acumulada cada 6h. Los puntos indican formaciones convectivas. <sup>(3)</sup></i> ..	88
-	<i>Figura 5.21. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(3)</sup></i> .....	88
-	<i>Figura 5.22. Presión en superficie y T<sup>a</sup> en 850 hPa. <sup>(3)</sup></i> .....	88
-	<i>Figura 5.23. Salinidad y T<sup>a</sup> del aire y del agua en agosto y septiembre de 2012. <sup>(4)</sup></i> .....	89
-	<i>Figura 5.24. Altura del agua y los lodos en algunas zonas del Valle del Guadalentín tras la riada de 2012. <sup>(5)</sup></i> .....	91
-	<i>Figura 5.25. El agua arrecia con fuerza a su paso por la Rambla del Nogalte en Puerto Lumbreras durante la riada de 2012. <sup>(5)</sup></i> .....	91
-	<i>Figura 5.26. Precipitación acumulada en la cuenca en el episodio de 2019. <sup>(1)</sup></i> .....	94
-	<i>Figura 5.27. Precipitación acumulada cada 6h. Los puntos indican formaciones convectivas. <sup>(2)</sup></i> ..	94
-	<i>Figura 5.28. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(2)</sup></i> .....	94
-	<i>Figura 5.29. Presión en superficie y T<sup>a</sup> en 850 hPa. <sup>(2)</sup></i> .....	95
-	<i>Figura 5.30. Salinidad y T<sup>a</sup> del aire y del agua en agosto y septiembre de 2019. <sup>(3)</sup></i> .....	95
-	<i>Figura 5.31. Centro de Orihuela tras el episodio de lluvias de 2019. <sup>(9)</sup></i> .....	97
-	<i>Figura 5.32. Vega Baja a partir de Murcia tras el episodio de lluvias de 2019. <sup>(6)</sup></i> .....	97
-	<i>Figura 5.33. Efectos del desastre en la Vega Baja tras el paso de la DANA de 2019. <sup>(10)</sup></i> .....	97
-	<i>Figura 5.34. Imágenes del proyecto Copernicus de las zonas inundadas tras el evento de 2019. <sup>(11)</sup></i> .....	97
-	<i>Figura 5.35. Representación gráfica de los valores de caudal de los eventos destacados, respecto a los valores para cada periodo de retorno. Fuente: elaboración propia.</i> .....	99
-	<i>Figura 5.36. Caudales máximos registrados en los eventos de inundación en la zona de estudio y zonas próximas, donde puede observarse una tendencia decreciente en los valores de caudal. Fuente: elaboración propia.</i> .....	100

-	<i>Figura 5.37. Precipitaciones máximas registradas en los eventos de inundación en la zona de estudio y zonas próximas desde el primer evento destacado de 1879, donde puede apreciarse una tendencia creciente en los valores máximos de precipitación. Fuente: elaboración propia.</i> .....	101
-	<i>Tabla 5.1. Clasificación general de las presiones sobre las masas de agua tanto superficiales como subterráneas en la CHS y en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de la CHSegura (2015).</i> .....	102
-	<i>Figura 5.38. Destino, tipología de vertido y medio receptor registrados y publicados anualmente en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir del Geoportal MAPAMA (2018).</i> .....	105
-	<i>Figura 5.39. Obstáculos transversales existentes a lo largo de todo el recorrido del Segura. Fuente: Geoportal MAPAMA (2018).</i> .....	106
-	<i>Figura 5.40. Especies Exóticas Invasoras de la cuenca del río Segura. Fuente: Oliva-Paterna et al. (2019).</i> .....	107
-	<i>Figura 5.41. Expansión poblacional de la fauna invasora y de aquella considerada potencialmente invasora de la cuenca del Segura. Fuente: elaboración propia a partir de Oliva-Paterna et al. (2019).</i> .....	108
-	<i>Figura 5.42 Expansión poblacional de la fauna invasora y de aquella considerada potencialmente invasora de la cuenca del Segura. Fuente: elaboración propia a partir de Oliva-Paterna et al. (2019).</i> .....	109
-	<i>Figura 5.43. Situación actual del reconocimiento nacional de amenaza de la flora endémica listada en el apartado 3.5. Fuente: elaboración propia a partir del MITECO (2021).</i> .....	110
-	<i>Figura 5.44. Situación actual del reconocimiento nacional de amenaza de la fauna endémica listada en el apartado 3.5. Fuente: elaboración propia a partir del MITECO (2021).</i> .....	110
-	<i>Figura 5.45. Categorías de las especies de flora listadas en el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia. Fuente: elaboración propia a partir de la CARM (2009).</i> .....	111
-	<i>Figura 5.46. Categorías de las especies de fauna listadas en el Catálogo de especies amenazadas de fauna silvestre de la Región de Murcia. Fuente: elaboración propia a partir de la CARM (2009).</i> .....	112
-	<i>Figura 5.47. Peligrosidad por inundación en función de los periodos de retorno de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.</i> .....	113
-	<i>Figura 5.48. Cronología de cambios en el cauce del río Segura, en los que se destacan los cinco segmentos más activos del tramo. Fuente: elaboración propia.</i> .....	114
-	<i>Tabla 5.2. Longitud aproximada del tramo en el estudio cronológico de cambios en el cauce. Fuente: elaboración propia.</i> .....	114
-	<i>Figura 5.49. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el primer segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.</i> .....	115

-	<i>Figura 5.50. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el segundo segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>116</i>
-	<i>Figura 5.51. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el tercer segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>116</i>
-	<i>Figura 5.52. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el cuarto segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>117</i>
-	<i>Figura 5.53. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el quinto segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>117</i>
-	<i>Figura 5.54. Proporción de las acciones directas sobre el cauce llevadas a cabo en el recorrido total del río Segura. Fuente: Geoportal MAPAMA (2018).....</i>	<i>118</i>
-	<i>Figura 5.55. Relación de obstáculos transversales presentes en el curso del río Segura en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>119</i>
-	<i>Figura 5.56. Cronología de los represamientos en la cuenca más relevantes para el Segura. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>119</i>
-	<i>Figura 5.57. Evolución de la superficie de explotación destinada a la agricultura en el total de la Demarcación. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>120</i>
-	<i>Figura 5.58. Evolución en la ocupación del territorio de las ciudades de Murcia y Orihuela. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>121</i>
-	<i>Tabla 5.3. Superficies aproximadas de crecimiento de las poblaciones calculadas en el análisis cronológico de la ocupación. Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>121</i>
-	<i>Figura 5.59. Relación de infraestructuras lineales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia. ....</i>	<i>122</i>
-	<i>Tabla 5.4. Cambios en los usos del suelo observables en la comparativa entre los años 1990 y 2018 en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir del IGN, 2015. ....</i>	<i>123</i>
-	<i>Figura 5.60. Ampliación de la ciudad de Murcia, incremento de zonas industriales y reducción de la superficie y mosaico de cultivo e instalación de infraestructuras lineales y obstáculos transversales. Fuente: Visor CHS. ....</i>	<i>124</i>
-	<i>Figura 5.61. Eliminación de meandro, instalación de infraestructura lineal, construcción de viviendas, cambios en el mosaico y superficie de cultivos y eliminación de vegetación de ribera. Fuente: Visor CHS. ....</i>	<i>124</i>
-	<i>Figura 5.62. Eliminación de meandros, uniformidad en el mosaico de cultivos, aumento de cultivos de regadío e instalación de EDAR en el margen del río. Fuente: Visor CHS.....</i>	<i>125</i>
-	<i>Figura 5.63. Eliminación de meandros, aumento de superficie urbana y residencial (Alquerías) y construcción de infraestructura lineal. Fuente: Visor CHS. ....</i>	<i>125</i>

- *Figura 5.64. Eliminación de meandros, aumento del proceso urbanístico (El Raal) e industrial y simplificación de cultivos. Fuente: Visor CHS. .... 126*
- *Figura 5.65. Eliminación de meandro, incremento de edificaciones del tipo residencial (El Raal y Beniel), aumento de suelo industrial, construcción de infraestructuras lineales y de obstáculos transversales y eliminación de vegetación de ribera. Fuente: Visor CHS. .... 126*
- *Figura 5.66. Eliminación de meandros, reducción de sotos, simplificación de cultivos y aumento de la edificación. Fuente: Visor CHS. .... 127*
- *Figura 5.67. Eliminación de meandros, instalación de infraestructuras de explotación, simplificación de cultivos, eliminación de vegetación de ribera, ocupación industrial de la llanura y emplazamiento de campus universitario (Universidad Miguel Hernández). Fuente: Visor CHS. .... 127*
- *Figura 5.68. Eliminación de meandros y sotos, eliminación de vegetación de ribera, simplificación de cultivos, instalación de obstáculos transversales, presencia de zonas industriales y residenciales y eliminación de obras de represamiento. Fuente: Visor CHS. .... 128*
- *Figura 5.69. Eliminación de meandros, simplificación de cultivos, construcción de infraestructuras lineales y obstáculos transversales, ampliación de la ciudad de Orihuela y presencia de zonas industriales. Fuente: Visor CHS. .... 128*
- *Figura 5.70. Situación del cauce y de la ciudad de Orihuela con respecto al Dominio Público Hidráulico, donde puede observarse, además, un drástico estrechamiento de este a su paso por la zona urbana. Fuente: Geoportal MAPAMA. .... 129*
- *Figura 5.71. Situación del cauce y de la ciudad de Murcia con respecto al Dominio Público Hidráulico. Fuente: Geoportal MAPAMA. .... 130*
- *Figura 5.72. Presencia de depuradora y viviendas a pie de la zona de policía. Fuente: Geoportal MAPAMA. .... 131*
- *Figura 5.73. Presencia de zonas industriales y barrios de viviendas en la zona de policía. Fuente: Geoportal MAPAMA. .... 132*
- *Figura 5.74. Presencia de barrios de viviendas y zonas industriales a pie de cauce y completamente dentro de la zona de policía. Fuente: Geoportal MAPAMA. .... 132*
- *Figura 5.75. Zonas industriales y residenciales ocupando la zona de policía e incluso la de servidumbre. Fuente: Geoportal MAPAMA. .... 133*
- *Tabla 5.5. Matriz de riesgos por inundación en el tramo del Segura entre Murcia y Orihuela. Las flechas indican el aumento o disminución del condicionante, mientras que los colores muestran el incremento (rojo) o disminución (verde) del factor de riesgo. Fuente: elaboración propia. .... 136*
- *Tabla 5.6. Cálculo del incremento del riesgo en el tramo del Segura entre Murcia y Orihuela mediante la comparación entre la situación de riesgo base (producto total = 1) y la situación planteada en la Tabla 5.5. Fuente: elaboración propia. .... 137*

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Justificación

Frente a un contexto de cambio climático cada vez más patente a escala global (IPCC, 2023) y en ausencia o escasez de acciones tanto preventivas como de carácter correctivo que contemplen en mayor medida los aspectos ambientales y ecológicos, los efectos a escala regional y local en algunas áreas geográficas pueden llegar a agudizarse e incluso se están experimentando actualmente, como es el caso de la región mediterránea (Olcina, 2008; 2020). En particular, el litoral este de la Península Ibérica viene sufriendo, en los últimos años, un incremento de episodios de fenómenos meteorológicos severos relacionados con fuertes lluvias, vientos, borrascas, inundaciones y aquellos denominados *medicanes*, DANAs, etc. (Olcina, 2017). Concretamente, el entorno del río Segura entre las ciudades de Murcia y Orihuela, que constituye el objeto de estudio del presente trabajo, ha experimentado las consecuencias de dichos episodios a través de los desbordamientos del río y las anegaciones de las zonas colindantes; hecho que se adiciona a que la zona pertenece a un conjunto de territorios cuyo modelo económico requiere de una explotación desmesurada de los recursos, lo cual conlleva de forma ineludible a una degradación de los servicios ambientales, ya afectados por las contingencias hidrológicas.

Sin embargo, la magnitud y frecuencia de las avenidas no depende únicamente de la variación de los patrones climáticos. Las modificaciones de los factores morfológicos y ecológicos de los corredores fluviales repercutirán directamente en el riesgo de inundación, ya que se trata de sistemas naturales dinámicos, generadores de biomasa y sedimentos y capaces de modificar las condiciones hidráulicas en los episodios de inundación (Figura 1.1). Estos factores, a su vez, podrán verse influenciados tanto por la alteración en los patrones de temperatura y precipitación, como por las características de la red fluvial, el estado de conservación del ecosistema y los usos del suelo (CHSegura, 2018).

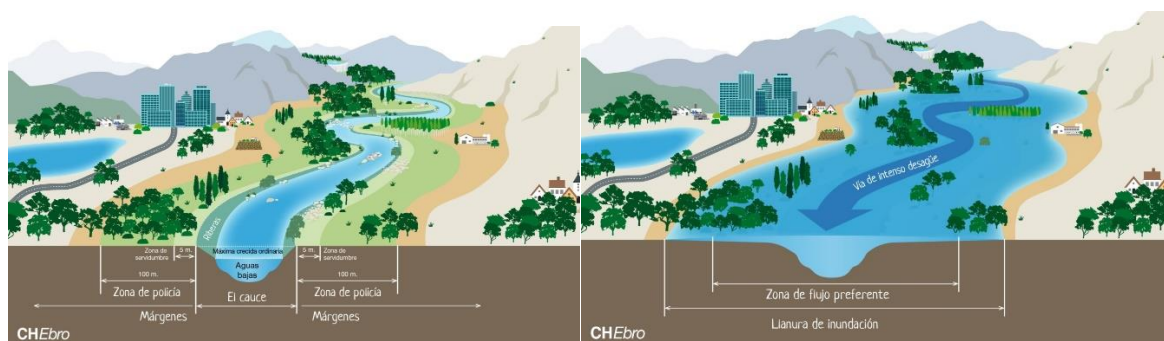


Figura 1.1. Cambios en las condiciones del cauce frente a eventos de inundación y respecto al Dominio Público Hidráulico. Fuente: CHEbro (2023).

La importancia ambiental y cultural de la zona del Bajo Segura queda patente en diversos reconocimientos nacionales e internacionales, tales como la declaración de Zonas de Especial Protección para las Aves y de Lugares de Interés o Importancia Comunitarios presentes en el territorio (*Directivas 2009/147/CE y 92/43/CEE*). Así mismo, el sistema tradicional de Riegos de las Huertas de Murcia ha sido reconocido como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad (UNESCO, 2009) y la Huerta de Orihuela recientemente fue declarada bien tradicional y consuetudinario (*Ley Orgánica 10/2021*), basado en el aprovechamiento de las vegas y riberas datados oficialmente desde 1848 y 1275, respectivamente.

A pesar del éxodo rural a las urbes y de la masificación de las zonas costeras (Olcina, 2012), las poblaciones siguen estableciéndose cerca de los ríos para poder emplearlos como recurso directo, por lo que la cuenca del Segura sigue resultando de alto valor para el abastecimiento de agua potable, el aprovechamiento energético, la agricultura y el regadío y las actividades de ocio al aire libre a una población total que supera los 2.000.000 de habitantes (CHSegura, 2021).

Este estudio pretende contribuir a la promoción del desarrollo sostenible y se alinea con la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) y con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus metas. A continuación, se indican los que tienen una relación más directa con este trabajo sin desdeñar la implicación de otros ODS y metas concretas, debido a la necesaria interconexión de los problemas socioambientales.

- El **ODS 6** “Agua limpia y saneamiento” persigue garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. En concreto mencionamos algunas metas especialmente ligadas a los objetivos del presente trabajo:
  - **6.5** implementar una gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza cuando ello sea apropiado, para 2030.
  - **6.6** proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos, incluyendo montañas, bosques, humedales, ríos, acuíferos y lagos para 2020.
- El **ODS 11** “Ciudades y comunidades sostenibles” pretende lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.



- **11.3** De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.
- **11.4** Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.
- **11.5** De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
- **11.a** Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.
- **11.b** De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.
- El **ODS 13** “Acción por el clima” busca la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
  - **13.1** Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.
  - **13.2** Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales
  - **13.3** Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana
- El **ODS 15** “Vida de ecosistemas terrestres” se centra en la gestión sosteniblemente de los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad.

- **15.1** Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales.
- **15.3** Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo.

Cabe destacar que una parte de las 169 metas planteadas en la Agenda 2030 se enfocaban en el año 2020 y muchas de ellas no se han cumplido, debido, por un lado, a la insuficiencia en los esfuerzos requeridos y por otro a la dificultad en la consecución de los objetivos que ha supuesto la crisis sanitaria, económica y social derivada de la COVID-19; según refleja el Informe de los ODS redactado por la ONU en 2020 (ONU, 2020).

## 1.2. Planteamiento y objetivos

Por todo lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de ampliar el conocimiento sobre, por un lado, los eventos mencionados, su recurrencia e intensidad, y por el otro sobre la importancia de los valores ecosistémicos y su fragilidad. Todo ello permitirá proponer e implantar medidas tanto preventivas como correctoras que propicien una adecuada relación entre las poblaciones humanas y los recursos de los cuales se nutren.

De forma general, el presente estudio pretende contribuir a conocer en qué medida el cambio climático está afectando a los ríos de régimen mediterráneo y cómo los cambios en los regímenes y dinámicas fluviales afectan a los asentamientos humanos de las zonas próximas. En particular se aborda la evolución del río Segura a su paso por la Vega Baja y cómo los cambios en su dinámica han afectado y determinan las vidas de las poblaciones que cohabitan en su entorno. Para llevar a cabo dicha contribución, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar el efecto del cambio climático en el río Segura en el tramo entre las ciudades de Murcia y Orihuela, en relación con la recurrencia de las inundaciones, la ocupación del territorio y la alteración del curso fluvial, a través de una caracterización de los rasgos geomorfológicos y ecológicos de la zona de estudio.
- Analizar el posible riesgo que supone dicho efecto para las poblaciones establecidas en los márgenes del Segura mediante el estudio de variables hidrológicas y la elaboración de cartografía temática.

- Proponer medidas preventivas y correctoras que puedan mitigar los posibles efectos estudiados, considerando la viabilidad de las que han sido planteadas por iniciativas ciudadanas, institucionales y/o aquellas reflejadas en la ordenación territorial en materia de manejo y gestión del régimen hidrológico.

## 2. MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

### 2.1. El cambio climático y las inundaciones fluviales

El presente Trabajo Final de Grado se enmarca en un contexto de grave situación de emergencia planetaria determinada por una serie de problemas socioambientales íntimamente relacionados y que se potencian mutuamente (Worldwatch Institute, 1984-2006; Mayor Zaragoza, 2000; Duarte, 2006; Foster & Clark, 2012; Rom & Pinkerton, 2021). Este cambio global que se viene experimentando, especialmente desde el comienzo de la época industrial a partir de los años 60 del siglo anterior, se hace patente, entre otros aspectos, a través del cambio climático. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define este cambio de clima como la suma entre la “variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” y la alteración en “la composición de la atmósfera mundial” atribuida “directa o indirectamente a la actividad humana” (CMNUCC, 1994).

La oficina meteorológica de Reino Unido explica de manera esquemática los efectos del cambio climático a partir de los principales motores generadores: la emisión de gases de efecto invernadero y aerosoles y los cambios en los usos del suelo. Dichos efectos pasan por la alteración de los sistemas climáticos (aumento de la temperatura del suelo, aire, océanos y mares; cambios en las corrientes oceánicas y en los ciclos hidrológicos e incremento de los fenómenos meteorológicos extremos, entre otros) y se reflejan en impactos tales como la pérdida de biodiversidad, el aumento de la presencia de especies invasoras, las limitaciones en el abastecimiento de agua y los cambios en la estacionalidad y distribución de los fenómenos meteorológicos (Met Office, 2023). Sobra mencionar la delicada e infravalorada correlación existente entre todos estos factores ambientales, la cual se percibe a lo largo del transcurso del trabajo.

Destaca, por un lado, el aumento de la temperatura media global, con un incremento continuado desde 1960 (Figura 2.1). Por su parte, los modelos con relación al cambio climático en Europa prevén un incremento significativo de las temperaturas para todos los escenarios de emisiones, lo que sin ninguna duda tendrá efectos sobre los ciclos hidrológicos. Centrando los resultados en el sur de Europa, esta área está considerada un *hot spot*, con previsiones de mayor calentamiento previsto en verano, mientras que el norte de Europa muestra el mayor calentamiento previsto en invierno (Kovats et al., 2014).

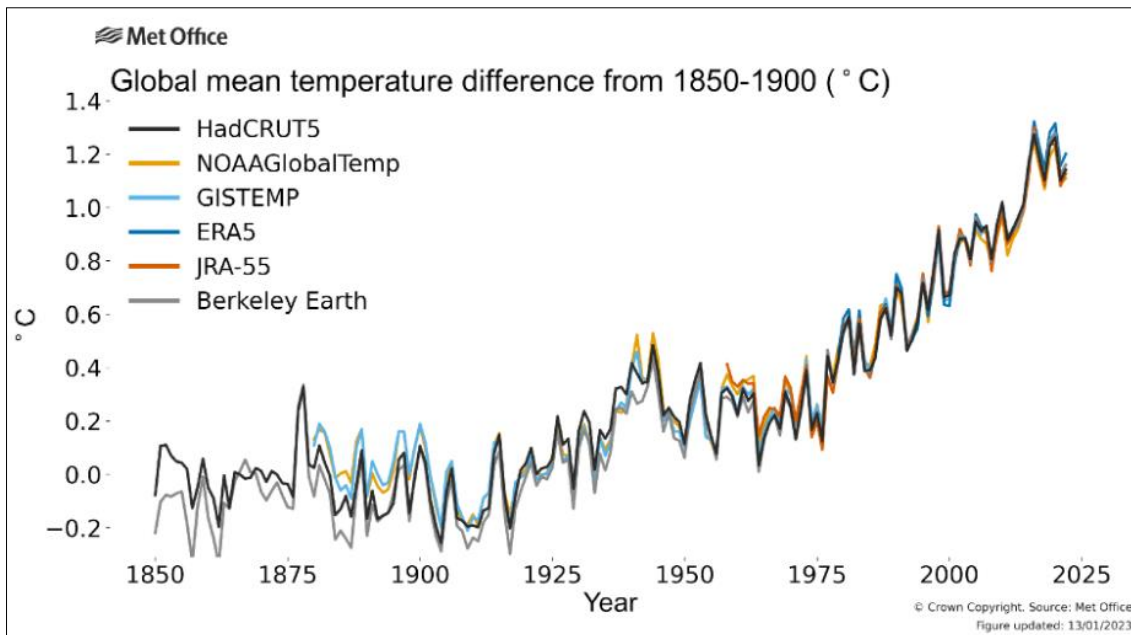
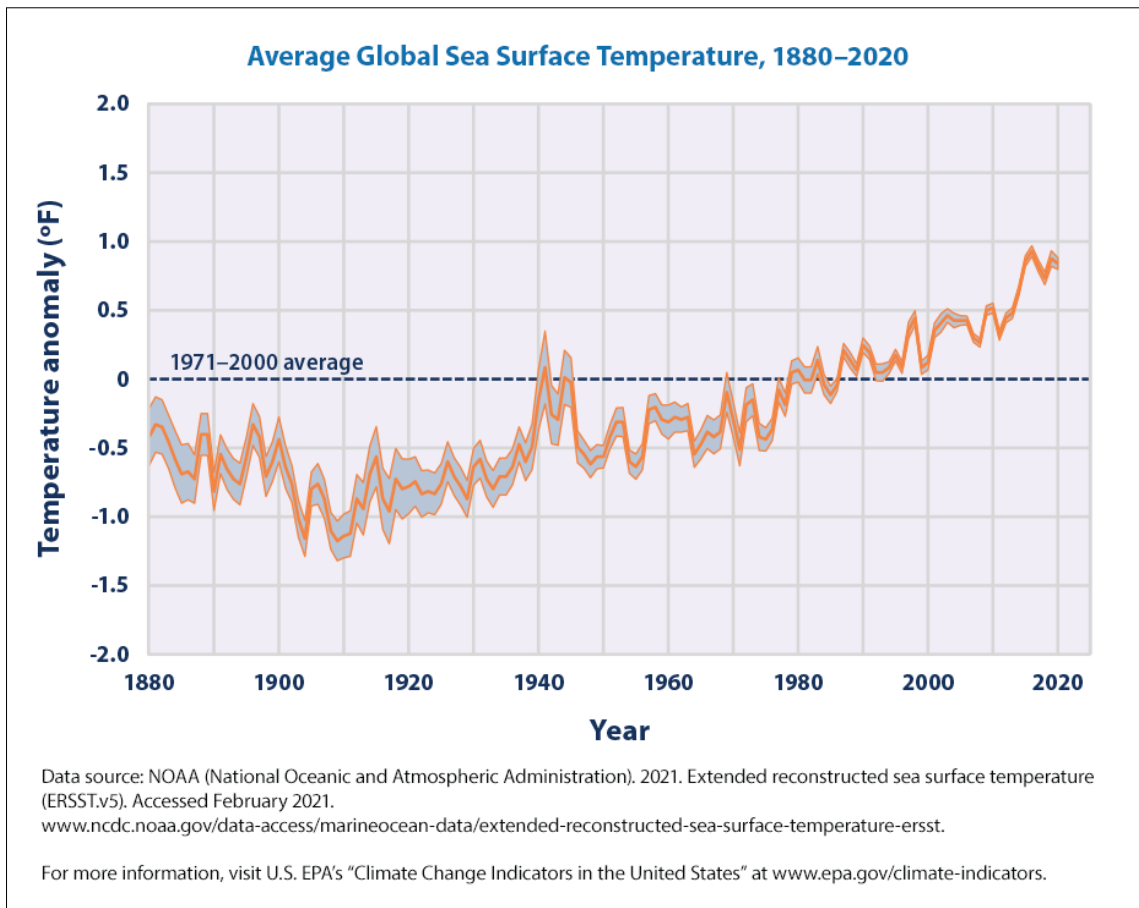


Figura 2.1. Variación de la temperatura media global respecto al periodo de 1860-1900. Fuente: Met Office (2023).

Tal y como expone la Agencia Ambiental Europea (EEA, por sus siglas en inglés) en concordancia con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), otro de los factores de cambio resulta en el incremento de la temperatura de los mares y océanos (Figura 2.2), provocando el calentamiento de la atmósfera y el aumento de vapor de agua, cuya incidencia se refleja principalmente en los fenómenos meteorológicos, pero también en los ciclos fenológicos, metabólicos y de distribución de especies, debido a la gran cantidad de hábitats y especies, tanto marinos como no marinos altamente sensibles a estas alteraciones térmicas (EEA, 2023).



*Figura 2.2. Temperatura media global de la superficie del mar en el periodo 1880-2020. La zona sombreada muestra el rango de incertidumbre de los datos. Fuente: EPA (2021).*

La temperatura también ha aumentado considerablemente en los cinco mares europeos, en especial desde finales de 1970 (Figura 2.3). A nivel global, se prevé que la temperatura media del mar siga aumentando en este siglo entre 0,9 °C y 2,9 °C; mientras que la “temperatura de la superficie del mar de las cuencas europeas (mediterránea incluida) puede llegar a aumentar entre 2 y 6 °C bajo el escenario de mayores emisiones” (EEA, 2023).

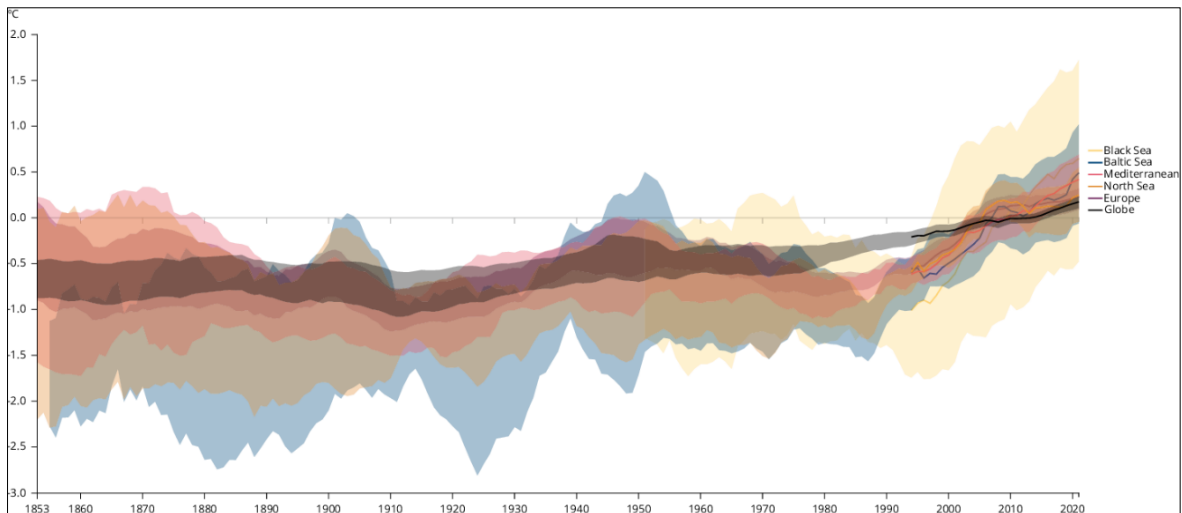


Figura 2.3. Anomalía de la temperatura media de la superficie del mar por décadas en los distintos mares europeos. Fuente: EEA (2023).

En el área mediterránea, el *Centre d'Estudis Ambientals del Mediterrani* (CEAM) indica que se ha producido un aumento significativo de la temperatura del mar desde principios de los años 80 del pasado siglo, especialmente en aquellas zonas más cercanas a las costas franco-españolas y en la zona del mar Levantino (Figura 2.4).

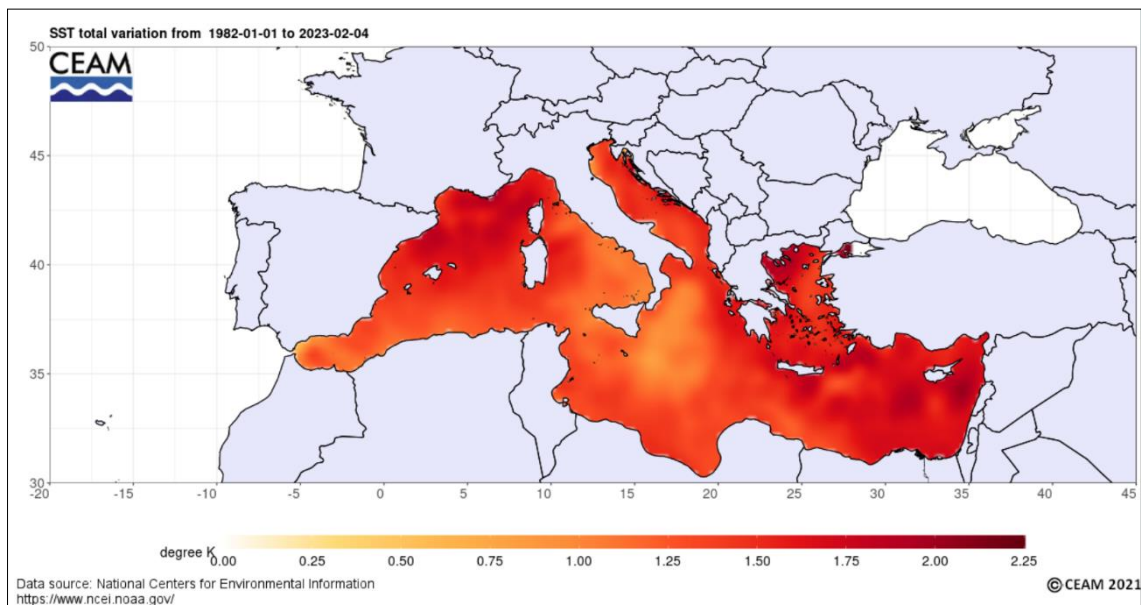


Figura 2.4. Variación de la temperatura de la superficie del mar Mediterráneo en los últimos 40 años. Fuente: CEAM (2021).

A lo largo del último siglo (1925-2016), el incremento de la temperatura del mar ha venido acompañado de un aumento en la frecuencia, duración, extensión espacial e

intensidad de las olas de calor marinas, tanto a nivel global como en los mares europeos en particular. Esto implica, además de los ya mencionados, otros impactos ecológicos graves como es la proliferación de algas nocivas, lo cual implica un mayor riesgo para la salud humana y los ecosistemas. Estas olas de calor marinas también afectan al clima continental, ya que se estima que aquellas ocurridas en el Mediterráneo han contribuido al incremento tanto de las olas de calor como de los eventos de precipitación intensa acaecidos, llegando incluso a desencadenar ciclones extratropicales intensos (EEA, 2023).

La alteración de los patrones climáticos conlleva, a su vez, una mayor concentración de episodios de precipitación puntuales con valores de carácter anual, cuya mayor intensidad y menor duración les aporta un carácter torrencial y/o extremo (Figura 2.5).

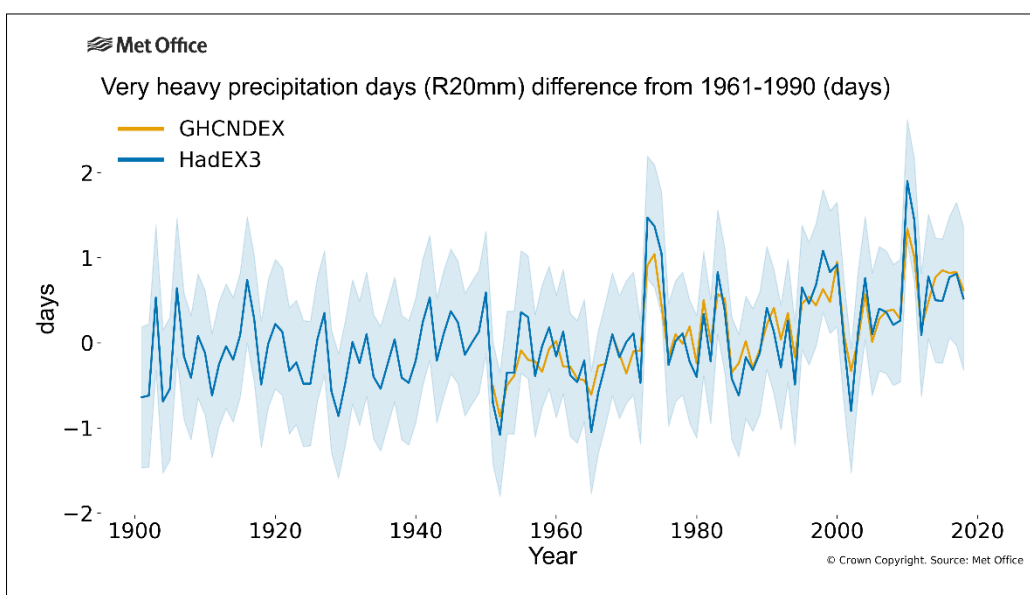


Figura 2.5. Variación cronológica en la intensidad de precipitación diaria (20 mm) a nivel global. Fuente: Met Office (2021).

Dentro de la demarcación del Segura, la CHS concluye que se producirá un aumento de la precipitación acumulada en el escenario menos favorable (Figura 2.6). Otros autores destacan, además, el incremento en la intensidad de las precipitaciones, reflejado en un número mayor de días al año en los que la precipitación supera los 40 mm (García-Valero, 2021).



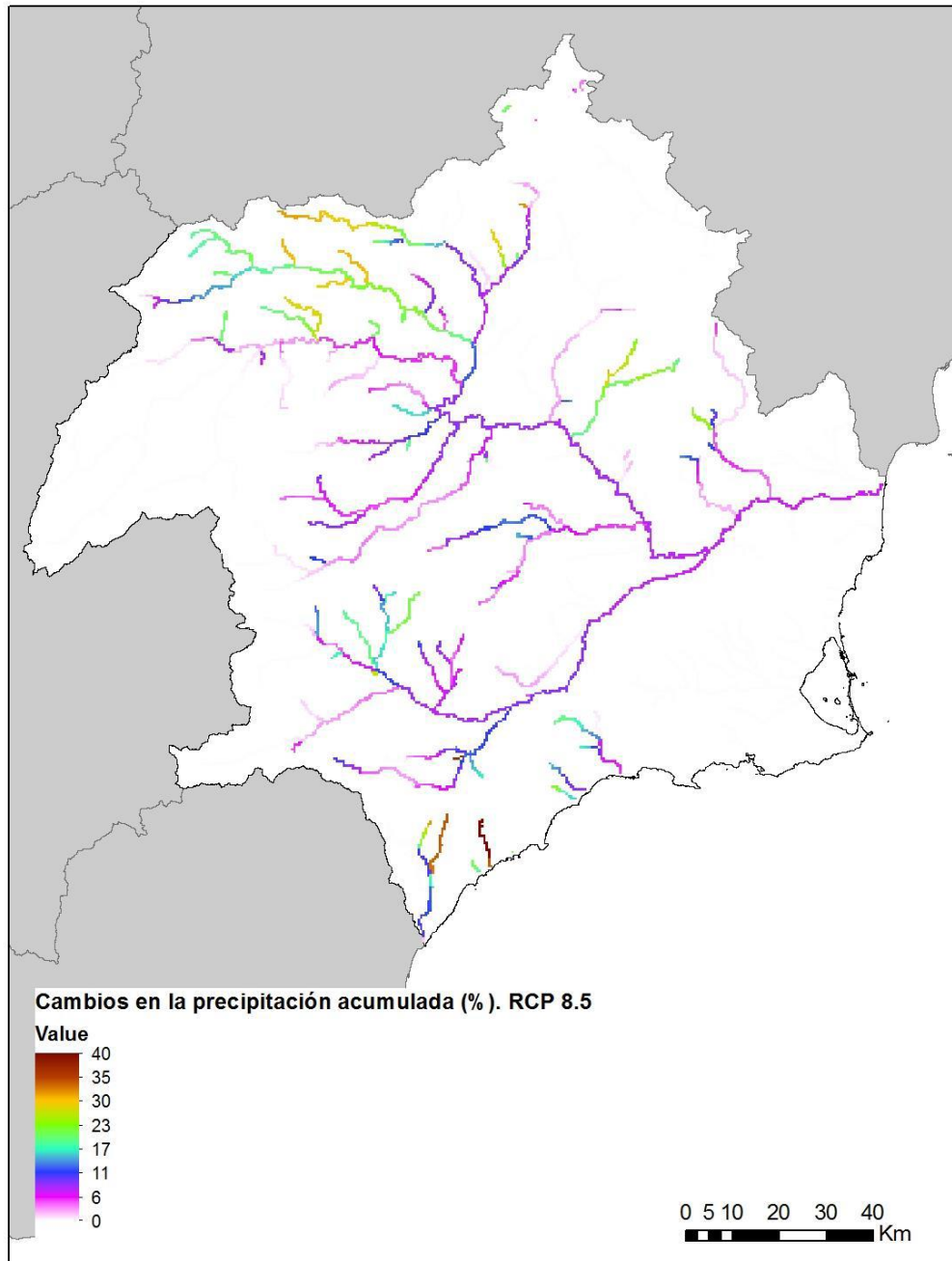


Figura 2.6. Cambios porcentuales en la precipitación acumulada para la Demarcación Hidrográfica del Segura para el escenario de emisiones RCP 8.5. Fuente: CHSegura (2018).

La intensificación de los eventos de carácter extremo se ve reflejada en otros fenómenos naturales a nivel meteorológico, hidrológico y climático, tales como las olas de calor, las inundaciones y los fenómenos convectivos (Figura 2.7). En relación con el presente trabajo, se destacan las inundaciones y concretamente las de origen fluvial, las cuales pueden definirse como “la anegación de terrenos que normalmente no están cubiertos de agua”, en este caso causado por el desbordamiento del río. En ocasiones,

este desbordamiento es debido al “aumento inusual del caudal de agua en un cauce”, definido como “avenida” (RD 903/2010).

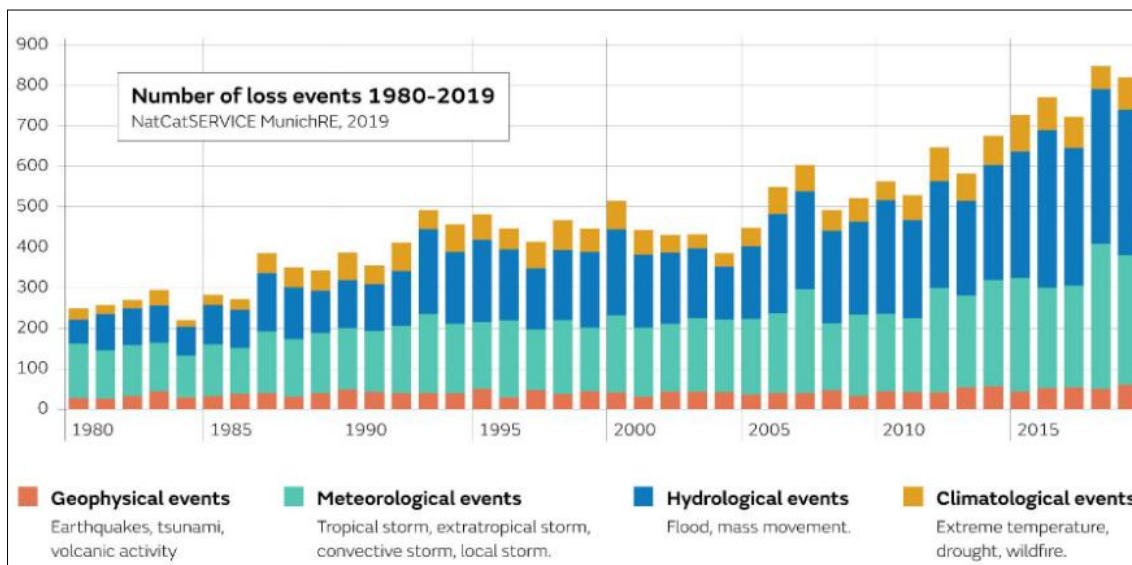


Figura 2.7. Incremento en el número de siniestros desde 1980 a nivel global en función de las características del fenómeno natural que los provoca. Fuente: Met Office (2023).

Poniendo el foco en los ecosistemas fluviales, varios estudios han investigado los impactos climáticos sobre los caudales bajos y las sequías hidrológicas en Europa, centrándose en las diferencias entre los períodos históricos y las previsiones futuras (por ejemplo, Schneider et al., 2013; Forzieri et al., 2014; Wanders et al., 2015; Marx et al., 2018). En los últimos años, los estudios de evaluación han modificado su enfoque para incluir los niveles de calentamiento, abarcando el objetivo de 2 °C (Roudier et al., 2016) establecido por el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015).

Algunos autores han destacado el efecto del cambio climático sobre los caudales bajos de los ríos, que están disminuyendo en la región mediterránea, mientras que aumentan en las regiones alpinas y septentrionales. Concretamente, en el Mediterráneo, el nivel de calentamiento amplifica la señal desde un -12 % bajo 1,5 K, en comparación con el período de referencia 1971-2000, hasta un -35 % bajo un calentamiento global de 3 K, debido en gran parte a la disminución prevista en las precipitaciones anuales (Marx et al., 2018).

Respecto al régimen de crecidas, en los principales ríos de la Península, se estima una reducción de las crecidas ordinarias (de mayor fuerza erosiva), pero se mantiene la frecuencia de aquellas de carácter extraordinario, cuyo desbordamiento de las aguas reduce la energía del flujo. A su vez, el aumento de las temperaturas, que, en el caso de la cuenca arrojan valores alarmantes (Amblar et al., 2017), junto a la variación del régimen

de precipitaciones puede provocar desplazamientos y alteraciones en los pisos bioclimáticos. Los cambios persistentes en la vegetación y su rugosidad asociada, especialmente en relación con la pérdida de densidad de cobertura vegetal en algunas zonas, puede dar lugar a modificaciones en la frecuencia de las inundaciones (CHSegura, 2018).

Cabe destacar, en este caso, la enorme modificación y regulación que sufre especialmente el río Segura, cuya desnaturalización y ausencia de continuidad fluvial implica, desgraciadamente, desvincularse en parte de la definición de ecosistema fluvial natural como tal. Evidentemente, ello no le exime de padecer, en algún punto de su recorrido total, los efectos del cambio climático en relación con la variación en la movilidad del trazado, en el régimen de caudales y sedimentos, en la geometría y granulometría del lecho y del cauce, en la extensión y composición de las formaciones de ribera y en el emplazamiento y conectividad de especies; todo ello condicionando la magnitud y consecuencia de las avenidas que puedan darse lugar (CHSegura, 2018).

En este contexto de emergencia climática, han sido múltiples los llamamientos de instituciones a nivel regional, nacional e internacional, destacando desde una perspectiva global los consecutivos llamamientos de Naciones Unidas en las denominadas Cumbres de la Tierra (Río, 1992; Johannesburg, 2002; Río+20).

La aprobación en septiembre de 2015 en Nueva York del documento "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" en la Cumbre de Naciones Unidas" (ONU, 2015) supuso un punto de inflexión en el compromiso hacia un futuro sostenible que debe implicar no sólo a las instituciones, sino también a la ciudadanía, a las empresas, educadores, investigadores, etc. La Agenda 2030 se articula a través de 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y 169 metas para ser puestos en marcha en el periodo 2016-2030. El logro de estos 17 objetivos, que se encuentran interrelacionados, requiere de profundas transformaciones para abordar una amplia gama de desafíos sociales, económicos y ambientales.

El año 2015 supuso un hito histórico, no sólo por la aprobación de la Agenda 2030, sino además por el Acuerdo de París del año 2015, vigente desde el 4 de noviembre de 2016, en el que la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático hizo hincapié en "mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 °C por encima de los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar la temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales" (CMNUCC, 2015) e invitó al Grupo Intergubernamental de Expertos sobre

el Cambio Climático (IPCC) a preparar un informe especial sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C en 2018 (Marx et al., 2018).

## 2.2. Marco legislativo

Debido a la diversidad de ámbitos abordados en el presente trabajo, resultan abundantes tanto los textos legislativos como sus fuentes de consulta. Asimismo, dentro del ámbito de las inundaciones, existe todo un marco legal que recoge una serie de especificaciones que han de ser consideradas para realizar proyectos de restauración y recuperación de los espacios fluviales. A continuación, se destacarán aquellos recursos jurídicos que se han considerado más relevantes y/o directamente relacionados con el tema y los objetivos propuestos.

### 2.2.1. Internacional: Unión Europea (UE)

Se describe en este apartado la normativa a nivel europeo en materia de gestión, conservación y riesgo de inundación de los ecosistemas fluviales. La importancia de estas normas recae, principalmente, en su consiguiente trasposición al régimen jurídico español, que se desarrollará en el apartado de legislación estatal.

- **Directiva Marco del Agua:** *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.*

Este reglamento subraya la necesidad de prevenir el deterioro de las masas de agua y proteger y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos, fijando como objetivo principal detener dicho deterioro consiguiendo un “buen estado” de las aguas superficiales, subterráneas, continentales y de transición presentes en la UE. Para ello, deberán protegerse dichas masas, regenerarse todos los ecosistemas que afecten a estas y a sus alrededores, reducirse la contaminación en ellas, garantizarse un uso sostenible del agua y contribuir a paliar los efectos de las inundaciones y sequías.

De acuerdo con esta Directiva, la estructura y continuidad del ecosistema fluvial es de gran importancia a la hora de determinar el buen estado ecológico de las masas de agua superficiales. Por ello y a fin de garantizar la sostenibilidad de estos sistemas, en su artículo 13 establece la obligación de elaborar planes hidrológicos de cuenca para cada demarcación hidrográfica situada totalmente en el territorio, teniendo en cuenta los objetivos ambientales presentes en la propia directiva y garantizando la eficacia y el uso prudente de los recursos.

- **Directiva de Inundaciones:** *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.*

El objeto de esta directiva es el de reducir las consecuencias negativas de las inundaciones tanto para la salud humana y el medio ambiente, como para el patrimonio cultural y las actividades económicas, a través del establecimiento de un marco para evaluar, cartografiar y planificar el riesgo de inundación y así planificar y gestionar su mitigación. Por lo tanto, esta normativa regula la gestión de las inundaciones desde una perspectiva centrada en la protección ambiental y en la ordenación territorial, determinando que la elaboración de políticas sobre usos de las aguas y del suelo ha de considerar sus impactos potenciales en los riesgos de inundación y en su gestión. Para ello, ordena la creación de Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI), los cuales han de integrar la prevención, protección y preparación frente a riesgos de inundación, además de coordinarse en conjunción con los planes hidrológicos de cuenca de la Directiva Marco del Agua. La elaboración de estos planes consta, en primer lugar, de una evaluación preliminar del riesgo de inundación (EPRI), con el fin de identificar las zonas de peligro. Tras ello, se definen las Áreas Con Riesgo Potencial Significativo (ARPSIs), que serán representadas en los mapas de peligrosidad por inundaciones y mapas de riesgo de inundación. De este modo, se definen y redactan las distintas líneas de actuación a emprender en los PGRI. Como medida de protección, entre otras, se insta a evitar construir en zonas inundables y como medida de prevención se exige garantizar la fluidez fluvial y la regulación de los caudales ecológicos.

- **Red Natura 2000:** red de espacios representativos y/o amenazados de los hábitats naturales y las especies de flora y fauna silvestres de interés comunitario, creada con el objeto de mantener o restablecer su diversidad biológica. Esta red se encuentra vinculada a dos Directivas, cuyo propósito es preservar las especies silvestres y sus hábitats mediante la designación de zonas de protección:

- **Directiva Hábitats:** *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.*

Esta primera norma, la cual alberga en sus disposiciones la creación de la red “Natura 2000” en el año 1992, establece los criterios para la designación de Zonas de Especial Conservación (ZEC) por parte de la Comisión Europea, a partir de la propuesta de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) que posean especies animales o vegetales que se encuentren amenazados o sean

representativos del ecosistema, que en el caso español se efectúa por parte de las Comunidades Autónomas (en adelante, CCAA) en sus correspondientes ámbitos geográficos. A su vez, en el artículo 22 decreta la necesidad de garantizar una adecuada regulación en la introducción intencionada de especies alóctonas, de modo que no perjudique a la fauna y la flora silvestres autóctonas ni a sus hábitats; ello mediante, si es necesario, la prohibición de su introducción.

En cuanto al papel de los ríos, cabe destacar que en su artículo 10, a pesar de no hacer referencia directa a los corredores ecológicos, incide en la adecuada gestión de los elementos que los conforman, como son los ríos y riberas debido a su estructura lineal y continua y los sistemas tradicionales de deslinde de los campos, los estanques o los sotos por su papel de puntos de enlace; resultando todos ellos “esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres”.

- **Directiva Aves:** *Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.* Esta directiva reclama la necesidad de conservar y gestionar adecuadamente las poblaciones y hábitats de aves silvestres, especialmente de aquellas consideradas como prioritarias en Europa. Por ello, implementa las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), cuya designación es llevada a cabo también por las CCAA al poseer las competencias en materia de conservación de la naturaleza.

Además, en su artículo 11 establece que se velará por evitar que se perjudique a fauna y flora locales con la introducción eventual de especies de aves que, dentro del territorio europeo, no vivan normalmente en estado salvaje.

- **Directiva de Responsabilidad Medioambiental:** *Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales.*

En su Anexo II, esta directiva aclara que la reparación de daños a las aguas, especies y hábitats protegidos se conseguirá a través de la “restitución del medio ambiente a su estado básico” mediante tres tipos de medidas aplicables en orden de eficacia: la reparación primaria corresponde a las que aproximan al medio a su estado natural de forma directa, y las reparaciones complementarias se aplican cuando las medidas primarias no han logrado

la plena restitución de los recursos y/o servicios. De forma paralela, se aplica la tercera medida, relativa a la reparación compensatoria, que se llevará a cabo para desde la fecha de inicio del daño hasta la completa efectividad de la reparación primaria, con el fin de subsanar las pérdidas provisionales de recursos y servicios.

### 2.2.2. Nacional

En materia ambiental, la Constitución Española (CE, 1978) ya reivindica en su artículo 45 el derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo propio y reclama el deber de conservar y utilizar racionalmente los recursos naturales, estableciendo sanciones penales o administrativas para quienes lo incumplan, así como la obligación de reparar el daño causado. Asimismo, en su artículo 148 determina la asunción de competencias en materia de protección del medio ambiente por parte de las Comunidades Autónomas, las cuales se decretan a través de los Estatutos de Autonomía.

Por otro lado, las competencias en cuanto a gestión y defensa frente a los efectos que originan las inundaciones afectan a multitud de administraciones (Tabla 1):

*Tabla 2.1. Competencias de las distintas administraciones públicas en cuestión de inundaciones. Fuente: elaboración propia a partir de Villacampa (2019).*

COMPETENCIA	ADMINISTRACIÓN		
	Local	Autonómica	Estatal
Planeamiento Urbanístico	X		
Ordenación del Territorio		X	
Gestión del Dominio Público Hidráulico de las Cuencas Intercomunitarias		X	X
Protección Civil	X	X	X

Se describen, a continuación, tanto las transposiciones al régimen estatal de las distintas directivas europeas descritas anteriormente, como su relación con los demás instrumentos nacionales:

- **Sistema Nacional de Protección Civil:** Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.

La Ley tiene como objeto establecer dicho Sistema como instrumento esencial para asegurar la coordinación, cohesión y eficacia de las políticas de protección civil, además de regular las competencias de la Administración General del Estado en esta materia. A su vez, alberga entre sus disposiciones las definiciones de riesgo, vulnerabilidad y peligro, entre otros.

- **Directriz Básica de Inundaciones de Protección Civil:** *Resolución de 31 de enero de 1995, de la Secretaría de Estado de Interior, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones.*

Considerando que los elementos básicos para la planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones son el análisis de riesgos y la zonificación territorial, así como las medidas para la protección de las personas y bienes; esta normativa establece los requisitos mínimos que deben cumplir los distintos Planes Especiales de Protección civil en este ámbito, en cuanto a fundamentos, estructura, organización, criterios operativos e instrumentos de coordinación y medidas de intervención y respuesta. A su vez, también designa los distintos tipos de zonas inundables según el periodo de retorno de sus avenidas:

- Zona de inundación frecuente al periodo de retorno de cincuenta años.
  - Zona de inundación frecuente al periodo de retorno entre cincuenta y cien años.
  - Zona de inundación excepcional al periodo de retorno entre cien y quinientos años.
- **Trasposición de la Directiva Marco del Agua:** *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.*

Compartiendo los objetivos recogidos en la Directiva tanto de promover un uso sostenible del agua protegiendo los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos, como de paliar los efectos de las inundaciones y sequías; los principales aspectos regulados por esta normativa son la utilización y protección del dominio público hidráulico y, por ende, de los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas (art. 2); la planificación hidrológica de las aguas y los organismos de cuenca, como administración encargada de la gestión y planificación del agua, de la elaboración de los Planes Hidrológicos de Cuenca y las obras hidráulicas. Estos Planes, además de supeditarse a las disposiciones de esta Directiva, se coordinan a nivel nacional a través del Plan Hidrológico Nacional, instaurado a través de la *Ley 10/2001, de 5 de Julio, del Plan Hidrológico Nacional*; y el *Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación*



*Hidrológica*, el cual establece ciclos sexenales de planificación y aplicación de medidas estratégicas.

- **Trasposición de la Directiva de Inundaciones**: *Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.*

Este Real Decreto regula la elaboración, aprobación y posterior implantación de los PGRI dictaminados por la Directiva en territorio nacional. En el Anexo A de esta norma, relativo al contenido de estos Planes, el conjunto de medidas preventivas, paliativas, estructurales o no estructurales en el ámbito de la prevención de las inundaciones se enfoca tanto en los aspectos ambientales como los relativos a la protección civil.

Así pues, se implantarán, además de medidas de ordenación territorial, urbanismo y coordinación con los planes de protección civil en protocolos de actuación, comunicación y predicción; medidas de restauración fluvial, restauración hidrológico-forestal y prevención de la erosión, enfocadas a recuperar el comportamiento natural de las zonas inundables y sus valores ambientales asociados y favorecer la infiltración de la precipitación, respectivamente; medidas de mejora del drenaje de infraestructuras lineales y medidas de predicción de avenidas basadas en el desarrollo o mejora de las herramientas predictivas y en la ayuda en la toma de decisiones relacionadas.

Por último, con el fin de establecer un horizonte para los objetivos marcados, se realizará una evaluación de los Planes para cada demarcación hidrográfica de manera anual.

Los criterios de ambas Directivas fueron, a su vez, incorporados al Dominio Público Hidráulico a través del *Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.*

- **Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH)**: *Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V (con excepción del régimen jurídico aplicable a los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, que se regirán por lo previsto en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre), VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.*

Este Reglamento se dispuso a través del *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos*

*preliminar, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.*

- La existencia del Dominio Público Hidráulico responde a la necesidad de garantizar una protección de los recursos hídricos y de los ecosistemas fluviales, como así lo muestra en su artículo 126 bis, el cual se refiere al organismo de cuenca como responsable de promover y mantener la continuidad longitudinal y lateral de los cauces en la proyección y ejecución de obras de defensa frente a inundaciones, condicionando la construcción a situaciones excepcionales de protección de la población, a la vez que atenderá los usos actuales del agua.

Por otro lado, este instrumento también regula, junto a la Ley de Aguas, las distintas zonas del río: el cauce natural o álveo es el terreno que el río cubre en las máximas crecidas ordinarias, las riberas son las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de sus aguas, las zonas de servidumbre son aquellas zonas que permiten el uso público del suelo y las de policía aquellas que condicionan los usos y actividades que se desarrollen en el suelo afectado.

Así pues, se determina que todo el terreno que se deba considerar cauce natural de un río forma parte del Dominio Público Hidráulico, y que los márgenes de este serán aquellos terrenos que lindan con los cauces, teniendo en toda su extensión longitudinal, una zona de servidumbre y de policía de cinco y cien metros de anchura (los primeros de la llanura de inundación), respectivamente.

- **Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR)**

Se origina en 2005 y se desarrolla también en consonancia con la Directiva Marco del Agua y la Directiva de Inundaciones, y consta de un conjunto de actuaciones con el fin de conservar y recuperar el buen estado ecológico y funcional de los ríos españoles, potenciar su patrimonio cultural, minimizar los riesgos de inundación, fomentar el uso racional del espacio fluvial e impulsar el desarrollo sostenible del medio rural. Su objetivo principal es el de impulsar a las administraciones involucradas a la integración de la gestión de los ecosistemas fluviales en cuanto a la planificación, uso y gestión del territorio. Para ello, se deberá mejorar y actualizar la formación y el conocimiento para aquellos agentes que intervengan en proyectos fluviales acerca de la dinámica y el comportamiento de los ríos, con el fin de garantizar un aprovechamiento sostenible de estos, su conservación y adecuada restauración. Además, considera que implicar a colectivos sociales y fomentar la participación ciudadana en la gestión de estos sistemas proporcionará una mejor percepción acerca de los problemas asociados a los ríos y llanuras de inundación.

Esta estrategia también se apoya en la *Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural*, que, a pesar de no tomar en cuenta la continuidad fluvial de los ríos, centra sus esfuerzos de conservación en mantener las masas de agua continentales libres de contaminantes y en buen estado para su aprovechamiento en el desarrollo agrícola.

- **Trasposición de la Directiva Hábitats y la Directiva Aves:** *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.*

Esta Ley establece, de manera general, el régimen jurídico de la conservación, mejora, uso sostenible y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad a nivel nacional. Para ello, se basa en la necesidad de preservación de la diversidad biológica, genética y de especies, así como de conservación de la variedad, singularidad, diversidad geológica y paisajística de los ecosistemas.

Cabe destacar que este reglamento obliga al establecimiento de la figura de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN o PORNA), de forma que sus disposiciones de protección ambiental limitarán de manera inalterable aquellos instrumentos de ordenación que les sean contradictorios. A su vez, crea el Plan estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad como instrumento de planificación y desarrollo de objetivos, criterios, diagnósticos y acciones que promuevan la conservación, sostenibilidad y restauración del patrimonio, los recursos naturales y la bio y geodiversidad (*RD 1057/2022*).

Por otro lado, tal y como especifica en el apartado 3 del artículo 4, regula aquellos proyectos de restauración fluvial cuyas actuaciones queden englobadas en el ámbito de un espacio protegido, pudiendo ser declaradas de interés general aquellas que tengan por objeto hacer frente a fenómenos catastróficos o excepcionales. Además, en el apartado 4 del artículo 42 se incentiva la realización de actividades que sean compatibles con los espacios declarados en la Red Natura 2000 y contribuyan a la creación de empleo y al bienestar de las poblaciones locales, a través de la implantación de bonificaciones, cuotas y subvenciones.

Finalmente, en su artículo 21 por el cual se regulan los corredores ecológicos y las áreas de montaña, se reconoce a los ríos como objeto de conservación primordial por tener un papel prioritario en la conectividad ecológica del territorio, cuyo valor queda patente al promulgarse la *Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas*. Esta estrategia tendrá en especial consideración, entre otros, los espacios protegidos, los

hábitats y especies en peligro y los cursos fluviales. En relación con la importancia y el mantenimiento de dichas infraestructuras y su interacción con los medios humanos tanto en la actualidad como desde una perspectiva futura, se destaca la *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. Esta Ley establece tanto el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP), como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), cuya aplicación se realiza a través de la *Orden TED/132/2022, de 21 de febrero, por la que se adopta el Primer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. A su vez, dentro de este Plan aparece el Plan de Impulso al Medio Ambiente (PIMA) para la Adaptación al Cambio Climático (*PIMA Adapta, 2015*), el cual destaca por su enfoque destinado a realizar actuaciones concretas de adaptación al cambio climático en los ámbitos costeros, fluviales y los parques nacionales españoles.

- **Trasposición de la Directiva de Responsabilidad Medioambiental:** *Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.*

También alberga en su Anexo II la descripción y aplicabilidad de las medidas relativas a la reparación del daño ambiental, en base a la Directiva que la traspone.

- **Especies Exóticas Invasoras:** *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.* Este Decreto guarda relación con un gran número de las normativas descritas, y determina la necesidad de una gestión no solo de las especies exóticas invasoras, si no de aquellas que puedan tener un potencial invasor, debido a que las especies exóticas invasoras “constituyen una de las principales causas de pérdida de biodiversidad del mundo, que se agrava en hábitats y ecosistemas especialmente vulnerables”, en perjuicio de “la economía, la producción agrícola, ganadera y forestal, e incluso de la salud pública”.

Finalmente, el conjunto de la normativa descrita también trabajará en concordancia y será susceptible de recibir modificaciones a través de otros instrumentos del ordenamiento jurídico, entre los cales se enumeran a continuación los que se han considerado más destacables:

- *Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.*

- *Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana*
- *Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.*

### 2.2.3. Autonómico

En este apartado se incluye, además de la normativa correspondiente a cada territorio, la legislación relativa a la Confederación Hidrográfica del Segura.

En primer lugar, cabe destacar la elaboración de disposiciones legislativas que se han ido promulgando respecto a eventos de inundación históricos, como los que se muestran a continuación:

- **Inundaciones de 1973**
  - *Decreto-ley 11/1973, de 16 de noviembre, sobre concesión de beneficios fiscales y moratorias de pago con motivo de las inundaciones en las provincias de Almería, Alicante, Granada y Murcia.*
- **Inundaciones de 1982**
  - *Real Decreto-ley 20/1982, de 23 de octubre, sobre medidas urgentes para reparar los daños causados por las recientes inundaciones.*
  - *Orden de 24 de octubre de 1982 por la que se determinan los términos municipales de las provincias de Valencia, Alicante, Murcia y Albacete afectados por las recientes inundaciones.*
- **Inundaciones de 1987**
  - *Real Decreto-ley 4/1987, de 13 de noviembre, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los daños causados por las inundaciones ocurridas en la Comunidad Autónoma Valenciana y en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.*
  - *Ley 4/1988, de 28 de junio, de Créditos Extraordinarios para la financiación de inversiones destinadas a reparar los daños causados por las inundaciones de 1987.*
- **Inundaciones de 1989**
  - *Real Decreto 1113/1989, de 15 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para la reparación de los daños causados por lluvias torrenciales e inundaciones en las provincias de Albacete, Alicante, Almería, Castellón,*

Córdoba, Granada, Sevilla, Valencia y las Comunidades Autónomas de las Islas Baleares y de la Región de Murcia.

- **Inundaciones de 2019**

- *Real Decreto-ley 11/2019, de 20 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los daños causados por temporales y otras situaciones catastróficas.*

Al margen de los eventos acaecidos, en materia de inundaciones se destacan los Planes Especiales en la Comunitat Valenciana, cuya instauración se realiza a través del *Decreto 81/2010, de 7 de mayo, del Consell, por el que aprueba el Plan Especial ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunitat Valenciana*, amparándose en la *Ley 13/2010, de 23 de noviembre, de Protección Civil y Gestión de Emergencias*. Posteriormente, la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio publica el *Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA)*. La legislación más reciente y reseñable es la que ha establecido este año el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) a través del *Real Decreto 786/2022, de 27 de septiembre, por el que se regula la concesión directa de una subvención para el desarrollo de actuaciones de adaptación del riesgo de inundación de las edificaciones, equipamientos e instalaciones o explotaciones existentes en la cuenca baja del río Segura, en la Comunitat Valenciana, como contribución al Plan Vega RenHace en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*.

En la Región de Murcia, los Planes Especiales se desarrollan por parte de Protección Civil, respaldándose en la *Directriz Básica de Inundaciones de Protección Civil*, acompañando al Plan Territorial de Protección Civil de la Región de Murcia (*Ley 3/2023*), el cual está homologado por la Comisión Nacional de Protección Civil.

Relativas a los aspectos ambientales, la Tabla 2.2 recoge las normativas correspondientes a cada ámbito y autonomía.

*Tabla 2.2. Legislación publicada relativa al ámbito regional en cuestiones medioambientales. Fuente: elaboración propia.*

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA

ÁMBITO	C. Valenciana	R. de Murcia
Flora	<i>Decreto 70/2009, de 22 de mayo, del Consell, por el que se crea y</i>	<i>Decreto 50/2003, de 30 de mayo, por el que se crea el Catálogo</i>

	<i>regula el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas y se regulan medidas adicionales de conservación.</i>	<i>Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales.</i>
<b>Fauna</b>	<i>Decreto 32/2004, de 27 de febrero, del Consell de la Generalitat, por el que se crea y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas, y se establecen categorías y normas para su protección.</i>	<i>Ley 7/1995, de 21 de abril, de la de la Fauna Silvestre de la Región de Murcia (establece en su art. 17 las especies incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de la Región de Murcia)</i>
<b>Aspectos ecológicos</b>	<i>Decreto 86/2018, de 22 de junio, del Consell, por el que se designa municipios como zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias.</i>	<i>Orden de 22 de diciembre de 2003, por la que se designa la zona vulnerable a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.</i>

Dentro del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Segura, pueden recalcarse los siguientes recursos legislativos, relativos a los Planes de Cuenca:

- *Resolución de 7 de septiembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración ambiental estratégica conjunta de los planes Hidrológico y de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica del Segura para el periodo 2016-2021.*
- *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.*

#### 2.2.4. Planes

En base a los distintos marcos jurídicos que engloban la temática expuesta, y tal y como también se ha descrito a lo largo del apartado normativo, se han venido desarrollando una serie de planes de gestión de inundaciones ya sea a nivel nacional como autonómico

y regional, que trabajan de manera complementaria entre sí para abarcar todos aquellos aspectos que puedan verse condicionados por los eventos de inundación.

Cabe remarcar, en primer lugar, la elaboración de planes como consecuencia de eventos históricos acaecidos en la zona, como el Proyecto de defensa contra Inundaciones en el Valle del Segura de 1886 redactado por García y Gaztelu, considerado como el primer plan global sistemático, en el que muchas de las realizaciones indicadas siguen constituyendo el núcleo de la infraestructura de defensas contra inundaciones existente en la cuenca. Por otro lado, en 1977, José Bautista redacta el Plan de Defensa Contra Avenidas del Segura (Martín, 1977), que también sigue estableciendo la base de las presas y encauzamientos de defensa actuales (Región de Murcia, 2020).

Respondiendo a esta misma necesidad de paliar y corregir los daños ocasionados por los fenómenos de inundación, se desarrollan, entre otros, los ya mencionados Planes Especiales ante el Riesgo de Inundación, ámbito competente a Protección Civil. Sin embargo, tanto la recuperación de las condiciones medioambientales -inclúyase el medio antrópico- tras el evento, como el establecimiento de unas adecuadas condiciones previas a este, además de una mejora en su predicción, resulta esencial para llevar a cabo una gestión global e integrada.

A este respecto, destacan una serie de planes y estrategias de recuperación que implementan mejoras ambientales de protección y restauración ecológicas enfocadas a la prevención, como el Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y defensa contra la desertificación, implementado a través de la *Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*; el Plan de Prevención y Protección DANA 2022, en proceso de implantación, cuyo objetivo será minimizar los efectos ante episodios de lluvias torrenciales y organizar el dispositivo especial en caso de que se produzcan (La Verdad, 2022); y el ya mencionado Plan Vega Renhace, destacable debido a la aplicación de una visión innovadora e integradora de los aspectos sociales, ambientales y estructurales en la gestión de las inundaciones, en la que además establece mesas de trabajo de los distintos agentes sociales y marca distintos plazos de ejecución según la prioridad de las actuaciones.



### 3. ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1. Situación geográfica

La demarcación hidrográfica del Segura se localiza en el sureste de la Península Ibérica y ocupa una superficie aproximada de 20.234 km<sup>2</sup>, incluyendo las aguas costeras y las ramblas tanto de la región de Murcia como las de la costa sur de Alicante. Dicha superficie comprende a la región de Murcia en su totalidad, seguidamente a la provincia de Albacete en Castilla-la Mancha, a las provincias de Jaén, Granada y Almería en Andalucía y finalmente a la provincia de Alicante en la Comunitat Valenciana (CHSegura, 2015). En el Mapa 3.1 y en la Figura 3.1 se ubican, respecto a la Península, los municipios de Murcia y Orihuela.

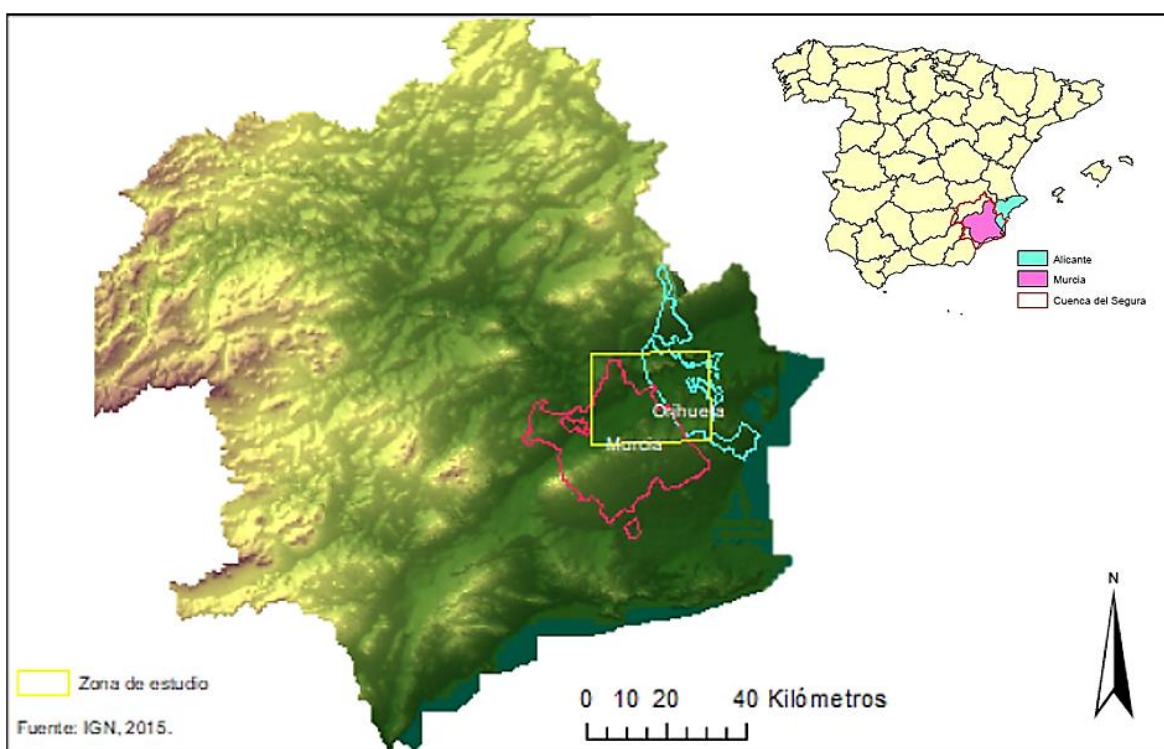
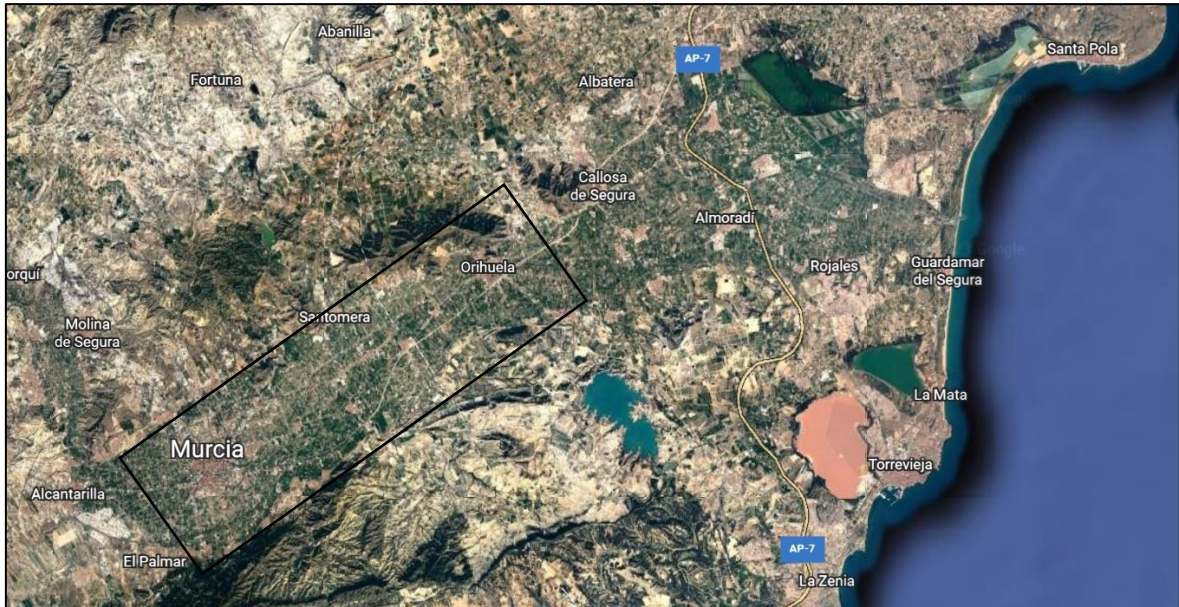


Figura 3.1. Ubicación geográfica de los términos municipales de Murcia y Orihuela, tanto en la cuenca del Segura, como a nivel provincial y peninsular. Fuente: elaboración propia.

En el presente documento se acotará el área de estudio a la zona situada entre las ciudades de Murcia y Orihuela (Mapa 3.2 y Figura 3.2), pertenecientes a las comarcas de la Huerta de Murcia y la Vega Baja del Segura o Bajo Segura (Vega Baixa o Baix Segura), respectivamente. A dicha zona, pese a ubicarse también dentro del territorio murciano, se le denomina comúnmente Vega Baja (consultado a la Oficina de Turismo de Murcia), pero se engloba dentro del territorio en el que lindan la Huerta Murciana y la de Orihuela.



*Figura 3.2. Delimitación del área de estudio. La imagen muestra el área destinada al uso agrícola, permitiendo observar el alcance de sus sistemas de riego. Fuente: aplicación Google Earth Pro.*

Por tanto, se diferencian dos territorios limítrofes que, tal y como se ha indicado en apartados anteriores, poseen agroecosistemas de una elevada importancia económica, cultural y ambiental, como son la Huerta de Murcia (Figura 3.3) y la Huerta de Orihuela (Figura 3.4).

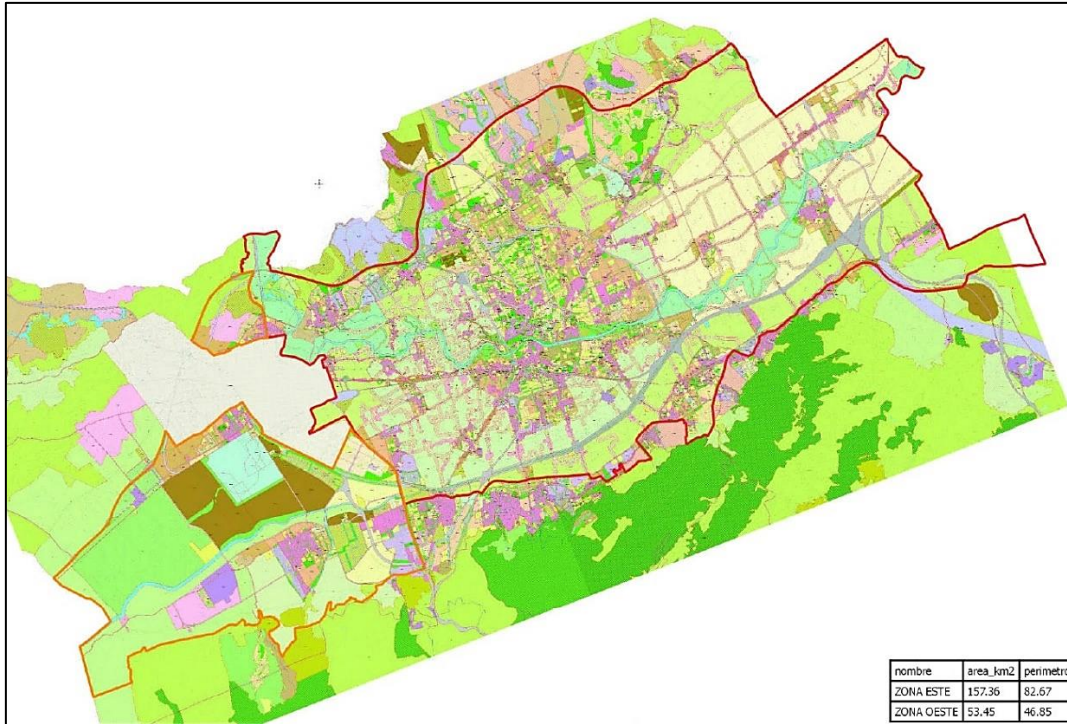


Figura 3.3. Ámbito delimitado por la Huerta de Murcia, con la ciudad como eje central. Fuente: Ayuntamiento de Murcia (2017).

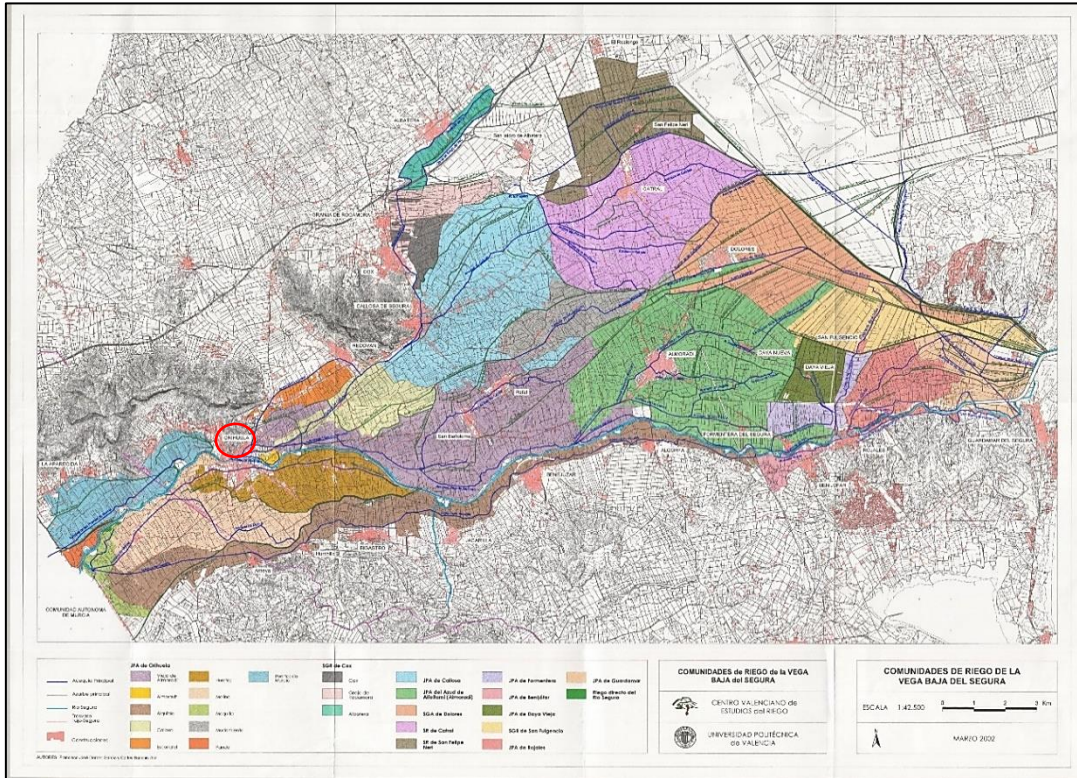
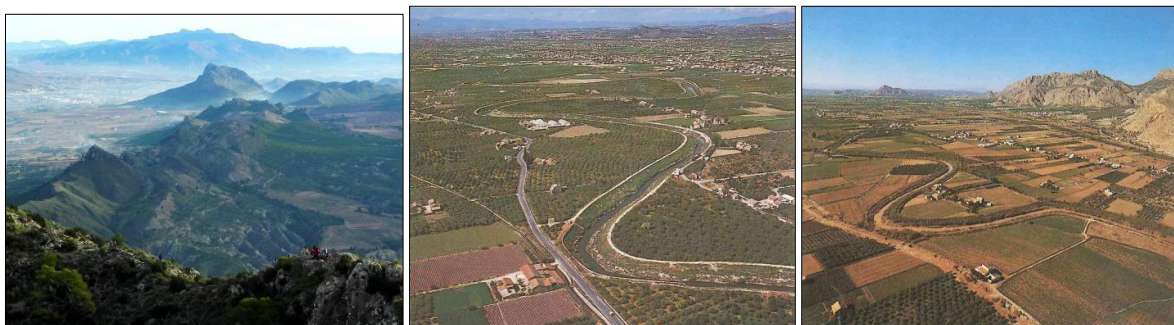


Figura 3.4. Comunidades de riego de la Vega Baja del Segura, representantes de la Huerta de Orihuela. El círculo rojo enmarca la ciudad capital. Fuente: Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela (2002).

Topográficamente, la cuenca del Segura se caracteriza por marcadas diferencias altitudinales, desde su nacimiento al pie de la Sierra del Segura (Jaén) a casi 1.400 metros sobre el nivel del mar (en adelante m), hasta su desembocadura al Mar Mediterráneo en Guardamar del Segura (Alicante) a 325 kilómetros de distancia. A lo largo de su recorrido se destacan relieves de entre 1.000 y más de 2.000 m, como es la Sierra de Alcaraz (1.796 m, Albacete) y el Pico Obispo (2.014 m, Murcia); que se intercalan con altiplanos que oscilan entre los 500 y 1.000 m, como el Pico Almorchón (773 m), el Monte Arabí (750 – 1.065 m) y la Sierra de la Pila (1.264 m), todos en Murcia. Debajo de los 500 m surgen los valles, corredores y depresiones correspondientes a los cursos fluviales, flanqueados por elevaciones como Sierra Espuña (1.583 m, Murcia); y finalmente a altitudes inferiores a los 200 metros aparecen las llanuras, vegas y huertas, como es la extensa llanura aluvial del Bajo Segura (CHSegura, 2011). Esta llanura se encuentra enmarcada por la Sierra de Carrascoy y el Valle (1065 m., Murcia) al suroeste y la Sierra de Orihuela (634 m, Alicante) al noreste y contiene las ciudades de Murcia y Orihuela, elevadas unos 57 y 23 m, respectivamente, y a unos 20 kilómetros de distancia entre ellas, constatando el descenso que realiza el río en su camino al mar.



*Figura 3.5. De izquierda a derecha: vistas aéreas de la Vega Alta y la ciudad de Cieza desde el Pico Almorchón y vistas aéreas de las Vegas Media y Baja. Fuente: CHSegura (2011;1991).*

Por su parte, el tramo que recorre el río desde Murcia hasta Orihuela no presenta valores de elevación significativamente variables (Figura 3.6), debido por un lado a su situación sobreelevada sobre la extensa llanura aluvial, y por otro debido muy probablemente a la artificialización del cauce mediante las constantes alteraciones y canalizaciones realizadas. Como resultado, la pendiente media del tramo presenta valores muy reducidos entorno al 0,0038%. Por su parte, la disposición de las distintas elevaciones de la llanura en el recorrido estudiado puede observarse en el Mapa 3.3.

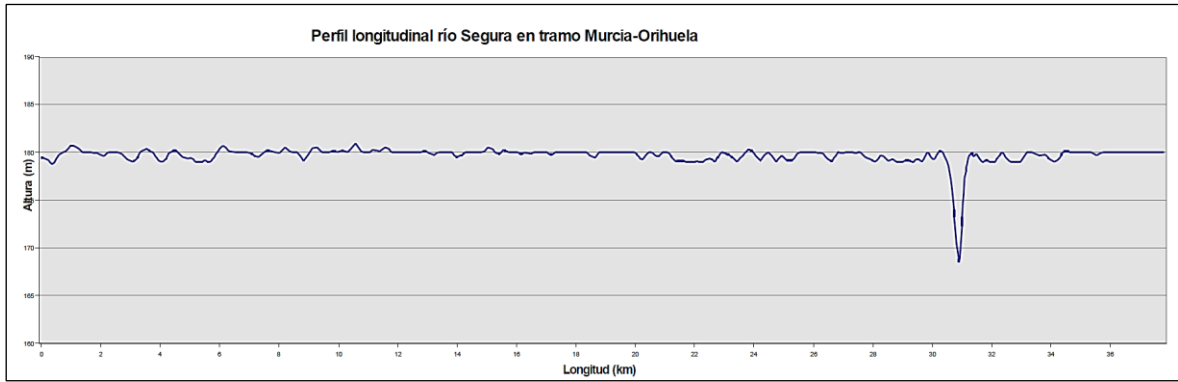


Figura 3.6. Perfil longitudinal del tramo del Segura que discurre entre las ciudades de Murcia (inicio) y Orihuela (final). Fuente: elaboración propia (ArcMap 10.8).

En la gráfica anterior puede apreciarse un pico de bajada y subida abrupta con respecto al resto del recorrido del río, que resulta en una pendiente de más del 2% en este transecto. Ello es debido a una división del cauce a la altura de Beniel, y por tanto de un descenso de la altura del cauce secundario para reconducir las aguas hacia él. Esta desviación es cerrada, es decir, las aguas retornan al cauce principal, salvando la pendiente recorrida en el descenso.

### 3.2. Contexto geológico y geomorfológico

El nacimiento del Segura está ubicado en las tierras lluviosas y forestales de los dominios de cadenas calcáreas del sistema subbético, cuyas reservas hídricas acumuladas han permitido que el río siempre lleve agua en verano, posibilitando el desarrollo de regadíos permanentes desde épocas históricas (Herin, 1972).

El río continúa su curso recorriendo la denominada Depresión Prelitoral Murciana o Valle del Guadalentín (Figura 3.7). Esta depresión, dispuesta en dirección noreste-suroeste, está conformada por las fosas tectónicas del Guadalentín y del Segura, rellenas de sedimentos neógenos y cuaternarios en los que los empujes de los aportes del río Guadalentín motivaron el brusco cambio de dirección del río Segura (Campano, 2009). En este punto, el río Segura discurre hacia las ya mencionadas bajas altiplanicies, valles y llanuras del sureste litoral árido hasta su desembocadura.

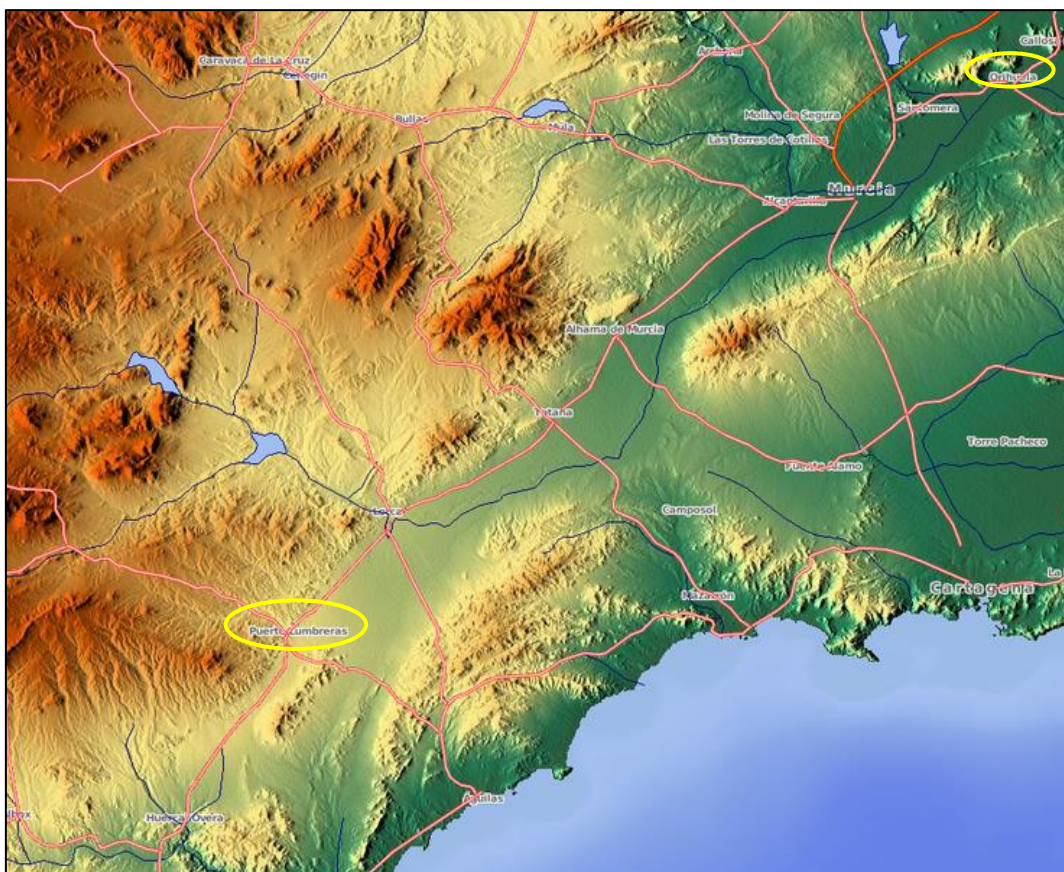


Figura 3.7. Mapa de relieve del valle del Guadalentín (o depresión prelitoral murciana), cuya disposición abarca desde Puerto Lumbreras hasta Orihuela. Fuente: maps-for-free.com.

Por otro lado, la Figura 3.8 muestra las distintas litologías presentes en la cuenca, mientras que el Mapa 3.4 representa los rasgos morfológicos únicamente de la zona de Murcia, debido a la ausencia de datos manejables relativos a la de Alicante siendo posible

observarlos en algunas publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España (IGME - ITGE, 2000).

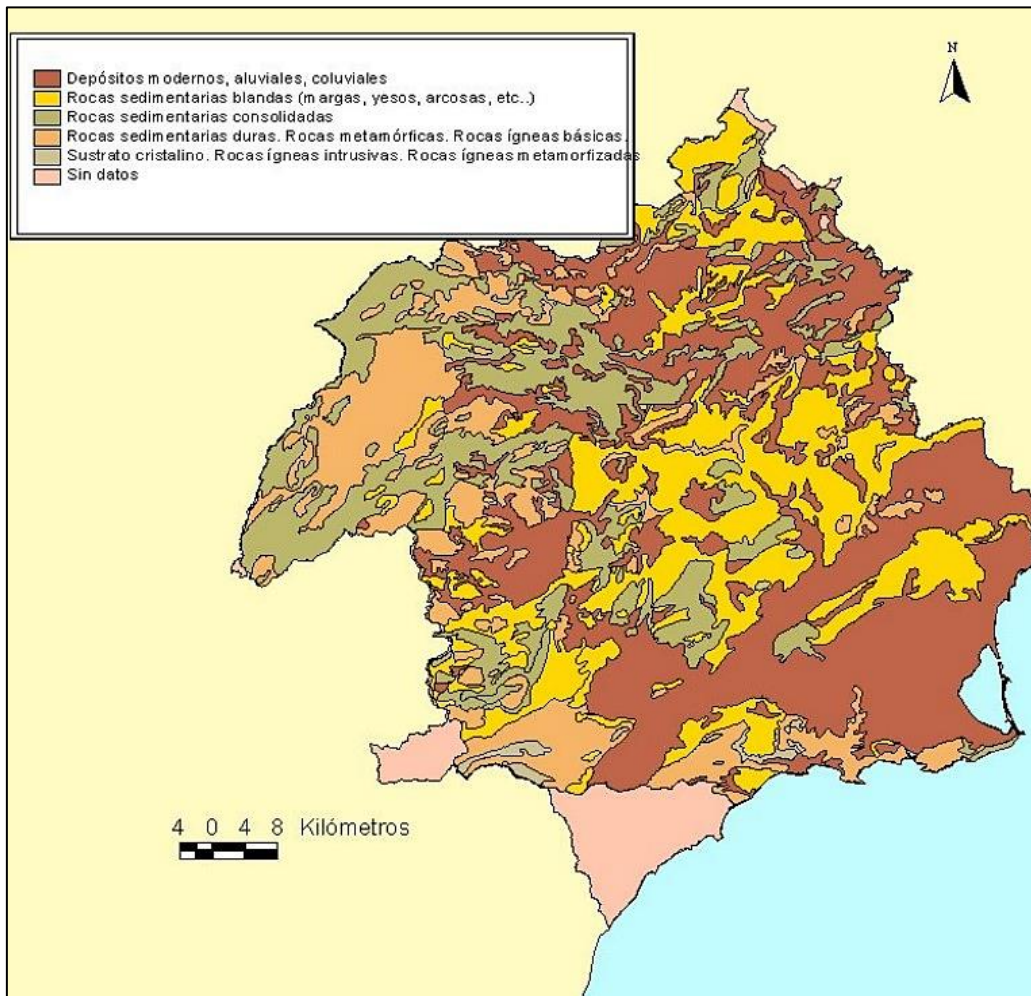


Figura 3.8. Características litológicas de la cuenca del Segura. Fuente: CHSegura (2021).

Entre los aspectos litológicos, cabe destacar la presencia de sedimentos tanto fluviales como marinos, debido a la situación de la zona durante el Terciario. Esto es debido a que en el Mioceno Superior gran parte de la comarca de la Vega Baja se encontraba bajo las aguas del Mar Mediterráneo, hecho que se mantuvo durante un largo periodo de tiempo, tal y como ejemplifica la Figura 3.9.



Figura 3.9. Situación de la Vega Baja hace 2000 años con respecto a las poblaciones actuales. Fuente: Meteorihuela (2019).

Del mismo modo que en el mapa litológico se observa una concordancia entre las litologías de ambas zonas, se puede extrapolar la información geomorfológica extraída de Murcia para conocer los procesos que originan este tipo de relieve en la zona de estudio. En términos generales y de modo esquemático, en la Figura 3.10 se representa la sección transversal del río en esta zona en función de los datos extraídos en el mapa geomorfológico:

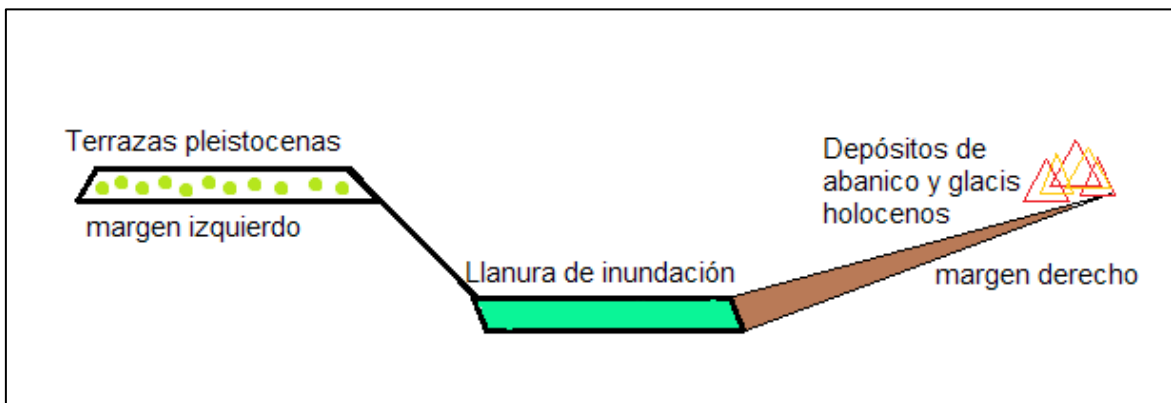


Figura 3.10. Representación esquemática de la sección transversal del río Segura en la zona de estudio, donde las terrazas antiguas se ubican al norte de la llanura, y los glaciares y abanicos más recientes se sitúan al sur. Fuente: elaboración propia.



La llanura de inundación se caracteriza por la acumulación de sedimentos en las inmediaciones del cauce en situaciones de crecida, debido a la baja capacidad erosiva del río en su tramo bajo. Ello ha dado lugar a que este cauce se encuentre sobreelevado sobre su llanura aluvial, provocando inundaciones extensas y masivas en situaciones excepcionales de crecida, cuyas dificultades en el drenaje de las aguas provocan que las zonas anegadas se mantengan bajo esas condiciones por un periodo de tiempo mayor.

### 3.3. Clima

El clima de la zona de estudio corresponde al mediterráneo subtropical (CHSegura, 2015), donde los veranos son cálidos, húmedos y mayormente despejados, mientras que los inviernos son largos, fríos y parcialmente nublados. La temperatura máxima media suele superar los 30 °C y la mínima promedio no baja de los 5 °C, indicando ser una buena zona para el cultivo de cítricos, según la clasificación climática de Papadakis de 1966 (Fomento, 2015). Los meses con mayor número de días de lluvia corresponde a la primavera y al otoño, especialmente a este último. Correlativamente, los meses de abril y octubre acumulan mayores precipitaciones con una media de unos 21 mm y 29 mm, respectivamente. Las temperaturas de las aguas alcanzan 26 °C en los meses más cálidos y 14 °C en los más fríos (Weather Spark, s.f.).

En términos generales, la cuenca del Segura presenta una precipitación media de unos 362 mm al año (Figura 3.11), mientras que se produce una evaporación potencial media de 700 mm (Figura 3.12), por lo que, de nuevo bajo la clasificación de Papadakis, el régimen hídrico de la zona corresponde al tipo mediterráneo semiárido, en el que el excedente estacional de lluvia (precipitación – evapotranspiración) es muy bajo y donde los cultivos suelen necesitar riego.

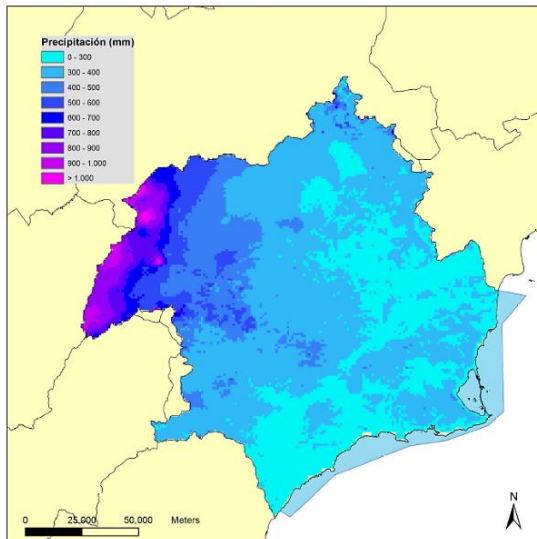


Figura 3.11. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) en la demarcación hidrográfica del Segura. Fuente: CHSegura (2015).

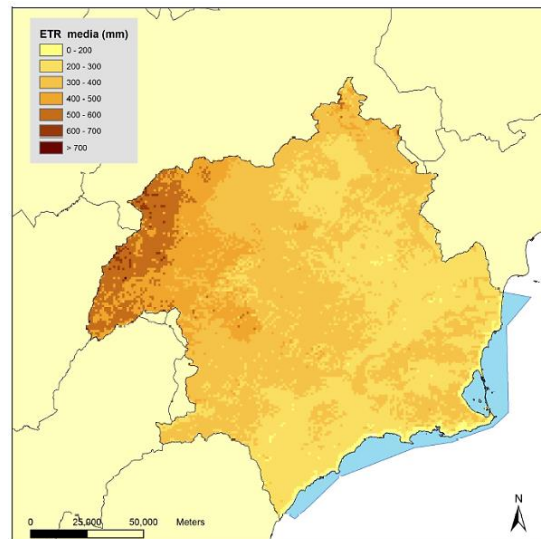


Figura 3.12. Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual (mm/año) de la serie histórica 1980-2011 en la demarcación hidrográfica de la cuenca del Segura. Fuente: CHSegura (2015).

Finalmente, la Figura 3.13 muestra los diagramas bioclimáticos de las localidades principales de la zona de estudio según el Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial, incluyendo los promedios de precipitación y temperatura para sendos términos municipales. Las áreas en las que la curva de la precipitación (azul) es superior a la de la temperatura (rojo) indican aquellas situaciones óptimas para el desarrollo y mantenimiento de la vegetación:

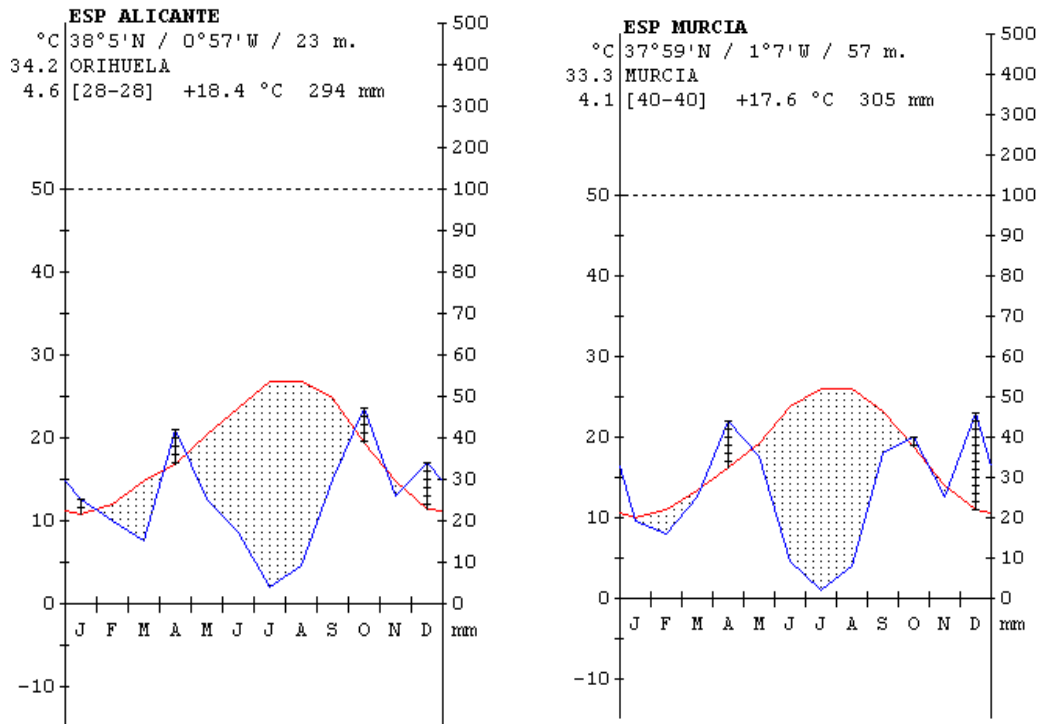


Figura 3.13. Bioclimogramas con la representación de las precipitaciones y temperaturas medias de Orihuela y Murcia. En ellos se muestran las coordenadas y altitud, el período de observación térmica y pluviométrica, la media anual de temperaturas y precipitaciones, la temperatura media de las máximas en el mes más cálido y la media de las mínimas en el más frío. Fuente: Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial. Rivas-Martínez y Rivas-Sáenz (2009).

Estos diagramas ofrecen información que permite entender las series de vegetación de cada región del planeta. En el caso del área de estudio, los periodos de aridez superan con creces los de disponibilidad de agua para la flora y vegetación.

### 3.4. Hidrología

La cuenca del Segura, de unos 15.000 km<sup>2</sup> aproximadamente, está conformada por el río principal homónimo, el conjunto de sus afluentes y los cauces de las ramblas adyacentes (Mapa 3.5). En la margen izquierda, se asientan las ramblas sobre cuencas semiáridas con una respuesta hidrológica altamente irregular y de carácter marcadamente torrencial condicionadas por los aguaceros eventuales, de las cuales un gran número se encuentran categorizadas como ARPSIs (Mapa 3.6). Por su parte, el río Guadalentín destaca como importante afluente entre los ríos de la margen derecha, el cual se encuentra regulado por estructuras hidráulicas que sirven tanto como laminación de avenidas como

procuración mínima de recursos para regadío. A lo largo del recorrido del río, son diversas las obras de represa y contención que se han llevado a cabo con dichos fines (Mapa 3.7).

Respecto al régimen de precipitaciones, la zona de estudio se caracteriza por ser una zona con índice de torrencialidad elevado, no solo respecto al resto de la cuenca, también respecto al territorio peninsular (Figura 3.14).

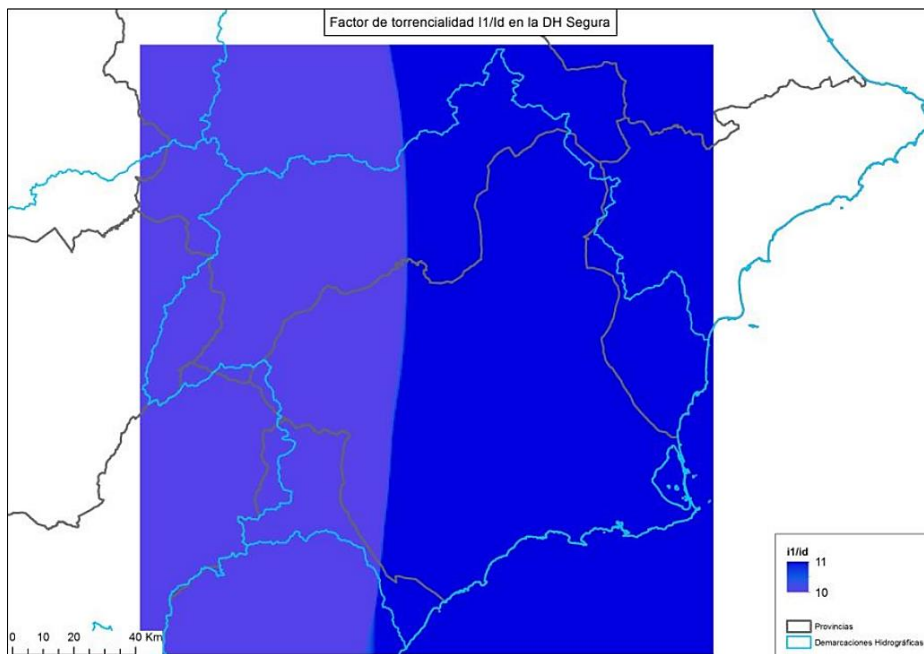


Figura 3.14. Factor de torrencialidad  $I_1/I_d$  en la demarcación del Segura. Es un valor adimensional y representa la relación entre la intensidad de precipitación correspondiente a 1 hora de duración ( $I_1$ ) y la intensidad de precipitación diaria ( $I_d$ ). Fuente: CHSegura (2018).

Además, la zona alberga una capacidad de infiltración máxima o umbral de escorrentía de alrededor de 50 mm de precipitación, valor elevado respecto al resto de la demarcación debido a la cuantiosa presencia de cultivos (CHSegura, 2018). Por otro lado, en las grandes inundaciones padecidas en la cuenca del Segura se suelen registrar precipitaciones máximas diarias de entre 30 y 125 mm (Ferrerías, 2004). Si además se tiene en cuenta el incremento de días anuales de precipitación superior a 40 mm en la demarcación (García-Valero, 2021), resulta razonable que la zona de estudio se corresponda con un área potencialmente inundable en toda su extensión (Figura 3.15).

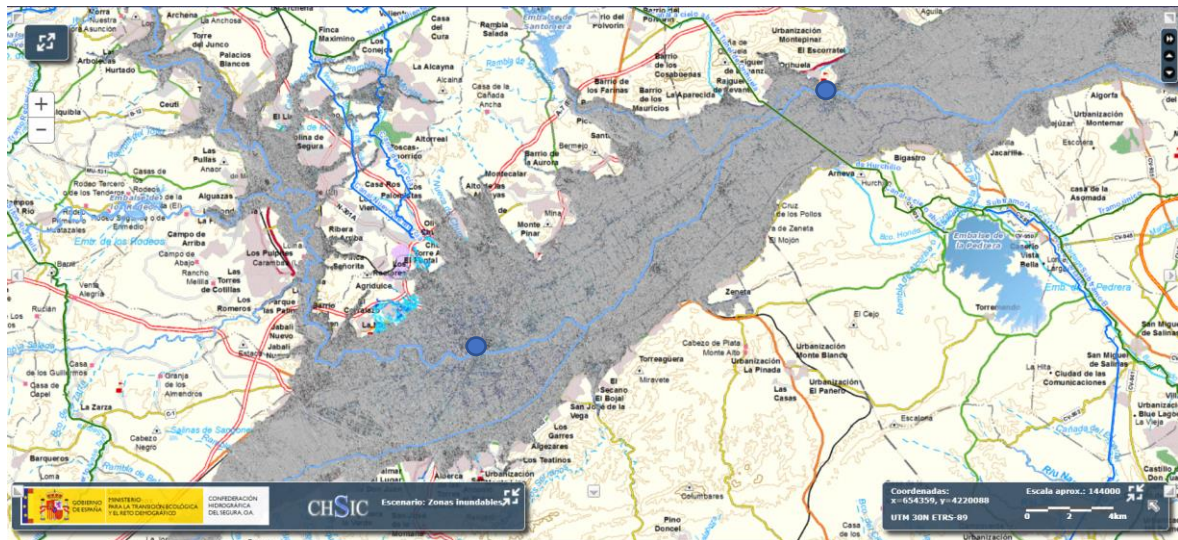


Figura 3.15. Todo el recorrido del Segura desde Murcia hasta Orihuela (ambas en azul) -y continúa- forma parte de las áreas de riesgo potencial significativo por inundación (ARPSIs). Fuente: CHSIC (2016).

### 3.4.1. Régimen fluvial

El río Segura es un río con marcadas diferencias meteorológicas y fluviales a lo largo de todo su curso, las cuales determinan los distintos parámetros hidrológicos en función de la ubicación analizada. Debido a ello, el régimen fluvial del Segura en la cabecera es del tipo pluvio-nival y en el resto de su cuenca corresponde al pluvial mediterráneo, por lo que la zona de estudio se determina en términos generales como pluvio-nival mediterráneo (CHSegura, 2015). En la Figura 3.16 puede observarse como las épocas de crecida del río son al comienzo de la primavera y las épocas de aguas bajas corresponden a los meses de verano. El caudal medio no suele superar los 20 m<sup>3</sup>/s, mientras que el valor del caudal relativo muestra una escasez de caudal respecto a la extensión de la cuenca, para el período determinado en la figura.

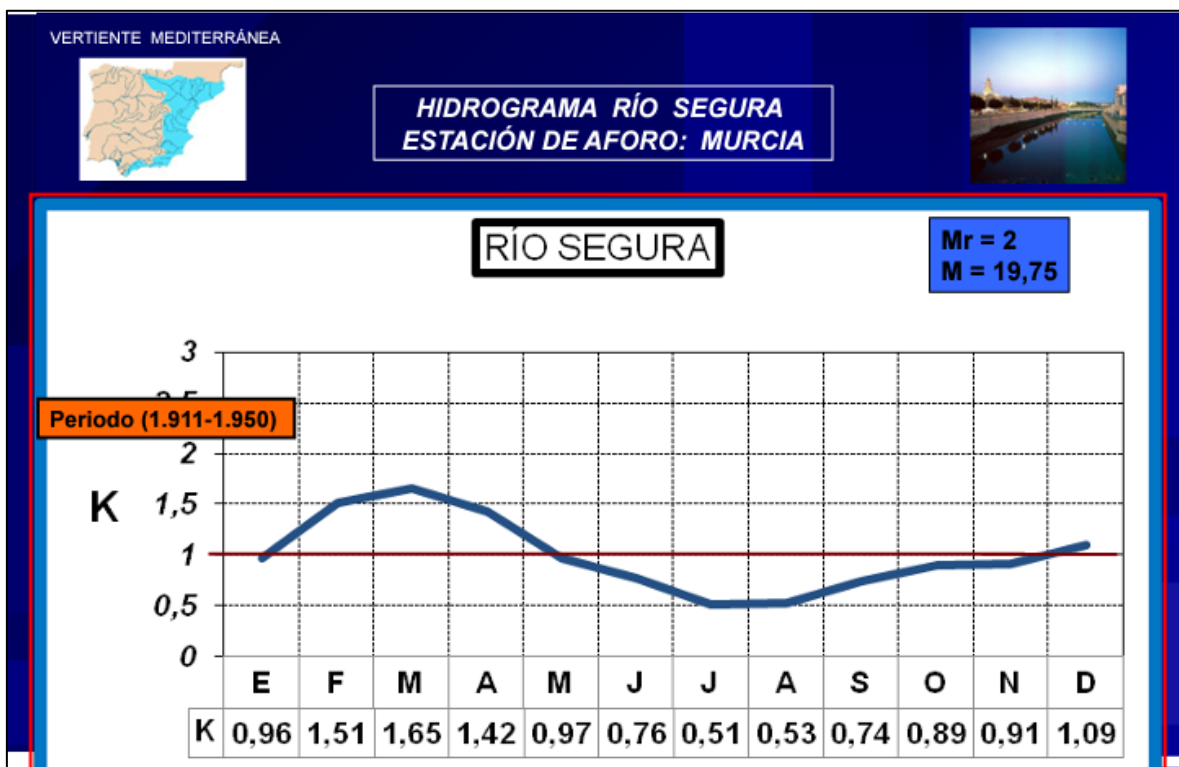


Figura 3.16. Hidrograma del río Segura para la serie histórica de 1911-1950, donde M corresponde a la suma de los caudales medios mensuales dividida entre los meses del año, lo que da lugar al caudal medio anual o módulo absoluto del periodo de tiempo correspondiente, en unidades de m<sup>3</sup>/s; Mr es el caudal relativo y se calcula mediante la división del caudal medio anual (M) y la extensión de la cuenca del río en km<sup>2</sup>, ello expresado en unidades de l/s/km<sup>2</sup>. Por último, el coeficiente de caudal (K), que representa la división entre el caudal medio mensual y el anual (M). Fuente: Alcayde (2012).

Además de los rasgos distintivos de cada ubicación, cabe destacar como responsables de las posibles modificaciones del régimen fluvial en esta zona, por un lado, la alteración antrópica del propio régimen y curso del río, que se mencionará en apartados posteriores; y por otro, la intercalación de fenómenos meteorológicos de carácter extremo, como son las inundaciones y avenidas por lluvias torrenciales con los periodos de sequía.

En la zona de estudio, la anchura media del cauce menor del río en la actualidad es de unos 28 m. aproximadamente, canalizado en su totalidad en este recorrido y enclavado en una llanura de inundación que llega a extenderse hasta los 9 km. en situaciones de máxima crecida (SNCZI, 2022).

### 3.4.2. Eventos de crecida

Los episodios de inundaciones en la Vega Baja han sido numerosos desde que se tienen registros en el siglo XIII, produciéndose al menos dos veces en cada siglo. El siglo XX, quizás debido a una capacidad de registro mayor, es el que ha tenido un mayor número de esta índole (CHSegura, 2021). Muchos de ellos están atribuidos a las intensas precipitaciones originadas por las DANAs o Depresiones Aisladas en Niveles Altos, fenómenos meteorológicos de magnitudes considerables, pero relativamente frecuentes especialmente en la zona mediterránea.

La Tabla 3.1 muestra una diferencia en la cantidad de episodios de inundación para cada comarca o delimitación, en relación con los eventos más importantes de las últimas décadas. Esto es debido, principalmente, a que la ciudad de Murcia se ve afectada en mayor medida por el desbordamiento de las ramblas circundantes, mientras que las inundaciones suelen llegar a Orihuela tras el desbordamiento del propio río Segura (CHSegura, 2021).

*Tabla 3.1. Años de las distintas avenidas más relevantes para una de las dos zonas que comparten el tramo estudiado. Fuente: elaboración propia a partir de la CHSegura (2021).*

	<b>Avenidas siglo XX</b>	<b>Avenidas siglo XXI</b>
<b>Vega Media</b>	1973, 1982, 1987, 1989	2000, 2003, 2009, 2010, 2011, 2012, 2016, 2019
<b>Vega Baja</b>	1973, 1982, 1987, 1989	2012, 2016, 2019

### 3.5. Vegetación

La conjunción de los distintos condicionantes climáticos, hidrológicos, geomorfológicos y geográficos da lugar a una gran heterogeneidad paisajística dentro de la cuenca, la cual se encuentra, a su vez, estrechamente relacionada con los procesos llevados a cabo por el agua (Mapa 3.8). Todo ello justifica que la zona de estudio corresponda a las unidades paisajísticas de las vegas y riberas y las cuencas y depresiones mediterráneas.

Tal y como se ha señalado anteriormente, las inmediaciones del propio río están conformadas por los agroecosistemas de las Huertas de Murcia y de Orihuela, cuyos cultivos de fruta, hortaliza y verdura forman el mosaico paisajístico de la zona, que termina de completarse con la presencia de sierras, parques y bosques reconocidos por su alto valor ambiental tanto a nivel nacional como internacional. En las fichas de LIC y ZEPa que redacta la Agencia Ambiental Europea dentro del ámbito de la Red Natura 2000, se

enumeran y describen ampliamente las poblaciones de especies de flora y fauna de interés presentes en estos espacios, por lo que en el presente documento se enumeran aquellas más relevantes para la zona de estudio.

- **LIC y ZEPA.** En los Mapas 3.9 y 3.10 se representa la disposición de las distintas ZEPAS y Zonas Vulnerables y LICs establecidas en ambos municipios, respectivamente; por lo que, a continuación, se enumeran las más cercanas a la zona de estudio:
  - LIC ES 6200002: Carrascoy y el Valle
  - LIC ES 5213026: Sierra de Orihuela
  - ZEPA ES 0000269: Monte El Valle y Sierras de Altaona y Escalona
  - ZEPA ES 0000461: Serres del Sud d'Alacant(MAPAMA, 2021)
  
- **Cultivos de interés**
  - Frutas: *Citrus x sinensis* (naranja), *Citrus x limon* (limón), *Punica granatum* (granada), *Pyrus communis* (pera), *Phoenix dactylifera* (dátil) y *Ficus carica* (higo).
  - Hortalizas y verduras: *Cynara scolymus* (alcachofa), *Brassica oleracea* (brócoli), *Capsicum annuum* (pimiento), *Solanum melongena* (berenjena), *Solanum mycopersicum* (tomate), *Cucumis melo* (melón), *Citrullus lanatus* (sandía) y *Vicia faba* (haba) (Ruiz y Melián; 2006).
  
- **Hábitats de interés y hábitats prioritarios (\*)**
  - 92D0: Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio - Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*).
  - 7210: Turberas calcáreas del *Cladium mariscus* y con especies de *Caricion davallianae* (\*) (MITECO, 2013).
  - 6430: Megaforbos eutrofos higrófilos de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino.
  - 6420: Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*.
  - 6210: Prados secos seminaturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (*Festuco - Brometalia*).
  - 3280: Ríos mediterráneos de caudal permanente del *Paspalo-Agrostidion* con cortinas vegetales ribereñas de *Salix* y *Populus alba*.
  - 1430: Matorrales halo-nitrófilos (*Pegano-Salsoletea*) (MITECO, 2021).



- **Flora silvestre**

- **Riparia:** *Phragmites australis* (carrizo), *Juncus* sp. (junco), *Typha* sp. (anea), *Populus* sp. (álamo), *Tamarix gallica* (taray), *Vitis vinifera* (parra silvestre), *Lonicera etrusca* (madreselva), *Nerium oleander* (adelfa), *Ulmus minor* (olmo), *Chamaerops humilis* (palmito), *Erica arborea* (brezo), *Myrtus communis* (mirto), *Celtis australis* (almez), *Pistacia lentiscus* (lentisco) y *Artemisia absinthium* (ajenjo).
- **Otros ambientes:** *Tetraclinis articulata* (Sabinar o ciprés de Cartagena), *Juniperus oxycedrus* subsp. *badia* y *Juniperus turbinata* (sabinas), *Quercus ilex* (encina), *Quercus faginea* (roble valenciano), *Prunus mahaleb* y *Prunus prostrata* (cerezos silvestres), *Salvia argentea* (salvia blanca) y *Teucrium libanitis* (tomillo amargo) (CHSegura, 2021; CARM, 2010).

- **Flora endémica**

- *Anagallis tenella* (Anagálide de pantano), *Sarcocapnos baetica* (zapaticos de la virgen), *Viola cazorlensis* (violeta de Cazorla), *Hormathophylla baetica* (hormatofila), *Geranium cazorlense* (geranio de Cazorla), *Aquilegia cazorlensis* (aguileña de Cazorla) y *Narcissus longispathus* (narciso de Cazorla) (CHSegura, 2021; Universidad de Murcia, 2022).

- **Flora exótica invasora**

- *Agave* sp. (piterra), *Opuntia* sp., *Acacia saligna* y *Acacia farnesiana* (Acacias), *Arundo donax* (caña), *Ailanthus altissima* (ailanto), *Robinia pseudoacacia* (falsa acacia), *Lonicera japonica* (madreselva), *Araujia sericifera* (planta cruel), *Austrocyllindropuntia backeb* (chumbera borde), *Cortaderia selloana* (plumero de la Pampa), *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Lantana camara* (bandera española), *Nicotiana glauca* (gandul), *Pennisetum setaceum* (rabo de gato), *Populus x canadensis* (chopo híbrido), *Zygophyllum fabago* (morsana) (Oliva-Paterna et al., 2019).

Estas especies y asociaciones florísticas resultan en el hábitat de gran variedad de fauna, como la que se enumera a continuación. Nótese la presencia de un gran número de especies exóticas invasoras de flora y fauna, tanto en la zona de estudio, como a lo largo de toda la cuenca. A su vez, se destaca la presencia de endemismos, muchos de los cuales se encuentran custodiados por figuras de protección y conservación, junto a numerosas especies silvestres (MITECO, 2021; CARM, 2009).

- **Fauna silvestre**

- Avifauna: *Ardea cinerea* (garza real), *Ardea purpurea* (garza imperial), *Nycticorax nycticorax* (martinete), *Ixobrychus minutus* (avetorillo común), *Fulica atra* (focha común), *Calonectris diomedea diomedea* (pardela cenicienta), *Chersophilus duponti* (alondra de Dupont o ricotí), *Circus pygargus* (aguilucho cenizo), *Hydrobates pelagicus* (paíño europeo), *Larus audouinii* (gaviota de Audouin), *Phalacrocorax aristotelis* (cormorán moñudo), *Pterocles orientalis* (ortega), *Recurvirostra avosetta* (avoceta común), *Sterna albifrons* (charrancito común), *Tetrax tetrax* (sisón común), *Gallinula chloropus* (gallineta), *Anser anser* (ansar común), *Turdus merula* (mirlo común), *Carduelis chloris* (verderón común), *Hieraaetus fasciatus* (águila perdicera), *Falco naumanni* (cernícalo primilla), *Otis tarda* (avutarda) y *Oxyura leucocephala* (malvasía cabeciblanca).
- Anfibios y reptiles: *Pelophylax perezi* (rana común), *Pelobates cultripes* (sapo de espuelas) y *Testudo graeca* (tortuga mora).
- Ictiofauna: *Anguilla anguilla* (anguila), *Salmo trutta* (trucha común),
- Mamíferos: *Vulpes vulpes* (zorro), *Sus scrofa* (jabalí), *Lepus europaeus* (liebre), *Erinaceus europaeus* (erizo común), *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Lutra lutra* (nutria), *Lynx pardina* (lince), *Myotis capaccinii* (murciélago ratonero patudo) y *Rhinolophus mehelyi* (murciélago mediano de herradura) (Región de Murcia Digital, 2004; CARM, 2009).

- **Fauna endémica**

- *Algyroides marchi* (Lagartija de Valverde), *Sciurus segurae* (ardilla del Segura), *Graellsia isabellae* (mariposa isabelina), *Gobio lozanoi* (gobio), *Pseudochondrostoma polylepis* (boga del Tajo), *Cobitis palúdica* (colmilleja) *Luciobarbus sclateri* (barbo del sur), *Squalius pyrenaicus* (cacho) y *Aphanius Iberus* (fartet) (CHSegura, 2015; Oliva et al., 2019).

- **Fauna exótica invasora**

- Avifauna: *Estrilda* spp. (pico de coral).
- Reptiles: *Trachemys scripta elegans* (galápago de orejas rojas).
- Ictiofauna: *Esox Lucius* (lucio), *Micropterus salmoides* (perca americana), *Lepomis gibbosus* (pez sol), *Sander lucioperca* (lucio-perca), *Gambusia holbrooki* (gambusia), *Cyprinus carpio* (carpa común), *Gobio lozanoi* (gobio), *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris), *Pseudochondrostoma polylepis* (boga del Tajo), *Alburnus alburnus* (alburno), *Carassius auratus* (carpín dorado) y *Cobitis paludica* (colmilleja).

- Crustáceos: *Callinectes sapidus* (cangrejo azul o jaiba), *Lernaea cyprinacea* (gusano ancla) y *Procambarus clarkii* (cangrejo rojo americano o cangrejo de las marismas).
- Moluscos: *Corbicula fluminea* (almeja asiática).
- Nematodos: *Anguillicola crassus* (gusano de vejiga natatoria).
- Artrópodos: *Aedes albopictus* (mosquito tigre) y *Rhynchophorus ferrugineus* (picudo rojo de la palmera) (Oliva-Paterna et al., 2019).

### 3.6. Ocupación del territorio

Como ya se ha mencionado, la cuenca del Segura integra varias regiones limítrofes en distinta proporción. Ello sucede tanto a nivel territorial como demográfico, y en este sentido destacan las dos provincias estudiadas. Por una parte, Murcia se encuentra dentro de la cuenca en su totalidad y ocupa menos del 60% de esta; mientras que solo una quinta parte de Alicante pertenece a ella, representando menos del 7% de la superficie total. Pese a esta diferencia territorial, Alicante contiene la mayor densidad de población dentro de la demarcación, representando el 20% de la población total, frente al 76% que representa Murcia (CHSegura, 2015).

Por otro lado, la cuenca se caracteriza por ser un espacio agrícola de regadío intensivo de los más productivos de España, cuya superficie aumenta de manera notable con el paso del tiempo: 65.000 hectáreas en los años 70 (Herin, 1972), 244.693 en 2004 (JCRMO, 2007) y en la actualidad se calculan más de 260.000 hectáreas (Greenpeace, 2022). Deben considerarse, además, las 17.000 hectáreas ilegales que hacen uso privativo de las aguas sin autorización y contribuyen a su contaminación sin supervisión (La Opinión de Murcia, 2022). Se adjunta el Mapa 3.11 en representación de los usos del suelo de la demarcación (proyecto Corinne Land Cover, 2018), donde confluyen el mosaico de cultivos, terrenos agrícolas y espacios de vegetación natural, con las zonas industriales y los tejidos urbanos en la zona de estudio.

Constatando la importancia agrícola de la zona, las demás actividades económicas principales de la ciudad alicantina son los servicios y la industria, mientras que en la parte murciana predominan el comercio, el transporte y la restauración. Además del aumento del área industrializada (Ruiz y Melián, 2006), el turismo ha ido adquiriendo mayor peso en los últimos años a nivel autonómico, suponiendo el 9,8% del Producto Interior Bruto (PIB) para la Región de Murcia y el 15,5% para la Comunidad Valenciana (Exceltur, 2023). Concretamente, cabe destacar que la zona del Bajo Segura acumula el 7% del PIB turístico

de la provincia de Alicante y que Orihuela es el séptimo municipio a nivel nacional con mayor número de segundas residencias (Llopis et al., 2019).

Las fluctuaciones demográficas también han sido notables en la zona de estudio a lo largo del tiempo (Figura 3.17), produciéndose, además, la incorporación de nuevas pedanías y la independización de otras (MAP, 2008). En la actualidad existen, en la zona de estudio, 28 pedanías correspondientes al municipio de Murcia y 14 del término de Orihuela.

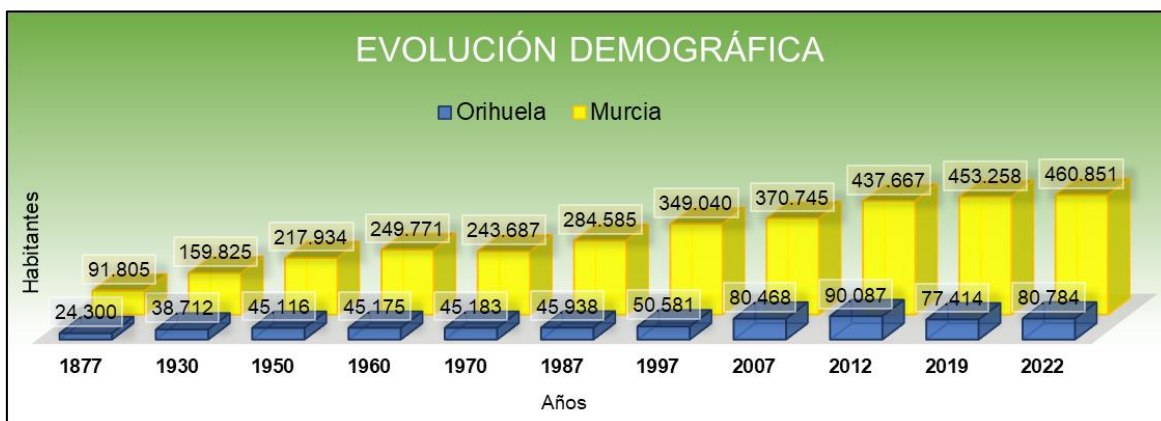


Figura 3.17. Evolución demográfica de los términos municipales de Murcia y Orihuela. Fuente: elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística (INE) (2022).

Desde el punto de vista de la ordenación territorial, las huertas del Segura han vivido bajo la amenaza de inundaciones y sequías durante siglos. Pero, con la construcción de la presa y embalse del Talave en 1917, la intención de ordenar y controlar el río se materializa en menos de cincuenta años (Herin, 1972). Posteriormente, ha ido aumentando la instalación de infraestructuras hidráulicas dependientes (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Infraestructuras hidráulicas en el total de la cuenca del Segura y en la zona de estudio.  
Fuente: elaboración propia a partir de la CHSegura (2015).

Tipo de infraestructura		N.º total elementos	N.º elementos en la zona de estudio
Estaciones de tratamiento	EDARs	206 (año 2012)	6
	ETAPs	11	1
Obras de regulación	Azudes	72 de alturas superiores a 2 metros. 58 de ellos impiden el remonte de peces.	10
	Presas	33 mayores a 10 metros de altura.	0
Desaladoras	IDAMs	13	0

Además de estas infraestructuras, cabe considerar la existencia de centrales eléctricas igualmente dependientes a lo largo de toda la cuenca, más de una treintena de puentes y/o cruces de viales en el tramo entre Murcia y Orihuela susceptibles de sufrir daños o derribo por inundación y numerosas estructuras lineales y vías de transporte (Mapa 3.12); a la que se le suman la presencia de molinos, norias acequias y azarbes tradicionales (Mapa 3.13), reseñables debido a su elevado valor cultural (Región de Murcia Digital, 2004).

A su vez, las aguas de la Demarcación se ven sometidas a una serie de presiones como consecuencia de su aprovechamiento y gestión, como son la presencia de vertederos, la contaminación por fuentes difusas y vertidos, las extracciones y/o alteraciones morfológicas y la presencia de especies alóctonas (CHSegura, 2015). Estos factores, se gestionan, en principio, a través de las distintas disposiciones normativas descritas en apartados anteriores, entre las cuales también destacan las que establece y regula el Dominio Público Hidráulico (DPH), que, tal y como ya se ha señalado, delimita aquellas zonas de uso público y/o privado cercanas al río, y, por tanto, condiciona y determina aquellas actividades que pueden alterar el cauce y sus inmediaciones (Figura

3.18). La zona de estudio se encuentra bajo el sistema de linde y actualmente son muy escasas las zonas deslindadas del DPH.

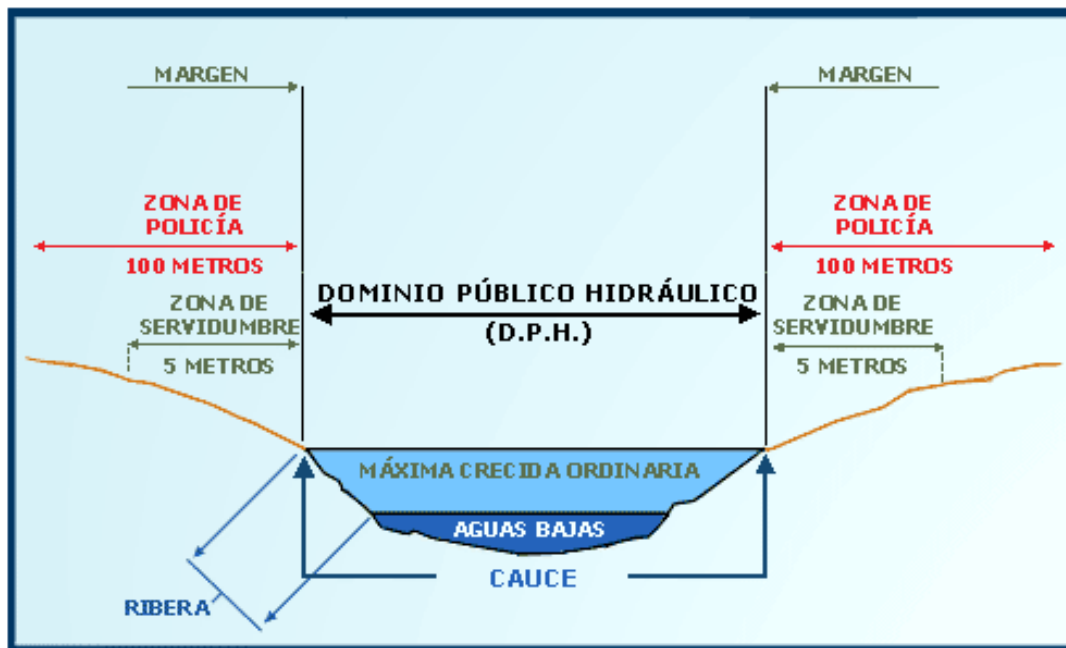


Figura 3.18. Deslinde de las zonas del río establecido por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Fuente: MITECO (2021).

Tal y como expone el MITECO, la zona de servidumbre se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento; mientras que la amplitud de la zona de policía y sus usos del suelo variarán en función de donde se concentre preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde se puedan producir graves daños para las personas y los bienes en una avenida con periodo de retorno de 100 años.

Por tanto, esta diferenciación entre los límites del Dominio Público Hidráulico y sus zonas asociadas, resulta relevante tanto para la protección del propio dominio como por su importancia en la prevención y disminución de riesgos potenciales en las áreas contiguas, en conjunción con la delimitación de las zonas inundables correspondientes a avenidas con distintos periodos de retorno.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

Tal como se ha indicado en la parte inicial de este trabajo, el objetivo del presente estudio es realizar un análisis de las condiciones hidrológicas y ecológicas en el tramo del Segura entre Murcia y Orihuela, así como una estimación del riesgo de inundación para poder ofrecer un diagnóstico y propuestas de gestión en la materia.

El análisis hidrológico del cauce ha requerido de una recopilación de información histórica del estatus de la cuenca, para lo que se ha realizado una búsqueda bibliográfica, tanto de literatura científica, como de informes técnicos procedentes de diferentes administraciones públicas u organizaciones.

La estimación de riesgo, así como el diagnóstico se han apoyado en parte en fuentes bibliográficas, pero han tenido un importante soporte cartográfico. Para llevar a cabo la elaboración y análisis cartográficos, se ha contado con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que ha permitido la delimitación de la zona de estudio, su caracterización ambiental, así como el análisis de la información de la propiedad del suelo.

A continuación, se detallan estos materiales y metodologías empleados para elaborar los resultados presentados.

### 4.1. Recopilación bibliográfica

Con el fin de llevar a cabo la revisión documental para el presente TFG, se ha acudido a fuentes de información de entidades públicas, incluidas normativas y legislación, así como a informes técnicos y literatura científica.

En primer lugar, los Boletines Oficiales tanto estatales y regionales como europeos, poseen toda la normativa publicada, incluyendo tanto la consolidada como aquellas disposiciones que han sido derogadas a la fecha de consulta.

A su vez, la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) contiene en su página web tanto información relativa a sus distintas competencias, como la legislación correspondiente a su ámbito de aplicación.

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) también ha resultado en una fuente de consulta frecuente, ya que en su página oficial dispone de una amplia gama de temáticas relativas a la conservación de la biodiversidad y a la gestión del territorio junto a su normativa asociada también a nivel europeo y regional. A nivel regional, el estudio de especies de flora y fauna silvestre se ha llevado a cabo teniendo en cuenta su presencia en el Catálogo de Especies Amenazadas de la Región de

Murcia, debido a que, al incluirse toda la región dentro del espacio de la cuenca y, además encontrarse aguas arriba del resto de la zona de estudio, se considera que puede tener una mayor representatividad y una mayor influencia sobre la zona contigua.

Se destacan, por otro lado, los archivos históricos de Protección Civil como soporte bibliográfico para llevar a cabo el análisis y descripción cronológica de las inundaciones de mayor relevancia en los siglos anteriores. Este organismo dispone de tomos descriptivos que reúnen información de los eventos acaecidos en el Segura desde 1494 hasta 1974 (Protección Civil, 2020), lo cual permite conocer aquellos sucesos que afectaron a sendas ciudades bajo las condiciones geográficas y sociales de entonces. La primera inundación que afectó a la zona de estudio está datada en 1529. Sin embargo, la ausencia de datos descriptivos no ha permitido seleccionar eventos anteriores a 1879.

Por su parte, las publicaciones de prensa a través de *webs* relacionadas, como *iAgua* y, especialmente aquellas de carácter regional, como *La Verdad*, *La Opinión de Murcia* o *Vega Baja Digital*, han complementado la información relativa a las causas y consecuencias de los episodios de avenida, así como el sesgo y la ausencia de datos de caudal y altura del agua de las distintas estaciones de aforo presentes en la zona de estudio, documentadas por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

A nivel científico, se destacan los artículos relacionados con la temática de inundaciones y cambio climático (Ollero, 2014), especialmente en la zona mediterránea y concretamente en la cuenca del Segura y sus vegas Media y Baja (Herin, 1972; Olcina, 2020; Ferreras, 2004, etc.); mientras que, a nivel técnico y en el ámbito tanto regional como nacional se destacan, los planes de prevención y gestión de inundaciones, de restauración de ecosistemas fluviales y las iniciativas regionales: Guía Metodológica Sobre Buenas Prácticas En Restauración Fluvial, Plan Vega Renhace, PATRICOVA, Planes regionales de Protección Civil). Todo ello ha contribuido al conocimiento y comprensión tanto de la problemática expuesta y su desarrollo en el tiempo, como del procedimiento que se lleva a cabo para afrontarla a nivel institucional y privado.

Finalmente, la revisión y citación de documentos se ha llevado a cabo a través del gestor bibliográfico de Mendeley y siguiendo las normas APA vigentes.



## 4.2. Datos y análisis hidrológico

### 4.2.1. Datos de aforo

A lo largo del tramo estudiado, hay instaladas seis estaciones de aforo dispuestas en dirección desde Murcia a Orihuela. Dependiendo de su antigüedad y su funcionamiento, han registrado datos en distintos periodos de tiempo (Tabla 4.1):

Tabla 4.1. Estaciones de aforo del tramo del Segura Murcia-Orihuela. Fuente: elaboración propia a partir del CEDEX (2019).

Numeración	Denominación	En funcionamiento	Rango de datos	Años incompletos
EA-021-PR	Murcia (azud del Malecón)	no	1911-1950	4
EA-164	Alquerías	sí	2005-2018	3
EA-064	Beniel	sí	1968-2018	8
EA-028	Orihuela	no	1911-1992	8
EA-128	Orihuela (pasarela de las Salesas)	no	2006-2012	4
EA-028-PR1	Orihuela (azud de la Chorrera)	No registrada	sin datos	sin datos

Debido a la intermitencia de los datos de las estaciones de aforo, se ha descartado la viabilidad de hacer un estudio general de la evolución del régimen hidrológico mediante la elaboración de hidrogramas representativos, por lo que se ha optado por llevar a cabo un análisis de recurrencia e intensidad de las crecidas a través de los datos de precipitación y caudal disponibles.

Así pues, mediante el estudio de los datos de las distintas estaciones y de las características de la cuenca, la Confederación ha establecido una serie de caudales asociados a periodos de retorno para las zonas de Murcia y Orihuela, basados en los mapas de peligrosidad por inundación fluvial elaborados por el MITECO y las cuencas intracomunitarias por las administraciones hidráulicas competentes en cada Comunidad Autónoma (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Caudales para 10, 100 y 500 años de período de retorno en las dos zonas del tramo estudiado. Fuente: SNCZI (2022).

<b>Subcuenca</b>	<b>Q<sub>10</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q<sub>100</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q<sub>500</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Vega Baja</b>	238	940	1950
<b>Vega Media</b>	131	596	1431

Por otro lado, las estaciones meteorológicas se encuentran ubicadas en los distintos embalses de la cuenca, cuya información se complementa con la que registran aquellas instaladas por la *Associació Valenciana de Meteorologia* en conjunto con Meteorihuela (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Distribución de las distintas estaciones meteorológicas a nivel de cuenca y a nivel local. Fuente: elaboración propia extraída de la CHSegura (2021) y de la web de Meteorihuela (2016).

<b>CHSegura</b>		<b>Meteorihuela</b>	
<b>Numeración</b>	<b>Denominación</b>	<b>Numeración (propia)</b>	<b>Denominación</b>
METEO EM-100	Embalse de Algeciras	1	Puente Tocinos
METEO 7168	Embalse de la Cierva	2	Santa Cruz
METEO 7156 E	Embalse de Mayés	3	Desamparados
METEO 7239	Embalse de Santomera	4	Lo Cabello
METEO EM-085	Embalse de la Pedrera	5	Orihuela C.U./ Severo Ochoa

A partir del conjunto de datos históricos de las redes de medida operativas, *iAgua* publica un valor de precipitaciones diarias, en milímetros, para cada periodo de retorno (Herrero, 2019). Estos valores han sido tenidos en cuenta en el análisis comparativo de los eventos de inundación (Tablas 4.4 y 4.5).

Tabla 4.4. Precipitaciones diarias para diferentes periodos de retorno en la zona de la Vega Baja. Fuente: Herrero (2019).

<b>Pd (10 años)</b>	<b>Pd (25 años)</b>	<b>Pd (50 años)</b>	<b>Pd (100 años)</b>	<b>Pd (500 años)</b>
82 mm	105 mm	123 mm	143 mm	193 mm

Tabla 4.5. Precipitaciones diarias para diferentes periodos de retorno en la zona de la Vega Media.  
Fuente: Mestre y Rodríguez (2015).

<b>Pd</b> (10 años)	<b>Pd</b> (25 años)	<b>Pd</b> (50 años)	<b>Pd</b> (100 años)	<b>Pd</b> (500 años)
105 mm	130 mm	148 mm	167 mm	204 mm

#### 4.2.2. Situaciones de precipitación y eventos de crecida

Con el fin de llevar a cabo un análisis cronológico, descriptivo y comparativo de los factores relacionados con las causas y consecuencias de las inundaciones; la relevancia y magnitud de los eventos, la disponibilidad de información significativa al respecto y la representatividad de los datos disponibles en relación con los periodos de retorno, han resultado los tres condicionantes en los que se ha basado la selección y descripción de los sucesos.

La información obtenida se ha complementado con aquella recogida en organismos oficiales tales como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), y con la observación de mapas meteorológicos históricos en páginas web como [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de). Este tipo de mapas contiene un conjunto de componentes que resultan en factores decisivos para prever el desarrollo de los fenómenos de precipitación intensa y/o torrencial, los cuales se han identificado, descrito e interpretado en base a las determinaciones seguidamente expuestas:

Se ha considerado, por un lado, que las inestabilidades atmosféricas precursoras de los episodios de inundación pueden sucederse a tres escalas distintas, por lo que la relevancia de estos será considerada en función de su alcance, duración y efectos: a nivel sinóptico se encuentran las borrascas, estructuras caracterizadas por ocupar dimensiones del orden de miles de kilómetros y perdurar a lo largo de varios días; mientras que las tormentas que se suceden a escala local suelen alcanzar las decenas de kilómetros y unas pocas horas de duración. A nivel medio se forman los denominados sistemas convectivos de mesoescala, agrupaciones de tormentas que abarcan extensiones de cientos de kilómetros, cuyo ciclo de vida persiste más de 24 horas.

Por otro lado, cabe subrayar que uno de los condicionantes de la formación y trayectoria de este tipo de perturbaciones son la proveniencia y condiciones de humedad, temperatura, densidad y presión homogéneas de las grandes masas de aire circundantes. En el presente estudio, su identificación y procedencia se ha basado en la clasificación de la Figura 4.1, que incluye la presencia de las gotas frías y su posición relativa al resto de masas de aire.

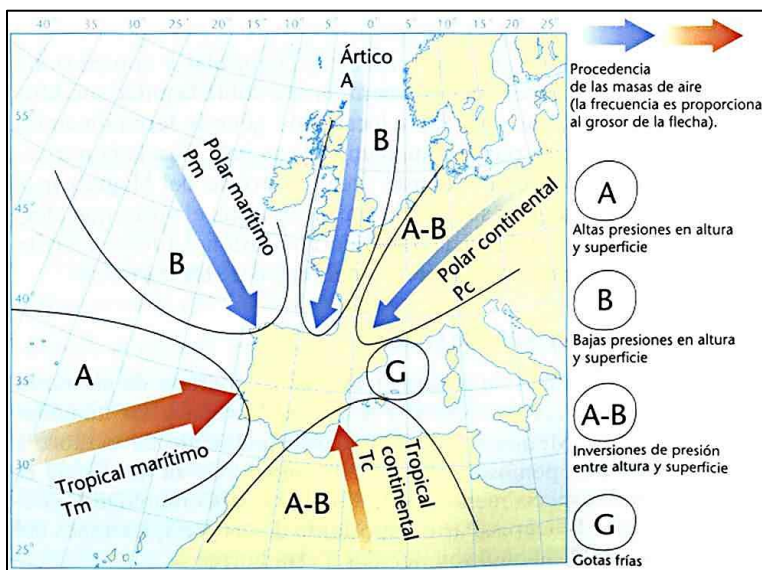


Figura 4.1. Frecuencia y características de las distintas masas de aire que afectan a la Península Ibérica. Fuente: Abio (2019).

Cabe recordar que estas gotas frías, acepción coloquial de las DANAs, resultan del estrangulamiento y/o embolsamiento de las corrientes en “chorro” que circulan a grandes velocidades y alturas y es uno de los mecanismos atmosféricos que a nivel sinóptico puede reunir todos los ingredientes necesarios para generar lluvias torrenciales. Al tratarse de perturbaciones de altura cuya propagación de arriba abajo puede observarse en los mapas meteorológicos, se ha tenido en cuenta que en su fase inicial y de madurez puedan apreciarse en los mapas de altura (250, 300 y en 500 hPa); pero, a medida que su movimiento se hace más lento, la perturbación, siempre y cuando sea intensa, se propaga hacia abajo y se ve reflejada en los mapas de 700 hPa: circulación cerrada y mínimo de temperatura en su seno (Martín, 2003). En este caso, se dispone de mapas de 850 hPa que permiten, a su vez, observar la incidencia de dichas masas de aire a alturas medias mediante la representación de la variación de temperatura.

De acuerdo con todo lo anterior, se han elaborado fichas explicativas de los eventos de inundación de los años 1879, 1987, 2012 y 2019 con los siguientes contenidos descriptivos:

- **Situación meteorológica**
  - Descripción de las causas originarias
  - Mapas representativos del fenómeno: variables, centros de acción, masas de aire y gradiente (viento)
- **Características del episodio**
  - Naturaleza o tipo de fenómeno

- Riesgo asociado
- Duración
- Condicionantes
- Precipitación máxima
- Caudal máximo
- Otras: alturas máximas, alcance de la tormenta, etc.
- **Efectos sobre el medio físico y socioeconómico**
  - Directos
  - Indirectos
- **Medidas más destacables**
- **Imágenes**
  - Imágenes de satélite, grabados y/o fotografías
- **Referencias**

Finalmente, se ha estudiado la variación de caudal y precipitación de los eventos de inundación (entre los cuales se destacan los descritos en las fichas) así como la tendencia anual y mensual de dichos episodios. La diferencia de información en la zona de estudio que conlleva la división administrativa existente implica llevar a cabo el análisis comparativo de caudales y precipitaciones en base a los valores medios entre la Vega Media y la Vega Baja, y también respecto a los valores medios de los periodos de retorno.

#### 4.3. Cartografía temática y ortofotos

Los organismos oficiales disponen, a su vez, de cartografía temática elaborada dentro de su ámbito, la cual también puede consultarse por medio de sus visores web, permitiendo así interrelacionar las distintas variables estudiadas.

A nivel nacional, el MITECO publica el Atlas de los Paisajes de España a través del Convenio Europeo del Paisaje en 2004 a escala 1:1.000.000; mientras que el IGN, a través del proyecto *Corine Land Cover* de la Agencia Europea de Medio Ambiente (versiones 1990 y 2018), dispone de los usos del suelo a escala 1:100.000. La información de ambas temáticas se encuentra en formato SHP y sistema de referencia ETRS89.

A través de la página oficial de la CHS se ha efectuado la descarga de cartografía vectorial en formato SHP (*shape*) asociada al sistema de referencia ETRS89, con una escala variable entre 1:250.000 y 1:800.000 y en proyección UTM huso 30; la cual contiene, para interés del presente trabajo, además de la delimitación de la cuenca y sus municipios,

tanto información de la red hidrológica como de las zonas protegidas (LIC y ZEPA) y las vulnerables por contaminación de nitratos. A su vez, el visor de la CHS, integrado dentro del visor cartográfico de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHSIC, 2016), alberga datos cartográficos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a nivel de cuenca, permitiendo interrelacionar los elementos característicos de ambas provincias involucradas.

Con el objeto de mejorar la percepción de los rasgos físicos de la cuenca, se han incorporado al SIG capas en formato ráster del Modelo Digital del Terreno (MDT), - proveniente de los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) - con paso de malla de 25 metros, sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso correspondiente, disponible por hojas del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN50) en el IGN. Estos modelos se obtienen por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos LIDAR de la primera cobertura del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Asimismo, este organismo contiene las series de ortofotos descargadas para llevar a cabo el análisis cronológico de cambios en la zona de estudio, que de forma particular presentan las siguientes características:

- **Ortofoto de 1929**

Vuelo fotogramétrico de la Cuenca del Segura realizado por Julio Ruiz de Alda. Escala aproximada 1:10.000. Sistema Geodésico de referencia ED50, proyección UTM huso 30 extendido.

- **Ortofoto de 1956**

Vuelo Americano (serie B), realizado por el *Army Map Service* de EE. UU. Escala aproximada 1:32.000. Sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM.

- **Ortofoto de 1977**

Vuelo Interministerial, a cargo de los Ministerios de Agricultura, Obras Públicas y Urbanismo, Hacienda, del Aire y del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional). Escala aproximada 1:18.000. Sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM.

- **Ortofoto de 1997**

Vuelo OLISTAT Oleícola (para conteo de olivos en el territorio español), realizado por el Ministerio de Agricultura. Escala aproximada 1:40.000. Sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM.

- **Ortofoto de 2007**

Ortofotos históricas del PNOA. Cada mosaico de ortofotos cubre una hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000). Sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM.

- **Ortofoto de 2019**

Ortofoto del PNOA de Máxima Actualidad. Cada mosaico de ortofotos cubre una hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000). Sistema de referencia ETRS89 y proyección UTM.

Por su parte, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) contiene información litológica y geomorfológica también a nivel nacional, actualizada en 2009 y con proyección UTM huso 30 del European Datum 1950 (ED50). Sin embargo, a nivel regional y para interés del presente trabajo, este organismo contiene únicamente el mapa geológico de la Comunidad de Murcia (escala 1:200.000) y este presenta una escasa manejabilidad de los datos publicados, dando lugar a sesgos de información entre las divisiones administrativas involucradas.

#### 4.4. Elaboración de mapas

La elaboración propia de mapas se ha llevado a cabo mediante ArcMap 10.8, aplicación destinada a la gestión y edición cartográfica de datos aportados por los SIG, utilizada en la Escuela Politécnica Superior de Huesca a lo largo del grado cursado. En este programa se han tratado, por un lado, las capas *shape* y *ráster* descargadas dentro del ámbito regional y nacional, y por otro las distintas ortofotos históricas relativas a la zona de estudio.

Con el propósito de homogeneizar la información y facilitar su tratamiento y presentación, en algunos casos se ha requerido del reajuste del tamaño de las capas y la redefinición de proyecciones de coordenadas, para posteriormente poder aplicar geoprocесamientos de convergencia y correlación entre capas y atributos (*clip*, *merge*, *unión*, *intersect*, *extract by mask*). Para el caso de las capas en formato ráster referentes a los mapas de peligrosidad por inundación, la agrupación de capas referentes al mismo periodo de retorno se ha llevado a cabo mediante el geoprocесamiento de formación de mosaicos.

También se ha incorporado un efecto de sombreado (*hillshade*) y transparencia a las capas ráster relativas a los MDT, con el objeto de mejorar la percepción del relieve de algunos de los mapas temáticos elaborados.

El análisis de la evolución del cauce y de las poblaciones principales de la zona ha requerido la georreferenciación y posterior transposición cronológica de las ortofotos descritas anteriormente, para así poder llevar a cabo una digitalización aproximada de polilíneas para el tramo de río seleccionado y de polígonos en el caso de los meandros

colindantes y de las ciudades de Murcia y Orihuela que permitiese calcular la variación de superficie y longitud respecto a periodos anteriores en esta zona.

Con el fin de llevar a cabo una representación de los datos más adecuada en la medida de lo posible, todo lo anterior ha requerido del manejo y adaptación de las escalas gráficas y numéricas debido a la no visualización de contenido, escalas de visualización y leyendas fijadas inoperables y por alteraciones de formato. El sesgo de información descargable entre sendas provincias también ha dificultado la elaboración de mapas conjuntos.

#### 4.5. Estimación del riesgo

Dentro del ámbito de los riesgos naturales, en el presente estudio se ha considerado el concepto de riesgo como la combinación de los factores de exposición, vulnerabilidad y peligrosidad.

Esta definición corresponde a la ecuación general del riesgo, en la que, por un lado, se denomina peligro o peligrosidad a la probabilidad de ocurrencia del suceso, que suele basarse en el radio de acción o extensión de este, la periodicidad o frecuencia (periodo de retorno) y la intensidad o severidad del suceso. Por otro lado, la vulnerabilidad territorial se define como el grado de susceptibilidad de la sociedad y sus bienes en función de sus características: como son los usos del suelo, la tipología de las actividades e infraestructuras implantadas, los sistemas de protección frente al peligro y su eficiencia, etc. Finalmente, la exposición representa al número total de personas o bienes que se ven potencialmente afectados. En este caso, el producto de estos factores determina un mayor o menor riesgo asociado a episodios de inundación para las poblaciones adyacentes.

Con el fin de aportar una visión genérica de la evolución del riesgo en la zona a lo largo del tiempo, se busca poder llevar a cabo un análisis de resultados en base a los tres componentes descritos, partiendo de los datos del año 1929 como valores base y los de 2019 como valores finales.

La exposición se valora en función de la evolución de la superficie urbana de las ciudades de Murcia y Orihuela a lo largo de los años 1929, 1956, 1977, 1997, 2007 y 2019 mediante la digitalización y cálculo del área de la zona de mayor aglomeración urbanística en las ortofotos. Asimismo, se tiene en cuenta la presencia de edificaciones adyacentes (pedanías, zonas industriales), puentes y otras infraestructuras lineales (carreteras, caminos, etc.), cuya localización y visualización se facilita a través de los visores cartográficos de la CHS.



La vulnerabilidad se estima en base a la variación de la longitud del río en el mismo periodo de tiempo que para la exposición, y las acciones llevadas a cabo para ello (canalizaciones, acortamiento de meandros, etc.). A su vez, se consideran los usos del suelo en base a los datos del IGN, que al remontarse hasta 1990 se complementan con los cambios observados a través los mismos visores: sustitución de suelo rural por artificial, cercanía y posición de edificaciones e infraestructuras respecto al río y las zonas inundables (pedanías, depuradoras, industrias, etc.). Dentro de este factor, también se tiene en consideración la presencia de especies exóticas invasoras y el estado de conservación de las especies de mayor interés para la zona, como son las especies endémicas o las especies reflejadas en regímenes de protección.

La peligrosidad se evalúa según la intensidad y frecuencia de los eventos que han provocado inundaciones a los largo de los años 1879, 1987, 2012 y 2019. De acuerdo con los datos de precipitación y caudal correspondientes, se realiza una comparativa de los valores con respecto a los datos actuales asociados a los distintos periodos de retorno (año 2016), recogidos y accesibles dentro del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI); pero también en función de las perspectivas de cambio climático respecto a los regímenes fluviales, de precipitación y temperatura.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Análisis del riesgo

#### 5.1.1. Factores hidrológicos

La cuenca del Segura se caracteriza en su tramo bajo por una alternancia entre los eventos de inundaciones y avenidas por situaciones de crecida tras episodios de intensas precipitaciones (Figura 5.1), y los procesos contingentes de sequía y escasez de agua.

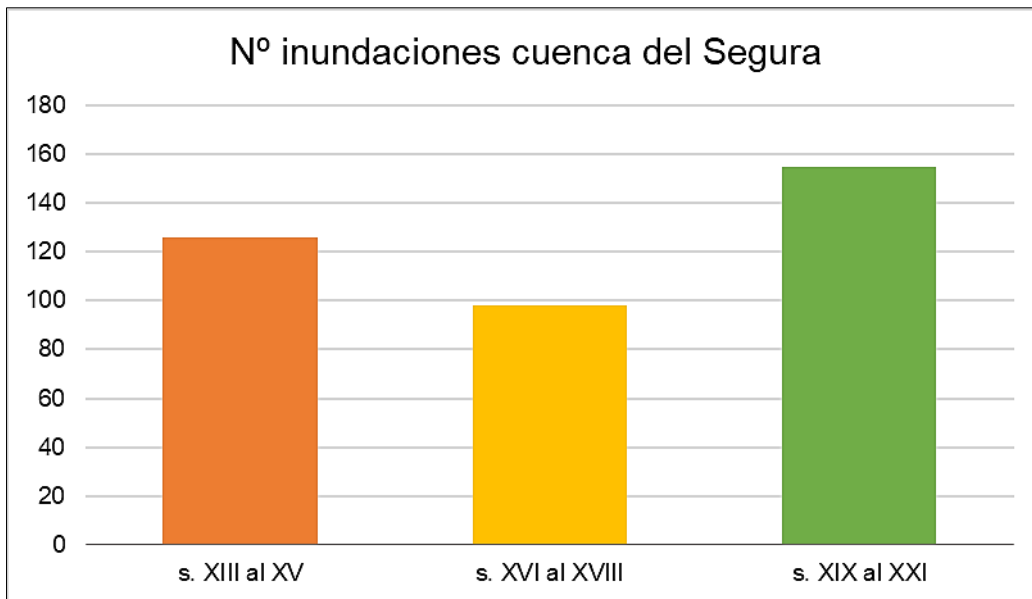


Figura 5.1. Inundaciones registradas en la cuenca del Segura desde el año 1258 hasta 2020. Fuente: elaboración propia.

A su vez, la frecuencia de las inundaciones en cada siglo parece verse incrementada con el paso del tiempo y, pese a que cabe considerar las limitaciones de registro de los siglos anteriores, resultan igualmente llamativos los valores de los últimos veinte años (Figura 5.2).

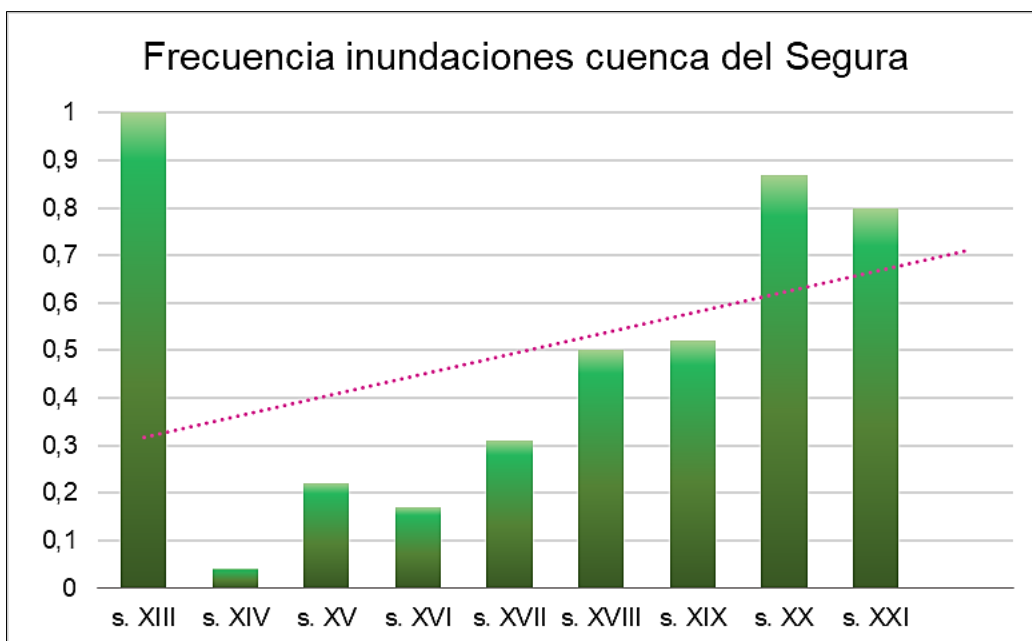


Figura 5.2. Frecuencia de las inundaciones en cada siglo, donde destaca la frecuencia veintenal del siglo presente. Fuente: elaboración propia.

Estos eventos vienen condicionados por la situación climática y meteorológica de la época del año en que se den lugar, por lo que la confluencia de las distintas masas de aire y sus características, junto a las condiciones de temperatura atmosférica y marítima y los vientos predominantes resultarán determinantes en el origen, desarrollo y magnitud de las precipitaciones y consiguientes inundaciones (Figura 5.3).

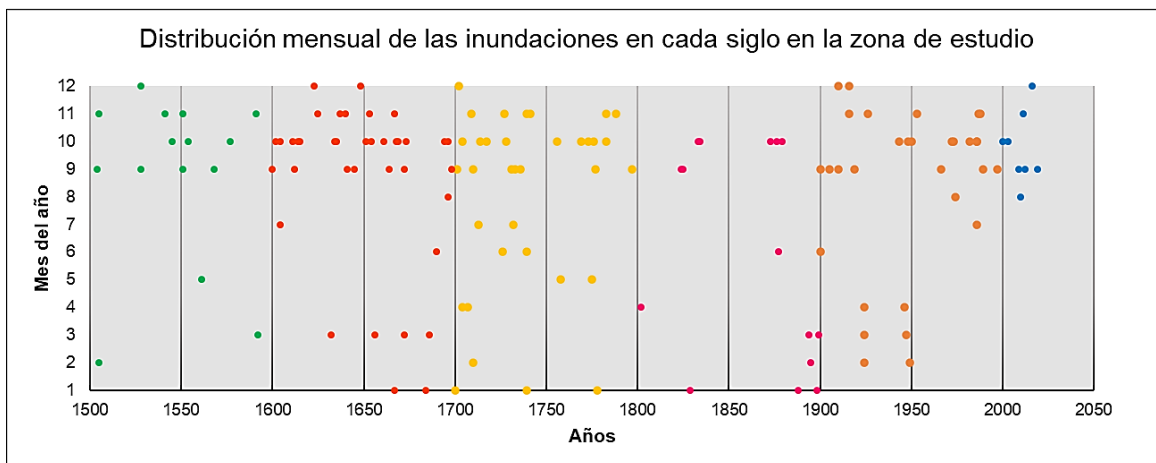


Figura 5.3. Distribución por mes de los eventos de inundación registrados en la zona de estudio y las zonas más próximas. Fuente: elaboración propia.

Tal y como puede observarse, entre los meses con mayor número de episodios destacan septiembre octubre y noviembre, donde se suceden el 65% del total anual (Figura 5.4). Esto suele deberse a que, tras las elevadas temperaturas del periodo estival, se favorece la acumulación de grandes cantidades de vapor de agua en la atmósfera y el consiguiente desarrollo de estructuras convectivas y episodios de precipitación en la zona.

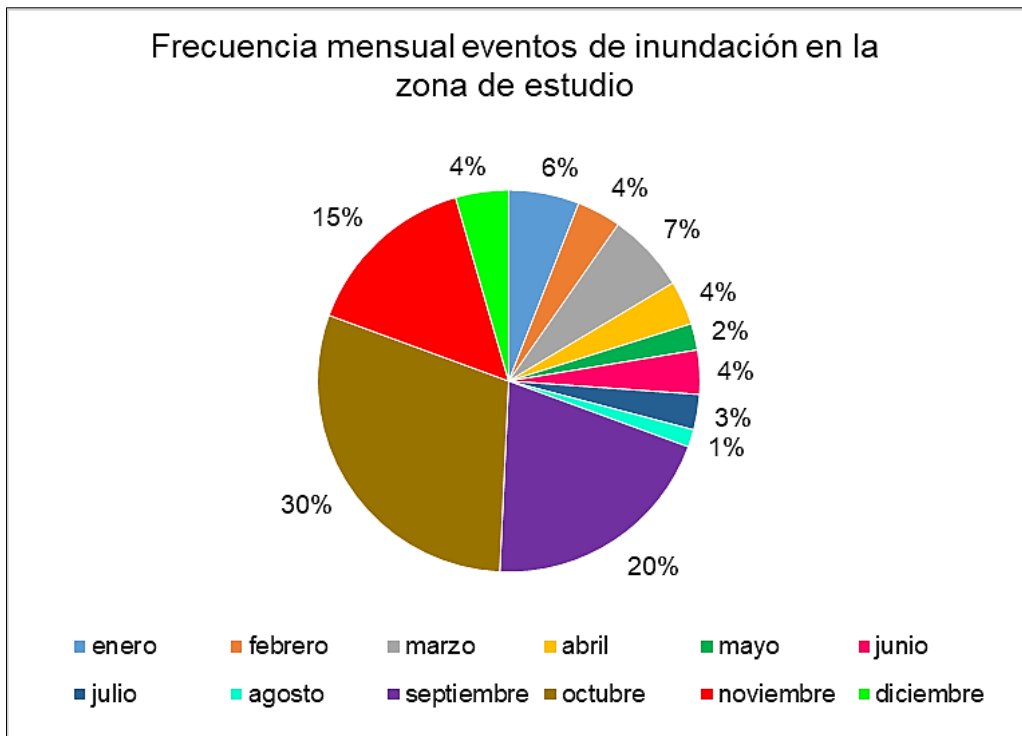


Figura 5.4. Porcentaje de eventos acaecidos en cada mes para el total de los registrados. Fuente: elaboración propia.

En una zona cuya actividad económica se basa principalmente en el mantenimiento y explotación del agroecosistema establecido, conocer esta periodicidad resulta relevante debido a que puede condicionar la siembra o floración, recolección y por tanto posterior comercialización de los cultivos presentes (Figura 5.5).

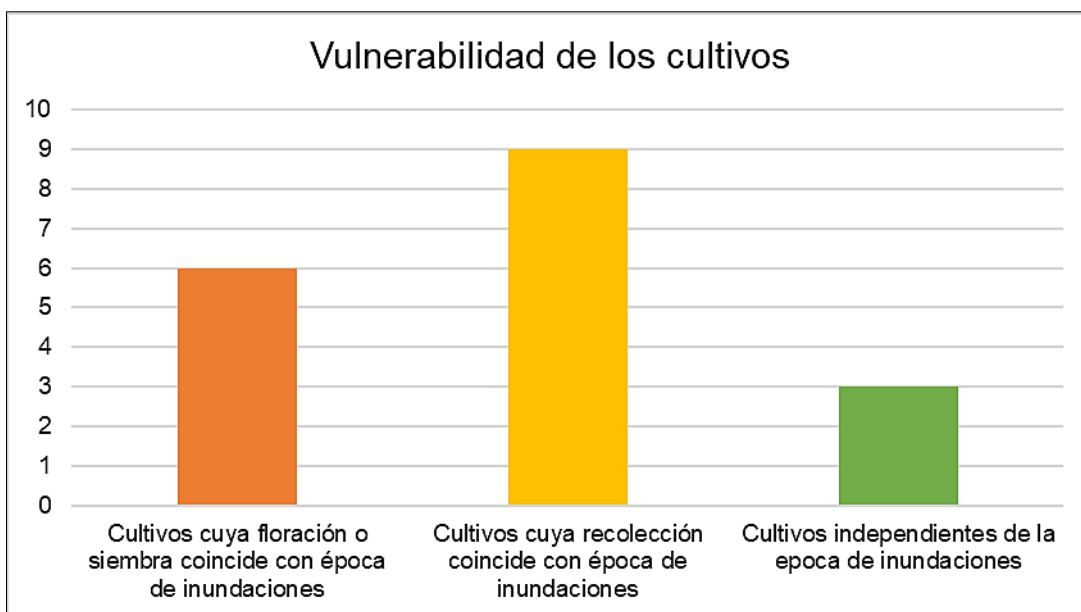


Figura 5.5. Distribución de la floración o siembra y recolección en el periodo comprendido entre septiembre, octubre y/o noviembre relativo a la mayor ocurrencia de inundaciones, para los cultivos destacados en el área de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de MAPAMA (2021).

Seguidamente, se destacan a modo comparativo y a través de fichas descriptivas las características, condicionantes y magnitud de los sucesos acaecidos en los años 1879, 1987, 2012 y 2019.

### Avenida de 1879 (Riada de Santa Teresa)

#### Situación meteorológica

<b>Descripción</b>	Intensas precipitaciones originadas por una borrasca con elevada carga higrométrica proveniente del suroeste, con trayectoria forzada por el estrecho de Gibraltar y los aires fríos en altura. Rápido enfriamiento adiabático y condensación abrupta del agua originados por el efecto orográfico de las sierras de la cabecera del Guadalentín. <sup>(1)</sup>
<b>Mapas representativos</b>	Centros de acción <ul style="list-style-type: none"> <li>- En superficie: pantano barométrico en el Mediterráneo (altas de 1015 hPa con apenas gradiente). Borrasca con núcleo en el norte de Europa. Baja térmica en el golfo de Cádiz y en el Atlántico norte (1000 hPa).</li> <li>- En altura (500 hPa): dorsal desde el sur del Atlántico y vaguada con eje en el norte de Europa. Situación de bajas en el golfo de Cádiz y en el Atlántico norte.</li> </ul>

	- En altura (850 hPa): bajas temperaturas en la región norte de Europa y pequeño embolsamiento de aire frío al sureste de la Península y al oeste de Portugal.
Masas de aire	Influencias de la tropical marítima y la polar continental.
Gradiente (viento)	Viento de componente E en la Península Ibérica. Levante en la zona mediterránea. Gran aporte de humedad en su recorrido.

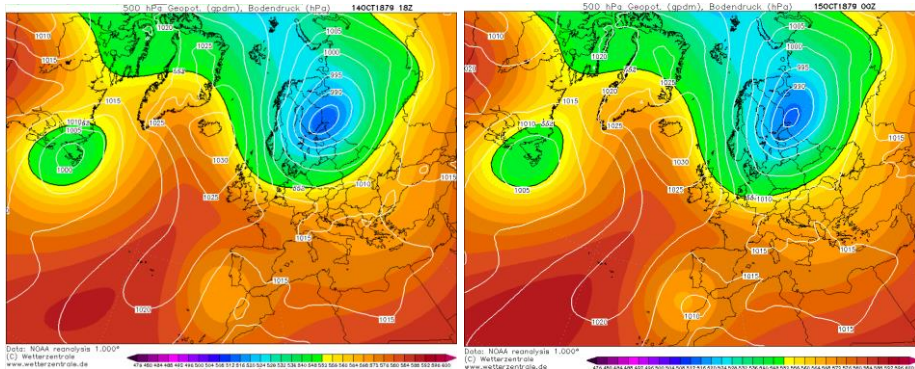


Figura 5.6. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. (2)

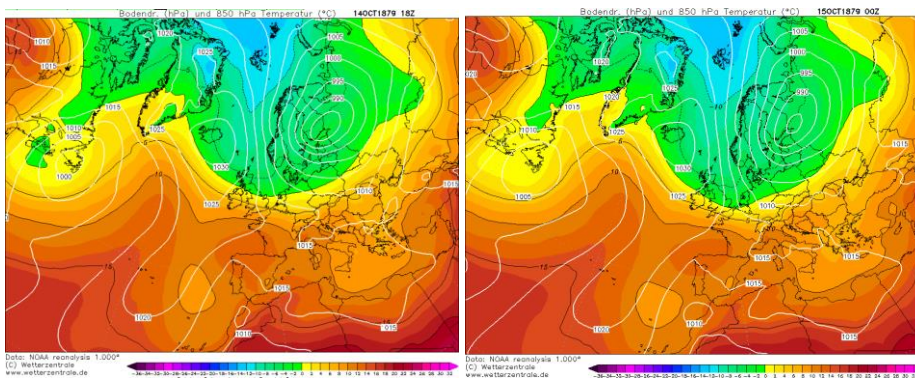


Figura 5.7. Presión en superficie y  $T^a$  en 850 hPa. (2)

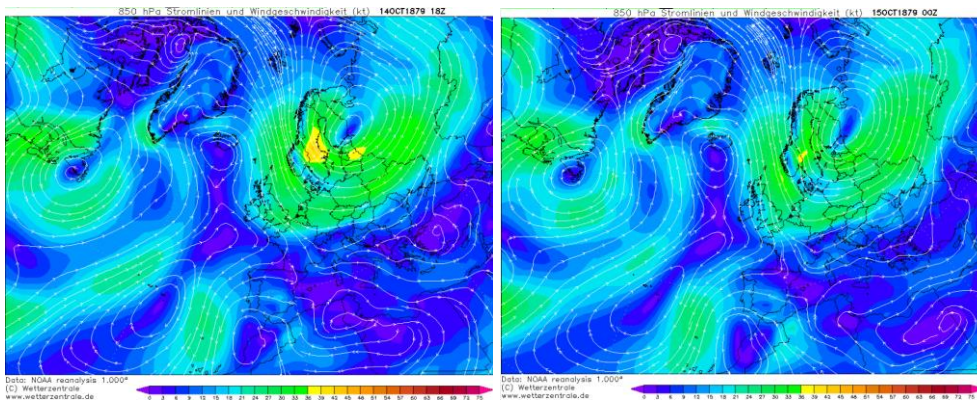


Figura 5.8. Líneas de corriente de 850 hPa y velocidad del viento. (2)

## Características del fenómeno

<b>Naturaleza (tipo)</b>	Lluvias torrenciales
<b>Riesgo asociado</b>	Inundaciones
<b>Duración</b>	14 y 15 de octubre de 1879
<b>Condicionantes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elevada escorrentía superficial debido a un denso sistema de drenaje de barrancos y arroyos con relieves empinados y escasa cubierta vegetal, ocasiona crecidas en los ríos Almanzora, Guadalentín y Segura.</li><li>- Pequeñas poblaciones dispersadas, conformadas por casas de adobe y barracas cercanas a los campos de cultivo.</li><li>- Limitada capacidad de predicción, prevención y respuesta frente a la catástrofe en la época.</li><li>- Parte de la avenida sucede durante la noche: reducida visibilidad. <sup>(1)</sup></li></ul>
<b>Precipitación máx.</b>	600 mm/hora en algunos puntos de la cabecera del Guadalentín. <sup>(1)</sup>
<b>Caudal máx.</b>	Segura: 2.500 m <sup>3</sup> /s a su paso por Murcia <sup>(3)</sup> y 1900 m <sup>3</sup> /s en la zona de Orihuela. <sup>(4)</sup>
<b>Otras</b>	Altura máxima en Murcia: 10 m Altura máxima en Orihuela: 3,8 m Alcance de la tormenta: 150 km <sup>(1)</sup>

## Efectos sobre el medio físico y socioeconómico

<b>Directos</b>	Crecidas en los ríos Almanzora, Guadalentín y Segura. La combinación de los ríos Guadalentín y Segura en situación de crecida provoca la inundación de toda la Vega Baja hasta el mar.
<b>Indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rotura de puentes y acequias.</li><li>- Pérdida de vidas: &gt;1.000 personas y 22.000 animales.</li><li>- Pérdida de infraestructuras: 6.000 viviendas.</li><li>- Arranque y arrastre de frutales, bienes y haciendas.</li><li>- Campo devastado y anegación de 8.000 hectáreas de huerta. <sup>(5)</sup></li><li>- Deposición sobre la huerta de &gt;15.000.000 m<sup>2</sup> de cieno y arenas. <sup>(6)</sup></li><li>- Pérdidas económicas: &gt;8 millones de pesetas</li></ul>

## Medidas destacadas

Proyecto de Obras de Defensa contra las Inundaciones en el Valle del Segura (García y Gaztelu, 1886).

---

## Imágenes

---

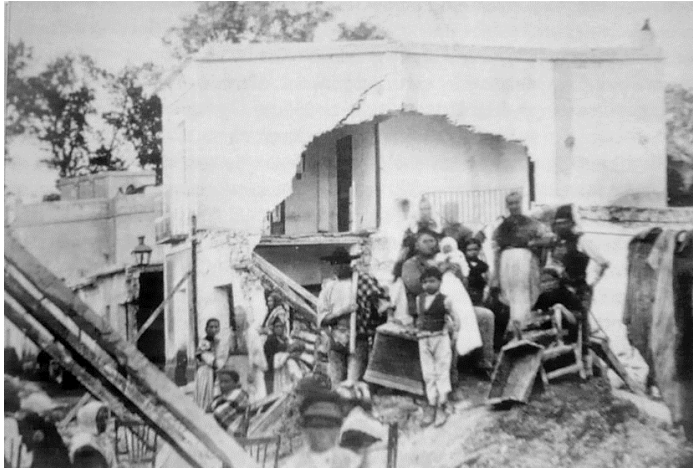


Figura 5.9. Familias en lo que ha quedado de sus hogares tras la riada de 1879. <sup>(7)</sup>



Figura 5.10. Grabado de Gustave Doré de la riada de 1879 a su paso por Murcia. <sup>(8)</sup>

---

## Referencias

---

- (1) Calvo, F., Conesa, C., & Álvarez, Y. (2001). *The flood of October 1879 in the lower Segura - Magnitude and defence effects*. *Estudios Geograficos*, LXII, 242, págs. 7–27. <https://doi.org/10.3989/egeogr.2001.i242.292>
- (2) [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de). *Archivo*. Mapas meteorológicos, observaciones y gráficos. <https://www.wetterzentrale.de/>
- (3) López, F., Navarro, F., Montaner, M. E., Blázquez, F., Cebrián, A., Cerezuela, J., Fernández, C., Gómez, L., Olmos, T., Pellicer, J., & Valcárcel, M. (1978). *Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia*. *Papeles Del Departamento de Geografía*, págs. 49–91.
- (4) Moline, J. (2015). *LA RIADA DEL SEGURA EN 1879 Y LA FIESTA PARÍS-MURCIA O LA DESGRACIA DE UNOS PROVOCA LA FELICIDAD DE OTROS*. *Université François Rabelais, Tours. REVISTA DE ESTUDIOS FILOLÓGICOS N.º 28*.
-



---

[https://www.um.es/tonosdigital/znum28/secciones/relecturas-3--  
la\\_riada\\_del\\_segura.htm#\\_ftn1](https://www.um.es/tonosdigital/znum28/secciones/relecturas-3--la_riada_del_segura.htm#_ftn1)

- (5) Gil, A. (2019). *Ciento cuarenta años de la riada de Santa Teresa*. INFORMACIÓN. <https://www.informacion.es/opinion/2019/09/16/ciento-cuarenta-anos-riada-santa-5328433.html>
- (6) Madrid, M. (2019). *Riada de Santa Teresa, «catástrofe planetaria»*. LA VERDAD. [https://www.laverdad.es/ababol/arte/riada-santa-teresa-20191019215808-  
nt.html#:~:text=El%20caudal%20del%20r%C3%ADo%20fue,Guadalent%C3%ADn%2C%  
20se%20vivieron%20escenas%20dantescas](https://www.laverdad.es/ababol/arte/riada-santa-teresa-20191019215808-nt.html#:~:text=El%20caudal%20del%20r%C3%ADo%20fue,Guadalent%C3%ADn%2C%20se%20vivieron%20escenas%20dantescas)
- (7) REDACCIÓN/AGENCIAS. (2019). *‘La riada de Santa Teresa de 1879: una tragedia en la Huerta de Murcia’*. DiarioSí.com. [https://diariosi.opennemas.com/articulo/cultura-y-ocio/riada-  
santa-teresa-1879-tragedia-huerta-murcia/20191014144623107969.html](https://diariosi.opennemas.com/articulo/cultura-y-ocio/riada-santa-teresa-1879-tragedia-huerta-murcia/20191014144623107969.html)
- (8) LA VERDAD. (2022). *Cronología de riadas en la cuenca del Segura, en imágenes*. [https://www.laverdad.es/murcia/cronologia-riadas-cuenca-20221102124021-  
ga.html#imagen1](https://www.laverdad.es/murcia/cronologia-riadas-cuenca-20221102124021-ga.html#imagen1)
-

## Avenida de 1987

### Situación meteorológica

<b>Descripción</b>	Episodio de lluvias torrenciales caracterizado por una “gota fría” situada primeramente en el Golfo de Cádiz y la presencia, en superficie, de una baja. Sumado con el aire sahariano y las bajas circundantes, se desarrolla un Sistema Convectivo de Mesoescala que afecta a la totalidad de la cuenca. <sup>(1)</sup>	
<b>Mapas representativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En superficie: collado barométrico en la Península Ibérica (en el centro del cuadrante de alternancia entre bajas y altas). Tren de borrascas en el atlántico norte. Baja térmica en el golfo de Cádiz.</li> </ul>	
	Centros de acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En altura (500 hPa): dorsal con eje en el norte de África y vaguadas desde el norte de Europa y Atlántico. Situación de bajas en el golfo de Cádiz y este de Europa y altas en las islas británicas y sur de Europa.</li> <li>- En altura (850 hPa): embolsamientos de aire frío bajan de latitud y empujan el aire cálido proveniente de África.</li> </ul>
	Masas de aire	Presencia de las masas cálidas tropical marítima y continental e incidencia de las masas frías polar continental y polar marítima.
	Gradiente (viento)	Viento de componente NE en la zona mediterránea

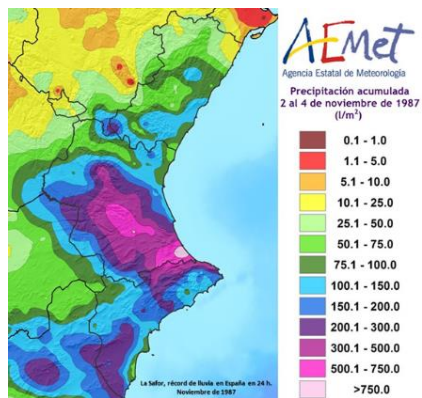


Figura 5.11. Mapa de precipitación acumulada en la Comunidad Valenciana. <sup>(2)</sup>

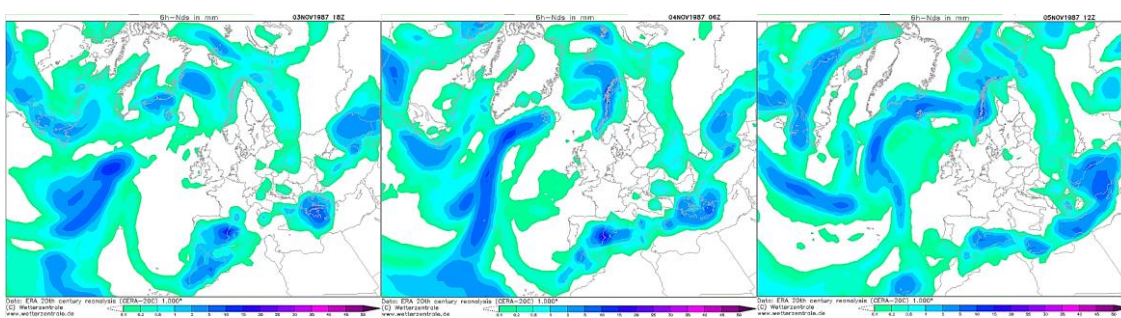


Figura 5.12. Precipitación acumulada cada 6h. Los puntos indican formaciones convectivas. <sup>(3)</sup>

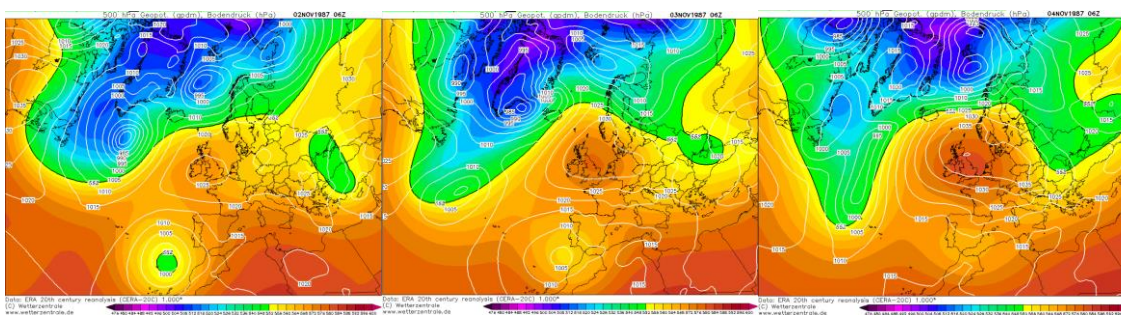


Figura 5.13. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(3)</sup>

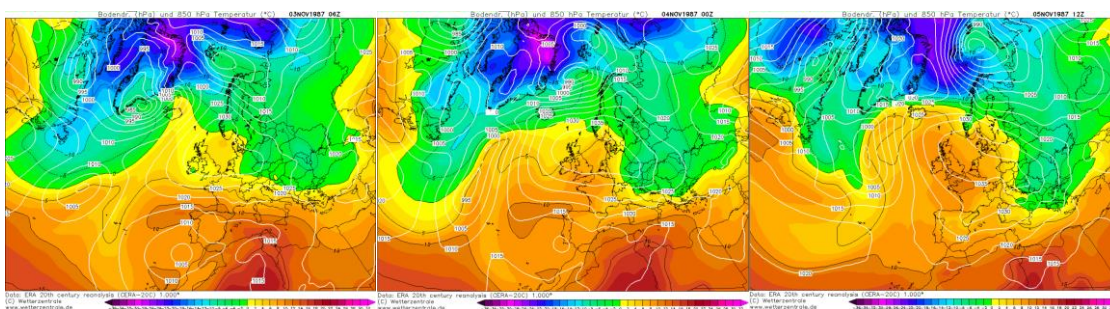


Figura 5.14. Presión en superficie y  $T^a$  en 850 hPa. <sup>(3)</sup>

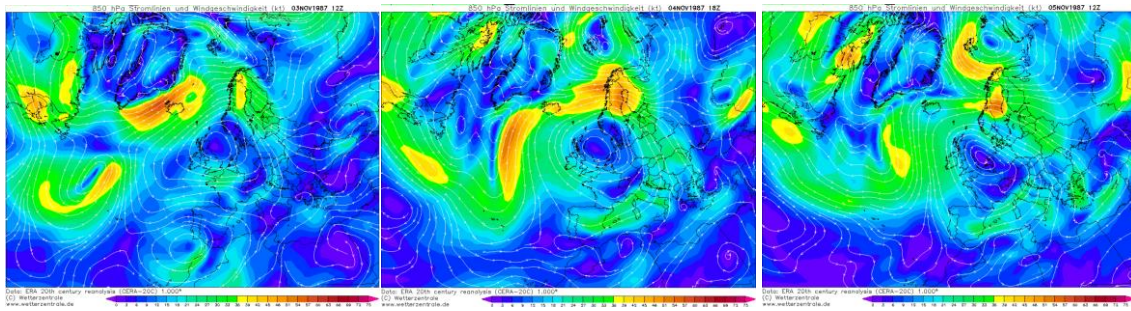


Figura 5.15. Líneas de corriente de 850 hPa y velocidad del viento. <sup>(3)</sup>

Características del fenómeno

<b>Naturaleza (tipo)</b>	Lluvias torrenciales y persistentes (Gota Fría)
<b>Riesgo asociado</b>	Inundaciones
<b>Duración</b>	Del 3 al 5 de noviembre de 1987
<b>Condicionantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del mar:</li> </ul> <div data-bbox="475 987 1094 1491" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">Figura 5.16. Anomalía de temperatura global para el año 1987. <sup>(4)</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aportaciones a un Segura en crecida por parte de ramblas y barrancos. <sup>(5)</sup></li> <li>- Persistencia de las lluvias en el interior durante los días posteriores.</li> </ul>
<b>Precipitación máx.</b>	<p>200 l/m<sup>2</sup> en la Vega Baja <sup>(1)</sup></p> <p>316 mm en 24 horas en Orihuela (4 nov) <sup>(6)</sup></p>
<b>Caudal máx.</b>	>300 m <sup>3</sup> /s en Orihuela (capacidad del cauce)

<b>Otras</b>	Altura máxima: el agua supera los 4,5 m de algunas defensas instaladas en Orihuela <sup>(7)</sup>
--------------	---

### Efectos sobre el medio físico y socioeconómico

<b>Directos</b>	Desbordamiento del Segura e inundación generalizada desde la Vega Media hasta el mar.
<b>Indirectos</b>	<p>Pérdida de vidas: 7 personas fallecidas.</p> <p>Evacuación de miles de personas a través de medios aéreos</p> <p>80% de Orihuela queda inundada bajo 1 m de agua.</p> <p>Necesaria voladura de motas para desaguar la zona inundada.</p> <p>Pérdidas económicas: &gt;20.000 millones de pesetas. Declaración de zona catastrófica</p>

### Medidas destacadas

Aprobación del Plan de Defensa frente a las Avenidas en la Cuenca del Segura (1987-1997): puesta en funcionamiento de 12 presas y canalización y modificación del cauce del Segura desde Murcia hasta su desembocadura.

### Imágenes



Figura 5.17. Calle de la Plaza Nueva en Orihuela durante las inundaciones de 1987. <sup>(8)</sup>



Figura 5.18. Calles de la Vega Baja a la altura de Orihuela completamente anegadas por las inundaciones de 1987. <sup>(9)</sup>

## Referencias

- (1) Oliva, A. (2018-2019). *RIESGO DE INUNDACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA PLUVIAL EN EL BARRANCO DE LAS OVEJAS*. Planificación y Gestión de los Riesgos Naturales. Universidad de Alicante. 120 págs.
- (2) Agencia Estatal de Meteorología. (2019). AEMet\_C. Valenciana. *DANA septiembre*. [https://twitter.com/AEMET\\_CValencia/status/1172764120871051264?lang=es](https://twitter.com/AEMET_CValencia/status/1172764120871051264?lang=es)
- (3) [www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de). *Archivo*. Mapas meteorológicos, observaciones y gráficos. <https://www.wetterzentrale.de/>
- (4) National Oceanic and Atmospheric Administration. (2008). NOAA. *November 1987 Global Land Temperature Anomalies*. National Centers for Environmental Information (NCEI). <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/ghcn-gridded-products/maps/198711>
- (5) Confederación Hidrográfica del Segura. (2021). CHSegura. Confederación. *Cronología de riadas en la cuenca del Segura*. <https://www.chsegura.es/es/confederacion/unpocodehistoria/cronologia-de-riadas-en-la-cuenca-del-Segura/>
- (6) Olcina, J. (1994). *TORMENTAS Y GRANIZADAS EN LAS TIERRAS ALICANTINAS*. UNIVERSIDAD DE ALICANTE. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE GEOGRAFÍA. 654 págs.
- (7) Bautista, J. (1977). *AVENIDAS DE LA CUENCA DEL SEGURA*. PLAN GENERAL DE DEFENSA. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. 296 págs.

---

<https://www.chsegura.es/static/pdefensa/Avenidas-de-la-Cuenca-del-Segura.-Tomo-06-COMPLETO.pdf>

(8) Mazón, A. J. (1987). Ajomalba. <https://www.facebook.com/ajomalbaoriola/photos/ah-c%C3%B3mo-hemos-cambiadoqu%C3%A9-lejos-ha-quedadoaquella-gran-ciudadacu%C3%A9-iluminado-se-/2762692673749297/>

(9) Televisión de Guardamar. (1987). *Riada de 1987 Vega Baja del Segura. Memoria de un pueblo.*  
Ccd                      Producciones                      Videocopy                      Guardamar  
<https://www.youtube.com/watch?v=OZoBfNmB3ZA>

---

## Avenida de 2012 (Riada de San Wenceslao)

### Situación meteorológica

#### Descripción

Fuertes lluvias en la zona de Lorca provocadas por la presencia de una DANA que recorre el centro-sur de la Península de oeste a este.

Una primera profunda y activa borrasca en altura ubicada en el Atlántico produce intensas precipitaciones desde el suroeste de Portugal hacia el litoral mediterráneo a través del Golfo de Cádiz y mar de Alborán. Una circulación de vientos húmedos en superficie desde el Mediterráneo se une posteriormente, reorganizando las bandas convectivas asociadas y provocando un aumento en la intensidad, duración y extensión de las precipitaciones. <sup>(1)</sup>

#### Mapas representativos

**Centros de acción**

- En superficie: anticiclón en las Azores y borrascas en el atlántico norte. Baja térmica en el atlántico sur y en el golfo de Cádiz hacia la zona mediterránea.
- En altura (500 hPa): vaguada con eje en las islas británicas y dorsal desde el norte de Europa. Baja recorre el sur de la Península.
- En altura (850 hPa): posible embolsamiento de aire frío sobre la Península. Aire caliente proveniente del Sahara en todo el Mediterráneo.

**Masas de aire** Presencia de masas ártica marina y tropical continental, con entrada de la tropical marítima.

**Gradiente (viento)** Escaso viento de componente NE

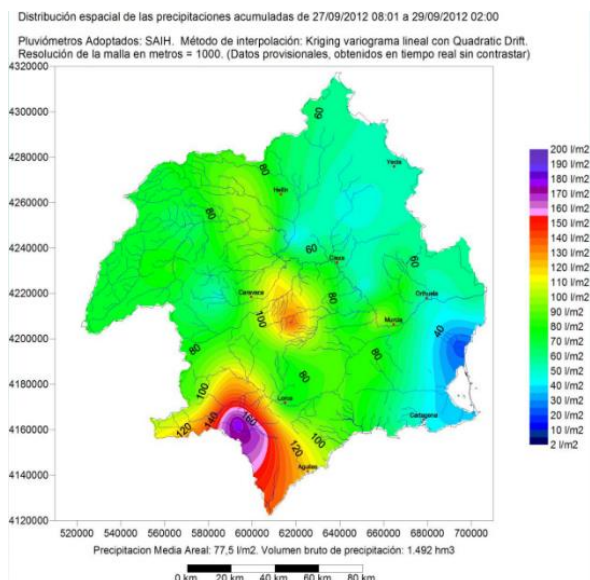


Figura 5.19. Precipitación acumulada en la Cuenca en el episodio de 2012. <sup>(2)</sup>



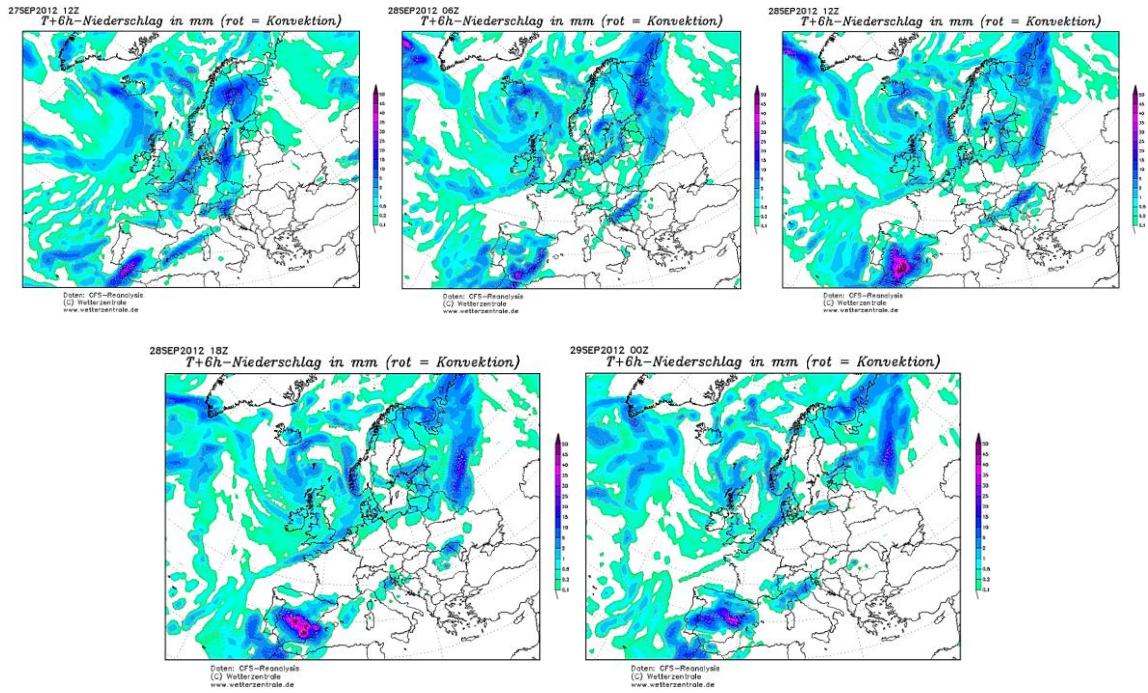


Figura 5.20. Precipitación acumulada cada 6h. Los puntos indican formaciones convectivas. <sup>(3)</sup>

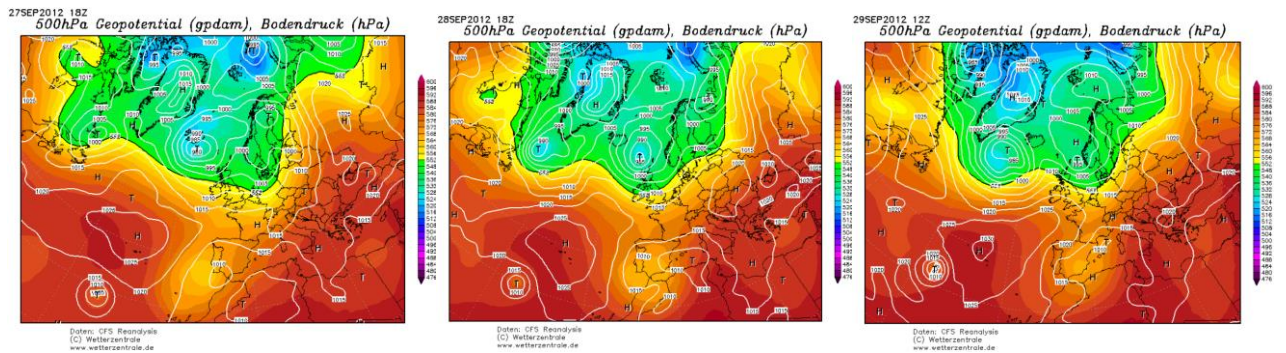


Figura 5.21. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(3)</sup>

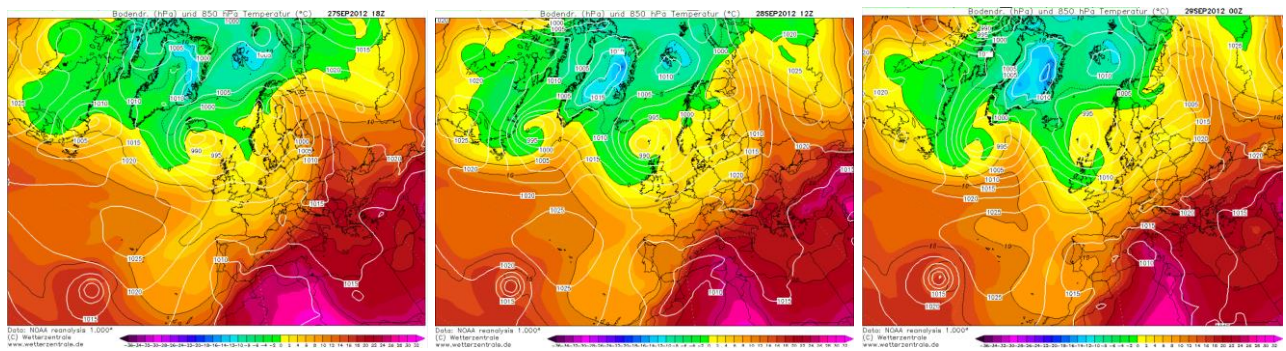


Figura 5.22. Presión en superficie y T<sup>a</sup> en 850 hPa. <sup>(3)</sup>

## Características del fenómeno

<b>Naturaleza (tipo)</b>	Lluvias torrenciales
<b>Riesgo asociado</b>	Inundaciones
<b>Duración</b>	27 y 28 de septiembre de 2012
<b>Condicionantes</b>	<p>- T<sup>a</sup> del mar</p> <p>Cabo de Palos . Salinidad (psu) y temperatura (C) del aire (línea gris) y del agua Serie observada. Agosto 2012</p> <p>Cabo de Palos . Salinidad (psu) y temperatura (C) del aire (línea gris) y del agua Serie observada. Septiembre2012</p> <p><i>Figura 5.23. Salinidad y T<sup>a</sup> del aire y del agua en agosto y septiembre de 2012. <sup>(4)</sup></i></p> <p>- Compleja orografía y viento de levante en la zona realzan y focalizan puntualmente las lluvias dándoles carácter de torrenciales y extraordinarias. <sup>(1)</sup></p> <p>- Laminación de la avenida a través del cierre de embalses, mayor en el valle del Guadalentín (entre Puerto Lumbreras y Lorca) y extensión gradual hacia la zona de estudio.</p>
<b>Precipitación máx.</b>	<p>67,6 mm/h en Lorca <sup>(1)</sup></p> <p>81,6 mm/h en la Rambla de Nogalte <sup>(5)</sup></p> <p>161 mm/día en la Rambla de Nogalte</p> <p>81 mm/día en Librilla</p> <p>65,7 mm/día en Beniel <sup>(6)</sup></p>
<b>Caudal máx.</b>	<p>Embalse de Valdeinfierno: 4500 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Embalse de Puentes: 1870 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Río Guadalentín en Lorca: 616 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Rambla de Nogalte: 2500 m<sup>3</sup>/s <sup>(5)</sup></p> <p>Río Segura en Murcia: 79 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Río Segura en Alquerías: 122 m<sup>3</sup>/s <sup>(2)</sup></p>
<b>Otras</b>	<p>Altura Rambla del Nogalte en Puerto Lumbreras: 4,7 m</p> <p>Altura Guadalentín en Lorca: &gt; 2 m <sup>(5)</sup></p>

#### Efectos sobre el medio físico y socioeconómico

<b>Directos</b>	Inundaciones desde el Valle del Guadalentín hasta la Vega Baja
<b>Indirectos</b>	<p>Pérdida de vidas: 8 personas fallecidas y &gt;9.000 animales.</p> <p>11.600 hectáreas inundadas.</p> <p>3.460 viviendas dañadas.</p> <p>Arrastre de vehículos.</p> <p>Colapso y caída de puentes.</p> <p>Aterramientos, rotura de drenajes, caída de taludes, destrucción del firme de carreteras.</p> <p>Daños en la red ferroviaria Lorca-Águilas</p> <p>Daños totales valorados en &gt; 270.000.000 euros. <sup>(5)</sup></p> <p>Fenómenos de erosión y drenaje interno del suelo por arrastre de materiales finos sobre los elementos granulométricos de mayores dimensiones (<i>Piping</i>).<sup>(8)</sup></p>

#### **Medidas destacadas**

Cierre de embalses: laminación de avenidas

Actuación de efectivos de emergencia a nivel regional y nacional

Achique de lodos y agua, limpieza y adecuación de la zona

Activación de dispositivos de búsqueda de desaparecidos

#### **Imágenes**



Figura 5.24. Altura del agua y los lodos en algunas zonas del Valle del Guadalentín tras la riada de 2012. <sup>(5)</sup>



Figura 5.25. El agua arrecia con fuerza a su paso por la Rambla del Nogalte en Puerto Lumbreras durante la riada de 2012. <sup>(5)</sup>

## Referencias

- <sup>(1)</sup> Agencia Estatal de Meteorología. (2012). AEMet. *SITUACION DE LLUVIAS Y TORMENTAS FUERTES EN ANDALUCIA Y MURCIA LOS DÍAS 27, 28 Y 29 DE SEPTIEMBRE DE 2012*. <https://www.aemet.es/documentos/es/noticias/2012/SITUACION280912.pdf>
- <sup>(2)</sup> Belchí, J. R. (2013). *LAS OBRAS HIDRÁULICAS Y LA DEFENSA FRENTE A LAS INUNDACIONES*. Experiencia de la Riada de San Wenceslao en la Cuenca del Segura. Septiembre 2012. Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). [https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/cuenca/infraestructuras/seprem/docsdescarga/Seprem\\_Rafael\\_Belchi.pdf](https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/cuenca/infraestructuras/seprem/docsdescarga/Seprem_Rafael_Belchi.pdf)
- <sup>(3)</sup> www.wetterzentrale.de. Archivo. Mapas meteorológicos, observaciones y gráficos. <https://www.wetterzentrale.de/>
- <sup>(4)</sup> Ministerio de transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2014). *Predicción de oleaje, nivel del mar; Boyas y mareógrafos*. Puertos del Estado. <https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>
- <sup>(5)</sup> González, S. (2014). *RIADA DE SAN WENCESLAO. Cuenca del Segura 28 de septiembre de 2012*. Jornada sobre Riesgo de Inundaciones: Episodios 2012-2013. Lecciones aprendidas.

---

<https://www.proteccioncivil.es/catalogo/naturales/jornadaRiesgoInundaciones2014/presentaciones/p103.pdf>

- <sup>(6)</sup> Castejón, G. & Romero, A. (2014). *INUNDACIONES EN LA REGIÓN DE MURCIA EN LOS INICIOS DEL SIGLO XXI*. Universidad de Murcia. REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9796. Vol. XIX, N.º 1102. [https://www.ub.edu/geocrit/b3w-1102.htm#\\_edn81](https://www.ub.edu/geocrit/b3w-1102.htm#_edn81)
- <sup>(7)</sup> Ibáñez, J. J. (2013). *Erosión del Suelo por Sufusión Piping o Tubificación*. PÉRDIDA DE LOS RECURSOS EDÁFICOS: LA EROSIÓN, PROCESOS SUPERFICIALES TERRESTRES: RELIEVE, GEOMORFOLOGÍA Y CUENCAS DE DRENAJE. Un Universo invisible bajo nuestros pies. Los suelos y la vida. MadridmásBlogs. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2013/07/30/142877>
-

## Avenida de 2019

### Situación meteorológica

<b>Descripción</b>	Fuertes lluvias en la zona de Lorca provocadas por la presencia de una DANA que recorre el centro-sur de la Península de oeste a este.
<b>Mapas representativos</b>	<p>Centros de acción</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- En superficie: anticiclón en la región oeste de Europa. Borrasca al norte de las islas británicas.</li><li>- En altura (500 hPa): vaguada con eje en el Atlántico norte y dorsal desde el este de Europa. Baja recorre el sureste de la Península desde el mar de Alborán.</li><li>- En altura (850 hPa): embolsamiento de aire frío sobre el sureste de la Península. Aire caliente proveniente del Sahara recorre el Mediterráneo hacia la Península empujado por los vientos del este.</li></ul>
	<p>Masas de aire</p> <p>Presencia de la masa polar marítima e influencia de las masas cálidas tropical marítima y continental.</p>
	<p>Gradiente (viento)</p> <p>Vientos de componente E-NE sobre la Península.</p>

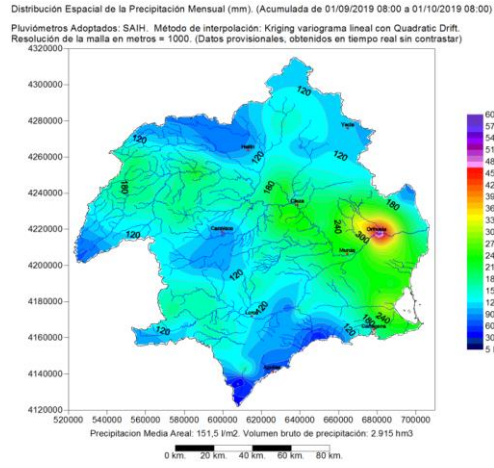


Figura 5.26. Precipitación acumulada en la cuenca en el episodio de 2019. <sup>(1)</sup>

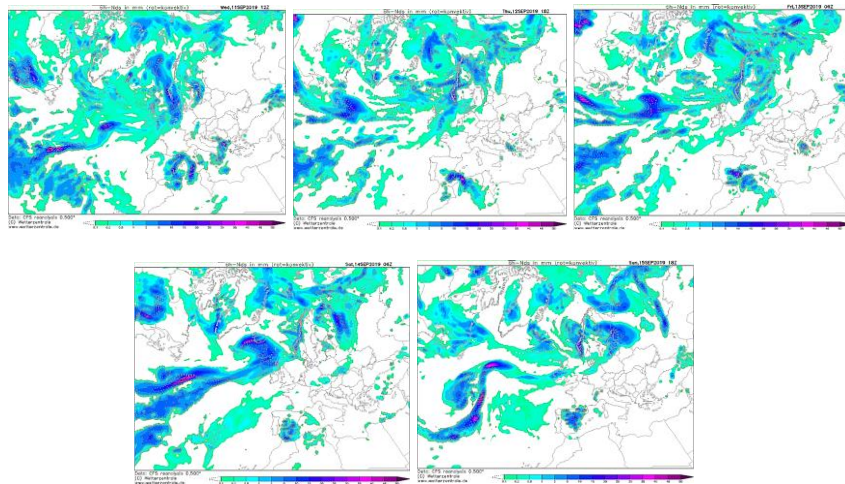


Figura 5.27. Precipitación acumulada cada 6h. Los puntos indican formaciones convectivas. <sup>(2)</sup>

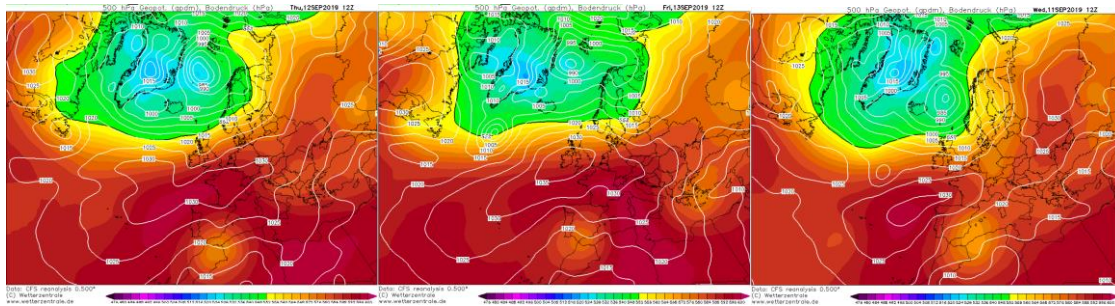


Figura 5.28. Altura Geopotencial en 500 hPa y presión en superficie. <sup>(2)</sup>

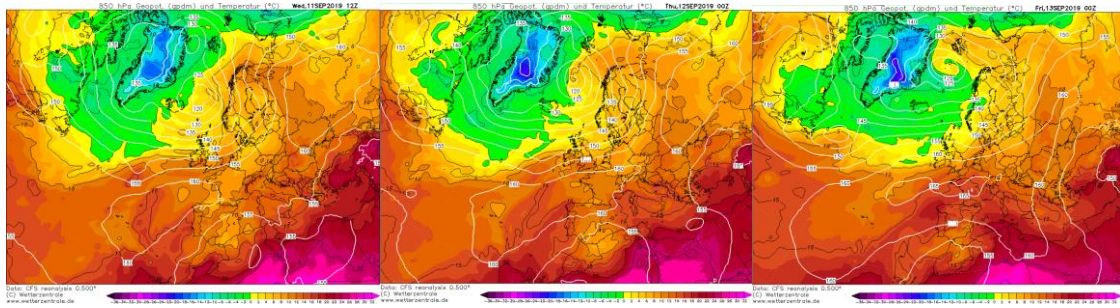


Figura 5.29. Presión en superficie y  $T^a$  en 850 hPa. <sup>(2)</sup>

### Características del fenómeno

**Naturaleza (tipo)** Lluvias torrenciales

**Riesgo asociado** Inundaciones

**Duración** 11 al 17 de septiembre de 2019 (mayor intensidad los días 12 y 13)

- Mar Mediterráneo anómalamente cálido e interacción con aire subtropical altamente inestable.

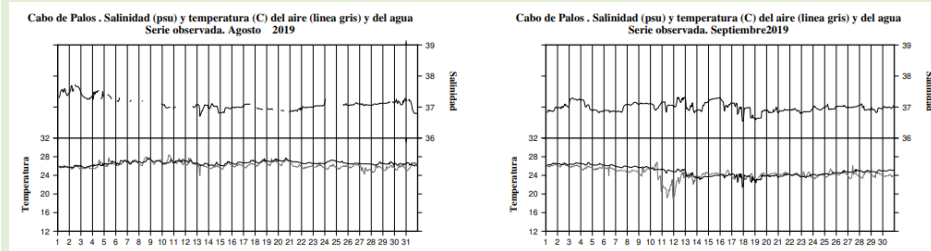


Figura 5.30. Salinidad y  $T^a$  del aire y del agua en agosto y septiembre de 2019. <sup>(3)</sup>

**Condicionantes**

- Perduración y repetición de las precipitaciones en las zonas ya afectadas por el retorno de la DANA en la misma dirección de paso.
- La ocupación del territorio y las características geológicas de algunas zonas dificulta el drenaje de las aguas, manteniéndose anegadas durante días.
- Gran velocidad de drenaje y bajada del agua en las zonas de flujo preferente.
- Zonas de cuello de botella en la zona de Orihuela debido a la geomorfología de su ubicación y la falta de capacidad del río en este punto.
- Desbordamiento de la rambla de Abanilla, que aporta más caudal al Segura en Orihuela. <sup>(4)</sup>

**Precipitación máx.** >520 mm acumulados en Orihuela (>346 el día 12) <sup>(1)</sup>

>203 mm acumulados en Murcia (>153 el día 12)

**Caudal máx.** >35,8 m<sup>3</sup>/s en Murcia (capacidad de 40 m<sup>3</sup>/s) <sup>(5)</sup>



350 m<sup>3</sup>/s en Orihuela <sup>(4)</sup>

**Otras**  
Altura máxima en Murcia < 6,8 m (cota máxima del cauce)  
Altura máxima en Orihuela > 6,4 m (cota máxima del cauce) <sup>(5)</sup>

---

### Efectos sobre el medio físico y socioeconómico

---

**Directos**  
Inundación generalizada desde la Vega Alta hasta el mar.  
Inundación de 500 km<sup>2</sup> de extensión entre las Vegas Media y Baja.

**Indirectos**  
Daños en los ecosistemas del Mar Menor debido a la escasez de oxígeno en las aguas. <sup>(6)</sup>  
Evacuación de 3.500 personas.  
100 rescates aéreos.  
Cierre de colegios y aeropuertos.  
Rotura de motas y encauzamientos entre Murcia y Orihuela.  
Corte de carreteras y caminos.  
12.000 viviendas dañadas.  
113.384 hectáreas dañadas.  
5.000 vehículos dañados.  
Pérdidas valoradas en 590 millones de euros. <sup>(7)</sup>

---

### Medidas destacadas

Envío de 1100 efectivos militares.  
Limpieza de la sedimentación depositada por 3 toneladas de peces y crustáceos muertos en el Mar Menor. <sup>(8)</sup>

---

### Imágenes



Figura 5.31. Centro de Orihuela tras el episodio de lluvias de 2019. <sup>(9)</sup>



Figura 5.32. Vega Baja a partir de Murcia tras el episodio de lluvias de 2019. <sup>(6)</sup>



Figura 5.33. Efectos del desastre en la Vega Baja tras el paso de la DANA de 2019. <sup>(10)</sup>

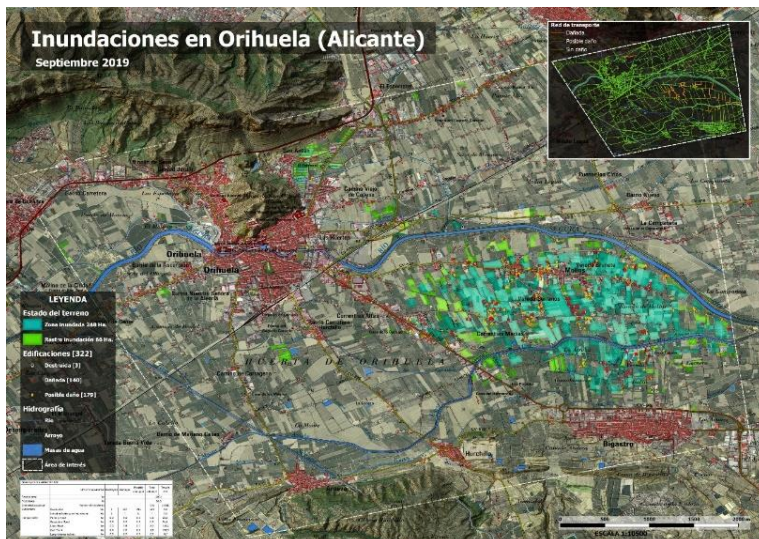


Figura 5.34. Imágenes del proyecto Copernicus de las zonas inundadas tras el evento de 2019. <sup>(11)</sup>

## Referencias

- 
- (1) Confederación Hidrográfica del Segura. (2019). CHSegura. *Informe Mensual Precipitaciones*. Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH\_201909). [https://www.chsegura.es/static/hidro\\_SAIH/2018-19/InformeMensualPrecipSAIH\\_201909.pdf](https://www.chsegura.es/static/hidro_SAIH/2018-19/InformeMensualPrecipSAIH_201909.pdf)
- (2) www.wetterzentrale.de. Archivo. *Mapas meteorológicos, observaciones y gráficos*. <https://www.wetterzentrale.de/>
- (3) Ministerio de transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2014). *Predicción de oleaje, nivel del mar; Boyas y mareógrafos. Puertos del Estado*. <https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>
- (4) Confederación Hidrográfica del Segura. (2021). CHSegura. Confederación. *Cronología de riadas en la cuenca del Segura*. <https://www.chsegura.es/es/confederacion/unpocodehistoria/cronologia-de-riadas-en-la-cuenca-del-Segura/>
- (5) Sistema Automático de Información Hidrológica del Segura (saihsegura). <https://saihweb.chsegura.es/apps/iVisor/index.php?salto=1&subsalto=topo-cauces1.php>
- (6) Región de Murcia. (2019). *EPISODIO DE INUNDACIONES EN LA REGIÓN DE MURCIA. 11-15 Septiembre 2019*. [https://www.miteco.gob.es/es/agua/formacion/presentacion-18-jornada-implantacion-pgris-lecciones-aprendidas-inundaciones2019\\_regmurcia\\_tcm30-503800.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/formacion/presentacion-18-jornada-implantacion-pgris-lecciones-aprendidas-inundaciones2019_regmurcia_tcm30-503800.pdf)
- (7) Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). MITECO. *INFORME DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. (AÑO 2019)*. [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/informe\\_seguimiento\\_pgri\\_segura-2019\\_tcm30-511310.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/informe_seguimiento_pgri_segura-2019_tcm30-511310.pdf)
- (8) Esri España. (2021). *IMIDA y Protección Civil Murcia. Gestión de la DANA 2019*. <https://www.esri.es/es-es/descubre-los-gis/casos-de-exito/seguridad-y-emergencias/dana-murcia-cs>
- (9) Murcia, S. (2019). *El arte al servicio de los perjudicados por la gota fría en la Vega Baja*. Alicanteplaza. <https://alicanteplaza.es/el-arte-al-servicio-de-los-perjudicados-por-la-gota-fria-en-la-vega-baja>
- (10) Asencio, O. (2021). FOTOGALERÍA | *Se cumplen dos años de la DANA de 2019*. Vegabajadigital.com. <https://vegabajadigital.com/fotogaleria-se-cumplen-dos-anos-de-la-dana-de-2019/>
- (11) Cartografía Digital. (2019). *Inundaciones en Orihuela (Alicante) tras la gota fría*. Digimaps. <https://twitter.com/digimaps/status/1175051251614191620>
-

Entre el contenido de estas fichas destacan los fenómenos meteorológicos originarios del episodio de inundación y los condicionantes climáticos y orográficos de dicho fenómeno, así como las consecuencias hidrológicas y territoriales del conjunto del evento. De entre estas últimas, se consideran aquellos registros máximos de caudal (Figura 5. 35) y precipitación (Figura 5.37) de cada episodio, en relación con los valores establecidos para los periodos de retorno correspondientes.

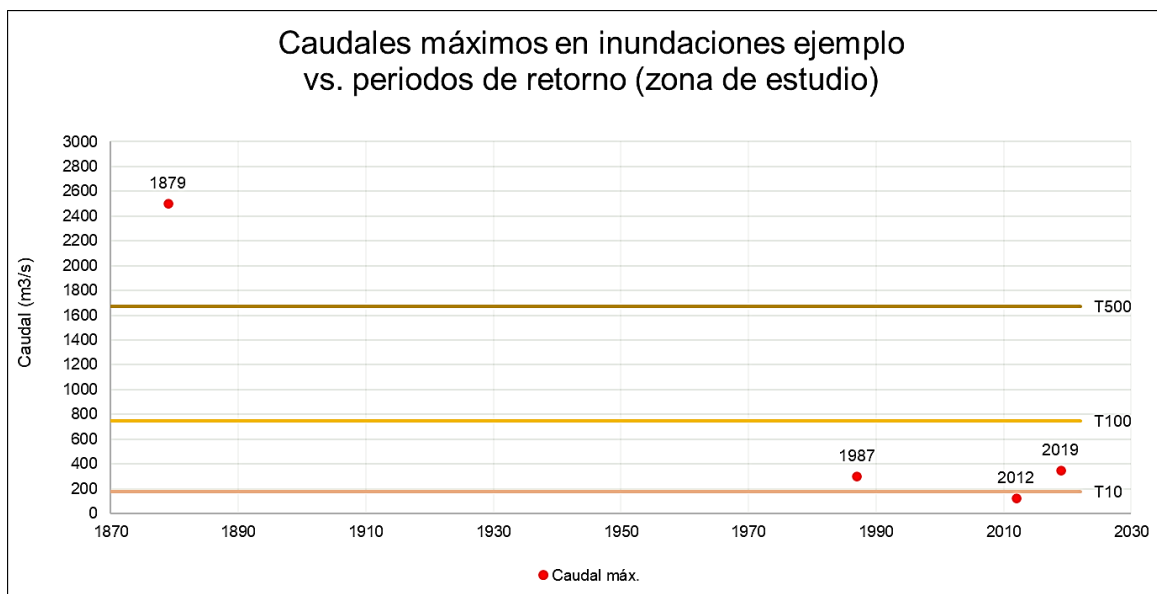


Figura 5.35. Representación gráfica de los valores de caudal de los eventos destacados, respecto a los valores para cada periodo de retorno. Fuente: elaboración propia.

Resulta altamente dificultoso poder extraer información representativa del riesgo de inundación en función de los caudales, debido, en primer lugar, a la continuada modificación del río en sus distintos tramos mediante el proceso de canalización y represa llevado a cabo a lo largo de las últimas décadas, y en segundo lugar, debido a la intermitencia en la instalación y funcionamiento de las distintas estaciones de aforo presentes, cuyo registro de datos no permite realizar un análisis cronológico riguroso de los caudales registrados. La modificación del cauce ha provocado, a su vez, que el valor de referencia de caudal de los distintos periodos de retorno también varíe hacia valores menores cuanto más modificación del curso y canalización y estrechamiento del cauce se ha llevado a cabo, solo explicable mediante la implantación de defensas cada vez más elevadas, o mediante un encauzamiento cada vez más profundo. Es por ello por lo que no resulta práctico relacionar los valores de caudal con la magnitud de la inundación, ya que un menor caudal puede implicar igualmente un desbordamiento de las aguas en ciertos puntos del tramo, especialmente dentro de las ciudades de Murcia y Orihuela.

A su vez, la funcionalidad de las infraestructuras hidráulicas en relación con la laminación de avenidas está supeditada a la ubicación y trayectoria de las precipitaciones, hecho que se demuestra a través de los eventos de 2012 y 2019, cuyas acumulaciones de precipitación provenían del oeste y del este, respectivamente. Se le añade a este factor el hecho de que el intrincado sistema de afluentes basado en grandes aportes de los ríos y del gran número de ramblas confluyentes al Segura, imposibilita la capacidad de controlar las potenciales ondas de avenida en su totalidad.

Por tanto, la alteración de los factores morfológicos condicionantes de las inundaciones limita la posibilidad de establecer una relación general coherente y realista con la recurrencia de los episodios acaecidos.

Pese a todo lo anterior, debido a que los valores de caudal parecen resultar en un factor relevante en el estudio de los riesgos de inundación, se tiene presente su variación y tendencia a lo largo de los eventos históricos desde el primero destacado de 1879 (Figura 5.36).

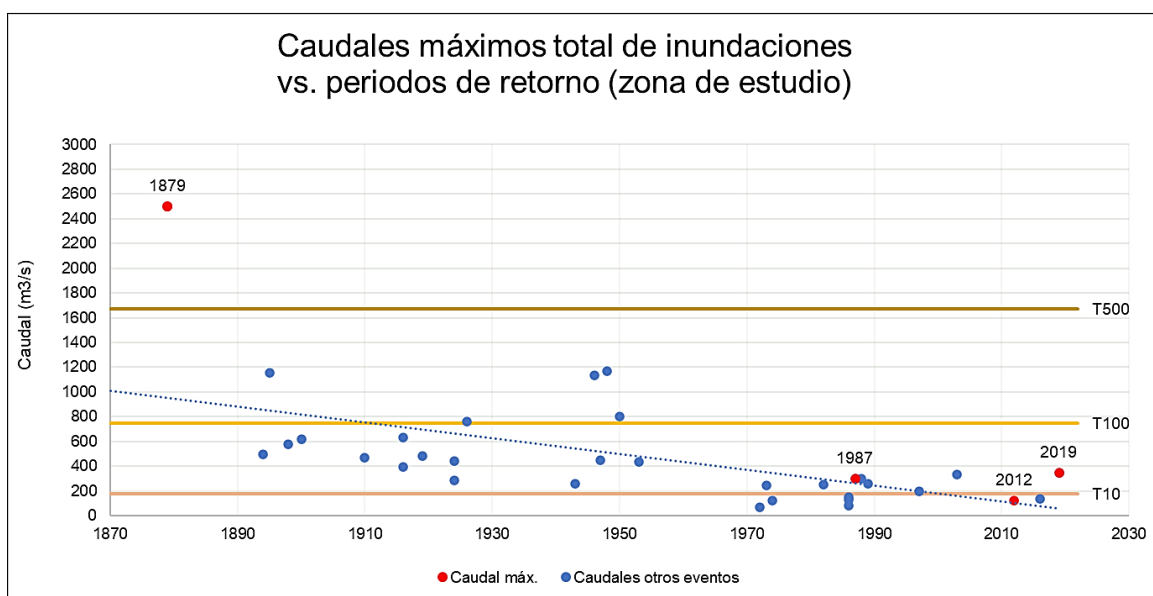


Figura 5.36. Caudales máximos registrados en los eventos de inundación en la zona de estudio y zonas próximas, donde puede observarse una tendencia decreciente en los valores de caudal. Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, las precipitaciones se encuentran asociadas a contingencias dependientes de factores como la orografía y las condiciones meteorológicas y climáticas. Ello permite estudiar y observar la variación de los valores de precipitación y asociarla de forma coherente con el factor riesgo (Figura 5.37).

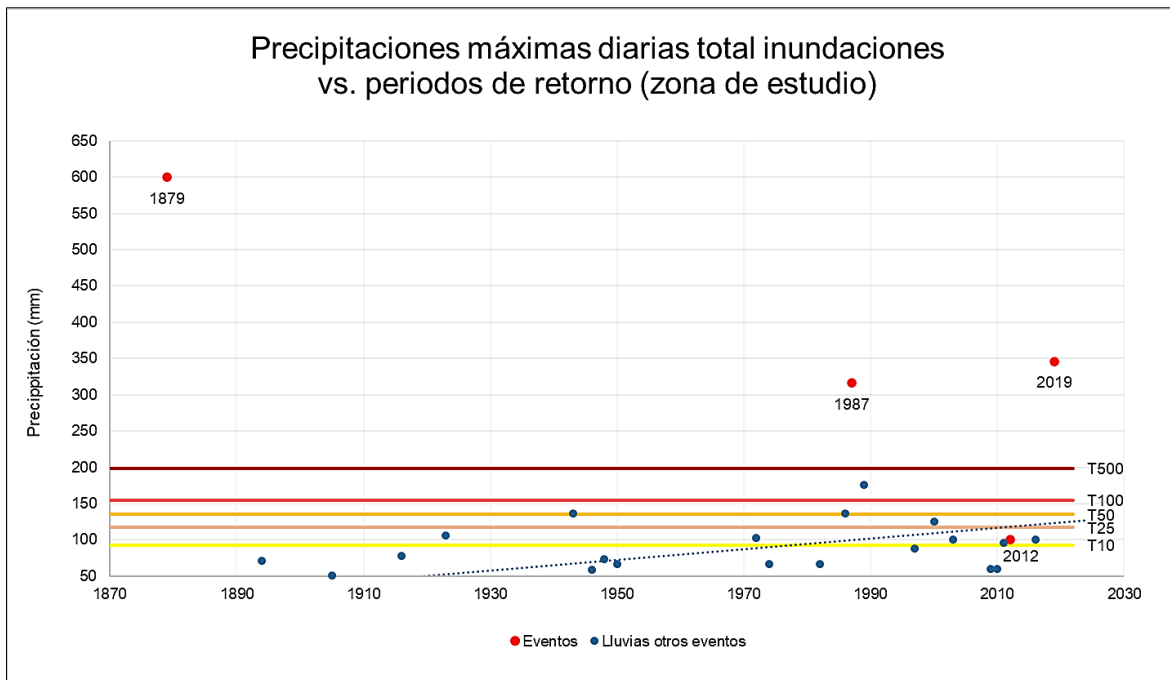


Figura 5.37. Precipitaciones máximas registradas en los eventos de inundación en la zona de estudio y zonas próximas desde el primer evento destacado de 1879, donde puede apreciarse una tendencia creciente en los valores máximos de precipitación. Fuente: elaboración propia.

Sirva el evento de 2012 como ejemplo de antelación de los fenómenos (antes noviembre y ahora sept) y como ejemplo de la cuestionable seguridad que aporta manejar y alterar de forma completa el régimen y recorrido natural del río al servicio del hombre a través de las canalizaciones, los estrechamientos y los represamientos.

### 5.1.2. Factores ecológicos

A continuación, se describen aquellos aspectos ambientales y/o ecológicos cuya relevancia se considera determinante para el análisis del riesgo por inundación en un territorio de marcadas variaciones en el carácter fluvial, como es la llanura aluvial que comparten las Vegas Media y Baja del Segura. La importancia de estos factores se basa en la relación mutualista existente con las crecidas del río, pues estas ayudan al buen estado ecológico de los ríos mediante la limpieza y renovación de las aguas y el transporte y traslocación de materiales sólidos (Ollero, 2014); mientras que un buen estado de las masas de agua superficiales -y subterráneas-, y por tanto de los componentes que forman tanto el ecosistema fluvial como aquellos que le rodean, también condicionará el desarrollo, magnitud y repercusión de los eventos de inundación. Además, en este tipo de ambientes tan transformados a nivel antrópico, los factores ecológicos serán dependientes de forma intrínseca de las modificaciones producidas por las actividades humanas.

Se consideran, en primer lugar, qué tipo de presiones reciben las masas de agua superficiales en la cuenca (Tabla 5.1), entre las cuales destacan en la zona de estudio aquellas relacionadas con la explotación de los recursos disponibles, como son la contaminación superficial y subterránea por fuentes tanto puntuales como difusas, las alteraciones morfológicas, los usos del suelo, la introducción de especies invasoras y las extracciones de agua, entre otras.

*Tabla 5.1. Clasificación general de las presiones sobre las masas de agua tanto superficiales como subterráneas en la CHS y en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir de la CHSegura (2015).*

#### Presiones sobre las masas de agua superficiales

<b>Contaminación</b>	Puntual	<u>Vertidos</u> : urbanos, industriales, de plantas de tratamiento de fangos, de achique de minas, térmicos, de aguas de tormenta, vertederos controlados e incontrolados.
	Difusa	<u>Usos del suelo</u> : zonas de regadío y de secano, aeropuertos, vías de transporte, zonas urbanas, recreativas y mineras; praderas, gasolineras.
<b>Extracciones de agua</b>	Abastecimiento a población, regadío y uso agrario, producción de energía, usos industriales, acuicultura, recreativos	
<b>Alteraciones morfológicas y</b>	Presas, trasvases y desvíos de agua, azudes, canalizaciones, protecciones de márgenes, coberturas de cauces, dragados de	

<b>regulaciones de flujo</b>	ríos, extracciones de áridos, modificación de conexiones, puentes, incorporación de trasvases y desvíos hidroeléctricos.
<b>Otras presiones</b>	Explotaciones forestales en zona de policía (DPH), modificación de la conexión natural con otras masas de agua, suelos contaminados, especies alóctonas invasoras (en especial: <b>Arundo donax</b> , <b>cangrejo rojo</b> , <b>gambusia</b> , <b>lucioperca</b> ), deportes acuáticos, sedimentos contaminados, drenaje de terrenos, cotos de pesca, etc.

### Presiones sobre las masas de agua subterráneas (de tipo cualitativo)

<b>Fuentes de contaminación</b>	Puntual	Fuentes significativas I	Vertederos de residuos peligrosos, no peligrosos y de inertes, instalación de gestión de residuos, EDAR, lagunas de efluentes líquidos, vertidos en pozos, fosas sépticas, vertidos autorizados urbanos, agrarios e industriales, vertidos no autorizados.
		Fuentes significativas II	Gasolineras, efluentes térmicos de generación de electricidad, escombreras mineras, agua de drenaje de minas y de lavado de minerales, explotaciones ganaderas, residuos de procesos industriales agropecuarios.
	Difusa	<u>Usos del suelo</u> Aeropuertos, vías de transporte, zonas de regadío y de secano, zonas urbanas, zonas mineras e industriales, zonas recreativas, praderas.	

Observando la zona de estudio, el tramo se sitúa en la zona por la que el río discurre sobre elevado respecto de su llanura aluvial, causando la anegación de vastas extensiones de terreno y el transporte de importantes volúmenes de sedimento en suspensión en situaciones de crecida. Este debiera ser su régimen natural en base a las características hidrogeomorfológicas que presenta la llanura. No obstante, las alteraciones directas del cauce de carácter antrópico y especialmente las obras de canalización y represamiento



limitan y alteran los procesos naturales de desbordamiento de las aguas y de movilización de sedimentos. Estas provocan que el agua se vea forzada a circular por secciones menores, incrementando su energía cinética y en consecuencia su fuerza erosiva hacia las profundidades del cauce y sus márgenes y que se interrumpa el régimen natural de transporte de sedimentos, además de la reducción las crecidas ordinarias encargadas del arrastre y redistribución adecuada de estos.

Los usos del suelo también incrementan la presión sobre los servicios ambientales disponibles. En la zona de estudio puede observarse la tendencia a la desnaturalización del terreno y el aumento del suelo artificial, destacando la aparición de suelo destinado a escombreras y vertederos y la presencia de instalaciones deportivas y recreativas, así como la reducción de cultivos de porte arbóreo (frutícolas), de vegetación de ribera y de la propia variabilidad del mosaico vegetal. Estas variaciones implican, a su vez, una disminución de los sumideros de CO<sub>2</sub>, una reducción en la capacidad de mitigación de avenidas (CHSegura, 2020), de infiltración en situaciones de anegación y de filtración de las mismas aguas del río (DHCO, 2015), así como un aumento de la erosionabilidad del cauce (CHSegura, 2022). Estos cambios de usos de suelo vienen acompañados de episodios de vertidos y contaminación de aguas y acuíferos, bien sean de origen agrícola, industrial o urbano, e incluso de las propias estaciones de tratamiento de aguas (La Verdad, 2020; elDiariomurcia, 2022). En este último caso, ocurre especialmente en momentos de crecida, cuyo pico de las aguas las EDAR no son capaces de tratar y este acaba vertido directamente al río (La Opinión de Murcia, 2018). En la zona de estudio se han detectado, además, nitratos tanto en las aguas superficiales como en acuíferos de baja (a 5 metros) y elevada profundidad (a 30 metros) y se registran vertidos industriales y urbanos a nivel superficial y subterráneo (Geoportal MAPAMA, 2018) (Figura 5.38).

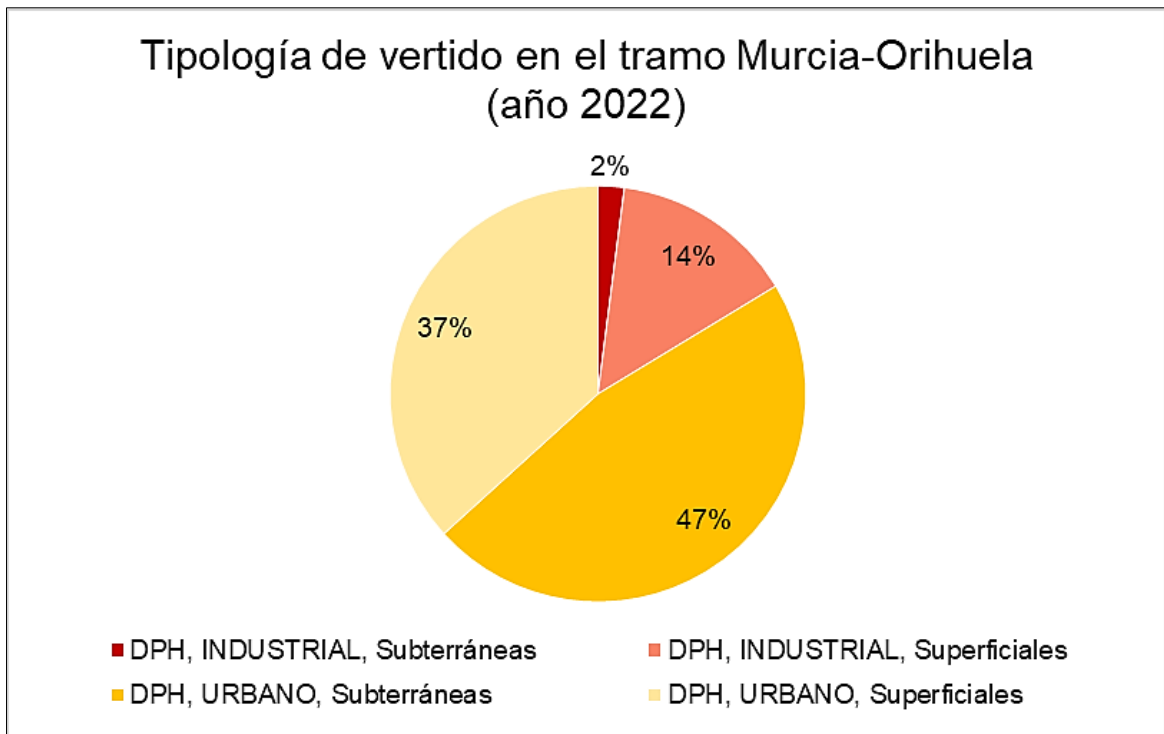


Figura 5.38. Destino, tipología de vertido y medio receptor registrados y publicados anualmente en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir del Geoportal MAPAMA (2018).

Por otro lado, a una mayor presencia de infraestructuras lineales como factor de presión sobre la llanura de inundación, se le adiciona la instalación de una serie de obstáculos transversales en el propio río que limitan la conectividad longitudinal y ecológica, la capacidad de circulación de especies y la de las mismas aguas. A lo largo de todo el recorrido del Segura se encuentran registrados 385 de estos elementos, de los cuales 12 se ubican dentro del tramo estudiado (Figura 5.39), siendo un 75% de estos del tipo paso sobre paramento, que, respecto al resto correspondiente a los saltos verticales, al menos permiten a los peces salvar una menor pendiente y no tener la necesidad de saltar, como pasa en el caso de estos últimos. Aun así, en la zona de estudio no se encuentra instalada ninguna escala para peces en ninguno de ellos. (Geoportal MAPAMA, 2018).

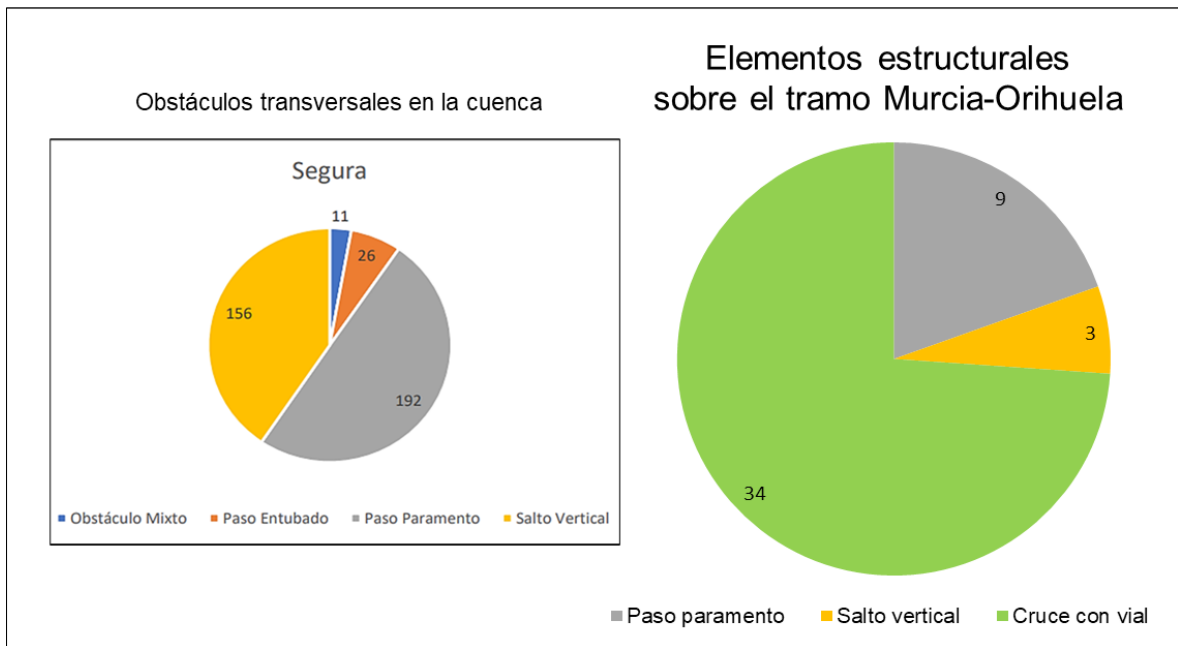


Figura 5.39. Obstáculos transversales existentes a lo largo de todo el recorrido del Segura. Fuente: Geoportal MAPAMA (2018).

Esta serie de alteraciones ha supuesto, a su vez, una degradación ambiental de la zona estudiada como consecuencia de la reducción de hábitats y la alteración de los regímenes naturales de establecimiento, reproducción y dispersión de las especies de fauna y flora silvestres, con especial afección en las endémicas; que viene sumada a la introducción y presencia de una extensa variedad de especies invasoras vegetales y animales que compiten en clara ventaja frente a las nativas a causa de una mejor adaptación frente a determinadas contingencias ambientales (Vilà et al., 2008), como pueden ser circunstancias de contaminación de aguas y suelo, en el caso del *Carassius auratus* (MITECO, 2018). La presencia de especies exóticas invasoras (EEI) se ha visto incrementada dentro de la DHS (Figura 5.40), y por tanto las afecciones a un ecosistema ya vulnerado por las demás acciones antrópicas.

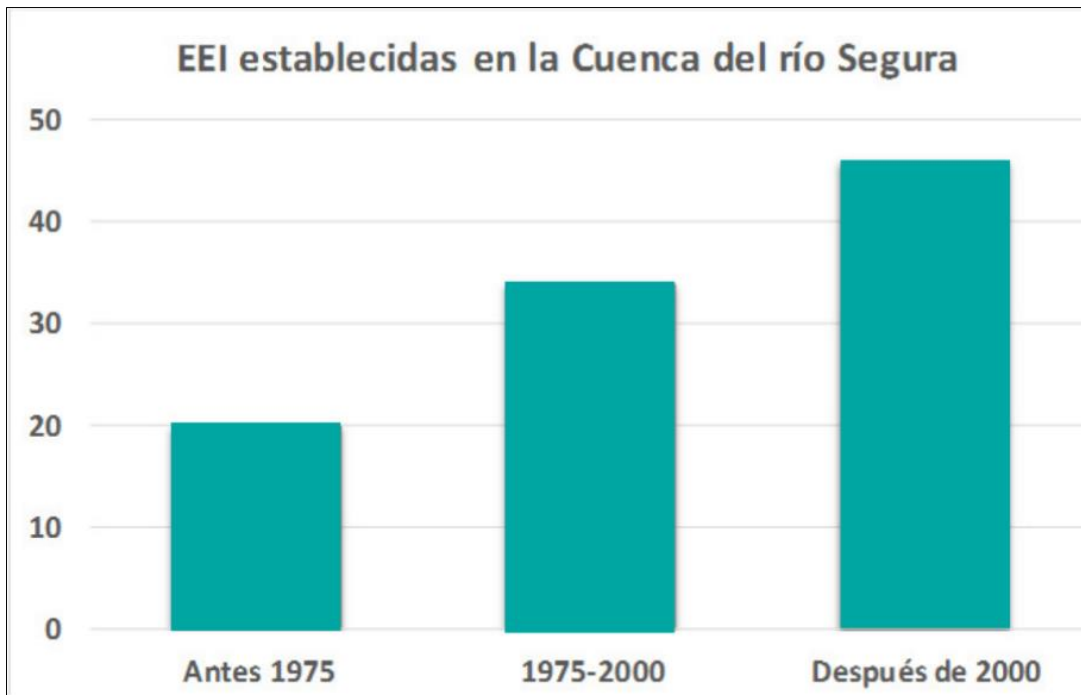


Figura 5.40. Especies Exóticas Invasoras de la cuenca del río Segura. Fuente: Oliva-Paterna et al. (2019).

Dentro de las afecciones que pueden provocar las EEI, destacan como efectos ecológicos la alteración del ecosistema, la hibridación e introgresión genética, la transmisión de patógenos y enfermedades, pudiendo algunas de ellas ser transmitidas también a la población humana; la depredación sobre especies nativas y otros efectos sobre la competencia por los recursos y el hábitat. También puede provocar perjuicios económicos como la obstrucción de canalizaciones, daños en infraestructuras hidráulicas y posibles pérdidas agrícolas. Estos efectos, a su vez, pueden provocar, bajo el efecto cadena, diversos otros como la eliminación de vegetación acuática, aumento de la turbidez y eutrofización del agua, alteraciones en la red trófica que pueden degradar la calidad el agua e incluso impactos en la reproducción de especies (predación de nidos y puestas) (Oliva-Paterna et al., 2019).

Las EEI y las de potencial invasor presentes en la DHS pueden caracterizarse en función de la capacidad de expansión de sus poblaciones, lo cual permite establecer una jerarquía de prioridades en las labores de gestión de estas especies. En el caso de la flora, su expansión se determina en relación con la cantidad de ciclos reproductivos anuales que experimenta la especie (Figura 5.41).

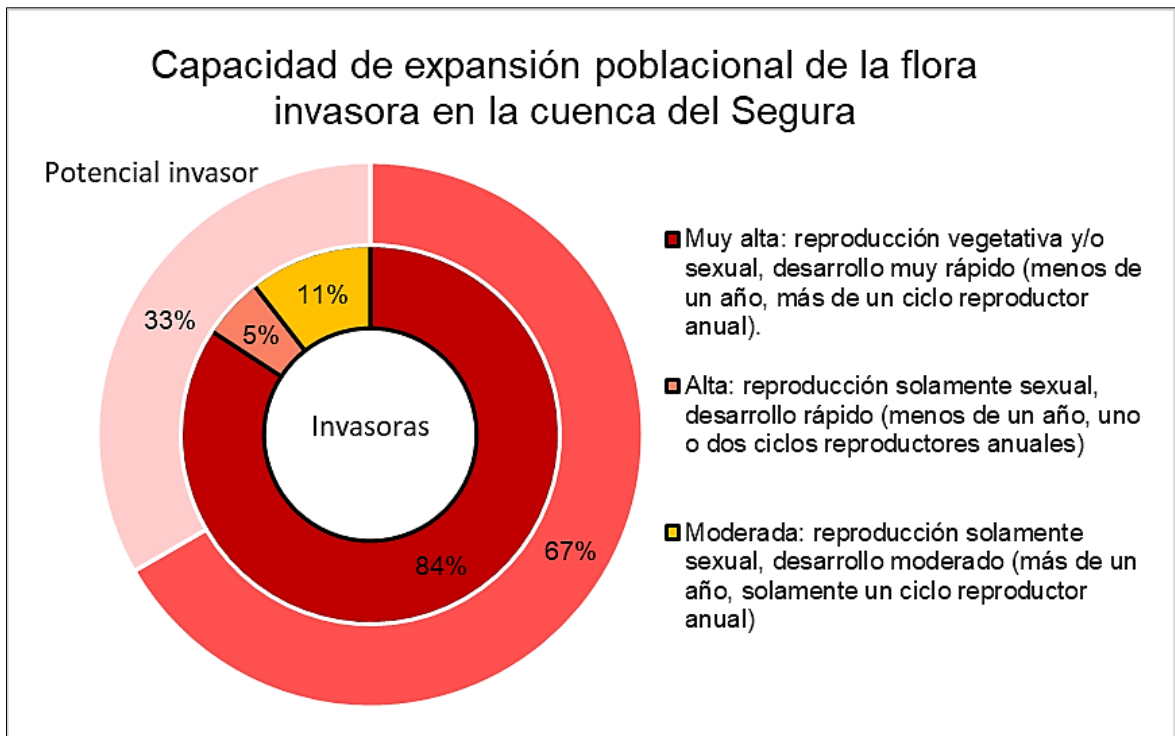


Figura 5.41. Expansión poblacional de la fauna invasora y de aquella considerada potencialmente invasora de la cuenca del Segura. Fuente: elaboración propia a partir de Oliva-Paterna et al. (2019).

Para determinar la capacidad de expansión de la fauna, se considera el número de descendientes por individuo y año que puede experimentar la especie (Figura 5.42).

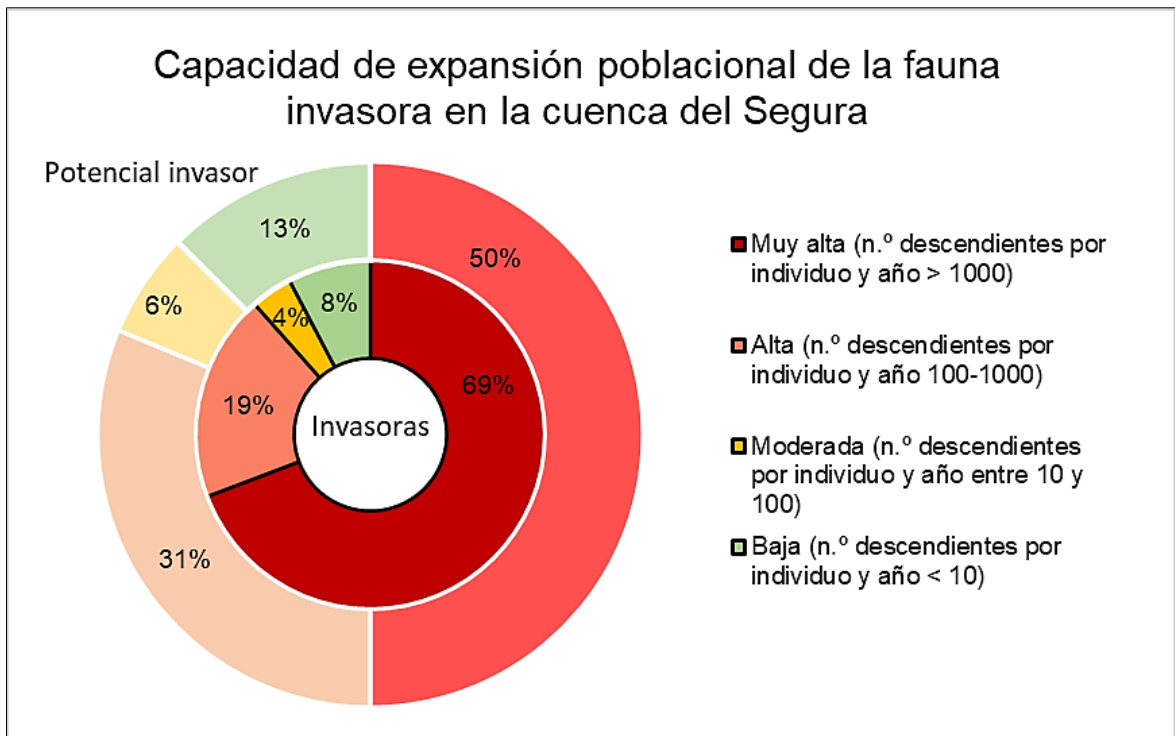


Figura 5.42 Expansión poblacional de la fauna invasora y de aquella considerada potencialmente invasora de la cuenca del Segura. Fuente: elaboración propia a partir de Oliva-Paterna et al. (2019).

La presencia y/o conjunción de los factores descritos, conlleva la vulneración y degradación del estado de conservación de las especies presentes en la DHS. Entre los endemismos, el 86% de la flora se encuentra, a nivel nacional, en situación de vulnerabilidad o reflejadas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPRE). Cabe destacar que casi un tercio del total se encuentra en peligro de extinción (Figura 5.43).

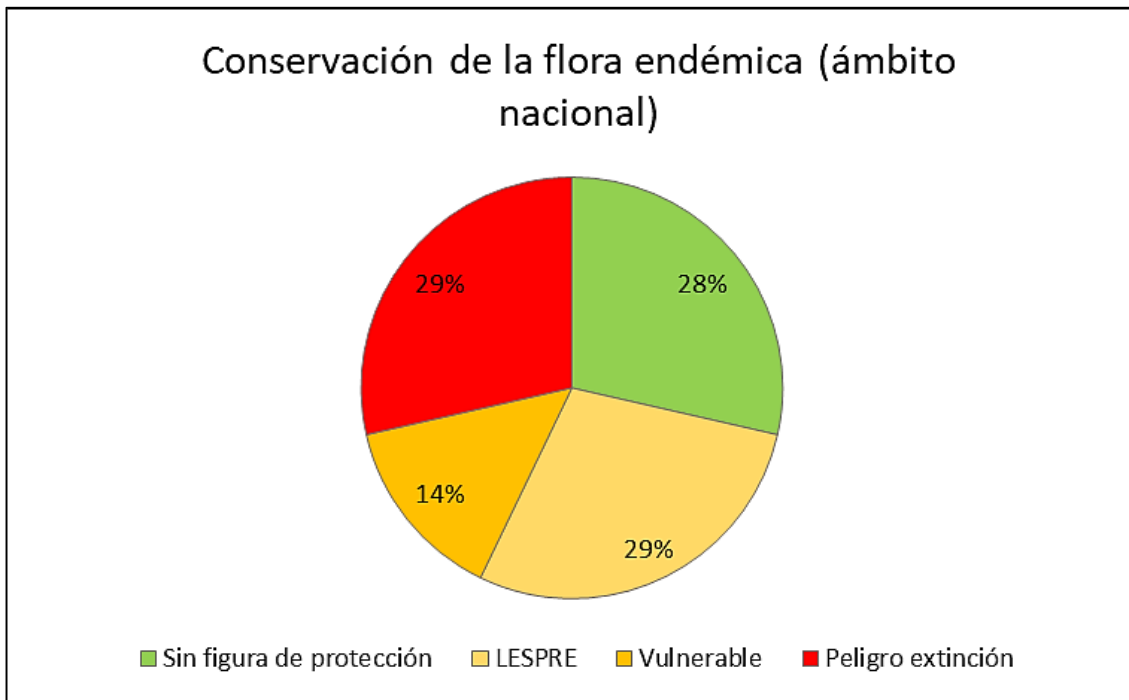


Figura 5.43. Situación actual del reconocimiento nacional de amenaza de la flora endémica listada en el apartado 3.5. Fuente: elaboración propia a partir del MITECO (2021).

Por su parte, el 33% de la fauna endémica se encuentra en *mal* estado de conservación mientras que el resto de los endemismos no poseen ninguna figura de protección (Figura 5.44).

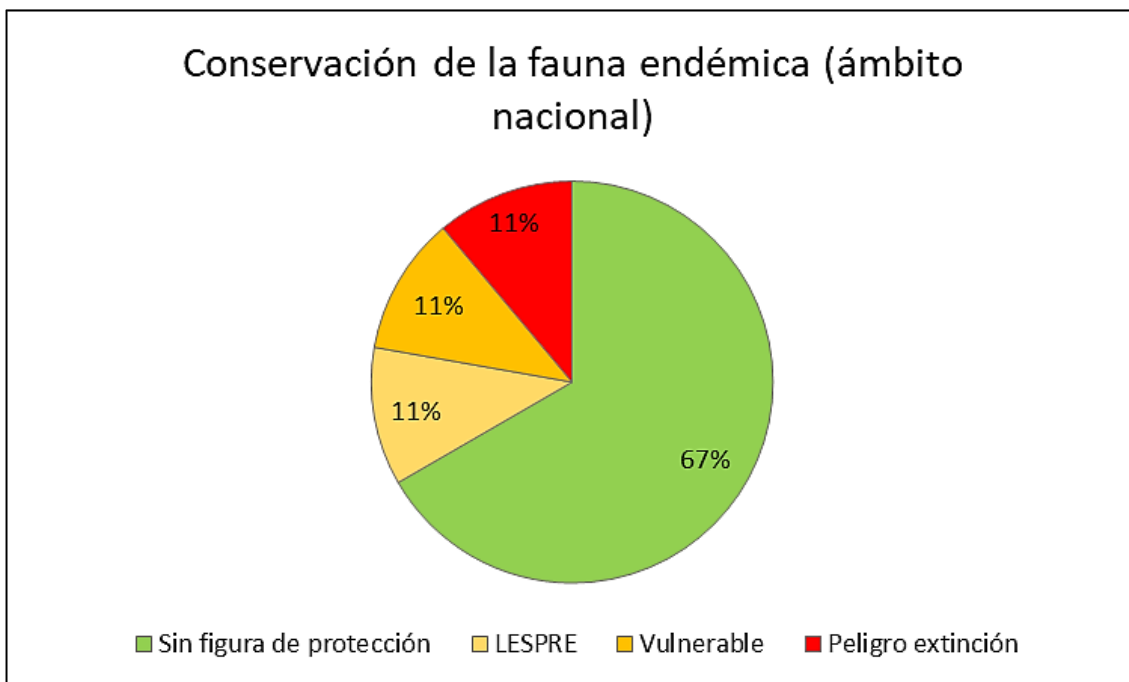


Figura 5.44. Situación actual del reconocimiento nacional de amenaza de la fauna endémica listada en el apartado 3.5. Fuente: elaboración propia a partir del MITECO (2021).

El estado de conservación de la flora (Figura 5.45) y fauna (Figura 5.46) silvestre también resulta destacable, puesto que su presencia determina en mayor medida el carácter bioclimático de la cuenca respecto al resto de la Península.

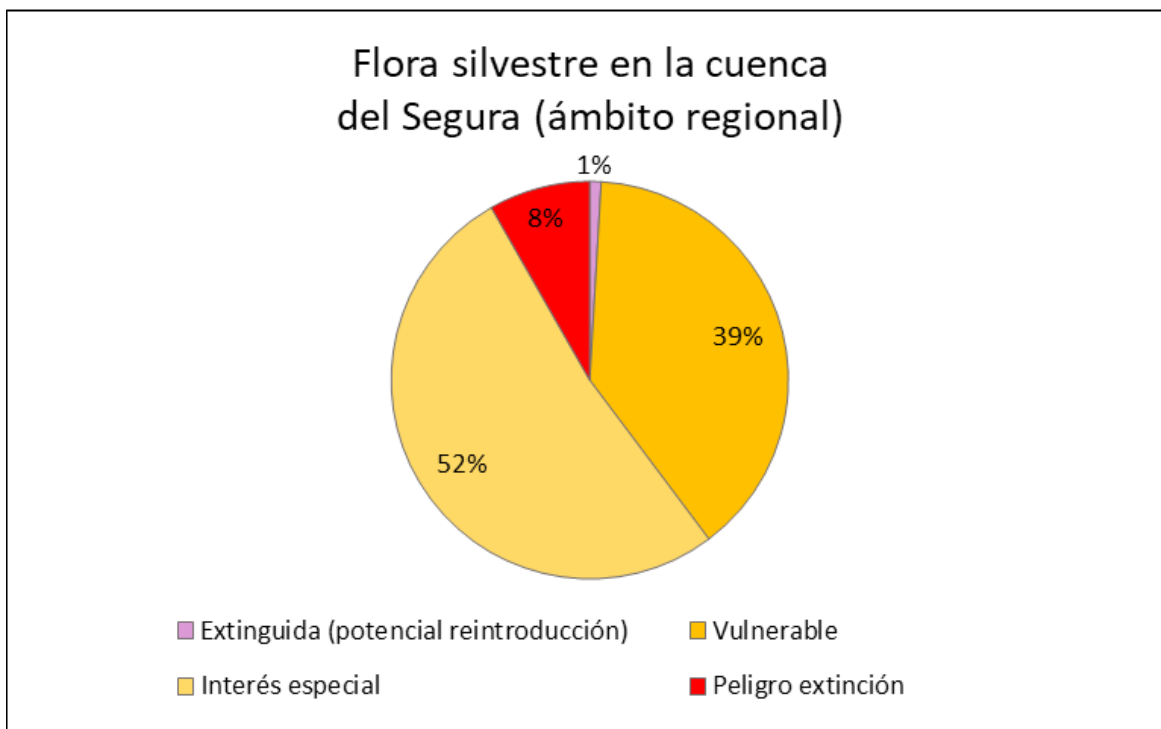


Figura 5.45. Categorías de las especies de flora listadas en el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia. Fuente: elaboración propia a partir de la CARM (2009).



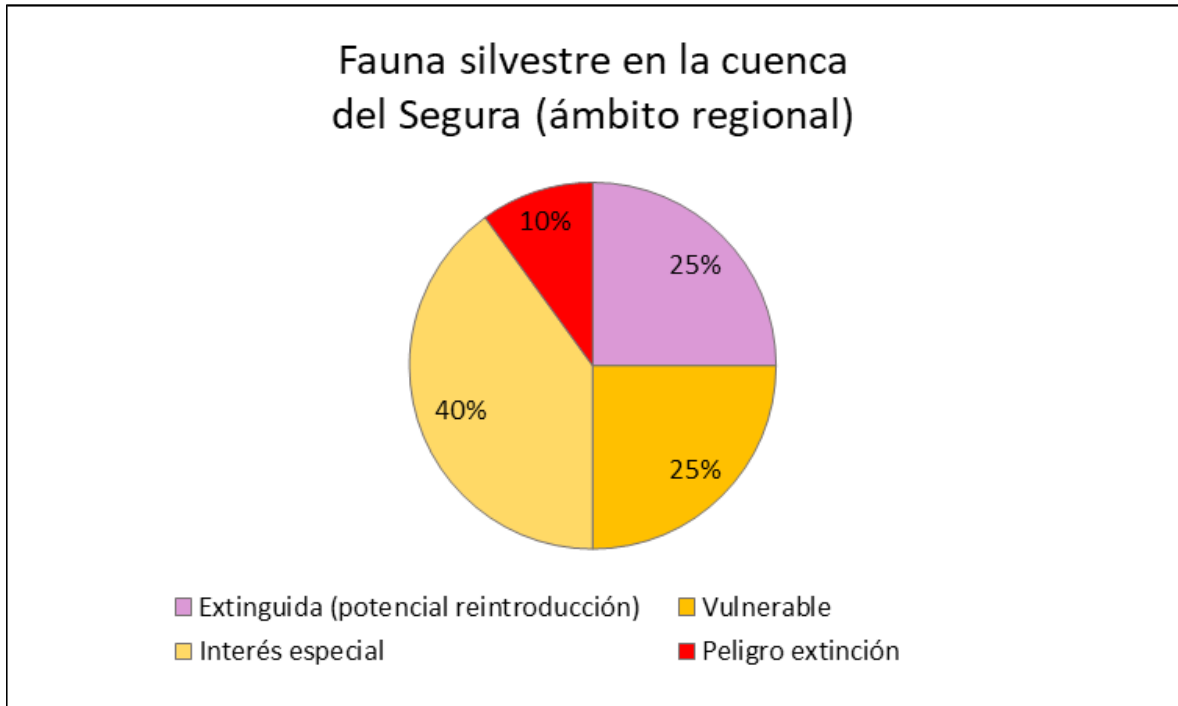


Figura 5.46. Categorías de las especies de fauna listadas en el Catálogo de especies amenazadas de fauna silvestre de la Región de Murcia. Fuente: elaboración propia a partir de la CARM (2009).

La importancia de los gráficos anteriores recae en la necesidad de considerar que un *buen* estado de conservación del ecosistema y las especies que lo habitan, entendido como el establecimiento y funcionamiento natural de los elementos presentes, incrementa la capacidad de resiliencia frente a los eventos - naturales - de inundación, por lo que estos factores ecológicos pueden resultar altamente determinantes a la hora de reducir y mitigar los riesgos potenciales por inundación a los que las poblaciones cercanas al río Segura se ven sometidas.

### 5.1.3. Factores antrópicos

Como ya se ha mencionado, en la zona de estudio, el río se caracteriza por discurrir sobre elevado de la llanura aluvial circundante, lo que conlleva que el área en su totalidad sea susceptible de inundarse en mayor o menor grado. En este sentido, las zonas inundables se dividen en función de la peligrosidad por inundación fluvial asociada a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años; y se distribuyen en la zona estudiada de una forma particular en función de la geomorfología y la topografía de la zona (Mapa 5.1 y Figura 5.47).

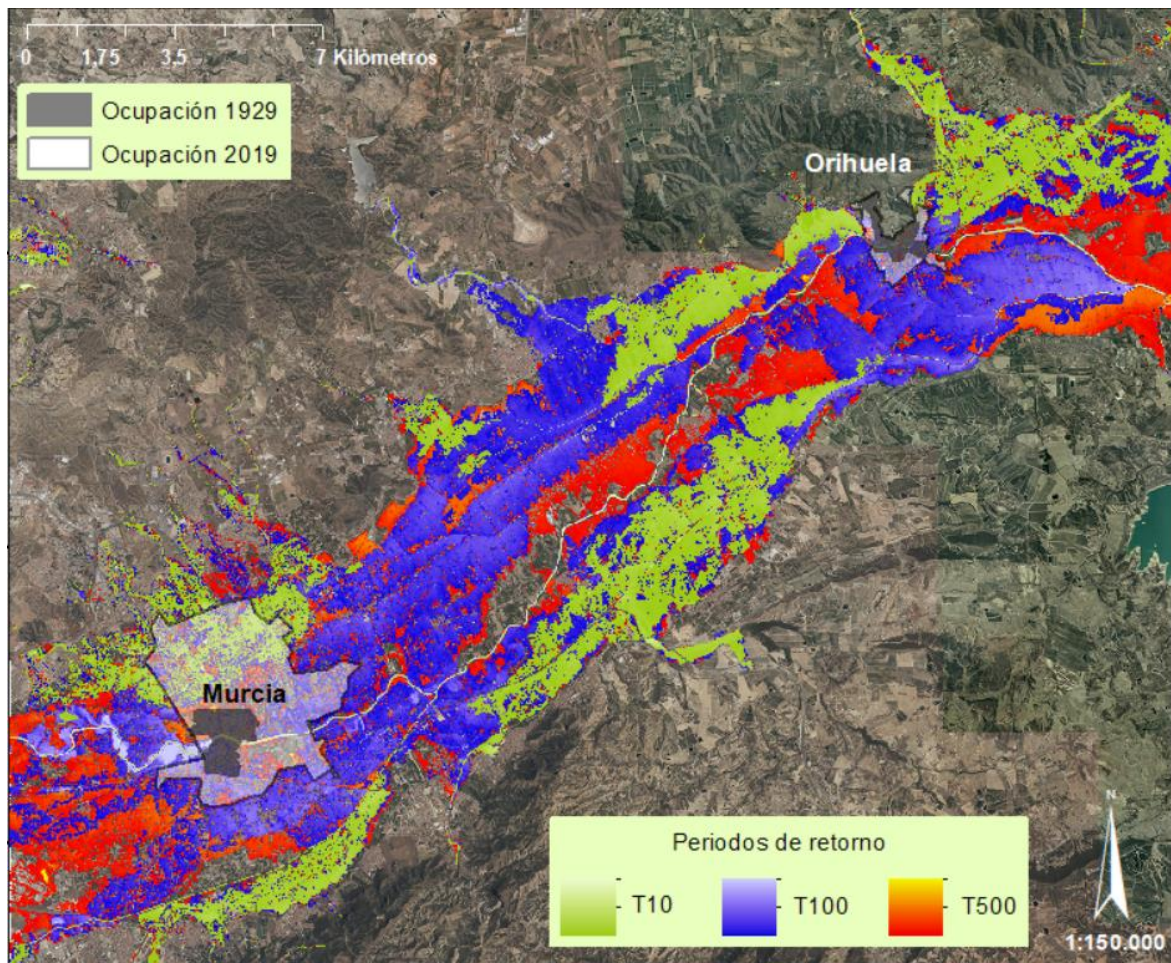


Figura 5.47. Peligrosidad por inundación en función de los periodos de retorno de la zona de estudio.  
Fuente: elaboración propia.

Con respecto al régimen hidrológico, a lo largo del todo el recorrido del Segura, resultan numerosas las obras de canalización y trasvase, así como la presencia e instalación de infraestructuras hidráulicas, cuya delimitación y alteración del curso del río se suma a la instauración de elementos longitudinales tanto naturales como artificiales.

Pese a ello, los procesos naturales de meandrización en la zona de estudio quedan patentes en las antiguas sinuosidades que presenta el tramo. El Mapa 5.2 y la Figura 5.48 representan la variación cronológica que ha sufrido el cauce a lo largo del periodo 1929-2019, donde las formas naturales del río se observan hasta finales de los años 80, y cuya morfología cambia drásticamente a partir de los años 90 debido a la elaboración y posterior materialización de las obras de canalización planteadas en el Plan de Defensa de Avenidas de 1987.

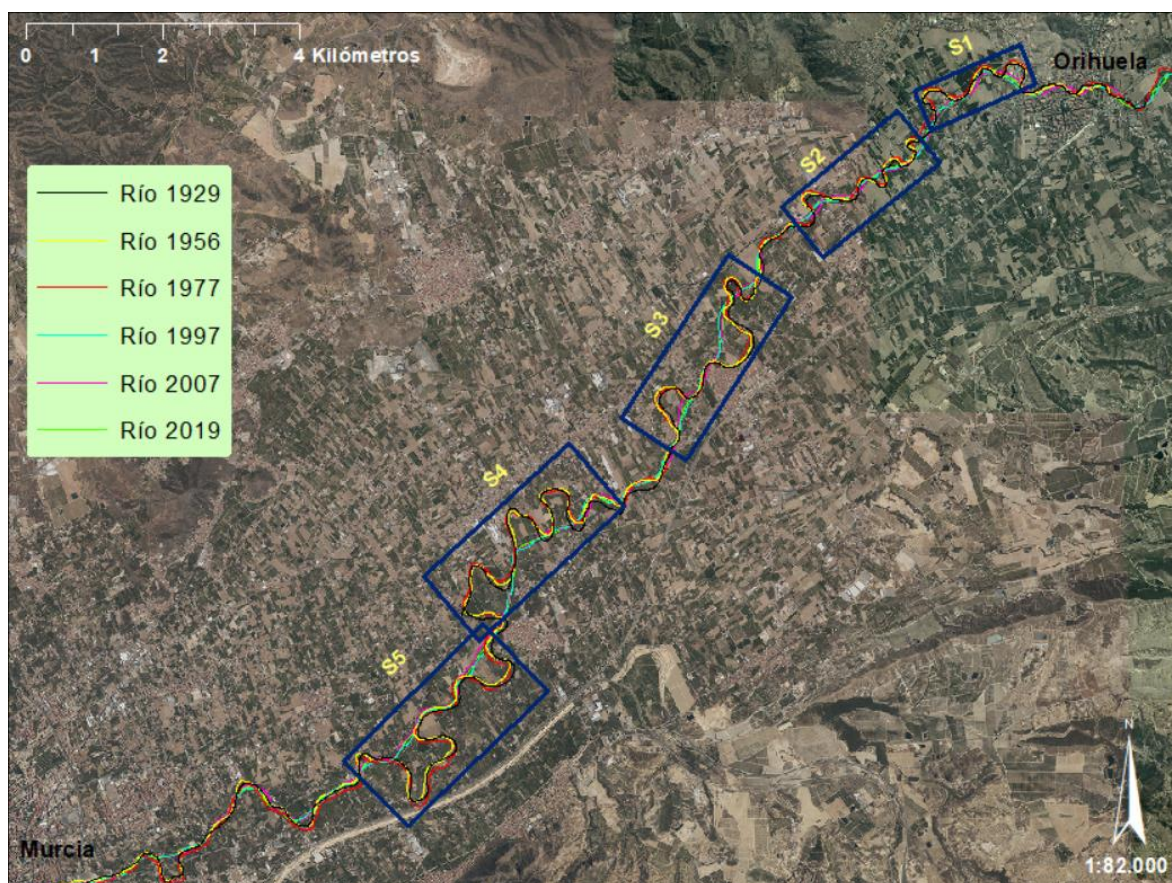


Figura 5.48. Cronología de cambios en el cauce del río Segura, en los que se destacan los cinco segmentos más activos del tramo. Fuente: elaboración propia.

Tal y como puede observarse, los cambios en la longitud del cauce en este tramo han sido significativos, reduciéndose su longitud total dos tercios de la que tenía 90 años atrás (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Longitud aproximada del tramo en el estudio cronológico de cambios en el cauce. Fuente: elaboración propia.

	1929	1956	1977	1997	2007	2019
<b>Longitud (km)</b>	40,92	38,41	43,13	28,15	26,98	26,30

A continuación, se analizan en detalle aquellos tramos más dinámicos donde se ha producido una eliminación de meandros y un acortamiento del río de mayor magnitud, los cuales representan una alteración significativa de más de la mitad del tramo de estudio. La comparativa se realiza entre las dos fracciones agrupadas en la pre y post planificación de represamiento y canalización del río (Figuras 5.49 a 5.53).

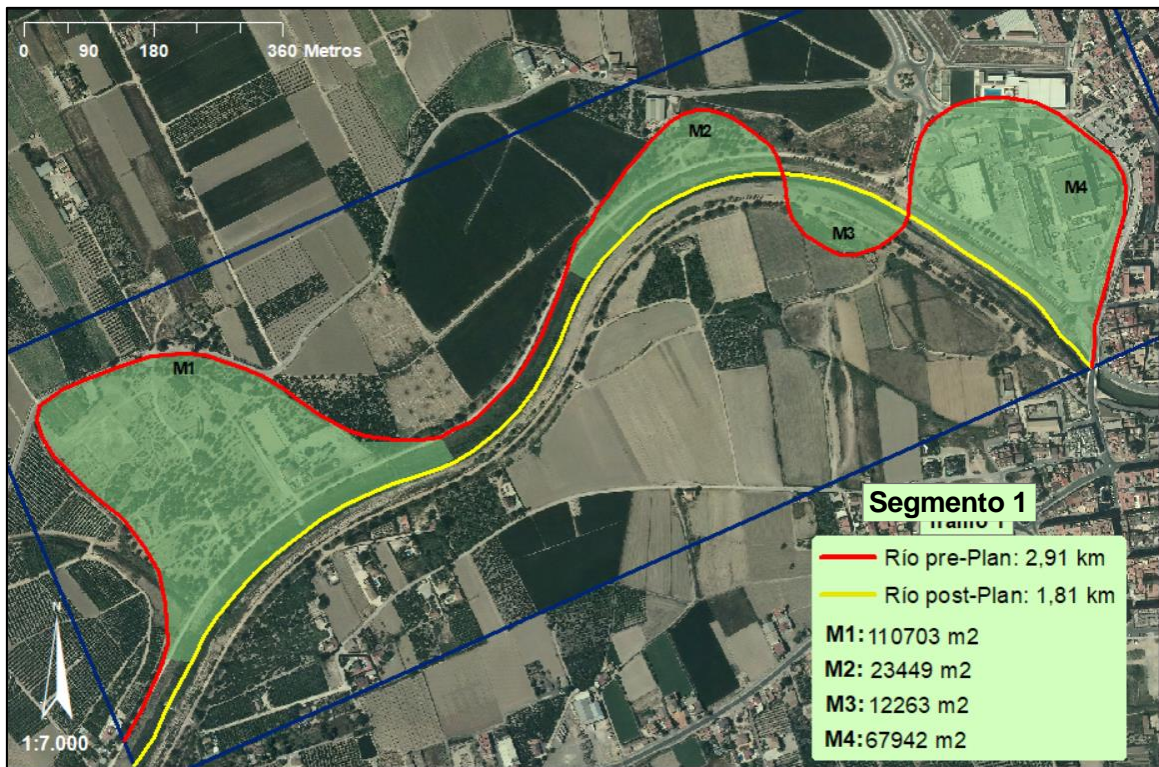


Figura 5.49. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el primer segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.

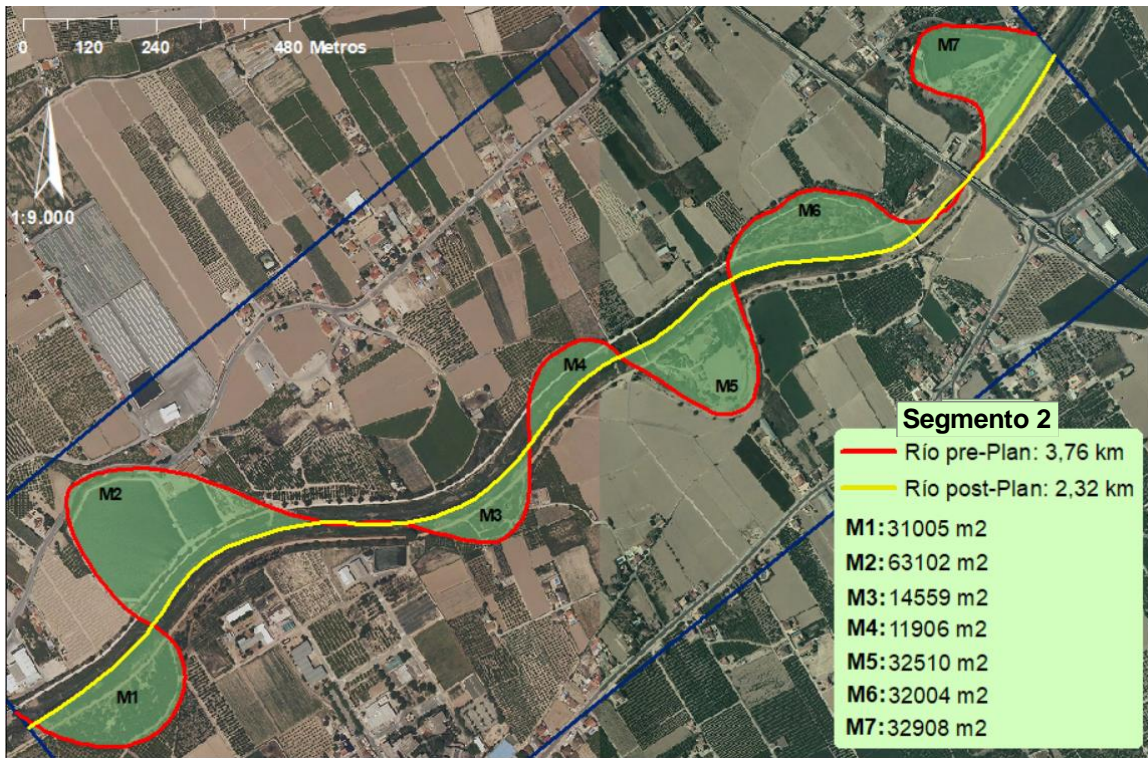


Figura 5.50. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el segundo segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.

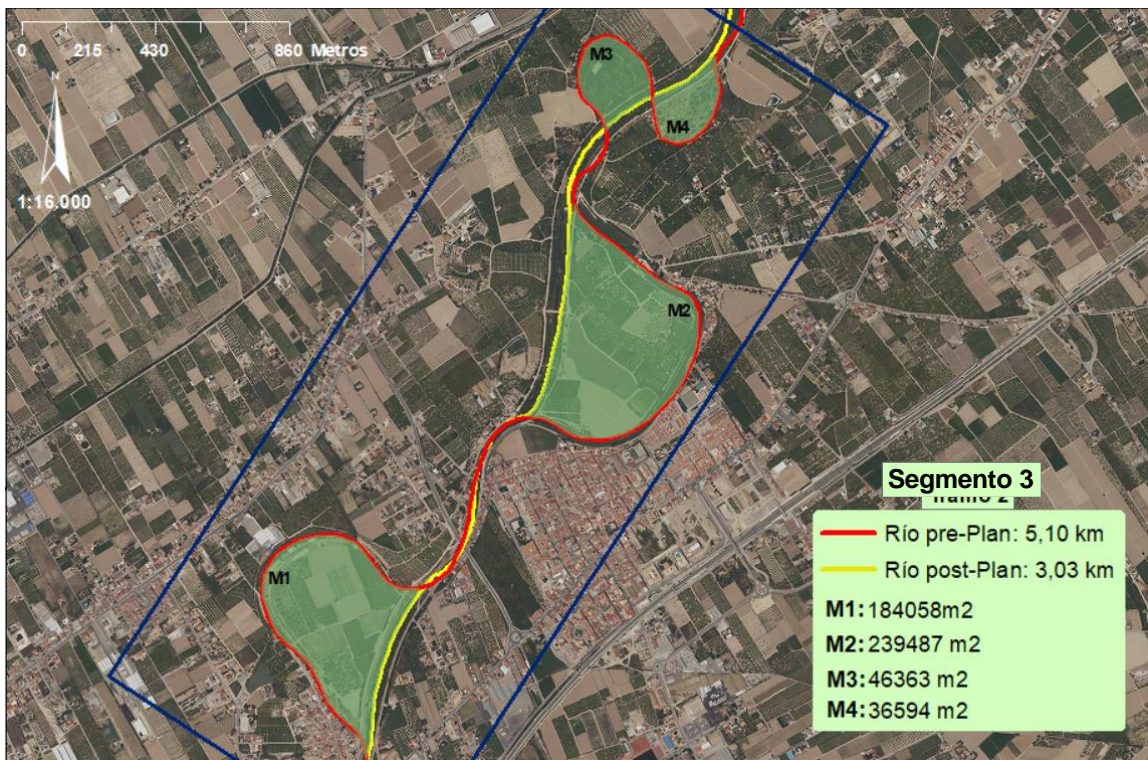


Figura 5.51. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el tercer segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.

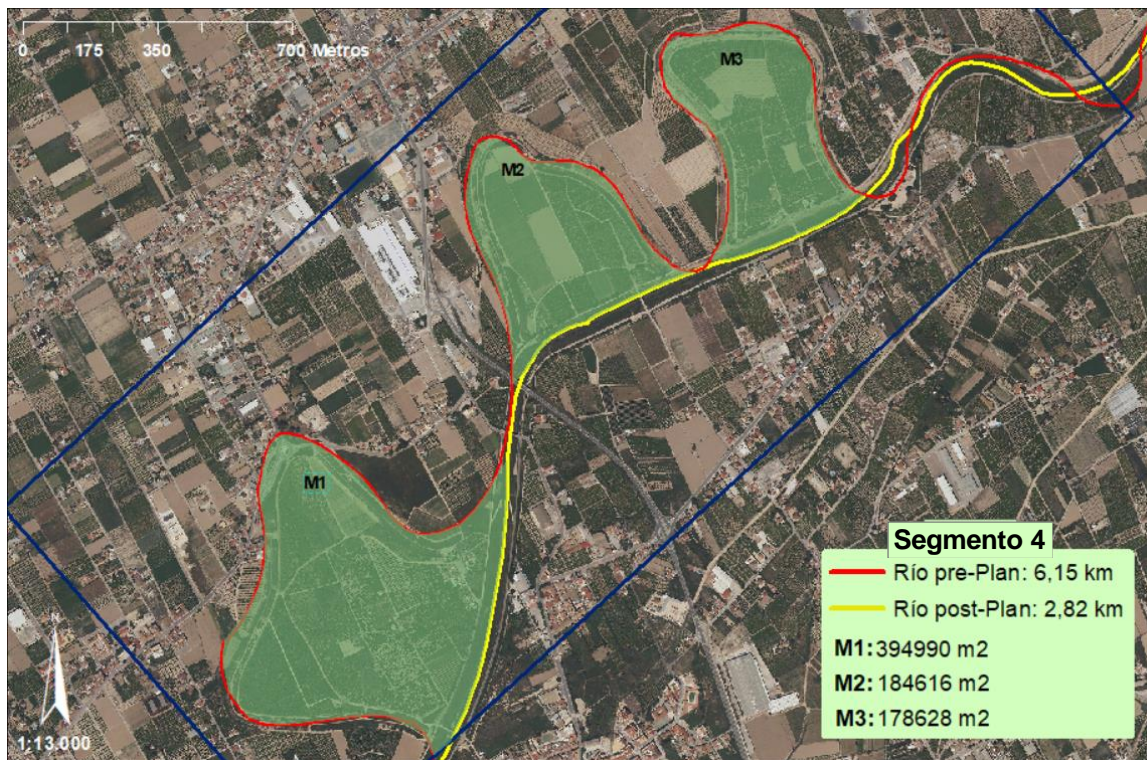


Figura 5.52. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el cuarto segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.

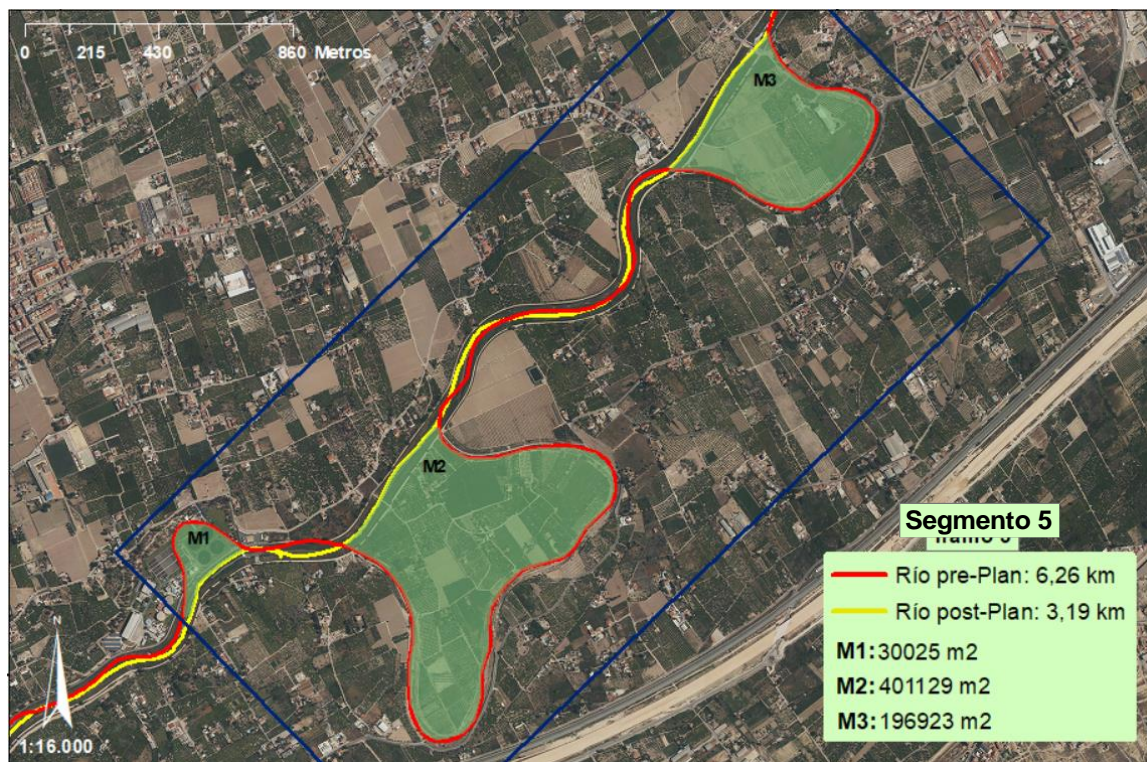


Figura 5.53. Reducción en la longitud del río y en la superficie total de su recorrido en el quinto segmento del tramo. Fuente: elaboración propia.

A lo largo de todo el recorrido del río Segura, tal y como reflejan informes publicados en el Geoportal del MAPAMA, se han llevado a cabo 122 acciones directas que han condicionado el régimen y morfología del cauce sobre más del 70% de su longitud total (Figura 5.54). De manera sorprendente, en estos informes la eliminación de meandros - debido a la canalización- se encuentra asociada al abandono del cauce y desvinculada del acortado de la longitud del río, cuya consecuencia se encuentra directamente relacionada con este tipo de acciones.

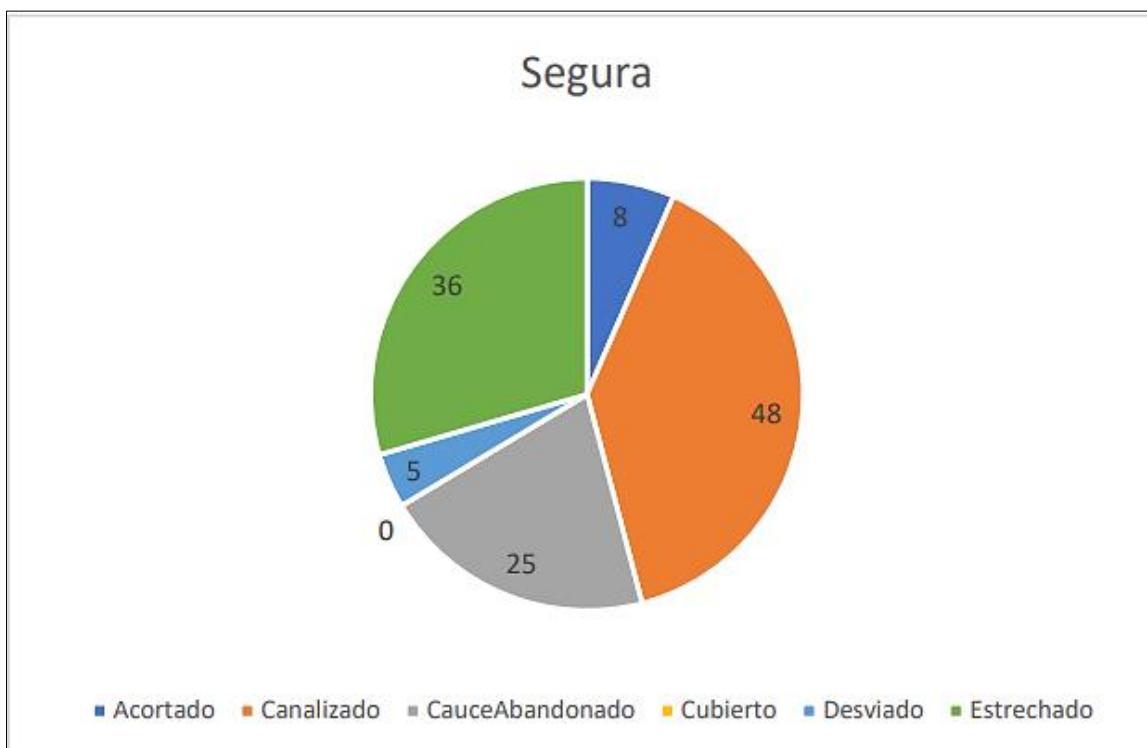


Figura 5.54. Proporción de las acciones directas sobre el cauce llevadas a cabo en el recorrido total del río Segura. Fuente: Geoportal MAPAMA (2018).

A estas acciones directas se les adiciona la construcción de obstáculos longitudinales como son las motas y las escolleras, entre otros, cuya finalidad responde, una vez más, a la necesidad de controlar el régimen y el territorio fluvial de modo que pueda aprovecharse para usos humanos (Mapa 5.3). Dentro de la zona de estudio, resulta llamativa la elevada cantidad de obstáculos en una distancia relativamente corta como es el tramo entre Murcia y Orihuela (Figura 5.55).

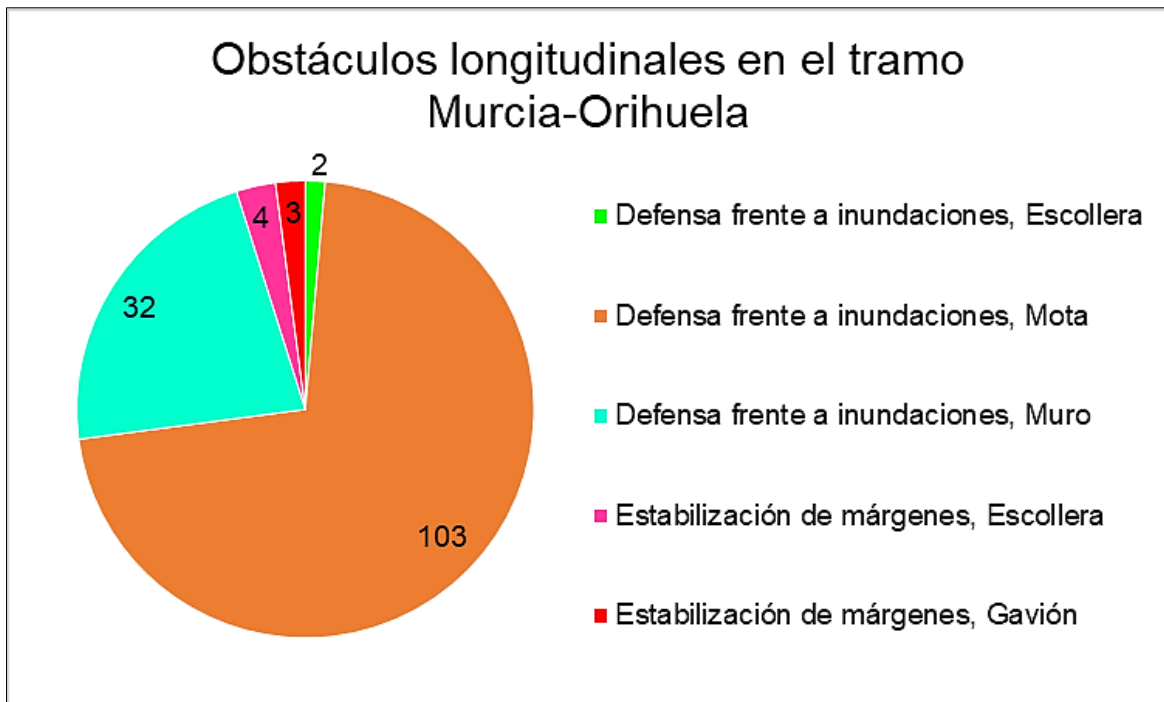


Figura 5.55. Relación de obstáculos transversales presentes en el curso del río Segura en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

A su vez, alrededor de la zona de estudio son numerosas las infraestructuras destinadas al control del estiaje y la laminación de avenidas. Estas han sido instauradas en distintos periodos en función de las necesidades y carencias de agua de riego y especialmente tras eventos meteorológicos severos (Figura 5.56).

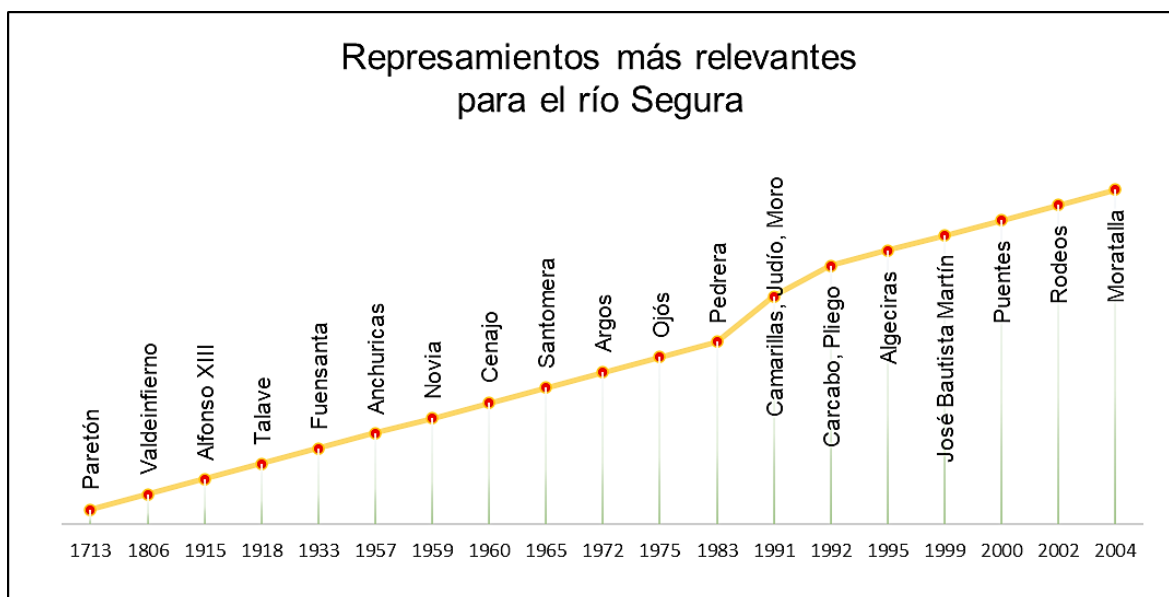


Figura 5.56. Cronología de los represamientos en la cuenca más relevantes para el Segura. Fuente: elaboración propia.



Además de las perturbaciones morfológicas o estructurales, existen otros factores de presión sobre el río que influyen tanto en la alteración de sus procesos naturales, como en el adecuado aprovechamiento de los recursos que ofrece. Entre ellos se destaca, a continuación, la elevada demanda de riego para el uso agrícola, que ha venido incrementándose incluso de forma incontrolada y fuera de la legalidad (Figura 5.57).

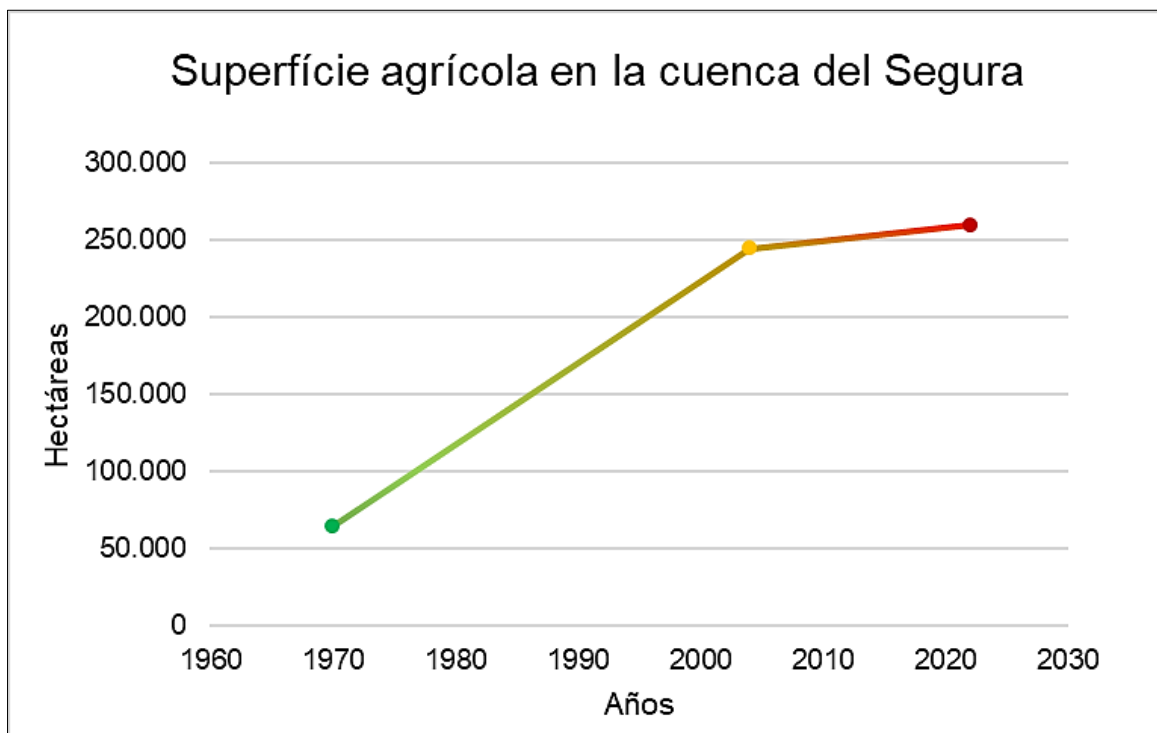


Figura 5.57. Evolución de la superficie de explotación destinada a la agricultura en el total de la Demarcación. Fuente: elaboración propia.

Todo lo anterior se ha visto propiciado por la evolución demográfica, industrial y agrícola de la zona, que le ha hecho adquirir una gran importancia a nivel nacional y que ha venido acompañada, a su vez, del incremento en las necesidades y demandas de agua abastecimiento y de aquella destinada a fines industriales. El Mapa 5.4 y la Figura 5.58 muestran el proceso de ampliación de las ciudades capitales de cada comarca que confluyen en la zona de estudio, donde se puede apreciar que el proceso urbanístico va acortando zonas naturalizadas del cauce y reduciendo el área rural, para dar lugar a mayores superficies artificiales y urbanas.

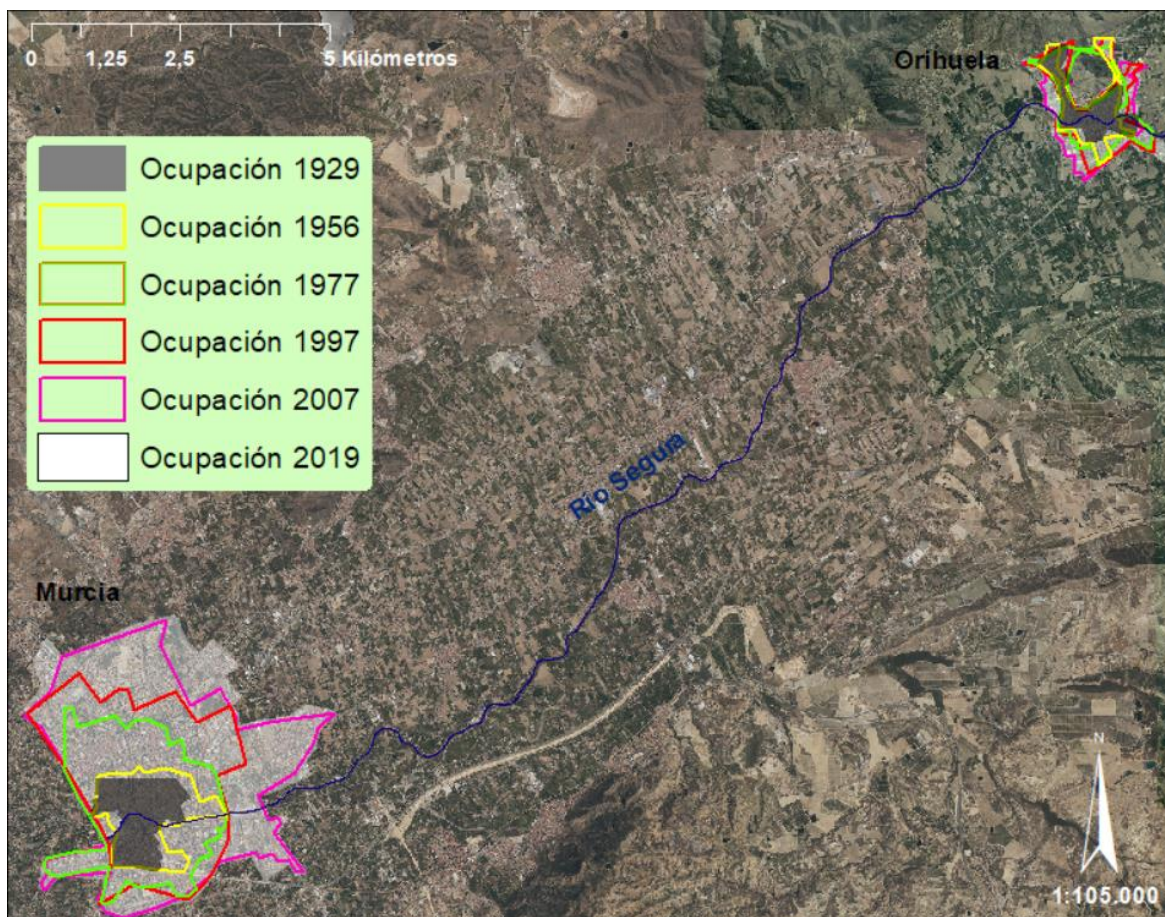


Figura 5.58. Evolución en la ocupación del territorio de las ciudades de Murcia y Orihuela. Fuente: elaboración propia.

Tal y como puede observarse, en menos de cien años la superficie de la ciudad de Orihuela ha crecido más del doble (Tabla 5.3), mientras que Murcia ha incrementado más de 10 veces su tamaño. Ello se corresponde, a su vez, con los datos demográficos de la Figura 3.17, donde la población total de ambas ciudades duplica, con creces, sus valores iniciales en este periodo.

Tabla 5.3. Superficies aproximadas de crecimiento de las poblaciones calculadas en el análisis cronológico de la ocupación. Fuente: elaboración propia.

Área (km <sup>2</sup> )	1929	1956	1977	1997	2007	2019
<b>Orihuela</b>	0,81	1,00	1,36	1,64	2,02	2,15
<b>Murcia</b>	1,46	2,28	6,00	8,19	13,22	14,81

Un incremento en la ocupación requiere de un aumento de la conexión entre todos sus elementos, patente en la extensa red viaria presente en el tramo, y por consiguiente

en la llanura de inundación. Este tipo de estructuras pueden verse afectadas por distintas inundaciones en función de las zonas asociadas a cada periodo de retorno sobre las que se hayan construido (Mapa 5.5). En este caso, un 56% de las redes viarias se encuentra dentro de la zona de inundabilidad media-baja, un 36% pertenece también a la zona de alta inundabilidad y a un 8% se le atribuye una inundabilidad muy alta (Figura 5.59).

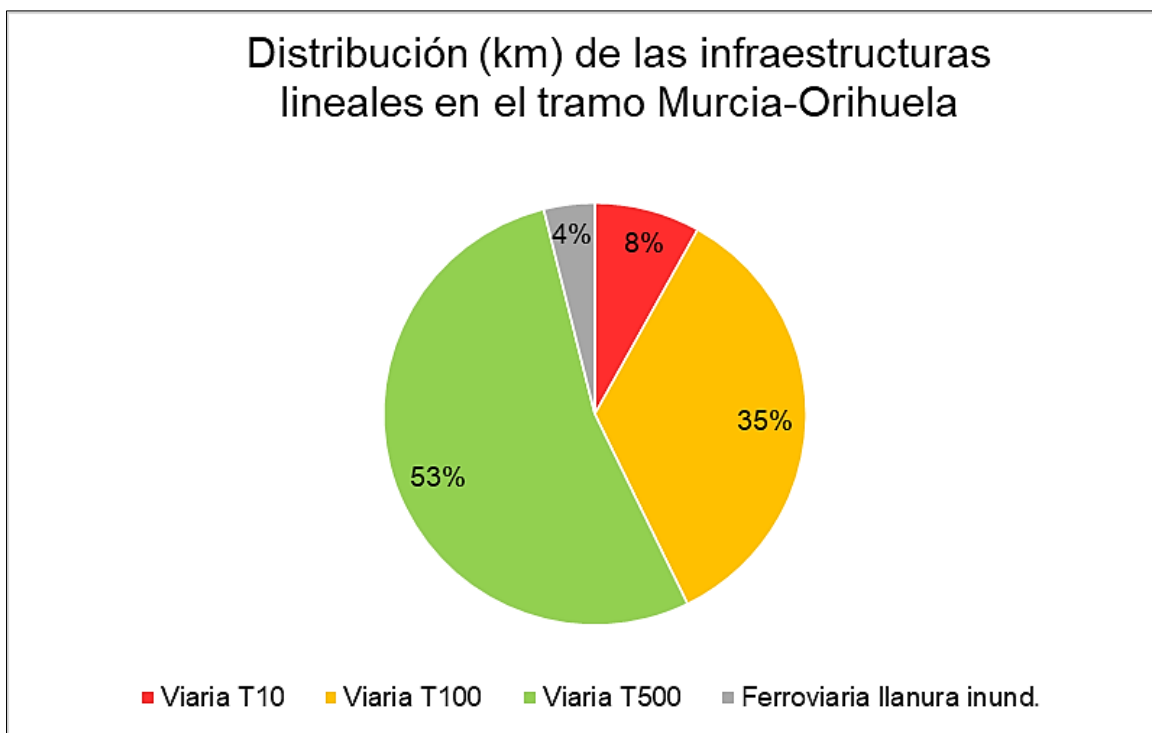


Figura 5.59. Relación de infraestructuras lineales en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Asimismo, los diversos usos del suelo, así como la evolución y cambios llevados a cabo sobre ellos, supone una serie de transformaciones que pueden condicionar la capacidad de amortiguación de las crecidas y de drenaje en situaciones de anegación de los terrenos. Algunos de estos cambios son la transformación de cultivo de secano a regadío, la reducción en la variabilidad del mosaico general de estos mismos cultivos y el aumento de la ocupación del propio suelo y del terreno colindante a los márgenes del cauce.

Si se comparan los usos del suelo en 2018 respecto al año 1990 (Mapa 5.6), en términos generales ha habido un aumento en el número de usos a nivel municipal, pese a que dentro de la zona de estudio se ha mantenido esta variabilidad. Sin embargo, cabe recalcar la desaparición del bosque de coníferas en la zona norte de Murcia, para dar paso al matorral boscoso de transición, y el cambio de cultivo de frutales y tierras de labor en secano por zonas de viñedo y terrenos de regadío a lo largo y ancho de ambos municipios,

incluida la zona de estudio. Dentro de esta zona, pese a que se llevan a cabo el mismo número de usos de suelo, estos han cambiado en gran parte (Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Cambios en los usos del suelo observables en la comparativa entre los años 1990 y 2018 en la zona de estudio. Fuente: elaboración propia a partir del IGN, 2015.

#### Cambio de usos del suelo 1990-2018

Se mantienen	Han desaparecido	Nuevos usos
Bosques de coníferas	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	Escombreras y vertederos
Mosaico de cultivos	Espacios con vegetación escasa	Instalaciones deportivas y recreativas
Tejido urbano continuo	Frutales	Pastizales naturales
Tejido urbano discontinuo	Matorral boscoso de transición	Praderas
Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural	Olivares	Vegetación esclerófila
Terrenos regados permanentemente	Tierras de labor en seco	Viñedos
Zonas en construcción	Vegetación esclerófila	Zonas verdes urbanas
Zonas industriales o comerciales		

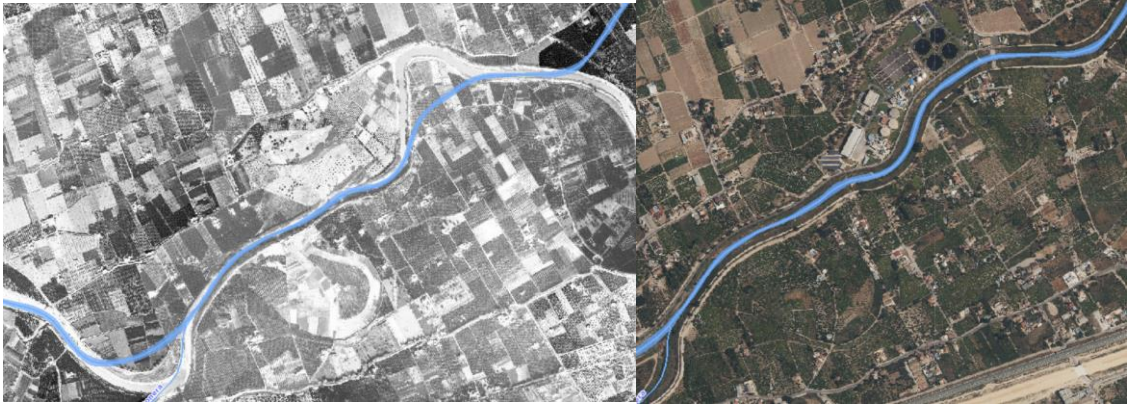
Respecto a las ortofotos disponibles en el IGN, se muestran, a continuación, una serie de imágenes comparativas del año 1929 respecto al 2019 en el tramo del Segura desde Murcia hasta Orihuela, donde pueden observarse los cambios llevados a cabo en los usos del suelo en las zonas más cercanas al río, destacando la tendencia generalizada a la eliminación de meandros, así como el aumento en la presencia de áreas industrializadas y en la instalación de infraestructuras (Figuras 5.60 a 5.69).



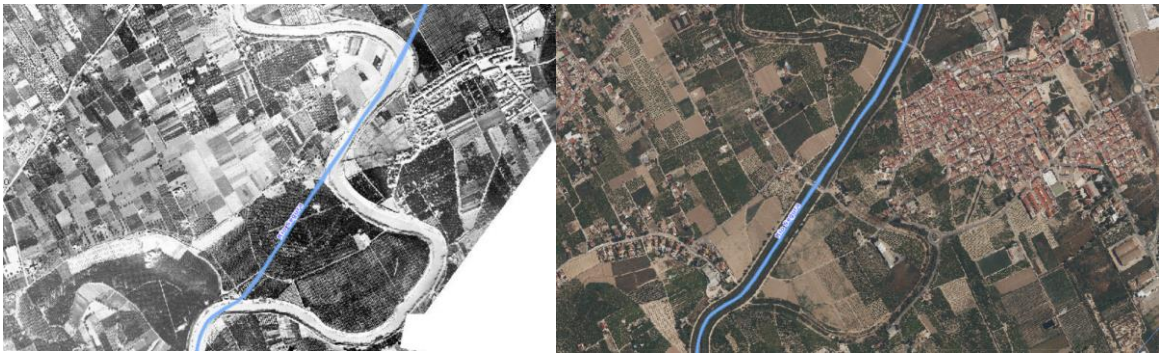
Figura 5.60. Ampliación de la ciudad de Murcia, incremento de zonas industriales y reducción de la superficie y mosaico de cultivo e instalación de infraestructuras lineales y obstáculos transversales. Fuente: Visor CHS.



Figura 5.61. Eliminación de meandro, instalación de infraestructura lineal, construcción de viviendas, cambios en el mosaico y superficie de cultivos y eliminación de vegetación de ribera. Fuente: Visor CHS.



*Figura 5.62. Eliminación de meandros, uniformidad en el mosaico de cultivos, aumento de cultivos de regadío e instalación de EDAR en el margen del río. Fuente: Visor CHS.*



*Figura 5.63. Eliminación de meandros, aumento de superficie urbana y residencial (Alquerías) y construcción de infraestructura lineal. Fuente: Visor CHS.*

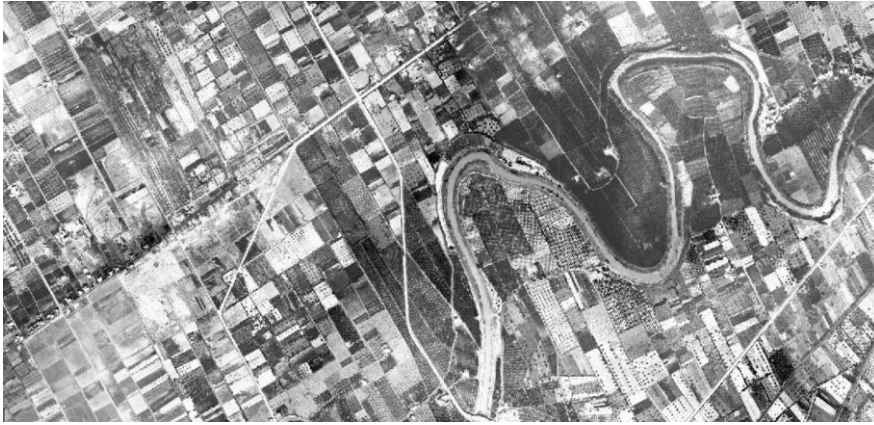


Figura 5.64. Eliminación de meandros, aumento del proceso urbanístico (El Raal) e industrial y simplificación de cultivos. Fuente: Visor CHS.



Figura 5.65. Eliminación de meandro, incremento de edificaciones del tipo residencial (El Raal y Beniel), aumento de suelo industrial, construcción de infraestructuras lineales y de obstáculos transversales y eliminación de vegetación de ribera. Fuente: Visor CHS.



Figura 5.66. Eliminación de meandros, reducción de sotos, simplificación de cultivos y aumento de la edificación. Fuente: Visor CHS.



Figura 5.67. Eliminación de meandros, instalación de infraestructuras de explotación, simplificación de cultivos, eliminación de vegetación de ribera, ocupación industrial de la llanura y emplazamiento de campus universitario (Universidad Miguel Hernández). Fuente: Visor CHS.





*Figura 5.68. Eliminación de meandros y sotos, eliminación de vegetación de ribera, simplificación de cultivos, instalación de obstáculos transversales, presencia de zonas industriales y residenciales y eliminación de obras de represamiento. Fuente: Visor CHS.*



*Figura 5.69. Eliminación de meandros, simplificación de cultivos, construcción de infraestructuras lineales y obstáculos transversales, ampliación de la ciudad de Orihuela y presencia de zonas industriales. Fuente: Visor CHS.*

Finalmente, se tiene en consideración la ocupación y alteración del DPH (Mapa 5.7), especialmente en cada tramo que recorre ambas ciudades (Figuras 5.70 y 5.71). Asimismo, existen otros segmentos que albergan infraestructuras o edificaciones que ocupan ciertas extensiones de este, llegando incluso a ocupar parte de la zona de servidumbre, la cual se encuentra meticulosamente delimitada con respecto a la zona de policía y encajonada en

ciertas ocasiones entre el cauce y las demás construcciones (Figuras 5.72 a 5.75). Cabe recalcar que la presencia de estas no implica un uso ilegal del DPH, siempre y cuando respondan a necesidades de conservación y/o restauración o bien sean convenientes para el uso del DPH; pero sí implicará ser consecuente con los efectos de las avenidas sobre estas zonas en episodios de crecida. Sin embargo, el incumplimiento de las limitaciones en cada división del DPH se materializa a lo largo del tramo estudiado, debido a una elevada presencia de edificaciones, especialmente de carácter residencial, en las zonas inmediatas al cauce.

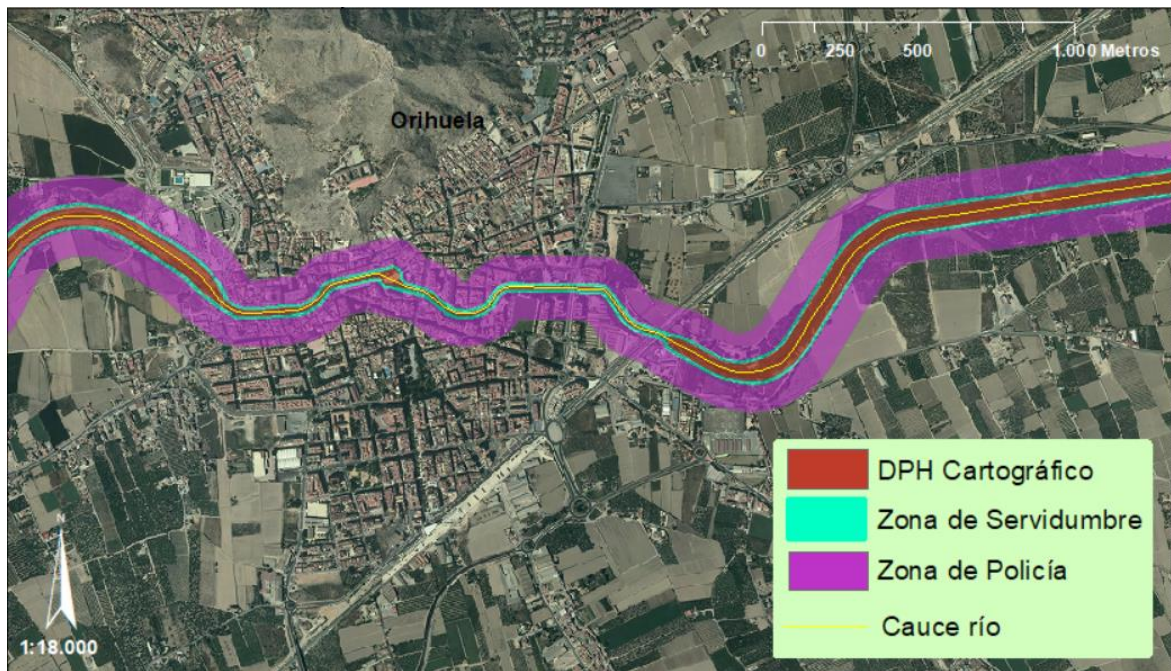


Figura 5.70. Situación del cauce y de la ciudad de Orihuela con respecto al Dominio Público Hidráulico, donde puede observarse, además, un drástico estrechamiento de este a su paso por la zona urbana. Fuente: Geoportel MAPAMA.

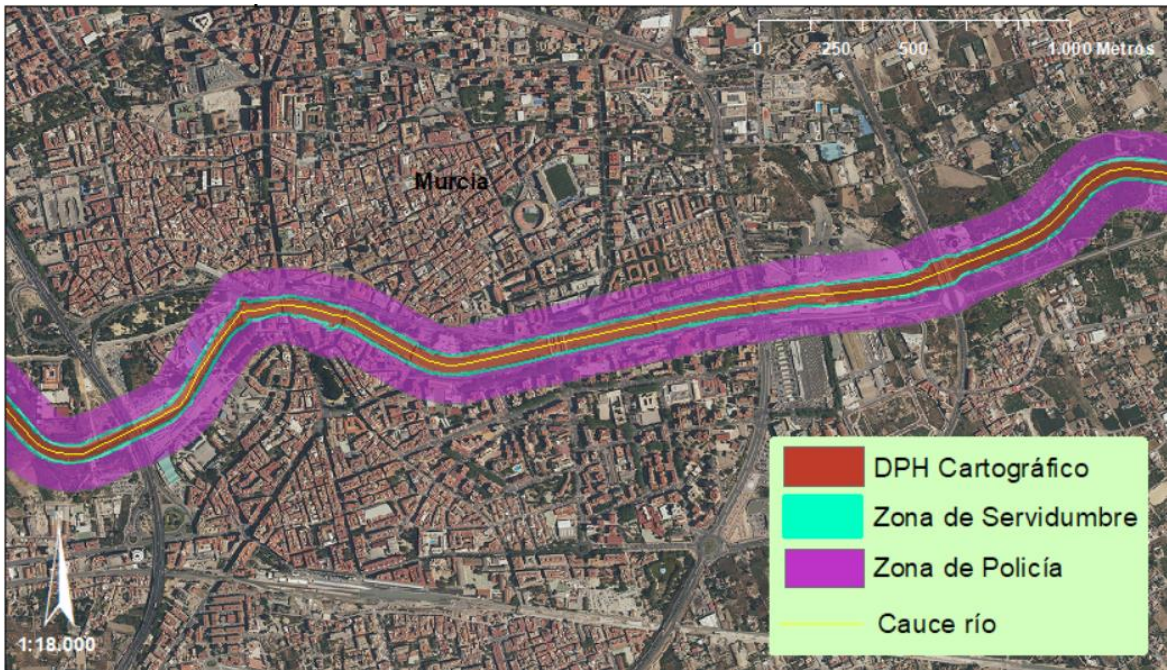


Figura 5.51. Situación del cauce y de la ciudad de Murcia con respecto al Dominio Público Hidráulico.  
Fuente: Geoportal MAPAMA.

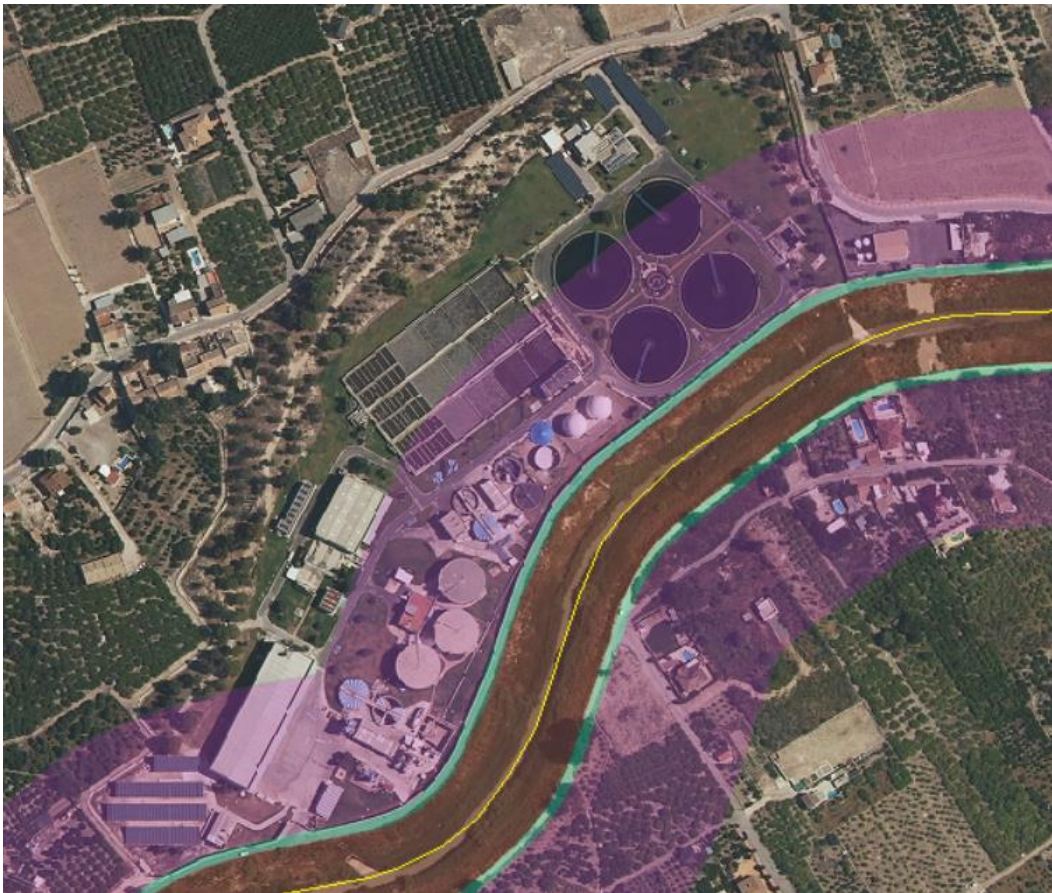
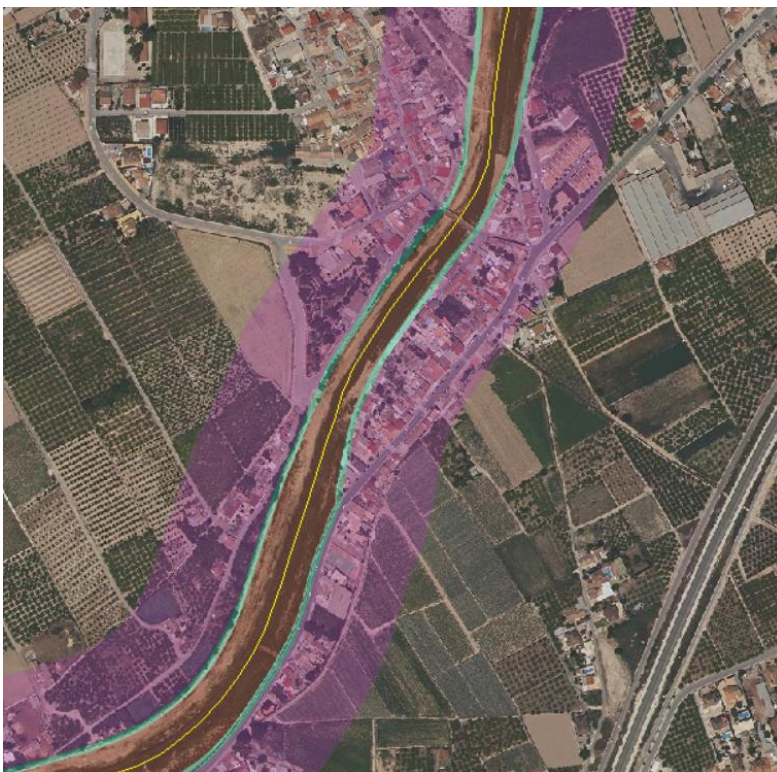


Figura 5.72. Presencia de depuradora y viviendas a pie de la zona de policía. Fuente: Geoportal MAPAMA.



*Figura 5.73. Presencia de zonas industriales y barrios de viviendas en la zona de policía. Fuente: Geoportal MAPAMA.*



*Figura 5.74. Presencia de barrios de viviendas y zonas industriales a pie de cauce y completamente dentro de la zona de policía. Fuente: Geoportal MAPAMA.*



*Figura 5.75. Zonas industriales y residenciales ocupando la zona de policía e incluso la de servidumbre. Fuente: Geoportal MAPAMA.*

## 5.2. Estimación del riesgo

En relación con las tres variables que conforman el riesgo por inundación, en los párrafos siguientes se asocian aquellos aspectos estudiados que puedan resultar destacables a la hora de incrementar o disminuir su valor.

Las alteraciones climáticas e hidrológicas tales como el aumento de la temperatura de la atmósfera y del mar, la intensificación de las precipitaciones, el incremento del número y frecuencia de eventos de inundación de carácter extraordinario y también de los valores máximos de precipitación; elevan la peligrosidad frente al riesgo de inundación para las poblaciones y ecosistemas establecidos en la zona. Destacan, por su parte, la disminución de las crecidas ordinarias y de los caudales máximos con consecuencias favorables en cuanto a la reducción de peligrosidad, pero dan lugar a un incremento de la exposición debido a que la sensación de seguridad conlleva un mayor establecimiento en las cercanías del río. Se aplica del mismo modo a la reducción de la vulnerabilidad a través del represamiento continuado del río en todo su recorrido, motivo real por el cual han disminuido los valores de caudales máximos registrados.

A su vez, el conjunto de intervenciones y alteraciones humanas han condicionado y limitado el régimen natural del río, intermitente y torrencial por naturaleza. Adicionado a un aprovechamiento intensivo de los recursos que conlleva la sobreexplotación y consiguiente alteración y degradación de sus ecosistemas relacionados, no ha hecho más que incrementar la vulnerabilidad frente a este tipo de eventos. Por un lado, los cambios en los usos del suelo destinados a una artificialización o empobrecimiento de este, provocan una reducción en la capacidad de infiltración del agua y especialmente en situaciones de inundación, prolongando el anegamiento y reduciendo el drenaje del terreno; mientras que la eliminación de vegetación de porte arbóreo de cultivo así como la riparia, incluyendo los sotos y meandros, reduce la capacidad de atenuación de las avenidas y deja a la red de acequias y azarbes como único sistema de mitigación. Por otro lado, la degradación de las condiciones ambientales y sus distintos componentes, como el empeoramiento del estado de conservación de especies autóctonas y endémicas y el incremento de especies exóticas invasoras provoca que los ecosistemas pierdan la capacidad tanto de mitigar los impactos de las contingencias severas, como de poder recuperarse tras ellas.

Asimismo, la ocupación de la llanura por parte de la población a través del incremento y expansión de los asentamientos, junto a las edificaciones e instalaciones de aprovechamiento y explotación derivadas de sus actividades económicas, así como la ampliación de la red de infraestructuras lineales que las conecta; conlleva un aumento en

los valores de exposición frente a eventos de inundación, pues resultan en bienes estrictamente de uso humano que podrán verse afectados por la fuerza de la crecida.

Algunos aspectos pueden condicionar a más de un factor de riesgo, ya que las modificaciones físicas del río y la instalación de obstáculos e infraestructuras que condicionen su curso, no solo se verán afectados en situaciones de crecida, si no que pueden dar lugar a una mayor peligrosidad del suceso y además vulnerar la capacidad de recuperación de las condiciones naturales de estiaje.

La siguiente tabla muestra, en modo de síntesis, los aspectos que se han considerado determinantes para cada factor que condiciona el riesgo por inundación (Tabla 5.5).



Tabla 5.5. Matriz de riesgos por inundación en el tramo del Segura entre Murcia y Orihuela. Las flechas indican el aumento o disminución del condicionante, mientras que los colores muestran el incremento (rojo) o disminución (verde) del factor de riesgo. Fuente: elaboración propia.

Matriz de riesgos				
	Estado	Peligrosidad	Exposición	Vulnerabilidad
<b>Factores antrópicos</b>				
Canalización del río	↑	Red	White	Red
Acortamiento del río	↑	Red	White	Red
Obstáculos longitudinales en el río	↑	Red	Red	Red
Represamiento del río	↑	White	Red	Green
Demografía	↑	White	Red	White
Ocupación de Ila llanura: sistema de acequias y azarbes	↑	White	White	Green
Ocupación de Ila llanura: urbanización	↑	White	Red	Red
Ocupación de Ila llanura: infraestructuras lineales	↑	White	Red	Red
Usos del suelo: artificial	↑	White	White	Red
Usos del suelo: mosaico de cultivos	↓	White	Green	Red
Usos del suelo: regadío	↑	White	White	Red
Usos del suelo: porte arbóreo (frutales, ribera)	↓	White	White	Red
Usos del suelo: sotos y meandros	↓	White	White	Red
Ocupación del DPH	↑	White	White	Red
<b>Factores ecológicos</b>				
Redistribución de sedimento	↓	White	White	Red
Renovación de las aguas	↓	White	White	Red
Contaminación: nitratos	↑	White	White	Red
Contaminación: alcance en profundidad	↑	White	White	Red
Contaminación: vertidos	↑	White	White	Red
Explotación de recursos y extracciones de agua	↑	White	White	Red
Variabilidad de cultivos y porte arbóreo: Sumidero CO2 y filtración	↓	White	White	Red
Obstáculos transversales en el río	↑	Red	Red	Red
Sp invasoras	↑	White	White	Red
Sp protegidas: endémicas	↑	White	White	Red
Sp protegidas: silvestres	↑	White	White	Red
<b>Factores climáticos e hidrológicos</b>				
Tª global	↑	Red	White	White
Tª del mar	↑	Red	White	White
Intensidad de precipitación	↑	Red	White	White
Crecidas ordinarias	↓	Green	Red	White
Crecidas extraordinarias	↑	Red	White	White
Caudales bajos	↓	Red	White	White
Nº de eventos de inundación	↑	Red	White	White
Frecuencia de inundación	↑	Red	White	White
Caudales máximos	↓	Green	Red	White
Precipitaciones máximas	↑	Red	White	White

Respecto al resultado de la tabla anterior, se realiza un cálculo numérico orientativo de la situación de riesgo a la que puede enfrentarse la zona de estudio, mediante el recuento de los aspectos representados y a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo} = \text{peligrosidad} \cdot \text{exposición} \cdot \text{vulnerabilidad}$$

$$\text{Riesgo} = 14x \cdot 9y \cdot 24z$$

Por tanto, de los aspectos planteados en la Tabla 5.5. como condicionantes de cada factor del riesgo, una fracción de ellos se considera que incrementa o propicia el riesgo total frente a eventos de inundación. Tal y como expone la Tabla 5.6., si esta fracción se expresa en valores de tanto por uno, se obtienen los puntos de incremento respecto a la situación normal o base ( $\text{Riesgo}=1$ ).

*Tabla 1.6. Cálculo del incremento del riesgo en el tramo del Segura entre Murcia y Orihuela mediante la comparación entre la situación de riesgo base (producto total = 1) y la situación planteada en la Tabla 5.5. Fuente: elaboración propia.*

#### **Incremento del riesgo por inundación fluvial. Río Segura: tramo Murcia-Orihuela.**

<b>Factor</b>	<b>Fracción</b>	<b>Tanto por uno</b>	<b>Incremento base</b>
<b>x</b>	22/14	0,857	1,857
<b>y</b>	8/9	0,889	1,889
<b>z</b>	22/24	0,917	1,917

#### **Puntos de incremento total**

$$\text{Riesgo} = 1,857 \cdot 1,889 \cdot 1,917 = 6,72 \text{ (672\%)}$$

Los resultados teóricos apuntan que, al considerar todos aquellos aspectos que pueden determinar el antes, durante y después de un evento de inundación, se produce un aumento muy significativo del riesgo al que la población y el entorno, es decir, todo el ecosistema asentado o dependiente del sistema fluvial, afronta en este tipo de contingencias.

### 5.3. Diagnóstico y propuestas

La dinámica fluvial -natural- de la zona estudiada implica, por un lado, que se trata de un territorio que dispone de una alta variedad de recursos y servicios ambientales que atraen el establecimiento de asentamientos para su aprovechamiento. La singularidad del tramo permitió el desarrollo de un regadío tradicional basado en el aprovechamiento y conducción del Segura a través de un sistema de acequias y azarbes, que ha dado lugar a agroecosistemas productivos y sostenibles que actúan como sumideros de CO<sub>2</sub> y reserva de suelo fértil, aportando a todo el tramo un alto valor histórico, paisajístico y medioambiental, además de ejercer de corredor ecológico para especies de fauna y flora.

Por otro lado, establecerse en un territorio fluvial conlleva inevitablemente convivir con el río y los cambios ambientales llevados a cabo por su régimen o dinámica. Sin embargo, el aprovechamiento de sus recursos ha derivado en una sobreocupación y sobreexplotación que además se ha orientado hacia un control casi total del régimen y morfología del río como medida de protección frente a su carácter torrencial. Se trata de un tramo en constante amenaza y profunda modificación debido a distintos factores tales como las obras de canalización del Segura y el corte de meandros en relación con el Plan de Defensa Contra Avenidas; problemas de contaminación, salinización y escasez de agua a causa de una mala explotación para la agricultura, vertido continuado de aguas residuales, y el crecimiento urbano y de ocupación incontrolada de la llanura.

Las principales perturbaciones se centran en la regulación, limitación y alteración del régimen hidrológico por el corte de meandros en las obras de canalización, la presencia de infraestructuras hidráulicas y obstáculos longitudinales y transversales, el aumento del proceso urbanístico y agrícola ante la demanda turística por cercanía al mar y la urbanización de las zonas rurales, junto con los vertidos tanto urbanos como provenientes de la agricultura ricos en nitratos que contaminan los acuíferos. A su vez, las motas dificultan el retorno de las aguas de la crecida al cauce habitual y prolongan las situaciones de inundación de la zona; mientras que la consecuencia práctica del proceso de laminación de avenidas conlleva, además de la reducción del caudal aguas abajo, una posible ocupación progresiva del cauce por parte de la población y por tanto un incremento en la exposición y el riesgo frente a avenidas extremas en las que deban soltarse cantidades de agua superiores a las que normalmente discurren por el cauce.

Por todo lo anterior, en el estudio del riesgo se observa claramente que las variables son correlativas, ya que un mayor desarrollo poblacional y de actividades económicas, conlleva una mayor ocupación del suelo para uso industrial, urbanístico y por tanto mayor dependencia de las infraestructuras lineales, susceptibles de sufrir alteraciones por las

inundaciones; así como una mayor alteración de los procesos naturales de desbordamiento, drenaje y conducción de las aguas.

Además, tras quedar patentes los intentos de intervención antrópica con el fin de reducir la vulnerabilidad frente a las inundaciones, y frente a un contexto de cambio climático progresivo y cada vez más acusado; no queda más que plantear una adaptación a los fenómenos climáticos basada en una convivencia sostenible con todos los elementos del ecosistema, exaltando aquellos valores ecológicos que caracterizan la zona y permiten el establecimiento de comunidades humanas, vegetales y animales.

A nivel ecológico, la degradación acusada del tramo bajo del Segura resulta en una drástica reducción en la variabilidad de vegetación, en el bosque de ribera y en la presencia de aves esteparias y migratorias y pequeños vertebrados, por lo que la biodiversidad se está viendo notablemente reducida. Asimismo, la presencia de especies invasoras, cuyos efectos también pueden derivar en daños a las estructuras instaladas, acusa la vulnerabilidad del ecosistema natural frente a los riesgos climáticos. En este aspecto, se destaca la invasión de la caña (*Arundo donax*), que coloniza todo el cauce canalizado del Segura a lo largo de todo el tramo de estudio, aprovechándose de la fuerte insolación (por la ausencia de árboles de ribera) y de la enorme cantidad de nutrientes.

Siendo conocidos los beneficios agronómicos y de abastecimiento de los núcleos de población que ofrece el río, el ecosistema fluvial del Segura alberga, además, una biodiversidad destacable en la Península Ibérica, debido a la gran variabilidad ecosistémica que presentan sus distintos tramos. Como se ha mencionado anteriormente, el agroecosistema colindante al tramo seleccionado funciona como sumidero de CO<sub>2</sub> y alberga gran cantidad de flora y fauna característica, por lo que resultaría recomendable considerar las siguientes medidas de actuación:

- Eliminación y control de especies exóticas, principalmente la caña (*Arundo donax*), que coloniza márgenes del cauce, diques y acequias; apoyándose en los informes y manuales de actuación vigentes (Deltoro et al., 2012).
- Devolver el espacio al río mediante el retranqueo, eliminación o reducción de la altura de motas hasta la altura de las aguas de la huerta.
- Creación de zanjas de drenaje en las zonas inundables.
- Conexión de antiguos meandros cortados por las actuaciones de canalización.
- Renaturalización y revegetación de sotos y meandros.
- Restauración de la vegetación natural de ribera limitando los usos agrarios y el abuso de biocidas y fertilizantes.

- Establecimiento de zonas tampón que mitiguen la brusca división del DPH y permitan asegurar el mantenimiento de las condiciones y limitaciones en cada zona.
- Ensalzar los valores ambientales y servicios ecosistémicos que aporta el tramo, mediante el acondicionamiento de vías verdes e incorporación de puntos de información, recogida de basura y actividades de educación ambiental.
- Apoyar los movimientos sociales de limpieza periódica de basura del cauce de manera técnica e interdisciplinar aplicando una visión global de la acción.
- Detectar y penalizar los cultivos y vertidos ilegales con mayor meticulosidad y firmeza.
- Reintroducción de especies que han dejado de reproducirse en la zona, mediante campañas de acción y concienciación ambiental.
- La huella hídrica de la confederación se estima en base a la proporción de agua azul (disponible para uso) y agua verde (evapotranspiración de la vegetación). Resultaría altamente recomendable incluir en estos cálculos la cantidad de agua gris que es devuelta a los sistemas hídricos, puesto que la presión que se les ejerce en el desarrollo de actividades dependientes de estos, aumenta proporcionalmente con el aumento de la población (en el caso del agua verde y el agua gris) y resultaría un buen indicador de cara al estudio del estado de las masas del agua, además de aportar información clara y concisa que el ciudadano puede comprender y comparar con otros datos relacionados.

En la actualidad, los instrumentos de gestión instaurados al respecto son escasos. Sería preciso enmarcar estas actuaciones de restauración fluvial en un nuevo plan de gestión del territorio inundable del bajo Segura, asociándolo al Plan Vega Renhace que se ha diseñado y se está comenzando a implementar en el tramo alicantino aguas abajo. También deben aprovecharse las iniciativas y directrices que ya se han llevado a cabo dentro del ámbito fluvial en otros territorios, como es el caso de la Guía de Buenas Prácticas en Restauración Fluvial (Ollero, 2014), donde se realza la necesidad de devolver el espacio natural al río para, ciertamente, reducir la peligrosidad que conlleva una ocupación descontrolada de dicho espacio. A su vez, se están implantando nuevas técnicas de “permeabilización (o apertura) de ambientes fluviales” (acepción actual: *curages*), que, a falta de una revisión exhaustiva de los resultados a largo plazo, contiene ciertas acciones que permitirían al tramo estudiado recuperar parte de su libertad fluvial (Cuartero et al., 2022). A su vez, ya se ha demostrado que las repercusiones de las inundaciones no solo se observan a nivel local, si no que estas llegan a extenderse a lo largo de todo el recorrido hasta llegar al mar, afectando incluso, en este caso, a ecosistemas tan vulnerables como el Mar Menor. En este sentido, es necesario establecer una perspectiva multidisciplinar para afrontar las afecciones de las inundaciones y de las actividades humanas en

consonancia con la conservación de los recursos naturales y los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas acuáticos, tanto fluviales como costeros. A nivel científico ya existen estudios que aportan nuevos métodos de análisis del estado de conservación de las lagunas costeras, como *l'Albufera* que pueden resultar compatibles con la situación del Mar Menor (Vera, 2023). Por su parte, la posible aplicación de estas propuestas debería venir acompañada de acciones e iniciativas ciudadanas de concienciación, limpieza y mantenimiento de cauces, como las que engloba la iniciativa Aulas Libera de SeoBirdLife, que aborda la problemática de la contaminación por residuos de espacios naturales a través del conocimiento, la prevención y la participación pública y privada (SEO/BirdLife, 2017).

En cuanto a la viabilidad de estas acciones, es preciso estudiar a fondo la factibilidad físico-jurídica, sospechándose que la mayor parte de la titularidad es privada y que el Dominio Público Hidráulico no está bien definido, al encontrarse buena parte de la vega a la misma cota o incluso por debajo del nivel del cauce. Por su parte, el Ministerio y la CHS deben liderar y dirigir todo el proceso ante la complejidad jurídica y administrativa del mismo. En este sentido, resultaría recomendable incrementar la manejabilidad de la información disponible y realizar una elaboración de cartografía conjunta de las características compartidas por ambas divisiones administrativas a nivel de cuenca, como son la litología y geomorfología, entre otros. Para esto, la participación pública será fundamental y serán preciso acuerdos entre administraciones, así como llevar a cabo procesos de expropiación.

Finalmente, si se tiene en consideración el alcance de estas acciones, en el tramo elegido, el río recorre las proximidades de numerosas poblaciones, y si las actuaciones de conservación y/o restauración se extendiesen hasta el resto de los municipios que conforman las Huertas de Murcia y Orihuela hasta San Fulgencio – ya que el tramo restante tiene unas características muy similares-, se podrían incrementar los servicios ecosistémicos a ocho poblaciones más, que además implicaría un beneficio a los territorios en su totalidad.

## 6. CONCLUSIONES

- Pese a la distinción de las tres vegas del Segura en base a su hidrogeomorfología, la zona de estudio destaca por ser un valle fluvial en forma de llanura aluvial, en el que aguas arriba el río discurre salvando mayores desniveles, mientras que aguas abajo este dispone de un mayor espacio por el que liberar la energía acumulada. Debido a la división administrativa existente en el tramo de río, el estudio, la gestión y los datos disponibles siempre sufren esta diferenciación, limitando el tratamiento común de la información en una zona de características idénticas y claramente diferenciada de su entorno. Todo ello recae en la necesidad de realizar un tratamiento común de cierta información de potencial relevancia.
- El río Segura no dejará de tener, por naturaleza, carácter torrencial. Si se considera un incremento de este a consecuencia del cambio climático, cabe cambiar el enfoque hacia una ocupación y aprovechamiento de los ríos sostenible y equilibrada, donde la libertad de desarrollo y mantenimiento recaiga en todos los elementos del ecosistema.
- La reducción del riesgo por inundación pasa por la adaptación a las dinámicas climáticas y fluviales, ya que estas son intrínsecas del régimen del Segura, y por tanto se deberá tener siempre presente que este no se podrá eliminar, y menos a través de ningún tipo de modificación estructural.
- La propia degradación del río Segura y por tanto de sus servicios ecosistémicos urge a implementar medidas y actuaciones para su reversión, a pesar de las posibles oposiciones por parte de agricultores y altos cargos públicos, que ya han protagonizado escándalos de vertidos ilegales. Los propios beneficiarios del establecimiento del sistema tradicional de regadío y abastecimiento de las aguas del río debieran concienciarse de los altos valores históricos, culturales y medioambientales que éste aporta a la zona, además de la elevada importancia de su mantenimiento para uso y disfrute de las generaciones presentes y futuras. De este modo y a través de acciones conjuntas entre la población y las instituciones gestoras, el uso agrícola, de abastecimiento y el recreativo pueden convivir de modo sostenible en una zona antrópicamente modificada.
- Resulta irónico que frente a un aumento de la desertización y de los procesos erosivos sumada a una escasez en el abastecimiento de agua, la zona siga incrementando su superficie de regadío y por tanto la presión sobre los ya escasos recursos hidrológicos.
- A veces la solución no recae en la propuesta de nuevas alternativas o mejoras, si no en el apoyo o la enfatización de iniciativas ya existentes, cuya aplicación o mayor consideración daría lugar a una mejora en cadena de las condiciones ambientales del tramo y por tanto del río, de las ciudades dependientes de este y de su resiliencia frente a episodios de tiempo severo.

- Cabe recalcar la necesidad de asimilar la realidad de los efectos patentes del cambio climático y, a su vez, de las actividades humanas sobre el ecosistema fluvial por parte de todos los actores, con el fin de llevar a cabo acciones dirigidas a un mismo objetivo, el de reducir los riesgos por inundación mediante la mitigación y reducción de los factores de dicho cambio climático.
- Las acciones consensuadas entre las divisiones administrativas que comparten este tramo deben ser prioritarias, debido al alto valor que tiene el río para las poblaciones beneficiarias y al extenso mosaico agrícola que se nutre de sus aguas. Con un enfoque socioeconómico a medio y largo plazo, las instituciones implicadas en conjunto con las organizaciones ambientales y los técnicos correspondientes pueden realizar acciones de restauración y conservación altamente beneficiosas para ambas partes.
- Salvo el enfoque técnico, político y territorial que requiere la descanalización y recuperación de los meandros, las propuestas no presentan una elevada complejidad técnica, aunque sí suponen un cambio de paradigma y visión global de los procesos que engloban al río y remodelación de las actividades socioeconómicas que de él derivan. Dicho cambio ha de extenderse a los distintos ámbitos e instituciones y supone la planificación y ejecución de acciones tanto inmediatas como a medio-largo plazo.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abio, J. (2019). *Masas de aire en España*. METEOCULTURA. <https://estaciondemeteorologia.com/masas-de-aire-en-espana/>
- Agencia Estatal. (15 de diciembre de 2021). *Ley Orgánica 10/2021, de 14 de diciembre, de modificación de la Ley Orgánica 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, para reconocer el carácter de tribunal consuetudinario y tradicional al Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela (Alicante/Alacant) y Pueblos de su Marco y al Tribunal del Comuner del Rollet de Gràcia de l'Horta d'Aldaia*. Boletín Oficial del Estado (299), págs. 153319-153322. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2021-20629>
- Alcayde, M. (2012). *Hidrogramas de los ríos españoles*. Geografía de España. 2º Bachillerato. <http://dolores.eira.es/wp-content/uploads/2014/01/Si03hidrogramas-090906161236-phpapp01.pdf>
- Amblar, P., Casado, M. J., Pastor, A., Ramos & P., Rodríguez, E. (2017). *GUÍA DE ESCENARIOS REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE ESPAÑA A PARTIR DE LOS RESULTADOS DEL IPCC-AR5*. <https://aemetblog.es/2021/02/14/caracterizacion-de-la-variabilidad-interanual-de-las-precipitaciones-diarias-en-la-demarcacion-hidrografica-del-segura-parte-i/>
- Ayuntamiento de Murcia. (2017). *Plan de acción de la Huerta*. <http://huertademurcia.murcia.es/huertamurcia/2017/05/20/plan-de-accion-de-la-huerta-de-murcia/>
- Campano, L. (2009). *Atlas de los paisajes de la Región de Murcia*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Publicaciones. Monografías. 234 págs. [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=9835&IDTIPO=246&RASTRO=c2205\\$m36284,36363](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=9835&IDTIPO=246&RASTRO=c2205$m36284,36363)
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. (2019). CEDEX. *Anuario de aforos 2018-2019*. <https://ceh.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-codigo.asp>
- Centre d'Estudis Ambientals del Mediterrani. (2021). CEAM. *Mediterranean Sea Surface Temperature Trend*. <http://www.ceam.es/ceamet/SST/SST-trend.html>
- Comunidad Autónoma de la región de Murcia. (2009). CARM. *Flora Protegida de la Región de Murcia*. Región de Murcia natural. [https://murcianatural.carm.es/web/quest/flora1/-/journal\\_content/56\\_INSTANCE\\_Z2en/14/83126](https://murcianatural.carm.es/web/quest/flora1/-/journal_content/56_INSTANCE_Z2en/14/83126)

- Comunidad Autónoma de la región de Murcia. (2010). CARM. *La Flora en la Región de Murcia*. Región de Murcia natural. <https://murcianatural.carm.es/web/guest/flora1>
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (2023). CHEbro. *LOS CAUCES PÚBLICOS Y SU ZONIFICACIÓN*. Gestión de la cuenca. Zonificación. <https://www.chebro.es/web/guest/zonificacion>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (1991). CHSegura. *PLAN DE DEFENSAS DE AVENIDAS DE LA CUENCA DEL SEGURA*. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS. [https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/informaciongeneral/mediateca\\_digital/presentaciones/docsdescarga/Documento\\_escaneado\\_folleto\\_Plan\\_de\\_defensas\\_de\\_avenidas\\_de\\_la\\_cuenca\\_del\\_Segura.pdf](https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/informaciongeneral/mediateca_digital/presentaciones/docsdescarga/Documento_escaneado_folleto_Plan_de_defensas_de_avenidas_de_la_cuenca_del_Segura.pdf)
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2011). CHSegura. *Montañas del Segura*. <https://www.chsegura.es/es/confederacion/prensa-publicaciones-y-difusion/montanas-del-segura/>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2015). CHSegura. *PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN DEL SEGURA 2015/21. Anejo 7. Inventario de Presiones e Impactos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/planificacionydma/planificacion15-21/docsdescarga/docplan1521/A07\\_presiones/Anejo\\_7\\_Inventario\\_de\\_presiones.pdf](https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/planificacionydma/planificacion15-21/docsdescarga/docplan1521/A07_presiones/Anejo_7_Inventario_de_presiones.pdf)
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2018). CHSegura. *Revisión y actualización de la evaluación del riesgo de inundación (EPRI 2.º ciclo). Documento Borrador*. [https://www.chsegura.es/static/riesgoinundaciones/EpRi\\_2CICLO\\_MEMORIA\\_v1.pdf](https://www.chsegura.es/static/riesgoinundaciones/EpRi_2CICLO_MEMORIA_v1.pdf)
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2020). CHSegura. *VEGETACIÓN DE RIBERA*. <https://www.chsegura.es/es/cuenca/restauracion-de-rios/segurariverlink/un-paseico-por-el-rio-segura/vegetacion-de-ribera.html>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2011 - 2021). CHSegura. *La Cuenca*. <https://www.chsegura.es/es/cuenca/>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2021). CHSegura. *Cartografía e Infraestructura de Datos Espaciales*. <https://www.chsegura.es/es/cuenca/cartografia/descarga-de-cartografia-en-formato-shp/>

- Confederación Hidrográfica del Segura. (2021). CHSegura. Confederación. *Cronología de riadas en la cuenca del Segura*. <https://www.chsegura.es/es/confederacion/unpocodehistoria/cronologia-de-riadas-en-la-cuenca-del-Segura/>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2021). CHSegura. Descargas. Planificación y DMA. *DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA*. Artículo V. Vol. 4, págs. 9-61. <https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/planificacionydma/dma/implementacion/informearticulos567/docsdescarga/Articulo5Cap1.pdf>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2021). CHSegura. *Prensa, publicaciones y difusión. Montañas del Segura*. <https://www.chsegura.es/es/confederacion/prensa-publicaciones-y-difusion/montanas-del-segura/>
- Confederación Hidrográfica del Segura. (2022). CHSegura. *PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA*. (REVISIÓN DE TERCER CICLO: 2022-2027). MEMORIA. [https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/planificacionydma/planificacion21-27/docsdescarga/docplan2227BOE/01\\_MEMORIA/Memoria\\_PHDS\\_2022-27.pdf](https://www.chsegura.es/export/sites/chs/descargas/planificacionydma/planificacion21-27/docsdescarga/docplan2227BOE/01_MEMORIA/Memoria_PHDS_2022-27.pdf)
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. (1994). CMNUCC. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (2015). CMNUCC. *Acuerdo de París*. [http://unfccc.int/portal\\_espanol/items/3093.php](http://unfccc.int/portal_espanol/items/3093.php)
- Cuartero, N., Moral, R., Ollero, A., N. Pirchi, V., Muñoz, V., Soguero, M. & Marchio, E. (2022). *EVALUACIÓN HIDROMORFOLÓGICA TRAS LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA "CURAGE" EN EL CURSO MEDIO DEL EBRO*. (49 págs.). Universidad de Zaragoza, Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón y Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Deltoro, V., Jiménez, J. & Vilán, J. M. (2012). *BASES PARA EL MANEJO Y CONTROL DE Arundo donax L. (Caña común)*. COLECCIÓN MANUALES TÉCNICOS. (69 págs.). Valencia.
- Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental. (2015). DHCO. *PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL*. REVISIÓN 2015 – 2021. Apéndice II.1. Descripción del modelo utilizado.

[https://www.chcantabrico.es/documents/20143/57799/3\\_Apendice\\_II.1.pdf/b5f34be1-f142-45fc-a87e-349e100d7957](https://www.chcantabrico.es/documents/20143/57799/3_Apendice_II.1.pdf/b5f34be1-f142-45fc-a87e-349e100d7957)

Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2020). *Inundaciones históricas.*

*Cuenca del Segura (Tomos I y II).* (1984). Ministerio del Interior.

[https://www.proteccioncivil.es/documentacion/informes?p\\_p\\_id=com\\_grupoica\\_publicador\\_PublicadorPortlet\\_INSTANCE\\_iCEpKxfZtr7Z&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&com\\_grupoica\\_publicador\\_PublicadorPortlet\\_INSTANCE\\_iCEpKxfZtr7Z\\_javax.portlet.action=buscarResultados](https://www.proteccioncivil.es/documentacion/informes?p_p_id=com_grupoica_publicador_PublicadorPortlet_INSTANCE_iCEpKxfZtr7Z&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&com_grupoica_publicador_PublicadorPortlet_INSTANCE_iCEpKxfZtr7Z_javax.portlet.action=buscarResultados)

Duarte, C. M. (coord.) (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra.* Madrid: CSIC.

Eldiariomurcia. (2022). *Los vertidos vuelven a cubrir de espuma el río Segura a su paso por Murcia.* [https://www.eldiario.es/murcia/medio\\_ambiente/manto-espuma-cubrir-rio-segura-paso-murcia\\_1\\_8804083.html](https://www.eldiario.es/murcia/medio_ambiente/manto-espuma-cubrir-rio-segura-paso-murcia_1_8804083.html)

European Environmental Agency. (2023). EEA. *European sea surface temperature.* <https://www.eea.europa.eu/ims/european-sea-surface-temperature#:~:text=All%20five%20European%20seas%20have,decade%20in%20the%20Black%20Sea>

Exceltur. (2023). PIB Y EMPLEO TURÍSTICO POR C.C.A.A. *La importancia del turismo y sus efectos multiplicadores a nivel autonómico.* <https://www.exceltur.org/pib-y-empleo-turistico-por-c-c-a-a/>

Ferreras, C. (2004). *INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL RÍO SEGURA.* Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM). SERIE TÉCNICA Y DE ESTUDIOS, 27, 144 págs. [https://www.carm.es/web/descarga?IDCONTENIDO=8395&ALIAS=PUBT&IDADIC=3342&ARCHIVO=Texto+Completo+1+Inundaciones+y+sequ%C3%ADas+en+la+cuenca+del+r%C3%ADo+Segura.pdf&RASTRO=c498\\$m1259,20561](https://www.carm.es/web/descarga?IDCONTENIDO=8395&ALIAS=PUBT&IDADIC=3342&ARCHIVO=Texto+Completo+1+Inundaciones+y+sequ%C3%ADas+en+la+cuenca+del+r%C3%ADo+Segura.pdf&RASTRO=c498$m1259,20561)

Forzieri, G., Feyen, L., Rojas, R., Flörke, M., Wimmer, F., & Bianchi, A. (2014). *Ensemble projections of future streamflow droughts in Europe,* Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 85–108, <https://doi.org/10.5194/hess-18-85-2014>

Foster, J. B., & Clark, B. (2012). *The planetary emergency.* *Monthly Review,* 64(7), págs. 1-25.

García-Valero, J. A. (2021). *Caracterización de la variabilidad interanual de las precipitaciones diarias en la Demarcación Hidrográfica del Segura. Parte I.*

<https://aemetblog.es/2021/02/14/caracterizacion-de-la-variabilidad-interanual-de-las-precipitaciones-diarias-en-la-demarcacion-hidrografica-del-segura-parte-i/>

Geoportal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2018). MAPAMA. <https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>

Greenpeace. (2022). CUENCA DEL SEGURA, LA ASPIRADORA DE AGUA. <https://es.greenpeace.org/es/en-profundidad/sos-acuiferos/aguas-subterranas-segura/>

Herin, R. (1972). *El río Segura. La ordenación de una cuenca hidrográfica mediterránea*. Revista de geografía. Vol. 6, N.º 2, págs. 168-208, <https://raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45863>

Herrero, R. (2019). *La Vega Baja es una gran llanura de inundación*. <https://www.iagua.es/blogs/raul-herrero/vega-baja-es-gran-llanura-inundacion>

Instituto Geográfico Nacional. (2015-2022). IGN. Centro de Descargas. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

Instituto Geológico y Minero de España. (2009). IGME. *Mapa Geológico de la Región de Murcia a escala 1:200.000*. [http://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx#IGME\\_GeologicoMurcia\\_200](http://mapas.igme.es/Servicios/default.aspx#IGME_GeologicoMurcia_200)

Instituto Nacional de Estadística. (2022). INE. *Cifras de población y Censos demográficos*. : [https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254735572981](https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735572981)

Instituto Tecnológico Geominero de España. (2000). IGME- ITGE. *ESTUDIO DE LOS RECURSOS SUBTERRÁNEOS DE AGUA SALOBRE EN LA ZONA SUR DE ALICANTE*. Madrid. Colabora Diputación de Alicante. [https://info.igme.es/SidPDF/070000/885/70885\\_0001.pdf](https://info.igme.es/SidPDF/070000/885/70885_0001.pdf)

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). IPCC. *Synthesis Report Of The IPCC Sixth Assessment Report*. (AR6). <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

Junta Central de Regantes de la Mancha Oriental. (2007). JCRMO. *La superficie de regadío de la cuenca del Segura ha crecido en 78.000 ha. en dos décadas*. <https://www.jcrmo.org/noticias/la-superficie-de-regadio-de-la-cuenca-del-segura-ha-crecido-en-78-000-ha-en-dos-decadas/>

- Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela. (2002). JPAO. : <https://www.jpao.es/otra-cartografia/>
- Kovats, R., Valentini, R., Bouwer, L., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M., & Soussana, J.-F. (2014). Europe, in: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Part B: Regional Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by: Barros, V. R., Field, C. B., Dokken, D. J., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R., & White, L. L., 1267–1326. [https://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap23\\_FINAL.pdf](https://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap23_FINAL.pdf)
- La Opinión de Murcia. (2018). *Cerca del 90% de los vertidos ilegales al río Segura acaban en sanción*. <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/90-por-ciento-vertidos-ilegales-segura-sancion-16284>
- La Opinión de Murcia. (2022). *Dos años para fijar en el mapa 17.000 hectáreas de regadío ilegal en el Segura*. [https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2022/03/13/regadio-ilegal-rio-segura-63751692.html?verification\\_code=DOVCAN9880WB6Q](https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2022/03/13/regadio-ilegal-rio-segura-63751692.html?verification_code=DOVCAN9880WB6Q)
- La Verdad. (2020). *La CHS abre expedientes por el vertido de aguas residuales al río Segura*. <https://www.laverdad.es/murcia/informa-huermur-apertura-20200120103623-nt.html>
- Llopis F., Ortuño, A., Casares, J., Palací, J., Ballester, R., Amirola I. & de Juan, S. (2019). *FORTALEZAS DE LA PROVINCIA DE ALICANTE*. <https://ineca-alicante.es/wp-content/uploads/2020/02/INECA-Estudio-fortalezas.pdf>
- Martín, F. (2003). *LAS GOTAS FRÍAS / DANAS IDEAS Y CONCEPTOS BÁSICOS*. Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción, Instituto Nacional de Meteorología (INM). Ministerio de Medio Ambiente. [https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/dana\\_ext.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/dana_ext.pdf)
- Marx, A., Kumar, R., Thober, S., Rakovec, O., Wanders, N., Zink, M., Wood, E.F., Pan, M., Sheffield, J. & Samaniego, L. (2018). Climate change alters low flows in Europe under global warming of 1.5, 2, and 3 C. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(2), 1017-1032. <https://hess.copernicus.org/articles/22/1017/2018/hess-22-1017-2018.pdf>

- Mayor Zaragoza, F. (2000). *Un mundo nuevo*. Barcelona: UNESCO. Círculo de lectores.
- Mestre, A. & Rodríguez, C. (2015). *PERIODOS DE RETORNO PARA LA PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN VARIOS DÍAS*. Área de Climatología y Aplicaciones Operativas (AEMET). <https://www.divulgameteo.es/fotos/meteoroteca/Periodos-retorno-persistencia-lluvia.pdf>
- Meteorihuela. (2016). *RED METEO*. <http://www.meteorihuela.com/redmeteo/>
- Meteorihuela. (2019). *LA VEGA BAJA HACE 2000 AÑOS*. <https://twitter.com/meteorihuela/status/1173666489666351105?lang=es>
- Met Office. (2021). *Changes in rainfall extremes*. [https://climate.metoffice.cloud/extremes/contribution\\_from\\_wet\\_days.html](https://climate.metoffice.cloud/extremes/contribution_from_wet_days.html)
- Met Office. (2023). *Effects of climate change*. <https://www.metoffice.gov.uk/weather/climate-change/effects-of-climate-change>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). MAPAMA. *Calendario de siembra, recolección y comercialización 2014-2016*. Anexo Región de Murcia. [https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/14-murcia\\_tcm30-514199.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/14-murcia_tcm30-514199.pdf)
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. MAPAMA. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. MITECO. (2021). *Sistema de Información del Banco de Datos de la Naturaleza (BDN)*. <https://sig.mapama.gob.es/bdn/>
- Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. (2009). *Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad en España*. <https://www.exteriores.gob.es/RepresentacionesPermanentes/unesco/es/UNESCO/O%20en%20Espana/Paginas/Inscripciones%20UNESCO/Patrimonio-Inmaterial.aspx>
- Ministerio de Administraciones Públicas. (2008). MAP. *VARIACIONES DE LOS MUNICIPIOS DE ESPAÑA DESDE 1842*. [https://www.hacienda.gob.es/Documentacion/Publico/SGT/CATALOGO\\_SEFP/10\\_0\\_Variaciones-INTERNET.pdf](https://www.hacienda.gob.es/Documentacion/Publico/SGT/CATALOGO_SEFP/10_0_Variaciones-INTERNET.pdf)
- Ministerio de Fomento. (2015). *Proyecto básico de plataforma de integración urbana y acondicionamiento de la red ferroviaria de Ourense. Tramo: Taboadela-Seixalbo*. Anejo N.º 5. Climatología e Hidrología. : [https://m.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO4/1\\_Memoria/2\\_Anejos/A05\\_Climatologia\\_e\\_Hidrologia/A05\\_Climatologia\\_e\\_Hidrologia.pdf](https://m.fomento.gob.es/ferrocarriles/ESTUDIO4/1_Memoria/2_Anejos/A05_Climatologia_e_Hidrologia/A05_Climatologia_e_Hidrologia.pdf)

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2004). MITECO. *Atlas de los Paisajes de España*.  
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/Paisajes.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2013). MITECO. *INTERPRETATION MANUAL OF EUROPEAN UNION HABITATS*. EUROPEAN COMMISSION DG ENVIRONMENT Nature ENV B.3.  
[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacio-protegidos/doc\\_manual\\_intp\\_habitat\\_ue\\_tcm30-207191.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacio-protegidos/doc_manual_intp_habitat_ue_tcm30-207191.pdf)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). MITECO. *Carassius auratus (Linnaeus, 1758)*. *Pez rojo*. Portal de Datos e Inventarios. Inventarios Nacionales. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/carassius\\_auratus\\_linnaeus\\_1758\\_tcm30-98809.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/carassius_auratus_linnaeus_1758_tcm30-98809.pdf)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MITECO. *Delimitación del Dominio Público Hidráulico: el Proyecto Linde*. :  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/delimitacion-dph-proyecto-linde/>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MITECO. *Fichas Tipos de Hábitat de Interés Comunitario de España*.  
[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn\\_tip\\_hab\\_esp\\_espana\\_acceso\\_fichas.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_tip_hab_esp_espana_acceso_fichas.aspx)
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MITECO. *Inventario de Obras Longitudinales*. <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/iol.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2021). MITECO. *Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad*.  
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-espanol-patrimonio-natural-biodiv/default.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). MITECO. *Áreas con riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI)*.  
<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/ARPSI.aspx>
- Olcina, J. (2008). *El Mediterráneo, región-riesgo. Una visión desde España*. España y el Mediterráneo, una reflexión desde la geografía española: aportación española al XXXI Congreso de la Unión Geográfica Internacional: Túnez, 2008. Madrid: Comité



- Español de la Unión Geográfica Internacional. ISBN 978-84-612-5196-4, págs. 29-34.
- Olcina, J. (2012). *Adaptación a los riesgos climáticos en España. Algunas experiencias*. Nimbus, 29-30, págs. 461-474. Universidad de Almería.
- Olcina, J. (2017). *Incremento de episodios de inundación por lluvias de intensidad horaria en el sector central del litoral mediterráneo español: análisis de tendencias en Alicante*. Sémata. Ciencias Sociais e Humanidades, 29, págs. 143-163. Universidade de Santiago de Compostela.
- Olcina, J. (2020). *Clima, cambio climático y riesgos climáticos en el litoral mediterráneo. Oportunidades para la geografía*. Documents d'Anàlisi Geogràfica, 66(1), págs. 159-182. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia doi:10.5565/rev/dag.629.
- Oliva-Paterna, F. J., Guillén A. & Torralva, M. (Coord.). (2019). *Especies Exóticas Invasoras de la cuenca del río Segura. Listas prioritarias y manual para su gestión*. Proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. Ed. Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente. Murcia.
- Oliva, F. J., Zamora, J. M., Franco, J. M., Zamora, A., Sánchez, A., Amat, F., Guillén, A., Guerrero, A. & Torralva, M. (2019). *Peces dulceacuícolas de la cuenca del río Segura*. (60 págs.). Asociación de Naturalistas del Sureste.
- Ollero, A. (2014). *Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones (manual para gestores)*. Contrato de río del Matarraña, Fundación Ecología y Desarrollo. (143 págs.). Zaragoza. [http://contratoderiomatarranya.org/documentos/guia-restauracion-fluvial\\_web.pdf](http://contratoderiomatarranya.org/documentos/guia-restauracion-fluvial_web.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). ONU. *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. A/69/L85. [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S)
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). ONU. *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020*. [https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020_Spanish.pdf)
- Región de Murcia Digital. (2004). *Especies*. [https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,1454&r=ReP-2253-DETALLE\\_REPORTAJESABUELO](https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,1454&r=ReP-2253-DETALLE_REPORTAJESABUELO)

- Rivas-Martínez, S. & Rivas-Sáenz, S. (1996-2009). *Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial*. Centro de Investigaciones Fitosociológicas, España. <http://www.ucm.es/info/cif>
- Rom, W. N., & Pinkerton, K. E. (2021). *Introduction: Consequences of Global Warming to Planetary and Human Health*. In *Climate Change and Global Public Health* (pp. 1-33). Humana, Cham.
- Roudier, P., Andersson, J. C. M., Donnelly, C., Feyen, L., Greuell, W., & Ludwig, F. (2016). *Projections of future floods and hydrological droughts in Europe under a +2°C global warming*, *Climatic Change*, 135, págs. 341–355, <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1570-4>
- Ruiz A. & Melián A. (2006). *Actividad agraria en las comarcas del sur de Alicante y competencia con otros sectores por los usos del agua y del suelo*. Universidad Miguel Hernández. *Papeles de Geografía*, 43, págs. 105-119, (0213-1781).
- SEO/BirdLife. (2017). *LIBERA, unidos contra la basuraleza*. <https://proyectolibera.org/>
- Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables e Inventario de Presas y Embalses. (2013 - 2022). SNCZI-IPE. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). <https://sig.mapama.gob.es/snczi/>
- Schneider, C., Laizé, C. L. R., Acreman, M. C., & Flörke, M. (2013). *How will climate change modify river flow regimes in Europe?*, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, págs. 325–339, <https://doi.org/10.5194/hess-17-325-2013>
- United States Environmental Protection Agency. (2021). EPA. *Climate Change Indicators: Sea Surface Temperature*. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-surface-temperature>
- Universidad de Murcia & Región de Murcia. (2022). *Flora Protegida*. <http://www.floraprotegida.es/index.php>
- Vera, L. (2023). *CONECTIVIDAD DINÁMICA Y VULNERABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS EN ENTORNOS AGRÍCOLAS COSTEROS: LA ALBUFERA DE VALENCIA COMO CASO DE ESTUDIO*. (293 págs.). Valencia. Universitat de València. Facultad de Ciencias Biológicas.
- Vilà, M., Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, L., & Castro, P. (2008). *Invasiones biológicas*. COLECCIÓN DIVULGACIÓN. (215 págs). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Visor cartográfico de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Confederación Hidrográfica del Segura. (2016). CHSIC. *Áreas De Riesgo Potencial Significativo Por Inundación (ARPSIs)*. <https://www.chsegura.es/chsic/>
- Wanders, N., Wada, Y., & Van Lanen, H. A. J. (2015). *Global hydrological droughts in the 21st century under a changing hydrological regime*, Earth Syst. Dynam., 6, págs.1–15, <https://doi.org/10.5194/esd-6-1-2015>
- Weather Spark. (s.f.) *Comparación del tiempo promedio en Orihuela y Murcia*. <https://es.weatherspark.com/compare/y/42461~40195/Comparaci%C3%B3n-del-tiempo-promedio-en-Orihuela-y-Murcia>
- Worldwatch Institute. (1984- 2006). *The State of the World*. New York: W.W. Norton.
- www.wetterzentrale.de. *Archivo*. Mapas meteorológicos, observaciones y gráficos. <https://www.wetterzentrale.de/>

## REFERENCIAS NORMATIVAS

- Agencia Estatal. (16 de noviembre de 1973) *Decreto-ley 11/1973, de 16 de noviembre, sobre concesión de beneficios fiscales y moratorias de pago con motivo de las inundaciones en las provincias de Almería, Alicante, Granada y Murcia*. Boletín Oficial del Estado (275), págs. 22202-22203. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1973-1580](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1973-1580)
- Agencia Estatal. (29 de diciembre de 1978). *Constitución Española*. Boletín Oficial del Estado (311). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1978-31229>
- Agencia Estatal. (24 de octubre de 1982) *Real Decreto-ley 20/1982, de 23 de octubre, sobre medidas urgentes para reparar los daños causados por las recientes inundaciones*. Boletín Oficial del Estado (255), págs. 29383-29384. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-27563>
- Agencia Estatal. (25 de octubre de 1982) *Orden de 24 de octubre de 1982 por la que se determinan los términos municipales de las provincias de Valencia, Alicante, Murcia y Albacete afectados por las recientes inundaciones*. Boletín Oficial del Estado (256), págs. 29467-29467. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-27659>
- Agencia Estatal. (30 de abril de 1986). *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas*. Boletín Oficial del Estado (103). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10638>
- Agencia Estatal. (14 de noviembre de 1987). *Real Decreto-ley 4/1987, de 13 de noviembre, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los daños causados por las inundaciones ocurridas en la Comunidad Autónoma Valenciana y en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. Boletín Oficial del Estado (273), págs. 33963-33966. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1987-25434>
- Agencia Estatal. (24 de diciembre de 1988). *Ley 4/1988, de 28 de junio, de créditos extraordinarios para la financiación de inversiones destinadas a reparar los daños ocasionados por las inundaciones de 1987*. Boletín Oficial del Estado (308), págs. 36068-36068. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1988-29235](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1988-29235)
- Agencia Estatal. (16 de septiembre de 1989). *Real Decreto 1113/1989, de 15 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para la reparación de los daños causados por lluvias torrenciales e inundaciones en las provincias de Albacete, Alicante, Almería, Castellón, Córdoba, Granada, Sevilla, Valencia y las*

Comunidades Autónomas de las Islas Baleares y de la Región de Murcia. Boletín Oficial del Estado (222), págs. 29231-29232. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1989-22338>

Agencia Estatal. (14 de febrero de 1995). *Resolución de 31 de enero de 1995, de la Secretaría de Estado de interior, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones*. Boletín Oficial del Estado (38), págs. 4846-4858. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-3865>

Agencia Estatal. (6 de julio de 2001). *Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*. (161). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-13042>

Agencia Estatal. (24 de julio de 2001). *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas*. Boletín Oficial del Estado (176). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14276>

Agencia Estatal. (7 de julio de 2007). *Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica*. Boletín Oficial del Estado (162), págs. 29361-29398. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-13182>

Agencia Estatal. (24 de octubre de 2007). *Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental*. Boletín Oficial del Estado (255). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18475>

Agencia Estatal. (14 de diciembre de 2007). *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*. Boletín Oficial del Estado (299). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-21490>

Agencia Estatal. (14 de diciembre de 2007). *Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural*. Boletín Oficial del Estado (299). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-21493>

Agencia Estatal. (16 de enero de 2008). *Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril*. Boletín Oficial del Estado (14), págs. 3141-3149. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-755>

Agencia Estatal. (15 de julio de 2010). *Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación*. Boletín Oficial del Estado (171), págs. 61954-61967. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-11184>

- Agencia Estatal. (10 de diciembre de 2010). *Ley 13/2010, de 23 de noviembre, de Protección Civil y Gestión de Emergencias*. Boletín Oficial del Estado (300), págs. 102287-102318. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-19046>
- Agencia Estatal. (3 de agosto de 2013). *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras*. Boletín Oficial del Estado (185). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-8565>
- Agencia Estatal. (11 de diciembre de 2013). *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*. Boletín Oficial del Estado (296). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>
- Agencia Estatal. (10 de julio de 2015). *Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil*. Boletín Oficial del Estado (164). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-7730>
- Agencia Estatal. (21 de julio de 2015). *Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*. Boletín Oficial del Estado (173), págs. 60234-60272. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-8146>
- Agencia Estatal. (12 de septiembre de 2015). *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*. Boletín Oficial del Estado (219), págs. 80582-80677. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-9806>
- Agencia Estatal. (21 de septiembre de 2015). *Resolución de 7 de septiembre de 2015, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración ambiental estratégica conjunta de los planes Hidrológico y de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica de Ceuta para el periodo 2016-2021*. Boletín Oficial del Estado (226), págs. 83571-83583. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-9806>
- Agencia Estatal. (31 de octubre de 2015). *Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana*. Boletín Oficial del Estado (261). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-11723>
- Agencia Estatal. (19 de enero de 2016). *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-*

- Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro*. Boletín Oficial del Estado (16), págs. 2972-4301.  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-439](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-439)
- Agencia Estatal. (21 de septiembre de 2019). *Real Decreto-ley 11/2019, de 20 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los daños causados por temporales y otras situaciones catastróficas*. Boletín Oficial del Estado (227), págs. 103903-103916. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-13409>
- Agencia Estatal. (14 de abril de 2021). *Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses*. Boletín Oficial del Estado (89), págs. 42480-42533.  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2021-5867>
- Agencia Estatal. (21 de mayo de 2021). *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses*. Boletín Oficial del Estado (121), págs. 62009-62052.  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447)
- Agencia Estatal. (13 de julio de 2021). *Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas*. Boletín Oficial del Estado (166), págs. 83217-83470.  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-11614](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-11614)
- Agencia Estatal. (28 de febrero de 2022). *Orden TED/132/2022, de 21 de febrero, por la que se adopta el Primer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. Boletín Oficial del Estado (50), págs. 23733-23734.  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-3183](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-3183)
- Agencia Estatal. (28 de septiembre de 2022). *Real Decreto 786/2022, de 27 de septiembre, por el que se regula la concesión directa de una subvención para el desarrollo de actuaciones de adaptación del riesgo de inundación de las edificaciones, equipamientos e instalaciones o explotaciones existentes en la cuenca baja del río Segura, en la Comunitat Valenciana, como contribución al Plan Vega RenHace en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*. Boletín Oficial del Estado (233), págs. 133095-133116.  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-15761](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-15761)
- Agencia Estatal. (31 de diciembre de 2022). *Real Decreto 1057/2022, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan estratégico estatal del patrimonio natural y de la biodiversidad a 2030, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del*

Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado (313).  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-23751>

Agencia Estatal. (26 de abril de 2023). *Ley 3/2023, de 5 de abril, de Emergencias y Protección Civil de la Región de Murcia*. Boletín Oficial del Estado (99), págs. 58015 a 58046. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-10057#:~:text=Constituye%20el%20objeto%20de%20esta,de%20la%20Regi%C3%B3n%20de%20Murcia](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-10057#:~:text=Constituye%20el%20objeto%20de%20esta,de%20la%20Regi%C3%B3n%20de%20Murcia)

Comunitat Valenciana. (4 de marzo de 2004). *DECRETO 32/2004, de 27 de febrero, del Consell de la Generalitat, por el que se crea y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas, y se establecen categorías y normas para su protección*. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (4705).  
[https://dogv.gva.es/portal/ficha\\_disposicion\\_pc.jsp?sig=0973/2004&L=1](https://dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion_pc.jsp?sig=0973/2004&L=1)

Comunitat Valenciana. (26 de mayo de 2009). *DECRETO 70/2009, de 22 de mayo, del Consell, por el que se crea y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas y se regulan medidas adicionales de conservación*. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (6021).  
[https://dogv.gva.es/auto/dogv/docvpub/rlgv/2009/D\\_2009\\_070\\_ca\\_O\\_2013\\_006.pdf](https://dogv.gva.es/auto/dogv/docvpub/rlgv/2009/D_2009_070_ca_O_2013_006.pdf)

Comunitat Valenciana. (12 de mayo de 2010). *DECRETO 81/2010, de 7 de mayo, del Consell, por el que aprueba el Plan Especial ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunitat Valenciana*. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (6265).  
[https://dogv.gva.es/portal/ficha\\_disposicion.jsp?L=1&sig=005323%2F2010&url\\_lista=](https://dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion.jsp?L=1&sig=005323%2F2010&url_lista=)

Comunitat Valenciana. (3 de noviembre de 2015). *DECRETO 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana*. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (7649).  
[https://dogv.gva.es/portal/ficha\\_disposicion.jsp?L=1&sig=008544/2015](https://dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion.jsp?L=1&sig=008544/2015)

Comunitat Valenciana. (5 de julio de 2018). *DECRETO 86/2018, de 22 de junio, del Consell, por el que se designa municipios como zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias*. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana (8332).  
[https://dogv.gva.es/portal/ficha\\_disposicion.jsp?L=1&sig=006617%2F2018](https://dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion.jsp?L=1&sig=006617%2F2018)

García, R., & Gaztelu, L. (1886). *Proyecto de obras de defensa contra las inundaciones en el valle del Segura*. Murcia: Comisión Facultativa para el estudio de las



inundaciones y formación del proyecto de defensa.  
[https://bvpb.mcu.es/es/catalogo\\_imagenes/grupo.do?path=163301](https://bvpb.mcu.es/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=163301)

La Verdad. (29 de agosto de 2022). *Más de 1.700 personas conforman el Plan de Prevención y Protección DANA 2022 en Murcia*. La Verdad.  
<https://www.laverdad.es/murcia/plan-prevencion-proteccion-dana-20220829162924-nt.html#:~:text=Este%20Plan%20de%20Prevenci%C3%B3n%20y,bomberos%2C%20130%20voluntarios%20de%20Protecci%C3%B3n>

Martín, J. B. (mayo de 1977). *PLAN GENERAL DE DEFENSA CONTRA AVENIDAS DE LA CUENCA DEL SEGURA*. Murcia: Confederación Hidrográfica del Segura.  
<https://www.chsegura.es/es/confederacion/prensa-publicaciones-y-difusion/mediateca/Plan-de-defensa-contra-avenidas-de-la-cuenca-del-Segura/>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2005). MITECO. *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos*.  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2015). MITECO. *Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático (PIMA Adapta)*.  
<https://www.miteco.gob.es/es/red-parques-nacionales/red-seguimiento/pima-adapta/PIMA.aspx>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Plan Nacional de actuaciones prioritarias en materia de restauración hidrológico-forestal, control de la erosión y defensa contra la desertificación*.  
[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/restauracion-hidrologico-forestal/rhf\\_plan\\_restauracion.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion/restauracion-hidrologico-forestal/rhf_plan_restauracion.aspx)

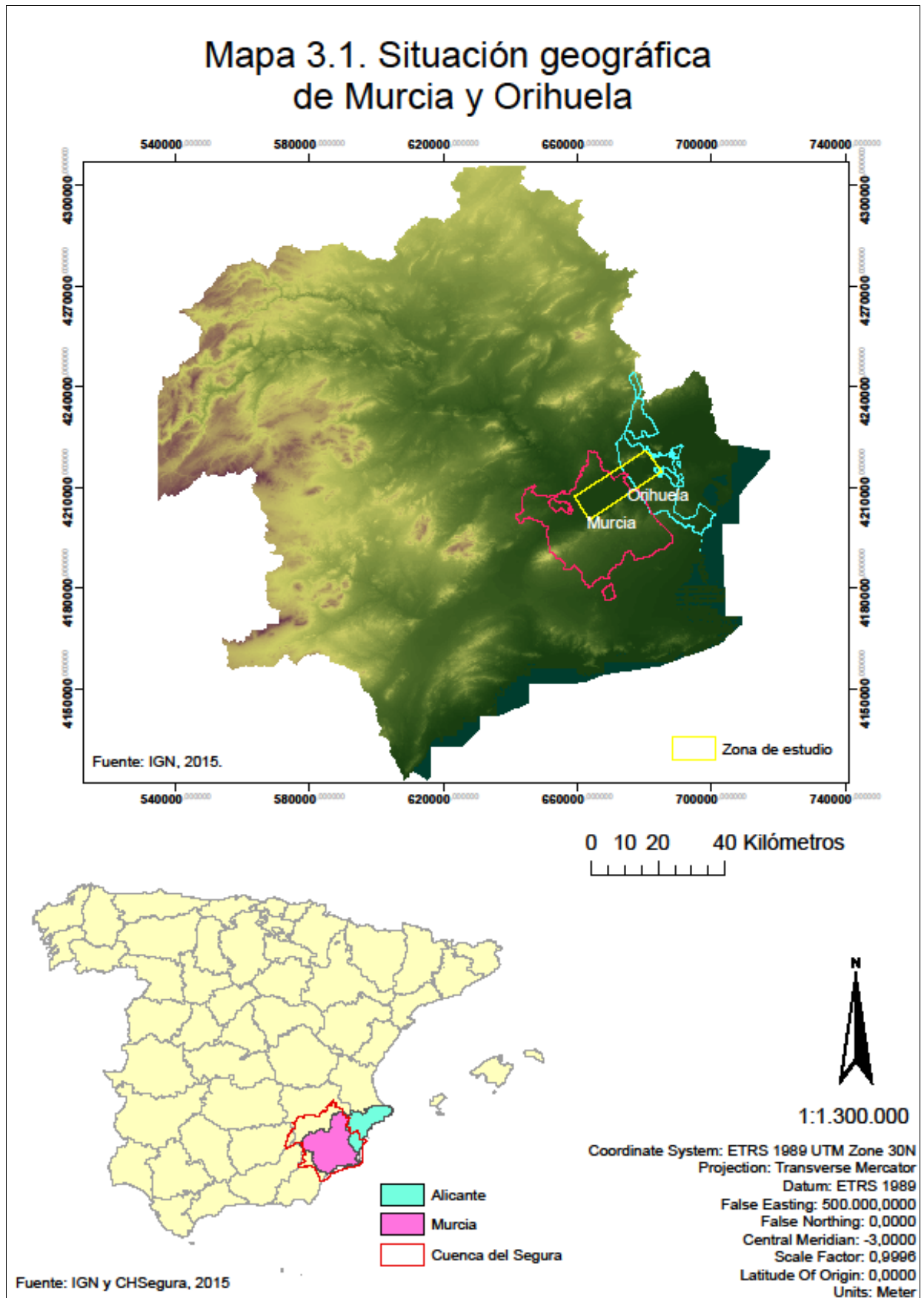
Región de Murcia. (4 de mayo de 1995). *Ley 7/1995, de 21 de abril, de la fauna silvestre, caza y pesca fluvial*. Diario Oficial de la Región de Murcia (102).  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-13301-consolidado.pdf>

Región de Murcia. (10 de junio de 2003). *Decreto n.º 50/2003 por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida* (131).  
<https://murcianatural.carm.es/web/guest/visor-contenidos-dinamicos?artId=84001>

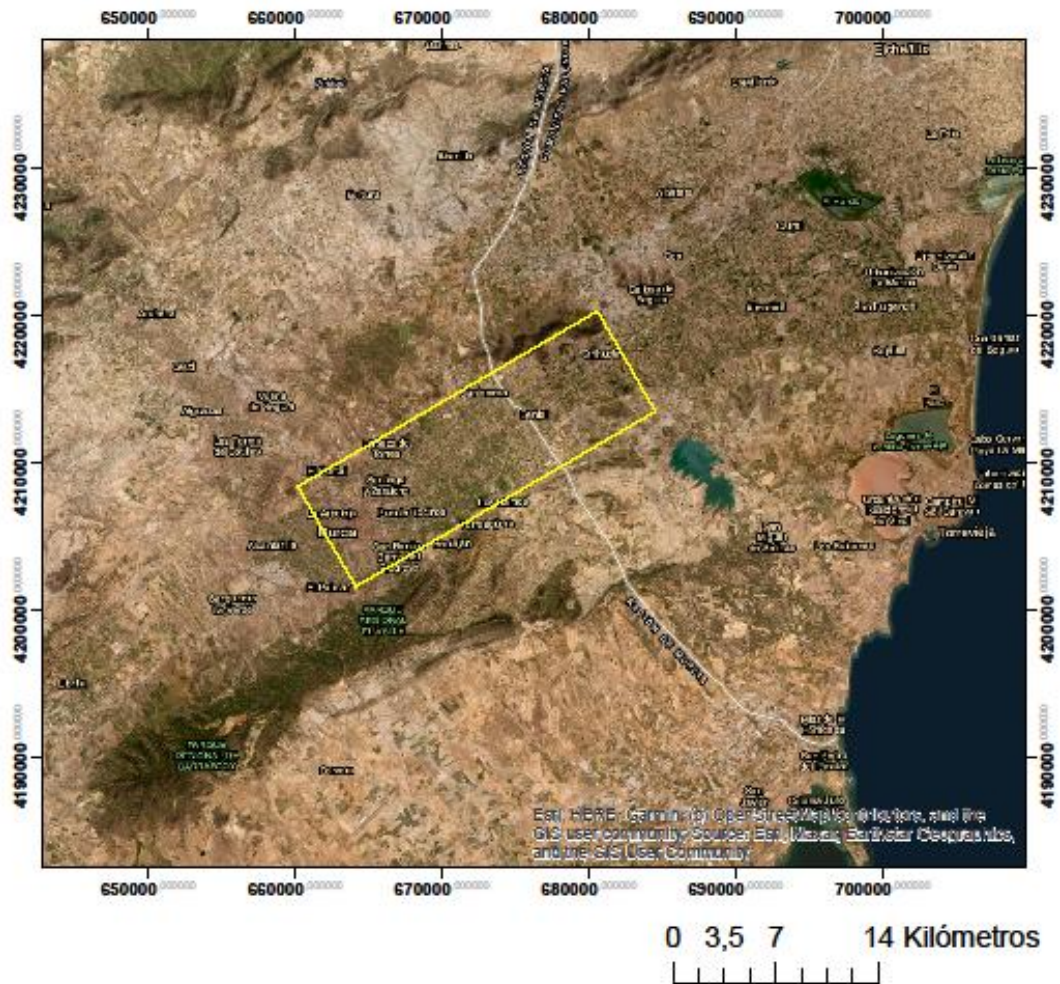
Región de Murcia. (5 de enero de 2004). *Orden de 22 de diciembre de 2003, por la que se designa la zona vulnerable a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes*

- agrarias en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia*. (3), págs. 40-45.  
<https://www.borm.es/services/anuncio/25963/pdf>
- Región de Murcia. (septiembre de 2020). *ACTUACIONES DE DEFENSA CONTRA INUNDACIONES EN LA REGIÓN DE MURCIA. PLANTEAMIENTO GENERAL Y CASOS DE ESTUDIO*. Murcia: Consejería de Fomento e Infraestructuras.  
<https://conocimientoabierto.carm.es>
- Unión Europea. (22 de julio de 1992). *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (206), págs. 7-50.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31992L0043&from=ES>
- Unión Europea. (22 de diciembre de 2000). *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (327), págs. 1-73. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0008.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0008.02/DOC_1&format=PDF)
- Unión Europea. (30 de abril de 2004). *Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales*. Diario Oficial de la Unión Europea (143), págs. 56-75. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004L0035&from=ES>
- Unión Europea. (6 de noviembre de 2007). *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*. Diario Oficial de la Unión Europea (288), págs. 27-34.  
[www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/2007\\_Dir\\_2007\\_60\\_CE\\_Inundaciones\\_tcm30-162989.pdf](http://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/2007_Dir_2007_60_CE_Inundaciones_tcm30-162989.pdf)
- Unión Europea. (26 de enero de 2010). *Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres*. Diario Oficial de la Unión Europea (20), págs. 7-25. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0147&from=ES>
- Villacampa, I. M. (2019). *LA ELIMINACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS INEFICACES*. Universitat Rovira i Virgili, Derecho Ambiental, Tarragona.  
<https://www.um.es/documents/3456781/12672723/TFM+Irene+Mataro+Villacampa.pdf/4e15fde0-21bb-47b7-9e30-b39996e0b637>

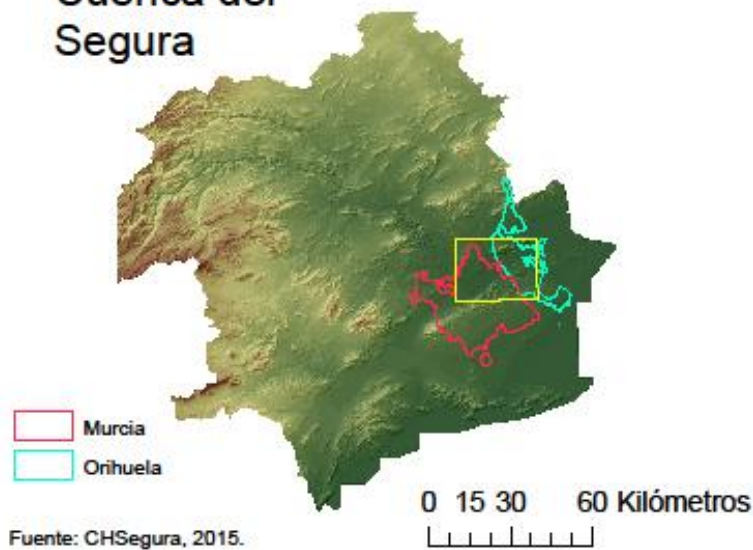
8. ANEXOS



### Mapa 3.2. Delimitación del área de estudio



### Cuenca del Segura



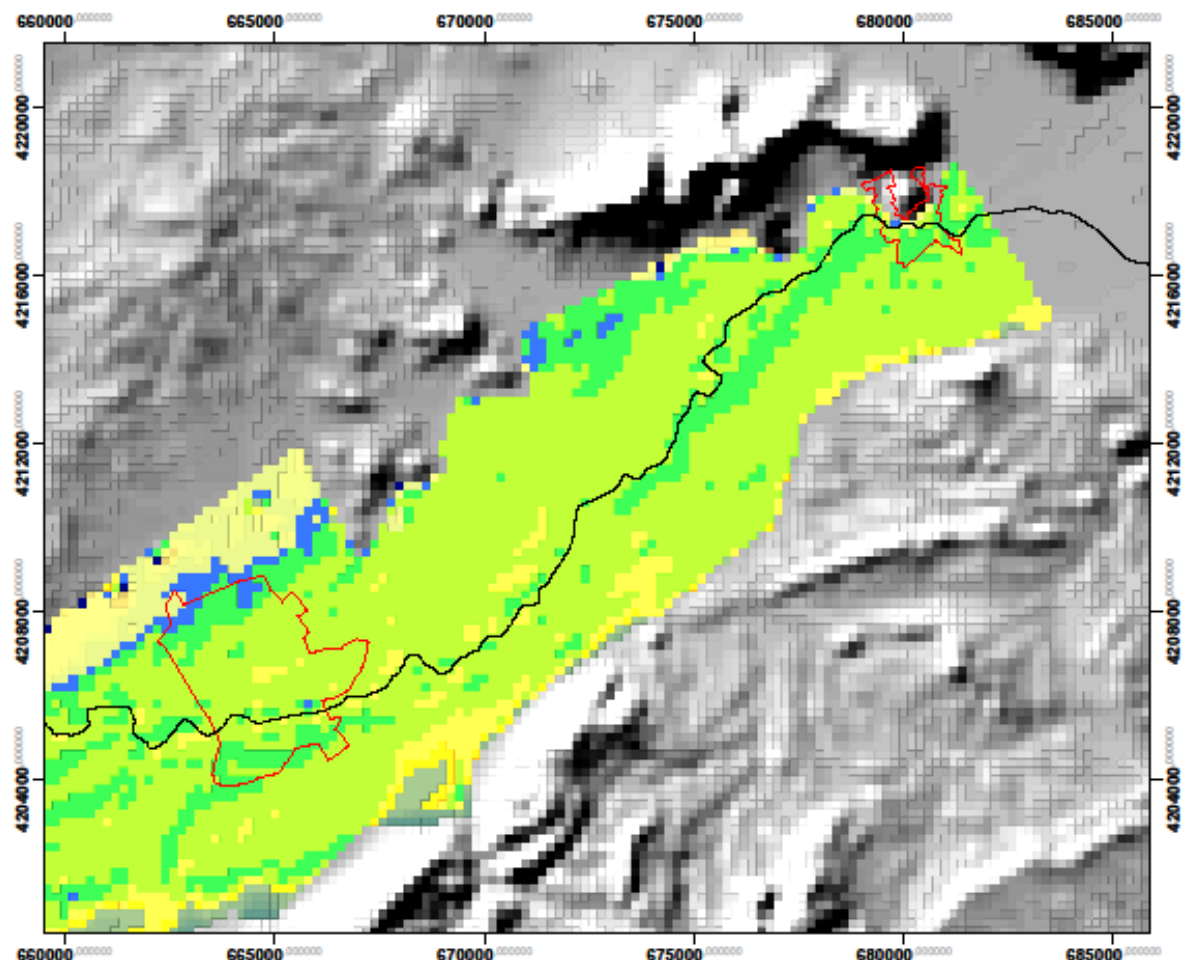
Fuente: CHSegura, 2015.



1:400.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9998  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

Mapa 3.3. Elevación de la llanura de inundación del tramo del Segura Murcia-Orihuela



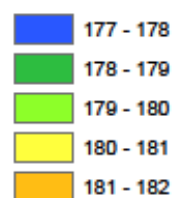
0 1,25 2,5 5 Kilómetros

— Río Segura

□ Orihuela

□ Murcia

**Elevaciones llanura de inundación (m)**

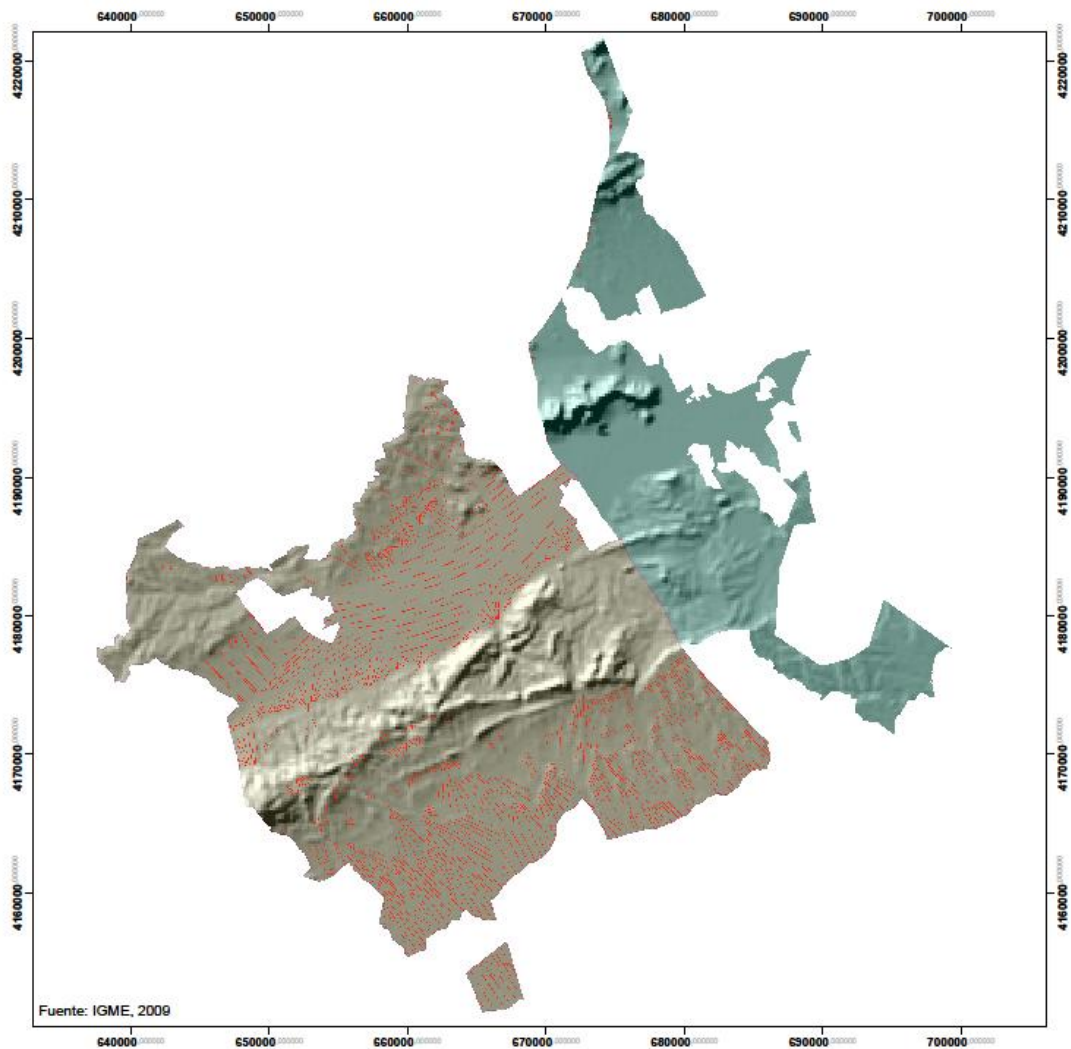


1:140.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000,0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

Fuente: IGN, 2019

Mapa 3.4. Geomorfología disponible para los municipios de Murcia y Orihuela



0 4,75 9,5 19 Kilómetros

### Formas

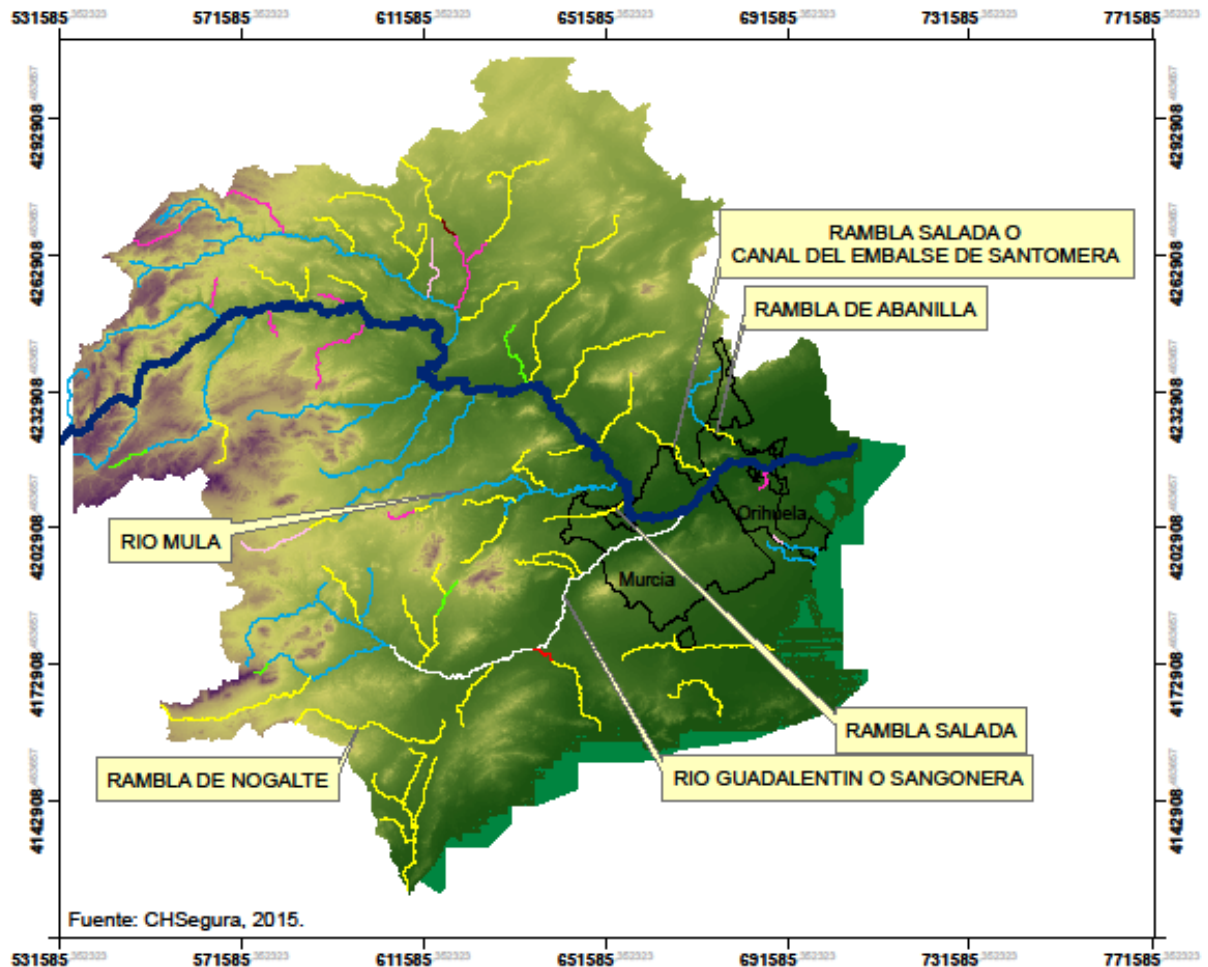
- Cono aluvial
- Glacis
- Derrame de terraza
- Simbología Cuaternario (línea roja simple)
- Simbología Cuaternario
- Coluviones depósito de ladera



1:290.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.0000  
 False Northing: 0.0000  
 Central Meridian: -3.0000  
 Scale Factor: 0.9996  
 Latitude Of Origin: 0.0000  
 Units: Meter

## Mapa 3.5. Sistema hidrológico de la cuenca del Segura



Fuente: CHSegura, 2015.

0 12,5 25 50 Kilómetros



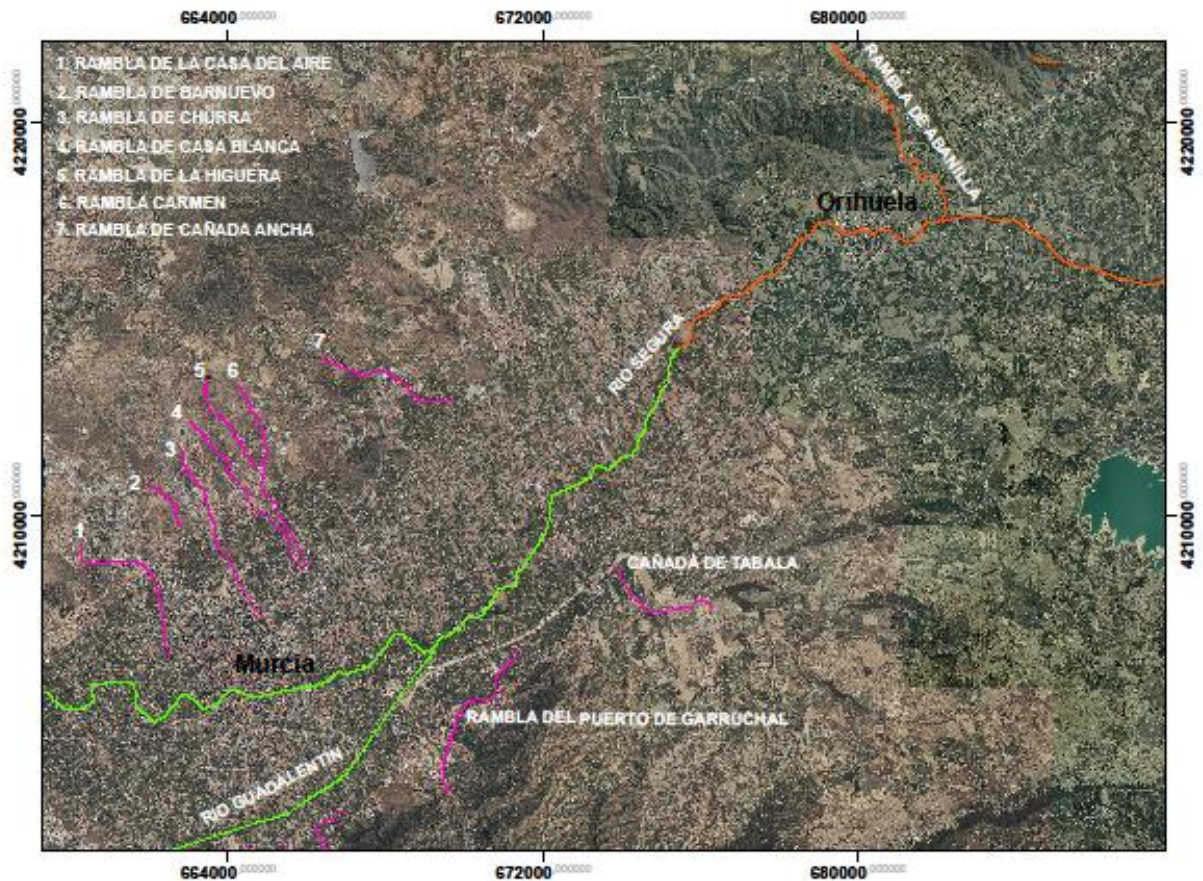
- RIO SEGURA
- Afluentes naturales**
- ARROYOS
- BARRANCOS
- CAÑADAS
- RAMBLAS
- RIOS
- Elementos antrópicos**
- ENCAUZAMIENTOS
- CANALES



1:1.290.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000,0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

## Mapa 3.6. Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI)



### ARPSIs

#### Inundación por superación natural de la capacidad

- Origen Fluvial / Pluvial  
Nº de inundaciones registradas: 188
- Origen Fluvial  
Nº de inundaciones registradas: 57
- Origen Fluvial  
Nº de inundaciones registradas: 188



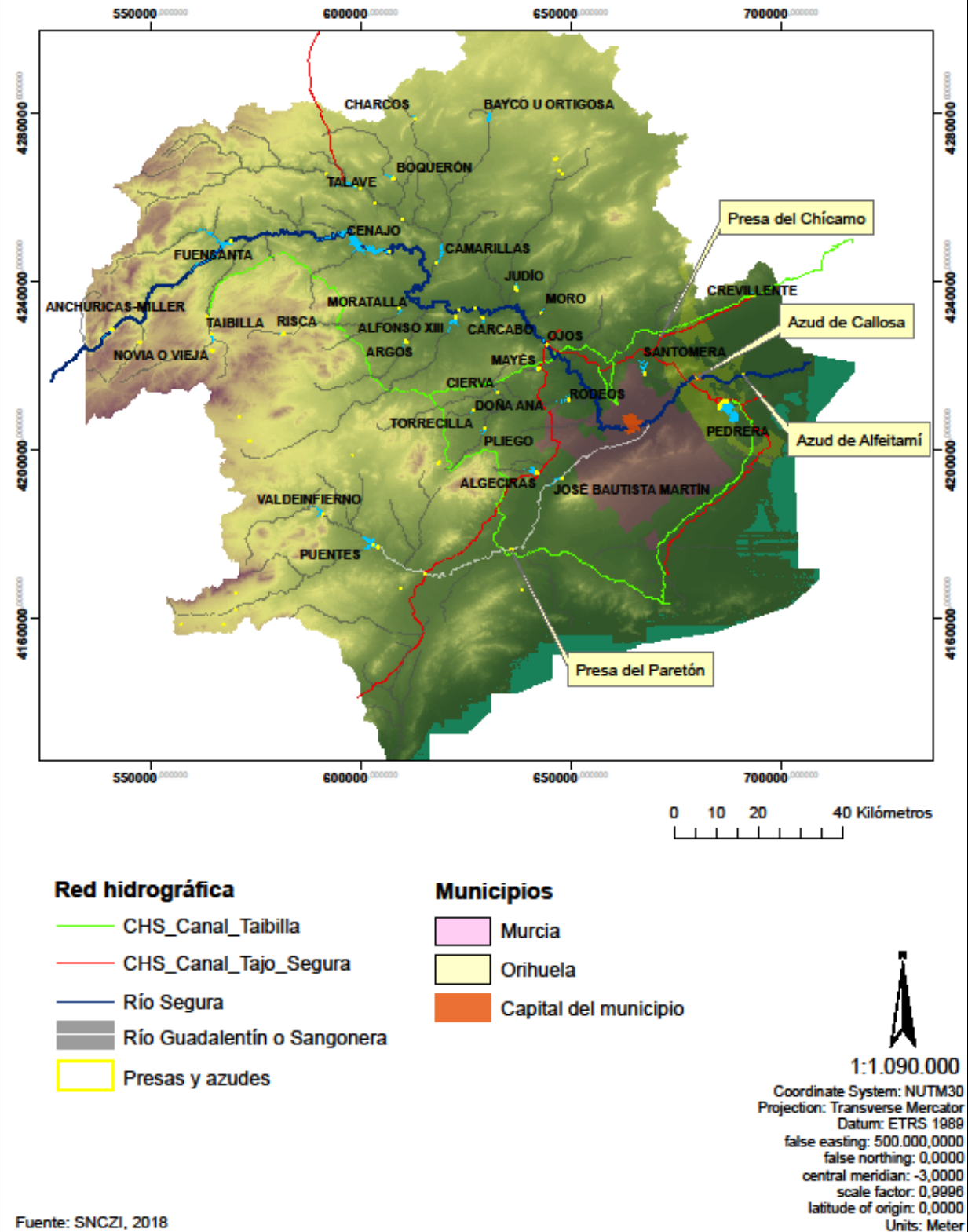
1:150.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000,0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

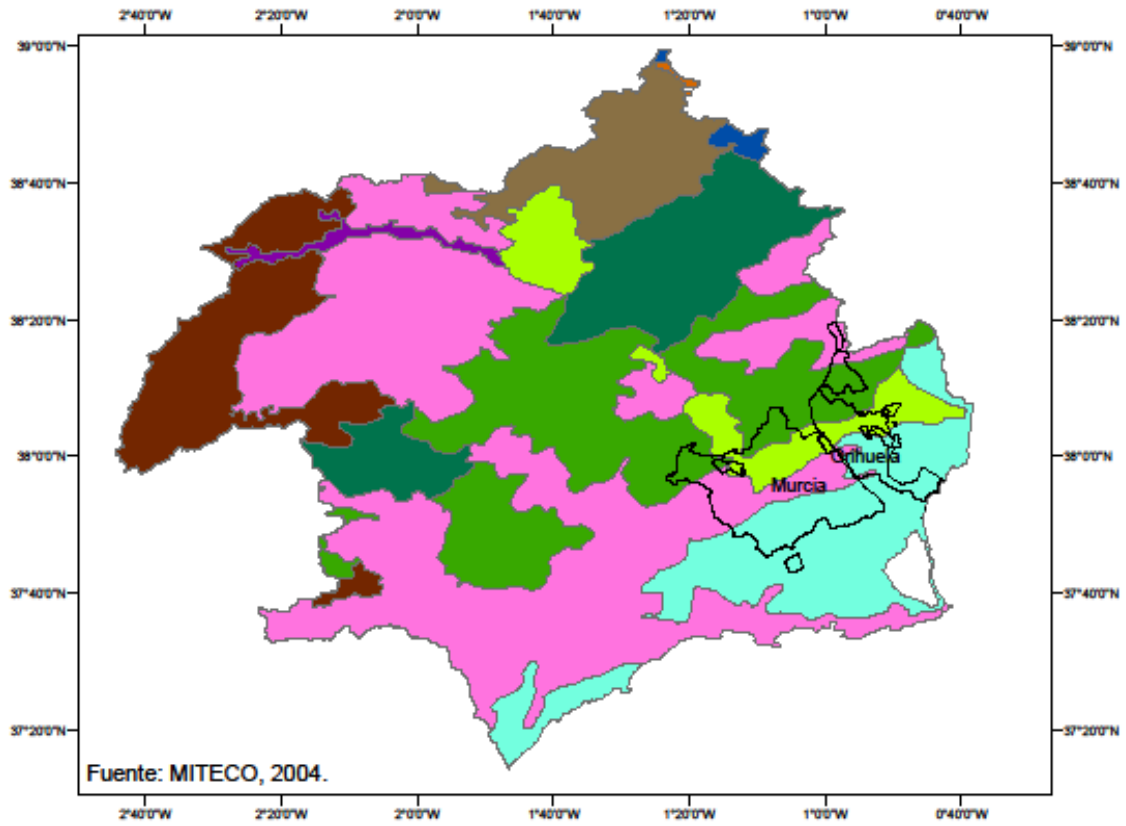
Fuente: MITECO, 2022



### Mapa 3.7. Presas y Embalses de la cuenca del Segura













### Mapa 3.8. Paisajes de la cuenca del Segura



Fuente: MITECO, 2004.

0 12,5 25 50 Kilómetros

#### Leyenda

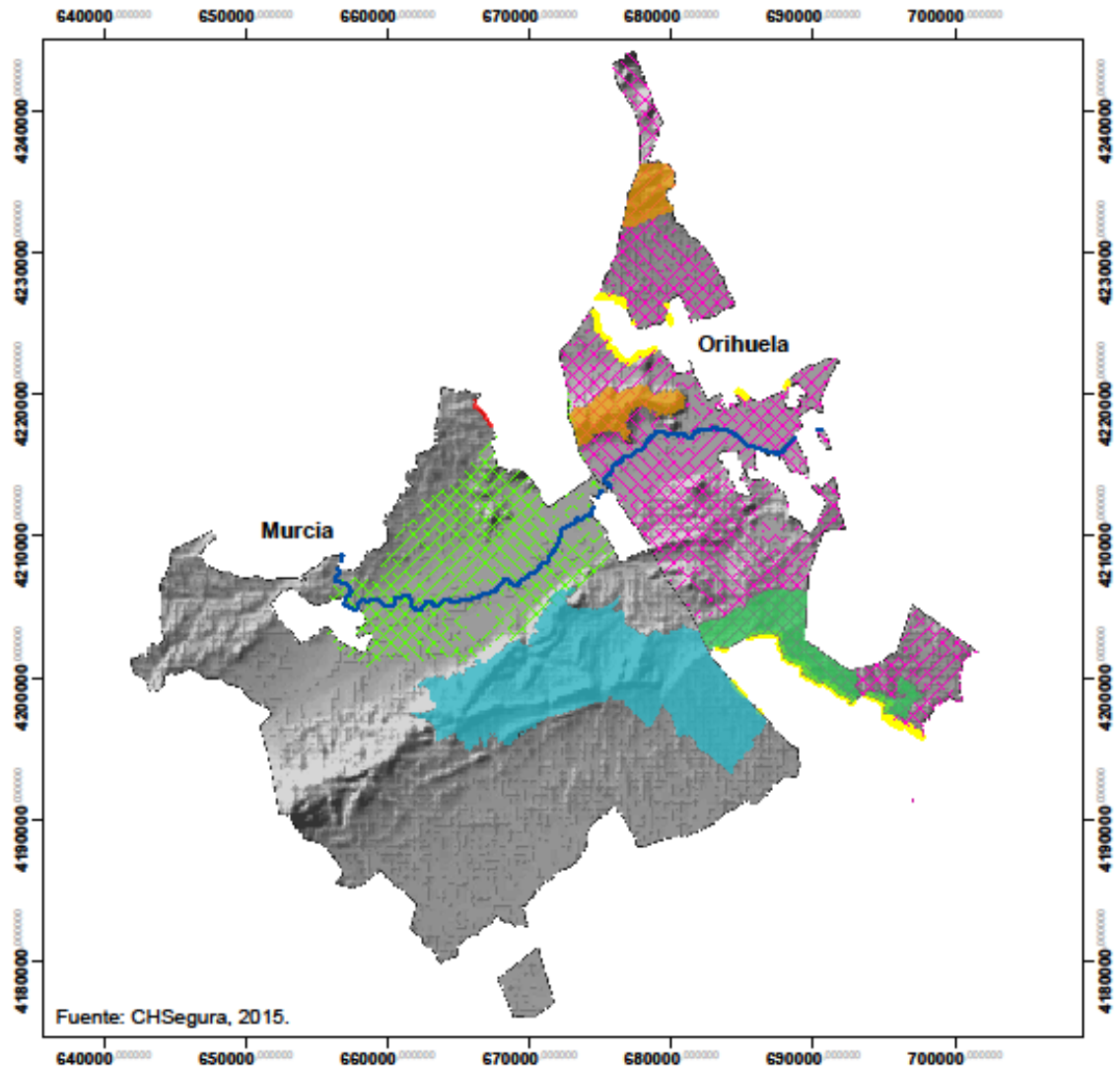
-  Campiñas
-  Cuencas y depresiones mediterráneas
-  Gargantas, desfiladeros y hoces
-  Llanos interiores
-  Llanos litorales mediterráneos y suratlánticos
-  Macizos montañosos béticos
-  Muelas y parameras ibéricas
-  Sierras béticas
-  Sierras, valles y depresiones del sistema ibérico
-  Vegas y riberas



1:1.600.000

Coordinate System: GCS ETRS 1989  
Datum: ETRS 1989  
Units: Degree

## Mapa 3.9. Zonas Vulnerables y de Especial Protección para las Aves



— Río Segura

### ZV (Nitratos)

▨ Vega Media Segura

■ ZV II

▨ ZVIII

### ZEPAs

■ Cap Roig

■ Humedal del Ajauque y Rambla Salada

■ Monte El Valle y Sierras de Altaona y Escalona

■ Serres del Sud d'Alacant

■ Sierra Escalona y Dehesa de Campoamor

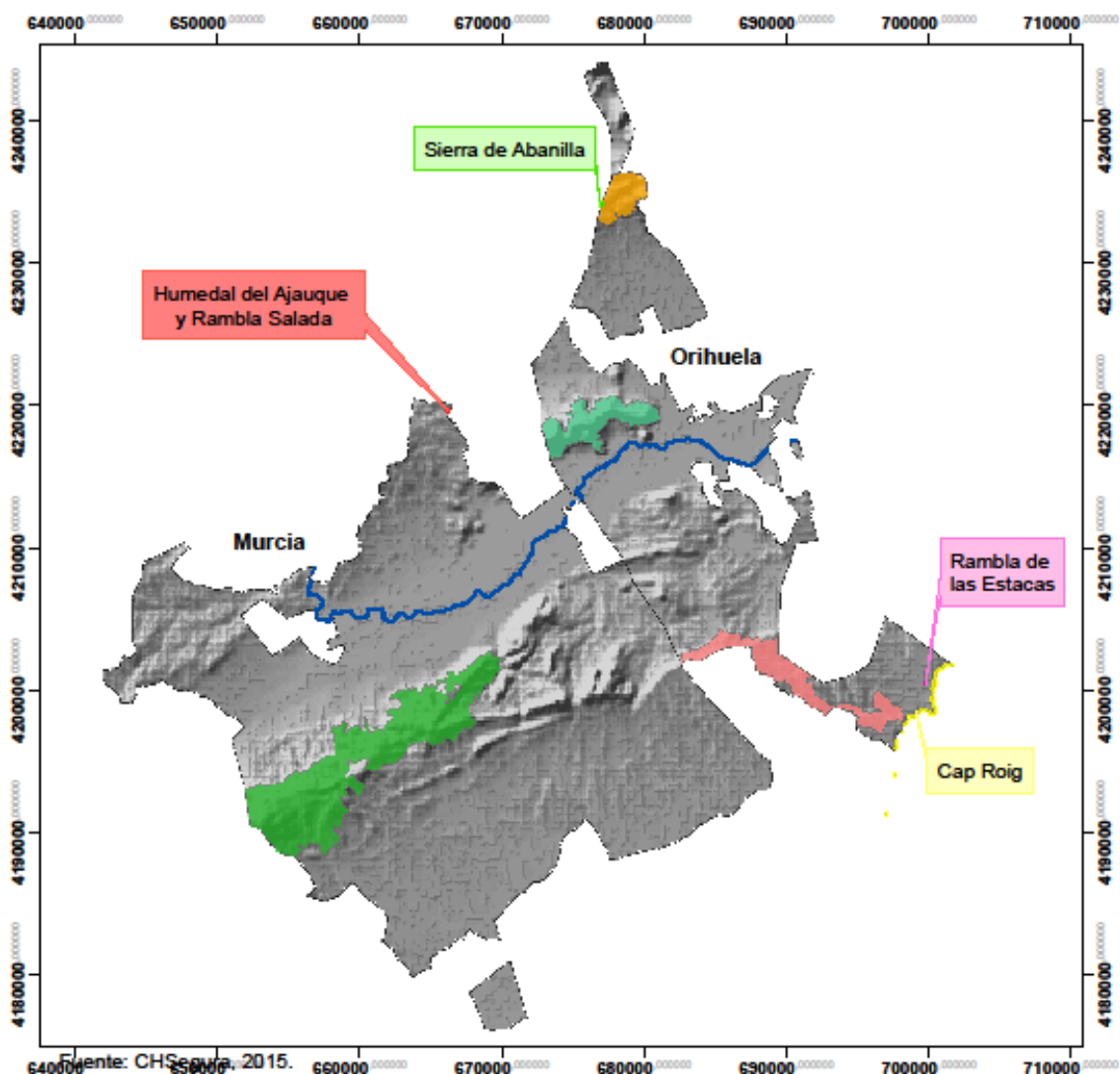
0 4,25 8,5 17 Kilómetros



1:410.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

### Mapa 3.10. Lugares de Interés Comunitario



Fuente: CHSegura, 2015.



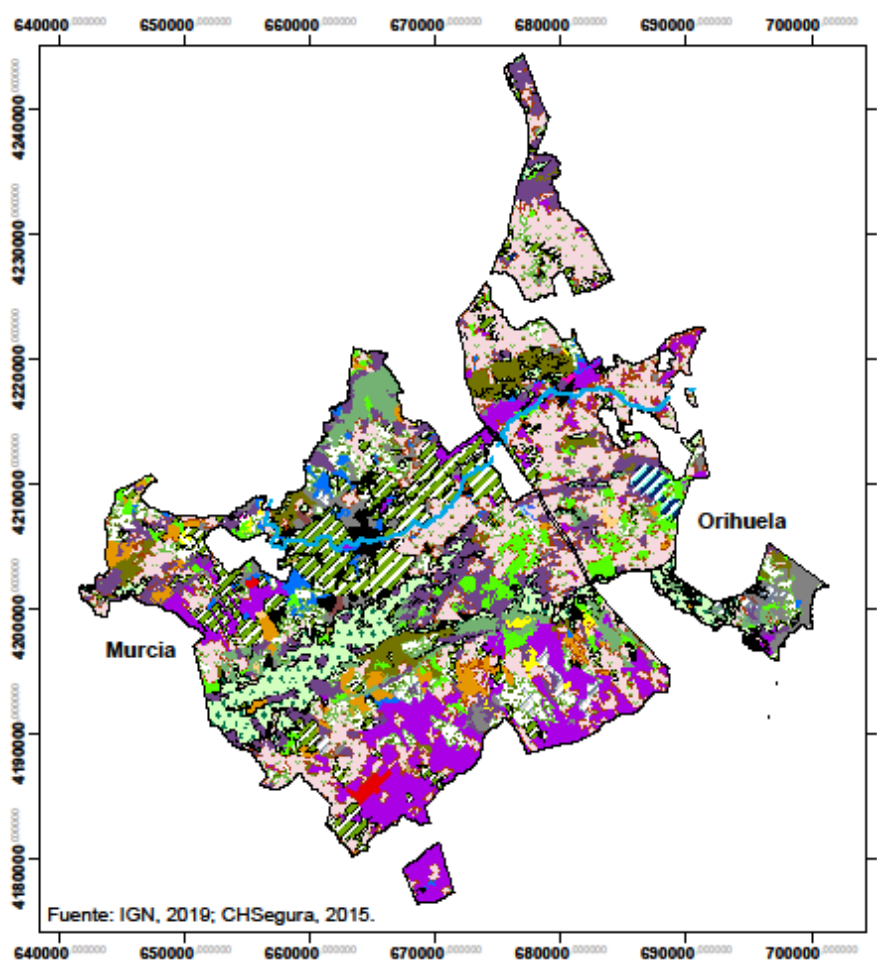
- Río Segura
- LICs**
- Cap Roig
- Carrascoy y El Valle
- Humedal del Ajauque y Rambla Salada
- Rambla de las Estacas
- Serra de Crevillent
- Sierra de Escalona y Dehesa de Campoamor
- Sierra de Orihuela
- Sierra de Abanilla



1:410.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000,0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

# Mapa 3.11. Usos del suelo en 2018



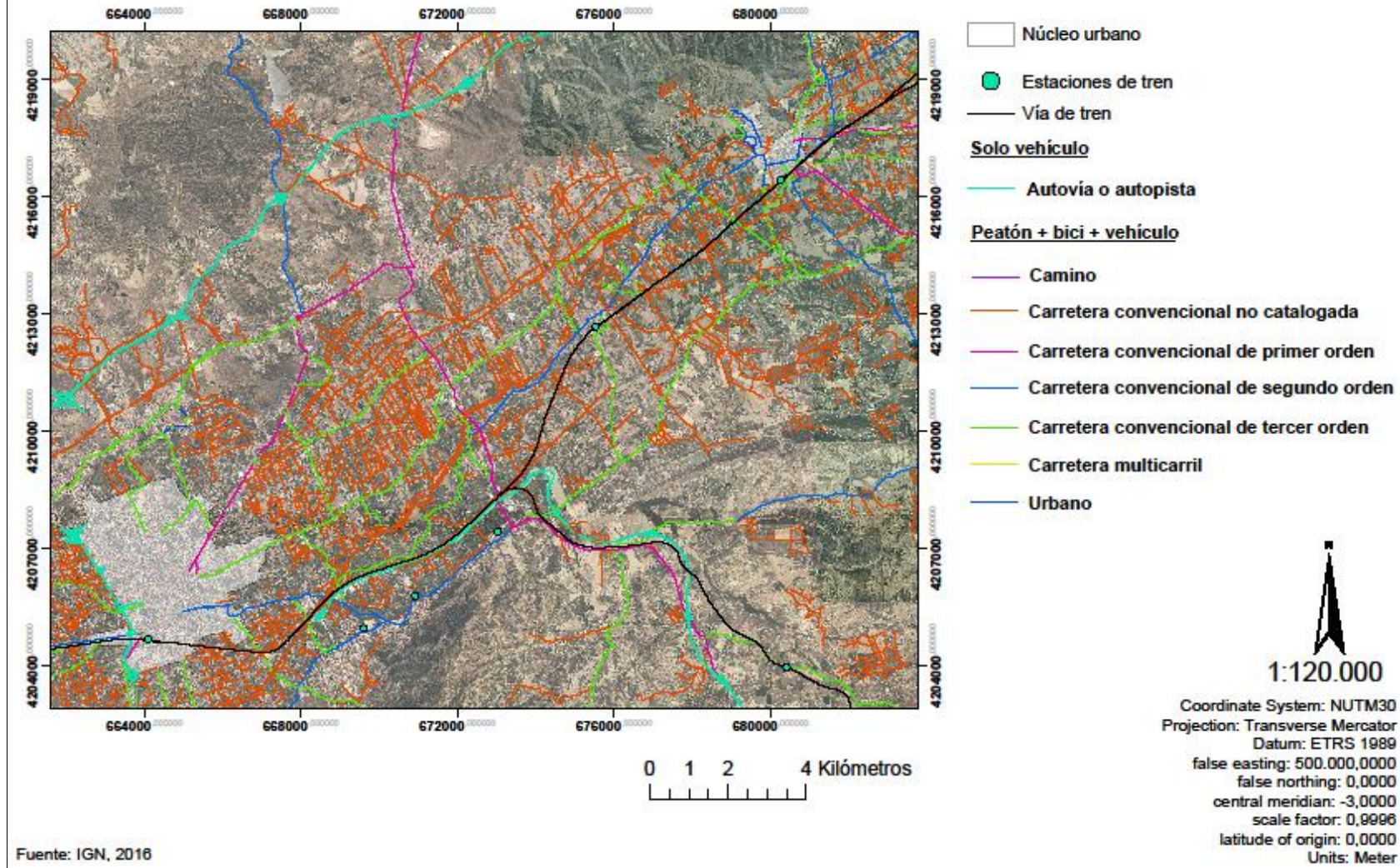
— Río Segura  
 □ Zona de estudio

**Usos del suelo (2018)**

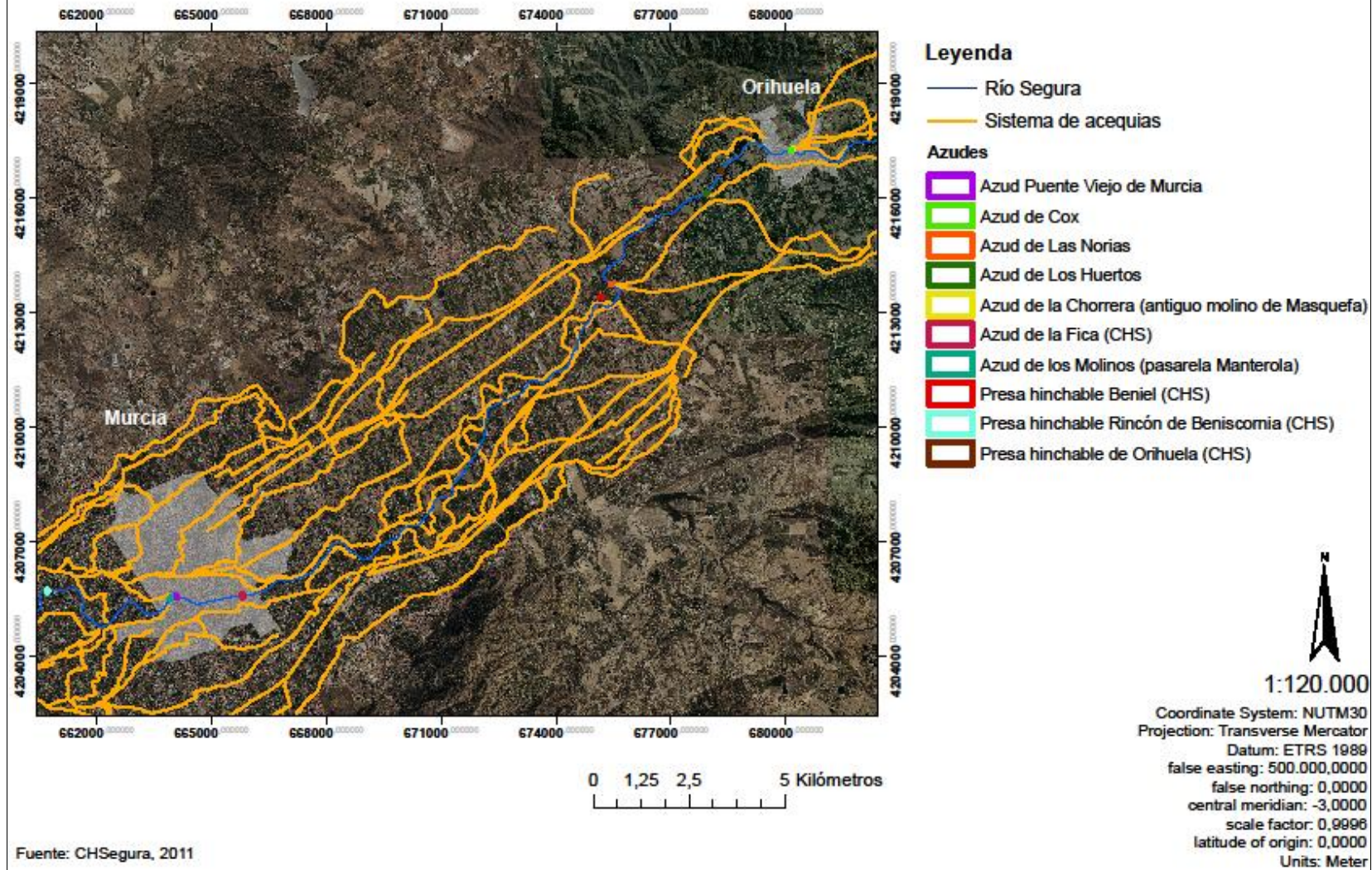
- Láminas de agua
- Aeropuertos
- Bosques de coníferas
- Escombreras y vertederos
- Espacios con vegetación escasa
- Humedales y zonas pantanosas
- Instalaciones deportivas y recreativas
- Matorral boscoso de transición
- Mosaico de cultivos
- Olivares
- Pastizales naturales
- Playas, dunas y arenales
- Praderas
- Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
- Tejido urbano continuo
- Tejido urbano discontinuo
- Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural
- Terrenos regados permanentemente
- Tierras de labor en seco
- Vegetación esclerófila
- Viñedos
- Zonas de extracción minera
- Zonas en construcción
- Zonas industriales o comerciales
- Zonas verdes urbanas

1:450.000  
 Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.000  
 False Northing: 0.000  
 Central Meridian: -3.000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,000  
 Units: Meter

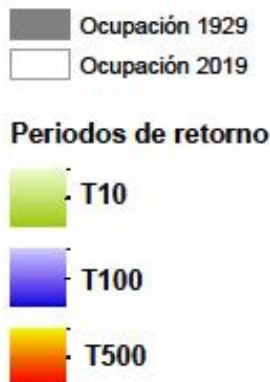
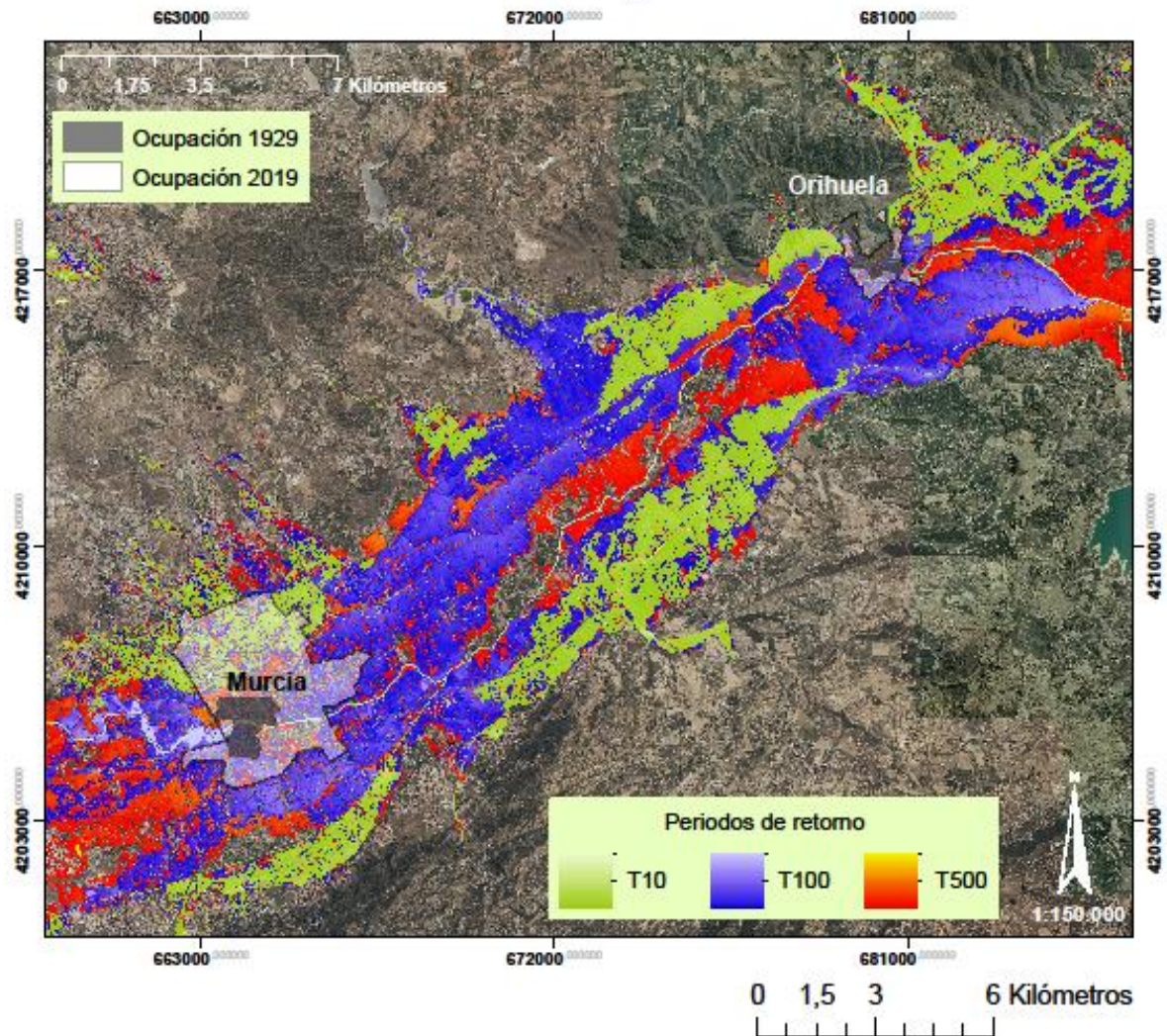
### Mapa 3.12. Red de transporte en tramo Murcia - Orihuela



Mapa 3.13. Acequias y azudes entre Murcia y Orihuela



## Mapa 5.1. Peligrosidad por inundación fluvial en tramo del Segura Murcia-Orihuela

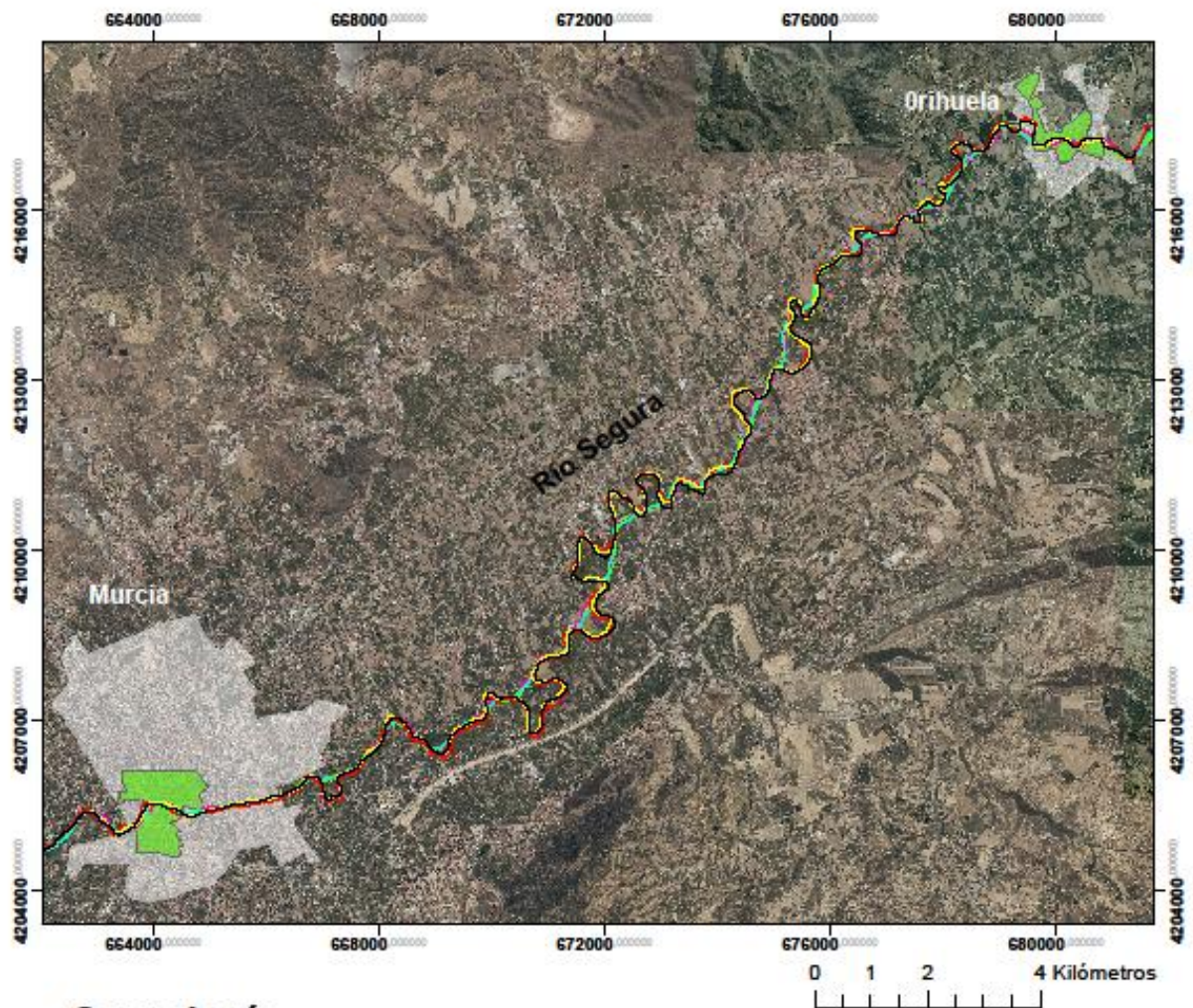


Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

Fuente: IGN, 2022.



Mapa 5.2. Cambios en el cauce del Segura: tramo Murcia-Orihuela



### Cronología

- Ocupación 1929
- Ocupación 2019
- Río 1929
- Río 1956
- Río 1977
- Río 1997
- Río 2007
- Río 2019



1:105.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.0000  
 False Northing: 0.0000  
 Central Meridian: -3.0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0.0000  
 Units: Meter

Fuente: IGN y CHSegura, 2020

## Mapa 5.3. Obstáculos longitudinales en el río Segura



0 1,5 3 6 Kilómetros

### Obstáculos longitudinales

- Estabilización de márgenes, Gavión
- Defensa frente a inundaciones, Escollera
- Defensa frente a inundaciones, Muro
- Defensa frente a inundaciones, Mota
- Estabilización de márgenes, Escollera



1:150.000

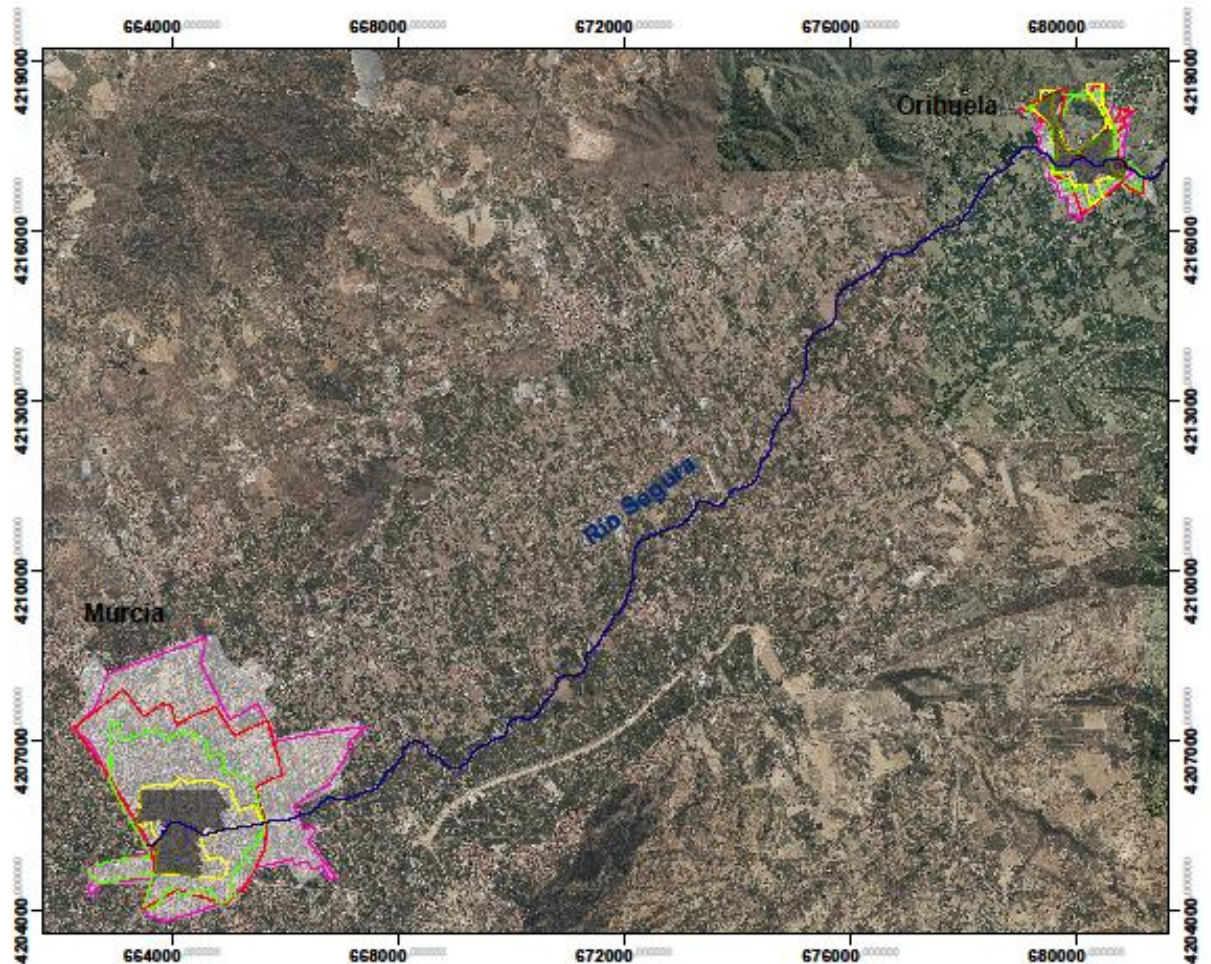
Coordinate System: GCS ETRS 1989

Datum: ETRS 1989

Units: Degree

Fuente: MITECO, 2021

## Mapa 5.4. Evolución de la ocupación en Murcia y Orihuela



0 1 2 4 Kilómetros

### Cronología

- Ocupación 1929
- Ocupación 1956
- Ocupación 1977
- Ocupación 1997
- Ocupación 2007
- Ocupación 2019

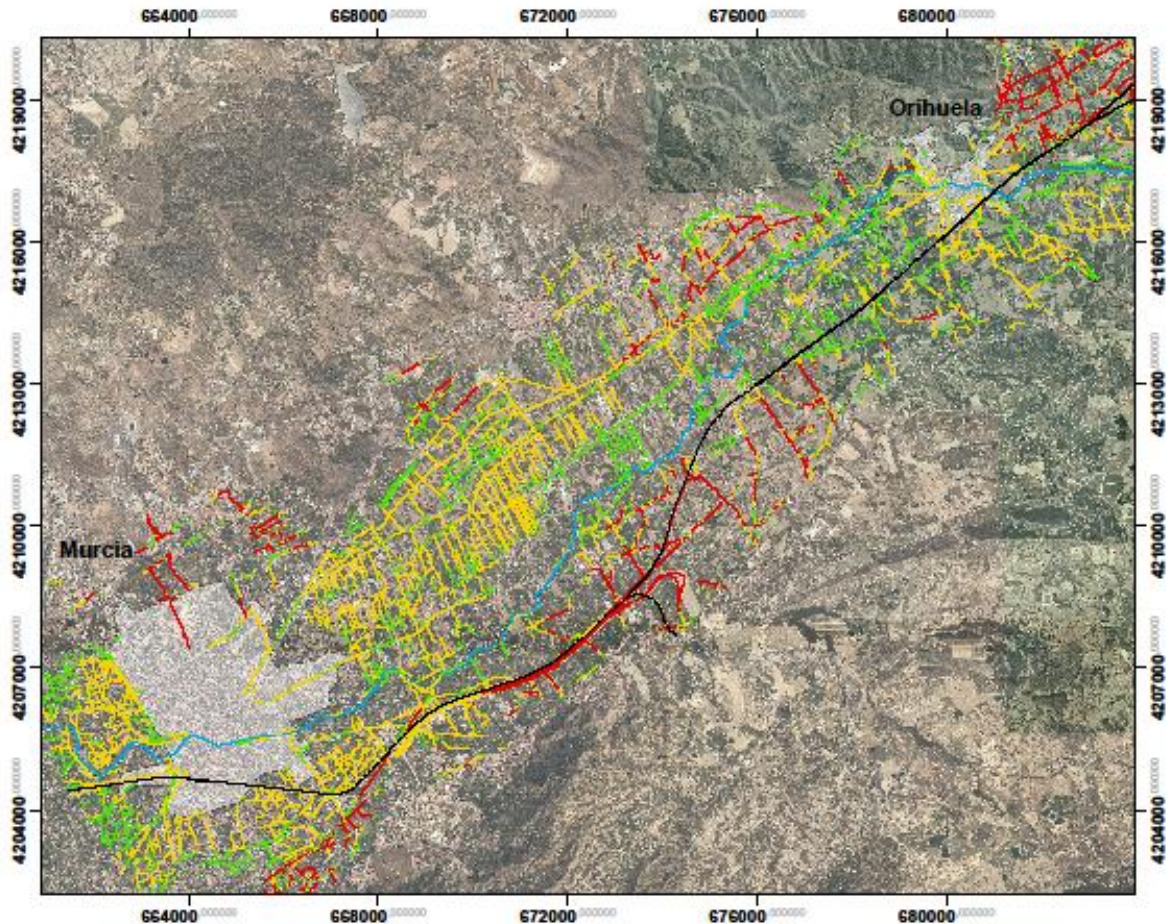


1:105.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500.000.0000  
 False Northing: 0,0000  
 Central Meridian: -3,0000  
 Scale Factor: 0,9996  
 Latitude Of Origin: 0,0000  
 Units: Meter

Fuente: IGN y CHSegura, 2020.

## Mapa 5.5. Distribución vías de transporte en el tramo M-O



0 1 2 4 Kilómetros

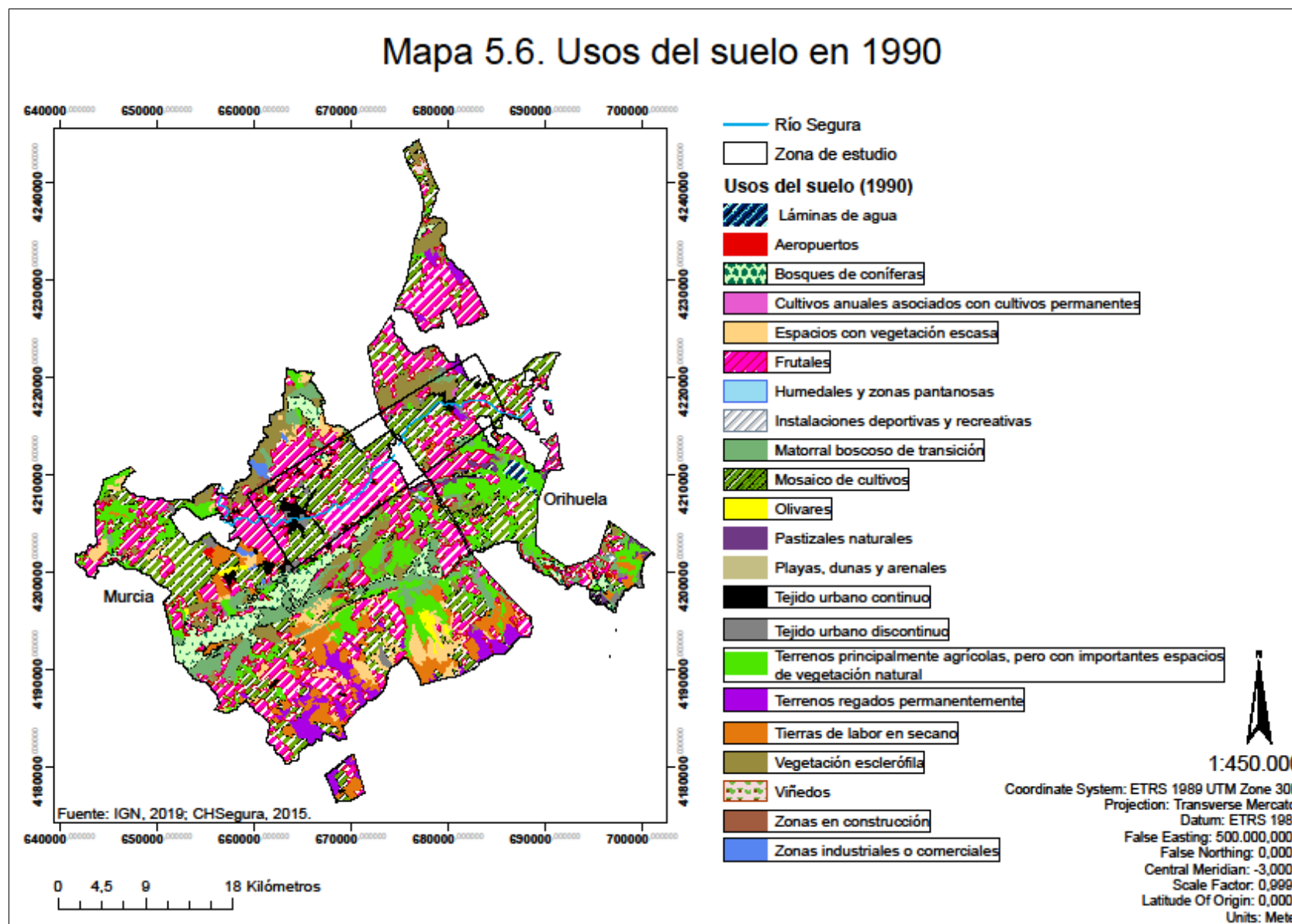
- Río Segura
- Estructuras lineales**
- Ferroviana
- Viaria en T10
- Viaria en T100
- Viaria en T500

1:125.000

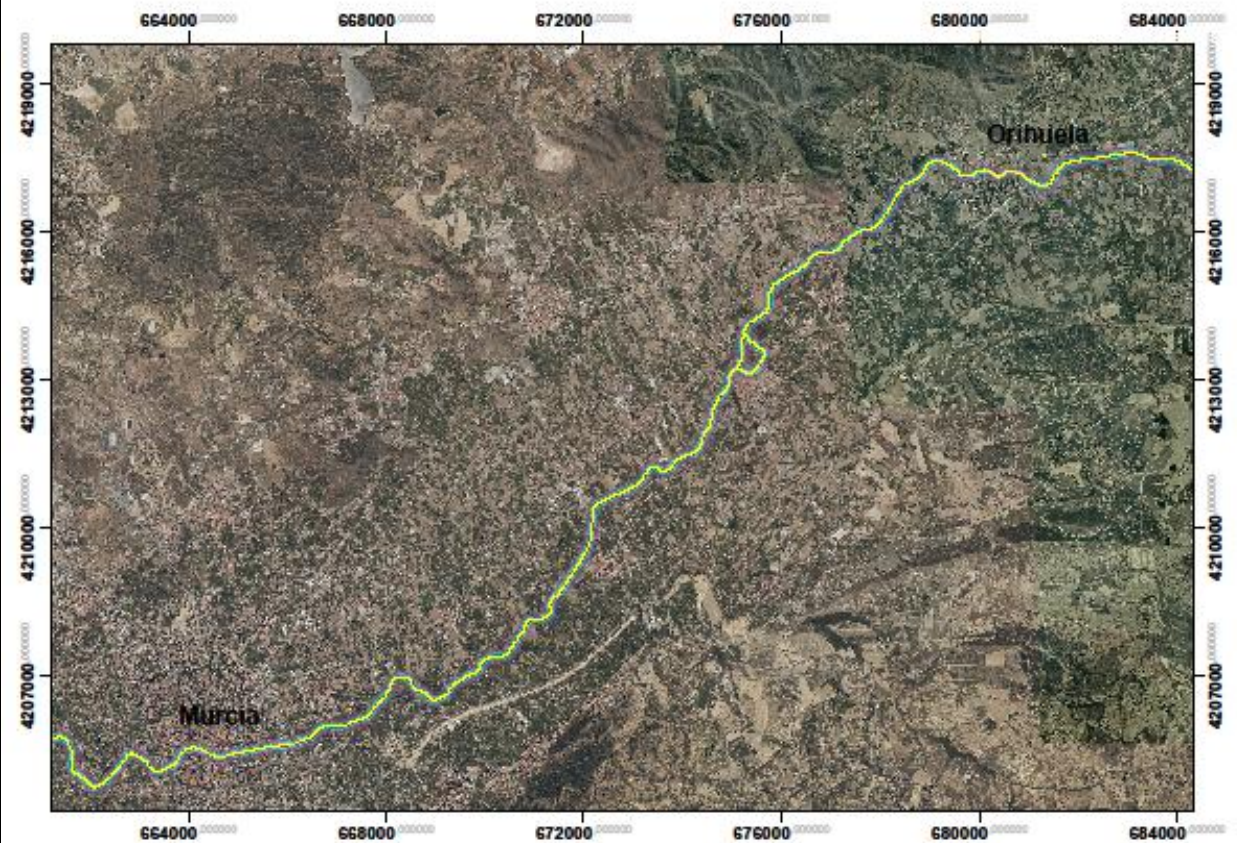
Coordinate System: NUTM30  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 false easting: 500.000.0000  
 false northing: 0.0000  
 central meridian: -3.0000  
 scale factor: 0.9996  
 latitude of origin: 0.0000  
 Units: Meter

Fuente: IGN, 2016

### Mapa 5.6. Usos del suelo en 1990







## Mapa 5.7. Dominio Público Hidráulico del Segura: tramo Murcia-Orihuela



0 1 2 4 Kilómetros

### Delimitación del Dominio Público Hidráulico

-  DPH Cartográfico
-  Zona de Servidumbre
-  Zona de Policía
-  Cauce río



1:120.000

Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
Projection: Transverse Mercator  
Datum: ETRS 1989  
False Easting: 500.000,000  
False Northing: 0,000  
Central Meridian: -3,0000  
Scale Factor: 0,9996  
Latitude Of Origin: 0,0000  
Units: Meter

Fuente: SNCZI, 2013