



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Recuperación ambiental del Río Turia a través del Nuevo
Cauce (Valencia). Diseño morfodinámico de un nuevo
curso fluvial naturalizado.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

AUTOR/A: Arellano Puente, Itziar Amparo

Tutor/a: Vallés Morán, Francisco José

Cotutor/a externo: JIMENEZ ROMO, JAVIER

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

MEMORIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	5
2. INFORMACIÓN BÁSICA.....	6
2.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	6
2.2. GEOLOGÍA	8
2.3. CLIMATOLOGÍA	10
2.4. PLUVIOMETRÍA.....	12
2.5. FAUNA Y FLORA.....	13
3. ANTECEDENTES.....	15
3.1. EL RÍO TURIA.....	15
3.2. LA RIADA DE 1957	20
3.3. EL PLAN SUR DE VALENCIA Y EL JARDÍN DEL TURIA	23
3.4. ESTADO ACTUAL.....	26
4. OBJETIVOS	28
4.1. REPRODUCCIÓN DE LA MORFOLOGÍA NATURAL	28
4.2. RECUPERACIÓN DE LA CONTINUIDAD LONGITUDINAL.....	30
4.3. REHABILITACIÓN DEL ECOSISTEMA.....	31
4.4. ESTABLECIMIENTO DE UN CORREDOR ECOLÓGICO.....	33
4.5. CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	34
5. NORMATIVA DE APLICACIÓN	37
5.1. EUROPEA.....	37
5.2. ESTATAL.....	38
5.3. AUTONÓMICA	39
6. ANÁLISIS MORFOLÓGICO DEL SISTEMA NATURAL	39
6.1. JERARQUIZACIÓN DEL RÍO TURIA.....	40
6.2. REGULACIÓN DEL RÍO TURIA.....	40
6.3. SINUOSIDAD DEL CAUCE EN RÉGIMEN NATURAL.....	41
6.4. ESTUDIO MORFOLÓGICO	42
7. DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE INTERÉS	49
7.1. RÉGIMEN DE CAUDALES.....	49
7.2. CAUDAL DOMINANTE.....	50
7.2.1. ESTIMACIÓN HIDROLÓGICA	50
7.2.2. ESTIMACIÓN HIDRÁULICA	51

7.2.3.	CAUDAL DOMINANTE REGULADO	52
7.3.	CAUDAL DE DISEÑO.....	56
7.4.	CAUDAL ECOLÓGICO	56
8.	ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DEL SISTEMA NATURAL ..	57
8.1.	PARQUE NATURAL DEL TURIA.....	58
8.1.1.	FAUNA	58
8.1.2.	FLORA	59
8.2.	PARQUE NATURAL DE LA ALBUFERA.....	60
8.2.1.	FAUNA	60
8.2.2.	FLORA	61
8.3.	AGROECOSISTEMA	63
8.4.	FAUNA Y FLORA POTENCIAL.....	63
9.	CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y DE USO PÚBLICO	70
9.1.	EJE HIDRÁULICO	70
9.2.	EJE ECOLÓGICO	72
9.3.	EJE PÚBLICO	73
10.	PLANTEAMIENTO DE LA RECONEXIÓN LONGITUDINAL ..	73
10.1.	TIPOLOGÍA DE ESCALAS.....	73
10.2.	AZUD DEL REPARTIMENT	75
10.3.	AZUD INTERMEDIO.....	75
11.	DISEÑO DEL CURSO DEL CAUCE PRINCIPAL	75
11.1.	DEFINICIÓN DE LA ACTUACIÓN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PROPUESTA.....	75
11.1.1.	SEPARACIÓN DE USOS.....	75
11.1.2.	DISTRIBUCIÓN MORFOLÓGICA	77
11.1.3.	SECCIONES TRANSVERSALES	78
11.1.4.	RECONEXIÓN LONGITUDINAL	78
11.2.	COMPROBACIÓN HIDRÁULICA	80
12.	CONCLUSIONES	81
13.	REFERENCIAS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Curso del río Turia dentro de la Comunidad Valenciana.....	6
Fig. 2.	Nuevo cauce e infraestructuras lineales	7
Fig. 3.	Redes viales en la margen y edificaciones adyacentes. Fuente: Kike Taberner.....	7
Fig. 4.	Vista del cauce. Fuente: Kike Taberner	8
Fig. 5.	Geología básica. Fuente: IGME.....	9
Fig. 6.	Geología detallada. Fuente: IGME.....	9
Fig. 7.	Geología detallada alrededor del Nuevo Cauce. Fuente: IGME.....	10
Fig. 8.	Climograma de la ciudad de Valencia. Fuente: WBCS	11
Fig. 9.	Lluvia medida en el pluviómetro del azud del Repartiment en Quart de Poblet durante el año 2019-2020. Fuente: SAIH CHJ.....	13
Fig. 10.	Formaciones de Arundo donax aguas arriba del Azud del Repartiment	14
Fig. 11.	Curso fluvial del río Turia y comarcas por las que discurre dentro de la Comunidad Valenciana.....	15
Fig. 12.	Alto Turia. Fuente: Levante-EMV	17
Fig. 13.	Parque Natural del Turia. Fuente: Love Valencia	17
Fig. 14.	Parque Natural del Turia y Nuevo Cauce.....	18
Fig. 15.	PN del Turia entre Paterna y Pedralba.....	19
Fig. 16.	Río, bosque/matorral y cultivos en el PN del Turia.....	19
Fig. 17.	Alcantarillas con funcionamiento inverso.....	21
Fig. 18.	Puente destruido por la segunda riada.....	22
Fig. 19.	Zonas afectadas por la inundación. Fuente: Callejeando por Valencia.....	22
Fig. 20.	Obras del Plan Sur.....	23
Fig. 21.	Maqueta y plano de la propuesta de autovía en el viejo cauce. Fuente: Cámara oficial de la propiedad urbana de Valencia.....	25
Fig. 22.	Viejo cauce en la actualidad.....	26
Fig. 23.	Esquema del perfil longitudinal. Fuente: Vallés-Morán et al., 2011	27
Fig. 24.	Sinuosidad del antiguo cauce frente al Nuevo Cauce.....	29
Fig. 25.	Valores limitantes por grupo de especies piscícolas. Fuente: Miteco (2019).....	31
Fig. 26.	Jerarquización del río Turia en su cuenca hidrográfica.....	40
Fig. 27.	Azudes y embalses en la cuenca del Turia	41
Fig. 28.	Tramos de estudio sobre el Turia. A la izquierda aguas arriba.....	43
Fig. 29.	Tramo I. A la izquierda aguas arriba.....	43
Fig. 30.	Tramo II. A la izquierda aguas arriba.....	43
Fig. 31.	Tramo III. A la izquierda aguas arriba.....	43
Fig. 32.	Tramo IV. A la izquierda aguas arriba.....	44
Fig. 33.	'Cinturones' de meandros tramos I, II y III	45
Fig. 34.	Sección transversal de referencia ST8.....	46
Fig. 35.	Sección transversal representativa ST13.5	47
Fig. 36.	Sección transversal representativa ST13.52	47
Fig. 37.	Tramo A. Fuente Modelo hidráulico realizado mediante HEC-RAS 5.0.7 ..	48
Fig. 38.	Tramo B. Fuente Modelo hidráulico realizado mediante HEC-RAS 5.0.7 ..	48
Fig. 39.	Representación de la serie de datos y estadísticos poblacionales de la muestra.....	52
Fig. 40.	Ajuste a la función de distribución General Extreme Value	53
Fig. 41.	Ajuste a la función de distribución Gumbel.....	53
Fig. 42.	Ajuste a la función de distribución Lognormal	54
Fig. 43.	Ajuste a la función de distribución SQRT-ET max	54

Fig. 44.	Ajuste a la función de distribución TCEV.....	55
Fig. 45.	Ajuste a la función de distribución Pareto de dos parámetros	55
Fig. 46.	Tipología de entrada a la escala de peces. Elaboración propia.....	74
Fig. 47.	Azud Intermedio. Fuente: Vallés-Morán et al., 2011.....	75
Fig. 48.	Ejemplo de separación de usos propuesta.....	76
Fig. 49.	Ejemplo de sección transversal incluida en el modelo.....	78
Fig. 50.	Valores limitantes por grupo de especies piscícolas.....	79
Fig. 51.	Escala de artesas. Río Cinca (Huesca). Fuente: Protocolo de permeabilización de obstáculos en la cuenca del Ebro (2009).....	79
Fig. 52.	Rampa de piedras. Río Pisuerga (Burgos). Fuente: Protocolo de permeabilización de obstáculos en la cuenca del Ebro (2009).....	79
Fig. 53.	Rampa de piedras. Fuente: FAO/DVWK (2002)	80
Fig. 54.	Ejemplo de calado aproximado de 0,5 m en el talweg para el caudal ecológico.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valores climatológicos en la ciudad de Valencia. Fuente: AEMET	10
Tabla 2.	Caracterización de los tres tramos del Nuevo Cauce. Fuente: Vallés-Morán et al., 2011.....	26
Tabla 3.	Características de los embalses pertenecientes a la cuenca del Turia.....	40
Tabla 4.	Parámetros morfológicos	44
Tabla 5.	Caudales máximos instantáneos.....	51
Tabla 6.	Rango de caudales obtenido con la distribución ajustada.	56
Tabla 7.	Caudales de diseño obtenidos para los periodos de retorno de 10, 20 y 25 años.....	56
Tabla 8.	Matriz resumen de los requisitos de biodiversidad	68

1. INTRODUCCIÓN

Desde que ha existido agua líquida en el planeta, éste se ha visto afectado y ha variado sustancialmente bajo su efecto. Es por esto que no puede obtenerse una definición exacta de los cursos de agua, sino una instantánea que, con suerte, será válida durante nuestro tiempo de vida. El efecto que sobre la geomorfología tiene el paso del agua es un potente factor, aunque no el único, cuyo rastro indica o reduce el número de posibilidades por las que el paisaje que vemos es el que en este momento existe.

El agua puede verse, en primera instancia, como la base sobre la que todo lo demás se asienta: el movimiento en sus diferentes estados genera las fuerzas erosivas que esculpen los territorios, en su seno la vida surge y persevera, gracias a ella se ha mantenido en el tiempo, alcanzando un conocimiento que, aunque no absoluto, tiene un gran poder para el cambio; el ser humano es el resultado, y con él la posibilidad de alcanzar un equilibrio entre las fuerzas naturales y la degradación antrópica que a consecuencia viene sufriendo el medio ambiente.

En numerosas ocasiones hemos podido observar cómo el efecto antrópico sobre los ecosistemas naturales ha resultado nefasto para la conservación del hábitat de origen, sin embargo, tampoco puede afirmarse que conozcamos o que tan siquiera exista un *hábitat original*. A raíz de esto, la idea general de restaurar un ecosistema, que en términos exactos está referida a devolver el espacio de estudio a su estado inicial, no parece ampliamente aplicable: ¿cuál es el estado inicial? ¿cuánto debemos remontarnos en el tiempo? ¿han existido varios ecosistemas de igual importancia en el mismo lugar? y de ser así, ¿es el ecosistema *inicial* realmente el *óptimo*? A pesar de esto, se pueden recuperar o restaurar distintos tipos de elementos o atributos de los ríos; por ello resulta más preciso hablar de *restauración ecológica*, indicando que la finalidad de dicha restauración es la recuperación del funcionamiento ecológico del río y sus riberas, logrando una estructura más natural. Es deseable alcanzar, entre estas cuestiones, un estado de equilibrio hacia el cual dirigirse frente a la incertidumbre de la realidad de las formas del territorio presentes y futuras; el conjunto de ecosistemas generados deberá asimilarse a aquel que, en un terreno sano y en estado natural debiera darse según los procesos actuantes y las especies animales y vegetales existentes en la actualidad en el punto de estudio y sus alrededores, y a ser posible, debe ser capaz de evolucionar junto a éste.

El presente trabajo consiste en el estudio del caso y el desarrollo técnico de algunas de las actuaciones que se han propuesto en estudios previos en base al mismo objetivo principal; naturalizar la canalización por la que hoy en día puede decirse generosamente que *discurre* el río Turia durante los últimos kilómetros que lo separan de su desembocadura al Mar Mediterráneo. Esta puntualización tal vez no sea correcta, puesto que las aguas del Turia desaparecen antes de alcanzarla, resultando en un cauce casi seco que se extiende a lo largo de más de nueve kilómetros.

Este espacio es el resultado de una actuación eficaz, puesto que cumple con su propósito establecido, es decir, defiende a la ciudad de Valencia frente a las avenidas que producen los periodos de precipitaciones intensas. Sin embargo, el punto de vista desde el que se pretende analizar esta canalización varía; ya no interesa únicamente la capacidad de asegurar el objetivo principal de su diseño, no estando dispuestos a repercutir negativamente sobre el medio ambiente con una ejecución insensible que

únicamente cumpla con su deber, sino que cada vez más es un requisito indispensable para la aceptación de una idea que ésta incluya los aspectos medioambientales y los compagine con las necesidades humanas y su defensa. Una solución únicamente eficaz es sólo una solución parcial, provisional.

2. INFORMACIÓN BÁSICA

2.1. Ámbito geográfico

El río Turia se extiende a lo largo de 280 kilómetros, discurriendo por el este de la Península Ibérica. Nace en el término municipal de Guadalaviar, en el entorno de la Sierra de Albarracín (Teruel) y desemboca en el Mar Mediterráneo, cerca de la ciudad de Valencia. Este es un río mediterráneo, sometido al tipo de clima y régimen de precipitaciones característicos que se mencionan en el capítulo 2.4.



Fig. 1. Curso del río Turia dentro de la Comunidad Valenciana

El área de estudio abarca aproximadamente los últimos 11'5 kilómetros en los que el río se encuentra canalizado, dentro del término municipal de la ciudad de Valencia

y al sur del centro geométrico de la ciudad. El Nuevo Cauce discurre entre el Azud del Repartiment, donde se pierde el curso natural del río, y la desembocadura, teniendo la posibilidad de servir como elemento de conexión entre los dos parajes naturales entre los que discurre: el Parque Natural del Turia y el Parque Natural de la Albufera.

Este es un cauce de sección trapezoidal de aproximadamente 145 metros de ancho en el lecho y 175 metros en coronación, por el que debe discurrir el cauce principal del río Turia y en el que deben incluirse también sus riberas, rodeado por multitud de infraestructuras lineales que imposibilitan el paso libre desde y hacia él. Existen asimismo azudes en su seno que son empleados para la derivación de agua para riego en las comarcas cercanas; esto resulta además de en un cauce seco por la derivación excesiva, en barreras transversales que impiden el paso libre de las especies (fundamentalmente animales, pero también vegetales) en la dirección longitudinal del cauce.



Fig. 2. Nuevo cauce e infraestructuras lineales



Fig. 3. Redes viales en la margen y edificaciones adyacentes. Fuente: Kike Taberner

De este modo podemos observar que una especie que se encuentre en la zona de aguas arriba del primer azud del encauzamiento va a encontrar numerosos obstáculos a su paso, así como excesivo ruido originado en las infraestructuras lineales adyacentes y poca vegetación y agua de la que servirse para sus funciones vitales en caso de querer desplazarse a lo largo del curso fluvial hasta la Albufera o la desembocadura. Puede decirse que, en la actualidad, tanto este tipo de movimiento de las especies como el inverso (especies piscícolas tratando de remontar el río) está completamente restringido, obteniéndose, como resultado, un encauzamiento vacío que sirve únicamente a su fin último, el de defender la ciudad del Valencia de las inclemencias características de la zona mediterránea, puesto que la vida acuática y la derivada de los ecosistemas que produce no tiene cabida en una extensión donde el curso fluvial ha desaparecido por completo.

Por otra parte, dado el carácter climático del área del levante peninsular, el Nuevo Cauce no dispone de infraestructura ni fue dotado de elementos destinados al aprovechamiento recreativo de éste. Su amplitud fue escogida en base a su capacidad hidráulica para la descarga y no según criterios basados en la geomorfología fluvial del cauce en estado natural, por lo que una potencial zona verde con usos y aprovechamientos compatibles con la defensa de la ciudad queda reducida a una extensión desierta que produce un paisaje únicamente colonizado por especies oportunistas de fauna y flora.



Fig. 4. Vista del cauce. Fuente: Kike Taberner

2.2. Geología

El tramo de estudio, correspondiente a la canalización del río Turia en los últimos kilómetros de su curso, discurre sobre un terreno uniforme de conglomerados, areniscas, gravas, arenas, limos y arcillas correspondientes a la era cenozoica, concretamente la época del holoceno, dentro del periodo cuaternario. Durante la práctica totalidad del trazado natural en curso medio/bajo del río se encuentra la misma unidad geológica básica.

Analizando a través del visor cartográfico del *Instituto Geológico y Minero de España* el material del lecho del cauce natural y el del antiguo cauce se observa que hay presencia de gravas, cantos y bloques con matriz arenosa correspondientes tanto a lechos de valle como a terrazas.

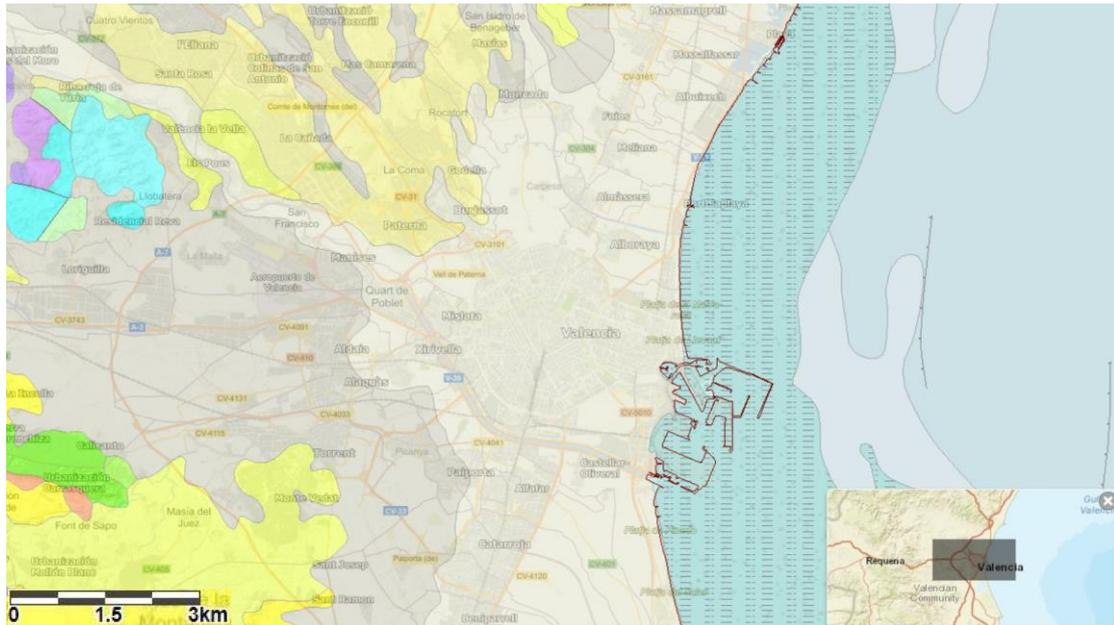


Fig. 5. Geología básica. Fuente: IGME

El material circundante por el que atraviesa la mayor parte del trazado de esta canalización se clasifica como cantos, gravas y bloques poligénicos con matriz arenosa-arcillosa, rocas y encostramientos calcáreos (abanicos aluviales), correspondientes al pleistoceno. En los últimos 6 kilómetros del trazado la canalización se adentra en una unidad geológica de limos grises con arenas (limos grises de borde de albufera) correspondientes al holoceno, atravesando puntualmente durante 500 metros una unidad geológica de limos negros con materia orgánica (limos negros de albufera/turbera) de la misma edad.

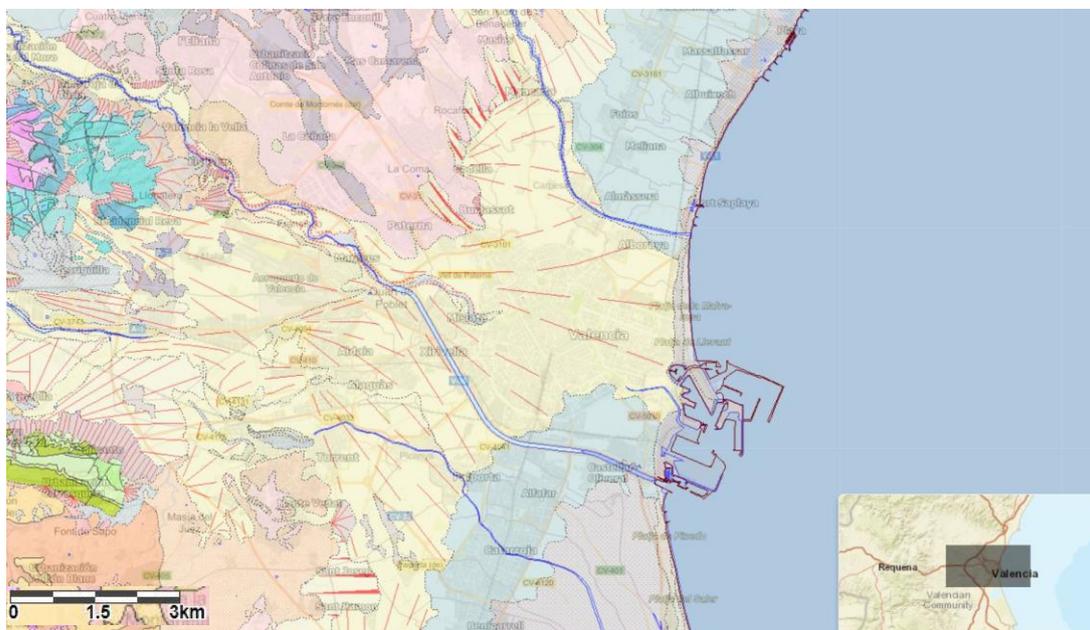


Fig. 6. Geología detallada. Fuente: IGME

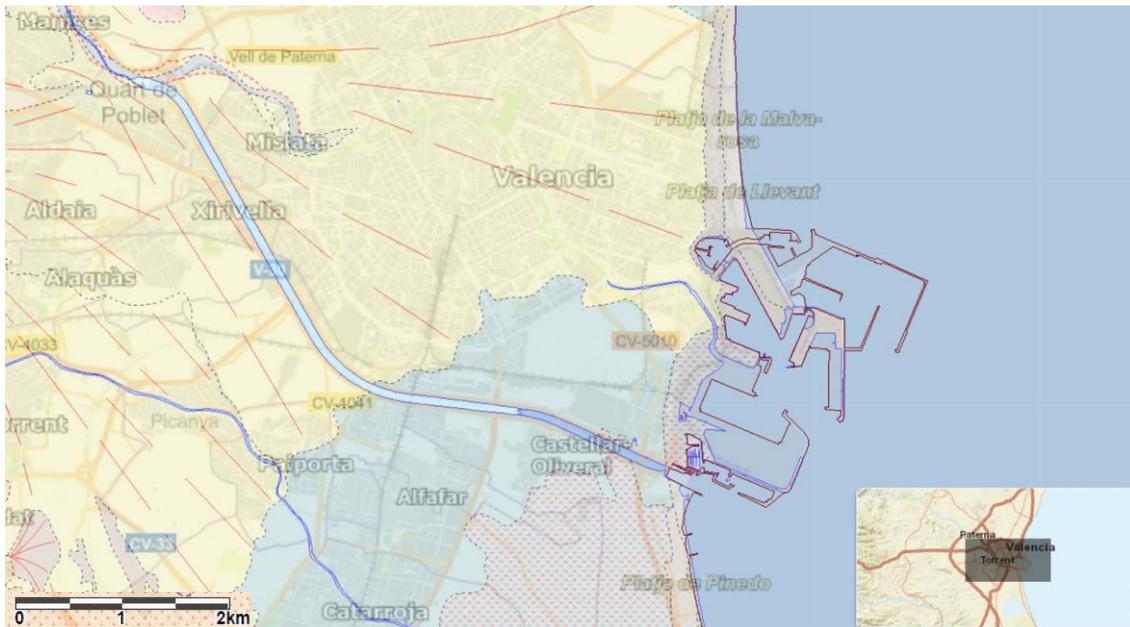


Fig. 7. Geología detallada alrededor del Nuevo Cauce. Fuente: IGME

2.3. Climatología

El clima que afecta al área de estudio es el que corresponde a la Comunidad Valenciana; este es un clima de tipo mediterráneo típico claramente marcado, que se extiende por todo el litoral norte y centro de la Comunidad, con tránsito a clima desértico, habitualmente seco y soleado. Este clima queda definido por precipitaciones escasas e irregulares, con una marcada sequía estival, nubosidad débil, inviernos muy suaves, veranos largos, secos y calurosos, fuerte insolación, intensa evaporación y acusado déficit hídrico. Las precipitaciones se concentran en primavera y otoño, siendo amplio el riesgo de gota fría en este último.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.2	11.1	13.4	15.3	18.2	21.8	24.6	24.9	22.8	18.9	14.5	11.9
Temperatura mín. (°C)	6.8	7.3	8.6	10.6	13.8	17.5	20.4	20.9	18.4	14.3	10	7.5
Temperatura máx. (°C)	15.7	15	18.3	20	22.7	26.1	28.8	29	27.3	23.5	19	16.3
Precipitación (mm)	32	32	32	32	32	23	10	18	55	85	50	44

Tabla 1. Valores climatológicos en la ciudad de Valencia. Fuente: AEMET

La temperatura promedio en el término municipal de Valencia es de 17.4 °C, siendo la precipitación aproximada de 445 mm. El mes más seco es julio, con 10 mm de media, mientras que en el mes más húmedo (octubre) se registran valores de 85 mm. El mes más cálido del año es agosto, llegándose a temperaturas promedio de 24.9 °C, mientras que en el mes más frío (febrero) la temperatura media es de 11.1 °C. De este modo se tienen diferencias de 75 mm de precipitación entre los meses más seco y más húmedo, mientras que las medias de temperaturas varían en 13.8 °C entre los meses más frío y más cálido.

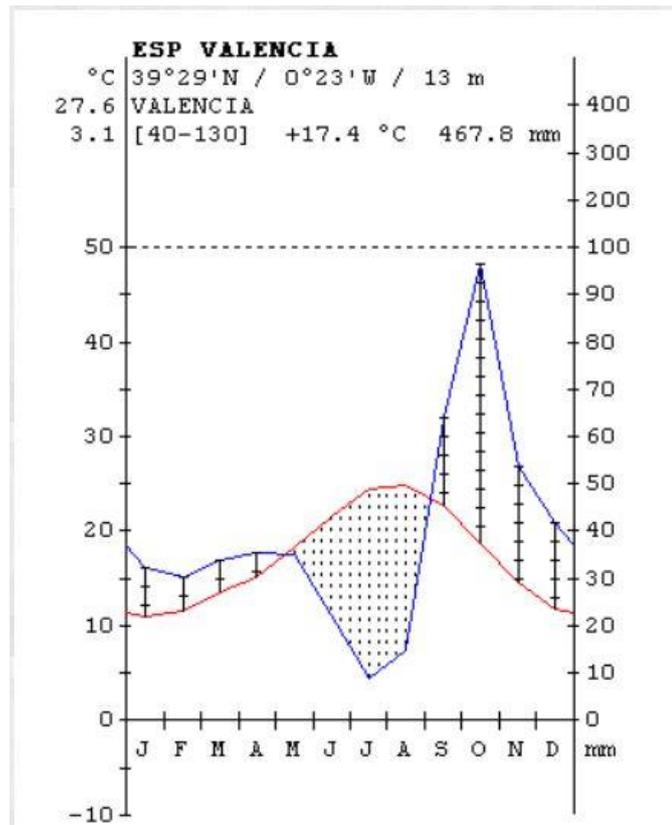


Fig. 8. Climograma de la ciudad de Valencia. Fuente: WBCS

Accediendo a la web *Worldwide Bioclimatic Classification System* se pueden obtener climogramas en tres puntos diferentes de Valencia; en estos gráficos se observa el número de años de datos empleados para cada uno de ellos (el primer valor denota el número de años analizados para obtener los datos de temperatura y el segundo valor lo mismo para la precipitación), así como las temperaturas máximas y medias de los periodos correspondientes. Puede observarse asimismo tanto la localización como la altitud del punto de medida. Es, por lo tanto, más fiable de cara a obtener un valor aproximado cuantitativo aquel climograma cuyo periodo de datos analizados sea mayor.

Con los datos obtenidos de estos climogramas pueden obtenerse los valores en base a los cuales se establecen de manera natural las comunidades vegetales; esto puede resultar de interés para establecer en el Nuevo Cauce una flora que tenga la capacidad de prosperar en el ambiente naturalizado que se pretende crear, así como que pueda servir de hábitat y refugio de determinadas especies dependientes de ésta.

La orografía de la Comunidad Valenciana es un factor especialmente importante en el litoral de levante, donde la configuración de las sierras es sensiblemente paralela al litoral mismo. Los vientos encauzados por las pequeñas cuencas fluviales que se forman en los valles intensifican la convección y los máximos de precipitación, sobre todo cuando la masa de aire mediterráneo (húmeda y cálida) fluye desde el mar hacia poniente.

2.4. Pluviometría

Acudiendo al *Portal estadístico de la Generalitat Valenciana* podemos observar que la precipitación máxima diaria en la ciudad de Valencia en los últimos cinco años ha sido de aproximadamente 130 mm en dos de ellos (2016 y 2018), siendo el número de días de lluvia de 73 y 100 (2016 y 2018), de los cuáles en 4 y 5 días respectivamente la precipitación fue mayor o igual a 30 mm.

Se tienen periodos cortos de precipitaciones intensas que ocasionan grandes avenidas y potenciales inundaciones en el tramo más bajo del curso fluvial. Estas precipitaciones tienen consecuencias muy graves, debido tanto a la naturaleza del propio fenómeno como a la configuración del territorio y, sobre todo, al hecho de encontrarnos en un territorio en el que la acción antrópica está ampliamente establecida, resultando en grandes poblaciones, actividades e infraestructuras. La población tiende a concentrarse en áreas en las que los riesgos derivados de las precipitaciones tienen efectos devastadores.

También puede observarse que se tienen precipitaciones máximas diarias muy variables, encontrándose en 2015 una precipitación máxima diaria de 47'6 mm seguida por 130 mm en 2016, 76'6 mm en 2017, 136'6 mm en 2018 y 33'8 mm en 2019.

Precisamente, una de las características particulares que definen este régimen de precipitaciones es la variabilidad, tanto temporal como espacial, de éstas. Esta variabilidad se presenta a diferentes escalas dentro de la temporal, obteniéndose grandes variabilidades interanuales, así como dentro de los diferentes meses del año. La ciudad de Valencia representa junto a Almería la ciudad de España donde el coeficiente de variación de la precipitación es más elevado. En la práctica totalidad de la Comunidad Valenciana el mayor aporte pluviométrico está relacionado con temporales de Levante, que arrastran vientos húmedos procedentes del Mediterráneo. (Rivera Nebot, 2002).

Por esto, es especialmente interesante la extraordinaria intensidad pluviométrica ocurrida en determinados episodios, durante pequeños intervalos de tiempo que pueden llegar a recoger cantidades muy importantes de precipitación, incluso para periodos de retorno de pocos años. Durante los treinta años que abarca el periodo del estudio en el que se basa Antonio Rivera Nebot (1971-2000) se tienen 320 días en los que se superan los 100 mm, correspondiendo 193 de ellos con los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

En estos treinta años se tienen 59 días con episodios de lluvias que superan los 200 mm en 24 horas, destacándose durante los meses de septiembre, noviembre, y sobre todo octubre. Asimismo, se encuentran 16 días en los que en 24 horas se superan los 300 mm, todos ellos concentrados en los meses otoñales salvo dos casos aislados.

Partiendo de estos datos puede apreciarse la marcada estacionalidad de los fenómenos torrenciales. Acudiendo a los registros históricos de grandes inundaciones de la ciudad de Valencia se tiene que en torno al 50-60% de estas inundaciones se han dado en octubre, el 25-30% se en septiembre, siendo del 10-15% las ocurridas en noviembre y prácticamente nulas las inundaciones ocurridas en los meses restantes.



Fig. 9. Lluvia medida en el pluviómetro del azud del Repartiment en Quart de Poblet durante el año 2019-2020. Fuente: SAIH CHJ

2.5. Fauna y flora

A raíz de que el espacio encerrado entre los cajeros de esta canalización es *en cierto modo* (y generosamente) amplio y dispone de una longitud considerable, en él podemos encontrar especies tanto de fauna como de flora oportunistas que son capaces de aprovechar los espacios degradados y fuertemente antropizados y prosperar en ellos. Esto implica una masa vegetal en esencia exótica que, frente a la dificultad que encuentran las demás especies para establecerse, sustituye o directamente imposibilita la existencia de éstas en el cauce. Esto es aplicable, a su vez, a las especies animales; ya existen ciertas poblaciones, sin embargo no suponen un aumento de la biodiversidad para la ciudad de Valencia.

Partiendo del Parque Natural del Turia, aguas abajo del cual comienza el Nuevo Cauce, pueden distinguirse diferentes zonas de características ecológicas similares. Se tiene, en inicio, el Parque de cabecera, que es un área de transición entre el río Turia en estado natural y el Nuevo Cauce. En él existe un sistema poco antropizado, con presencia de un río natural y gran potencial ambiental donde la degradación no es tan evidente. El espacio fluvial es más amplio y limitan con éste las huertas en las que se producen ecosistemas específicos.

A partir del Azud del Repartiment se tiene una ruptura de la continuidad longitudinal que en régimen natural tendría el cauce, tras la que se observa un espacio degradado con agua ocasionalmente, puesto que su totalidad es derivada para riego, vegetación no controlada ni regulada (incluso de porte arbóreo), y biodiversidad oportunista adaptada a sistemas antropizados. En este espacio se producen más impactos que en el precedente, que junto a la barrera transversal que supone el azud y las barreras longitudinales que generan las redes viarias ocasiona que gran parte de la biodiversidad que se podía encontrar aguas arriba sea ahuyentada. Esto, a grandes rasgos, deriva en una gradual ausencia de ecosistemas. Pueden observarse algunas comunidades vegetales que van paulatinamente perdiendo consistencia a lo largo de la canalización.

En la desembocadura se observa, en contraposición al resto del encauzamiento, el único ecosistema natural. En la zona de influencia de las aguas marinas, a lo largo de los tres últimos kilómetros del cauce, se genera un microhábitat con vegetación helófito tolerante a la salinidad; la presencia de agua implica la existencia de especies piscícolas, que son el sustento de diferentes especies de aves que encuentran refugio entre la vegetación semiflotante, como pueden ser la gaviota (*Larus michahellis*), el

cormorán (*Phalacrocorax aristotelis*), la garza (*Ardea cinerea*), los charranes (*Sterna hirundo*) o los fumareles (*Chlidonias niger*).

Se tienen, inmediatamente aguas arriba del Azud del Repartiment, formaciones indiscriminadas de cañas invasivas (*Arundo donax*), cuya gestión es conveniente analizar de cara a no permitir la expansión de éstas dentro del Nuevo Cauce naturalizado en el futuro. Pueden observarse también carrizos (*Phragmites sp*), eneas (*Typha sp.*), mansiegas (*Carex flacca*), lirios amarillos (*Iris pseudacorus*), y juncos (*Juncus sp.*).



Fig. 10. Formaciones de *Arundo donax* aguas arriba del Azud del Repartiment

3. ANTECEDENTES

3.1. El río Turia

El río Turia ha gozado de importancia histórica, puesto que su curso ha proporcionado las aguas para el cultivo de la región a la que abastece, así como ha sido empleado para el transporte de troncos por los gancheros. Este río recibe diversas denominaciones a lo largo de todo su recorrido; en su nacimiento es conocido como río Guadalaviar, pasando a denominarse río Blanco en el tramo de su curso que discurre entre Teruel y Titaguas. Desde esta localidad hasta la desembocadura adquiere el nombre por el que generalmente se le conoce, Turia.



Fig. 11. Curso fluvial del río Turia y comarcas por las que discurre dentro de la Comunidad Valenciana

Los pintores clásicos lo llamaron Duria; historiadores y geógrafos de la misma época lo llamaron Turulis, Tirus o Turius; Plutarco y Salusto lo denominan Turia, existiendo multitud de leyendas en torno a la fundación de las ciudades de Teruel y Valencia que la relacionan con su nomenclatura. Otras personalidades señalaron que fue obra de los fenicios, otros han relacionado su génesis con los tirios, en tiempos de los musulmanes se llamó *Guadalaviar* (que significa *río de los pozos*), siendo el nombre de río Blanco referido a la claridad de las aguas al atravesar terrenos calizos y arenas blanquecinas. Otros indican que procede del idioma vasco, confiriéndole origen ibérico al nombre del curso fluvial.

Este río que hoy en día denominamos Turia y cuyo curso y características son bien conocidas y analizadas, si bien es en esencia el mismo río, guarda diferencias importantes con el río que conocieron nuestros ancestros. Por una parte, se tiene constancia de que el Turia era completamente navegable en época de los griegos, así como en el siglo XI. En esta época (Baja Edad Media) el río estaba rodeado por una importante red de acequias, estando ya presente la problemática que hoy en día sigue azotando las tierras levantinas; las riadas, al carecerse de sistemas de control, prevención y contención, provocaban avenidas que ocasionaban el desbordamiento del río.

Al igual que el río que los habitantes de Valencia consideran *su* río resultaría un río completamente nuevo para un habitante que en la Baja Edad Media lo hubiera conocido, para los habitantes de su curso alto y su curso bajo el mismo río se antoja completamente diferente; mientras que discurre por profundos cañones que no dejan espacio para el aprovechamiento de sus aguas en el curso alto, en el curso bajo sus caudales y orillas permiten los cultivos de las regiones que alcanza.

El río Turia nace en el entorno de los Montes Universales, en las sierras del noroeste del Sistema Ibérico de la provincia de Teruel (Sierra de Albarracín); concretamente en la Muela de San Juan (término municipal de Guadalaviar), y pasa por las provincias de Teruel, Cuenca y Valencia hasta su desembocadura en el Mar Mediterráneo. Este río tiene una longitud del talweg comprendida entre los 243 y los 296 kilómetros, teniendo su origen en unos manantiales que brotan de la villa de Guadalaviar a unos 1680 m de altitud. Desde las laderas de la Muela de San Juan transcurre a través de angostos valles, para finalmente llegar a Guadalaviar, donde sus aguas se pierden en las formaciones kársticas; 250 kilómetros después alcanzará la desembocadura en la Huerta de Valencia.

El río Turia es un río mediterráneo, con diferencias significativas en los niveles de caudal en diferentes épocas del año. Los aportes hídricos son producidos por los deshielos en la zona de nacimiento del río y por las fuertes tormentas que ocurren periódicamente en el seno de su cuenca hidrográfica. Debido a las peculiaridades de este río, tanto por sus aspectos orográficos como por su gran variabilidad hidrológica, puede dividirse, a priori, su curso en diferentes tramos.

Desde el nacimiento del Guadalaviar en la Muela de San Juan hasta su llegada a la provincia de Valencia, el río tiene características similares que pueden ser englobadas en un mismo tramo del curso del Turia. El nacimiento del río Turia propiamente dicho se produce en Teruel, donde convergen los ríos Guadalaviar y Alfambra, que recogen los aportes de los torrentes y barrancos de las sierras del Tremedal y de Jabalón. A su paso por Tramacastilla recoge también las aguas del río Garganta. Hasta la localidad de Gea de Albarracín el río mantiene una temperatura y calidad del agua ideales para la cría de la trucha autóctona (*Salmo trutta*). En Villel recoge las aguas del río Camarena y, en la provincia de Valencia, concretamente en el Rincón de Ademuz, tiene como afluentes los ríos Riodeva, Ebrón y Bohígues. Posteriormente discurre por la provincia de Cuenca, de donde obtiene los aportes del río Arcos; poco después de pasar por Las Rinconadas el río entra de nuevo en la provincia de Valencia.



Fig. 12. Alto Turia. Fuente: Levante-EMV

Una vez el río transcurre por las comarcas del alto Turia, debido a lo agreste del terreno el aprovechamiento de sus aguas se ve impedido. En estas comarcas el río discurre encajonado, habitualmente con un difícil acceso al cauce; durante este tramo de su curso atraviesa, generalmente encañonado, los municipios de Aras de los Olmos, Titaguas, Tuéjar, Benagéber, Chelva, Calles, Domeño, Loriguilla y Chulilla. Se mejora sustancialmente el aprovechamiento de sus aguas para riego con el *Canal Campo de Turia*, que abastece a los campos de Liria, Casinos y Bétera. Posteriormente recoge las aguas de los afluentes semi torrenciales que son los ríos Sot y Tuéjar. Desde Gestalgar el valle comienza a ser más amplio, pasando por Bugarra (donde se forma una playa fluvial) y, a partir de Pedralba, se extiende el Parque Natural del Turia hasta la desembocadura.



Fig. 13. Parque Natural del Turia. Fuente: Love Valencia

A lo largo de este parque natural se encuentran regadíos de más de 12000 hectáreas de extensión, que son regados con sus aguas en las comarcas del Campo de

Turia y Huerta de Valencia. En el momento en el que el río Turia abandona la vertiente montañosa de su recorrido (su curso alto), se dirige hacia la costa discurrendo sobre formaciones de abundantes depósitos aluviales que han sido históricamente transportados por las aguas del río. Estos materiales y otros similares de los ríos cercanos han producido grandes extensiones de formaciones costeras, entre las que se encuentra la Albufera de Valencia, desarrollada entre los ríos Turia y Júcar.

3.1.2. El Parque Natural del Turia

El Parque Natural del Turia, declarado en 2007, se encuentra en la llanura del río Turia, con una superficie de 4.692 hectáreas que se extiende por las comarcas de la Huerta de Valencia, El Camp del Turia y Los Serranos, ocupando parte de los términos municipales de Quart de Poblet, Manises, Paterna, La Eliana, Ribarroja del Turia, Villamarchante, Benaguasil, Liria y Pedralba. Este Parque Natural es un ejemplo del escaso remanente del bosque ripícola mediterráneo asociado al Turia; este tiene un alto valor ecológico debido a su biodiversidad.

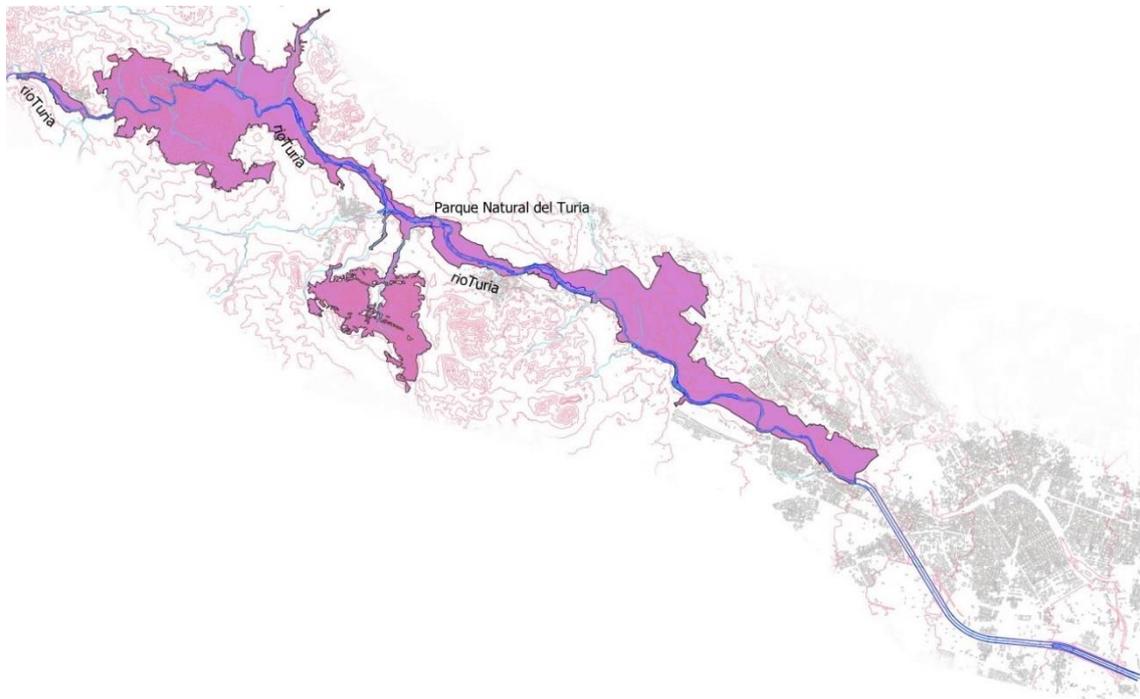


Fig. 14. Parque Natural del Turia y Nuevo Cauce.

Situado al oeste de la ciudad de Valencia, este Parque Natural presenta un paisaje de suaves lomas y vaguadas. Unos 6 kilómetros antes de que la llanura del Turia se abra al mar, el río se entalla entre el llano costero y las sierras. La abundancia de agua en esta zona, así como la aptitud de los terrenos para el cultivo agrícola ha favorecido el asentamiento humano desde épocas antiguas, por lo que el parque dispone de un importante patrimonio arqueológico al mantener perfectamente conservados algunos de estos restos arquitectónicos. Son de resaltar también los elementos relacionados con el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, tales como azudes, acueductos y otras infraestructuras. También es destacable el yacimiento

paleontológico del Mioceno marino en La Vallesa, con más de sesenta especies determinadas.

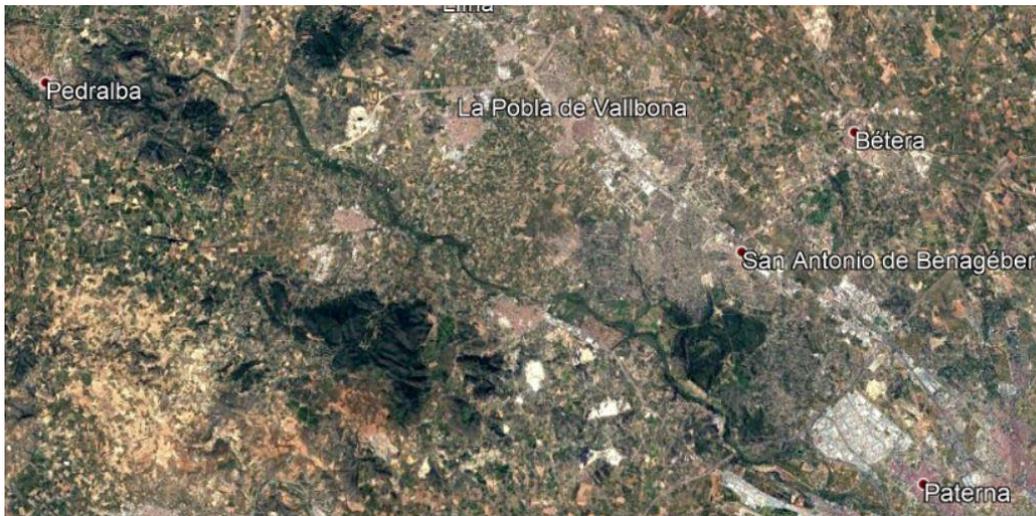


Fig. 15. PN del Turia entre Paterna y Pedralba.

La decisión de proteger este espacio se tomó en 2006, sin embargo venía siendo una idea de origen civil desde hacía más de una década. El parque contaría con 35 kilómetros de largo, comenzando en Cuart de Poblet y remontando el río. El tramo de cauce comprendido entre los municipios de Pedralba y Paterna es uno de los últimos resquicios forestales que sobreviven en el área metropolitana de Valencia.

El suelo por el que discurre este paraje es en parte básico, calizo y blanquecino, y en parte ácido, formado por sílices y rodano; en estos espacios la vegetación es más parecida a la de la Sierra de Espadán o la de La Calderona.

Dentro del Parque podemos encontrar tres ambientes bien diferenciados; el río, el bosque y los cultivos. El propio río actúa durante su curso como eje vertebrador del parque, así como corredor biológico que permite la conectividad entre los diferentes tramos del curso fluvial.

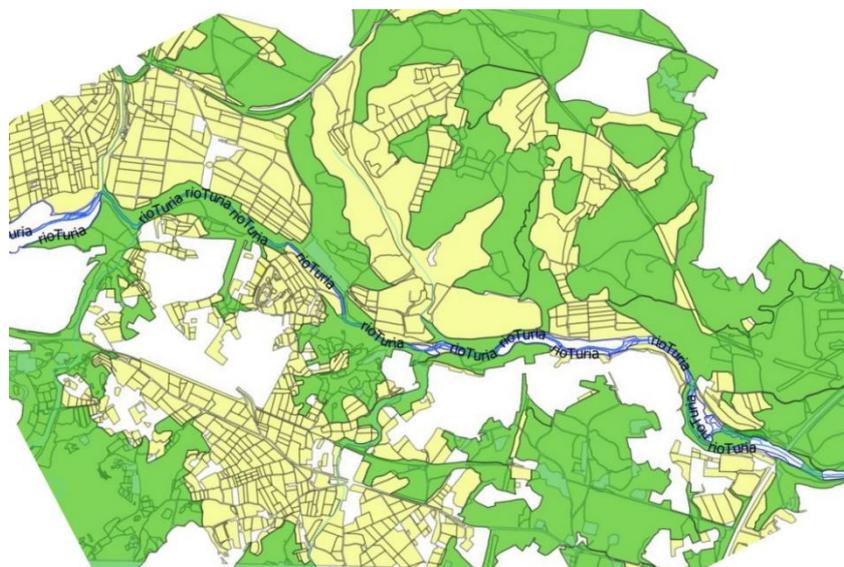


Fig. 16. Río, bosque/matorral y cultivos en el PN del Turia.

La superficie boscosa (verde) incluida en el ámbito de protección del parque está constituida por tres masas diferenciadas, donde el pino carrasco (*pinus halepensis*) es el elemento arbóreo dominante junto a la maquia mediterránea (formación vegetal de especies perennes; fundamentalmente arbustos y árboles termófilos de entre 50 centímetros y 4 metros de altura).

Las explotaciones agrícolas (amarillo), que son ecosistemas fuertemente antropizados, representan una extensa superficie destinada principalmente al cultivo de regadío, fundamentalmente cítricos y hortalizas, y en menor medida al secano, con algarrobos, almendros y olivos.

3.2. La Riada de 1957

El 4 de octubre de 1957 sucedió la desde entonces recordada en la ciudad de Valencia como *la riuà*, conocida como la gran riada de Valencia en el resto de España. Esta gran inundación provocó al menos 81 muertos, además de cuantiosos daños materiales, habiéndose visto afectada la costa de la provincia valenciana, así como el sur de la provincia de Castellón. Esta inundación, pese a no ser la más grave sufrida históricamente por la ciudad, fue en base a la cual posteriormente se decidiría considerar la solución del Plan Sur como válida, suponiendo una nueva etapa en la historia moderna de Valencia.

Valencia es una ciudad fundada próxima al río Turia y al mar, permitiendo mediante su emplazamiento el aprovechamiento del recurso hídrico; a cambio se dio también origen a un ascenso lento pero ininterrumpido del nivel de la llanura a través del acarreo de aluviones durante las crecidas. Al igual que en todas las ciudades construidas sobre una llanura aluvial, en Valencia se está a merced de la dualidad que alberga el río; éste es simultáneamente fuente de vida y recursos a la vez que autor potencial de una catástrofe.

Para combatir las inundaciones se creó la Fábrica de Murs y Valls, cuya finalidad sería la de construir los pretilos del río; estos trabajos comenzaron en el siglo XIV y finalizaron en el siglo XVII. Esta gran obra sería llevada a cabo mediante grandes bloques de piedra picada elevados varios metros por encima de los cajeros naturales del río, y habría sido capaz de defender a la ciudad de Valencia de la riada de 1957 de haber sido mantenida durante los tres siglos posteriores a su construcción. Si bien este mantenimiento se ha probado complejo de realizar en ciudades análogas, no fue hasta la inundación de 1957 que quedó patente la elevación de la llanura aluvial, donde se observó que las alcantarillas funcionaban en algunos puntos de las calles como surtidores, trabajando inversamente, desde el río hacia la ciudad. El nivel de las aguas sobrepasó fácilmente los pretilos del río, en gran parte debido a la elevación de su lecho. En el caso de la margen izquierda del río, la situación producida por la riada fue mucho más grave que en la margen derecha.

Esta gran riada fue originada por las precipitaciones acumuladas de los días que precedieron al 14 de octubre de 1957, donde se dieron lluvias de más de 300 mm el gran parte de la cuenca, proseguidas por más de 100 mm el día 14, originándose dos ondas de crecida sobre la ciudad de Valencia que ocasionarían la inundación de la mayor parte de la capital; la primera, de un caudal de 2700 m³/s y una velocidad media de 3.25 m/s, la segunda, más violenta, tuvo un caudal de 3700 m³/s y una velocidad del flujo de 4'16 m/s.

Tras esta riada se desviaría el cauce del Turia hacia el sur de su posición original, lo que se denominaría posteriormente el Plan Sur. Las alturas registradas durante la riada fueron muy variadas: desde los 40 centímetros en la Avenida del Reino de Valencia hasta los 5'20 metros en la calle Doctor Olóriz.

A pesar de la gran afección que tuvo esta riada a la población de Valencia, derivada tanto de la fuerza y condiciones de generación del fenómeno como del ámbito temporal en el que se produjo, fue éste precisamente el hecho que hizo posible el alcanzar una solución basada en la cooperación y la solidaridad, y posteriormente en la técnica (que no el *equilibrio* entre ésta y el medio ambiente). Fue también esta riada la que supuso para la ciudad una mayor transformación, pasando a formar parte de la historia moderna de ésta.

En el libro *Hasta aquí llegó la riada* de Francisco Pérez Puche se narran ampliamente los hechos acaecidos; en él se relata que el sábado 12 de octubre estuvo lloviendo intensamente sobre la ciudad. El día siguiente, domingo 13 de octubre, amaneció desapacible, pero llovió con escasa intensidad. Aun así, aquel día ya se anunciaba que el nivel del Turia había crecido, *aunque no de modo alarmante*. En algunos pueblos del interior de la provincia estaba lloviendo desde hacía unas treinta horas.

Poco después de la medianoche del lunes 14 de octubre, los troncos flotantes que bajaban el río comenzaron a taponar los gálibos de los puentes de la ciudad. Fue entonces cuando el Turia superó el límite, el agua comenzó a desbordar el pretil del río y las primeras olas inundaron las calles.

Entre las doce y la una de la madrugada el calado creció más de dos metros y aumentó la violencia de su curso. A la una y media el Turia llevaba un caudal de más de 1000 metros cúbicos por segundo, y el agua superaba por dos metros y medio su nivel habitual. En la presa de Manises se informaba de que el nivel del agua era siete metros superior al promedio; en Mislata el río había triplicado su ancho habitual.

En las zonas urbanas el agua potable perdió presión y comenzó a manar sucia. La electricidad falló en la mayoría de los barrios y se colapsaron las líneas telefónicas. Gran parte Valencia quedó bajo el agua y la inundación se extendió desde el centro hasta el mar. La Plaza de la Virgen, la calle del Micalet, la Plaza de la Reina y el Palacio Arzobispal fueron las únicas localizaciones que quedaron a salvo de las aguas. Curiosamente la Valencia romana quedó intacta: la colina antigua de la ciudad demostró que sus fundadores sabían qué emplazamiento era el preciso para evitar la afección producida por las sobreelevaciones del río.



Fig. 17. Alcantarillas con funcionamiento inverso

Este episodio que para cualquier ciudadano promedio puede significar el hito más extremo que recordaría a lo largo de su vida, no fue nada más que el inicio de algo más violento; las autoridades corroboraron que una nueva inundación, mayor que la primera, se acercaba. El río discurría con un calado mucho más elevado que en la noche precedente, calculándose un caudal de 3500 metros cúbicos por segundo. La inundación tardó dos horas en recorrer los últimos treinta kilómetros hasta el mar.

Una parte de los daños y muertes ocasionadas había sido fruto de la primera avenida, sin embargo la segunda fue implacable, alcanzando una altura metro y medio superior a la de la noche anterior. Entonces cedieron los cimientos y cayeron casas y puentes. Únicamente resistieron los cinco puentes clásicos. Se calcula que el caudal del Turia sumado al del Carraixet superó los 6000 metros cúbicos por segundo, alcanzando el total de la zona inundada las 2200 hectáreas.



Fig. 18. Puente destruido por la segunda riada.

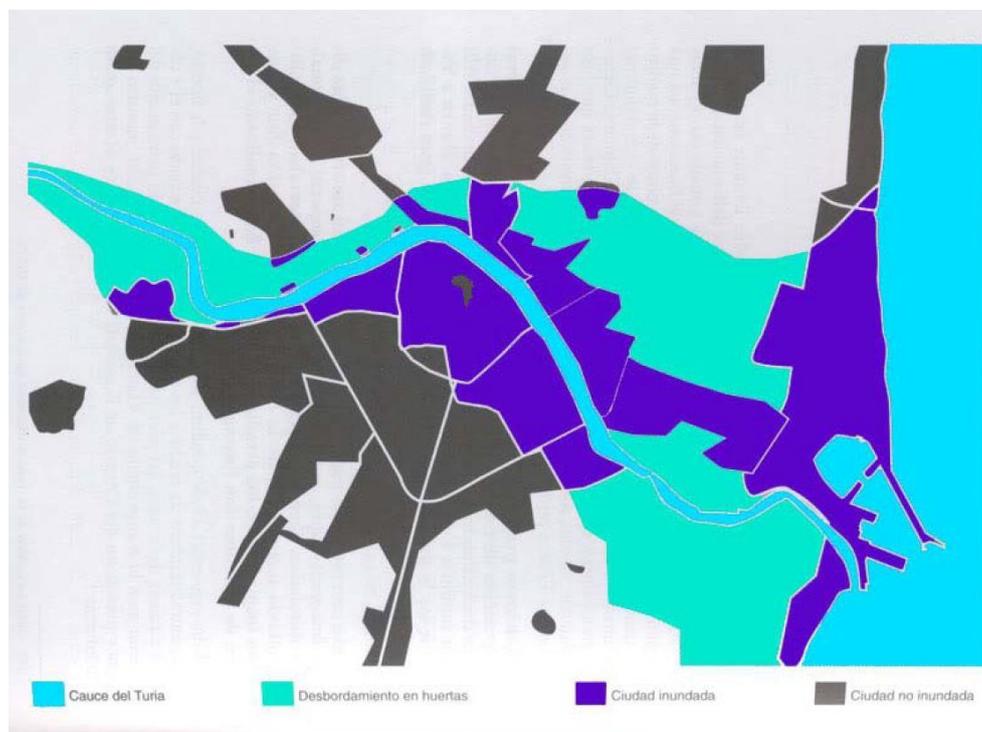


Fig. 19. Zonas afectadas por la inundación. Fuente: Callejeando por Valencia.

Oficialmente se contabilizaron 81 muertos, 52 en la ciudad de Valencia y 29 del resto de la provincia. Extraoficialmente se considera que superó el centenar de fallecidos. Se calcula que unas 800 viviendas fueron destruidas o tuvieron que ser derribadas y otras 300 sufrieron daños parciales. Las pérdidas económicas en la industria, el transporte, la agricultura, etcétera, tampoco pudieron ser específicamente contabilizadas, rondando sus cifras entre los 3.200 y los 4.400 millones de pesetas.

Ante el desolador escenario quedó patente la necesidad de tomar medidas preventivas para evitar que la historia volviera a repetirse en el futuro. Para ello se remitió al proyecto del Ingeniero de Caminos Eustaquio Berriochoa del año 1946, en el que proponía un plan para resolver el problema de los más de 300 pasos a nivel de Valencia a base de desviar el Turia por el sur de la ciudad, colocando las vías del tren en paralelo al nuevo cauce y rediseñando toda la red metropolitana. Esta propuesta que en inicio fue desestimada por ser considerada excesiva, fue vista bajo una nueva perspectiva, reconsiderándola. Los encargados de la redacción del nuevo proyecto fueron Claudio Gómez Perreta y Fernando Martínez García-Ordóñez (respectivamente Ingeniero de caminos y Arquitecto); a éste se le daría el nombre de Plan Sur y sus trabajos comenzarían en febrero de 1965 y no terminarían hasta 1972.

3.3. El Plan Sur de Valencia y el Jardín del Turia

Se barajaron tres alternativas basadas en la obra de Eustaquio Berriochoa, una discurriría por la zona norte de la ciudad, uniendo el cauce del Turia con el barranco de Carraixet, otra discurriría por el trazado natural, mejorando la trama urbana existente y construyendo la presa de Villamarchante, y la última solución sería la que discurre actualmente por el sur, la más costosa y colosal de todas, que suponía excavar un nuevo trazado desde las afueras de Cuart de Poblet hasta el norte de Pinedo, atravesando la Huerta de Valencia. Estas soluciones serían las llamadas respectivamente Plan Norte, Plan Centro y Plan Sur.



Fig. 20. Obras del Plan Sur

En junio de 1958 un nuevo temporal provocó una nueva riada en algunos de los barrios de la ciudad, apoyándose en el hecho de que algunos de los colectores y acequias se mantenían aún colmatados de barro seco. No fue hasta febrero de 1965 que comenzaron las obras, a cargo de la unión de empresas CYT (Cubiertas y Tejados) y MZOV (compañía de construcciones de ferrocarril) y bajo la supervisión de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

El Nuevo Cauce gozaría de dos elementos hidráulicos singulares; el Azud del Repartiment en origen, erigido para el reparto de las aguas del cauce a las acequias de riego de la Vega de Valencia (cuyas tomas quedaron en el cauce natural), y el Azud de Chirivella, constituido para retener las aguas del cauce y evitar la turbulencia y consecuente erosión del lecho.

En inicio se diseñaron también diez puentes, tres de ellos para ferrocarril y siete destinados a la red viaria. Posteriormente se añadirían cinco nuevos, con el objetivo de dar fluidez a las nuevas autovías. Además, también cruzaría el río la línea de Alta Velocidad Madrid-Valencia. Esto da un total de 16 puentes que se unen a su vez a los pasos subterráneos de servicios bajo el cauce, como son la Acequia de Mislata, la acometida de abastecimiento de agua desde la depuradora de Manises, el colector de la depuradora Quart-Benáger, la acometida de aguas potables desde la depuradora de Picassent, la conducción de aguas desde la depuradora de Pinedo a la Acequia de Favara y la conducción de aguas desde la depuradora de Pinedo a la Acequia del Oro, así como el paso subterráneo de la línea 3 del metro entre las estaciones de Mislata-Almasil y Faitanar.

El cauce está dividido en tres tramos, siendo su longitud total de 11.868 metros y su capacidad nominal de evacuación de 5000 m³/s. El primer tramo es el correspondiente a la longitud de cauce artificial comprendida entre Quart de Poblet y el Azud de Chirivella, este tramo mide 3.159 metros de largo y 175 metros de ancho, teniendo una profundidad de 7'5 metros y una pendiente del 0'1%. El revestimiento lateral es hormigón con un talud 2/1. En el lecho se dispone de escollera de fondo.

El segundo tramo se encuentra comprendido entre el Azud de Chirivella y el puente Pista de Silla. Este tramo tiene una longitud de 5.641 metros y un ancho de 175 metros, teniendo una profundidad de 6'1 metros y una pendiente del 3'4%. El revestimiento lateral es hormigón con un talud 2/1 y escollera de fondo dispuesta en el lecho.

El tercer tramo va desde el puente Pista de Silla hasta el mar. Éste tiene una longitud de 3.068 metros y un ancho de 200 metros, teniendo una profundidad variable a lo largo de su longitud y una pendiente del 0'1%. El revestimiento lateral en este tramo es escollera con un talud 4/1 y defensa de escollera dispuesta en el fondo.

En 1970, al considerar las obras en su tramo final, se comenzó a plantear la cuestión de cuál sería el nuevo cometido del cauce natural del Turia que atravesaba la ciudad. Fue así como en 1971, con la reforma del PGOU de Valencia para adaptarse al Plan Sur y a instancias del Ministerio de Obras Públicas, ya que entonces el viejo cauce era propiedad estatal, se proyectó que el espacio del cauce fuera ocupado por una autopista de 28 metros de ancho y todas las conexiones necesarias para distribuir el tráfico por la ciudad. Esta autopista sería el final de la A-3 (Autovía del este) de Madrid a Valencia, que llegaría hasta el mar.

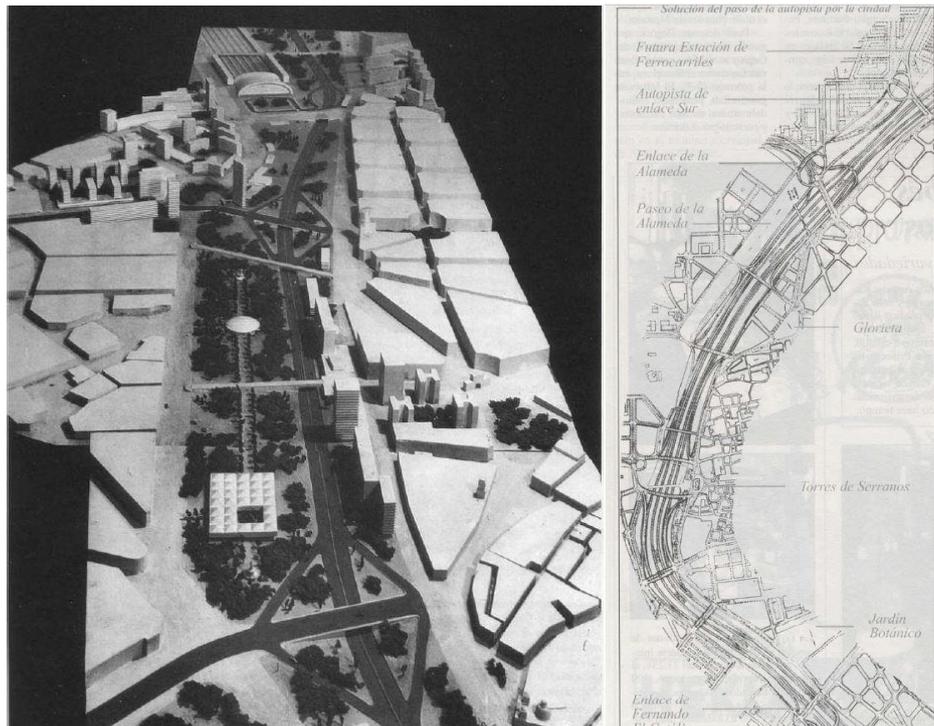


Fig. 21. Maqueta y plano de la propuesta de autovía en el viejo cauce.
Fuente: Cámara oficial de la propiedad urbana de Valencia.

A lo largo de los dos siguientes años se produjeron grandes protestas contra esta solución, exigiendo que el cauce se convirtiera en una zona verde (*'el riu es nostre i el volem verd'*). Finalmente, el ayuntamiento acordó destinar el viejo cauce a zona verde, modificando el PGOU y pidiendo al estado su propiedad. En noviembre de 1976 se donó la titularidad del viejo cauce a la ciudad, teniendo que esperar hasta 1981 para que el Ayuntamiento firmara el contrato por valor de 12 millones de pesetas por el cual se desarrollaría el plan urbanístico del viejo cauce. El proyecto fue presentado en 1982 y su realización se ha alargado hasta la actualidad, quedando pendiente la conexión del ahora llamado Jardín del Turia con el Puerto y el mar.

El Jardín del Turia se inauguró en el año 1986, un parque urbano de 110 hectáreas, siendo uno de los más visitados de Valencia y de España. Ricardo Bofill diseñó el tramo de la zona próxima al Palau de la música, el equipo *Vetges Tú – Mediterrania* diseñó el tramo desde la Casa del Agua hasta Nuevo Centro, y la Consellería de Agricultura diseñó el tramo "Bosque Urbano", comprendido entre Nuevo Centro y la zona deportiva de Serranos, colocando posteriormente el Parque Gulliver.

Después de la inauguración de la estación de metro de Alameda y el nuevo puente de la Exposición se acondicionó el tramo a esta estación, colocando areneros, zonas arboladas y explanadas para el disparo de fuegos artificiales y la instalación de ferias y eventos. Posteriormente se reacondicionó el tramo entre el Parque de Cabecera y la Casa del Agua, de modo que es este parque el inicio del Jardín.



Fig. 22. Viejo cauce en la actualidad.

3.4. Estado actual

El perfil longitudinal del Nuevo Cauce dispone de tres tramos diferenciados principalmente por sus pendientes; los tramos I y III tienen una pendiente del 0'1% que se corresponde con la pendiente de equilibrio del río en la situación natural, y el tramo II tiene una pendiente del 0'34%, necesaria para asegurar el correcto funcionamiento del tramo en su conjunto e independizar el comportamiento respecto del nivel del mar. Entre el tramo I y el II se encuentra el Azud intermedio, existiendo en la desembocadura al mar otro azud (Azud de desembocadura).

El primer tramo tiene una longitud de 3159 metros y arranca a la cota 25'7 m, finalizando a la cota 22'54 m. El segundo tramo tiene una longitud de 5641 metros, y arranca en el Azud intermedio a la cota 20'82 m, finalizando a la cota 1'5 m. El enlace con el tramo III se realiza mediante una transición en la que el ancho en coronación pasa de 175 m a 200 m.

El tercer tramo tiene una longitud de 3000 metros; comienza a la cota 1'5 m y finaliza a la cota -1.5 m donde se sitúa el azud sumergido, tras el que la cota desciende hasta los -6 metros.

Las características de cada tramo se resumen a continuación:

	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO III
PK	0+000 a 3+159	3+200 a 8+800	8+800 a 11+800
Pendiente	0.1%	0.34%	0.1%
Taludes	2H:1V	2H:1V	4H:1V
Ancho coronación	175 m	175 m	200 m
Altura coronación	8 m	8 m	Variable
Lecho	Natural	Escollera Tipo 1	Natural
Márgenes	Hormigón	Hormigón	Escollera Tipo 2

Tabla 2. Caracterización de los tres tramos del Nuevo Cauce. Fuente: Vallés-Morán et al., 2011

Las escolleras de tipo 1 corresponden a un peso medio de 60 kg, las de tipo 2 a un peso medio de 200 kg y las de tipo 3 a un peso medio de 3000 kg. A pie del talud se

extiende en todos los tramos una protección de escollera de 10 metros de ancho en ambas márgenes, generando una banda de protección para evitar erosiones de pie de margen. En la transición entre los tramos II y III se encuentra una disposición de escollera de tipo 2, seguida y precedida por escollera de tipo 1.

Asimismo, sobre este cauce se disponen un total de 16 puentes, cuyos trazados son generalmente oblicuos, y cuyas pilas no están completamente alineadas con la dirección preferente del flujo. La existencia de estos puentes puede generar una importante afección sobre el flujo de agua en caso de avenida.

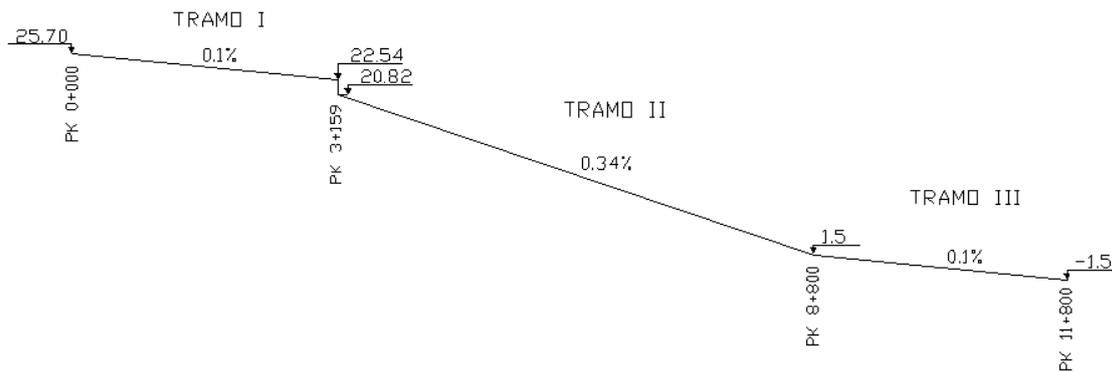


Fig. 23. Esquema del perfil longitudinal. Fuente: Vallés-Morán et al., 2011

La solución Sur fue planteada con una capacidad máxima de desagüe de 5000 m³/s, que en la actualidad se ve reducida hasta los 4300 m³/s. El funcionamiento hidráulico es *teóricamente* perfecto, generándose un régimen lento estable en todos los tramos.

La pérdida de capacidad del encauzamiento mencionada puede considerarse como no excesivamente preocupante, puesto que la zona de desbordamiento para un caudal de 5000 m³/s se encontraría en el tramo III, con una sobreelevación máxima de unos 40 centímetros. En base a estudios previamente realizados (Vallés-Morán et al., 2012) es posible incrementar la capacidad hidráulica del encauzamiento instalando el cauce de aguas bajas en su interior, de manera que se compatibilice con la existencia de los puentes sin distorsionar el funcionamiento hidráulico del Nuevo Cauce ni comprometer sus resguardos. Esta solución podría dar lugar a un aumento de la capacidad de desagüe en los espacios en los que se ve más comprometida en la actualidad, junto a un resguardo estable de la capacidad total a lo largo de todo el Nuevo Cauce. Para el caso específico del paso bajo los puentes debe garantizarse la protección de sus cimentaciones y la no obstrucción de sus vanos.

Se incluye en el **Anexo VIII – Estado actual** un reportaje fotográfico del Nuevo Cauce en estado actual.

En relación al ámbito político, se tiene que el día 26 de julio de 2020 el alcalde de Valencia se reunió con los representantes de ocho municipios limítrofes con el Turia. Con esto se intentaba impulsar de nuevo el plan de aprovechamiento del nuevo cauce para usos públicos, espacios ecológicos y capacidad de desagüe.

Este planteamiento se basa en el estudio *Llit nou, riu nou* (Vallés Morán *et al*, 2018) impulsado por el Ayuntamiento de Valencia, que tiene por objetivo la renaturalización del nuevo cauce del Turia, así como la creación de una infraestructura verde que complemente la función de drenaje con el uso público, los ecosistemas naturales y la conectividad fluvial. Este proyecto fue presentado al Ministerio de Transición Ecológica, y a la Confederación Hidrográfica del Júcar.

El objetivo de la reunión en julio de 2020 fue continuar con el trabajo comenzado en 2018, siendo un proyecto que se planteó para que este Nuevo Cauce pueda mantener su uso y compatibilizarlo con otros usos posibles como se ha hecho previamente en Elx con el Vinalopó, en Barcelona con el río Besòs, o en Lleida con el Segre.

4. OBJETIVOS

Para *generar* (puesto que no es estrictamente una *regeneración* ni una *restauración*, ni siquiera una *rehabilitación*) un sistema fluvial en un ámbito geográfico que de manera natural no corresponde al camino de drenaje empleado por la red hídrica de su cuenca hidrológica, deben plantearse y tenerse presentes ciertos objetivos a cumplir, puesto que estamos modificando el relieve natural, aunque en esta ocasión dicho relieve fuera modificado con el citado Plan Sur. Esto no nos exime de considerar como propio este hecho; la realidad es que se pretende que discurra agua por donde nunca la hubo.

El cauce propiamente dicho es el encargado de evacuar esta descarga en su seno, y en él se darán procesos denudacionales; tanto erosión, como transporte y sedimentación. El cauce está *vivo*, puesto que evoluciona y se adapta a los condicionantes que se le plantean y a la variación de los parámetros hidráulicos, modificando su configuración morfológica. Es por esto que una buena representación del estado natural en un cauce antrópico debe considerar la variabilidad usual de su curso, ya sea grande o pequeña, así como el estado del río en régimen natural a cuyo funcionamiento quiere uno aproximarse, incluso deben haber sido estudiados ríos similares, en condiciones semejantes o en el entorno de la misma área, con el objetivo de atajar el problema desde múltiples frentes, de modo que la solución sea hallada como una intersección de todos ellos.

4.1. Reproducción de la morfología natural

Lo que se persigue con este objetivo no es nada más que reproducir, en la medida de lo posible, la morfología propia que en estado natural habría tenido el río Turia. Esta *reproducción* es más una semejanza en la que, variando diferentes aspectos y parámetros, se busca conseguir el mismo efecto global a lo largo de todo el tramo que el que tendría el río en condiciones naturales, a pesar de que haya diferencias significativas inevitables en secciones o aspectos particulares. Concretamente, el objetivo de este documento es diseñar un cauce dentro del Nuevo Cauce, que discurra permanentemente con un caudal constante y sea lo más natural posible, capaz de albergar comunidades autosostenibles de especies animales y vegetales, y tomando para ello como referencia el propio cauce del río Turia aguas arriba, en su zona menos antropizada y dentro de su Parque Natural.

En esta línea se destaca la realidad de la propia canalización; tanto su anchura como su sinuosidad son ampliamente insuficientes. Puede observarse, sin ir más lejos, tanto que, por un lado, las llanuras aluviales se amplían considerablemente en la desembocadura, hecho que no se da ni se permite en el Nuevo Cauce, así como que el trazado original del río Turia hasta su desembocadura, en este tramo que se ha convertido ahora en los Jardines del Turia, forma una especie de meandro de gran amplitud, completamente imposibilitado entre los taludes entre los que el río actualmente se encajona. Por el contrario, se tiene una canalización recta y de anchura constante, con un máximo de dos cambios de dirección, cuando en régimen natural (en el viejo cauce) pueden contabilizarse muchos más.

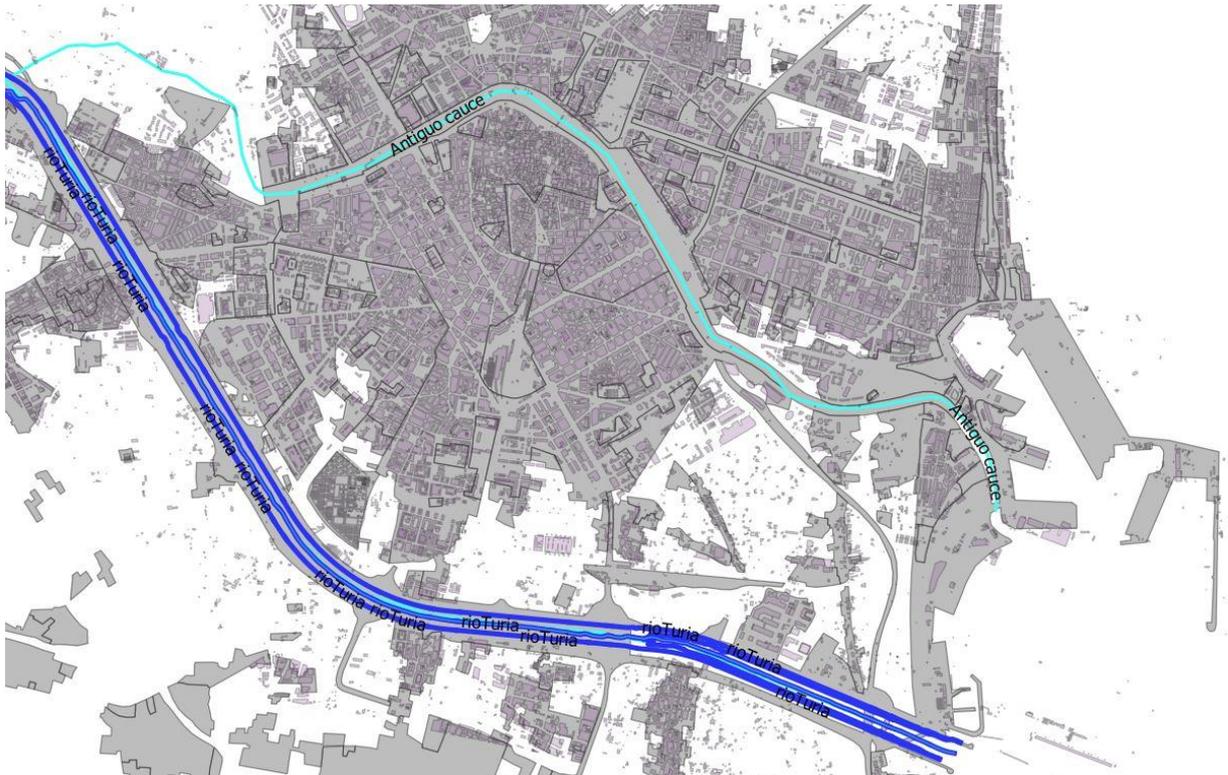


Fig. 24. Sinuosidad del antiguo cauce frente al Nuevo Cauce.

La morfología dinámica del río es un elemento de tercer orden, que depende principalmente del caudal y la carga de sedimentos que éste transporta, sin embargo hay otros factores que lo condicionan, como la geología o la topografía, además de todos aquellos de los que dependen directamente tanto el caudal como la carga de sedimentos (estos son los factores relativos al clima, como la lluvia o la temperatura, a la vegetación y/o usos del suelo, así como sus características). Atendiendo a la parte del sistema fluvial en la que se encuentra el cauce de estudio (donde la zona uno es el área de producción de sedimentos, la zona dos es la zona de transferencia, y la zona tres es la zona de deposición) podría decirse que el Nuevo Cauce pertenece a la zona tres de deposición de sedimentos; es muy probable, pues, que la carga de sedimentos que transporte el río en estado naturalizado condicione ampliamente la morfología final del trazado de su talweg, en función de los aportes sólidos que provengan de las zonas de producción y transferencia. A pesar de esto, la realidad es que, al igual que muchos otros sistemas fluviales, el río Turia no discurre en régimen natural, sino que se encuentra ampliamente regulado; por tres embalses principales, que son Lorigilla,

Benageber y Buseo, así como por numerosos azudes. Esta regulación produce un verdadero impedimento al transporte de sedimentos.

Cabe tener en cuenta que un cauce siempre tiende al equilibrio, concretamente a un perfil o pendiente de equilibrio, que será la que le proporcione la energía mínima necesaria para el transporte de su carga. Esto se consigue mediante la erosión o sedimentación en el lecho; tratando el problema desde la perspectiva del diseño debe tenerse presente este hecho, puesto que su omisión puede generar que el cauce diseñado se comporte de manera diferente a la originalmente concebida, modificando su curso y su lecho y, en caso de no haberlo previsto, llegando a poder inhabilitar las zonas inicialmente propuestas, así como a modificar la amplitud y disposición de los remansos destinados a ser colonizados por ecosistemas acuáticos y derivados.

4.2. Recuperación de la continuidad longitudinal

La continuidad longitudinal es esencial para un cauce y sus ecosistemas asociados; encontramos en general en España que los ríos existentes tienen un gran número de grandes presas, azudes para la derivación para riego y diques para la retención de sedimentos. Si bien estas actuaciones fueron motivadas por una necesidad particular en un momento específico, la existencia de estos elementos modifica las condiciones hidrodinámicas y geomorfológicas de los cursos de agua; variación de caudales, calados y velocidades, así como el impedimento del transporte de sedimentos y semillas. Adicionalmente se tiene un paulatino abandono de estas estructuras una vez se colmatan o simplemente dejan de resultar útiles o rentables; el resultado es una red hídrica a nivel nacional salpicada por multitud de elementos hidráulicos que no son realmente necesarios, es más, que son perjudiciales para el estado ecológico de las masas de agua.

Estos cambios hidromorfológicos se traducen en una pérdida del hábitat natural del río y en una importante afección a las especies autóctonas piscícolas y vegetales. Estos elementos afectan a la dispersión de semillas, la deriva de macroinvertebrados y el transporte y distribución de los sedimentos; impiden la selección natural de especies vegetales cuyas semillas son históricamente trasladadas por los cursos de agua de un ecosistema a otro, así como impide también el remonte del río por las especies piscícolas que lo pueblan. Las presas y azudes suponen una barrera más o menos infranqueable en función de su altura para las especies piscícolas migradoras. Esto puede tener una marcada importancia a la hora de tratar de mantener las especies autóctonas, puesto que algunas de ellas precisan de esta capacidad para su reproducción. Al citado efecto negativo que originan estas estructuras hidráulicas se le denomina *efecto barrera*.

EFFECTO DE BARRERA EN ASCENSO: UMBRALES O VALORES LIMITANTES POR TIPO DE OBSTÁCULO Y GRUPO DE ESPECIES PISCÍCOLAS				
Umbrales o valores limitantes (en m o m/s)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Salto verticales				
Altura del salto (S), en m	≤1	≤0,5	≤0,2	0
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	≥1,25h	≥1,4h	≥1,4h	Indiferente
Anchura en coronación (W), en m	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Altura de la lámina de agua en coronación (A), en m	≥0,15	≥0,1	≥0,1	≥0,01
Pasos entubados				
Velocidad de la corriente (v), en m/s	≤2,4	≤1,7	≤0,5	≤1,7
Altura de la lámina en el paso (A), en m	≥0,1	≥0,1	≥0,1	≥0,01
Pasos sobre el paramento				
Pendiente (%)	≤30%	≤20%	≤20%	≤45%
Velocidad de la corriente (V), en m/s	≤2,4	≤1,5	≤0,5	≤2
Calado sobre el paramento (A), en m	≥0,1	≥0,1	≥0,1	≥0,01
Distancia a coronación (DC), en m	≤5	≤5	≤3	≤5
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	≥1,25h	≥1,4h	≥1,4h	Indiferente
Anchura en coronación (w), en m	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5

Fig. 25. Valores limitantes por grupo de especies piscícolas.
 Fuente: Miteco (2019)

En esta tabla se indican los umbrales limitantes del efecto barrera en ascenso por grupo de especies piscícolas, donde el grupo 1 son especies con alta capacidad de natación y salto (salmónidos), el grupo 2 son especies con moderada capacidad de natación y salto (ciprínidos), el grupo 3 corresponde a especies con baja capacidad de natación y salto (por ejemplo ciprínidos pequeños) y el grupo 4 son anguilas.

En el caso de estudio se tienen dos azudes que generarían, en el supuesto de que por el curso fluvial discurriera un caudal ecológico, el mencionado efecto barrera. Las actuaciones que deben llevarse a cabo para minimizar este efecto son permeabilizar estos obstáculos para facilitar la migración de los peces, o, de ser posible, eliminarlos para establecer unas condiciones naturales en el nuevo río Turia. Cabe mencionar que, en caso de permeabilizarse, estos elementos continuarían siendo una barrera transversal frente a la carga de sedimentos y al transporte de semillas desde el Parque Natural del Turia.

De esto se obtiene que *al menos*, con el fin único de permitir la libre ida y venida de especies acuáticas, deben instalarse escalas de peces en ambos azudes, restableciendo la continuidad longitudinal del flujo ascendente de fauna piscícola.

Estas actuaciones deben ser analizadas con cuidado, puesto que el efecto de demoler azudes y concentrar extracciones para, por ejemplo, riego, conlleva una disminución del caudal circulante, que podría afectar negativamente al ecosistema que se pretende generar.

4.3. Rehabilitación del ecosistema

Tras el establecimiento de espacios naturales protegidos, una nueva realidad surgió a flote; no es suficiente con delimitar espacios naturales, sino que éstos deben conectarse entre sí. Es por esto que, frente a la inexistencia de ecosistema previo en el

área de estudio, debe recurrirse a una *generación* de éste. No se trata en realidad de una rehabilitación ni de una restauración, puesto que el objetivo final es habilitar un espacio artificial, creado, que simule espacios naturales y hábitats que diferentes especies puedan considerar útiles. Deben estudiarse las distintas especies potenciales en el nuevo ecosistema, y a raíz de las necesidades de cada una establecer las características de cada zona dentro del Nuevo Cauce.

Si bien es cierto que no se pretende restaurar el ecosistema original en el Nuevo Cauce (puesto que a lo largo de su trazado había tanto huertas como edificaciones, es decir, no existía un ecosistema natural que siguiera el trazado del cauce) también es cierto que el viejo cauce gozaba de biodiversidad, pese al maltrato al que históricamente se ha visto sometido (reducción paulatina de sus riberas, construcción de infraestructuras que lo cercan, numerosos puentes que lo cruzan, etcétera, además de las presiones adicionales que sobre él han ejercido tanto las gentes como sus actuaciones). Es por esto que el tratamiento que debe dársele a este espacio debe permitir, al menos, que el tramo final del río Turia adquiera la biodiversidad que tenía en su trazado original, obviando la posible desaparición de especies debida a los motivos anteriormente enumerados. En concreto, la biodiversidad de esta zona debe incluir especies presentes tanto en el parque del Turia como en el de la Albufera, además de aquellas que son propias de los sistemas fluviales mediterráneos y sus riberas.

La habilitación del ecosistema es fundamental, puesto que de ella se derivarán posteriormente los servicios ecosistémicos del área de actuación; de poco sirve mejorar el trazado del curso fluvial y añadir áreas recreativas para su disfrute si el ecosistema que actuaría como principal atractivo y distintivo de vida autóctona no lograra ser establecido. A esto se suma la gran deuda que tiene la ciudad de Valencia con su sistema fluvial, perdido junto a su biodiversidad.

Los servicios ambientales derivados de la rehabilitación y el cuidado de este potencial ecosistema son muchos y muy variados. Estos servicios ambientales o ecosistémicos son todos aquellos recursos, procesos naturales y posibilidades que ofrece el ecosistema que benefician al ser humano; entre ellos hay servicios de abastecimiento (que obtenemos de manera directa; agua potable, regadíos, medicinas, biodiversidad...), servicios de regulación (que obtenemos de forma indirecta, como la recarga de acuíferos, la fertilidad del suelo, el control de la erosión o la prevención de inundaciones, entre otros) y servicios ecosistémicos culturales, intangibles, como los relacionados con el conocimiento científico, las actividades recreativas, la identidad cultural, paisaje, educación ambiental, inspiración artística, etcétera.

Los beneficios de la *restauración fluvial* son muchos, ésta nos permite mantener vivos y sanos los territorios, y recuperar los servicios ecosistémicos perdidos; algo que puede tener un valor enormemente elevado pero que es muy difícil de cuantificar. Además se recuperan valores añadidos fundamentales para el ser humano que no pueden ser valorados en términos económicos.

La verdadera restauración se produciría por sí sola tras un periodo dilatado en el tiempo una vez eliminados todos los impactos sobre el río, sin embargo no siempre es posible eliminar todos los impactos que afectan a un tramo de río. Frente a la realidad utópica de la restauración fluvial, se establece un procedimiento de rehabilitación realista del río mediante la cual se pretende establecer sólo una parte de las condiciones y procesos naturales. La verdadera restauración es pasiva, ejercida por el río, mientras que la rehabilitación es activa, implicando el empleo de técnicas y estructuras concretas para favorecer o acelerar la recuperación de los procesos naturales. Debe lograrse

naturalidad, funcionalidad, dinamismo, complejidad, diversidad y resistencia para el sistema.

4.4. Establecimiento de un corredor ecológico

Como se ha adelantado previamente, uno de los fines últimos de todas las actuaciones, estudios e ideas generados alrededor de este Nuevo Cauce es el establecimiento final de un corredor ecológico que uniera el Parque Natural del Turia con el Parque Natural de la Albufera, llegando a poder establecerse un *anillo ecológico* que incluyera además los Jardines del Turia. Esta actuación está en fase de concepto, no estando previsto ni planificado en la actualidad, puesto que se centra el foco en los aspectos más inmediatos de la posible restauración ambiental del Nuevo Cauce, quedando aún por resolver diversos problemas que deberán atenderse a su debido tiempo. Esto incluye el hecho de que el viejo cauce del Turia, pese a que tiene su propia diversidad de especies, estas son oportunistas, adaptadas a zonas antropizadas, que pueden sobrevivir en espacios poco naturales como son las ciudades y sus zonas verdes; estas especies emplearán el viejo cauce del Turia, sin embargo todas las especies que requieren de hábitats más complejos o de poca presencia humana no serán capaces de emplear este espacio, a pesar de estar conectado. Cada especie tiene unas necesidades específicas de dispersión que deben ser analizadas.

Los corredores ecológicos o *corredores verdes* son *rutas* que se diseñan como reservas de biodiversidad entre dos o más áreas naturales que comparten características ambientales semejantes. Estos corredores, además de preservar las especies características, previenen la fragmentación de los hábitats y favorecen la migración, dispersión e interrelación de poblaciones de fauna y flora silvestres. Esta práctica es una efectiva estrategia de conservación, manteniendo la composición, estructura y función de los ecosistemas entre los que discurre, así como el paisaje.

Es evidente la importancia de la conectividad ecológica, no sólo a nivel local, como podría ser la actuación futura pensada para la ciudad de Valencia, sino también a niveles más amplios, como puede ser el caso del Corredor Verde del Guadiamar, que une los parajes naturales de Sierra Morena en Sevilla con el Coto de Doñana en Cádiz. Esta práctica es, por lo tanto, una pequeña esperanza que puede hacer emerger en el futuro una vasta red de espacios verdes que mejoren la calidad del territorio y de la vida incluso a nivel mundial.

Asimismo, es igualmente necesario estudiar y plantear con precisión estas actuaciones, desde un punto de vista de absoluto respeto por la vida silvestre, puesto que al igual que las numerosas ventajas con las que podríamos beneficiarnos del establecimiento de estos corredores, existen también algunas desventajas que pueden trazar la línea entre lo anhelado y lo completamente indeseable. Estas podrían ser, por ejemplo, la mayor facilidad de transmisión y dispersión de enfermedades y plagas, así como de especies invasoras y exóticas e incluso del fuego en caso de incendio, o el aumento de las tasas de depredación, que de no ser plenamente considerado a la hora de comunicar varios parajes podría llegar a desequilibrar el ecosistema que se pretende preservar.

4.5. Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En el año 2000 se lanzaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio, estableciendo como año límite para lograr los 8 objetivos y 28 metas planteadas el 2015. Estos objetivos se centran fundamentalmente en la agenda social.

En 2012 se creó un grupo de trabajo dedicado a desarrollar un conjunto de objetivos que, tras un año de negociaciones, presentó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con 169 metas que conforman la Agenda 2030. En septiembre de 2015 se adoptó mundialmente este conjunto de objetivos globales para erradicar o paliar en los siguientes 15 años muchos de los problemas humanitarios y medioambientales que hostigan a la población mundial actualmente. Estos objetivos abordan temas como el cambio climático, la desigualdad, la innovación, el consumo sostenible, la justicia o la paz, entre otros. Mientras los Objetivos de Desarrollo Milenio estaban fundamentalmente dirigidos a los países en desarrollo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible se aplican a todas las naciones. Los ODS son el resultado de un proceso de negociación que involucró a los 193 estados miembros de la ONU, además de la sociedad civil y otras partes interesadas.

En este marco general, estos objetivos son *necesarios* para cambiar el mundo (para *mejorar* el mundo, ya no arreglar las afecciones antrópicas generadas al planeta que, antes o después serán subsanadas por la propia naturaleza de nuestro mundo, sino para mejorarlo de cara a su habitabilidad, a ampliar nuestro plazo de estancia aquí, a garantizar la posibilidad de que quienes nos sucedan puedan disfrutar de aire limpio, trabajo digno, de no pasar hambre). Para llevarlos a cabo es necesaria la cooperación y participación global, a un nivel nunca alcanzado de coordinación internacional con una meta común y muy ambiciosa, pero que, en realidad, debería ser ya un hecho; *nunca debió llegarse hasta este punto*.

Desde el punto de vista de estos 17 objetivos, el concepto general de este trabajo y las ideas llevadas a cabo para el avance de las propuestas se pueden englobar en cuatro de ellos; estos son los que siguen:

- Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento. Entre los datos destacables de este objetivo es de relevancia para el estudio que nos ocupa el hecho de que gran parte de los ríos del mundo están contaminados, tanto por aguas residuales como con nutrientes, pesticidas, metales pesados, etcétera. En el Nuevo Cauce naturalizado se debe garantizar un caudal mínimo que mantenga perenne la masa de agua, de la que debe asegurarse además su buen estado tanto ecológico como químico, mediante la *reutilización* de los efluentes de las diferentes depuradoras que se encuentran adyacentes al cauce. Las actuaciones que se intentan implementar contribuirían a generar y mantener mediante el empleo de ecosistemas autosostenibles una masa de agua en buen estado que garantice unas descargas al Mar Mediterráneo libres de contaminantes.

Además, se encuentra también entre los datos más destacables de este objetivo el hecho fundamental y más básico de este trabajo; que las inundaciones y otros desastres relacionados con el agua representan el 70% de todas las muertes relacionadas con desastres naturales. El objetivo fundamental del conjunto de actuaciones que se plantean para la consecución del cauce naturalizado tiene como prioridad, ante todo, la defensa de la ciudad de Valencia frente a las avenidas, compaginada a su

vez con las necesidades ambientales tanto animales y vegetales como humanas, y consiguiendo, en la medida de lo posible, un espacio para todos.

En específico, es de especial interés de entre las metas de este objetivo la meta 6.6, que establece “*de aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos*”.

- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Actualmente la mitad de la humanidad vive en ciudades; según la previsión actual sobre el futuro próximo, para el año 2030 habrá 5000 millones de personas en ellas (estos son 1500 millones más de habitantes que en la actualidad). Es de destacar que las ciudades representan el 75% de las emisiones de carbono, siendo necesaria para la evolución hacia una civilización más sostenible la inclusión, en primera instancia, de sumideros para este carbono mediante el fomento de las zonas verdes. Este es uno de los servicios ecosistémicos que se obtienen indirectamente de la restauración ecológica del río.

Son de destacar las metas 11.5, 11.6, 11.7, 11.a y 11.b de este objetivo, que establecen:

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 (...)*

11.6: *De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades (...)*

11.7: *De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles (...)*

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 (...) que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover (...) la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica (...) la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles*

- Objetivo 13: Acción por el clima. Debido al cambio climático están viviéndose actualmente fenómenos meteorológicos cada vez más extremos, así como subidas en el nivel del mar, cambios en los sistemas atmosféricos, etcétera, hechos que afectan a todos los países y a todos los continentes. La evolución en base a diferentes escenarios de cambio climático debe considerarse. Esto incluye variaciones crecientes de las precipitaciones y de los caudales que hacen considerar que, en un escenario de cambio climático, tal vez con únicamente la infraestructura hidráulica no seamos capaces de contener al Turia. Es por esto que debe invertirse el esfuerzo más que en trabajar contra en río en trabajar *a su favor*, aprovechando lo que de su funcionamiento conocemos para conseguir que la energía de una gran avenida sea prácticamente disipada por la elección concienzuda de los materiales del talud y lecho y las formaciones vegetales, sin necesidad de encajonar y

aumentar sucesivamente los pretiles del cauce frente a la creciente fuerza de los fenómenos meteorológicos.

Es de especial aplicación la meta 13.1 que establece “*fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países*”.

- Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres. Este objetivo explicita “*gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, y detener la pérdida de biodiversidad*”. Entre los datos más destacables relacionados con este objetivo se encuentra el hecho de que de las aproximadamente 8300 especies animales conocidas, el 8% está extinto y el 22% en peligro de extinción, a su vez, que más del 80% de la dieta humana está compuesta por especies vegetales, e incluso que los microorganismos e invertebrados son elementos clave en los servicios ecosistémicos. Todo esto denota a la vez que una gran dependencia de estas especies (y, por tanto, la necesidad implícita de conservarlas), una cadena invisible en la que todos los eslabones son igual de importantes; las especies vegetales microscópicas de las que se nutren los microorganismos que posteriormente son el alimento de seres superiores y estos eventualmente de la macrofauna, o las especies vegetales de las que directamente se alimentan peces, anfibios y mamíferos, así como todas las demás especies que en conjunto generan el gran *ciclo*.

De este modo vemos que no sólo los animales, cuyas especies están en peligro de extinción, sino también las especies vegetales, que proporcionan la gran mayoría de nuestra dieta, así como los microorganismos e invertebrados, cuya presencia permite el desarrollo posterior de todas las demás comunidades; todos ellos deben ser protegidos y preservados. Y esta *defensa* debe ser global, siendo también necesario defender a ciertas especies de *otras especies*.

Son especialmente destacables desde el punto de vista de este trabajo las metas 15.1, 15.5, 15.8 de este objetivo, que establecen:

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 (...)*

15.5: *Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción.*

15.8: *Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias.*

5. NORMATIVA DE APLICACIÓN

5.1. Europea

La Directiva Marco Europea del Agua (DMA) o Directiva 2000/60/CE es la legislación europea nacida como respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones en materia de gestión del agua en la Unión Europea.

Debido a que las aguas de la Unión Europea están sometidas a presiones cada vez más importantes derivadas del continuo crecimiento de su demanda y de la afección que sobre ellas origina el aumento de la población y del nivel de vida, surge la necesidad de tomar medidas para la protección de éstas en términos cualitativos y cuantitativos, garantizando su sostenibilidad. Este es el reto al que la DMA se enfrenta.

Ésta establece un marco comunitario para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas, tratando de unificar y refundir buena parte de la normativa existente en estos ámbitos. Tiene por objetivos principales alcanzar el buen estado de las masas de agua superficiales y subterráneas, protegiéndolas y evitando su deterioro, así como promover el uso sostenible del agua.

La trasposición de la Directiva 2000/60/CE en España se realizó mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social que incluye, en su artículo 129, la modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por la que se incorpora al derecho español la Directiva 2000/60/CE, estableciendo un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Existen, asimismo, otras normativas comunitarias sobre protección de las aguas que son de aplicación:

- 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. Esta tiene como principales objetivos obtener un adecuado conocimiento y evaluación de los riesgos asociados a las inundaciones y lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad. Esta directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.
- Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- 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.
- Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres.

5.2. Estatal

Las principales leyes y reglamentos sobre el agua en España son derivadas de las Directivas Europeas, en concreto de la Directiva Marco del Agua, de donde se extraen las actuales Ley de Aguas y Ley del Plan Hidrológico Nacional.

La Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 establece que el agua es un recurso ilimitado cuyo uso requiere obras hidráulicas a costear por los propios beneficiarios. La Ley de Aguas del año 1985 recoge los principios de moderna organización, planificación y gestión del agua en España. Posteriormente, el 20 de julio de 2001 fue aprobado por Real Decreto Legislativo (1/2001) el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), que recoge las modificaciones habidas desde 1985. La DMA fue traspuesta a la Ley de Aguas mediante la modificación de la Ley 62/2003 de 30 de diciembre de medidas fiscales y administrativas y del orden social.

Los principios básicos de la Ley de Aguas establecen el carácter público de las aguas continentales, superficiales y subterráneas; todas ellas integran el Dominio Público Hidráulico, de modo que los particulares adquieren el derecho de su aprovechamiento, no la propiedad del agua. También establecen que los Organismos de Cuenca son las entidades encargadas de la planificación y gestión del agua. Finalmente establecen la importancia de la planificación hidrológica como instrumento de ordenación de la gestión del agua en la cuenca.

Los reglamentos que desarrollan la Ley de Aguas son:

- El Reglamento de la Administración Pública del Agua y la Planificación Hidrológica (RAPAPH), aprobado mediante el Real Decreto 927/1988 de 29 de julio, y que regula la organización de la Administración Pública del Agua.
- El Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), aprobado por el Real Decreto 907/2007 de 6 de julio, que sustituye las disposiciones establecidas en el Título II del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica. Desarrolla el contenido de los planes hidrológicos y los procedimientos para su elaboración, aprobación, seguimiento y revisión, así como integra los aspectos clásicos de la planificación hidrológica en España y los relacionados con la protección de las aguas, derivados de la trasposición de la DMA. Además, establece los contenidos mínimos normativos de los planes.
- El Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986 de 11 de abril. Este regula la definición del DPH y su utilización, así como el canon de regulación y tarifas, infracciones y sanciones, contratos de cesión de derechos y seguridad de presas y embalses. La gestión del DPH tiene como fin último la regulación y administración del agua, compatibilizando los diferentes usos con la conservación de los ecosistemas.

Tras la Ley de Aguas de 1985, la planificación hidrológica se lleva a cabo por medio de los Planes de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional (PHN). El PHN se establece según la Ley 10/2001 de 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional, modificada por la Ley 11/2005 de 22 de junio.

La Ley del PHN tiene por objeto fundamental establecer las medidas para coordinar los planes hidrológicos de cuenca y resolver aquellas cuestiones que no pueden ser resueltas a escala de cuenca.

La Ley de Evaluación Ambiental estatal requiere que los planes hidrológicos se sometan a un proceso de evaluación ambiental estratégica; ésta debe analizar, desde el punto de vista ambiental, las distintas alternativas para alcanzar los objetivos de la planificación.

5.3. Autonómica

El Real Decreto de 2 de febrero fija el ámbito territorial de las Demarcaciones Hidrográficas. El ámbito territorial de los Planes Hidrológicos de Cuenca (que se aprueban mediante Real Decreto) es la Demarcación Hidrográfica. Los contenidos de estos Planes vienen fijados en la Ley de Aguas.

Los Planes Hidrológicos de Cuenca asignan y reservan recursos para los distintos usos y demandas, establecen objetivos ambientales para las masas de agua y definen su estado, y programan las medidas que deben llevarse a cabo para atender las demandas y alcanzar los objetivos ambientales.

6. ANÁLISIS MORFOLÓGICO DEL SISTEMA NATURAL

Un río es un sistema lineal, cuyas características varían a lo largo de su longitud. Idealmente, el perfil longitudinal es cóncavo; su parte alta tiene altas pendientes, que se transforma en tramos sucesivamente de menor inclinación a medida que se aproxima a la desembocadura. Otras características de los ríos guardan relación con esta progresión; cuanto más somero es el gradiente, más finos son los materiales del lecho y, debido al aumento de caudal, el cauce es más amplio.

Debido a los procesos geomorfológicos que gobiernan el río, los sistemas fluviales en una zona climática cualquiera tienden a ser similares entre sí, compartiendo características más o menos universales. Los estudios biológicos tienden a analizar subdivisiones de los sistemas fluviales más que considerar el río como un único elemento. Aunque estas distinciones se hagan para facilitar el estudio, finalmente debe considerarse el río como una entidad que evoluciona en toda su longitud.

Para la reproducción del comportamiento natural del cauce en el río de estudio y, teniendo en consideración que el lugar de actuación corresponde con la última etapa del río, no corresponde asemejar su funcionamiento al que se encuentra en la alta montaña, sino al habido en los tramos más bajos de su curso. Es por esto que, de cara a generar un espacio naturalizado en concordancia con los objetivos propuestos, se considera suficiente para el análisis morfológico en régimen natural el estado del río Turia desde Pedralba hasta el Azud del Repartiment, es decir, se trata de generar un sistema natural basado en el existente en el Parque Natural del Turia. Estos son los aproximadamente 41 kilómetros de curso fluvial que se encuentran entre los municipios de Pedralba y Paterna.

6.1. Jerarquización del río Turia

Una forma de clasificación de los ríos se basa en su manera característica de ramificación dentro de su cuenca hidrográfica; los ríos de primer orden son aquellos que no tienen afluentes y los de segundo orden son los que se forman al unirse dos ríos de primer orden; los de tercer orden se forman cuando se unen los ríos de segundo orden, y así sucesivamente.

Atendiendo a esta clasificación puede observarse que el tramo que comprende el Nuevo Cauce es un río de tercer orden:

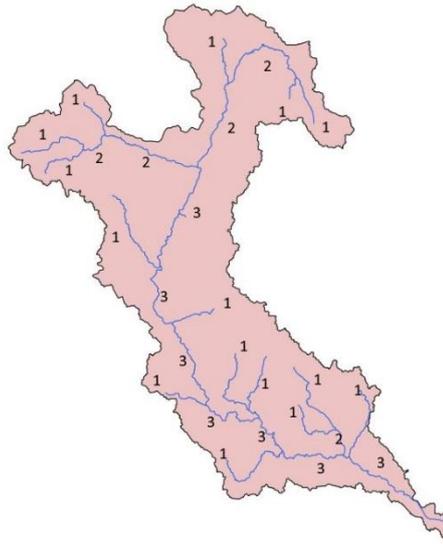


Fig. 26. Jerarquización del río Turia en su cuenca hidrográfica

6.2. Regulación del río Turia

El río Turia no discurre en régimen natural a lo largo de su cuenca; como muchos otros sistemas fluviales, este cuenta con embalses y azudes que tienen un efecto laminador en las puntas de caudales que discurren finalmente por el Nuevo Cauce.

La regulación de esta cuenca se lleva a cabo fundamentalmente mediante tres embalses; Loriguilla, Benageber y Buseo, de las características siguientes:

EMBALSES CON AFECCIÓN AL NC			
Nombre	LORIGUILLA	BENAGEBER	BUSEO
Vútil (Hm ³)	70	228	7
Vtotal (Hm ³)	71	230	8.4
S (ha)	347	1206	60
MaxNAvenida (m)	0	0	0
MaxNN (m)	320	527.2	478
Cauce	Turia	Turia	Sot
Destino	Riego	Riego	Riego
		Energía	
		Abastecimiento	
Titular	Estado	Estado	Particular
Municipio	Loriguilla	Benageber	Sot de Chera

Tabla 3. Características de los embalses pertenecientes a la cuenca del Turia

Asimismo, se tienen numerosos azudes.

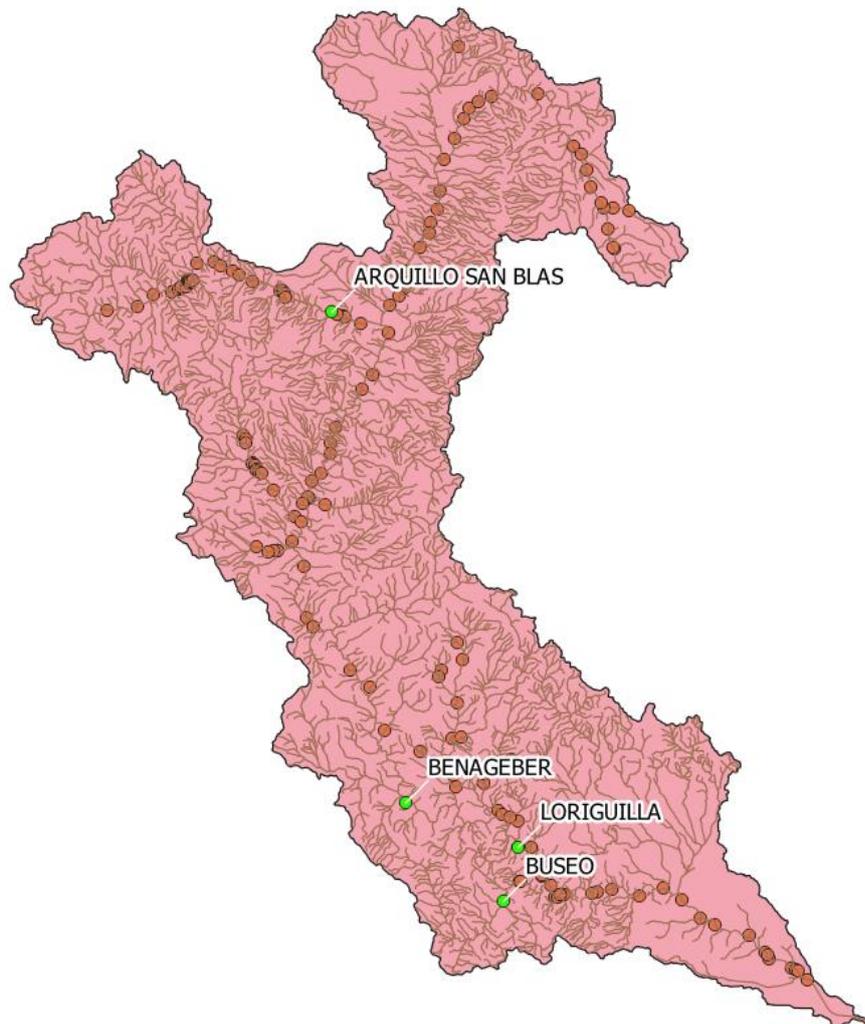


Fig. 27. Azudes y embalses en la cuenca del Turia

Debido al efecto regulador que tienen estos embalses y azudes, las series de caudales que aportan las diferentes estaciones de aforos no serán en régimen natural, sino que deberán ser restituidas o modificadas.

6.3. Sinuosidad del cauce en régimen natural

En base a los trabajos de Leopold & Wolman (1957) y Simons (1975) pueden clasificarse los ríos morfológicamente en tres modelos básicos, que pueden ser rectilíneos, trezados y meándricos. Por supuesto, estas categorías no son siempre aplicables, existiendo sub-clasificaciones en función del número y la sinuosidad de los diferentes cursos que puedan existir en el mismo cauce. De este modo se tienen ríos rectilíneos cuando generan en su seno únicamente barras marginales, trezados cuando se generan distintas islas en su interior, dando lugar a numerosos cursos secundarios que pueden ser, a su vez, de baja o alta sinuosidad, y meandriformes cuando generan barras semilunares y meandros amplios, exhibiendo una sinuosidad alta.

La sinuosidad del río se calcula en base a la longitud del talweg y en comparación a la longitud en línea recta de su propio valle. De este modo, cuando la longitud del talweg es aproximadamente la misma que la del valle, se tiene una sinuosidad cercana a la unidad, por lo tanto el río, en caso de ser de canal sencillo, será asimilable a rectilíneo. Cuando el río es de canal sencillo y el cociente entre la longitud del talweg y la del valle es mayor de 1.5, el río es meándrico. Por otra parte, en los casos en los que el río es de canal múltiple, con sinuosidad baja (<1.5) será trenzado y con sinuosidad alta (>1.5) será anastomosado.

En el caso del río Turia, puede observarse cómo la longitud del talweg del río a lo largo de todo el Parque Natural del Turia asciende a casi 41 kilómetros (40'965 km), siendo la longitud del valle de aproximadamente 30 kilómetros (30'263 km), obteniéndose a lo largo de este Parque una sinuosidad del Turia de aproximadamente 1'35.

El río Turia en estado natural se clasifica como ligeramente rectilíneo con fuerte componente trenzada (*braided*), caracterizado por la separación del flujo entre barras o islas de sedimento grueso. Describe dos suaves curvaturas (en torno a la población de Mislata y a su paso por la ciudad de Valencia) que no pueden identificarse como meandros. El cauce mayor es ancho y poco sinuoso; en aguas bajas la corriente ocupa sólo una porción menor de su lecho. Los depósitos naturales del cauce denotan un ambiente de alta energía, asociado al transporte de abundante carga de lecho gruesa. La formación de este tipo de cauce implica episodios de crecida, con una sobrecarga de sedimento que excede la competencia local del flujo y da lugar al depósito de la carga gruesa transportada. Un cauce de estas características implica que es muy susceptible a cambios morfológicos durante inundaciones catastróficas (Ruiz-Carmona, 2005).

El lecho está formado por texturas gruesas de cantos, grava y arena apilados en amplias barras de morfología variada. Según Escolano (1610), es una carga sedimentaria «sin género de limo ni cieno en todo su curso por ser tanta la arena que acarrea este río en las avenidas, que no da lugar a que venga recogido por canal o madre honda».

6.4. Estudio morfológico

Para analizar el río Turia en estado natural se han establecido cuatro tramos de estudio, en base a los cuales se han obtenido los parámetros morfológicos básicos del río. Estos tramos se numeran desde aguas arriba hacia aguas abajo, siendo los siguientes:

- Tramo I: desde aguas arriba de Villamarchante hasta el puente de la CV-50
- Tramo II: desde aguas abajo de Villamarchante hasta aguas arriba de Riba-Roja
- Tramo III: desde aguas abajo de Riba-Roja hasta La Presa
- Tramo IV: desde el puente de la A-7 hasta el de la CV-371



Fig. 28. Tramos de estudio sobre el Turia. A la izquierda aguas arriba.

A continuación, se representan los tramos individualmente, indicándose en rojo el curso del río dentro del cauce y en verde los límites del Parque Natural del Turia.



Fig. 29. Tramo I. A la izquierda aguas arriba.

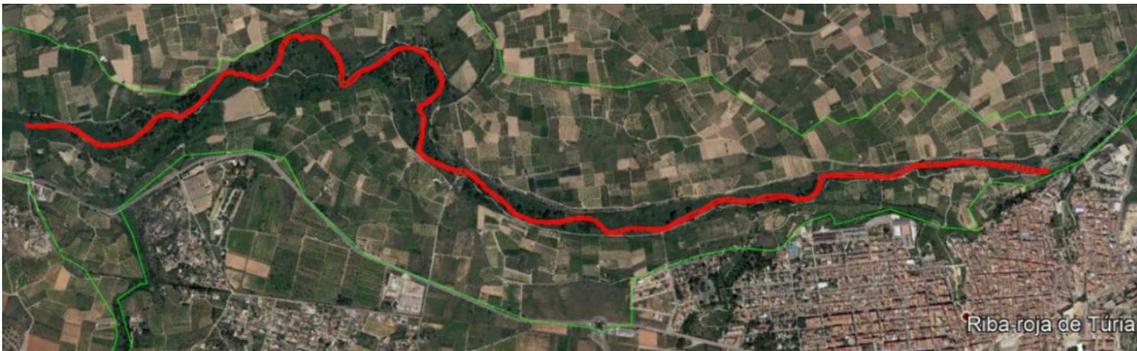


Fig. 30. Tramo II. A la izquierda aguas arriba.



Fig. 31. Tramo III. A la izquierda aguas arriba.



Fig. 32. Tramo IV. A la izquierda aguas arriba.

Se han analizado los tramos mencionados en cuanto a sus anchos de la superficie libre del curso de agua, a sus amplitudes de meandros o cinturones de meandros (entendiéndose por “cinturón de meandros” a los grupos de meandros aunque no sean cinturones completamente desarrollados), y a sus longitudes de onda, pendientes medias, multiplicidades y secciones transversales, resumiendo los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tramo	I	II	III	IV
Desde	Ag.Ar. Villamarchante	Ag.Ab. Villamarchante	Ag.Ab. Riba-roja	A-7
Hasta	CV-50	Ag.Ar. Riba-Roja	La Presa	CV-371
Longitud thalweg (m)	3780	5233	5112	6090
Longitud valle (m)	3253	4102	4370	4670
Sinuosidad	1.16	1.28	1.17	1.30
Pendiente media	0.032	0.031	0.036	0.029
Pmedia total	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032
Area S.L. (m2)	39227	52315	63970	67289
Anchura media SL (m)	10.38	10.00	12.51	11.05
Profundidad máxima (m)	7	6.33	4.67	5.67
y1	8	7	7	8
y2	6	7	3	3
y3	7	5	4	6
Amplitud (m)	46.25	108.5	110.5	664.75
máxima	50	130	118	813
media	42.5	87	103	516.5
meandro 1*	35	44	88	813
meandro 2*	50	130	118	220
Long. onda meandro (m)	280	391	643.5	1340.5
meandro 1	407	392	528	1331
meandro 2	153	390	759	1350
tipología	meandriforme	meandriforme	meandriforme	meandriforme
Multiplicidad	0.8	1.2	1.2	1.5
	Baja	Moderada	Moderada	Moderada

* relativo al cinturón de meandros

Tabla 4. Parámetros morfológicos

De este análisis geomorfológico se extraen las siguientes conclusiones:

- El ancho medio de la superficie libre es de aproximadamente 10 m.
- La profundidad máxima es de alrededor de 5 m.
- La amplitud de meandros para el diseño del cauce de aguas bajas estará en torno a los 40 – 50 m, en base al análisis del primer tramo, único reproducibile dentro de los límites del Nuevo Cauce.
- La longitud de onda de los meandros está en torno a los 400 m.
- La sinuosidad es moderada.



Fig. 33. 'Cinturones' de meandros tramos I, II y III

Además de esto, se ha analizado el cauce existente aguas arriba del Nuevo Cauce mediante un modelo hidráulico, en un total de unos 40 kilómetros.

Evaluando las secciones transversales del río Turia en estado aproximadamente natural (es decir, a lo largo de un tramo comprendido dentro del Parque Natural donde la presión antrópica es menos acentuada y existe un caudal constante que da pie al establecimiento de ecosistemas), se han establecido una sección de referencia para el diseño del cauce y dos secciones representativas para el establecimiento de hábitats, pertenecientes a dos tramos representativos del río.

Estas secciones provienen de un modelo hidráulico que abarca los 40 km de cauce "natural" aguas arriba del azud del Repartiment, que ha sido dividido en secciones transversales a lo largo de su curso, denominadas sección transversal STn (donde n indica el número de la sección) que se enumeran desde aguas arriba hacia aguas abajo del modelo, de 1 a 17, incluyéndose algunas secciones intermedias adicionales.

La sección transversal de referencia escogida es la ST8, a la altura de Villamarchante, junto al puente de la CV-50, debido a su morfología irregular que puede aportar biodiversidad a los ecosistemas. La morfología de la sección transversal contiene una zona más profunda aproximadamente centrada en el valle de velocidades máximas en torno a los 3 m/s, y una margen más somera (izquierda) con velocidades inferiores a 1 m/s. En la margen derecha se sitúa la llanura de inundación, zona eventualmente inundable por el caudal dominante.

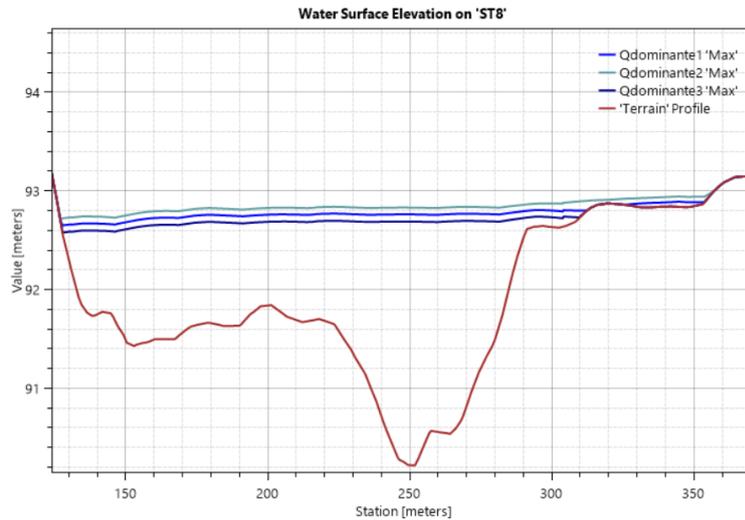


Fig. 34. Sección transversal de referencia ST8

Los caudales representados son; $Q_{\text{dominante1}} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{dominante2}} = 600 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{dominante3}} = 500 \text{ m}^3/\text{s}$. Se observa que la sección se llena para el caudal $Q_{\text{dominante1}}$.

Esta sección está incluida en un tramo del río cuya pendiente está en torno al 0.0036, muy próxima a la pendiente de equilibrio del cauce según se establece en los estudios del Plan Sur (0.0034). Para una pendiente del orden de la de equilibrio del cauce y añadido a todo lo anterior se puede concluir que el caudal que llena la sección 8 está en torno a $550 \text{ m}^3/\text{s}$, siendo esto coherente con lo obtenido a partir de *Caumax* (*Ministerio de Fomento*) para periodos de retorno de 6-7 años.

Las secciones transversales representativas para el diseño de hábitats ST13.5 y ST13.52 se sitúan aguas abajo de La Presa, inmediatamente aguas arriba del puente de la AP-7. Estas tienen morfologías similares, constando de una zona profunda en una de las márgenes, con una barra o zona emergida aproximadamente centrada en el valle, y una zona menos profunda en la otra margen. La sección ST13.5 tiene calados someros (0.20 – 1 m) en la margen derecha y calados mayores en la margen izquierda, mientras que la sección ST13.52 tiene calados de 1 metro en la margen izquierda, separados por una barra emergida de los de la margen derecha, de hasta 2.90 m. La sección ST13.5 tiene velocidades comprendidas entre 0.5 m/s en la zona central más somera y 2.60 m/s en la parte más profunda. En la sección ST13.52 las velocidades son de 1 a 1.6 m/s en la margen derecha y de 0.10 a 0.70 m/s en la margen izquierda.

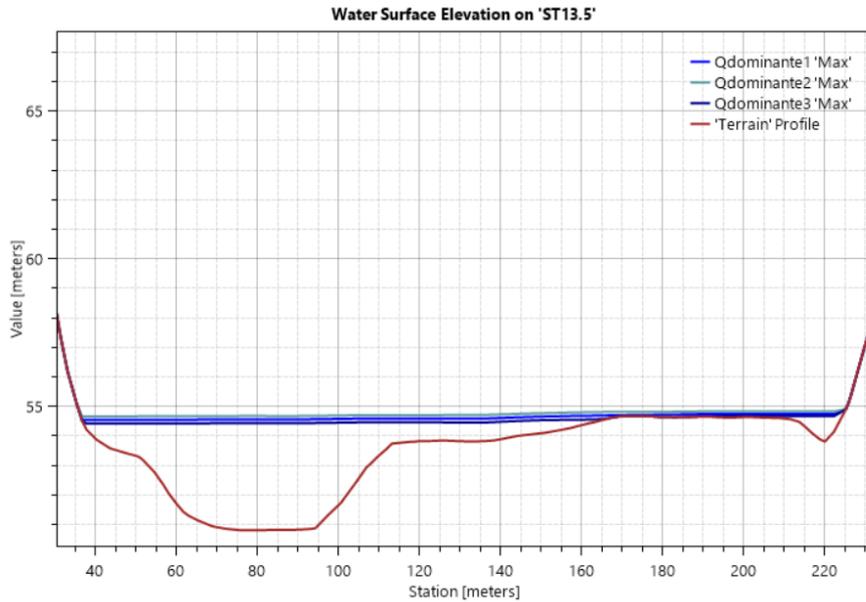


Fig. 35. Sección transversal representativa ST13.5

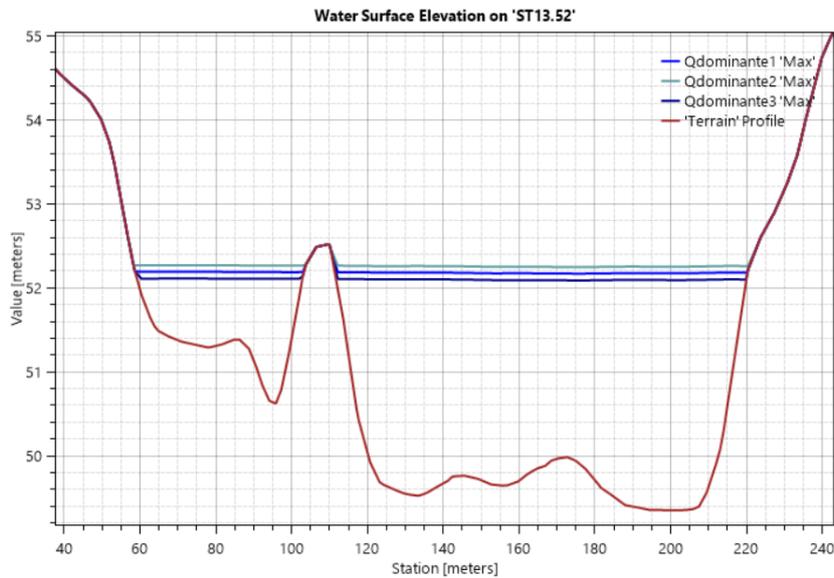


Fig. 36. Sección transversal representativa ST13.52

Por todo ello, se consideran finalmente como representativos a la vista de los resultados del modelo hidráulico, aquellos que incluyen a las secciones mencionadas y que tienen una pendiente media aproximada a la establecida como pendiente de equilibrio del cauce en los estudios del Plan Sur, estos son el tramo A que contiene y une los tramos I y II del estudio morfológico sobre la ortofoto, de aproximadamente 9100 metros de longitud y pendiente media de 0.0036, y el tramo B comprendido entre la Urbanización Parque Montealcedo y El Racó, de aproximadamente 6700 metros de longitud y pendiente media de 0.0034.

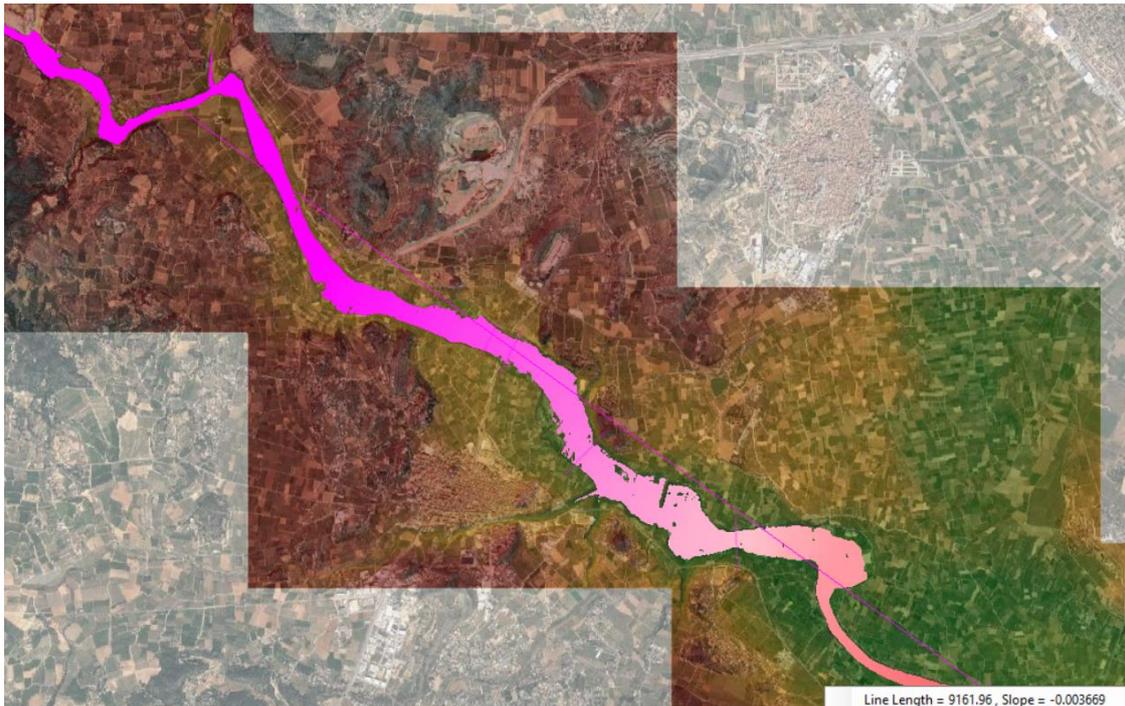


Fig. 37. Tramo A. Fuente Modelo hidráulico realizado mediante HEC-RAS 5.0.7



Fig. 38. Tramo B. Fuente Modelo hidráulico realizado mediante HEC-RAS 5.0.7

En estos tramos se tienen unas longitudes de talweg de aproximadamente 8600 metros para el tramo A y 6800 m para el tramo B. Las longitudes de su cauce son, respectivamente, 7500 m y 5800 m, dando lugar a una sinuosidad de 1.14 para el tramo A y de 1.17 para el tramo B. Atendiendo a la clasificación morfológica previa en cuatro tramos, se puede observar que el valor medio de sinuosidad de estos tramos A y B analizados coincide con el valor de sinuosidad de los tramos I y III.

Tomando los tramos A y B como representativos, las características geomorfológicas principales extraídas son:

- Se trata de un cauce único, con barras emergidas ocasionalmente (multiplicidad baja a moderada), pero en ningún caso múltiple.
- Se trata de un cauce sinuoso, con una sinuosidad media en torno a 1.15.
- La pendiente media es de 0.0035, muy cercana a la pendiente de equilibrio del río.
- El caudal dominante (tomado como el que llena la sección de referencia) se estima en 550 m³/s, coherente con un periodo de retorno de unos 5-6 años.
- La morfología de la sección transversal principal consta de una zona somera en una de las márgenes y una zona profunda centrada en el valle, situándose en la margen contraria una llanura de inundación.
- El ancho que delimita la sección llena por el caudal dominante se extrae del análisis morfológico previo de los tramos III y IV, éste es de al menos 160 metros.
- El calado máximo es de unos 3 metros, en función de las secciones transversales representativas, existiendo zonas someras de calados comprendidos entre 0.1 m y 0.90 m.
- La longitud de onda de los meandros está en torno a los 400 metros.

7. DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE INTERÉS

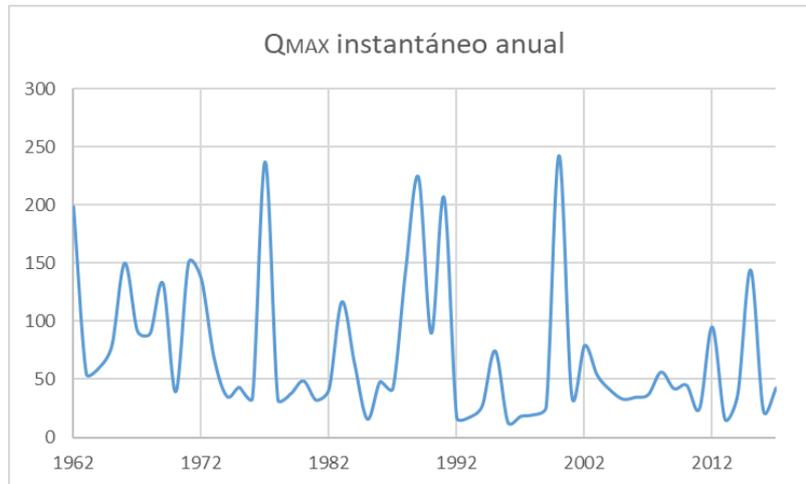
En el planteamiento de la actuación, se consideran al menos cuatro caudales. El primero de ellos es el caudal de avenida, que viene limitado por la capacidad hidráulica total del cauce. El segundo caudal considerado es el caudal ecológico, que debe ser el sustento de la vida en el cauce de aguas bajas. El tercer caudal será el de diseño de las actuaciones en el cauce asociadas al uso público, definiendo la vida útil de los usos e infraestructuras. Por último, se considera el caudal dominante, que se puede obtener a partir de criterios morfológicos e hidrológicos atendiendo a las recomendaciones de algunos autores. Éste es el caudal de cauce lleno en régimen natural, conocido como caudal formativo o dominante. Este caudal es el que se utilizará como caudal de diseño del cauce principal sinuoso a generar dentro del Nuevo Cauce. Dentro de este cauce principal, se encontrará el cauce menor o de aguas bajas, por el que circulará el caudal ecológico anteriormente mencionado.

7.1. Régimen de caudales

Recurriendo a las estaciones de aforos existentes a lo largo del cauce del Turia dentro del Parque Natural del Turia se puede obtener a partir del anuario de aforos del CEDEX el régimen de caudales propio de este río, claramente mediterráneo con una gran variabilidad hidrológica.

Se tienen caudales medios mensuales de en torno a los 13 m³/s, con caudales mínimos mensuales rondando los 0.5 m³/s. El caudal medio máximo diario es de aproximadamente 87 m³/s, produciéndose un régimen irregular de crecidas del orden

de veinte veces el caudal medio mensual. Estos datos proceden de una serie de 102 años hidrológicos de caudales en la estación 8025 (Río Turia o Guadalaviar en La Presa, Manises) y se obtienen suponiendo que la serie temporal es homogénea. Se obtiene un coeficiente de variación de la serie anual de 0.51, indicando que el conjunto de datos es homogéneo, así como un coeficiente de sesgo de 0.39, indicando que la curva es asimétricamente positiva (los valores se reúnen en la parte izquierda de la media, mayor número de valores bajos).



7.2. Caudal dominante

Un río transporta un caudal siempre variable, por lo que el caudal que debería emplearse para su estudio es aquel que da lugar a la geometría existente. Se reconoce, por lo tanto, que la geometría es la consecuencia del caudal; si una geometría es permanente se debe a que ciertos caudales se convierten en determinantes (J.P. Martín Vide, 2007).

El caudal que llena el cauce principal es el que desarrolla la mayor acción moldeadora sobre éste, en términos de velocidad o de tensión tangencial; por eso este caudal es al que se le conoce como caudal dominante o efectivo. Este caudal puede estimarse a partir de criterios hidráulicos, como el caudal de cauce lleno (bank full), a partir de simulaciones hidráulicas, o mediante criterios hidrológicos. En este último sentido, y según diversos autores, para la hidrología irregular de nuestro país y para el área mediterránea es un caudal que tiene un periodo de retorno de 1.5 a 7 años, más cerca de 7 años en la zona de Levante.

7.2.1. Estimación hidrológica

Debido a que los datos obtenidos en el anuario de aforos del CEDEX (*Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*) que aportan las estaciones de aforos contienen implícito el efecto regulador de los embalses de la cuenca, no se pueden emplear estas series de caudales máximos instantáneos para la determinación del caudal dominante, por lo que para tener en cuenta los caudales en régimen natural, sin considerar presas ni embalses, se recurre a la aplicación del mapa de caudales máximos *Caumax* (*Ministerio de Fomento*). Esta aplicación se basa en la información de usos del suelo y diferentes cartografías.

El objeto fundamental del mapa de caudales máximos consiste en caracterizar estadísticamente el fenómeno natural de la llegada de avenidas a un punto concreto de un río mediante el conocimiento de su ley de frecuencia, la cual relaciona la magnitud del caudal punta de avenida con su frecuencia de presentación (expresada mediante el periodo de retorno) o, lo que es lo mismo, con su probabilidad anual de ocurrencia.

Dentro del ámbito del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, encargó al CEDEX la elaboración de un mapa de los caudales máximos asociados a distintas probabilidades de recurrencia en la red de ríos que gestiona a través de las distintas Confederaciones Hidrográficas. Este trabajo se presenta en la aplicación *Caumax*, antes mencionada, integrada en un sistema de información geográfica, en la que es posible consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km², y calcular estos caudales mediante el método racional modificado para cauces con cuencas inferiores a 50 km².

Los resultados de este trabajo son una referencia inicial de los caudales de avenidas existentes, por lo que en base a ello se han obtenido los caudales para diversos periodos de retorno en dos puntos del cauce del río Turia: en el inicio del Nuevo Cauce, y 20 kilómetros aguas arriba de éste. Con esta herramienta se han obtenido los siguientes caudales para los distintos periodos de retorno:

CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS (m ³ /s)					
	T = 2	T = 5	T = 6	T = 7	T = 10
Inicio NC	287	530	570	609	679
Villamarchante	260	478	514	549	612

Tabla 5. Caudales máximos instantáneos

De acuerdo con lo anterior, desde un punto de vista hidrológico, podemos estimar el caudal dominante del Turia en nuestra zona de interés como un caudal del orden de unos 550-600 m³/s.

7.2.2. Estimación hidráulica

Para calcular el caudal dominante del Turia de cara al diseño del cauce principal dentro del Nuevo Cauce, se toma como referencia el tramo de río Turia de unos 40 km desde el inicio del Nuevo Cauce hacia aguas arriba del Nuevo Cauce. Se trata de un tramo no encauzado, pero tampoco exento de actuaciones e impactos antrópicos (terrenos de cultivo, cruces viarios, zonas urbanizadas próximas, ...). No obstante, en el entorno de aguas arriba del Nuevo Cauce, es lo más parecido al cauce natural.

Para el análisis, se considerará la zona de más aguas arriba y por tanto alejada de los principales núcleos urbanos. Se realiza una simulación hidráulica bidimensional mediante HEC-RAS v5.0.7 (USACE, 2019) y se toman varias secciones transversales de cauce como secciones de referencia. En una de ellas, situada aproximadamente en la mitad de aguas arriba del tramo simulado (en el entorno de Villamarchante pero alejada de su casco urbano), con una pendiente media en su entorno (aproximadamente 4 km hacia aguas arriba y 4 km hacia aguas abajo) del 3.6 por mil –muy próxima a la de equilibrio del cauce cifrada en el 3.4 por mil según los estudios comprendidos entre los documentos del Plan Sur-, se observan las láminas libres para los diferentes caudales. Lo que se desprende de dicha observación es que el caudal que llena la sección del

cauce principal está precisamente entre 500 y 600 m³/s según se considere la cota de coronación de ésta por margen derecha.

Por tanto, y a los efectos del trabajo que nos ocupa, con suficiente aproximación y con coherencia entre ambas estimaciones, se adopta un caudal dominante para la zona de estudio de 550 m³/s en régimen natural.

7.2.3. Caudal dominante regulado

Debido a que los datos obtenidos en el anuario de aforos del CEDEX (*Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*) que aportan las estaciones de aforos contienen implícito el efecto regulador de los embalses de la cuenca, se puede obtener un valor de “caudal dominante” en régimen regulado, homónimo del caudal dominante, pero para la situación real de regulación en la cuenca.

Para obtener este caudal dominante regulado, tras obtener los caudales instantáneos máximos anuales en una serie de 56 años consecutivos se emplea el software AFINS 2.0 del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) para dibujar los datos y escoger las funciones de distribución de probabilidad que deseamos ajustar. Se estiman los parámetros iniciales por el método de la máxima verosimilitud.

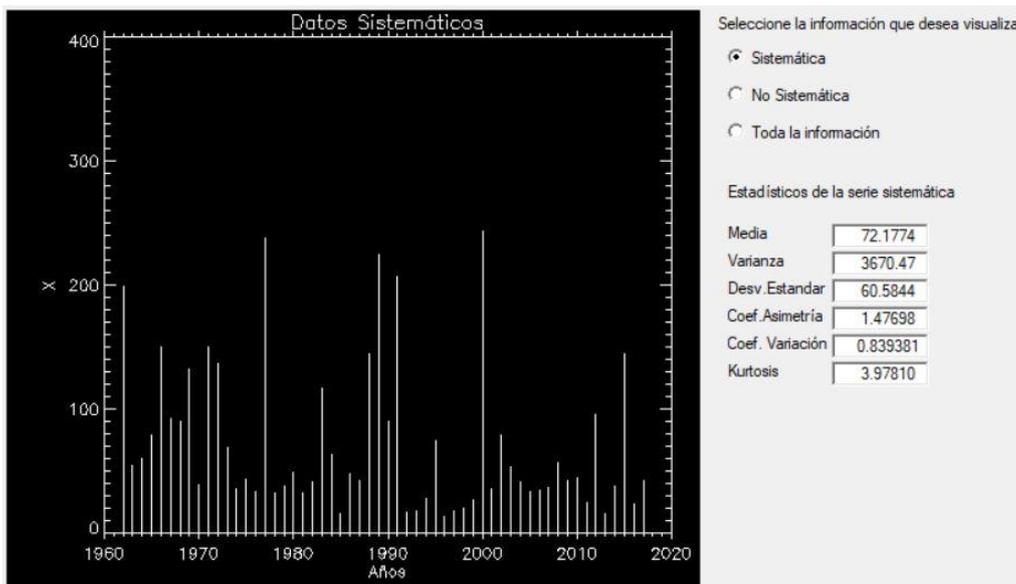


Fig. 39. Representación de la serie de datos y estadísticos poblacionales de la muestra.

Se ajustan las funciones de distribución GEV, Gumbel, Lognormal, TCEV, SQRT-ETmax y Pareto, obteniéndose las gráficas siguientes:

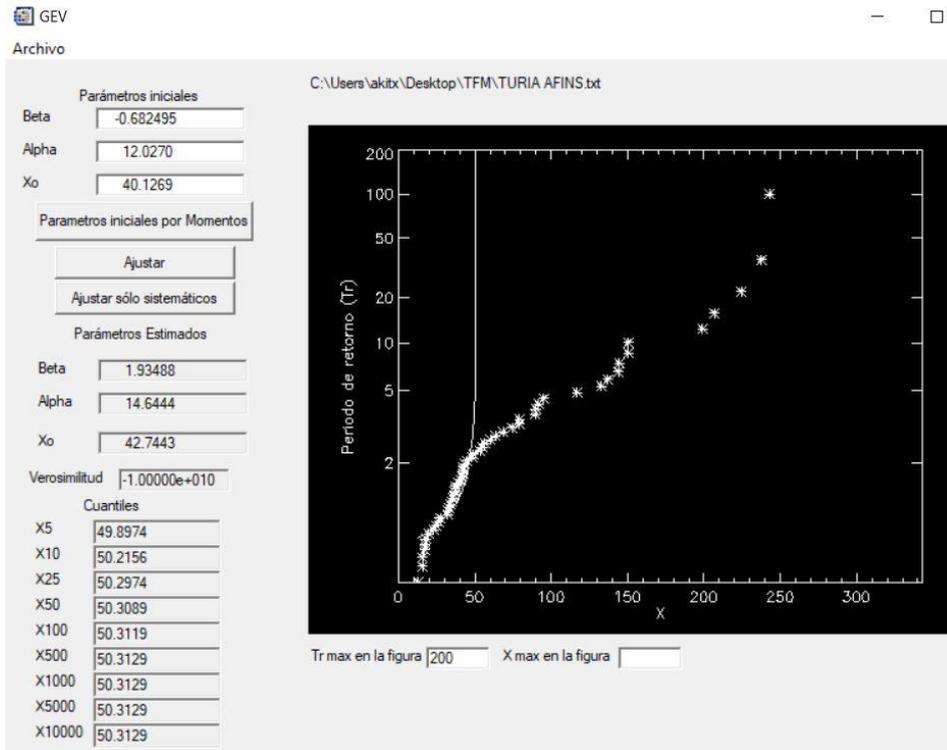


Fig. 40. Ajuste a la función de distribución General Extreme Value

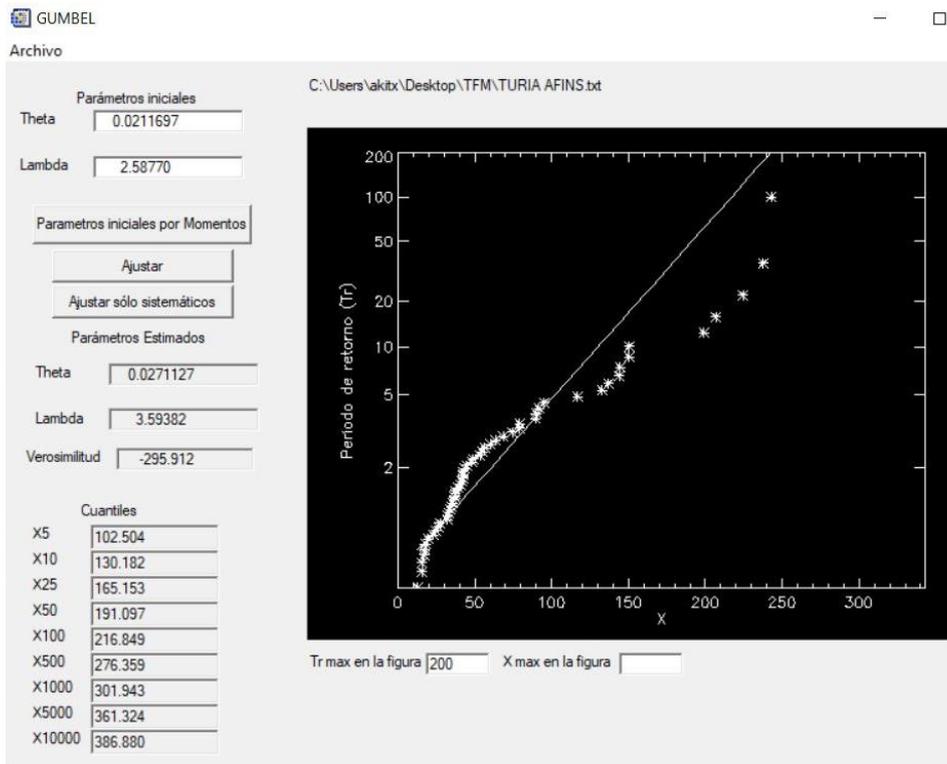


Fig. 41. Ajuste a la función de distribución Gumbel

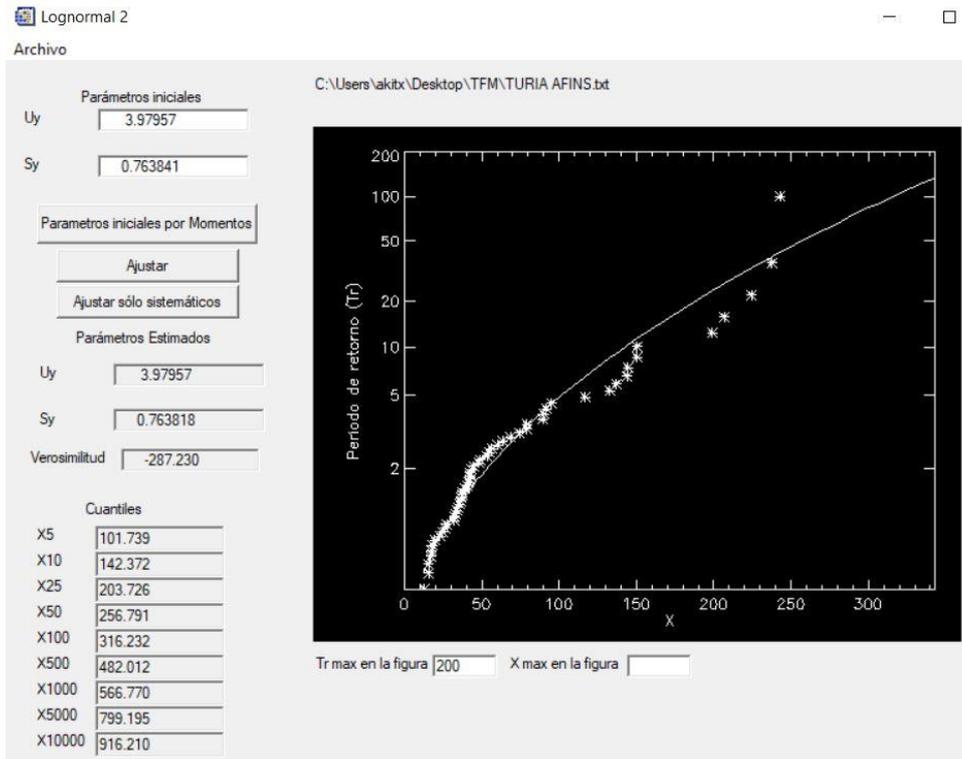


Fig. 42. Ajuste a la función de distribución Lognormal

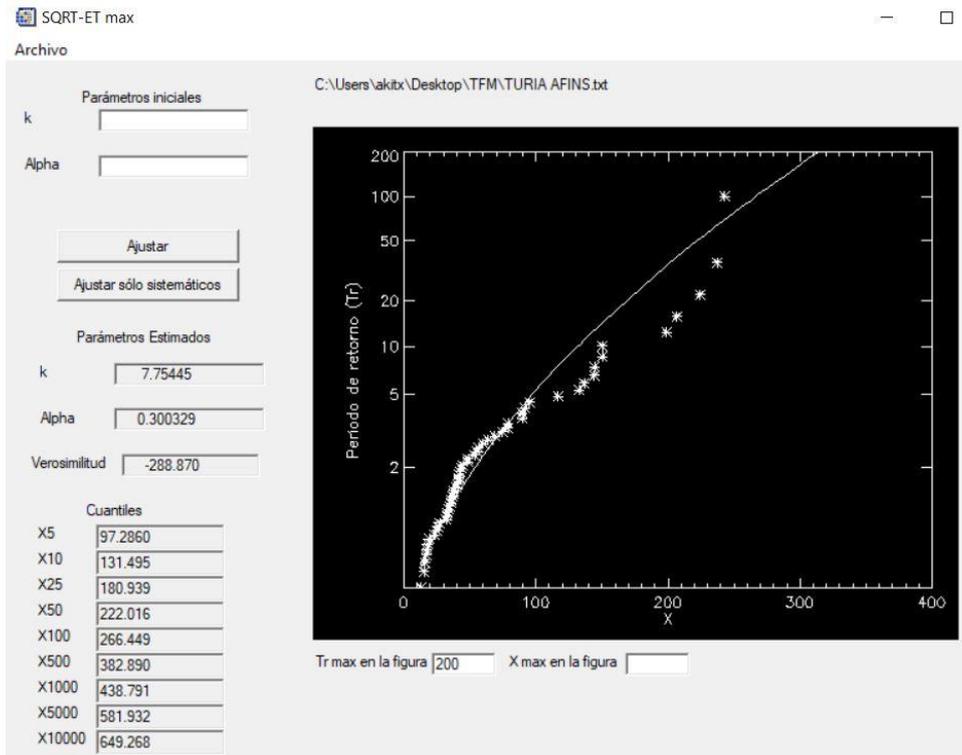


Fig. 43. Ajuste a la función de distribución SQRT-ET max

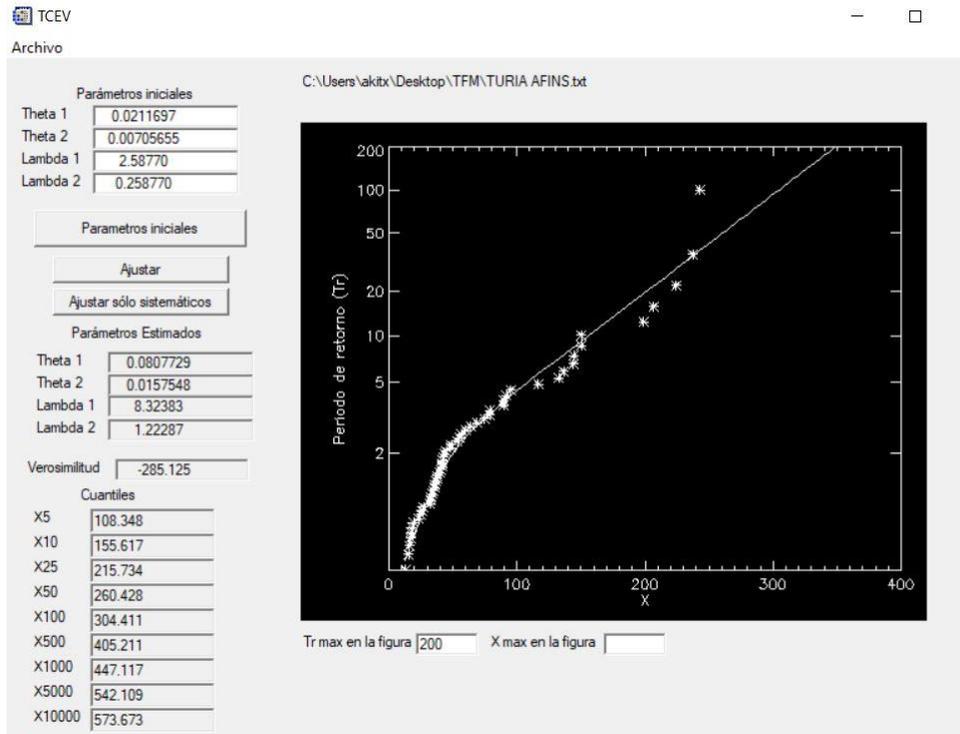


Fig. 44. Ajuste a la función de distribución TCEV

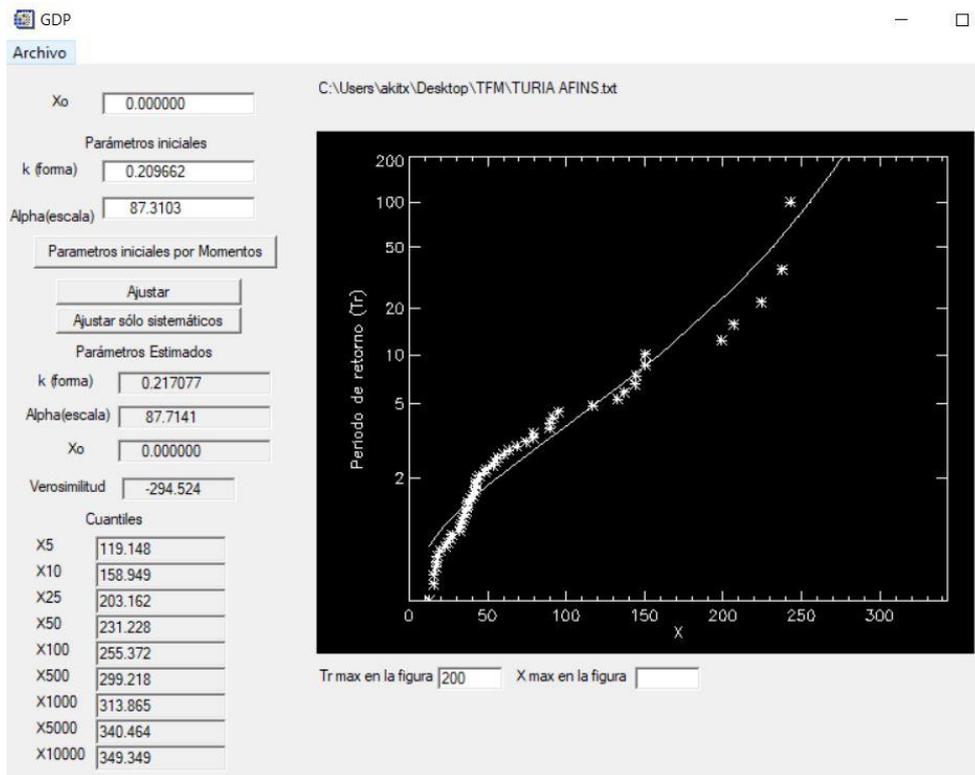


Fig. 45. Ajuste a la función de distribución Pareto de dos parámetros

Se puede observar un mejor ajuste a la función de distribución Pareto de dos parámetros, por lo que será ésta la que se emplee para obtener los caudales asociados a los periodos de retorno de 1.5 a 7 años. De este modo se obtienen los caudales siguientes:

Q _{dominante}		
QT10	155.8	m ³ /s
QT7	139.4	m ³ /s
QT6	130.1	m ³ /s
QT5	119.0	m ³ /s
QT2	56.3	m ³ /s
QT1'5	33.9	m ³ /s

Tabla 6. Rango de caudales obtenido con la distribución ajustada.

Se tiene, por lo tanto, que el caudal dominante regulado está en torno a los 130 m³/s.

7.3. Caudal de diseño

Para obtener el caudal de diseño de las actuaciones que se lleven a cabo en el cauce deben tenerse en cuenta tanto las recomendaciones existentes en las normativas de elementos estructurales (el Código Técnico de la Edificación considera un periodo de retorno de diez años para estructuras temporales, hasta cincuenta para partes de estructuras reemplazables, y hasta treinta para estructuras similares a agrícolas), como los correspondientes estudios basados en criterios económicos, asociados al plazo y coste de reposición de los elementos destinados al uso público que se considera introducir en el Nuevo Cauce. En base a la serie de caudales instantáneos máximos anuales se tiene lo siguiente:

Q _{diseño}		
	Caumax	ud
T=10	679	m ³ /s
T=20	909	m ³ /s
T=25	1006	m ³ /s

Tabla 7. Caudales de diseño obtenidos para los periodos de retorno de 10, 20 y 25 años.

Puesto que las actuaciones se plantearán con un enfoque de uso rehabilitable en caso de avenida, se considerarán estructuras temporales y se empleará como caudal de diseño para los usos públicos del cauce el asociado a un periodo de retorno de 10 años.

7.4. Caudal ecológico

Históricamente, el concepto de caudal ecológico o caudal ambiental se ha desarrollado como una respuesta a la degradación de los ecosistemas acuáticos causado por una sobreexplotación de los caudales de los ríos. En este contexto, los caudales ecológicos pueden definirse como la cantidad de agua que debe haber en un ecosistema acuático en cada momento para su adecuada conservación y mantenimiento. Según el Reglamento de Planificación Hidrológica de 2007 se establece que *el régimen de caudales ecológicos es aquel que permite mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición.*

Los caudales ecológicos son un elemento crucial para lograr una gestión sostenible de los recursos hídricos que sea además respetuosa con el medio ambiente, sin embargo este establecimiento de caudales puede aumentar los conflictos relacionados con el agua, especialmente en regiones con escasez de recursos. Los métodos más utilizados para definir los caudales mínimos en los ríos pueden ser hidrológicos (método de los caudales de mantenimiento) o métodos basados en la simulación del hábitat. Con la simulación hidráulica se relacionan los caudales con el calado, la velocidad, la anchura del cauce inundado y el sustrato.

Para establecer el componente biológico se consideran las curvas de preferencia de la fauna, que se refieren al grado de adecuación de la fauna acuática a los distintos valores de los parámetros (calado, velocidad, sustrato), definiéndose una curva de preferencia para cada parámetro y para cada una de las especies y estadios de vida de la fauna representativa del río.

Para el tramo bajo del Turia se recomienda, desde la *Confederación Hidrográfica del Júcar* el establecimiento de un caudal ecológico a su paso por Quart de 1.4 m³/s. Para el Nuevo Cauce se baraja, en función de la posibilidad de aportes de los efluentes de las depuradoras cercanas dotadas de tratamiento terciario (y por lo tanto, con calidad de recurso suficiente para el afluente de las mismas), un caudal de 3 m³/s, puesto que es recomendable un caudal comprendido entre 1 y 3 m³/s (Rivera et al., 2018) y debido a su disponibilidad inmediata no sería necesario, para alcanzar un buen estado ecológico, el desvío de aguas destinadas a otros fines.

8. ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DEL SISTEMA NATURAL

Con el objetivo de generar un espacio con potencial ambiental que simule los diferentes hábitats se analizan por separado los tres sistemas en los que existen distintas especies; estos son el Parque Natural del Turia, el Parque Natural de la Albufera, y el agroecosistema urbano, que suponen las huertas de los municipios cercanos. Posteriormente se analizan las especies potenciales que podrían habitar, dotándoselas de los espacios precisos que requieran, el Nuevo Cauce naturalizado. Es, por lo tanto, necesario un análisis de biodiversidad de cara a diseñar las características de los hábitats del Nuevo Cauce.

Las características físico-químicas en conjunto de un sistema acuático determinan la naturaleza de los organismos que lo habitan; las propias características se deben a la acción de la forma del terreno junto con el clima de la cuenca, y como factores tales como la descarga, el régimen de caudal, la anchura del canal o la carga de sedimentos se vinculan directamente, surge un número relativamente pequeño de agrupaciones ecológicas que han sido base de un estudio sistemático (*Welcomme, R.L., 1980*).

El caudal de casi todos los ríos no modificados varía lo suficiente durante el año como para influir en el comportamiento de los organismos vivos, sin embargo hay muchos ríos cuyo caudal varía muy poco, y su número aumenta según se van regulando más sistemas. En estos, las comunidades acuáticas vivas residentes se mantienen, en cierto modo, estables, aunque puede darse la ocupación del cauce por especies visitantes al modificarse las condiciones en alguna parte del sistema. Los cambios estacionales en los ríos se deben fundamentalmente a variables climáticas, no directamente relacionadas con el caudal; la más importante de ellas es la temperatura, aunque la duración del día también tiene importancia. El régimen hidrológico es un factor

determinante en el hábitat físico, en respuesta al cual las especies acuáticas evolucionan. Mantener los patrones naturales de conectividad longitudinal y lateral es esencial para las especies.

La distinción generalizada en base a la morfología establece dos tramos, ritron y potamon. Las zonas tipo ritron son las que caracterizarían la parte alta y media-alta de los ríos, donde hay alternancia de rápidos estrechos y someros y tramos más anchos y profundos denominados hoyas. El tramo de potamon se forma con amplios cauces, planos y que forman meandros, con multitud de vegetación de raíces y flotante. La formación de zonas dentro del potamon es longitudinal y lateral; longitudinalmente hay repetición de hábitats diferenciados asociados a los meandros, y lateralmente existe una distinción entre el canal principal y su llanura de inundación.

El tramo de actuación se encuentra en la zona de potamon, ambientalmente más compleja que el ritron. Generalmente puede encontrarse una serie definida de canales flanqueados por terrenos inundables, donde puede haber presente agua lotica y lentic. El cauce principal del río puede unirse y separarse, consistiendo en una serie de meandros en los cuales es más profunda la orilla exterior, donde se dan procesos de erosión, que la interior, en la que se dan procesos de sedimentación, estableciéndose bancos de arena o fango. Cuando el nivel de las aguas es bajo se forman remansos aguas abajo de los bancos de arena que desaparecen cuando este nivel aumenta. Generalmente las orillas están cubiertas por vegetación flotante y emergente, y en los remansos puede aparecer vegetación de hojas.

La llanura debe contener masas de agua que aguanten el periodo entre riadas. Al llegar éstas, las masas viejas de agua desaparecen, dando lugar a otras formas nuevas por efecto de los procesos denudacionales. Estas riadas, además, disuelven las materias orgánicas e inorgánicas que se encontraban en los remansos, dando como resultado un aumento de la conductividad de las tierras anegadas y una disminución de la concentración de oxígeno disuelto. Los canales de los ríos se mantienen relativamente fríos y bien oxigenados mientras haya agua, es por esto que debe garantizarse el suministro de un caudal ecológico que mantenga en funcionamiento el ciclo, evitando el estancamiento de masas de agua y la saturación de su oxígeno disuelto. Los eventos extremos, como las inundaciones, regulan los procesos en el ecosistema y producen presiones selectivas sobre determinadas especies, teniendo un papel crítico en el funcionamiento y la estructura del ecosistema.

Las plantas emergentes, sumergidas y flotantes son comunes en las aguas protegidas durante todo el año. Las masas de raíces sumergidas, los tallos y las hojas de la vegetación superior se cubren de una comunidad compleja de plantas y animales, y otra importante comunidad vive entre las plantas de la superficie de las aguas protegidas. El benton del potamon es relativamente pobre, no obstante, existe cierta vida bentónica, especialmente en las aguas permanentes, y durante las inundaciones invaden la llanura efimerópteros, quironómidos y moluscos.

8.1. Parque Natural del Turia

8.1.1. Fauna

El número de especies de vertebrados identificados hasta la fecha en el Parque Natural del Turia es superior a 150, algunas de las cuales se incluyen en el Catálogo

Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas. De entre todas las especies presentes en este espacio natural, 18 pertenecen al grupo de los mamíferos, 107 son aves (de las cuales más de la mitad nidifican en el parque), 13 son reptiles, 5 anfibios y 10 especies de peces.

Entre la fauna que habita el río destacan especies piscícolas como la madrilla (*Chondrostoma turiense*), colmilleja (*Cobitis paludica*), gobio (*Gobio lozanoi*), barbo mediterráneo (*Luciobarbus guiraonis*) y anguila (*Anguilla anguilla*). Entre los anfibios destaca la rana común (*Rana perezi*). Entre los reptiles, la culebra viperina (*Natrix maura*) y culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*). Entre los mamíferos encontramos la rata de agua (*Arvicola sapidus*), y entre las aves una gran cantidad de ellas asociadas a este ecosistema fluvial entre las que cabe destacar al martín pescador (*Alcedo atthis*), garza imperial (*Ardea purpurea*), calamón (*Porphyrio porphyrio*), carriceros (*Acrocephalus scirpaceus*), ánades (*Anas platyrhynchos*) y cormoranes (*Phalacrocorax aristotelis*).

Dentro de las zonas de bosque y maquia mediterránea la fauna a destacar son las rapaces como el águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*), águila culebrera (*Circaetus gallicus*), ratonero común (*Buteo buteo*), búho real (*Bubo bubo*) y otras especies de aves como la perdiz (*Alectoris rufa*), paloma torcaz (*Columba palumbus*) y picapinos (*Dendrocopos major*). Entre los anfibios destaca el sapo corredor (*Bufo calamita*), encontrándose también reptiles como el lagarto ocelado (*Lacerta lepida*), lagartija colilarga (*Psammotromus algirus*), culebra de escalera (*Elaphe scalaris*) y de herradura (*Colubner hippocrepis*) y mamíferos como el zorro (*Vulpes vulpes*), jabalí (*Sus scrofa*), ardilla (*Sciurus vulgaris*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), jineta (*Genetta genetta*) y gato montés (*Felis silvestris*).

También podemos encontrar toda una comunidad faunística dentro de las zonas de cultivo entre la que destacan aves como el jilguero (*Carduelis carduelis*), mirlo (*Turdus merula*), verdicillo (*Serinus serinus*) y mochuelo (*Athene noctua*), mamíferos como la liebre (*Lepus granatensis*), comadreja (*Mustela nivalis*) y rata de campo (*Rattus rattus*), reptiles como la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), lagartija cenicienta (*Psammotromus hispanicus*) y salamanguesa común (*Tarentola mauritanica*) y anfibios como el sapo común (*Bufo bufo*), sapo partero (*Alytes obstetricans*) y la rana común (*Rana perezi*).

Es de mención el importante papel que desempeña la microfauna en todos los ecosistemas del Parque Natural, al ser el principal agente del ciclo de los nutrientes regulan la dinámica de la materia orgánica del suelo, la retención del carbono y la emisión de gases de efecto invernadero, modifican la estructura material del suelo y los regímenes del agua, mejorando la cantidad y eficacia en la adquisición de nutrientes por parte de la vegetación y favoreciendo con ello la salud de las plantas y posteriormente la macrofauna.

8.1.2. Flora

Debido a la variedad de ecosistemas englobados en el ámbito territorial del Parque, puede encontrarse una amplia biodiversidad botánica, agrupándose las distintas especies en función del ambiente en el que se encuentran.

Se tiene por una parte la vegetación de ribera, que es la vegetación que encontramos asociada a las riberas y al cauce del río Turia, destacando por la superficie

que ocupan los helófitos (*Arundo donax*, ...). Podemos encontrar también ejemplares aislados, o formando pequeños bosquetes, de álamo blanco (*Populus alba*), álamo negro (*Populus nigra*), sauce blanco (*Salix alba*) o mimbreras. En contacto con el agua existe toda una comunidad de plantas anfibas constituida por carrizos (*Phragmites australis*), eneas (*Typha latifolia*, *Typha angustifolia*) y juncos (*Scirpus sp.*) mientras que diversas especies de fanerógamas del género *Potamogeton* afloran a la superficie desde el lecho del río.

En algunos puntos pueden encontrarse sucesiones de vegetación de ribera bien estructurada, constituida por olmos (*Ulmus minor*), álamos y sauces junto al río, como estrato arbóreo previo a las comunidades halófilas.

La escasa precipitación media implica que el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la maquia mediterránea posean un elevado valor ecológico, existiendo abundancia en especies de clima semiárido como son el tomillo (*Thymus sp.*), el romero (*Rosmarinus officinalis*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito (*Chamaerops humilis*), la aliaga (*Ulex parviflorus*), o el esparto (*Stipa tenacissima*).

Cabe destacar la pervivencia de ciertos endemismos valencianos, como la albaida sedosa (*Anthyllis lagascana*, *Anthyllis henoniana subsp. Valentina*), el rabet de gat (*Sideritis juryi*), el timó mascle (*Teucrium edetanum*) o la albaida de espiga fina (*Anthyllis terniflora*).

La vegetación asociada a los cultivos son plantas vivaces y anuales que pueden encontrarse junto a cultivos tanto de regadío como de secano y entre las que pueden destacarse la avena silvestre (*Avena fatua*), *Amaranthus blitoides*, *Cirsium arvense*, *Equisetum arvense*, y *Diploaxis erucoides*.

8.2. Parque Natural de la Albufera

8.2.1. Fauna

El Parque Natural de la Albufera es de gran importancia en el contexto general de los humedales europeos, en especial en lo referido a las aves acuáticas. Según datos del Servicio de Biodiversidad de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, más de 350 especies de aves utilizan este ecosistema y entre ellas, de 240 a 250 son visitantes anuales, siendo unas 90 las que ahí se reproducen.

Durante todo el año pueden observarse anátidas, que oscilan entre los 20.000 y 40.000 ejemplares. Algunas especies interesantes son el pato colorado (*Netta rufina*), que puede superar los 10.000 ejemplares, el cuchara común (*Anas clypeata*), el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), la cerceta común (*Anas crecca*) y los porrones europeos (*Aythya ferina*).

Hay también ardeidas como la garza real (*Ardea cinerea*), la garceta común (*Egretta garzetta*), la garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*), y otras especies más escasas como la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), la garceta grande (*Ardea alba*) y la garza imperial (*Ardea purpurea*).

Las colonias de ardeidas o garzas pueden superar en conjunto las 6.000 parejas y se ubican en las matas de la Albufera, siendo la especie más abundante. Durante la época de cría, el Parque Natural de la Albufera adquiere su verdadera importancia.

Las colonias de larolimícolas (gaviotas y limícolas) sitúan el Parque en el segundo puesto en importancia para estas aves en el Mediterráneo ibérico.

Las parejas nidificantes habituales de charrán común (*Sterna hirundo*) y charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*) son más de 5.000, acompañándoles, entre otros, la gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*), la gaviota picofina (*Chroicocephalus genei*), la avoceta (*Recurvirostra avosetta*) y la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*).

Entre los patos, el ánade azulón es el principal nidificante, con el porrón europeo y el pato colorado, destacando la presencia de la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), especie catalogada en peligro de extinción, con entre 2 y 4 parejas cada año.

La Albufera es, aunque especialmente relevante para aves, a su vez, un hábitat perfecto para especies acuáticas como anfibios, reptiles como el galápago europeo (*Emys orbicularis*) y galápago leproso (*Mauremys leprosa*), culebras acuáticas como la culebra viperina (*Natrix maura*), la culebra de collar (*Natrix natrix*) o la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), invertebrados e incluso mamíferos, como conejos (*Oryctolagus cuniculus*), erizos (*Erinaceinae sp.*), ratas de agua (*Arvicola sapidus*), rata parda (*Rattus norvegicus*), ratones de campo (*Apodemus sylvaticus*), ratas negras (*Rattus rattus*), musarañas (*Crocidura russula*), murciélagos (*Pipistrellus sp.*), comadrejas (*Mustela nivalis*), zorros (*Vulpes vulpes*), garduñas (*Martes foina*), ginetas (*Genetta genetta*), hurones (*Mustela putorius furo*), jabalíes (*Sus scrofa*), mapaches (*Procyon lotor*) y nutrias (*Lutra lutra*).

8.2.2. Flora

La mayor parte de la superficie del parque está ocupada por el cultivo del arroz y por la laguna litoral; por esto la vegetación autóctona queda restringida, por una parte, a las acequias, ullals (manantiales de agua dulce), zonas marginales del arrozal y de la laguna litoral y, por otra parte, a la franja costera arenosa, especialmente en la Devesa.

La vegetación dunar se asienta sobre sustratos arenosos, encontrándose vegetación del primer frente dunar (o dunas móviles) perfectamente adaptada a unas condiciones muy duras, como un sustrato poco estable, escasa disponibilidad y retención de agua, alta temperatura en la superficie de la arena durante el verano y, viento de poniente proveniente del mar, muy abrasivo. Algunas de estas especies son la oruga de mar (*Cakile maritima Scop.*), la correhuela marina (*Calystegia soldanella L.*), el junquillo de mar (*Elymus farctus L.*), la algodónosa (*Othantus maritimus L.*, *Euphorbia paralias L.*), el cuernecillo de mar (*Lotus creticus L.*), la hierba de la plata (*Medicago marina L.*), el barrón (*Ammophila arenaria L.*), la zanahoria bastarda (*Echinophora spinosa L.*), el cardo marino (*Eryngium maritimum L.*), el alhelí marino (*Malcomia littorea L.*), el pegamoscas (*Ononis natrix L.*) y la azucena marina (*Pancratium maritimum L.*).

También puede encontrarse vegetación del sistema dunar interno o dunas fijas, también asentada sobre un sustrato arenoso. No obstante, se trata de la alineación dunar más antigua, que ha sido colonizada por una vegetación de mayor porte y variedad de especies que el primer frente dunar, debido fundamentalmente a que las

condiciones son más favorables para su desarrollo. Se trata de una clara representación de la vegetación mediterránea litoral. En el estrato arbustivo de esta formación destacan entre otras especies el aladierno (*Rhamnus alaternus* L.), lentisco (*Pistacia lentiscus* L.), palmito (*Chamaerops humilis* L.), coscoja (*Quercus coccifera* L.), labiérnago (*Phillyrea angustifolia* L.), mirto (*Myrtus communis* L.), y el enebro marino (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa*), que se encuentra en el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas, Anexo III. *Especies Vigiladas*. Esta última también se encuentra en la zona de transición hacia las dunas móviles.

Se encuentran también arbustos de menor tamaño como el jaguarzo morisco (*Cistus salvifolius* L.), el romero macho (*Cistus clusii* L.), el romero (*Rosmarinus officinalis* L.), el rusco (*Ruscus aculeatus* L.), la albaida (*Anthyllis cytisoides* L.), el jaguarzo blanco (*Halimium halimifolium* (L.) Willk.), y la hierba sana (*Helianthemum syriacum* (Jacq.) Dum. -Cours.). El estrato arbóreo está formado principalmente por el pino carrasco (*Pinus halepensis* L.) con algunos ejemplares de pino rodeno (*Pinus pinaster* Aiton) y el pino piñonero (*Pinus pinea* L.).

La vegetación de saladares (vegetación halófila) se encuentra en las depresiones del terreno localizadas en la Devesa y conocidas localmente como malladas. Estas malladas quedan encharcadas temporalmente, principalmente en otoño, gracias a la composición del suelo (predominio de limos y arcillas). La característica de su salinidad viene dada por el hecho de que la mayoría de las aguas subterráneas de la Devesa provengan del acuífero marino. Dependiendo de la concentración de sal y de la humedad del suelo se instalan varias comunidades vegetales. Una de estas comunidades soporta una gran concentración de sal y está compuesta por plantas como las cirialeras (*Salicornia* sp.), el salvio o salsola (*Inula crithmoides* L.), y el llantén de hojas crasas (*Plantago crassifolia* Forssk.). Los juncos y los pastizales se sitúan en las zonas menos salinas de la mallada y componen otra comunidad vegetal. Además, algunas de estas plantas se encuentran en peligro de extinción como el limonio peludo (*Limonium duforii* (Girard) Kuntze.) en el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas.

La vegetación acuática, está formada por comunidades sumergidas, flotantes y palustres, que tienen una gran diversidad y una singular importancia. En cuanto a la vegetación que habita zonas encharcadas durante una gran parte del año o con aguas permanentes, con las raíces dentro del agua y el tallo y las hojas emergidas, destaca el carrizo (*Phragmites* sp.), el junco (*Juncus* sp.), la enea (*Typha* sp.), la masiega (*Cladium mariscus*) y en menor cuantía la malva acuática (*Kosteletzkya pentacarpos* (L.) Ledeb.) que forman el cinturón de la Albufera y sus islas, conocidas popularmente como matas. La vegetación sumergida y flotante se ubica en aquellas zonas donde la calidad de las aguas es de excelente calidad por lo general, como en los ullals, algunas acequias y algunos puntos de la Albufera próximos a los humedales artificiales del Tancat de la Pipa y del Tancat de Milia. Como vegetación sumergida destacan los géneros *Potamogeton* sp., y *Myriophyllum* sp., y, *Nimphaea alba* L. (Nenufar) como flotante, concentrado fundamentalmente este último en algunos de los ullals.

La vegetación de los afloramientos rocosos en el parque queda restringida a los afloramientos calcáreos de la *Muntanyeta dels Sants* en Sueca y *El Cabeçol* en Cullera. En este último pueden encontrarse especies adaptadas a la vida en acantilados, donde vuelve a destacar el *Limonium duforii* (convertido en una especie rupícola). Estos afloramientos están profundamente alterados por el ser humano, además de haber sufrido reiterados incendios. Así pues, su vegetación potencial debería ser un bosque maduro de carrasca con coscoja y lentisco, como así lo demuestran las diferentes

asociaciones y comunidades presentes en la zona. Encontramos pastizales anuales, con poca cobertura y suelo, hasta maquia impenetrable, pinadas y lentiscales, zonas repletas de aromáticas en las solanas y, especies rupícolas como el espino negro de roca (*Rhamnus lycioides L. subsp. Borgiae Rivas Mart.*).

8.3. Agroecosistema

No sólo en los espacios completamente naturales es donde existe biodiversidad; la vida tiene siempre curiosas maneras de proceder y adaptarse a las condiciones del entorno. Es así cómo en las áreas urbanas existen ciertos ecosistemas, por ejemplo, los que pueden encontrarse en el viejo cauce del Turia, compuestos por especies fuertemente acostumbradas a la presencia humana. Un punto intermedio entre estos dos tipos de espacios son las áreas agrícolas, donde se generan ecosistemas particulares.

En los sistemas agrarios interaccionan multitud de especies animales y vegetales, entre ellos existe el concepto de fauna útil, que facilita el equilibrio del agrosistema. Estos son animales que mejoran las características del suelo, combaten plagas, y mantienen el equilibrio ecológico del agrosistema; es el caso de erizos, murciélagos, culebras, lagartijas, ranas, sapos, avispa, chinches, escarabajos, mariquitas, arañas y lombrices. Con ellos se mantienen en límites adecuados las especies potencialmente dañinas para la agricultura, también presentes, como ratones, caracoles, babosas, cochinillas, hormigas, mosca blanca, etcétera, cuya presencia no debe olvidarse desde el punto de vista de la biodiversidad.

8.4. Fauna y flora potencial

Para diseñar un ecosistema fluvial con potencial ambiental es fundamental el estudio de la fauna y flora potencial, de cara a establecer zonas en función de los requisitos de las especies cuya presencia se quiere asegurar, compatibilizándolas en la medida de lo posible con el uso público. Es especialmente relevante conocer los requisitos que necesitan las especies que buscamos, para generar un diseño artificial imitando lo que la naturaleza precisa. Para esto se analizan las especies presentes tanto en el curso bajo del Turia, como en el Parque Natural de la Albufera, así como en sistemas fluviales análogos al del Turia. La metodología que se sigue es la siguiente:

1. Análisis de los sistemas naturales adyacentes y similares y los bancos de datos de biodiversidad disponibles para la elaboración de una lista de aproximadamente 600 especies potenciales en el Nuevo Cauce del Turia.
2. Revisión y evaluación de la lista de especies bajo el criterio de expertos entrevistados personalmente. Reducción de la lista inicial a aproximadamente 90 especies de referencia.
3. Agrupación de las especies por requisitos y elaboración de una matriz resumen de relación entre grupos categóricos y características geomorfológicas del cauce a reproducir.
4. Listado de unidades geomorfológicas que deben estar presentes en el nuevo cauce naturalizado.

Mediante la búsqueda de especies en las zonas de interés a través del *Banco de Datos de Biodiversidad de la Comunidad Valenciana*, el *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*, y otras fuentes de información, puede obtenerse un listado de especies de flora y fauna que podrían habitar el Nuevo Cauce naturalizado del Turia. En base a este listado inicial de especies que podrían habitar el Nuevo Cauce, obtenida mediante la recopilación de datos de las distintas fuentes de información, la metodología propuesta consiste en seleccionar las especies que se tendrán como objetivo para la colonización del nuevo ecosistema del Nuevo Cauce naturalizado, de modo que, en base a ellas, puedan enumerarse las condiciones ambientales que es necesario recrear, estableciendo diferentes espacios en función del total de especies considerado y sus condiciones particulares.

Para seleccionar las especies en base a las cuales diseñar la morfología del nuevo cauce se ha elaborado una lista amplia de la fauna y flora presente en espacios similares, cercanos o de influencia directa del río Turia, tomando las siguientes referencias:

- Para la vegetación helófito y sumergida, se toman como referencia los Humedales Artificiales del Parque Natural de L'Albufera (Tancat de Milia, Tancat de L'Illa y Tancat de la Pipa).
- Para la vegetación de ribera se toma como referencia tanto el Parque Natural del Turia como el curso bajo del Júcar.
- Para la fauna se toma como referencia la existente en el Parque Natural del Turia, en el Parque Natural de la Albufera y aquella presente en sistemas fluviales análogos y el agroecosistema.

Una vez generada la lista de especies, se separan por categorías y se valida la tabla mediante la entrevista a expertos; con la ayuda de estos se completa y mejora la lista en caso de omisión o error. Posteriormente, y en base al criterio profesional de los expertos entrevistados, se evalúan las especies analizadas en cuanto a importancia y se les asigna un valor comprendido entre 0 y 2, donde:

- 0: Ninguna importancia. No se debería considerar su presencia en un cauce nuevo del Turia renaturalizado.
- 1: Escasa importancia. Su presencia podría ser adecuada en un cauce nuevo del Turia renaturalizado, pero no es una especie prioritaria.
- 2: Muy importante. Debería ser una de las especies prioritarias hacia las que se enfoquen los trabajos de restauración de hábitats, en caso de una potencial renaturalización del Cauce Nuevo del Turia.

Los expertos entrevistados pertenecen a las siguientes asociaciones: *Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunidad Valenciana*, *Fundació Assut*, *SEO / Birdlife*, *CADEC Ambiental*, *GOTUR*, *Parque Natural del Turia* y *Viveros Municipales de Valencia*.

Con esta evaluación (en base a la opinión de los expertos entrevistados) se descartan las especies de la lista inicial que no procede tomar como objetivo en el diseño de las actuaciones, y se seleccionan las especies de referencia que serían la base de un nuevo cauce naturalizado para el río Turia. En base a ellas podremos dedicar en el nuevo río diferentes espacios destinados a las especies seleccionadas, y

acondicionalos de modo que la vida silvestre considerada más adecuada pueda prosperar en él, generando un nuevo ecosistema fluvial.

Los espacios a generar en base a estas especies pueden dividirse entre las siguientes categorías morfológicas principales:

- Curso de agua. Zona del cauce de aguas bajas propiamente dicho, por el que discurre un curso de agua en calidad y cantidad suficientes para las funciones vitales y el movimiento de las especies de referencia. El curso de agua siempre va a separar el cauce en dos zonas, que podrán ser inundables a diferentes niveles. Dentro del curso de agua tendremos condicionantes como el sustrato, la profundidad, la anchura o la inclinación de las márgenes y del lecho.
- Zonas de remanso. Pequeñas áreas a modo de lagunas y remansos de agua, con un nivel de agua aproximadamente constante y una velocidad reducida de ésta, que permita el establecimiento de especies vegetales que a su vez actuarán como refugio o alimento de otros tipos de especies. Dentro de las zonas de remanso tendremos condicionantes como el sustrato, la profundidad, el diámetro de la zona remansada o la inclinación de las márgenes y del lecho.
- Zonas de transición. Son las áreas limitantes entre el curso de agua o las zonas de remanso y el área emergida. Estas zonas comprenden las orillas del cauce lineal y sus espacios adyacentes, y contienen tanto vegetación acuática como terrestre y algunas especies particulares.
- Zona emergida. Esta zona comprende todo el área del Nuevo Cauce que no quedará en contacto directo con el agua del cauce de aguas bajas o los remansos. En ella tendremos tanto fauna como flora terrestres. Dentro del área emergida tendremos condicionantes como la anchura de la zona, el sustrato, la inclinación de las orillas, si es inundable o no, o la cercanía o lejanía al agua. Esta zona emergida tendrá siempre el carácter de potencialmente inundable, en casos de fuertes avenidas para las cuales sea necesario emplear toda la amplitud del Nuevo Cauce, siguiendo su función principal (aquella para la que realmente fue diseñado).

Posteriormente a la selección de especies, con una lista reducida en base al criterio de expertos, deben analizarse sus necesidades con el fin de determinar la intervención necesaria y para el establecimiento de los hábitats descritos. En general, se han agrupado las especies seleccionadas, categorizándolas en grupos homogéneos según sus necesidades ambientales más básicas. Se tiene:

- Vegetación subacuática. Va a estar condicionada en función de la velocidad del agua; especies como la espiga de agua (*Potamogeton pectinatus*) o la lengua d'oca (*Potamogeton nodosus*) van a requerir corriente de agua, mientras que especies como la cola de zorro (*Ceratophyllum demersum*), el hornwort suave (*Ceratophyllum submersum*) o la filigrana mayor (*Myriophyllum spicatum*) requerirán zonas remansadas. Estos macrófitos sumergidos requerirán una profundidad mínima de 40 cm de agua en las zonas de remanso, existiendo un máximo de profundidad que condicione su presencia (a la máxima que alcance la luz solar), pero siendo un requisito indispensable la transparencia de ésta. De este modo, podrían tenerse zonas de remanso de hasta dos metros de profundidad siempre que la luz del sol

alcanzara las zonas más profundas. Los parámetros en base a los cuales van a diseñarse las características de las zonas en las que se prevea la presencia de vegetación subacuática serán la velocidad del agua, profundidad y sustrato (presencia de un mínimo de materia orgánica y nutrientes que podría establecerse mediante el extendido de una mezcla de material granular y turba o tierra vegetal).

- Invertebrados acuáticos (o con fase acuática, como es el caso de las libélulas). Estas especies van a requerir agua transparente bien oxigenada y vegetación subacuática. Para que el agua se mantenga transparente y oxigenada será requisito que exista corriente y pequeños saltos de agua (siempre franqueables). Las zonas remansadas precisarán de renovación del agua para evitar la eutrofización, así como de vegetación subacuática para mantener el oxígeno disuelto.
- Vegetación helófito: Estas especies se caracterizan por tener tanto parte acuática como parte emergida, y estarán condicionadas por la profundidad del agua. La enea (*Typha angustifolia*) es la especie límite, y soporta un máximo de 50 cm de calado; de este modo, en las zonas en las que no se requiera su presencia o la de cualquier otro helófito, puede asegurarse su ausencia mediante el establecimiento de calados superiores. Estas especies, al ser estacionales, tienen una gran capacidad de obstrucción, por lo que debe limitarse su expansión. Para *Typha sp.* serán necesarios de 30 a 50 cm de agua, mientras que para el carrizo (*Phragmites sp.*) será suficiente desde unos pocos centímetros de agua hasta los 30 (profundidad idónea).

Cabe considerar que en estos espacios habilitados para vegetación helófito es posible que aparezca la caña vera (*Arundo donax*); debe asegurarse su erradicación total previa al establecimiento de las nuevas comunidades. A favor del nuevo ecosistema se encuentra el hecho de que la especie exótica (*Arundo donax*) es incapaz de cruzar canales de agua, mientras que el carrizo es capaz de conquistar las orillas contrarias. Las especies como el lirio amarillo (*Iris pseudacorus*), la arroyuela (*Lytrum salicaria*), la mansiega (*Cladium mariscus*), los juncos (*Juncus sp.*) o el junco agrupado (*Scirpus holoschoenus*) comparten requisitos de profundidad de agua con el carrizo, sin embargo, tienen menos capacidad de cobertura vegetal, no invadiendo grandes espacios y generando una gran biodiversidad para el ecosistema acuático. Algunas de estas especies son perennes, por lo que no producen tanta obstrucción en el cauce. Salvo el carrizo y la enea, todas requerirán cierto grado de sustrato; será necesario que exista tierra, lodo o fangos. Cabe considerar que la dinámica natural de sedimentos ha sido alterada debido en parte a la falta de un caudal continuo en el cauce y en parte debido a la existencia de los dos azudes del Nuevo Cauce. Esto dificulta el transporte natural de sedimentos hacia aguas abajo, por lo que deberán introducirse artificialmente la base de los sustratos que sean necesarios para el establecimiento de las comunidades acuáticas.

- Vegetación de ribera. Los condicionantes para esta vegetación serán tanto la profundidad del agua como la distancia al mar. Especies como los tamarix (*Tamarix gallica*) pueden crecer hasta en zonas inundables con máximos de 20 cm de agua y soportar bien la salinidad, al igual que la enea y el carrizo. Las especies de sauces (*Salix sp.*) crecen en las orillas; tienen porte arbóreo y mayor tamaño que los tamarix, pero se expanden menos que éstos. En las zonas emergidas con inundaciones ocasionales pueden incluirse individuos

de álamos (*Populus sp.*), fresnos (*Fraxinus sp.*) u olmos (*Ulmus sp.*), cuya presencia es altamente deseable desde un punto de vista medioambiental, sin embargo tienen gran potencial de obstrucción en caso de grandes avenidas.

- Fauna:

- Los peces van a requerir calados considerables (de mínimo un metro) y corriente constante. Además, necesitarán espacios de anchura considerable sin presencia de estrechamientos ni formaciones de embudo.
- Los anfibios requerirán aguas calmadas, con buena calidad y transparencia, así como vegetación subacuática.
- Los reptiles requerirán zona acuática más zona emergida, es el caso de las tortugas y culebras. Las especies de *Natrix sp.* requerirán pendientes suaves o rampas de acceso y salida del agua, así como zonas de refugio habilitadas fuera del agua. Estas zonas de refugio pueden materializarse mediante la acumulación de piedras. Asimismo, requerirán también transparencia del agua, presencia de helófitos y macrófitos sumergidos, así como diferentes profundidades. Las tortugas (galápago leproso (*Mauremys leprosa*) y galápago europeo (*Emys orbicularis*)) requerirán, además de transparencia del agua y rampas de acceso, balsas de soleamiento (troncos anclados al lecho, pequeñas islas o zonas rocosas protegidas por la corriente de los depredadores potenciales). Además, será necesario establecer zonas de arena o tierra para el desove, preferiblemente en islas para una mayor protección. Por otra parte, resultará imposible evitar la presencia de tortugas exóticas, por lo que deberá llevarse a cabo una gestión del hábitat con trampeo de soleamiento.
- En el caso de las aves, para las especies limícolas serán necesarios calados en función de la longitud de sus patas, nunca más de 30 o 40 centímetros. También será necesario que las zonas habilitadas para estas especies no tengan demasiada velocidad del agua, y que dispongan de lodos en el fondo, entre los que estas especies puedan encontrar su alimento. Serán necesarias también zonas de aguas temporales, así como islas de descanso y/o nidificación. Para el caso particular de las larolimícolas pueden generarse islas sin vegetación mediante la colocación de geotextiles o grava para su anidamiento. Serán necesarias a su vez zonas de remansos de máximo 20 centímetros. Para fúlicas, anátidas ráyidos y ardeidas serán favorables las zonas más profundas, necesitando también la presencia de macrófitos sumergidos y abundante vegetación helófito para anidar. Es deseable establecer pequeñas islas de nidificación resguardadas por la corriente de los depredadores potenciales para las especies que nidifiquen en el suelo. En el caso de aves buceadoras será requisito una profundidad mínima de 50 – 60 centímetros, con zonas con y sin vegetación sumergida. Requerirán también aguas transparentes. Para las especies de paseriformes será

necesaria la presencia de especies de porte arbóreo, así como para las especies de rapaces tanto nocturnas como diurnas.

- En cuanto a mamíferos, para las especies de nutria (*Lutra lutra*), rata de agua y rata común (*Arvicola sapidus* y *Rattus norvegicus*) serán requisitos tanto la transparencia del agua como la existencia de taludes de tierra poco pronunciados y vegetación subacuática y acuática como la enea (*Typha angustifolia*). Para la gineta (*Genetta genetta*) y los mustélidos será muy importante la continuidad arbórea desde el alto Turia. Para asegurar la presencia de murciélagos pueden instalarse cajas nido refugio.

Los requisitos ambientales de las especies de fauna y flora seleccionadas para el diseño del cauce se repasan de forma no exhaustiva o sistemática en los párrafos anteriores. Se ha diseñado una matriz para relacionar las necesidades de cada grupo de especies afines con las características que el Nuevo Cauce debe reunir en alguno o varios de sus puntos, para que de forma potencial estas especies se sientan atraídas a conquistarlo como hábitat propicio. La matriz resumida se muestra a continuación, incluyéndose la matriz completa en el **Anexo III.3 – Especies de referencia**.

Categoría	PROFUNDIDAD	V.AGUA	SUSTRATO	REQUISITOS
Anfibios	0.5 m	Reducida	Tierra/lodo/fango y piedras	V. Sumergida e invertebrados
Avifauna	0.1 - 0.3 m 0.4 - 2 m	Reducida, Corriente	Grava, arenas, fango y piedras	V. Helófitas, v. de ribera, m. sumergidos, invertebrados, v. palustre, ictiofauna
Flora	0 m 0.1 - 0.3 m 0.40 - 2 m	Reducida, Corriente	Arena+turba/tierra vegetal Arenas/Arcillas/Gravas	Transparencia, sustrato, zona emergida
Ictiofauna	1 m	Indiferente, reducida	Grava, arenas, fango	Permeabilidad longitudinal, transparencia, invertebrados, v. acuática
Invertebrados	Indiferente	Indiferente, reducida	Limos/fangos/gravas y arenas	Ictiofauna, transparencia, vegetación abundante
Mamíferos	Indiferente	Indiferente, reducida	Tierra, piedras	Matorral, v. de ribera, invertebrados, ictiofauna
Reptiles	Indiferente, reducida	Indiferente, reducida	Tierra/piedras/rampas	V. de ribera, ictiofauna, v. helófitas, v. sumergida

Tabla 8. Matriz resumen de los requisitos de biodiversidad

En esta evaluación se han considerado los parámetros profundidad, velocidad del agua, anchura, sustrato, salinidad y temporalidad del agua. Mediante un primer análisis se concluye que los parámetros anchura, salinidad, y temporalidad del agua son o bien fundamentalmente indiferente para las especies, como es el caso de la anchura, o bien reducible a únicamente dos posibilidades, como es el caso de la salinidad (cerca del mar / lejos del mar) y de la temporalidad del agua (aguas permanentes / ocasionales, siendo las aguas ocasionales aquellas que inundarán la zona emergida eventualmente). De este modo, se tienen los siguientes parámetros:

- Profundidad:
 - Zona emergida
 - De 0.1 a 0.3 m
 - De 0.4 a 2 m
- Velocidad del agua

- Aguas rápidas y pequeños saltos
- Aguas lentas, estanques y remansos
- Sustrato
 - Arenas + turba o tierra vegetal
 - Gravas y piedras
 - Limos y fangos

El diseño geomorfológico que se propone en los siguientes apartados se enfoca en que dichos espacios queden representados en alguno de los puntos. En cualquier caso, un proyecto de diseño definitivo del Nuevo Cauce del Turia requerirá un análisis más profundo de los hábitats de las especies seleccionadas, para recrearlos de forma precisa en la intervención final. Este trabajo constituye un acercamiento inicial a la posible solución, que finalmente requerirá un análisis exhaustivo de los ejes de intervención en el Nuevo Cauce.

Las unidades geomorfológicas que deberán incluirse en el diseño del curso del cauce dentro del cauce son las siguientes:

- Zonas emergidas ocasionalmente inundables con tierra vegetal y piedras.
- Zonas de transición entre la zona emergida y las zonas de agua, con pendientes poco pronunciadas.
- Zonas de entre 0.1 y 0.3 metros de profundidad de agua, con velocidades reducidas y fondo de limo, lodo, piedras y grava.
- Zonas de entre 0.1 y 0.3 metros de profundidad de agua, con velocidades significativas y fondo de limo, lodo, piedras y grava.
- Zonas de entre 0.1 y 0.3 metros de profundidad de agua, con velocidades reducidas y fondo de arena y turba o tierra vegetal.
- Zonas de entre 0.4 y 2 metros de profundidad de agua, con velocidades reducidas y fondo de lodo, turba y arena o tierra vegetal.
- Zonas de entre 0.4 y 2 metros de profundidad de agua, con velocidades significativas y fondo de lodo, turba y arena o tierra vegetal.
- Zonas de pequeños rápidos y saltos de agua, con velocidades significativas.
- Zonas con islas emergidas de nidificación y balsas de soleamiento insertadas en el cauce, con y sin vegetación.

En base a todo lo anterior obtenemos: zonas emergidas y de transición, remansos someros, rápidos someros, remansos profundos, rápidos profundos, pequeños saltos de agua, e islas intermedias. Las unidades geomorfológicas derivadas de este análisis serán aquellas a reproducir en el diseño final del Nuevo Cauce del Turia.

9. CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y DE USO PÚBLICO

Aunque el fin último del conjunto de actuaciones propuestas debe ser ante todo la defensa de la ciudad de Valencia frente a las avenidas, no deben olvidarse las connotaciones ambientales y de uso público de la alternativa al Nuevo Cauce actual; este nuevo curso fluvial naturalizado debe incluir espacios destinados tanto al disfrute y uso público como mantener en su seno ciertas reservas de fauna y flora, así como espacios para la cría y abrevadero. El objetivo de la actuación completa es el de fusionar la ciudad y población de Valencia con su río, permeabilizando el paso desde y hacia él, así como longitudinalmente.

Se ha planteado previamente la actuación en tres ejes centrales (hidráulico, ecológico y público) así como en ejes transversales que contienen elementos comunes de todos los anteriores (conexiones, seguridad y servicios). Los ejes centrales se denominan específicos, y refuerzan la conectividad longitudinal del cauce.

9.1. Eje hidráulico

Este eje tiene tres objetivos fundamentales; el suministro de recursos, el funcionamiento en las diferentes situaciones de caudal, y la garantía de que los diferentes usos establecidos son compatibles con el funcionamiento del cauce.

En cuanto al suministro de recursos, el único caudal que requerirá de alimentación continua con garantía de servicio es el caudal ecológico; este caudal discurrirá por el cauce de aguas bajas, haciendo posible el mantener las comunidades acuáticas de referencia. Este caudal puede ser garantizado mediante la reutilización de efluentes de depuradora, como pueden ser la de Quart-Benàger o la de Pinedo, que disponen de tratamiento terciario y cuyo caudal continuo de agua tratada que se vierte al mar se ha estimado en 3 m³/s (EPSAR). Estos 3 m³/s constituyen, precisamente, el caudal ecológico deseable. Esta posibilidad de recurso es inmediata; a más largo plazo se tiene que a medida que se modernicen los regadíos de las áreas cercanas pueden generarse excedentes de riego también aprovechables.

En cuanto al funcionamiento del sistema, los caudales que se contemplan son los mencionados anteriormente; el caudal de avenida, el caudal ecológico, el caudal de diseño, y el caudal dominante.

- El caudal de avenida está ligado a la capacidad total hidráulica actual del cauce; ninguna de las actuaciones debe implicar una capacidad del encauzamiento inferior a este caudal. El caudal de avenida para el que fue diseñado el nuevo cauce era de 5000 m³/s, sin embargo, actualmente esta capacidad ha descendido localmente hasta aproximadamente los 4300 m³/s (Vallés-Morán et al., 2011)
- El caudal ecológico es aquel caudal mínimo que debe ser suministrado constantemente para mantener las comunidades y ecosistemas acuáticos; este discurre por el canal de aguas bajas, siendo su valor (de 1 a 3 m³/s) de varios órdenes de magnitud inferior al caudal de avenida, por lo que no supondría ninguna alteración perceptible de la capacidad del cauce.

- El caudal de diseño es aquel que define la vida útil de las actuaciones propuestas; establece el periodo medio de tiempo de reposición, asociado a su vez a un periodo de retorno, y en su determinación deben considerarse criterios económicos.
- El caudal dominante es el caudal de diseño del cauce principal, y se obtiene mediante criterios hidromorfológicos.

El tercer objetivo hidráulico es garantizar la compatibilidad de los usos establecidos con el funcionamiento del cauce, estableciendo las condiciones que deben cumplir. Estos usos no deben disminuir la capacidad hidráulica del cauce, por lo que la capacidad de evacuación durante las crecidas extraordinarias debe mantenerse.

La propuesta fundamental para la reconexión longitudinal y lateral del río Turia se basa en la generación de un cauce menor de aguas bajas por el que circule continuamente el caudal ecológico aportado por la reutilización de efluentes, como ya se ha mencionado. Esta actuación se conecta con el eje ecológico, puesto que estará ligada a la regeneración de hábitats y al mantenimiento de la vida acuática y derivada de ésta. Este cauce de aguas bajas se encuentra incluido, como ocurre en la naturaleza, en un cauce mucho más amplio, denominado cauce principal, dentro del cual discurre, e implica a su vez una modificación de la sección transversal, aumentando la capacidad hidráulica del cauce sin alterar el correcto funcionamiento del encauzamiento.

El cauce principal puede, a su vez, conectarse a lagunas laterales o zonas de inundación controlada que permitan la regulación del caudal de diseño, de modo que se controle o rebaje en cierto modo el daño a las instalaciones de uso público dispuestas, que se conciben reemplazables y con necesidades de reposición total o parcial cada cierto periodo de recurrencia.

También se estudian las infraestructuras de reparto de aguas (Azud del Repartiment) y las que aseguran el correcto funcionamiento del conjunto (Azudes Intermedio y Final). El Azud del Repartiment debe continuar cumpliendo su función de reparto de agua para riego, por lo que en lugar de eliminarlo es preferible permeabilizarlo mediante una escala de peces que garantice la continuidad longitudinal hacia y desde el Parque Natural del Turia. Los Azudes Intermedio y Final aseguran el correcto funcionamiento en situación de avenida, independizando el comportamiento del nivel del mar, por lo que su eliminación tampoco es posible. Por esto, y específicamente para el Azud Intermedio será necesario incluir estructuras que salven el obstáculo, conectando longitudinalmente los tramos I y II.

No es recomendable, asimismo, modificar las pendientes de los tramos, puesto que la de los tramos I y III está ligada a la pendiente de equilibrio del río en situación natural, y la del tramo II queda definida por la diferencia de cotas. Por otra parte, es posible modificar localmente los recubrimientos de lecho y márgenes, incluyendo vegetación cuya presencia no implique que los caudales de avenida produzcan erosiones superiores a las admisibles ni su efecto conjunto implique una disminución de la capacidad hidráulica total del encauzamiento. Del mismo modo aplica en el caso de estructuras para las zonas de uso público, deportivas, etcétera. Los nuevos accesos que se dispongan no deben introducir obstáculos en el cauce que supongan una disminución de la sección útil para el flujo superior al 5%.

9.2. Eje ecológico

Como ya se ha mencionado, no parece razonable prescindir de una funcionalidad ambiental que tiene cabida dentro del Nuevo Cauce sin razón alguna, especialmente dándose el caso de que la capacidad hidráulica final no va a verse, en ningún caso, mermada. Es, pues, más razonable la compatibilización de usos, compensando los puntos débiles de la ciudad y generando condiciones ecológicas favorables para especies animales y vegetales. Es bien sabido que el encauzamiento cumple su función protectora, sin embargo un río natural contiene muchas otras funciones que el Nuevo Cauce actualmente no cumple; éstas son las que pretenden implementarse, las funciones ecológicas imprescindibles.

En el caso de los Jardines del Turia, estas funciones no se cumplen, debido principalmente a la antropización excesiva del viejo curso fluvial; un jardín urbano no puede ser un río. Por esto es necesario aprovechar la posibilidad de un uso público y ambiental que mantenga la funcionalidad del cauce naturalizado, acondicionando riberas, disminuyendo el riesgo hidrológico, y aumentando el valor de la ciudad y del río a su paso por ella. Para esto son necesarias tres ideas clave; la regeneración de hábitats, el fomento de la conectividad ecológica, y la mejora de la calidad del agua. Asimismo, este eje puede cumplir una función didáctica y divulgativa, mediante la preparación de jornadas o la construcción de observatorios y de filtros verdes.

La regeneración de hábitats debe posibilitar la recuperación de la flora y la fauna, aunque no sea en el lugar original. Recuperar los hábitats ribereños y de agua dulce perdidos en el viejo cauce puede ser viable en parte gracias al aporte continuo del caudal ecológico. Además, la anchura del cauce puede permitir la instalación de lagunas o humedales, aumentando el potencial ecológico mediante la colocación de islas de biodiversidad que emulen hábitats que sean capaces de atraer a especies para su descanso, alimentación y cría. La vegetación de las márgenes puede también generar un valioso biotopo, pudiendo plantearse el diseño de zonas con especies arbustivas y helófitas, habilitando a su vez en zonas puntuales pequeñas lagunas o remansos. Asimismo, podría ser favorable también disponer de espacios aislados que garanticen el descanso de la fauna salvaje que pueda requerir un entorno más tranquilo.

La conectividad ecológica debe garantizar la conexión de las poblaciones animales del territorio; esta conexión debe ser tanto longitudinal como transversal, y debe permitir el flujo de especies independientemente del entorno antropizado. Es imprescindible establecer un corredor capaz de desfragmentar los hábitats y las poblaciones que se han visto mermadas con el aumento de la superficie urbana del área metropolitana de Valencia. Esta es una oportunidad que viene dada íntegramente por la posición del Nuevo Cauce; tiene la posibilidad de conseguir permeabilizar el territorio mediante las conexiones ecológicas potenciales que establece entre los dos parajes naturales, las huertas, el mar, e incluso los jardines urbanos del cauce viejo, dando la posibilidad de estancia a especies de dispersión tanto terrestre como acuática y aérea.

En cuanto a la calidad del agua, no debe ignorarse la oportunidad que el Nuevo Cauce brinda de servir, en base a experiencias pasadas, de agente en la mejora de la calidad a través de la habilitación de filtros verdes que sirvan tanto para su cometido original como para que sean, además, pequeñas reservas de biodiversidad. Los humedales artificiales emulan el efecto amortiguador que en la naturaleza tiene el medio receptor frente a pequeños vertidos; de este modo, mediante el empleo de especies

vegetales se puede conseguir una disminución significativa de las concentraciones de nutrientes presentes en las aguas mediante fito-depuración.

9.3. Eje público

El eje público es fundamental, puesto que tiene una funcionalidad múltiple; por una parte, articula el territorio, conectando y enlazando zonas, generando accesos y recorridos, por otra parte genera usos y establece equipamientos, respondiendo a las necesidades y derechos urbanos. La infraestructura verde se mezcla con este eje, conectando los elementos entre sí; la nueva funcionalidad del cauce implicará los usos posibles en su seno que no requieran de infraestructura que pueda obstaculizar el paso libre del agua ni reducir la capacidad hidráulica de desagüe. Es deseable generar un espacio que, asimilándose al disfrute público que establecen los Jardines del Turia, sea capaz de complementarse con el respeto al medio ambiente y el mantenimiento de sus funciones imprescindibles. La herida que genera el Nuevo Cauce en la trama urbana, fraccionando la ciudad y marginando su zona austral, puede convertirse en una autopista ecológica que permeabilice el terreno tanto para las especies animales y vegetales como para los habitantes de la ciudad, puede convertirse en un lugar de disfrute público, de uso público, de aprendizaje, de saneamiento, de *conservación*.

El diseño de estos nuevos usos debe ser compatible con su inundación periódica, tomando en consideración, como se ha mencionado, la necesidad de reemplazo y reposición de sus elementos. En definitiva, se busca la reutilización de un espacio que genera amplias oportunidades para reforzar el equilibrio social, mejorar la accesibilidad y la movilidad y garantizar el disfrute público y el uso colectivo.

10. PLANTEAMIENTO DE LA RECONEXIÓN LONGITUDINAL

Para el diseño de la reconexión longitudinal se deben tener en cuenta las características particulares de las especies de referencia. Las especies de ictiofauna deben ser capaces de remontar los obstáculos, debiendo existir para ello pequeños saltos con un valor mínimo de la lámina de agua que discurre por ellos. Esta permeabilización de los obstáculos en detalle queda fuera del alcance de este trabajo, pero debe plantearse como un by-pass natural dentro de las posibilidades que ofrezca la geometría ya existente; que permita el paso libre de las especies animales así como la dispersión de semillas y sedimentos dentro del Nuevo Cauce.

10.1. Tipología de escalas

Para azudes de desnivel comprendido entre 1 y 10 metros existen múltiples soluciones basadas en el diseño hidráulico particular y construidas en hormigón. Estas son habitualmente escalas de ralentizadores y de artesas.

Las escalas de ralentizadores se instalan para las especies de gran capacidad natatoria, como pueden ser los salmónidos. Estas escalas tienen trazados rectilíneos con grandes pendientes (10% - 20%) y deflectores que reducen la velocidad del flujo de agua. Sin embargo, esta escala tiene formas complejas que son fácilmente obstruibles, y son sensibles a las variaciones de nivel del agua en la alimentación, por lo que precisan de mantenimiento continuo.

Las escalas de artesas, por otra parte, son compatibles con los migradores ibéricos de cualquier tamaño, pues se trata de una escalera formada por pequeños estanques comunicados por saltos de entre 15 y 30 centímetros, pudiendo modificarse en función de los parámetros de salto, conexión entre estanques y tamaño de éstos para las especies de referencia. Estas escalas pueden ser fundamentalmente de dos tipos; de hendidura vertical o de orificios.

La escala de hendidura vertical es funcional con un amplio rango de caudales, siendo además de mayor simplicidad constructiva y no discriminatoria para las especies de poca capacidad de salto, por lo que es la solución que se estudiará, en base a la facilidad de adaptación a los azudes y a que es la tipología que mejor se adapta a las diferentes especies potenciales de ictiofauna.

Esta tipología comunica los estanques mediante vertederos sumergidos; estos estanques permiten el descanso de las especies durante el ascenso, sirviendo, además, para disipar la energía del agua circulante.

Es preferible, además, desde el punto de vista del acceso de los peces a la escala, que el flujo de agua discorra paralelamente a la lámina de agua, de modo que no se produzca un flujo sumergido circular que pueda confundir a la ictiofauna. Para ello puede alargarse la escala de peces hasta llegar al lecho, o bien generarse un manto de cantos redondeados que tenga el mismo efecto con materiales aluviales.

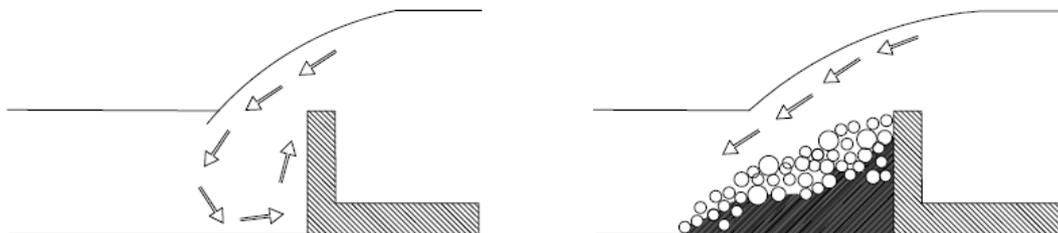


Fig. 46. Tipología de entrada a la escala de peces. Elaboración propia

A parte de las tipologías habituales, que podrían incluirse sin mayor dificultad dentro del nuevo cauce, es preferible analizar las variantes *natural-like* con la finalidad de generar un espacio lo más naturalizado posible, en el que se permitiera el remonte de las especies mediante un dispositivo amigable con sus alrededores. De este modo, podría establecerse a uno de los lados del obstáculo, una rampa de pendiente reducida, en la que se generen escalones mediante la inserción de piedras, generando así una lámina libre constante de velocidad reducida franqueable por las especies de referencia. En el seno de estas estructuras naturalizadas podrían generarse pequeñas oquedades que sirvieran como áreas de descanso para las especies que las utilicen.

10.2. Azud del Repartiment

El azud del Repartiment está ubicado en el término municipal de Quart de Poblet, próximo al término municipal de Mislata, y tiene dos partes diferenciadas; el tramo de aguas bajas, compuesto por un vertedero de perfil Creager de 99 metros de longitud construido en la cota +30 msnm, y el tramo de aguas altas en el que se dispone una rampa de vertido de 99 metros de anchura para la circulación de grandes caudales a una cota de +32 msnm. La base del azud se encuentra en la cota +23'5 msnm y éste dispone de una compuerta de desagüe de fondo de 3'5 metros de ancho y 4 metros de altura. En la margen derecha se sitúa la cámara de reparto de las aguas.

10.3. Azud Intermedio

El Azud Intermedio se sitúa entre los tramos I y II, y su misión consiste en independizar el funcionamiento hidráulico de ambos tramos. Se compone de un vertedero en pared curva de 5.95 m de altura y un cuenco de amortiguación de 29 m de largo. La longitud total del elemento es de 41.50 metros.

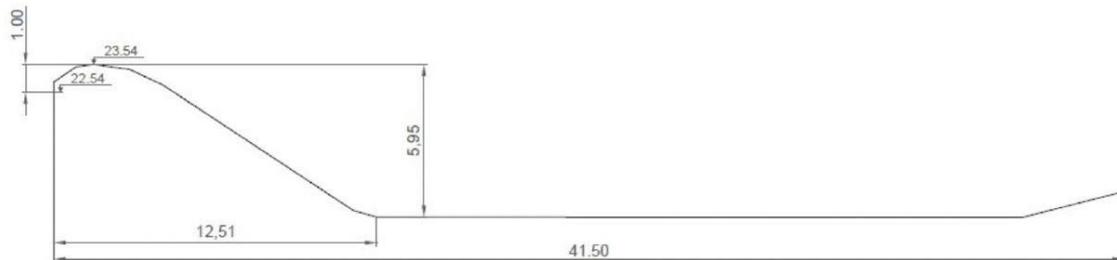


Fig. 47. Azud Intermedio. Fuente: Vallés-Morán et al., 2011.

11. DISEÑO DEL CURSO DEL CAUCE PRINCIPAL

11.1. Definición de la actuación de recuperación ambiental propuesta

11.1.1. Separación de usos

Para una primera aproximación a la recuperación ambiental del ámbito de estudio, se establece un curso fluvial con las características morfológicas extraídas de las conclusiones del análisis morfológico del río en estado natural. Con la disposición propuesta se obtiene una sinuosidad de 1.14, muy cercana a la sinuosidad objetivo con valor 1.15 obtenida en el análisis morfológico.

Para garantizar la conectividad longitudinal del cauce para el uso público se propone un camino alternativo a los tramos existentes, que salve las barreras transversales mediante estructuras temporales o desmontables.

Estos dos elementos, el curso fluvial y el camino, se han empleado como elementos delimitadores, con el objetivo de establecer zonas de diferentes usos, éstas

son la zona naturalizada, la zona de uso público y la zona de transición, y se representan en el **Plano. Nº 2 – Separación de usos.**

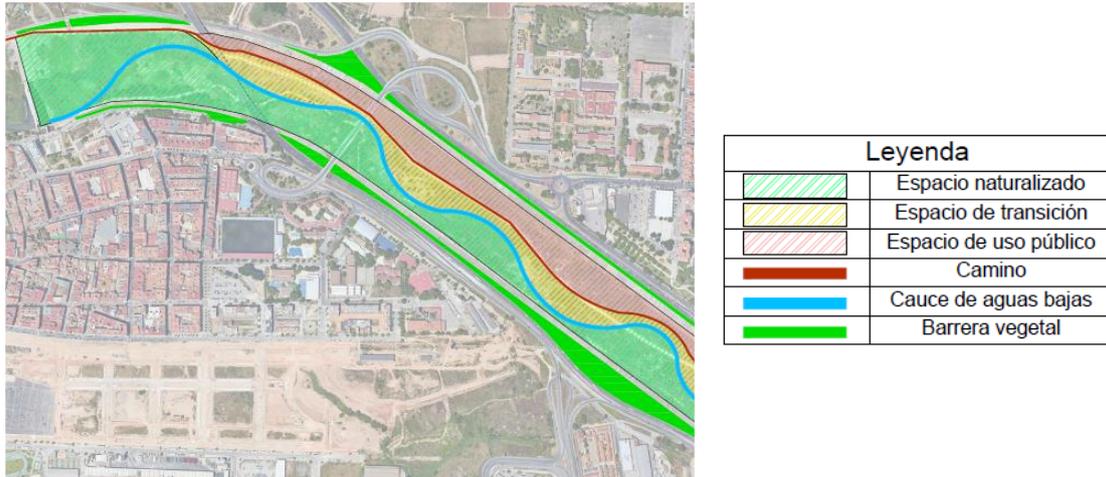


Fig. 48. Ejemplo de separación de usos propuesta.

Estas delimitaciones de áreas establecidas en los planos tienen carácter orientativo, indicando que en las zonas de uso público pueden llevarse a cabo actividades puntuales, o disponer de elementos desmontables o temporales de mobiliario urbano disperso, teniendo presente que el cauce en este trabajo se plantea, fundamentalmente, como espacio natural en el que pueden existir ciertos aprovechamientos basados en los servicios ecosistémicos generados, en algún punto del área delimitada como de uso público, pero no en toda su extensión simultáneamente.

Asimismo, el área naturalizada supondrá un espacio natural al que no exista acceso público directo. En este sentido, el área de transición propuesta supondrá un espacio fundamentalmente natural pero mínimamente antropizado por la presencia de transeúntes. En este espacio pueden disponerse paneles informativos y puntos de observación de fauna debidamente ubicados e integrados, buscando la coexistencia entre el uso peatonal y las especies más permisivas ante la presencia humana.

Se incluye en esta propuesta el establecimiento de barreras vegetales en las zonas de coronación de márgenes que disponen de tierra vegetal y, en algunos casos, arbolado preexistente. En estas zonas pueden disponerse especies que actúen de barrera acústica y paisajística ante el tráfico rodado, aislando el interior del cauce. En la visita de campo se ha observado el notorio efecto que genera una arboleda de pinos existente en la margen derecha del último tramo del cauce.

Con respecto a esto, las actuaciones podrían encaminarse hacia dos vertientes: la siembra de especies que se busca que existan también dentro del cauce, o la siembra de especies que se busca que ejerzan únicamente una función de barrera vegetal. Debido a que es preferible la no presencia de arbolado dentro del cauce, parece más viable establecer zonas vegetadas por especies autóctonas pero que, frente a la posibilidad de colonizar el Nuevo Cauce, se encuentren en desventaja ante las especies presentes. Es este el caso de algunas especies de pinos, como *pinus halepensis*, o tarais (*tamarix sp*), que no requerirán tanta presencia de agua como otras especies (álamos, sauces...) y encontrarán dificultades en colonizar el interior del cauce debido a las circunstancias que favorecen el desarrollo de las especies de flora objetivo. Además, podría proponerse también la siembra de especies arbustivas autóctonas, que aumenten el efecto de barrera vegetal, que se empleen habitualmente como flora

ornamental en las zonas verdes de las ciudades y que se incluyan entre las especies de referencia del **Anexo III.3 – Especies de referencia** como puede ser *Nerium oleander*.

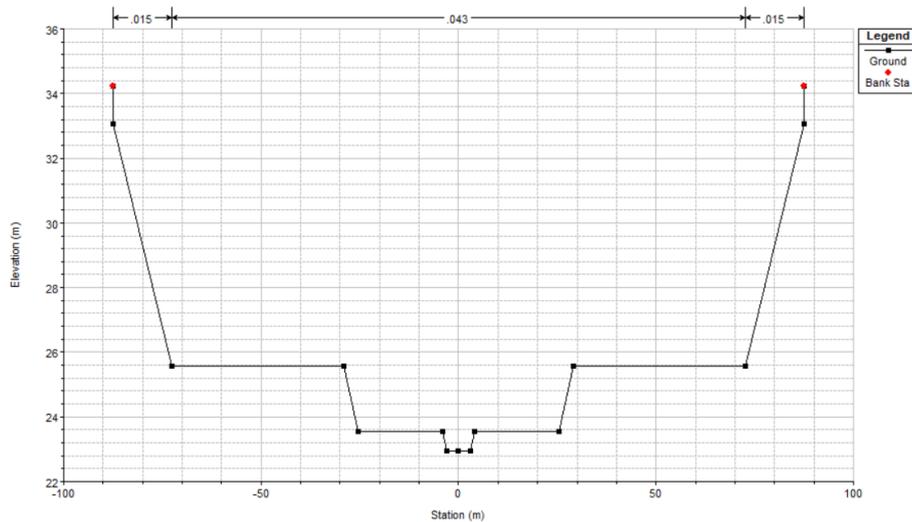
11.1.2. Distribución morfológica

Para generar una distribución morfológica coherente con los requisitos establecidos previamente, se propone un cauce dentro del cauce de ancho entre 50 y 60 metros y profundidad 1.50 metros, en cuyo seno se introduce un cauce de aguas bajas de 10 metros de anchura y 0.5 metros de profundidad.

- Se establece una distinción entre velocidades del agua en función de la capacidad natatoria de remonte de los diferentes grupos de especies piscícolas contempladas en el Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos, de la Agència Catalana de l'Aigua:
 - o Velocidades reducidas: 0 – 1 m/s
 - o Velocidades moderadas: 1 – 2,10 m/s
 - o Velocidades significativas: > 2,10 m/s
- Se establece una inclinación de taludes del cauce de aguas bajas de 30º en base a los requerimientos de la fauna potencial.
- Se establece un ancho mínimo de superficie libre del río derivado del análisis morfológico de 10 m y un ancho máximo derivado de la separación prevista de usos compatibles del cauce que se valora como un tercio del espacio disponible, por lo que se cuantifica entre 50 y 60 m.
- Se establece una profundidad máxima y mínima derivadas del análisis de biodiversidad de 1.5 m y 0.5 m respectivamente, la máxima se deriva de los requisitos de las especies de flora y la mínima se deriva de los requisitos de las especies de ictiofauna. La profundidad exigida por algunas especies de avifauna y flora, cuantificada entre 0.1 y 0.4 m se garantizará con el diseño de las secciones transversales.
- Se establece un caudal de diseño de 130 m³/s, inferior al caudal dominante en régimen natural y superior al caudal ecológico; este caudal proviene del análisis estadístico de la serie temporal de caudales del río Turia en su estado actual, siendo, concretamente, el valor del caudal equivalente en cuanto a periodo de retorno al “caudal dominante” para la situación real de regulación. Este caudal se corresponde con el que llena la sección de ancho 50 m y profundidad 1.50 m.
- Añadiendo en las secciones transversales un cauce adicional con la misma inclinación de taludes impuesta por requerimientos de fauna y una anchura de superficie libre de 10 metros, se obtiene un curso de agua permanente a lo largo del Nuevo Cauce con el caudal establecido como caudal ecológico, coincidente con la disponibilidad de recursos provenientes de depuradoras cuantificada por la EPSAR en 3 m³/s, y garantizando una profundidad mínima de agua de 0.50 m. Este pequeño cauce adicional se integrará en las secciones transversales de ancho máximo.

Partiendo de un modelo hidráulico unidimensional del Nuevo Cauce del Turia, y en base a la separación de usos propuesta en el **Plano nº 2 – Propuesta de separación de usos**, se introduce en las secciones transversales el cauce dentro del cauce

propuesto, comprobando su no interferencia con las pilas de los puentes existentes, para posteriormente generar un MDT del Nuevo Cauce en base a las tipologías de secciones transversales incluidas, con 2 m de tamaño de celda, que se representa en el **Anexo VI – Modelo Digital del Terreno**. Este MDT se genera para hacer un modelo hidráulico bidimensional que permita el mejor estudio de los campos de velocidades y calados en sección transversal de cara a la compatibilidad de la solución propuesta con los requisitos de las especies de referencia.



11.1.3. Secciones transversales

Partiendo del modelo del cauce en el estado actual, y mediante el uso del software HEC-RAS v5.0.7 (USACE, 2019) se modifican las secciones transversales objetivo, incluyendo los cauces de aguas bajas según la tipología elegida en cada caso. Esta tipología varía en función de la necesidad de estrechamiento del cauce debido al cruce bajo los puentes existentes, así como en función de las amplitudes de meandro y longitudes de onda obtenidas del análisis morfológico del río Turia en estado natural, y de los anchos y calados máximos y mínimos obtenidos tanto por requisitos de especies como por cálculo hidráulico.

Las secciones transversales incluidas se listan en el **Anexo IV – Secciones transversales**. Se ha interpolado entre secciones con una distancia máxima más pequeña en aquellas zonas en las que se requiere un mayor detalle. Estas secciones interpoladas varían en ancho y calado, entre los límites establecidos, y aportan variabilidad e irregularidad al cauce, generando pequeños remansos en algunas zonas. Con estas secciones transversales tanto insertadas como interpoladas se genera el MDT del Nuevo Cauce, tal y como se ha comentado anteriormente.

Fig. 49. Ejemplo de sección transversal incluida en el modelo

11.1.4. Reconexión longitudinal

Dentro de las actuaciones propuestas para la nueva solución morfológica del Nuevo Cauce del Turia, y, en base a lo expuesto anteriormente en el **apartado 10 – Planteamiento de la reconexión longitudinal**, se propone la permeabilización de las barreras transversales existentes.

Se propone instalar pasos de ictiofauna dentro de las iniciativas *natural-like* para un acabado más amigable con los ecosistemas objetivo y una mejor integración en el conjunto, pudiéndose ejecutar tanto rampas de piedras como escalas de artesas naturalizadas. Estos pasos deberán ejecutarse siempre en base a los requerimientos de la ictiofauna objetivo recogida en el **Anexo III.3 – Especies de referencia**, considerando sus capacidades natatorias y de salto para el remonte de obstáculos.

EFECTO DE BARRERA EN ASCENSO: UMBRALES O VALORES LIMITANTES POR TIPO DE OBSTÁCULO Y GRUPO DE ESPECIES PISCÍCOLAS				
Umbrales o valores limitantes (en m o m/s)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Salto verticales				
Altura del salto (S), en m	≤1	≤0,5	≤0,2	0
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	≥1,25h	≥1,4h	≥1,4h	Indiferente
Anchura en coronación (W), en m	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Altura de la lámina de agua en coronación (A), en m	≥0,15	≥0,1	≥0,1	≥0,01
Pasos entubados				
Velocidad de la corriente (v), en m/s	≤2,4	≤1,7	≤0,5	≤1,7
Altura de la lámina en el paso (A), en m	≥0,1	≥0,1	≥0,1	≥0,01
Pasos sobre el paramento				
Pendiente (%)	≤30%	≤20%	≤20%	≤45%
Velocidad de la corriente (V), en m/s	≤2,4	≤1,5	≤0,5	≤2
Calado sobre el paramento (A), en m	≥0,1	≥0,1	≥0,1	≥0,01
Distancia a coronación (DC), en m	≤5	≤5	≤3	≤5
Profundidad de la poza a pie del azud (P), en m	≥1,25h	≥1,4h	≥1,4h	Indiferente
Anchura en coronación (w), en m	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5

Fig. 50. Valores limitantes por grupo de especies piscícolas.



Fig. 51. Escala de artesas. Río Cinca (Huesca). Fuente: Protocolo de permeabilización de obstáculos en la cuenca del Ebro (2009)



Fig. 52. Rampa de piedras. Río Pisuerga (Burgos). Fuente: Protocolo de permeabilización de obstáculos en la cuenca del Ebro (2009)

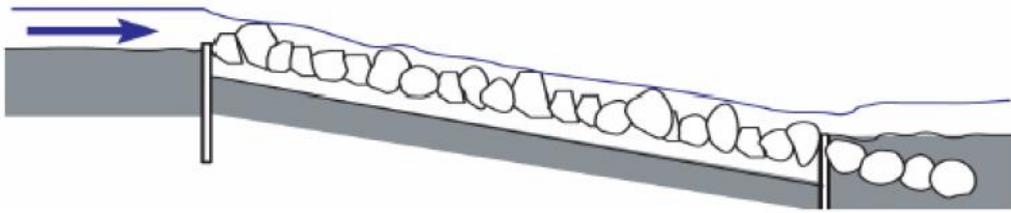
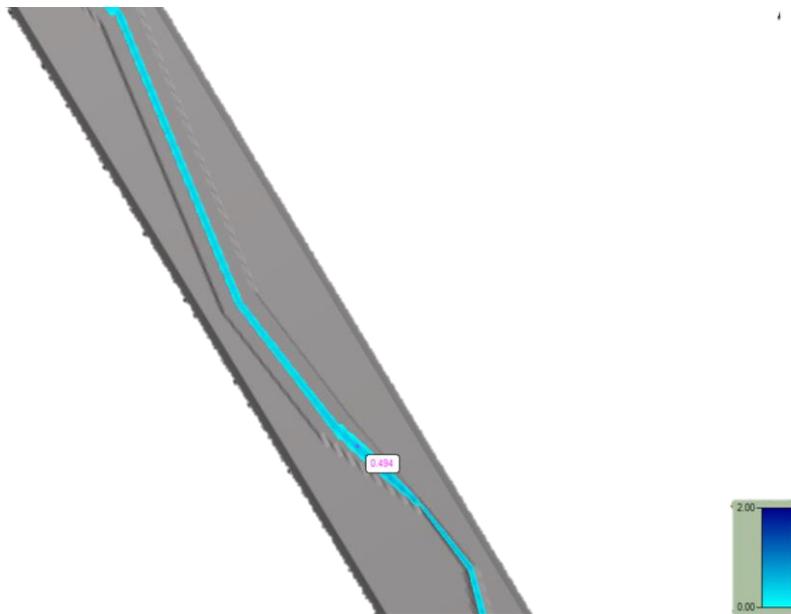


Fig. 53. Rampa de piedras. Fuente: FAO/DVWK (2002)

11.2. Comprobación hidráulica

Una vez generado el Modelo Digital del Terreno para el Nuevo Cauce se genera con él en HEC-RAS un modelo 2D transitorio que simule el paso por la nueva geometría del caudal ecológico, de modo que puedan obtenerse datos de calados y velocidades en diferentes puntos de las secciones transversales.

De este modelo se obtiene que las profundidades varían hasta máximos de 1.80 metros en los remansos y 1.20 metros en el talweg, habiendo diferente casuística en cada sección transversal desde un mínimo de 0.1 m de calado, garantizándose así el cumplimiento de los requisitos de las diferentes especies de flora y fauna en cuanto a calados.



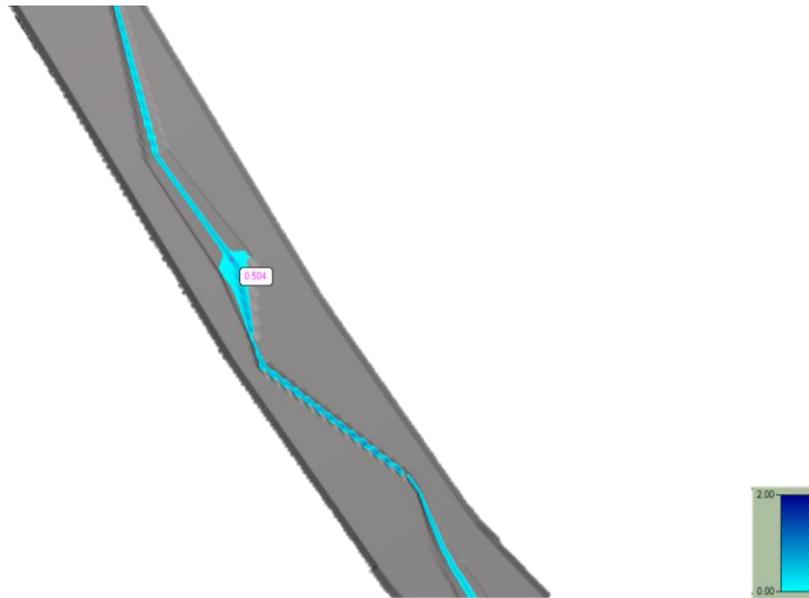


Fig. 54. Ejemplo de calado aproximado de 0,5 m en el talweg para el caudal ecológico.

En cuanto a velocidades se tiene que estas son en general velocidades reducidas (en base a la diferenciación establecida previamente, estas son de 0 a 1 m/s). En base a esta misma diferenciación previa, se tienen velocidades significativas (>2,10 m/s) en los estrechamientos generados para evitar la influencia del cauce a las pilas de los puentes, y transiciones de velocidad en sus inmediaciones (velocidades moderadas, entre 1 y 2,10 m/s). De este modo se incluyen a lo largo del cauce las tres tipologías consideradas de velocidad, siendo ésta una condición favorable para el futuro establecimiento de ecosistemas, aportando variabilidad e irregularidad para la disposición de hábitats. Se comprueba asimismo que el “caudal dominante” en régimen regulado no desborda los cauces internos, permitiendo mantener el uso público en estos episodios.

En el **Anexo VII – Caudal ecológico** se representa la solución dada por HEC-RAS para el caudal ecológico, y se representa la solución propuesta en base a estos resultados en el **Plano nº3 – Solución morfológica**, incluyendo propuestas de localización de accesos tanto peatonales como de fauna, que permitan permeabilizar el paso a través del Nuevo Cauce.

12. CONCLUSIONES

En base a lo anteriormente expuesto, se concluye que la actuación propuesta unifica la **protección hidráulica** que garantiza el Nuevo Cauce con las **necesidades de las especies de referencia** de la Comunidad Valenciana, que se enfrentan al fraccionamiento de sus hábitats.

Esta propuesta dota de un uso público y ecológico a un espacio desaprovechado en la actualidad, derivándose en una mejora del estado actual gracias a la inclusión de un curso de aguas bajas con agua permanente que garantiza unas características ecológicas y morfológicas coherentes con los objetivos establecidos. La nueva disposición de espacios que se plantea permite compatibilizar los usos público, ecológico e hidráulico, y genera un nuevo espacio verde de calidad, accesible y permeable, tanto transversal como longitudinalmente, permitiendo dar un paso en la dirección correcta para un futuro urbano amigable con el medio ambiente.

Esta actuación es, por lo tanto, compatible hidráulicamente, socioeconómicamente y medioambientalmente con la ciudad de Valencia y sus espacios naturales adyacentes, ofreciendo una oportunidad para el desarrollo sostenible de una de las grandes urbes españolas.

13. REFERENCIAS

- F.J. Vallés Morán *et al* (2018). *Llit nou, riu nou*.
- J.P. Martín-Vide (2015). *Restauración del río Besòs en Barcelona. Historia y lecciones*.
- J.P. Martín-Vide *et al* (2012). *Estudio de la dinámica morfológica del río Fluvià. Alcances y métodos frente a la escasez de datos*.
- J.P. Martín-Vide (2004). *Ingeniería de ríos*.
- H.C Yarritu Sánchez (2017). *Estudio de soluciones para escala de peces en el azud de Ribarroja, TM de Villamarchante (Valencia)*.
- A. Vigil de Insausti (2012). *Metodología de intervención en cauces urbanos*.
- P. Carmona González (2000). *El río Turia*.
- P. Carmona González (1996). *La dinámica fluvial del Turia en la construcción de la ciudad de Valencia*.
- A. Ribera Nebot (2000). *Las lluvias intensas en la Comunidad Valenciana*.
- J.M. Senciales González (2000). *El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrográfico*.
- M. Guara *et al* (1990). *Datos ecológicos de las riberas del curso bajo del río Turia*.
- FAO, R.L. Welcomme (1980). *Cuencas fluviales*.
- Administración general del estado (2020). *Reconstruir lo común. La implementación de la Agenda 2030 en España*.
- Creando Redes (2020). *Planificar y diseñar infraestructura verde*.
- Life Albufera (2000). *Gestión de la vegetación para la mejora del hábitat y de la calidad del agua*.
- Ministerio para la Transición Ecológica (2019). *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos*.
- Generalitat Valenciana (2019). *Propuesta de plan de ordenación de los recursos naturales (PORN) del Turia*.
- Centro de Conservación de Especies Dulceacuícolas de la Comunidad Valenciana (2017). *Balance de actividades*.
- Instituto Nacional del Agua de Argentina (2018). *Hidráulica de ríos*.
- Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (2000). *Hidráulica fluvial*.

Confederación Hidrográfica del Júcar (2019). *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar*.

Confederación Hidrográfica del Júcar (2016). *Seguimiento del Plan Hidrológico del Júcar, ciclo 2015-2021*.

Confederación Hidrográfica del Duero (2016). *Manual para la evaluación de la funcionalidad de pasos para peces de estanques sucesivos*.

Ministerio para la Transición Ecológica (2011). *Ictiofauna Continental Española*.

Confederación Hidrográfica del Ebro (2009). *Pasos de peces para permeabilizar estructuras transversales en la cuenca del Ebro*.

Confederación Hidrográfica del Júcar (2007). *Bases para un plan de conservación de riberas de la Confederación Hidrográfica del Júcar*.

Confederación Hidrográfica del Júcar (2000). *Especies exóticas invasoras de ecosistemas acuáticos continentales en la Demarcación del Júcar*.

Agència Catalana de l'Aigua (2006). *Protocolo para la valoración hidromorfológica de los ríos*.