ESTUDIO HIDROMORFOLÓGICO Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL RÍO PAS, DESDE LA CONFLUENCIA CON EL RÍO DE LA MAGDALENA HASTA EL LÍMITE DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE (CANTABRIA), EN EL MARCO DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA (PRTR)

Fase A. Diagnóstico Hidromorfológico y Ambiental



ESTUDIO DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL RÍO PAS









ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN
2 ESTUDIO HISTÓRICO DE LOS PROCESOS HIDROMORFOLÓGICOS DEL RÍO PAS 8
2.1 METODOLOGÍA8
2.1.1 Tramos diferenciados
2.1.2 Variables analizadas9
2.2 TRABAJOS DE CAMPO10
2.3 RÉGIMEN DE CAUDALES Y PRESIONES HIDROMORFOLÓGICAS10
3 RESULTADOS10
3.1 VARIACIONES EN LA MORFOLOGÍA DEL CANAL FLUVIAL10
3.1.1 Anchura del cauce activo10
3.1.2 Trazado del cauce activo12
3.2 VARIACIONES EN LA ESTRUCTURA DEL CORREDOR FLUVIAL
3.2.1 Tipos de cobertura14
3.2.2 Trayectorias de transición19
3.3 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS TRAMOS FLUVIALES21
3.3.1 Tramo 1
3.3.2 Tramo 2
3.3.3 Tramo 3
3.3.4 Tramo 4
3.3.5 Tramo 5
3.3.6 Tramo 6
3.3.7 Tramo 7
3.3.8 Tramo 8
3.3.9 Tramo 9
3.4 RÉGIMEN DE CAUDALES Y CONEXIÓN HIDROGEOLÓGICA45
3.4.1 Datos disponibles45
3.4.2 Evolución de los caudales del río Pas en Puente Viesgo46
3.4.3 Evolución de los caudales del río Pas en Carandía47
3.4.4 Comentarios a la información sobre caudales del río Pas48

	3.4.5 Conexión hidrogeológica y captaciones de agua	48
4.	- SÍNTESIS Y CONCLUSIONES	49
	4.1 CONCLUSIONES ESTUDIO DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA	49
	4.2 CORRELACIÓN ESTADÍSTICA Y RELACIONES CAUSA-EFECTO	51
	4.2.1 Usos del suelo en la cuenca del río Pas	51
	4.2.2 Población	54
	4.2.3 Extracciones de agua	57
	4.2.4 Datos del consorcio de seguros	59
	4.2.5 Resumen	59

TABLAS

Tabla 1. Tramos diferenciados en la zona de estudio y principales características del valle del rí Pas. La conexión con masas de agua subterránea se ha extraído de diferentes publicaciones de IGME (2012, 2013 y 2014) (n: número de secciones transversales sobre las que se han realizad las mediciones de anchura para calcular el valor promedio y su coeficiente de variación)	el o
Tabla 2. Datos de anchura del cauce activo del río Pas en los distintos tramos fluviales analizado (n: número de secciones transversales medidas)	
Tabla 3. Características del trazado del cauce activo del río Pas en los distintos tramos analizados La longitud del tramo corresponde a la de una línea centrada en el canal principal del cauce activi del tramo. La pendiente corresponde al cociente entre la difeencia de cotas de los extremos y longitud de cada tramo. CS: Coeficiente de sinuosidad, calculado como cociente entre la longitud de la línea centrada en el canal principal y la longitud de la línea centrada en el valle; un valor de CS=1 indica un trazado recto, en el que coincide la sinuosidad del cauce con la del valle. CB: Se refiere al coeficiente de bifurcación o trenzamiento del río, calculado como cociente entre la sum de las longitudes de todos los canales activos del tramo y la longitud del canal principal; un valor de CB=1 indica la presencia de un solo cauce, mientras que CB>1 indica la presencia de múltiple cauces o canales fluviales bifurcados.	o a d e e a or s
Tabla 4. Evolución de la superficie que ocupan las distintas coberturas reconocidas en el interior del espacio del corredor fluvial del río Pas, a lo largo de los sucesivos tramos fluviales y periodo de tiempo indicados. Datos en ha	s
Tabla 5. Evolución de la superficie que ocupan las distintas coberturas reconocidas en el interior del espacio del corredor fluvial del río Pas, a lo largo de los sucesivos tramos fluviales y periodo de tiempo indicados. Datos en ha	s

Tabla 6. Transiciones de coberturas entre 1956 y 1986. Cada celda indica la superficie (ha) que correspondía a la cobertura indicada en la primera columna más a la izquierda y ha cambiado a la

Tabla 23. Gráfico de cada cobertura en cada año en la cuenca del Pas 54
Tabla 24. Datos de población
Tabla 25. Cambios de población55
Tabla 26. Gráfico de población 55
Tabla 27. Distribución de población
Tabla 28. Distribución de población 57
Tabla 29. Datos de consumo de abastecimiento a Santander
Tabla 30. Datos de consumo de abastecimiento a Santander
Tabla 31. Daños por municipio y año59

FIGURAS

Figura 1. Límites del valle y de los respectivos tramos fluviales establecidos en la zona de estudio del río Pas, desde Entrambasmestas (inicio del tramo 1) hasta el dominio marítimo-terrestre (final del tramo 9) (ver Tabla 1 para detalles de ubicación)
Figura 2. Representación gráfica de las variaciones de la anchura media, máxima y mínima del cauce activo a lo largo de los distintos tramos del río Pas (1 a 9), observadas en las series fotográficas analizadas
Figura 3. Valores promedio de anchura del cauce activo y su coeficiente de variación en los distintos tramos del río Pas
Figura 4. Evolución de los coeficientes de sinuosidad y de bifurcación del río Pas en los distintos tramos y periodos analizados
Figura 5. Evolución de la superficie ocupada por el cauce activo y las islas revegetadas interiores al mismo en los distintos tramos fluviales del río Pas, a lo largo de los periodos de tiempo analizados
Figura 6. Evolución de las superficies ocupadas por las distintas coberturas del corredor ripario en los distintos tramos fluviales del río Pas, a lo largo de los periodos de tiempo analizados 16
Figura 7. Evolución del porcentaje de superficie que ocupaban los distintos componentes del río Pas a lo largo del tiempo, en el total del espacio de corredor fluvial
Figura 8. Vista general del río Pas en el tramo 1 (Entrambasmestas – Alceda) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha), mostrando el paso de un rio trenzado a un río canaliforme.
Figura 9. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 1 del río Pas (Nº de datos = 21 de 1956; 17 de 1986; 26 de 2002 y 35 de 2020)

Figura 10. Evolución del espacio de corredor fluvial del río Pas en el tramo 1, con disminución del cauce activo (canal fluvial e islas) y aumento notable del corredor ripario
Figura 11. Curva granulométrica del lecho del río Pas y vista actual del cauce aguas abajo de Entrambasmestas (Tramo 1)
Figura 12. Vista general del río Pas en el tramo 2 (Alceda – Villegar), mostrando su gran transformación morfológica desde 1956 (imagen izquierda) a 2020 (imagen derecha), como consecuencia de su rectificación y canalización.
Figura 13. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 2 del río Pas (Nº de datos = 23 de 1956; 22 de 1986; 22 de 2002 y 37 de 2020)
Figura 14. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas entre Alceda y Villegar (tramo 2), mostrando la reducción del espacio de canales fluviales y el aumento del bosque ripario y ocupaciones antrópicas.
Figura 15. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas, y vista de la disposición de los guijarros controlada parcialmente por la presencia de traviesas que se han permeabilizado alternativamente en una margen y en otra
Figura 16. Vista general del río Pas entre Villegar y Santiurde de Toranzo (Tramo 3) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha)
Figura 17. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 3 del río Pas (Nº de datos = 14 de 1956; 18 de 1986; 13 de 2002 y 21 de 2020)
Figura 18. Evolución del espacio de corredor fluvial del río Pas en su tramo 3
Figura 19. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas, y vista de la disposición de los cantos rodados sobre un canal fluvial relativamente estrecho frente al parque de Borleña (Tramo 3)
Figura 20. Vista general del río Pas en su tramo 4, frente a Prases, mostrando su morfología en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha) en que aparece rectificado en su trazado y canalizado con escolleras y traviesas que continúan hacia aguas abajo
Figura 21. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 4 del río Pas (Nº de datos = 9 de 1956; 9 de 1986; 9 de 2002 y 10 de 2020)
Figura 22. Evolución del espacio de corredor fluvial del Pas en su tramo 4, siguiendo la misma trayectoria descrita de los tramos de aguas arriba
Figura 23. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas a la altura de Prases, y vista de la disposición de los cantos rodados sobre un lecho con numerosos afloramientos rocosos31
Figura 24. Vista del corredor fluvial en el tramo 5 de 1956 (imagen izquierda) y 2020 (imagen derecha), mostrando su gran transformación con los trabajos de canalización
Figura 25. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 5 del río Pas (Nº de datos = 21 de 1956; 24 de 1986; 21 de 2002 y 33 de 2020)

Figura 26. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas, mostrando la pérdida de superficie por donde circulan las aguas, y el aumento de espacio de márgenes que en este tramo queda ajeno a la dinámica fluvial por la presencia de las motas
Figura 27. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas a la altura de Cillero (tramo 5), y vista de los depósitos de bolos y cantos rodados que se mantienen en seco en aguas bajas, desprovistos de elementos finos y de reclutamiento de vegetación
Figura 28. Vista general del río Pas a su paso por Puente Viesgo (tramo 6) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha)
Figura 29. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 6 del río Pas (Nº de datos = 23 de 1956; 34 de 1986; 34 de 2002 y 32 de 2020)
Figura 30. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas a su paso por Puente Viesgo, con cambios relativamente pequeños en su cobertura
Figura 31. Vista detalle del sector del río Pas donde se construye una zona recreativa sobre una pequeña antigua llanura de inundación frente a Corrobárceno
Figura 32. Curva granulométrica del lecho del cauce del Pas en Puente Viesgo, y vistas generales del río mostrando zonas de mayor anchura y acumulación de acarreos entre azudes, y zonas con profundas pozas sobre substrato rocoso continuo
Figura 33. Vista general del río Pas aguas abajo de Puente Viesgo, antes de recibir las aguas del Pisueña (tramo 7) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha)38
Figura 34. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 7 del río Pas (Nº de datos = 22 de 1956; 23 de 1986; 25 de 2002 y 20 de 2020)
Figura 35. Evolución del corredor fluvial del río Pas entre Puente Viesgo y la confluencia con el río Pisueña, con relativos pocos cambios en su cobertura en relación a otros tramos de aguas arriba.
Figura 36. Elaboración propia
Figura 37. Curva granulométrica del lecho del cauce y vista general del río Pas en las proximidades de Vargas (tramo 7)
Figura 38. Alteración del meandro que dibuja el río Pas al inicio del tramo 7, con una rectificación del cauce existente en 1956 (imagen izquierda) modificando su curvatura y movilidad lateral (imagen derecha de 2020)
Figura 39. Vista detalle del río Pas al final del tramo 7, donde se ha rectificado el sentido de las aguas cortando el brazo secundario de la margen derecha activo en 1956 (imagen izquierda) para facilitar el asentamiento de nuevas viviendas existentes en 2020 (imaen derecha), y se ha rectificado el cauce aguas abajo haciéndolo rectilíneo y canaliforme, sin permitir la acumulación de sedimentos en su interior que configuraba la morfología primitiva del canal fluvial39

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista general del río Pas aguas abajo de Entrambasmestas (tramo 1), mostrando u trazado rectificado y monocauce en un tramo de rápido continuo (imagen superior), y aspecto d la orilla izquierda del cauce reflejando la erosión lateral y el descalzamient de raíces que puede ser indicio de un proceso de incisión (imagen central e inferior)
Fotografía 2. Vistas del río Pas en el tramo 2, mostrando su trazado rectificado y con abundant regeneración de la vegetación riparia en la berma lateral (foto superior), y detalle de las traviesa alterando la continuidad longitudinal del transporte de sedimentos (foto central) y escolleras motas en las márgenes (foto inferior)
Fotografía 3. Vistas del río Pas aguas abajo de Villegar (Tramo 3) donde las aguas circulan a gravelocidad sobre un canal relativamente estrecho incidiendo y erosionando las orillas y s vegetación.
Fotografía 4. Vista del río Pas a la altura de Prases, mostrando el lecho en roca (foto superior) vistas hacia aguas arriba (centro) y hacia aguas abajo (foto inferior) de los tramos adyacentes. 3
Fotografía 5. Vista del río Pas en las proximidades de Cillero (Tramo 5) mostrando un trazad rectilíneo con los taludes laterales revestidos con escollera (imagen superior) y la mota de l margen izquierda utilizada como paseo asfaltado, dejando a su izquierda el espcio primitivo del rí que hoy día se mantiene desconectado del cauce y parcialmente drenado albergando un vegetación terrestre.
Fotografía 6. Vistas del río Pas aguas abajo de Carandía, bordeado por una aliseda mixta de elevado porte, mostrando un paisaje fluvial aparentemente naturalizado, con formación de grande pozas y remansos y movilidad de los acarreos
Fotografía 7. Vista general del río Pas aguas abajo de Vioño (imagen superior) dond recientemente se ha llevado a cabo un proyecto de restauración de los taludes del cauce co bioingeniería, y frente a Quijano donde el río queda afectado por uno de los azudes existenes (fot inferior)

ANEXO I: INTERPRETACIÓN DE LAS COBERTURAS DEL CORREDOR FLUVIAL	53
ANEXO II: LISTADO DE INFRAESTRUCTURAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL DEFENSA DE MÁRGENES	
ANEXO III: TARI AS DE TRAVECTORIAS DE TRANSICIÓN DOR TRAMOS EL LIVIALES	

1.- INTRODUCCIÓN

El estudio presentado en este documento, a excepción del punto 4.2 ha sido elaborado por Dña. Marta González del Tánago, D. Diego García de Jalón y Dña. Vanesa Martínez-Fernández, dentro de la colaboración de los mismos con WSP.

El estudio histórico de los procesos hidromorfológicos de los ríos permite analizar con detalle los cambios acaecidos en su morfología a lo largo del tiempo, e interpretar dichos cambios en relación con las presiones a las que han podido estar sometidos a diferentes escalas espaciales y temporales. Ello permite a su vez predecir futuras trayectorias de los ríos ante diferentes escenarios hidrológicos y actuaciones antrópicas, y justificar la propuesta de medidas de actuación encaminadas a la recuperación de un funcionamiento más natural y sostenible, compatible con su entorno físico y socioeconómico.

En el caso del río Pas, se trata de analizar los cambios acaecidos en el corredor fluvial en las últimas décadas a partir de la imagen del río observada en la serie de fotografías aéreas de 1956, tomada como referencia. Dicha imagen muestra un cauce activo con fuerte dinámica en su recorrido entre la confluencia con el río de la Magdalena hasta su llegada a la ría de Mogro, y representa un punto de partida muy valioso para evaluar su evolución histórica, especialmente en todo el recorrido situado aguas arriba de Puente Viesgo donde las intervenciones antrópicas fueron muy poco significativas antes de esa fecha de 1956. Aguas abajo de Puente Viesgo, y especialmente aguas abajo de su confluencia con el río Pisueña, la imagen de 1956 permite reconocer algunas intervenciones antrópicas relevantes sobre el cauce del río, con rectificación de su trazado y drenaje de las márgenes en este tramo más bajo. No obstante, también se ha considerado la imagen de 1956 como referencia histórica para el análisis e interpretación de la evolución hidromorfológica del río en su tramo bajo, al no disponer de otras imágenes de fecha anterior o documentación gráfica más antigua.

Por otra parte, resulta interesante destacar que el río Pas no está regulado en su régimen de caudales por grandes presas y embalses, lo que facilita el análisis e interpretación de las formas fluviales que ha ido adoptando este río a lo largo del tiempo. Dichas formas quedan en este caso únicamente condicionadas por las intervenciones antrópicas asociadas al control de sus avenidas y al aprovechamiento de sus aguas subterráneas.

Como se ha comentado previamente, el objetivo de llevar a cabo el estudio de la evolución histórica del río Pas es comprender su funcionamiento y su respuesta geomorfológica a las distintas intervenciones humanas que se han producido en las últimas décadas. Este conocimiento del río y su evolución geomorfológica es necesario para llevar a cabo una mejora de la gestión del corredor fluvial a escala de cuenca vertiente, integrando las soluciones a los problemas de inundaciones y desbordamientos de los tramos bajos con la recuperación del espacio fluvial primitivo de los tramos de aguas arriba. En esta propuesta de mejora de la gestión del corredor fluvial a escala de cuenca vertiente será necesario tener en cuenta no solo los aspectos hidromorfológicos del río, sino también los aspectos ecológicos y socioeconómicos del entorno, buscando la optimización y sostenibilidad de sus servicios ambientales.

La información que incluye este documento se refiere a los datos cuantitativos de los cambios acaecidos en el río Pas en la zona de estudio, entre la confluencia con el río de la Magdalena y su tramo de dominio marítimo-terrestre aguas arriba de Puente Arce, a partir de su estado de referencia visible en las fotografías aéreas de 1956.

Se trata de un informe relativo a la evolución de las coberturas existentes en el espacio del corredor fluvial a lo largo del tiempo, y a una interpretación del efecto de las presiones existentes como causa principal de los cambios observados.

2.- ESTUDIO HISTÓRICO DE LOS PROCESOS HIDROMORFOLÓGICOS DEL RÍO PAS

2.1.- METODOLOGÍA

Para realizar este estudio sobre la evolución histórica del río Pas se han analizado y comparado las imágenes de fotografías aéreas de diferentes periodos, tomando como punto de partida las del vuelo americano de 1956, y posteriormente las de las series Interministerial de 1986, SigPac (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas) del año 2002 y las ortofotos más recientes del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) de 2020.

En primer lugar, se ha digitalizado el espacio que ocupaba el río en 1956, que hemos llamado "espacio del corredor fluvial de 1956 o de referencia". Dicho espacio incluye dos componentes, por una parte el denominado "cauce activo", que abarca a su vez el canal o canales por donde circulaban las aguas en aquella época y el conjunto de depósitos de gravas desnudas o parcialmente revegetadas situadas en el interior del considerado cinturón fluvial; y por otra el llamado "corredor ripario", referido al espacio adyacente al cauce activo que presenta una vegetación riparia asociada al mismo y que forma parte de la llanura de inundación, cuyas dimensiones en anchura y continuidad longitudinal varían en función del grado de confinamiento del valle.

Este espacio fluvial de 1956 o de referencia se ha dibujado sobre las mencionadas series de ortofotos analizadas de 1986, 2002 y 2020, y dentro del mismo se han digitalizado a su vez los límites del cauce activo de cada época y los de las coberturas del corredor ripario correspondiente. Finalmente, se han llevado a cabo las mediciones del cauce activo en cuanto a sus dimensiones y características del trazado en planta, y las mediciones de la superficie que ocupaban en cada época las distintas coberturas diferenciadas de vegetación.

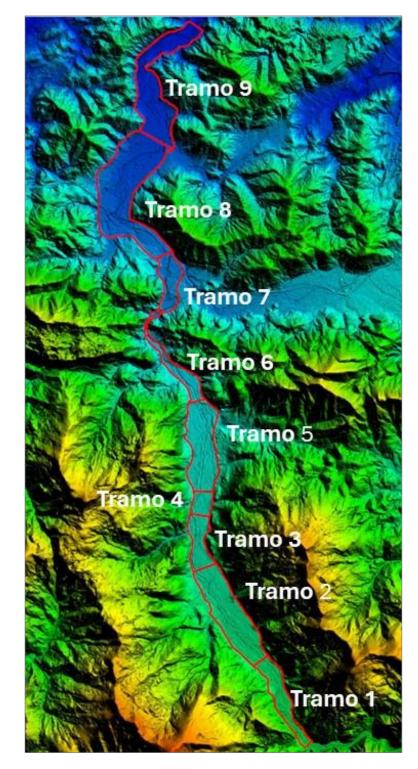
2.1.1.- Tramos diferenciados

Para llevar a cabo la cuantificación de las variables geomorfológicas ha sido necesario realizar previamente una segmentación del río Pas, diferenciando tramos homogéneos en cuanto a sus condiciones hidromorfológicas. En informes anteriores se ha propuesto una serie de tramos provisionales sobre los que se han comentado avances de su evolución. En este documento se establece una tramificación definitiva de la zona de estudio del río Pas, a la cual se referirá la cuantificación de las variables y procesos analizados.

En la Figura 1 se han representado los límites de cada tramo considerado, y en la tabla 1 se han recogido las principales características de cada uno de ellos que justifican su diferenciación.

La medición de las variables del valle de cada tramo se ha realizado sobre el modelo digital del terreno disponible en la página web del Centro Nacional de Información Geográfica (MDT del CNIG de 2 m) utilizando el programa Global Mapper, que facilita considerablemente la visualización del relieve y ha

permitido reconocer la discontinuidad en la pendiente de las laderas sobre las secciones transversales correspondientes.



Fuente: Elaboración propia a partir de MDT del IGN.

Figura 1. Límites del valle y de los respectivos tramos fluviales establecidos en la zona de estudio del río Pas, desde Entrambasmestas (inicio del tramo 1) hasta el dominio marítimo-terrestre (final del tramo 9) (ver Tabla 1 para detalles de ubicación).

	TRAMOS DIFERENCIADOS													
TRAMO	MASA DE AGUA	LOCALIZACIÓN	LONGITUD VALLE	ALTIT	UD (m)	PENDIENTE VALLE	TIPO DE VALLE			ANCHURA VALLE (m)			CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS (Masa de	ESTADO DEL CAUCE
IIIAWO		EGGALLAGIGN	(m)	INICIAL	FINAL	(m/m)	III O DE VALLE	n	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	cv	agua subterránea)	LOTADO DEL GAGGE
1	PAS III	Entrambasmestas - Pte. Alceda	3436	200,26	166,95	0,0097	PC	15	486	636	269	0,25	Tramo perdedor	Escolleras discontinuas
2	PAS III	Pte. Alceda – Villegar	3823	166,95	128,5	0,0101	NC	16	897	1059	636	0,15	Tramo perdedor	Escollera continua con traviesas
3	PAS III	Villegar – Pte. Santiurde de Toranzo	1912	128,5	111,5	0,0088	PC	12	664	876	416	0,22	Tramo ganador	Libre de revestimientos
4	PAS III	Pte. Santiurde – Prases	846	111,6	104,7	0,0081	PC	6	691	705	674	0,02	Tramo ganador	Lecho en roca
5	PAS III	Prases -Iruz El Soto	3220	104,7	79,74	0,0077	NC	11	878	1125	581	0,19	-	Escollera continua con traviesas
6	PAS III / PISUEÑA II	Iruz El Soto - Final hoces Puente Viesgo	3947	79,74	53,48	0,0067		13	277	581	47	0,59	Tramo ganador	Libre de revestimientos
7	PISUEÑA II	Final hoces Puente Viesgo - Pisueña	2111	53,48	39,57	0,0066	PC	10	529	866	169	0,33	-	Encajado canaliforme
8	PAS IV	Pisueña - Vioño	5621	39,57	18,65	0,0037	PC	16	1090	1532	554	0,31	Tramo ganador	Escolleras discontinuas
9	PAS IV	Vioño - Oruña	5203	18,65	6,45	0,0023	NC	16	704	1255	298	0,38	Tramo ganador	Encajado canaliforme

Tabla 1. Tramos diferenciados en la zona de estudio y principales características del valle del río Pas. La conexión con masas de agua subterránea se ha extraído de diferentes publicaciones del IGME (2012, 2013 y 2014) (n: número de secciones transversales sobre las que se han realizado las mediciones de anchura para calcular el valor promedio y su coeficiente de variación).

2.1.2.- Variables analizadas

Las variables en las que se basa el estudio de la evolución histórica del río Pas se refieren al conjunto de elementos situados dentro del corredor fluvial de referencia, donde se han diferenciado los tipos de cobertura siguientes:

Cauce activo:

- 1.1. Canal/canales fluviales: Espacio ocupado por los brazos o canales por donde circulan las aguas incluyendo las zonas con depósitos de sedimentos desnudos o esporádicamente colonizados por vegetación pionera, que periódicamente quedan inundados por los caudales circulantes.
- 1.2. Islas y barras de sedimentos revegetadas: Dentro del cauce activo se ha identificado a su vez la superficie ocupada por islas o barras de sedimentos parcial o totalmente revegetadas que solo se inundarían en avenidas extraordinarias, diferenciando a su vez:
 - 1.2.1. Islas con vegetación incipiente, herbácea y de arbustos pioneros (ej. sauceda joven).
 - 1.2.2. Islas con vegetación arbórea.

1.2.3. Islas con ocupación agrícola entre canales fluviales.

2. Corredor ripario:

- Zonas de vegetación herbácea y pastizales: Espacio del corredor ripario cubierto de vegetación herbácea con presencia muy escasa y/o discontinua de vegetación arbustiva.
- 2.2. Zonas de vegetación leñosa poco densa: Espacio del corredor ripario cubierto por matorrales y pies arbóreos dispersos.
- 2.3. Zonas de vegetación leñosa en bosquetes: Espacio del corredor ripario cubierto por matorrales y pies arbóreos con mayor densidad, formando bosquetes.
- 2.4. Coberturas artificiales: Espacio del corredor ripario con ocupaciones agrícolas, infraestructuras o edificaciones dispersas asociadas a un uso urbano o periurbano habiendo diferenciado:
 - 2.4.1. Cultivos herbáceos o suelo desnudo laboreado.
 - 2.4.2. Cultivos arbóreos alineados (plantaciones).
 - 2.4.3. Edificaciones y terrenos alterados adyacentes.

2.4.4. Otras zonas artificiales como caminos, aparcamientos, etc.

Para cada una de estas coberturas se ha medido la superficie que representan en cada época, pudiendo comparar en cada caso su aumento o disminución a lo largo del tiempo, indicando con ello la magnitud de los procesos de expansión-contracción del cauce activo, la colonización del espacio fluvial por vegetación riparia, el desarrollo y maduración de dicha vegetación y la artificialización del espacio fluvial por ocupaciones antrópicas.

Por otra parte, y dentro del considerado "cauce activo", se han realizado una serie de mediciones para evaluar la evolución de su anchura y trazado en planta en cada uno de los tramos fluviales establecidos, considerando las siguientes características:

- Anchura del cauce activo: Distancia medida perpendicularmente a la dirección de la corriente entre los dos extremos del cinturón fluvial. Esta distancia se ha medido cada 100 m aproximadamente, para así poder calcular valores medios, máximos, mínimos y coeficientes de variación a lo largo de cada tramo.
- Pendiente del cauce: Cociente entre la diferencia de cotas entre el extremo de aguas arriba y el de aguas abajo de cada tramo fluvial y la longitud del cauce principal en dicho tramo.
- Coeficiente de sinuosidad: Cociente entre la longitud del río y la longitud del valle dentro de cada tramo. Para su cálculo se han trazado previamente la línea media del río, como línea centrada entre los dos extremos del cauce activo y perpendicular a la sección transversal de cada punto, y la línea media del valle, centrada entre los dos extremos de las respectivas secciones transversales del valle diferenciadas en el MDT.
- Índice de bifurcación o de trenzamiento: Representa el número promedio de brazos bifurcados por donde circulan las aguas, teniendo un valor de 1 cuando existe un solo canal. Se ha calculado como cociente entre la longitud total de brazos con agua reconocidos en cada tramo y la longitud del brazo principal.

2.2.- TRABAJOS DE CAMPO

Complementariamente a los trabajos de gabinete para analizar las distintas series de fotografías aéreas y cuantificar las respectivas variables, se han realizado varias visitas a los tramos fluviales en distintas épocas del año y con diferente nivel de las aguas, con el fin de reconocer en campo los posible procesos fluviales e impactos locales no perceptibles en gabinete, así como verificar los resultados derivados del análisis de las fotos aéreas.

Durante estas visitas de campo, en cada tramo se han tomado datos de la granulometría del lecho, midiendo el diámetro medio de al menos 100 partículas seleccionadas al azar sobre una sección transversal del cauce (método Wolman); se han analizado la estructura y estado de la vegetación riparia y el reclutamiento de especies pioneras; y se ha interpretado la dinámica fluvial mediante la

observación del estado y formas del lecho, la estabilidad de las orillas, el posible descalzamiento de infraestructuras y la conectividad y los usos del suelo en las márgenes.

2.3.- RÉGIMEN DE CAUDALES Y PRESIONES HIDROMORFOLÓGICAS

Para el análisis del régimen de caudales y la caracterización de las presiones hidromorfológicas presentes en el río Pas (ej. escolleras, motas, dragados, azudes y captaciones de agua) se han utilizado los datos e información suministrada por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico para la elaboración del presente Estudio.

3.- RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los distintos tramos del río Pas en cuanto a las variaciones temporales del cauce activo y las variaciones de la superficie de las distintas coberturas analizadas.

3.1.- VARIACIONES EN LA MORFOLOGÍA DEL CANAL FLUVIAL

3.1.1.- Anchura del cauce activo

En la Tabla 2 se muestran las dimensiones en anchura del cauce activo del río Pas, incluyendo los valores promedio, máximos, mínimos y su coeficiente de variación en las distintas épocas. La Figura 2 permite visualizar la evolución histórica de dichos valores en cada uno de los tramos establecidos. En su interpretación habría que tener presente que las mediciones se han realizado sobre fotografías aéreas, y en algún caso podrían adolecer de un cierto error sistemático en los casos en que la orilla del cauce aparece cubierta por vegetación y los límites del cauce activo se han establecido en el centro de la proyección horizontal del estrato de copas de dicha vegetación.

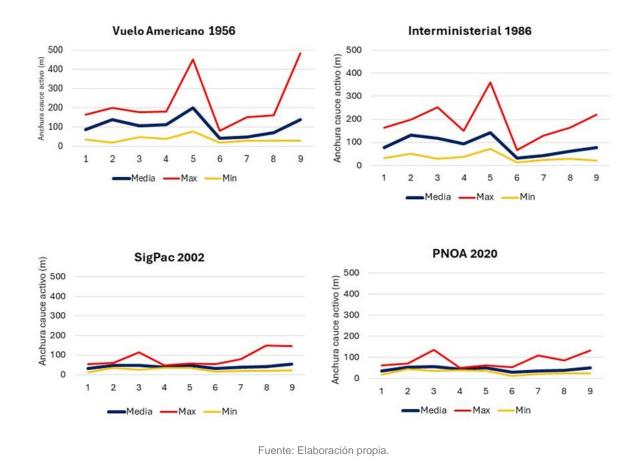
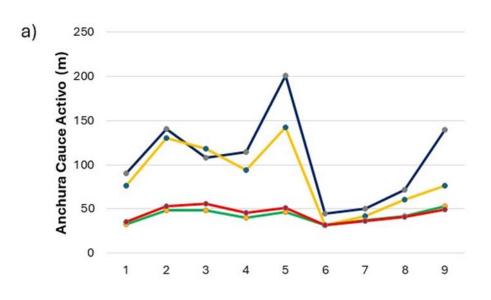


Figura 2. Representación gráfica de las variaciones de la anchura media, máxima y mínima del cauce activo a lo largo de los distintos tramos del río Pas (1 a 9), observadas en las series fotográficas analizadas.

Se observa la disminución progresiva de las dimensiones del cauce en anchura a lo largo del tiempo, con una mayor variación en el periodo comprendido entre el vuelo interministerial de 1986 y el del SigPac de 2002, periodo en el que se llevan a cabo o finalizan los principales trabajos de canalización del río Pas. Y también se aprecia la pequeña variación que ha sufrido la anchura del cauce activo a partir de 2002.

Por otra parte, a la vez que la disminución de las dimensiones de anchura del cauce a lo largo del tiempo, ha disminuido también su variabilidad. En la Figura 3 se muestran los datos de la anchura promedio y su coeficiente de variación a lo largo de las diferentes épocas analizadas. Estas gráficas permiten comparar varios aspectos de la evolución histórica del río Pas. Por una parte (Figura 3a), la mayor disminución de anchura del río Pas aguas arriba de Puente Viesgo (tramos 1 a 5) que tuvo lugar en la década de los 80, como consecuencia de los trabajos de canalización (esta disminución es especialmente remarcable en los tramos 2 y 5); el mantenimiento de la anchura del cauce en las hoces

de Puente Viesgo (tramos 6 y 7); y la menor variación del cauce en su curso bajo (tramos 8 y 9) en que el río ya aparece alterado en el periodo de referencia de 1956. Y por otra parte (Figura 3b), la homogenización de las dimensiones del cauce activo del río Pas adoptando un estilo canaliforme en todo su recorrido, con una disminución notable del coeficiente de variación de su anchura a lo largo del tiempo en los tramos de mayor intervención.



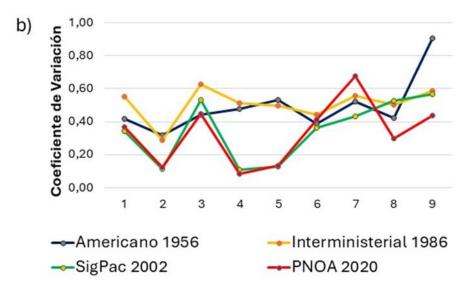


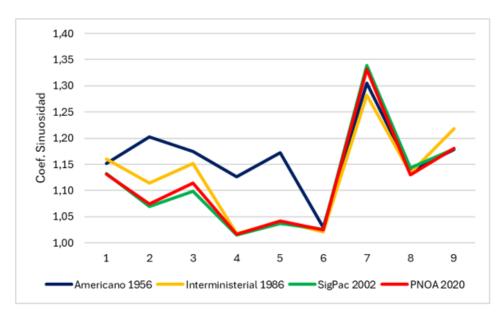
Figura 3. Valores promedio de anchura del cauce activo y su coeficiente de variación en los distintos tramos del río Pas.

TRAMO	VUELO AMERICANO (1956)					INTERMINISTERIAL (1986)					VUELO SIGPAC (2002)						PNOA (2020)				
TRAMO	n	Max (m)	Media (m)	Min (m)	CV	n	Max (m)	Media (m) Min (m)	CV	n	Max (m)	Media (m	Min (m)	CV	n	Max (m)	Media (m)	Min (m)	CV	
1	21	165	90	37	0,42	17	164	76	32	0,55	26	55	33	14	0,34	35	63	36	20	0,37	
2	23	200	140	20	0,32	22	199	131	51	0,29	22	60	49	36	0,11	37	72	53	44	0,12	
3	14	178	108	51	0,44	18	252	119	30	0,63	13	115	49	27	0,53	21	135	56	36	0,45	
4	9	181	114	40	0,47	7	150	94	37	0,51	6	46	40	34	0,11	10	51	46	40	0,08	
5	21	451	201	78	0,53	24	360	142	73	0,5	21	56	47	37	0,13	33	62	52	37	0,13	
6	23	83	45	21	0,39	34	67	32	12	0,44	34	55	31	16	0,36	32	53	32	12	0,41	
7	22	153	51	29	0,52	23	128	42	23	0,56	25	81	37	21	0,43	20	110	37	20	0,38	
8	35	163	71	31	0,42	43	164	61	30	0,5	78	151	42	21	0,52	36	86	41	26	0,3	
9	34	484	139	31	0,91	45	220	76	21	0,59	37	147	53	24	0,57	33	134	50	26	0,44	

Tabla 2. Datos de anchura del cauce activo del río Pas en los distintos tramos fluviales analizados (n: número de secciones transversales medidas).

3.1.2.- Trazado del cauce activo

La tabla 3 muestra algunas características del trazado del cauce activo del Pas a lo largo de los distintos tramos y épocas analizadas. No se aprecia una variación significativa de la longitud del río en cada tramo, medida sobre una línea centrada sobre el canal principal de cada tramo. Tampoco se encuentran variaciones importantes de la pendiente longitudinal de dicho canal principal, salvo en los tramos más intervenidos 2 y 5, donde la longitud disminuye y la pendiente aumenta en el tiempo. Sin embargo, sí se observan diferencias en los coeficientes de sinuosidad y de bifurcación o de trenzamiento como se muestra en la Figura 4. Se observa la adopción de trazados cada vez menos sinuosos a lo largo del tiempo en el sector aguas arriba de Puente Viesgo, y una sinuosidad mantenida en los tramos de aguas abajo (Figura 4a); a la vez que una disminución importante del grado de bifurcación de los canales fluviales dentro del cauce activo, muy notable en todo el sector aguas arriba de Puente Viesgo pero también en el tramo más bajo (Figura 4b). Una excepción a estas variaciones del trazado ocurre en el tramo 6, donde el cauce permanece casi inalterado al no tener capacidad de ajuste debido al confinamiento natural del valle.



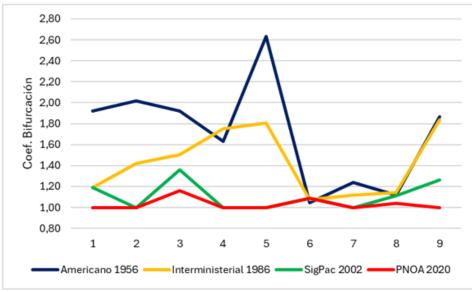


Figura 4. Evolución de los coeficientes de sinuosidad y de bifurcación del río Pas en los distintos tramos y periodos analizados.

TRAMO	VUE	LO AMERICA	ANO (1956)	INT	INTERMINISTERIAL (1986)			VUELO SIGPAC (2002)				PNOA (2020)			
TRAMO	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	cs	СВ	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	cs	СВ	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	cs	СВ	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	cs	СВ
1	3956	0,0086	1,15	1,92	3985	0,0085	1,16	1,19	3892	0,0087	1,13	1,19	3885	0,0087	1,13	1
2	4571	0,0084	1,2	2,01	4234	0,009	1,11	1,42	4063	0,0094	1,07	1	4083	0,0094	1,07	1
3	2219	0,0077	1,18	1,92	2174	0,0078	1,15	1,51	2075	0,0082	1,1	1,36	2103	0,0081	1,11	1,16
4	953	0,0063	1,13	1,63	861	0,007	1,02	1,75	859	0,007	1,02	1	860	0,007	1,02	1
5	3653	0,007	1,17	2,63	3243	0,0079	1,04	1,81	3229	0,008	1,04	1	3245	0,0079	1,04	1
6	4253	0,0076	1,03	1,05	4216	0,0076	1,02	1,07	4236	0,0076	1,03	1,09	4235	0,0076	1,03	1,09
7	2756	0,0042	1,31	1,24	2706	0,0043	1,28	1,12	2827	0,0041	1,34	1	2811	0,0041	1,33	1
8	6393	0,0032	1,14	1,12	6370	0,0032	1,13	1,14	6426	0,0032	1,14	1,11	6351	0,0032	1,13	1,04
9	6130	0,0021	1,18	1,87	6336	0,002	1,22	1,84	6137	0,0021	1,18	1,26	6143	0,0021	1,18	1

Tabla 3. Características del trazado del cauce activo del río Pas en los distintos tramos analizados. La longitud del tramo corresponde a la de una línea centrada en el canal principal del cauce activo del río Pas en los distintos tramos analizados. La longitud del tramo corresponde a la de una línea centrada en el canal principal y la longitud de la línea centrada en el cociente entre la longitud de la línea centrada en el canal principal y la longitud de la línea centrada en el valle; un valor de CS=1 indica un trazado recto, en el que coincide la sinuosidad del cauce con la del valle. CB: Se refiere al coeficiente de bifurcación o trenzamiento del río, calculado como cociente entre la suma de las longitudes de todos los canales activos del tramo y la longitud del canal principal; un valor de CB=1 indica la presencia de un solo cauce, mientras que CB>1 indica la presencia de múltiples cauces o canales fluviales bifurcados.

3.2.- VARIACIONES EN LA ESTRUCTURA DEL CORREDOR FLUVIAL

3.2.1.- Tipos de cobertura

La cobertura del espacio del corredor fluvial del río Pas ha ido variando a lo largo del tiempo en cada uno de los tramos fluviales establecidos. Esta variación no ha sido gradual y uniforme, sino que presenta diferencias tanto en el tiempo (entre periodos) como en el espacio (entre tramos fluviales).

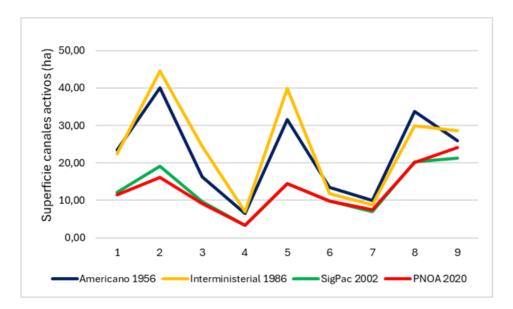
Las tablas 4 y 5 muestran los valores de la superficie que ocupaban los distintos tipos de coberturas diferenciadas (ej. cauce activo, distintos tipos de vegetación herbácea, arbustiva o arbórea, y actividades ajenas al sistema fluvial agrupadas como cobertura "artificial") en cada uno de los tramos y épocas analizadas.

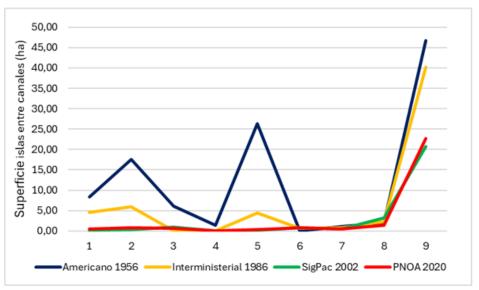
En las figuras 5 y 6 se muestran los cambios acaecidos en el corredor fluvial del rio Pas a lo largo del tiempo. En todos los casos se detecta que los cambios de cobertura más notables se han producido entre el vuelo interministerial de 1986 y el Sigpac de 2002, mientras que los cambios con posterioridad a esta fecha hasta 2020 han sido en ocasiones apenas perceptibles. Se observan variaciones de superficie en todas las coberturas consideradas, indicando claras tendencias temporales en relación a una disminución de la superficie ocupada por el cauce activo y sobre todo por el conjunto de islas revegetadas bordeadas por canales fluviales (Figura 5). También se observa un aumento de la superficie que configura el corredor ripario (superficie por donde ya no circulan habitualmente los caudales) y de la superficie con coberturas artificiales y ocupaciones ajenas o incompatibles con la dinámica fluvial (Figura 6).

En relación con la evolución del cinturón fluvial (cauce activo e islas interiores, Figura 5), estos cambios temporales observados se hacen más patentes en los tramos 2 y 5 donde el río Pas de forma natural ocupaba mayor espacio y era mayor su carácter trenzado, siendo también en estos tramos donde la canalización y rectificación de su trazado ha sido más intensa y ha tenido mayor trascendencia en su

morfología actual. Por el contrario, los cambios son prácticamente inexistentes en los tramos 6 y 7, correspondiente el primero a las hoces de Puente Viesgo, donde el valle es más confinado, el cauce es más angosto y su trazado menos sinuoso, y también es menor la capacidad del río para ajustar su morfología a cambios morfológicos acaecidos aguas arriba o aguas abajo.

En este sentido, y en relación a los tramos más afectados, 2 y 5, merece ser destacada la disminución a lo largo del tiempo no solo de la superficie que ocupaba el conjunto de canales y depósitos de acarreos y gravas desnudas por donde pasaban habitualmente los caudales circulantes (Figura 5a), sino también la disminución de la superficie que ocupaban las islas interiores del cauce activo conteniendo una vegetación parcial o más o menos densa (Figura 5b). Dichas islas actuaban a modo de estructuras de gran rugosidad y capacidad para disipar la energía de las crecidas, así como de deflectores forzando la bifurcación de los canales por donde circulaban las aguas manteniendo su tipología trenzada.



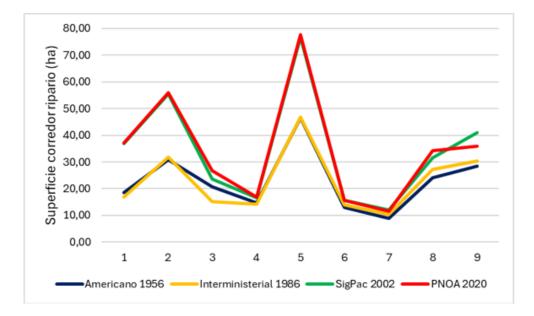


Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Evolución de la superficie ocupada por el cauce activo y las islas revegetadas interiores al mismo en los distintos tramos fluviales del río Pas, a lo largo de los periodos de tiempo analizados.

En cuanto a los cambios acaecidos en el espacio de corredor ripario (Figura 6), también se observan tendencias entre épocas y entre tramos similares a los observados para el canal y las islas, siendo estos cambios mucho más pronunciados en los tramos 2 y 5 con mayor posibilidad de intervención humana, y casi inapreciables en los tramos 6 y 7, correspondiente el primero al angosto de Puente Viesgo.

Simultáneamente a la disminución del espacio que ocupaba el cauce activo y el espacio de islas interiores revegetadas antes comentada, se ha producido un aumento del espacio que configura el corredor ripario (Figura 6a). La zona adyacente al cauce por donde ya no circulan habitualmente las aguas, en gran parte debido a la presencia de motas y dragados que desconectan el canal fluvial de



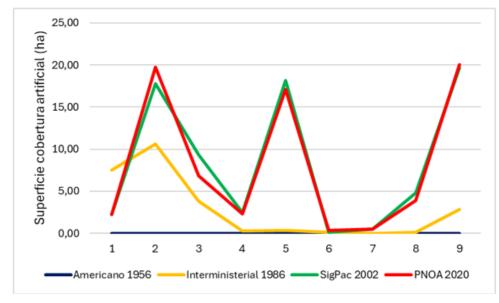


Figura 6. Evolución de las superficies ocupadas por las distintas coberturas del corredor ripario en los distintos tramos fluviales del río Pas, a lo largo de los periodos de tiempo analizados.

Tanto en las tablas 4 y 5 de coberturas como en las figuras 5 y 6 que permiten sintetizar su información, se muestran los valores absolutos de las coberturas de cada tramo. Para una interpretación correcta

de la evolución relativa entre tramos habría que tener presente la diferencia de longitud y superficie total de cada uno de dichos tramos (ver Tabla 1).

Con el fin de facilitar una idea más exacta de las tendencias temporales de los cambios comentados, se han analizado las variaciones de los porcentajes de cada una de las coberturas respecto a la superficie total de cada tramo. La Figura 7 muestra la variación de estos porcentajes de forma global para todo el recorrido estudiado del río Pas, habiendo sumado la superficie total de cada tipo de cobertura en cada tramo, y calculado, para cada época, el porcentaje en superficie que ha representado respecto a la superficie total del corredor fluvial del tramo.

Para el periodo inicial de 1956 se observa una relativa equivalencia entre la superficie que ocupaba el conjunto de canales fluviales, conteniendo una importante proporción de islas en su interior, y la ocupada por el corredor ripario. Con posterioridad a esta fecha, ya en 1986 se observa una disminución de la proporción del espacio fluvial ocupado por islas interiores del cauce activo, que se acrecienta en la imagen de 2002 y mantiene en la de 2020. Simultáneamente a la disminución tan notable de la proporción que representaba la superficie ocupada por el cauce activo en 1986 respecto a la total del corredor fluvial, en las imágenes posteriores de 2002 y 2020 se observa el aumento correspondiente de la proporción que representa el corredor ripario con vegetación, y el aumento, en mucha menor medida, de la proporción de zonas ocupadas por actividades que son ajenas y en muchos casos (ej. edificaciones) incompatibles con la dinámica fluvial.

Quizás el cambio más trascendente en la morfología y funcionamiento del río Pas acaecido desde 1956 ha sido la disminución, y en algunos tramos práctica desaparición, de las islas interiores del cauce, y la disminución de los canales fluviales que en su día caracterizaron su tipología trenzada y su elevada diversidad de hábitat y complejidad paisajística.

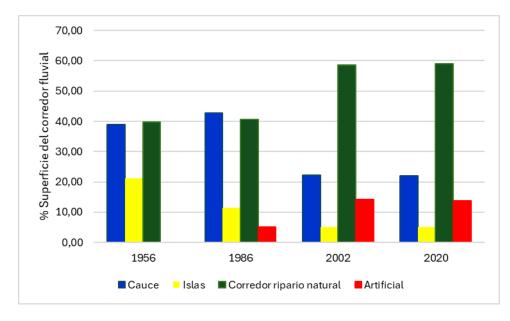


Figura 7. Evolución del porcentaje de superficie que ocupaban los distintos componentes del río Pas a lo largo del tiempo, en el total del espacio de corredor fluvial

Esta disminución de las islas, junto al cambio asociado de un río trenzado a un rio más uniforme y en ocasiones canaliforme, implica la desaparición de multitud de gradientes de condiciones hidráulicas y de temperatura de las aguas que surgen en los ríos con múltiples canales de agua. Los trabajos de canalización del río Pas han tratado de favorecer la formación de un solo canal por donde circulen las aguas, y esta pérdida de ramales secundarios ha traído consigo la disminución de la longitud efectiva de "orilla", que es considerada uno de los mejores indicadores de la calidad y accesibilidad del hábitat de numerosas especies en ríos trenzados (Tockner et al., 2006).

Por otra parte, la disminución de la proporción de cauce activo en favor del aumento de corredor ripario, como tendencia de cambio más aparente del río Pas a partir de 1986, significa la reducción de la superficie expuesta a inundaciones periódicas y con mayor facilidad para la infiltración y recarga de acuíferos (áreas aluviales saturadas de agua con elevada conectividad hidrogeológica), y la expansión de un espacio ripario terrestre que es colonizado progresivamente por la vegetación. Dicho espacio ripario próximo al cauce está hoy día parcialmente desconectado de la dinámica fluvial por la presencia de motas y la acción de dragados puntuales, que lejos de favorecer el intercambio hídrico con el canal fluvial y la regeneración natural del hábitat ripario, representan una barrera física para la conectividad lateral del río y sus orillas tanto desde el punto de vista ecológico como hidrogeológico.

Por último, merece la pena comentar que la disponibilidad del nuevo espacio ripario surgido con la reducción del canal fluvial del río Pas y la construcción de motas ha sido hasta la fecha relativamente poco aprovechada para el asentamiento de actividades incompatibles con la inundación, contrariamente a lo que ha sido habitual en otras cuencas fluviales. En el caso del río Pas, las coberturas artificiales en estas zonas distales del corredor ripario siguen representando hoy día una proporción del espacio fluvial relativamente pequeña, aún en los tramos más bajos donde puede ser mayor la presión urbanística (ej. tramo 9), o donde podrían haberse visto más favorecidas por las infraestructuras de canalización (tramos 2 y 5) (ver Figura 6b).

Tabla 4. Evolución de la superficie que ocupan las distintas coberturas reconocidas en el interior del espacio del corredor fluvial del río Pas, a lo largo de los sucesivos tramos fluviales y periodos de tiempo indicados. Datos en ha.

	VUELO SIGPAC (2002)						PNOA (2020)															
TRAMO	Canales fluviales	Isla veg incipiente	Isla Arbórea	Isla Agrícola	Pastizal	Matorral	Arbóreo	Plantaciones	Cultivos	Edificaciones	Otras	Canales fluviales	Isla veg incipiente	Isla Arbórea	Isla Agrícola	Pastizal	Matorral	Arbóreo	Plantaciones	Cultivos	Edificaciones	Otras
1	12,2	0,14	0	0	7,39	1,7	27,79	0	0	0,92	1,29	11,57	0,18	0,27	0	7,68	0,2	29,32	0	0	0,92	1,29
2	19,19	0,37	0,03	0	35,95	4,24	15,29	0	0	5,2	12,61	16,2	0,58	0,17	0	13,41	13,57	28,95	0	0	5,44	14,29
3	9,68	0,9	0	0	9,93	7,38	6,22	0	0	0,36	8,96	9,2	0,43	0,19	0	7	1,42	18,3	0	0	0,36	6,51
4	3,43	0	0	0	13,06	1,38	2,18	0	0	0,14	2,35	3,43	0	0	0	13,06	1,38	2,34	0	0	0,14	2,19
5	14,5	0,24	0	0	67,67	3,71	5,42	0	0	6,13	12,04	14,52	0,01	0,41	0	58,67	7,11	11,84	0	0	6,13	11,01
6	9,78	0,15	0,59	0	1,46	0	14,26	0	0	0,15	0	9,77	0	0,75	0	3,41	0	12,13	0	0	0,15	0,18
7	6,95	0,47	0	0	1,87	0,36	9,83	0	0,48	0	0	7,44	0	0,47	0	1,87	0,16	9,55	0	0,48	0	0
8	20,29	0,93	2,29	0	6,71	0,64	24,12	0	0,88	2,8	1,12	20,19	0	1,38	0	5,47	0,21	28,64	0	0,88	2,79	0,23
9	21,33	3,13	5,9	11,67	10,54	0,93	29,59	1,07	16,37	1,75	0,51	24,04	0,11	11,22	11,37	7,09	0,97	27,9	1,93	15,88	1,75	0,51

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Evolución de la superficie que ocupan las distintas coberturas reconocidas en el interior del espacio del corredor fluvial del río Pas, a lo largo de los sucesivos tramos fluviales y periodos de tiempo indicados. Datos en ha.

3.2.2.- Trayectorias de transición

Finalmente, para conocer con mayor precisión los cambios acaecidos en las coberturas del espacio fluvial del río Pas a lo largo del tiempo, se ha procedido a un análisis de transición entre épocas, dividiendo dicho espacio fluvial en cuadrículas de 1m x 1 m y viendo cuáles han sido los cambios que han tenido lugar en cada cuadrícula entre las diferentes épocas analizadas. De esta forma, y entre dos fechas concretas, podemos identificar los espacios que han mantenido la misma cobertura entre ambas fechas, o, en su caso, cual ha sido el cambio de cobertura en cada cuadrícula entre la primera y segunda fecha comparadas.

En este apartado se presenta el análisis de transición de coberturas para el conjunto del río Pas en la zona estudiada, mostrando en las tablas 6, 7 y 8 las transiciones acaecidas entre 1956 y 1986, entre 1986 y 2002 y entre 2002 y 2020 respectivamente.

1956 a 1986	Cauce natural	Cauce artificial	Islas veg incipiente	Islas arbóreas	Islas agrícolas	Pastizales	Arbustivo	Arbóreo	Plantaciones	Cultivos	Edificaciones	Otros
Cauce natural	129,4	7,7	7	6	0,1	11,2	4,8	28,6	4,3	0,1	1,2	0,7
Cauce artificial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas veg incipiente	21,3	2	1,7	2,9	0	3,4	0,8	5,8	5,7	0	0	0
Islas arbóreas	3	0,2	0,1	5,2	0	0,4	0,9	0,9	0,6	0	0,2	0
Islas agrícolas	8	3,5	0,7	1	27,8	11,9	0	1,7	0	0	0	0
Pastizales	15,7	2	1	0,7	0	49,5	0,6	6,1	2,6	0	0,1	0,1
Arbustivo	10,6	2,4	0	0,8	0	6,6	3,2	8,2	2,7	0	0	0,7
Arbóreo	20,3	1,6	0,4	2,4	0,8	12,4	11,3	34,9	5,9	0	0,7	0,1
Plantaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cultivos	9,2	0	0,1	0	0	2,2	0,7	0,1	0	0,3	0	0
Edificaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Transiciones de coberturas entre 1956 y 1986. Cada celda indica la superficie (ha) que correspondía a la cobertura indicada en la primera columna más a la izquierda y ha cambiado a la cobertura indicada en la primera fila o superior de la tabla.

En el periodo entre 1956 y 1986 (Tabla 6) las coberturas que se han visto más alteradas han sido las correspondientes al cauce activo natural y las islas de su interior, que han disminuido su superficie primitiva y se han transformado parcialmente en corredor ripario. El cambio de islas a canal fluvial puede estar debido a una mayor altura de los caudales circulantes en el momento de la fotografía aérea de 1986 que ocultaba en la imagen los depósitos de gravas existentes, visibles en la imagen de 1956. El cambio a estados de vegetación más densa o desarrollada, tanto en las islas como en el corredor ripario, indica un proceso natural de sucesión de la vegetación. Por el contrario, se hace llamativo el cambio

puntual de corredor ripario a cauce, que tiene lugar como consecuencia de las obras de ampliación del canal fluvial para su canalización, ya visibles en algunos tramos en las imágenes de 1986.

Entre 1986 y 2002 (Tabla 7), las transiciones de cobertura siguen la misma pauta que entre 1956 y 1986 pero acentuándose de forma más intensa. Gran parte del cauce natural pasa a constituir corredor ripario y el espacio de las islas pasa a ser parte de canales con agua permanente o a formar parte del corredor ripario. También es de destacar el cambio dentro del corredor ripario pasando de contener una vegetación natural a una cobertura artificial, dándose al mismo tiempo la sucesión esperada de la vegetación con el paso de los años, pasando de pastizales o arbustos poco densos a vegetación arbolada.

1986 a 2002	Cauce natural	Cauce artificial	Islas veg incipiente	Islas arbóreas	Islas agrícolas	Pastizales	Arbustivo	Arbóreo	Plantaciones	Cultivos	Edificaciones	Otros
Cauce natural	86,3	2,2	3,4	2,7	0	44,7	11	34,3	0	0,4	4,3	28,1
Cauce artificial	0	15,4	0,2	0	0	1,5	1,1	0,9	0	0	0	0,1
Islas veg incipiente	1,2	0	0	0	0	8,6	0,1	0,7	0	0	0	0,4
Islas arbóreas	2,1	0	2	5,3	0	1	0	8,7	0	0	0	0
Islas agrícolas	0,4	0	0	0	11,7	0,9	0	0,5	0	15,3	0	0
Pastizales	1	0	0,6	0,2	0	68,7	1,9	9,2	0,6	0,2	10,9	4,1
Arbustivo	0,7	0	0,1	0	0	6,5	0,2	5,9	0	0	0,6	0,7
Arbóreo	7,7	0	0	0,7	0	13	4,1	63,8	0,2	1,7	0,9	3,2
Plantaciones	0	0	0	0	0	9	1,7	8,8	0,3	0	0,1	1,4
Cultivos	0,3	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
Edificaciones	0	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0,5	0
Otros	0	0	0	0	0	0,5	0,1	0	0	0	0	0,9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Transiciones de coberturas entre 1986 y 2002. Cada celda indica la superficie (ha) que correspondía a la cobertura indicada en la primera columna más a la izquierda y ha cambiado a la cobertura indicada en la primera fila o superior de la tabla.

Por último, entre el periodo de 2002 y 2020 (Tabla 8) los cambios son mucho menos notables que en las épocas anteriores, mostrando los valores más altos de cobertura en la diagonal de la tabla correspondiente (Tabla 8), que significa que la cobertura de 2002 se ha mantenido casi idéntica en 2020. Mientras que en las transiciones de 1956 a1986 y de1986 a 2002 se mantuvieron inalteradas 252 y 253 ha, respectivamente, en la transición de 2002 a 2020 la superficie inalterada ha sido casi del doble (432 ha). En este caso únicamente cabría destacar la constante disminución del cauce activo pasando a formar parte del corredor ripario, y la progresiva sucesión de la vegetación, pasando de ser arbustiva o poco densa a contener una vegetación arbórea más evolucionada, tanto en las islas del cauce como en el propio corredor ripario.

Tabla 8. Transiciones de coberturas entre 2002 y 2020. Cada celda indica la superficie (ha) que correspondía a la cobertura indicada en la primera columna más a la izquierda y ha cambiado a la cobertura indicada en la primera fila o superior de la tabla.

Finalmente, en la Tabla 9 se resume la evolución histórica que ha tenido lugar en el conjunto del corredor fluvial del río Pas, respecto a las superficies que ocupaban las distintas coberturas analizadas y las que se han ido sucediendo entre una época y otra en el mismo lugar de análisis. Una vez más se observan las diferencias entre periodos ya mencionadas, con un primer periodo entre 1956 y 1986, en el que el cauce activo se mantiene con menores cambios excepto en lo concerniente a la superficie de islas fluviales en su interior, que se reduce casi a la mitad; un segundo periodo entre 1986 y 2002 en que tiene lugar la gran transformación morfológica del río Pas, con la construcción de las grandes infraestructuras de canalización y mayor pérdida de superficie de canales fluviales y de islas; y un último periodo entre 2002 y 2020, en el que los cambios sufridos por el río en su conjunto han sido ya mucho menos notables que en los años anteriores, y se consolida la reducción del cauce fluvial, las dimensiones del corredor ripario y las coberturas artificiales.

A modo de síntesis, y con la cuantificación de estos cambios y transiciones de coberturas en el recorrido estudiado del río Pas, podemos afirmar que únicamente se mantiene aproximadamente la mitad del espacio que ocupaba el cauce activo en 1956 (50,8 %), y que de la superficie de acumulaciones de gravas e islas con vegetación pionera o más densa del interior de este cauce activo de 1956, solo queda hoy día una cuarta parte de dicho espacio (25,2 %). Por el contrario, el corredor ripario con vegetación natural se ha incrementado, y hoy día ocupa una superficie que es vez y media mayor que la que ocupaba en 1956 (152,5 %); asimismo, el espacio de corredor ripario con cobertura artificial se ha incrementado más de cinco veces (580,0 %) respecto a la existente en 1956.

	1956 (ha)	1986 (ha)	2002 (ha)	2020 (ha)	% ha 2020 respecto a ha 1956
Canales naturales con agua y sedimentos desnudos	201,1	217,4	99,7	102	50,8
Islas con vegetación	109,5	58,7	26,8	27,6	25,2
Corredor ripario con vegetación natural	204,4	207,5	309,6	311,6	152,5
Cobertura artificial	12,6	25,86	75,12	73,05	580

Tabla 9. Superficie que ocupaban los distintos elementos del corredor fluvial en las épocas señaladas, y que han sido mantenidas con la misma cobertura a lo largo del tiempo.

3.3.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS TRAMOS FLUVIALES

En este apartado se describe la evolución geomorfológica del río Pas detallada para cada uno de los tramos establecidos, comentando a la vez las diferentes presiones existentes que pueden explicar los cambios observados a lo largo de las últimas décadas.

Es evidente que la evolución del río Pas ha sido distinta en cuanto a la magnitud de los procesos fluviales en cada uno de sus tramos, según el contexto hidrogeomorfológico de partida y la intensidad de las presiones que se han ido sucediendo en cada caso. No obstante, en general podemos afirmar que la trayectoria de esta evolución es similar en unos casos y en otros, y responde a las pautas ya comentadas en el capítulo anterior generalizadas para todo el río Pas, de simplificación y estrechamiento del canal fluvial y ampliación del corredor ripario aumentando la densidad de su cobertura vegetal.

En el Anexo I adjunto a este documento se incluyen las imágenes de las coberturas del espacio del corredor fluvial del río Pas, interpretadas en las series de fotografías aéreas analizadas. Estas imágenes han sido la base de los datos incluidos en las Figuras y Tablas anteriormente expuestas (Figuras 5,6 y 7 y Tablas 4 a 9), y sirven ahora para pormenorizar los cambios acaecidos en cada tramo, visualizando las trayectorias fluviales ya comentadas. En el Anexo II se detallan las obras de canalización de mayor relevancia ubicadas en los tramos 1 a 5. Finalmente, en el Anexo III se incluyen las transiciones de coberturas de 1956 a 1986; de 1986 a 2002 y de 2002 a 2020 para cada uno de los tramos fluviales establecidos.

3.3.1.- Tramo 1

Confluencia con el río de la Magdalena - Puente de Alceda (carretera C-602 Alceda-Vejorís).

El río Pas en este tramo 1, que discurre por un valle parcialmente confinado, presenta hoy día un estado aparentemente "renaturalizado" y menos alterado que algunos de los tramos de aguas abajo. Si bien ha sido modificado por numerosas infraestructuras para el control de sus avenidas (ver Tabla 1, Anexo II), dichas infraestructuras han quedado parcialmente ocultas por la vegetación y la conectividad longitudinal del cauce no se ha visto alterada por la presencia de traviesas.

La evolución histórica del río en este tramo es similar a la descrita para todo el conjunto de tramos del área de estudio, consistente en una simplificación geomorfológica con procesos de reducción del cauce activo y pérdida de brazos secundarios e islas interiores (trazado trenzado) y ampliación del corredor ripario y bosque de ribera (Figura 8).



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 8. Vista general del río Pas en el tramo 1 (Entrambasmestas – Alceda) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha), mostrando el paso de un rio trenzado a un río canaliforme.

El estrechamiento del cauce activo ha sido notable, como se muestra en la Figura 9. La anchura del cauce ha pasado de un valor de la mediana en 1956 próximo a 100 m, a un valor inferior a su tercera parte, 31 m, en el año 2020, con una pérdida también notable de la variabilidad de esta anchura como muestran las imágenes desde 2002. Por otra parte, el trazado inicial del río en 1956, con un cauce ramificado con frecuentes islas en su interior, se ha visto gradualmente rectificado y constreñido en anchura por las sucesivas intervenciones de "defensa". Hoy día aparece como un río de trazado errante o de transición, relativamente rectilíneo y con un solo canal fluvial, por donde discurren las aguas en rápido continúo formando orillas similares en ambas márgenes (ver Figura 8).

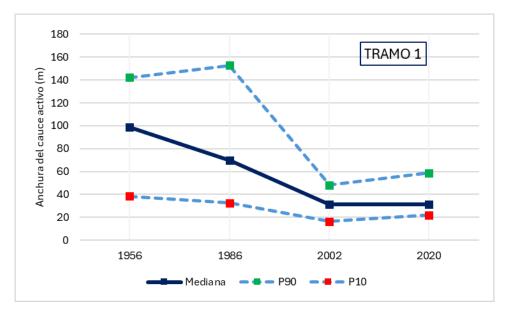
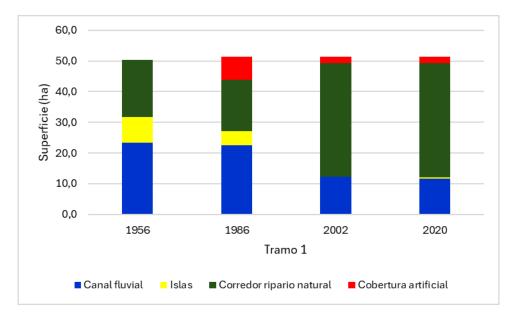


Figura 9. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 1 del río Pas (Nº de datos = 21 de 1956; 17 de 1986; 26 de 2002 y 35 de 2020).

La Figura 10 muestra la evolución en el interior del espacio del corredor fluvial de 1956. Se ha producido una reducción notable del espacio ocupado por los canales por donde circulaban las aguas hasta la década de los 80, dando paso al aumento del espacio del corredor ripario que ya no es utilizado por el paso de las aguas y permite el crecimiento de la vegetación de ribera y el asentamiento de ocupaciones artificiales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Evolución del espacio de corredor fluvial del río Pas en el tramo 1, con disminución del cauce activo (canal fluvial e islas) y aumento notable del corredor ripario.

El substrato del lecho del río es relativamente grueso, con un D50 de 160 mm, el mayor del río en la zona de estudio (Figura 11). Dicho substrato se ha visto alterado por importantes dragados en 1993, con una excavación de 155.615 m³ para el proyecto de defensa contra avenidas en el tramo medio del Pas. Posteriormente a esta fecha, en 2023 se han producido otros dragados puntuales allí donde el río deposita con mayor intensidad los acarreos, cuando el ramal principal de paso de las aguas cambia de la margen derecha a ceñirse a la margen izquierda. La realización de estos dragados no periódicos indica por una parte que el río mantiene su continuidad longitudinal en el transporte de sedimentos y, por otra, que dispone de una cierta movilidad y dinámica fluvial, lo que explicaría la disposición espacial de los bolos y cantos rodados, aparentemente "renaturalizada".

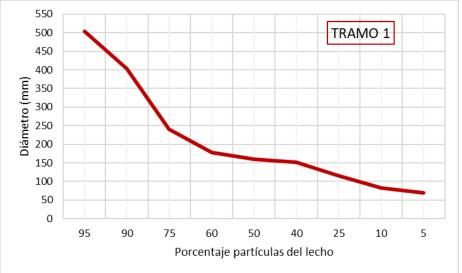




Figura 11. Curva granulométrica del lecho del río Pas y vista actual del cauce aguas abajo de Entrambasmestas (Tramo 1).

Las intervenciones en el cauce de las que hay constancia en este tramo se han llevado a cabo en 1985 y sobre todo en 1993, todas ellas tendentes a reducir su anchura y evitar su expansión lateral durante las avenidas (ver Tabla 1 Anexo II). En la actualidad hay identificadas infraestructuras de canalización a lo largo de un total de casi 6,5 km de orilla, lo que representa más del 80 % de la longitud del tramo (Tabla 10). Las infraestructuras han sido más frecuentes en la margen izquierda, donde ocupan 4404 m que representan el 113 % de la longitud de orilla en este tramo, al estar en ocasiones superpuestas. En la margen derecha la longitud de orilla con protección es casi la mitad, 2024 m que representan el 52 % del total de orilla. El tipo de infraestructura más frecuente ha sido la escollera, con 1730 m revistiendo casi una cuarta parte del total de orilla del tramo por ambas márgenes. La construcción de motas es, por el contrario, el tipo de obra que alcanza mayor longitud en el tramo, dispuestas a lo largo de 4107 m lo que representa casi un tercio de orilla en la margen derecha y más de tres cuartas partes de la longitud del cauce por su margen izquierda.

La diferencia de intervenciones entre una margen y otra se explica por la disposición natural del cauce en el valle, más próximo a la ladera derecha por donde queda naturalmente confinado, y con una mayor libertad de ajuste y mayor llanura de inundación en la margen izquierda, que es donde ha sido más intensamente constreñido.

INFRAESTRUCTURAS PRESENTES Y DRAGADOS REALIZADOS								
Infraestructura TRAMO 1	Longitud (m)	%de orilla						
Escollera margen derecha	760,10	19,60						
Escollera margen izquierda	970,40	25,00						
Mota margen derecha	1164,00	30,00						
Mota margen izquierda	2943,00	75,80						
Gavión margen derecha	-	-						
Gavión margen izquierda	491,70	12,70						
TOTAL INFRAESTRUCTURAS	6329,20	82,70						
Dragados (1993)	155.6	15 m ³						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Resumen de las infraestructuras presentes y dragados realizados en el tramo 1 del río Pas para la estabilización del cauce y el control de inundaciones.

Todas estas intervenciones de reducción de la anchura del cauce activo y restricción de su expansión durante las avenidas, unido a las obras de canalización realizadas en el tramo 2 localizado aguas abajo, son probablemente el origen de los procesos de incisión observados en este tramo 1, con rebajamiento del nivel del thalweg y consiguiente erosión de orillas en algunos sectores puntuales, como se muestra en las imágenes de la Fotografía 1.

Podríamos considerar que este tramo del rio recibe una carga sólida de elevado calibre tanto procedente del río de la Magdalena como del propio río Pas que exporta hacia aguas abajo, al no tener

infraestructuras transversales para su retención; y al mismo tiempo excava en su lecho tratando de ajustar su perfil longitudinal a las condiciones que vienen impuestas por el tramo de aguas abajo, donde artificialmente se ha dragado el cauce y rebajado su cota del thalweg (ver datos de dragados en tramo 2, Tabla 11).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1. Vista general del río Pas aguas abajo de Entrambasmestas (tramo 1), mostrando un trazado rectificado y monocauce en un tramo de rápido continuo (imagen superior), y aspecto de la orilla izquierda del cauce reflejando la erosión lateral y el descalzamiento de raíces que pueden ser indicio de un proceso de incisión (imagen central e inferior).

3.3.2.- Tramo 2

Puente de Alceda (carretera C-602 Alceda-Vejorís) - Villegar (aguas abajo Puente de la Vía Verde del Pas)

En este tramo 2 el valle del río Pas se abre de forma natural, y el río ha dispuesto tradicionalmente de mucho mayor espacio en anchura para dibujar su trazado que en el tramo 1 localizado aguas arriba, adoptando formas trenzadas con múltiples canales bifurcados e islas en su interior. Las numerosas obras de infraestructura llevadas a cabo en este tramo 2 (ver Tabla 2, Anexo II) han supuesto una gran alteración de la morfología del cauce, tanto en sus dimensiones como en su trazado y formas del lecho (Figura 12), siguiendo las mismas pautas de otros tramos pero en este caso con una mayor severidad (ver imágenes de Tramo 2 Anexo I).



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 12. Vista general del río Pas en el tramo 2 (Alceda – Villegar), mostrando su gran transformación morfológica desde 1956 (imagen izquierda) a 2020 (imagen derecha), como consecuencia de su rectificación y canalización.

El estrechamiento del cauce activo se muestra en la Figura 13, donde se observan los valores de la mediana de su anchura, que pasa de ser 147 m en 1956 (muy superior a la del tramo 1), a ser 51 m en 2020 (casi una tercera parte del valor primitivo), habiéndose reducido al mismo tiempo, también de forma considerable, la variabilidad de esta anchura que en la actualidad se hace mínima, y desaparecido la multitud primitiva de brazos y bifurcaciones en el interior del cauce (ver imágenes de Tramo 2 Anexo I).

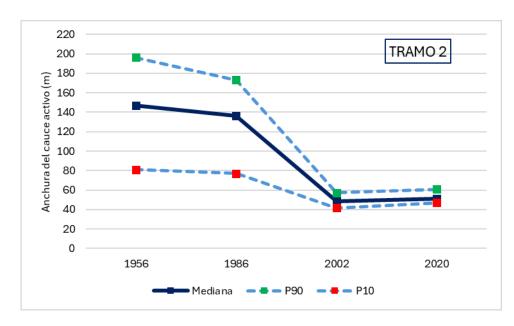
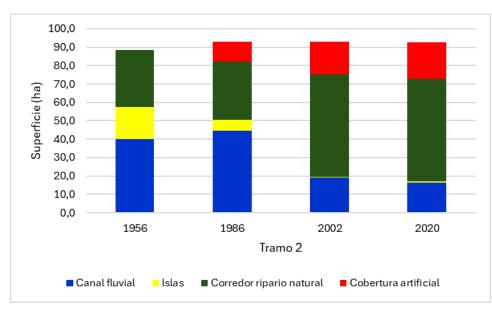


Figura 13. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 2 del río Pas (№ de datos = 23 de 1956; 22 de 1986; 22 de 2002 y 37 de 2020).

La Figura 14 muestra la evolución del corredor fluvial existente en 1956, en el que hoy día han desparecido los múltiples canales ramificados por donde circulaban las aguas dejando islas en su interior, y se ha configurado un río de cauce único bordeado de un espacio ripario desconectado por las motas y en el que se incrementan las ocupaciones antrópicas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas entre Alceda y Villegar (tramo 2), mostrando la reducción del espacio de canales fluviales y el aumento del bosque ripario y ocupaciones antrópicas.

La granulometría del lecho del cauce sigue siendo muy gruesa, aunque algo inferior a la del tramo anterior, con un D50 entre 130 y 115 mm. La disposición espacial de este material del lecho se ve alterada por la presencia de traviesas, que generan una discontinuidad en el transporte de sedimentos al quedar su nivel superior durante gran parte del año por encima del nivel de los caudales circulantes (Figura 15). El río recibe en este tramo una gran cantidad de carga sólida no solo del tramo 1 de aguas arriba sino también de los pequeños afluentes en crecidas esporádicas (ej. margen izquierda, arroyo Callejo).

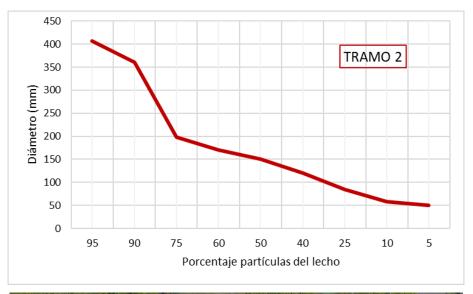




Figura 15. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas, y vista de la disposición de los guijarros controlada parcialmente por la presencia de traviesas que se han permeabilizado alternativamente en una margen y en otra.

En la actualidad, las aguas del río Pas circulan en este tramo por un cauce artificial revestido por escolleras continuas en ambas márgenes y parcialmente estabilizado por traviesas, diseñado con un trazado canaliforme (anchura casi constante a lo largo del tramo) y rectilíneo, que se ha dispuesto en el centro del valle bordeado de motas por ambas márgenes.

Como en el tramo 1, las intervenciones llevadas a cabo para el control de las avenidas datan en su mayoría de 1985 y 1993. El revestimiento de escollera abarca parcialmente la longitud de las orillas, no estando presente al inicio del tramo, pero la presencia de motas se extiende a lo largo de todo el tramo, desconectando el río de sus márgenes casi en la totalidad de su recorrido en dicho tramo (Tabla 11).

INFRAESTRUCTURAS PRESENTES Y DRAGADOS REALIZADOS										
Infraestructura TRAMO 2	Infraestructura TRAMO 2 Longitud (m) %de orilla									
Escollera margen derecha	782,40	19,20								
Escollera margen izquierda	867,40	21,20								
Mota margen derecha	3887,00	95,20								
Mota margen izquierda	4409,50	108,00								
Mota izquierda afluente	623,80	-								
TOTAL ESCOLLERAS Y MATAS 10570,10 129,40										
Dragados (1993)	Dragados (1993) 474.920 m ³									

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Resumen de las infraestructuras presentes y dragados realizados en el tramo 2 del río Pas para la estabilización del cauce y el control de inundaciones.

Como consecuencia de tales intervenciones, la diversidad geomorfológica inicial del río en el tramo ha disminuido notablemente, al reducirse hoy día a un único canal fluvial de anchura más o menos constante, y también ha disminuido la continuidad longitudinal en el transporte de sedimentos debido a la presencia de las traviesas del lecho. Por otra parte, la excavación del cauce y los dragados realizados para la construcción de las motas adyacentes en ambas márgenes ha desestabilizado el perfil longitudinal del río tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo, siendo probablemente la causa del proceso de incisión del lecho en el tramo 1. Al mismo tiempo, esta excavación junto a la disposición de las motas próximas a las orillas de escollera, son la causa más directa de la pérdida de conectividad lateral del cauce con sus riberas y márgenes y la simplificación del bosque de galería.

No obstante, se observa un gran potencial de regeneración natural de la vegetación de ribera sobre los sedimentos acumulados en el interior del cauce, con numerosos brotes de sauces, chopos, alisos y plátanos creciendo en las bermas laterales que forma puntualmente el río. Ello representa un mecanismo más de la dinámica fluvial natural para la retención de sedimentos y elevación del nivel del lecho, que a su vez puede inducir a una posible desestabilización lateral tratando el río de aumentar su anchura (ver imágenes de Fotografía 2).

A la altura de este tramo hay referencia de 6 puntos fuera del cauce donde se realizan importantes captaciones de agua, de ellos tres son de manantiales (Alisal, La Molina y La Quintanilla). Dichas captaciones afectan sin duda a los caudales circulantes por el río no solo en este tramo 2 sino en los de aguas abajo, al repercutir en los caudales subálveos y subterráneos que van incorporándose gradualmente al canal fluvial principal.

CAPTACIONES DE AGUA EN EL TRAMO 2									
Expediente	Año	Titular	Toma	х	Υ	Caudal I/sg			
A/39/01097	06-12-1935	Ayto. Santander	Manantial Alisal y Portillo y una galería filtrante Pas	424.423	4.785.656	300			
A/39/04853	24-09-1877	Ayto. Santander	Manantial La Molina	424.141	4.786.043	100			
A/39/04868	26-01-1912	Ayto. Santander	Manantial La Quintanilla	424.125	4.786.048	MC 68			
A/39/01476	26-11-1975	Ayto. Santander/Camargo/Astillero /Piélagos/S.C Bezana	Río Pas (El Soto) y la Pila	424.123	4.786.138	1.500			
A/39/01291	28-06-1962	Ayto. Santander	Río Pisueña (bombeo Penilla)	428.416	4.796.136	500			
A/39/01571	06-11-2009	Gob. Cantabria	Río Pas (Carandia)	421.364	4.796.136	153			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Captaciones de agua en el tramo 2 del río Pas.

Dichas captaciones contribuyen sin duda a que periódicamente el río quede sin caudales circulantes en superficie a lo largo de varios tramos, como se observa en algunas imágenes aéreas de años recientes.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2. Vistas del río Pas en el tramo 2, mostrando su trazado rectificado y con abundante regeneración de la vegetación riparia en la berma lateral (foto superior), y detalle de las traviesas alterando la continuidad longitudinal del transporte de sedimentos (foto central) y escolleras y motas en las márgenes (foto inferior).

3.3.3.- Tramo 3

Villegar (Puente de la Vía Verde del Pas) – Puente de Santiurde de Toranzo (SV-5805).

Al final del tramo 2 el valle del Pas queda parcialmente confinado por el relieve de las laderas adyacentes y aparecen numerosos afloramientos rocosos, dando lugar a un estrechamiento natural a lo largo del cual discurren los tramos 3 y 4 del río Pas.

La evolución histórica observada resulta similar a la del conjunto de tramos ya comentada (ver imágenes de los tramos 3 y 4 en Anexo I) aunque los cambios resultan más atenuados que los descritos para los tramos de aguas arriba 1 y 2, debido a este contexto geomorfológico del valle (Figura 16).



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 16. Vista general del río Pas entre Villegar y Santiurde de Toranzo (Tramo 3) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha).

La figura 17 muestra la evolución del tramo 3 en cuanto a la anchura del cauce activo, que ha pasado de un valor de la mediana en torno a 104 m en 1956 a un valor de 49 m (casi la mitad) en 2020, algo superior al presentado en 2002 (38 m), manteniendo una variabilidad de esta anchura de cauce muy superior a la de otros tramos.

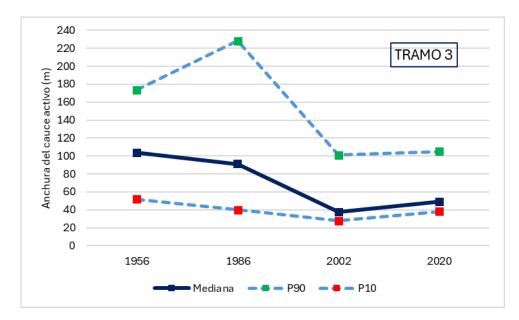
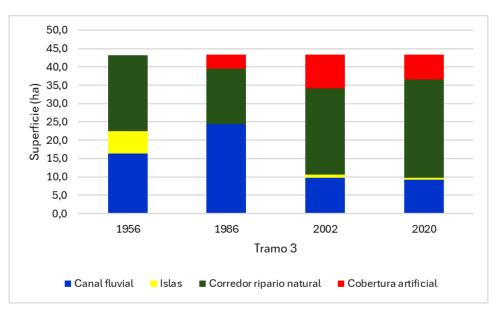


Figura 17. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 3 del río Pas (Nº de datos = 14 de 1956; 18 de 1986; 13 de 2002 y 21 de 2020).

A la vez que el estrechamiento del cauce activo, también se ha simplificado su trazado en planta, habiendo perdido casi la totalidad de sus islas interiores que fueron relativamente abundantes en 1956. La figura 18 muestra la evolución del corredor fluvial del Pas en este tramo, con la reducción del espacio de canales fluviales primitivos y la extensión del corredor ripario y las ocupaciones antrópicas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Evolución del espacio de corredor fluvial del río Pas en su tramo 3.

El lecho del cauce mantiene una granulometría muy gruesa, con un diámetro medio de 123 mm (Figura 19) y por él se mueve una gran carga sólida que es en parte depositada al final del tramo, aguas arriba

del Puente de Santiurde, donde primitivamente el río dibujaba una serie de curvaturas con varios canales bifurcados entre islas. Estos depósitos de acarreos han sido tradicionalmente dragados y retirados del cauce, manteniendo con ello la inestabilidad del cauce en dicho tramo, que se sucede aguas abajo de algunos sectores del lecho en roca.





Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas, y vista de la disposición de los cantos rodados sobre un canal fluvial relativamente estrecho frente al parque de Borleña (Tramo 3).

En la Tabla 13 se resumen las infraestructuras construidas para la estabilización y control de inundaciones en este tramo, que resultan muy inferiores a las de los tramos de aguas arriba. Es relativamente escasa la longitud de escolleras, inferior al 15 % de orilla, y el recubrimiento de motas

que por la margen derecha abarca algo menos que la mitad de su longitud (Tabla 13), quizás debido al encajamiento del cauce y la presencia de sectores rocosos. Lo que quizás es más notable en este tramo es el dragado del cauce al final del tramo, con una excavación estimada en 10.000 m³ ejecutada en 1993, lo que sin duda ha contribuido notablemente a la morfología actual del cauce y a su inestabilidad. En este tramo existe asimismo una importante captación de agua subterránea (sondeo PP-5.1) para abastecimiento, con una capacidad de 60 l/s.

A diferencia con el tramo 2 anterior, los caudales que circulan por el río se concentran en un canal estrecho con fuerte velocidad y sin traviesas que obstaculicen el transporte de sedimentos hacia aguas abajo. Las orillas se ven descarnadas en algunos sectores, mostrando cierta incisión del lecho y algunas escolleras colocadas aparecen removidas o han quedado descolgadas respecto al nivel actual del lecho fluvial (Fotografía 3).

INFRAESTRUCTURAS PRESENTES Y DRAGADOS REALIZADOS								
Infraestructura TRAMO 3	Longitud (m)	%de orilla						
Escollera margen derecha	302,00	14,36						
Escollera margen izquierda	238,00	11,32						
Mota margen derecha	1022,87	48,64						
Mota margen izquierda	232,00	11,03						
TOTAL 1794,87 42,67								
Dragados (1993)	10.00	00 m ³						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Resumen de las infraestructuras presentes y dragados realizados en el tramo 3 del río Pas para la estabilización del cauce y el control de inundaciones.





Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 3. Vistas del río Pas aguas abajo de Villegar (Tramo 3) donde las aguas circulan a gran velocidad sobre un canal relativamente estrecho incidiendo y erosionando las orillas y su vegetación.

3.3.4.- Tramo 4

Puente de Santiurde de Toranzo (SV-5805) - Prases.

Este tramo del río Pas abarca desde el puente de la carretera que va a Santiurde de Toranzo hasta que el río sobrepasa el núcleo urbano de Prases y comienza de nuevo el revestimiento de escolleras continuas en ambas márgenes y la presencia de traviesas sobre el lecho, donde se inicia el siguiente tramo de aguas abajo (tramo 5).

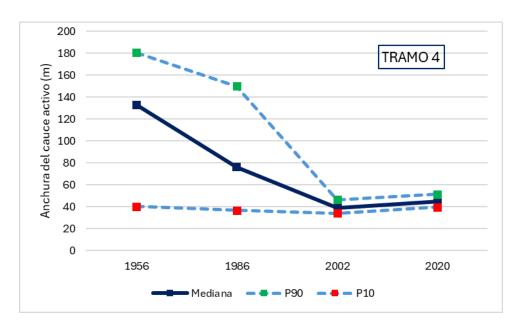


Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 20. Vista general del río Pas en su tramo 4, frente a Prases, mostrando su morfología en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha) en que aparece rectificado en su trazado y canalizado con escolleras y traviesas que continúan hacia aguas abajo.

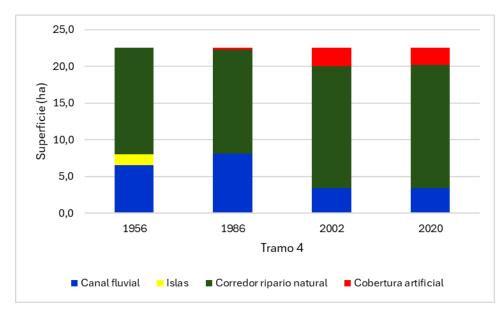
La Figura 21 muestra la evolución de la anchura del cauce activo, siempre con la misma trayectoria de estrechamiento gradual y pérdida de variabilidad de esta anchura, pasando en este caso de un valor de la mediana de 133 m en 1956 a un valor de 45 m en 2020, perdiendo toda la amplitud de cauce que tenía el río en las décadas anteriores a su canalización.

En relación con el espacio del corredor fluvial, su evolución sigue pautas similares a las descritas para los tramos precedentes, con reducción del espacio del cauce por donde circulan las aguas, desaparición de las islas interiores y aumento del corredor ripario y ocupaciones antrópicas (Figura 22).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 4 del río Pas (Nº de datos = 9 de 1956; 9 de 1986; 9 de 2002 y 10 de 2020).

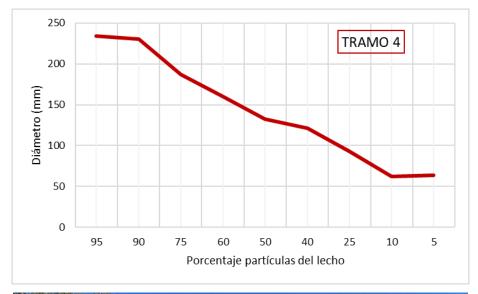


Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Evolución del espacio de corredor fluvial del Pas en su tramo 4, siguiendo la misma trayectoria descrita de los tramos de aguas arriba.

La granulometría de los acarreos que se mueven sobre el substrato rocoso aumenta de tamaño respecto al tramo contiguo de aguas arriba, teniendo un diámetro D50 de 132 mm. Se observan zonas de acumulación de estos acarreos formando barras laterales entre grandes lajas de piedra continuas que ocupan gran parte de la superficie del lecho (Figura 23), y también al final del tramo con el inicio de las primeras traviesas del tramo siguiente, aunque en el interior de este tramo 4 no se observan traviesas artificiales.

También, como en el tramo 3 anterior, el porcentaje de revestimiento del cauce por escollera es muy pequeño, inferior al 5 % de la longitud de orilla, mientras que la construcción de motas se extiende casi en la totalidad de la margen derecha y en gran parte de la izquierda (Tabla 13). Es remarcable que en este caso se reconoce explícitamente la falta de elementos a proteger por muchas de las infraestructuras construidas en el tramo entre 1983 y 1988 (ver Tabla 4 Anexo II), por lo que dichas motas que confinan el cauce podrían ser retiradas sin causar daños, con el fin de ganar una mayor amplitud y diversidad geomorfológica del canal fluvial.





Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas a la altura de Prases, y vista de la disposición de los cantos rodados sobre un lecho con numerosos afloramientos rocosos.

INFRAESTRUCTURAS PRESENTES									
Infraestructura TRAMO 4 Longitud (m) %de orilla									
Escollera margen derecha	302,00	14,36							
Escollera margen izquierda	238,00	11,32							
Mota margen derecha	1022,87	48,64							
Mota margen izquierda	232,00	11,03							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Resumen de las infraestructuras presentes en el tramo 3 del río Pas para la estabilización del cauce y el control de inundaciones.

Este tramo del río Pas mantiene una elevada capacidad de transporte debido a la ausencia de barreras transversales, y también debido a la morfología del cauce con una sección trapezoidal simétrica con taludes laterales de cierta altura desprovistos de vegetación (motas), sin que por otra parte se altere su nivel de base que está configurado por roca y resulta muy estable (Fotografía 4).



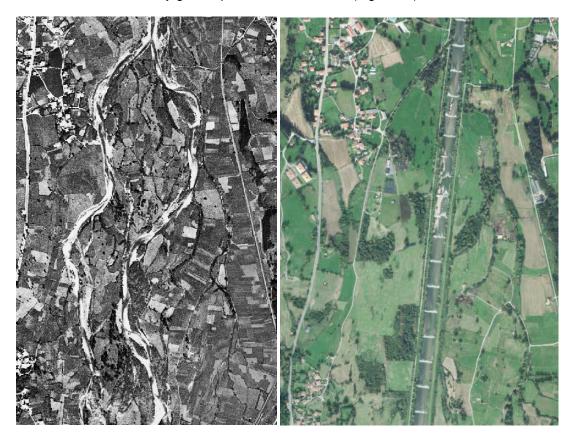
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4. Vista del río Pas a la altura de Prases, mostrando el lecho en roca (foto superior) y vistas hacia aguas arriba (centro) y hacia aguas abajo (foto inferior) de los tramos adyacentes.

3.3.5.- Tramo 5

Prases – Puente a Iruz-El Soto (CA-270).

Este tramo 5, junto con el tramo 2, es el que presenta un estado morfológico más alterado en la zona estudiada del río Pas. En este caso, con los trabajos de canalización se excavó un nuevo cauce centrado en los ramales principales primitivos del río, diseñado como un nuevo canal rectilíneo y de sección trapezoidal, revestido por escolleras laterales en ambas márgenes y con traviesas sobre el lecho también de escollera muy gruesa para su estabilización (Figura 24).



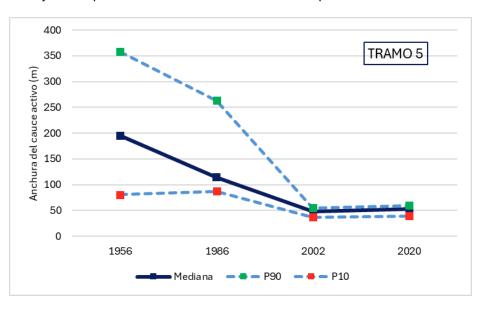
Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 24. Vista del corredor fluvial en el tramo 5 de 1956 (imagen izquierda) y 2020 (imagen derecha), mostrando su gran transformación con los trabajos de canalización.

Para llevar a cabo esta canalización, transformando de manera tan profunda la morfología primitiva del río eliminando los múltiples ramales del cauce y pequeñas islas existentes, fue necesario realizar importantes dragados, cuyo volumen ascendió a 163.417 m³ (excavación en roca de 1.896 m³ y rellenos de 162.863 m³ en 1983), y dragados en El Soto en 1985, con los que se construyeron las motas adyacentes (ver Tabla 5 Anexo II, y Tabla 14).

La evolución histórica del canal fluvial o espacio por donde circulaban y circulan hoy día las aguas queda reflejada en la figura 25, donde se muestra una reducción de su anchura que resulta ser la máxima de la zona estudiada, pasando de un valor de la mediana de 195 m en 1956 a 53 m en 2020

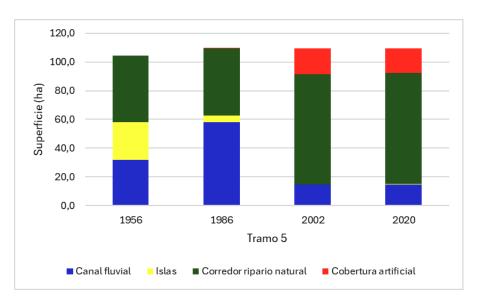
(prácticamente la cuarta parte). En este tramo 5 es también donde era máxima la variabilidad de esta anchura en 1956 y se ha quedado reducida a su valor mínimo a partir de 2002.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 5 del río Pas (№ de datos = 21 de 1956; 24 de 1986; 21 de 2002 y 33 de 2020).

La cobertura en el interior del corredor fluvial de 1956 ha cambiado en consonancia, reduciéndose considerablemente el espacio por donde discurren las aguas (canal fluvial), desapareciendo las islas interiores y ampliándose el corredor de vegetación riparia en los terrenos desocupados por el río. Dichos terrenos, desconectados del cauce por la presencia de las motas, han quedado hoy día como espacios abiertos con ocupaciones antrópicas puntuales, y en ellos crece una vegetación que se mantiene artificialmente para un cierto uso recreativo (Figura 26).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas, mostrando la pérdida de superficie por donde circulan las aguas, y el aumento de espacio de márgenes que en este tramo queda ajeno a la dinámica fluvial por la presencia de las motas.

La granulometría del lecho sigue siendo muy gruesa, con un diámetro D50 de 128,5 mm, y su disposición espacial denota la elevada capacidad de transporte de los caudales circulantes cuando llenan el lecho, orientando las partículas en el sentido de la corriente incluso las de mayor tamaño, y dejando un substrato mineral sin huella de elementos finos que retengan la humedad y permitan el reclutamiento de la vegetación más pionera (Figura 27).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Curva granulométrica del lecho del cauce del río Pas a la altura de Cillero (tramo 5), y vista de los depósitos de bolos y cantos rodados que se mantienen en seco en aguas bajas, desprovistos de elementos finos y de reclutamiento de vegetación.

La vista del río permite identificar los revestimientos de escolleras desnudas sujetando taludes laterales de cierta altura e inestables (Fotografía 5), teniendo un gran impacto en el bosque de galería que en este tramo es particularmente escaso debido a la desconexión del cauce con sus márgenes, con la construcción de motas a lo largo de toda su longitud. Tras la mota se mantiene un espacio libre de ocupaciones, que queda desconectado en superficie de la dinámica fluvial pero que en ocasiones presenta zonas encharcadas lo que indica su conexión subterránea, y su escaso valor para cualquier uso que resulte incompatible con su naturaleza hidrogeológica natural.

INFRAESTRUCTURAS PRESENTES Y DRAGADOS REALIZADOS								
Infraestructura TRAMO 5	Longitud (m)	%de orilla						
Escollera margen derecha afluente	2076,00	-						
Escollera margen izquierda	441,00	13,60						
Mota margen derecha	4052,00	124,90						
Mota margen izquierda	3287,00	101,30						
Mota margen derecha afluente	746,00	-						
Mota margen izquierda afluente	404,00	-						
Dragados (1984) 163.417 m ³								
Dragados (1985)	84.43	38 m ³						

Tabla 15. Resumen de las infraestructuras presentes y dragados realizados en el tramo 5 del río Pas para la estabilización del cauce y el control de inundaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 5. Vista del río Pas en las proximidades de Cillero (Tramo 5) mostrando un trazado rectilíneo con los taludes laterales revestidos con escollera (imagen superior) y la mota de la margen izquierda utilizada como paseo asfaltado, dejando a su izquierda el espacio primitivo del río que hoy día se mantiene desconectado del cauce y parcialmente drenado albergando una vegetación terrestre.

3.3.6.- Tramo 6

Puente a Iruz-El Soto (CA-270) – Final hoces de Puente Viesgo.

Este tramo se inicia al final de la canalización del tramo 5 anterior donde el río de forma natural se encajona, y finaliza aguas abajo de las últimas edificaciones de Puente Viesgo, donde el valle nuevamente comienza a expandirse. Corresponde en su mayoría al paso del río Pas por las hoces de Puente Viesgo, donde el valle se confina por ambas márgenes y el río discurre con una anchura muy inferior a la de los tramos contiguos de aguas arriba y aguas abajo.

Debido a este relieve natural del valle, el río ha sido muy poco intervenido en este tramo y no se han llevado a cabo trabajos de canalización significativos, aunque las márgenes hayan estado sometidas tradicionalmente a una presión urbanística muy asociada a la presencia del Balneario de Puente Viesgo (Figura 28).



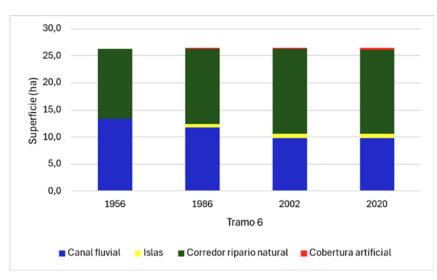
Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 28. Vista general del río Pas a su paso por Puente Viesgo (tramo 6) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha).

En la actualidad, el río presenta un estado relativamente similar al que tenía en 1956 (ver imágenes Tramo 6 Anexo I). El cauce se ha estrechado ligeramente, pasando de una anchura frecuente en torno a 42 m en 1956 a un valor de la mediana de 29 m, sin cambios perceptibles desde 1986 (Figura 29).

Figura 29. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 6 del río Pas (Nº de datos = 23 de 1956; 34 de 1986; 34 de 2002 y 32 de 2020).

El corredor ripario se ha mantenido también de forma similar en las últimas décadas, siendo muy poco notables los cambios y casi inapreciables las nuevas ocupaciones urbanísticas, que en general se sitúan fuera del espacio fluvial (Figura 30). En este sentido, únicamente cabría señalar dos sectores muy puntuales, uno frente a Corrobárceno donde se ha procedido a confinar el cauce por su margen derecha y ocupar el antiguo espacio fluvial creando una zona recreativa con aparcamiento (Figura 31), aguas abajo de la cual existe una antigua escollera que reviste la margen derecha en 350 m, datada de 1988; y otro sector en la zona de la cantera en explotación que se encuentra aguas arriba del núcleo urbano de Puente Viesgo, que altera el estado de la ribera con los cargaderos y el paso de vehículos, también en la margen derecha.



Fuente: Elaboración propia.

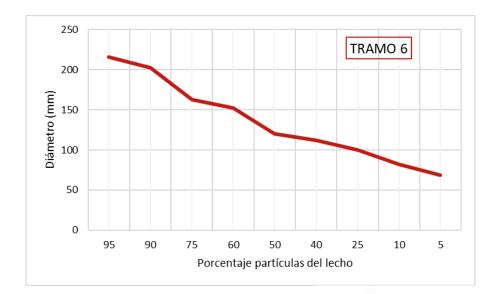
Figura 30. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas a su paso por Puente Viesgo, con cambios relativamente pequeños en su cobertura.



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 31. Vista detalle del sector del río Pas donde se construye una zona recreativa sobre una pequeña antigua llanura de inundación frente a Corrobárceno.

Los análisis granulométricos correspondientes a este tramo 6 se han llevado a cabo aguas abajo del tercer azud de la central hidroeléctrica, donde se observa un diámetro D50 de 120 mm, algo inferior al del tramo 5 anterior. Las zonas de acumulación de acarreos alternan en este tramo con zonas de afloramientos rocosos y formación de grandes pozas a lo largo de todo el tramo, como se muestra en las imágenes de la Figura 32.





Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Curva granulométrica del lecho del cauce del Pas en Puente Viesgo, y vistas generales del río mostrando zonas de mayor anchura y acumulación de acarreos entre azudes, y zonas con profundas pozas sobre substrato rocoso continuo.

Como ya se ha comentado, el revestimiento del cauce por escollera en este tramo es poco significativo, teniendo identificados únicamente 350 m en margen derecha, y las motas no han sido necesarias debido al encajonamiento del valle. No obstante, el río Pas en este caso está sometido a la presión de seis azudes, uno al inicio del tramo para toma de agua de abastecimiento, otro situado ligeramente hacia aguas abajo, que actúa de deflector para derivar las aguas hacia un pequeño canal en la margen derecha; posteriormente, un tercer azud aguas arriba del puente nuevo, de una antigua central hidroeléctrica en desuso; un cuarto azud sobre un antiguo vado, en la zona nueva recreativa; un quinto

azud situado debajo del puente colgante peatonal, con una escala salmonera; y un sexto azud aguas abajo del nuevo puente hacia la carretera perteneciente a la estación de aforos aguas abajo del balneario (Tabla 15).

Si bien estas pequeñas infraestructuras no tienen ninguna capacidad de regulación de los caudales, representan obstáculos transversales para el transporte del material del lecho de mayor calibre, y sin duda repercuten en la granulometría del substrato del tramo de aguas abajo. Lo que sí representan dichos azudes es el origen de captaciones de agua, principalmente para abastecimiento, que disminuyen los caudales circulantes por el cauce, teniendo el primero de ellos una captación de agua superficial de 1500 l/seg, siendo una de las mayores existente en el interior del río Pas, aunque esta cantidad se extrae de forma preferente de los manantiales de La Pila siempre que dispongan de recursos suficientes, siendo la extracción directa del Pas únicamente como complemento hasta alcanzar el valor dotacional si es necesario.

INFR	INFRAESTRUCTURAS PRESENTES												
Infraestructura TRAMO 6	Longitud (m)	Año construcción											
Escollera margen derecha afluente	350,00	1988											
OBRA TRANSVERSAL TRAMO 6	Destino	Año construcción											
Azud (inicio del tramo)	Toma de aguas Abastecimiento	Sin definir											
Deflector en margen izquierda	Derivación de aguas hacia margen derecha	Sin referencia											
Azud en desuso	Antigua central hidroeléctrica	Sin referencia											
Azud antes del puente	Sin definir	Sin referencia											
Azud en Puente Viesgo	Uso recreativo	Sin referencia											
Azud aguas abajo Puente Viesgo	Estación de aforos	Sin referencia											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Resumen de las infraestructuras presentes en el tramo 6 del río Pas para la estabilización del cauce y la captación de aguas.

3.3.7.- Tramo 7

Final hoces de Puente Viesgo- Confluencia con el río Pisueña.

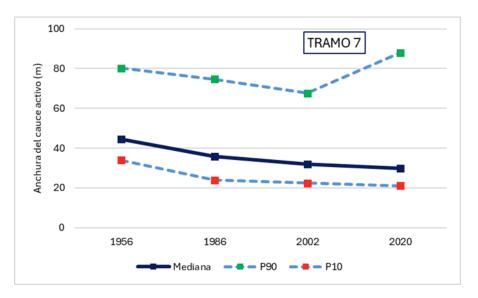
Pasadas las hoces de Puente Viesgo el valle del Pas se abre parcialmente, pero el río se mantiene con una anchura relativamente pequeña y constante, similar a la del tramo anterior. El trazado del cauce es divagante con algunas curvaturas e incipientes meandros, siendo el tramo del Pas a partir del cual se inicia una disminución notable de la pendiente longitudinal (ver Tablas 1 y 3).

El río muestra en este tramo 7 una evolución histórica en las últimas décadas con pocos cambios, habiendo sido relativamente poco intervenido en su morfología (Figura 33).

Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 33. Vista general del río Pas aguas abajo de Puente Viesgo, antes de recibir las aguas del Pisueña (tramo 7) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha).

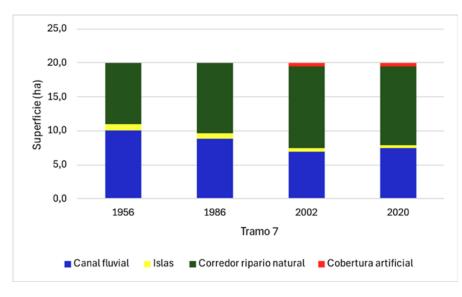
La Figura 34 muestra el estrechamiento gradual que se ha producido en el cauce, pasando de un valor de la mediana de 44 m en 1956 a un valor de 30 m en 2020. En dicha reducción del canal fluvial han influido sin duda los bombeos de agua de manantiales y extracciones del mismo cauce para suministro doméstico, ya comentados y que tienen lugar en los tramos de aguas arriba. En este tramo el río Pas queda muy mermado por estas extracciones de agua, y discurre con menor corriente y caudal que en los tramos precedentes.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 7 del río Pas (Nº de datos = 22 de 1956; 23 de 1986; 25 de 2002 y 20 de 2020).

En la Figura 35 se muestra la evolución del corredor fluvial, también con pequeños cambios en relación a otros tramos, con el estrechamiento del cauce generalizado para todo el río Pas y la invasión del espacio que deja libre el canal fluvial para el crecimiento de la vegetación riparia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Evolución del corredor fluvial del río Pas entre Puente Viesgo y la confluencia con el río Pisueña, con relativos pocos cambios en su cobertura en relación a otros tramos de aguas arriba.

La granulometría del substrato resulta ser la menor de la zona estudiada del río Pas, con un diámetro D50 de 86 mm que habría que relacionar no solo con la disminución gradual de la pendiente longitudinal del cauce (ver Tabla 3) sino también con la retención del material del lecho de mayor calibre en los sucesivos azudes del tramo anterior (Figura 36).

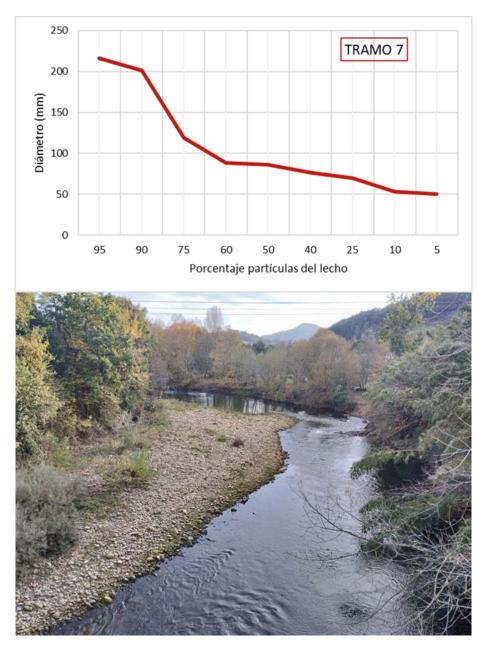


Figura 36. Elaboración propia.

Figura 37. Curva granulométrica del lecho del cauce y vista general del río Pas en las proximidades de Vargas (tramo 7).

En el interior de este tramo se han observado algunos sectores con intervenciones locales, entre ellos los correspondientes a la margen externa de los dos meandros que dibuja el río en su recorrido, y a una corta longitud del cauce hacia aguas abajo del segundo meandro hacia el cruce con la autopista, siendo por otra parte estos sectores los únicos en los que el río mostraba dinamismo geomorfológico. En el primer meandro, de mayor dimensión y situado al inicio del tramo (Figura 38), se observa a partir de 1956 el recorte gradual de su avance natural y la ocupación posterior del antiguo espacio fluvial para uso agrícola, formándose una gran berma de sedimentos aguas abajo. En el segundo meandro, y hacia aguas abajo (Figura 39), el río también ha sido modificado en su morfología primitiva, habiendo

eliminado la bifurcación del canal fluvial y la gran isla de sedimentos de su interior, y forzado el paso de los caudales hacia un único canal mediante un amplio relleno que aleja las aguas de las nuevas viviendas construidas recientemente y enfila la corriente sobre un cauce rectificado hacia aguas abajo.



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 38. Alteración del meandro que dibuja el río Pas al inicio del tramo 7, con una rectificación del cauce existente en 1956 (imagen izquierda) modificando su curvatura y movilidad lateral (imagen derecha de 2020).



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 39. Vista detalle del río Pas al final del tramo 7, donde se ha rectificado el sentido de las aguas cortando el brazo secundario de la margen derecha activo en 1956 (imagen izquierda) para facilitar el asentamiento de nuevas viviendas existentes en 2020 (imagen derecha), y se ha rectificado el cauce aguas abajo haciéndolo rectilíneo y canaliforme, sin permitir la acumulación de sedimentos en su interior que configuraba la morfología primitiva del canal fluvial.

La intervención del primer meandro ha requerido el revestimiento de escollera en 39 m de la margen externa, mientras que la del segundo meandro se ve acompañada por la instalación de una escollera de 280 m aguas abajo del mismo, en la margen izquierda junto a la población de Vargas (Tabla 16).

Aparte de estas dos intervenciones locales que han supuesto la reducción de la movilidad fluvial del Pas en este tramo, el río sigue sometido a la presión de extracción de sus aguas, albergando dos azudes en el interior de este tramo (Tabla 16), con una pequeña captación dentro del cauce de agua superficial para riego, con capacidad de 2 l/s, y otra fuera del cauce que afecta a manantiales adyacentes para abastecimiento, con capacidad de 1 l/s.

INFRAESTRUCTURAS PRESENTES													
Infraestructura TRAMO 7 Longitud (m) %de orilla													
Escollera margen derecha	39,00	1,40											
Escollera margen izquierda	280,00	10,00											
OBRA TRANSVERSAL TRAMO 7	Destino	Año construcción											
Estación bombeo	Abastecimiento	Sin referencia											
Azud	Sin definir	1997											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Resumen de las infraestructuras presentes en el tramo 7 del río Pas para la estabilización del cauce y la captación de aguas.

3.3.8.- Tramo 8

Confluencia con el río Pisueña – Puente del ferrocarril en Vioño.

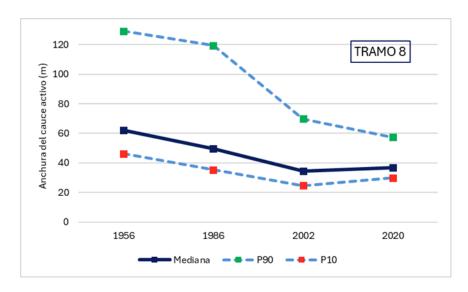
En este tramo el río Pas contiene ya las aguas del Pisueña, y discurre por un valle que en su inicio está parcialmente confinado pero que enseguida se abre albergando un paisaje de carácter agrícola y periurbano. En el tramo confinado su trazado es casi rectilíneo, pero una vez sobrepasado el cerro que le limita por su margen derecha el río tiende a adoptar un trazado meandriforme acorde con la pendiente del valle, que parece estar ya modificado en la imagen de 1956 (Figura 40).



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 40. Vista general del río Pas aguas abajo de su confluencia con el Pisueña (tramo 8) en 1956 (imagen izquierda) y en 2020 (imagen derecha), mostrando transformaciones del cauce anteriores a la imagen de referencia.

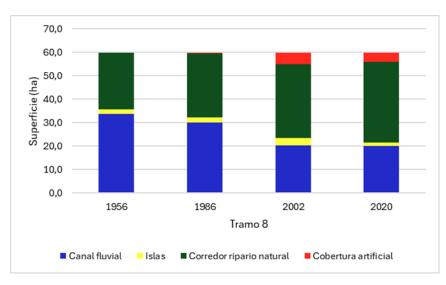
Respecto al canal fluvial, el río ha sufrido un estrechamiento en las últimas décadas como se refleja en la Figura 41, pasando de un valor de la mediana de 62 m en 1956, apreciablemente mayor que el del tramo anterior antes de recibir las aguas del Pisueña, a un valor de 37 m en 2020, mostrando como los tramos anteriores una reducción notable de la variabilidad de esta anchura.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 8 del río Pas (Nº de datos = 35 de 1956; 43 de 1986; 78 de 2002 y 36 de 2020).

Respecto al corredor fluvial, también ha tenido una evolución similar a la de otros tramos. Parte del espacio de cauce activo primitivo se ha transformado en corredor ripario, y en ocasiones parte de este espacio de ribera presenta una cobertura artificial, si bien siguen existiendo algunas islas en el interior del canal fluvial, lo que mejora su dinámica y valor paisajístico. También como en el resto de los tramos, los cambios más relevantes surgen entre 1986 y 2002, manteniéndose el corredor fluvial desde entonces en condiciones muy similares hasta fechas recientes.

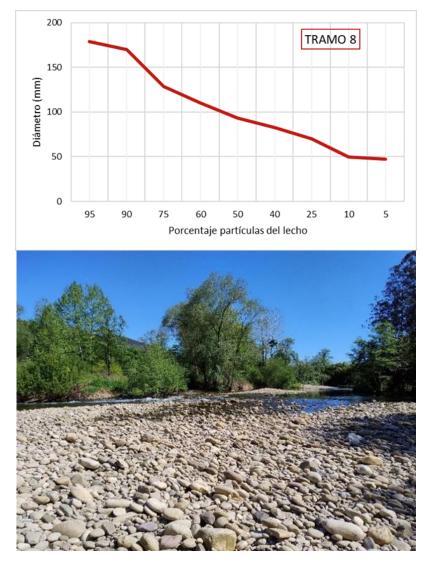


Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas en el tramo 8, mostrando una substitución parcial de la cobertura de canal fluvial por corredor ripario, pero manteniendo la presencia de islas en su interior.

El substrato del río en este tramo aumenta de forma notable respecto al tramo anterior, presentando un diámetro de tamaño del material de lecho D50 de 93,5 mm. Al no tener escolleras ni motas, las

orillas en muchos sectores están en condiciones muy naturales a lo largo del tramo, creando encueves, pozas y un hábitat acuático en general muy favorable para las especies acuáticas (Figura 43).



Fuente: Elaboración propia.

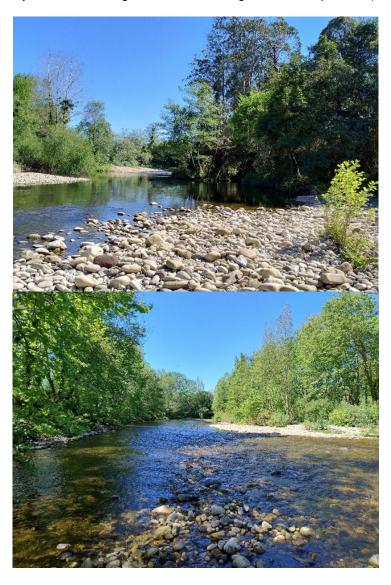
Figura 43. Curva granulométrica del lecho del cauce y vista general del río Pas aguas abajo del puente de Carandía (tramo 8).

Si bien no hay alteraciones significativas en la morfología fluvial, este tramo presenta escolleras en algunos sectores, concretamente una en la margen derecha de 232 m para proteger un espacio actualmente de prados y pastos aguas abajo del puente amarillo, y otra en la margen izquierda de 552 m inmediatamente aguas arriba de Vioño (ver Tabla 17). Una tercera escollera muy reciente, construida posteriormente a 2020, se ha identificado en la margen derecha aguas arriba de la zona de viviendas unifamiliares cercanos al puente amarillo, donde en la imagen de 2023 se observa la ribera rectificada y desprovista de vegetación.

Por otra parte, el río sigue fuertemente afectado por los bombeos y extracciones de agua y mantiene unos caudales reducidos aguas abajo del azud existente en el puente de Carandía, donde existe una

estación de bombeo con una capacidad de 153 l/seg para abastecimiento, unida a otros tres puntos de captación de aguas, dos de ellas de agua superficial para industria (20 l/seg) y riego (16 l/seg) y una tercera de aguas subterráneas fuera del cauce para riego de 7l/seg.

El río discurre al final de este tramo por un relieve cada vez más llano y de menor cota, y el cauce va quedando encajado en el valle presentando taludes laterales del cauce en ocasiones de más de 3 m de altura. Ello no obsta para que periódicamente el río se desborde sobre todo por su margen derecha e inunde los cultivos y ocupaciones agrícolas que llegan hasta el límite del cauce, mostrando por otra parte una fuerte capacidad de transporte por parte de las avenidas sobre el lecho fluvial, donde aparecen los acarreos uniformemente orientados en el sentido de la corriente y completamente desprovistos de finos y sin rastro de regeneración de la vegetación más pionera (Fotografía 6).



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 6. Vistas del río Pas aguas abajo de Carandía, bordeado por una aliseda mixta de elevado porte, mostrando un paisaje fluvial aparentemente naturalizado, con formación de grandes pozas y remansos y movilidad de los acarreos.

Sobre el terreno, y más sobre la fotografía aérea, se reconocen en este tramo bajo del río antiguos brazos laterales hoy día drenados, junto a huellas de antiguos meandros (Figura 44). Al mismo tiempo se identifican nuevas ocupaciones y edificaciones en los antiguos terrenos fluviales, que hoy día se encuentran sometidos a una clara presión urbanística (Figura 44).



Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 44. Detalle del sector del rio Pas donde se reconoce la huella de antiguos brazos fluviales meandriformes, y la construcción de nuevas edificaciones en la margen derecha donde el río ha sido limitado en su movilidad natural.

INFRAESTRUCTU	INFRAESTRUCTURAS PRESENTES												
Infraestructura TRAMO 8	Longitud (m)	%de orilla											
Escollera margen derecha	232,00	3,70											
Escollera margen izquierda	552,00	8,70											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Resumen de las infraestructuras presentes en el tramo 8 del río Pas para la estabilización del cauce.

3.3.9.- Tramo 9

Puente del ferrocarril en Vioño - Oruña.

El tramo más bajo del río Pas estudiado en este trabajo se refiere al recorrido último del río aguas abajo del puente del ferrocarril en Vioño, que ya queda expuesto a la influencia de las mareas. En este último tramo el Pas discurre por un valle parcialmente confinado en su margen izquierda, atravesando un paisaje de carácter agrícola y periurbano cuyo uso se ha intensificado en las últimas décadas (Figura 45).

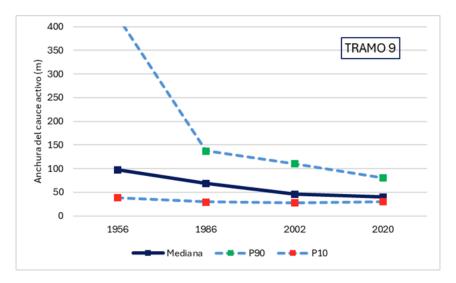
Si bien podemos considerar que el río ha mantenido el espacio del corredor fluvial de 1956, se han producido cambios en el interior del mismo, con una superficie de canales fluviales que se ha ido estrechando gradualmente, y una extensión del corredor ripario donde aumentan las ocupaciones antrópicas.



Fuente: Fuente: Imagen del vuelo americano de 1956 (izquierda) e imagen del PNOA de 2020 (derecha).

Figura 45. Vista general del tramo 9 del río Pas, mostrando su evolución desde1956 (imagen izquierda) hasta 2020 (imagen derecha).

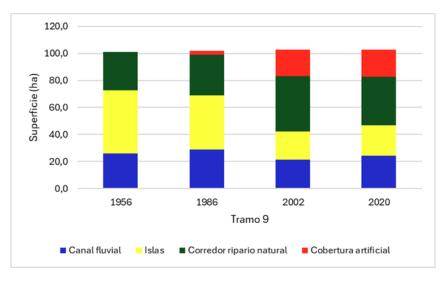
La Figura 46 muestra la evolución de la anchura de cauce, con un valor de la mediana de 98 m en 1956 que se reduce hasta un valor de 41 m, algo menos que su mitad, en 2020, habiendo perdido su variabilidad inicial y adoptado en la actualidad una anchura mucho más homogénea en su último recorrido.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 46. Evolución de la anchura (mediana y percentiles) del cauce activo del tramo 9 del río Pas (Nº de datos = 34 de 1956; 45 de 1986; 37 de 2002 y 33 de 2020).

La Figura 47 muestra la evolución de las coberturas dentro del corredor fluvial de 1956, habiendo mantenido la presencia de islas entre los ramales fluviales pero aumentado considerablemente las ocupaciones de origen antrópico en las márgenes.

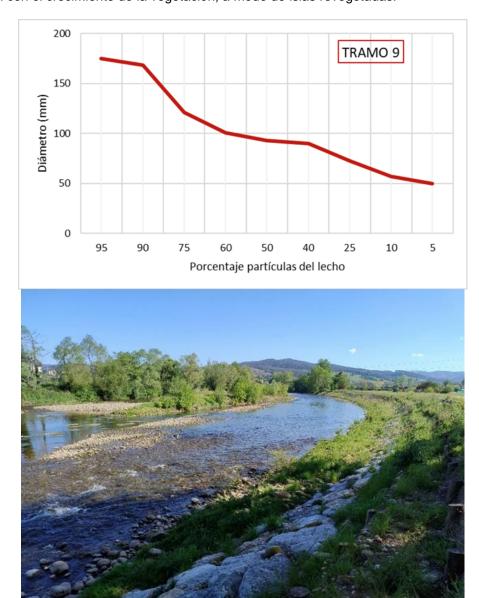


Fuente: Elaboración propia.

Figura 47. Evolución del espacio del corredor fluvial del río Pas en el tramo 9, donde el río ha mantenido en mayor medida que otros tramos la superficie de islas interiores del cauce, pero se ha incrementado también en mucha mayor medida la ocupación antrópica de sus márgenes.

El substrato del lecho del río sigue siendo muy grueso para tratarse de un tramo bajo próximo a la desembocadura, teniendo un diámetro D50 de 93 mm, muy similar al del tramo anterior (Figura 48). El río dispone de movilidad en ciertos sectores de mayor espacio en anchura y forma amplios depósitos

de este material del lecho en su interior, que son removidos por las crecidas y en ocasiones se estabilizan con el crecimiento de la vegetación, a modo de islas revegetadas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 48. Curva granulométrica del lecho del cauce y vista general del río Pas aguas abajo del puente del ferrocarril en Vioño, mostrando las barras de sedimentos e islas revegetadas en su interior (tramo 9).

A lo largo del tramo existe un azud para derivar aguas, un deflector para proteger la margen derecha, otro pequeño azud en un ramal lateral y restos de dos azudes más, uno de ellos enterrado en las gravas, que sin duda representan obstáculos transversales e interrumpen la circulación del agua y los sedimentos. Por otra parte, el río en este tramo está revestido por escolleras en 342 m de la margen derecha y 265 m de la margen izquierda, sin la presencia de motas (Tabla 18), pero en la mayor parte de su recorrido en este tramo el río mantiene unas orillas en condiciones naturales y una cierta

movilidad lateral, con un corredor ripario estrecho y discontinuo de elevado porte y gran diversidad (Fotografía 7).

No obstante, y debido a la presión agrícola y periurbana del entorno, el río ha sido intervenido localmente en varios sectores, allí donde las crecidas han generado desmoronamientos de taludes o inundaciones y afectado a ocupaciones antrópicas incompatibles con la dinámica fluvial. Estos episodios de movilidad fluvial y desbordamiento de las crecidas han sido tradicionales en toda esta región baja del Pas afectada por las mareas, si bien el riesgo que generan ha ido aumentando con la intensificación del uso de las márgenes, y quizás su intensidad sea cada vez mayor.

Recientemente, la crecida de diciembre de 2021 ha motivado intervenciones de bioingeniería que respetan la anchura del cauce y promueven la estabilidad de los taludes laterales mediante escolleras y estaquillados, aparentemente con muy buenos resultados (Fotografía 7). Es probable que dichas intervenciones resulten necesarias cada vez con mayor frecuencia, dada la creciente ocupación del valle y de toda la cuenca baja del Pas donde se intensifica la urbanización del paisaje y aumenta su población.

INFRAESTRU	ICTURAS PRESENTES				
Infraestructura TRAMO 9	Longitud (m)	% de orilla			
Escollera margen derecha	342,00	5,60			
Escollera margen izquierda	265,00	4,30			
OBRA TRANSVERSAL TRAMO 9	Destino	Año construcción			
Azud	Derivación aguas	1956			
Deflector	Protección margen derecha	Sin definir			
Azud en ramal lateral	Sin definir	1956			
Restos de 2 antiguos azudes	Sin definir	Sin definir			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Resumen de las infraestructuras presentes en el tramo 9 del río Pas para la estabilización del cauce y la captación de aguas.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 7. Vista general del río Pas aguas abajo de Vioño (imagen superior) donde recientemente se ha llevado a cabo un proyecto de restauración de los taludes del cauce con bioingeniería, y frente a Quijano donde el río queda afectado por uno de los azudes existentes (foto inferior).

3.4.- RÉGIMEN DE CAUDALES Y CONEXIÓN HIDROGEOLÓGICA

Uno de los indicadores hidromorfológicos más importantes de los ríos es su régimen de caudales, que junto con el suministro y transporte de sedimentos y la acción de la vegetación configura la morfología y dinámica del cauce, determinando su funcionamiento y su evolución.

En capítulos anteriores se ha mostrado la trayectoria del río Pas en las últimas décadas, en cuanto a las dimensiones y morfología del cauce y la estructura del conjunto del corredor fluvial. En este apartado se trata de profundizar en la evolución de su régimen de caudales como posible agente que ha podido

contribuir a los cambios observados, junto a las infraestructuras de canalización ya comentadas para cada tramo.

3.4.1.- Datos disponibles

En la cuenca del río Pas hay datos disponibles de caudales procedentes de dos fuentes, cuyas características se exponen en la Tabla 20.

	CARACTERÍSTICAS DE LOS DATOS DE CAUDALES DISPONIBLES DEL RÍO PAS													
Origen	Nombre	Código	Altitud (m)	Superficie vertiente (Km²)	Tipo de datos	Periodo disponible								
CHC	San Lorenzo	1090_A086	178	248	Alturas	2019-2023								
СНС	Puente Viesgo	1215_A088	68	357	Alturas y caudales	1969-2013 2014-2023								
CHC	Pisueña en La Penilla	1217_A705	80	161	Alturas y caudales	2013-2017								
СНС	Carandía	1216_Q104	37	562	Alturas y caudales	2012-2017 2018-2023								
CHC	Soto - Iruz	1218_A087	79	331	Alturas	2019-2023								

Fuente: Datos de la CHC.

Tabla 20. Características de los datos de caudales disponibles del río Pas. Origen de los datos: SAIH: Sistema Automático de Información Hidrológica de Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

La serie de datos más larga corresponde al río Pas en Puente Viesgo, de la que existen registros desde 1969 hasta hoy día con 54 años consecutivos de datos de alturas y caudales. No obstante, en esta estación hay que señalar que los años hidrológicos 2017 a 2021 están muy incompletos, y ello es de especial relevancia teniendo en cuenta que los tres eventos de avenidas más recientes han ocurrido en los últimos años, es decir, durante este periodo incompleto de registros.

La única estación de medición de caudales en el río Pisueña lleva abandonada desde 2017. Por otra parte, en el río Pas su estación de cabecera, en San Lorenzo, con datos entre 2019 y 2023, carece de curva de gasto y solo se dispone de las alturas del nivel de las aguas. Finalmente, la estación de Carandía es relativamente reciente y ofrece una serie de datos relativamente corta, de 2012 a 2022, pero completa, ofreciendo una información valiosa del periodo más reciente y de verificación de los datos registrados en Puente Viesgo.

Todos estos datos, en su conjunto, resultan claramente insuficientes para abordar un estudio de la evolución del régimen de caudales del río Pas en las últimas décadas. Sería muy conveniente ir ampliando la red de estaciones de aforos tanto en el Pas como en su principal afluente el río Pisueña, con el fin de tener un conocimiento más completo del régimen de caudales circulantes y su afección por las distintas captaciones de agua que existen tanto en el propio cauce como en los manantiales adyacentes dentro de su cuenca vertiente.

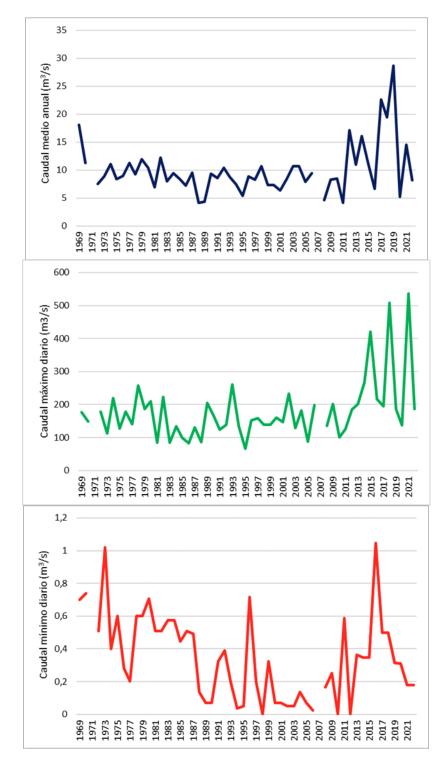
En la actualidad el río Pas no está regulado por ninguna presa o embalse que modifique su régimen natural, lo que hace de este río un caso de gran interés desde el punto de vista hidromorfológico. Por

3.4.2.- Evolución de los caudales del río Pas en Puente Viesgo

De los datos de la estación de aforos 1215_A088 entre 1969 y 2013 y 2014 y 2023 recogidos por el SAIH, se ha obtenido la gráfica de la Figura 49, donde se muestran los valores del caudal medio anual en dicha estación y los valores máximos y mínimos de cada año. Se observa una clara discontinuidad de los datos al cambiar la fuente de origen de los mismos (años 2013- 2014), lo que sucede tanto para los caudales medios como para los máximos y mínimos.

Respecto al caudal medio anual, durante el periodo de datos disponible éste fluctúa en torno a un valor promedio de 10 m³/s, obteniéndose un valor medio de 14,7 m³/s para los caudales medidos en el periodo registrado por la CHC. En relación con los caudales extremos, la mediana del caudal máximo anual para todo el periodo es de 215,7 m³/s y la mediana del caudal mínimo anual para todo el periodo es de 0,347 m³/s.

Las tendencias temporales son también distintas entre los periodos con distinto origen de los datos, tendiendo a no ser apreciables en los caudales medios y máximos, y a presentar una tendencia a disminuir en el caso de los caudales mínimos.

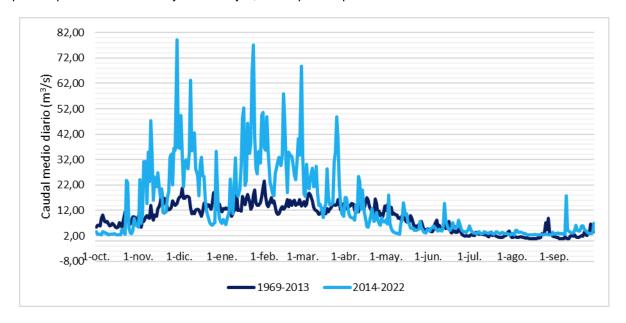


Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. Caudales medios, máximos y mínimos diarios del río Pas en Puente Viesgo. Los datos proceden del SAIH.

La estacionalidad en la distribución de los caudales medios diarios a lo largo del año se muestra en la Figura 50, con un claro periodo de aguas altas desde finales del otoño hasta el comienzo de primavera, y un periodo de estiaje marcado a mediados y finales del verano. Pero también en este caso se observa

una gran disparidad entre periodos, con un rango de valores a lo largo del año entre 23,5 y 0,8 m³/s para el periodo 1969-2013 y entre 80 y 2,4 m³/s para el periodo 2014-2022.



Fuente: Elaboración propia.

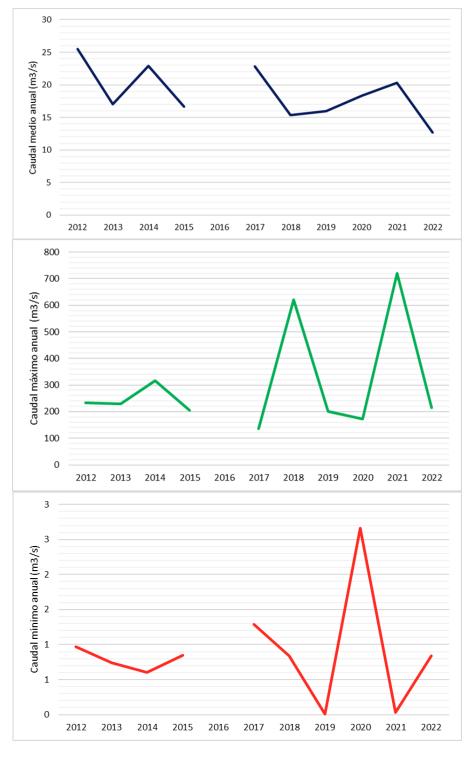
Figura 50. Distribución del valor promedio de los caudales medios diarios del río Pas en Puente Viesgo para los periodos de años indicados. Datos procedentes del SAIH de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

3.4.3.- Evolución de los caudales del río Pas en Carandía

La estación de aforos de Carandía se sitúa aguas abajo de la confluencia con el río Pisueña, donde la superficie de la cuenca vertiente aumenta considerablemente con la de este afluente (ver Tabla 19). Esta circunstancia permite predecir que los caudales del Pas en Carandía van a ser más cuantiosos que en Puente Viesgo, si bien los datos disponibles no confirman esta hipótesis.

Una comparación entre los caudales de Puente Viesgo y los de Carandía permite ver que en algunos años son mayores los primeros que los segundos, y ello solo sería comprensible si el segmento fluvial entre ambas estaciones fuera "perdedor" en el sentido de infiltrar sus aguas hacia el acuífero, si bien según los estudios hidrogeológicos disponibles, ello no ocurre así.

La figura 58 muestra los caudales medios diarios, máximos y mínimos anuales del río Pas en la estación de Carandía, donde se estima un caudal medio diario para todo el periodo de datos de 18,69 m³/s. En cuanto a los caudales máximos y mínimos, en Carandía se obtienen los valores de 720,2 m³/s y de 0,01 m³/s, respectivamente, como valores extremos para el periodo de registros que es relativamente corto para estimar valores de su mediana.

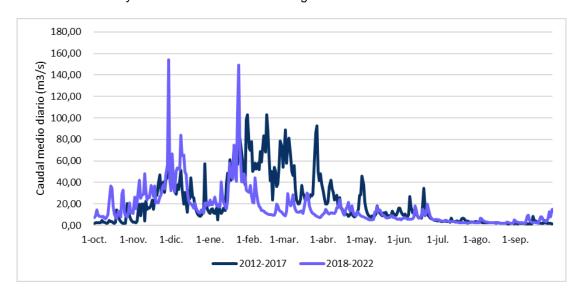


Fuente: Elaboración propia.

Figura 51. Caudales medios diarios, máximos y mínimos anuales del río Pas en Carandía. Los datos proceden del SAIH.

En la Figura 52 se muestran los datos de la estación de Carandía a lo largo del año, reflejando, como en el caso de Puente Viesgo, un régimen permanente estacional con fuertes fluctuaciones y crecidas

bruscas durante el periodo de aguas altas, pero también indicando diferencias importantes entre los periodos analizados cuyos datos son de diferente origen.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 52. Distribución del valor promedio de los caudales medios diarios del río Pas en Carandía para los periodos de años indicados. Datos procedentes del SAIH de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

3.4.4.- Comentarios a la información sobre caudales del río Pas

Las figuras expuestas permiten comprobar una gran disparidad de resultados según el origen de los datos, y también una anomalía entre estaciones respecto a los caudales medios diarios (valores mayores en Puente Viesgo que en Carandía en algunos años como en 2018 y 2019) y respecto a los caudales máximos anuales (valores de Puente Viesgo superiores a los de Carandía en la mayoría de los años).

Para profundizar en esta anomalía entre estaciones de aforo se han utilizado los datos de caudal medio anual obtenidos con la simulación hidrológica del SIMPA para las masas de agua Pas III y Pas IV, que podían corresponder de forma aproximada a los caudales de Puente Viesgo y a los de Carandía respectivamente. Para la masa de agua PAS III, el SIMPA da un valor de caudal medio anual de 10,7 m³/s, subestimando los caudales de Puente Viesgo, mientras que para la masa de agua Pas IV da un valor de 19,7 sobreestimando los obtenidos en Carandía.

Ante esta circunstancia, creemos que sería necesaria la revisión de todos los datos de registros disponibles en el río Pas, antes de proceder a caracterizar su régimen de caudales de una forma más consistente, teniendo en cuenta a la vez la corta duración de la mayoría de las series de estos registros.

3.4.5.- Conexión hidrogeológica y captaciones de agua

El río Pas a lo largo de su recorrido está en conexión con diferentes acuíferos. En el tramo de cabecera y tramo medio, el substrato aluvial de su cauce se asienta sobre la extensa masa de agua subterránea 'El Escudo' (que abarca también al río Pisueña). A la altura de Puente Viesgo, el Pas atraviesa la masa de agua subterránea 'Puente Viesgo-Besaya'. Y finalmente, en su último tramo se asienta sobre la masa de agua subterránea 'Santander-Camargo', desde Vargas hasta Puente Arce (IGME, 1984; ITGE, 1993)

El tramo alto del río Pas, hasta la confluencia con el río de La Magdalena, es un tramo fluvial "ganador" debido a que la relación con el acuífero es positiva (transferencia neta de aguas subterráneas a superficiales). Aguas abajo de la desembocadura de La Magdalena, entre Entrambasmestas y Santiurde de Toranzo, se encuentra un tramo del río Pas de 5.429 m de longitud cuya relación hidrogeológica es "perdedora". En este tramo el río va perdiendo caudal (IGME 1984).

Aguas abajo, entre Vejorís (Ontaneda) y Soto (Iruz), aparece un tramo fluvial claramente ganador de 2.205 m de longitud sobre el río Pas, donde aproximadamente se deben recibir las descargas de los importantes manantiales de Las Fuentes, así como del arroyo de San Martin, En este tramo ganador del río Pas (016.217.007) se extrae agua mediante las infraestructuras que sirven de abastecimiento urbano a Santander y al conjunto de localidades integradas en la denominada 'Autovía del Agua'. Estas infraestructuras se apoyan en manantiales (La Pila, Quintanilla, Sovilla y El Arca), pozos, freáticos ubicados en San Martín de Toranzo y una extracción directa de agua superficial en Iruz, que capta agua del río y se lleva a la estación de bombeo de El Soto, situada en la margen derecha del río, aguas abajo del puente de El Soto – Iruz, que impulsa el agua para incorporarla a la conducción general en la entrada al túnel de El Soto.

En el tramo del río Pas entre Vejorís (Ontaneda) y Soto (Iruz) se diferencian dos acuíferos, el detrítico cuaternario, constituido fundamentalmente por arenas, gravas y limos, con un espesor medio de 6-8 m, y se corresponde con el aluvial del río Pas, y el calcáreo Jurásico que incluye las formaciones carbonatadas con potencias que pueden superar los 300 m.

En este tramo del río Pas el acuífero detrítico se dispone directamente sobre el acuífero jurásico, por lo que entre ambos acuíferos existe una conexión hídrica directa, de forma que la descarga del acuífero calcáreo tiene lugar a través del acuífero cuaternario. Por ello, las descargas del acuífero se realizan en manantiales localizados en el depósito cuaternario. Dada la alta permeabilidad de los materiales y de su espesor, parte importante del caudal circulante por el cauce se filtra y discurre a través de estos materiales detríticos (circulación subálvea), y ello es significativo durante los estiajes. Como consecuencia, existen tramos del Pas que pueden quedar casi secos en algunos veranos, aunque siempre exista un caudal subálveo (Figura 53).

La masa de agua subterránea Puente Viesgo-Besaya se alimenta de la precipitación caída sobre sus afloramientos permeables, así como también de aportaciones subterráneas procedentes de los acuíferos carbonatados meridionales, pertenecientes a las masas de agua subterránea vecinas. Las

salidas tienen lugar a través de los ríos y arroyos que la atraviesan y por una serie de manantiales, todos ellos de escaso caudal (ITGE 1993), aunque con algún aprovechamiento hidrotermal como el de Puente Viesgo. El tramo del Pas tiene una relación con este acuífero en la que es ganador. Este tramo ganador tiene una longitud de 2.141 m de longitud y se ubica en una parte de la masa de agua superficial Pisueña II.

Todas estas conexiones hidrogeológicas del río con los respectivos acuíferos, junto a las numerosas captaciones de agua para abastecimiento que existen en los manantiales adyacentes y en el propio río Pas, dificultan el estudio del régimen de caudales del río, haciendo si cabe más necesaria la ampliación de la red de estaciones de aforos de los caudales circulantes por el cauce, y el registro detallado de los bombeos y salidas de agua del cauce en cada caso.



Fuente: Imagen del PNOA de 2023 (arriba) e imagen del PNOA de 2016 (abajo).

Figura 53. Vistas del río Pas "seco" a la altura de San Vicente de Toranzo (imagen de Mayo, 2023) y entre Cillero y Corvera de Toranzo (imagen de Agosto, 2016).

4.- SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

4.1.- CONCLUSIONES ESTUDIO DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA

En este documento se presenta un análisis de la evolución geomorfológica del río Pas desde su confluencia con el río de la Magdalena hasta su tramo más bajo con influencia mareal en las proximidades de Oruña. En base a un trabajo de gabinete analizando las fotografías aéreas de 1956, 1986, 2002 y 2020, y con un trabajo de campo complementario, se han descrito y cuantificado los cambios acaecidos en el espacio del corredor fluvial del Pas, estudiando cómo han ido variando las dimensiones y tipología del cauce activo y la estructura del corredor ripario, tomando como referencia su estado en 1956.

Para llevar a cabo dicho estudio se han diferenciado en la zona de estudio 9 tramos fluviales, buscando en el interior de cada tramo características homogéneas del grado de confinamiento del valle, trazado del cauce en 1956 e intensidad de las infraestructuras de canalización. Esta tramificación ha permitido cuantificar, dentro de cada tramo, las distintas variables geomorfológicas analizadas como la anchura, sinuosidad y coeficiente de bifurcación del conjunto de canales fluviales, y las distintas coberturas diferenciadas del cauce activo, las islas de su interior, el corredor ripario natural y la cobertura artificial o de origen antrópico.

Refiriéndonos a la morfología del cauce activo, o espacio por donde circulan habitualmente los caudales en uno o varios brazos o ramales bifurcados entre islas interiores, se ha observado de forma generalizada para todo el recorrido estudiado del Pas una reducción de su anchura, ocupando hoy día dicho "canal fluvial" prácticamente la mitad del espacio que ocupaba en 1956. Esta reducción de la anchura del cauce ha tenido lugar principalmente en el periodo comprendido entre 1986 y 2002, y desde esta fecha hasta 2020 los cambios han sido mucho menos apreciables. Unida a la reducción de la anchura del cauce, se ha producido una disminución muy significativa de la variabilidad de esta anchura en cada tramo, lo que representa una homogeneización del paisaje fluvial y su empobrecimiento, al ir adoptando el río formas canaliformes que reducen notablemente la longitud de borde de orilla, los gradientes hidrogeológicos y la diversidad del hábitat fluvial.

Respecto al trazado del cauce en planta, el río Pas ha disminuido considerablemente su actividad como río trenzado y bifurcado de su tramo medio, y su movilidad lateral como río errante y meandriforme de su tramo bajo. Hoy día, prácticamente en todo su recorrido el río Pas presenta un trazado rectificado, definido por infraestructuras de escolleras y motas en ambas márgenes salvo en longitudes muy cortas de sectores confinados aguas arriba de Puente Viesgo (tramos 1 a 5), y un trazado errante canaliforme en su tramo bajo (tramos 7 a 9) donde el cauce queda encajado en su valle. La granulometría del lecho del río es relativamente gruesa en todo su recorrido, disminuyendo gradualmente en consonancia con la disminución de la pendiente longitudinal del cauce que también resulta ser relativamente elevada, variando desde un calibre D50 de 160 mm en la zona estudiada más elevada (tramo 1) a un D50 de 93 mm en el último tramo más bajo estudiado (tramo 9).

En estos cambios geomorfológicos del río Pas habría que diferenciar dos sectores con dinámicas muy diferentes, y definidos de forma natural por las hoces de Puente Viesgo. Aguas arriba de estas hoces (tramos 1 a 5), donde el río disponía en 1956 de un amplio valle con menor intensidad de presiones antrópicas, los cambios han sido mucho más pronunciados al haberse llevado a cabo en los mismos las rectificaciones del río más profundas, durante los años 80 y 90. Por el contrario, aguas abajo del confinamiento natural de Puente Viesgo (tramos 7 a 9), los cambios geomorfológicos observados resultan menos relevantes, si bien habría que considerar que las transformaciones del río en este sector más bajo pudieron llevarse a cabo con anterioridad a 1956. Entre ambos sectores quedaría el propio de Puente Viesgo (tramo 6), donde los cambios morfológicos han sido casi imperceptibles, al tratarse en este tramo de un cauce encajado en un valle estrecho y confinado, con muy poca capacidad de respuesta a la vez que muy escasa oportunidad para las intervenciones humanas.

En términos de posibles procesos fluviales, son relativamente escasos los puntos donde se han podido interpretar procesos de incisión del lecho, y por el contrario han sido frecuentes los sectores donde se han detectado procesos de acumulación de sedimentos en el interior del canal fluvial. En este sentido hay que tener en cuenta que el suministro de nuevo material del lecho de gran calibre está asegurado a través del río de La Magdalena y el tramo alto del propio río Pas, y también a través de afluentes de su tramo medio; no existiendo por otra parte ninguna obra transversal relevante hasta los azudes de Puente Viesgo. Y que la presencia de traviesas de los tramos canalizados 2 y 5, pero sobre todo la presencia de afloramientos rocosos aguas arriba y en las propias hoces de Puente Viesgo, representan controles naturales de gran importancia para la estabilización de la pendiente longitudinal del río hacia aquas arriba.

Respecto a la estructura del corredor fluvial, quizás lo más destacable haya sido la reducción de los canales o brazos secundarios por donde circulaban antiguamente las aguas en favor de un solo canal principal, y la práctica desaparición de las islas interiores del cauce activo con diferente cobertura de vegetación. Dichas islas han sido eliminadas con los trabajos de canalización, y el río no puede volver a crearlas como antaño al haberse reducido la anchura del canal fluvial, no dando oportunidad a su bifurcación. Con la pérdida de estas islas, igual que con la de los canales bifurcados, se ha perdido una gran diversidad paisajística y una multitud de gradientes hidromorfológicos y hábitat para las especies de flora y fauna asociadas al río.

Gran parte del espacio que ha ido dejando el cauce activo al reducirse su anchura se ha ido transformando en corredor ripario, de forma continua a lo largo de su recorrido. Pero dicho corredor ripario aparece hoy día en general muy empobrecido, al quedar desconectado del canal fluvial por la presencia de motas en ambas márgenes (tramos 1 a 5) y por el encajamiento del cauce aguas abajo (tramos 7 a 9). De esta forma, aunque se mantiene el espacio de ribera y de márgenes en muchos casos libre de ocupaciones artificiales, no se ha desarrollado un bosque de galería como se podría esperar, sino que únicamente existe en gran parte de las orillas del río una hilera estrecha de árboles y arbustos envejecidos, con un crecimiento muy limitado por la presencia de escolleras y elevados taludes laterales del cauce.

También en el caso de la estructura del corredor fluvial, como ya hemos comentado para el cauce activo, los cambios más notables han tenido lugar entre 1986 y 2002. A partir de esta segunda fecha los cambios han sido menos relevantes, si bien en muchos casos se ha producido una sucesión natural de la vegetación existente, pasando de ser herbácea o con muy poca densidad de árboles y arbustos a ser arbolada densa, formando pequeñas manchas boscosas en muchos casos envejecidas y con escasa regeneración natural, y un aumento de las coberturas artificiales.

Por otra parte, estos cambios descritos no solo han sido diferentes entre periodos, sino también entre tramos. Refiriéndonos a los dos sectores antes descritos, podríamos concluir que los cambios en el corredor fluvial de los tramos situados aguas arriba de Puente Viesgo han sido más relevantes y se han centrado en una desaparición casi completa de las islas interiores del cauce, y en una mayor transformación del espacio primitivo de canal o canales fluviales pasando a ser corredor ripario con vegetación natural, pero sin conexión con la dinámica fluvial y con escasa regeneración natural. Mientras que el sector situado aguas abajo de Puente Viesgo ha sufrido estos mismos cambios pero con menor intensidad, manteniendo parte el espacio primitivo de islas interiores del cauce, si bien se ha incrementado en este caso la presencia de coberturas artificiales en relación con las existentes en 1956.

Como agentes activos directamente relacionados con estos cambios geomorfológicos del río Pas habría que mencionar los trabajos de canalización del río llevados a cabo principalmente entre los años 1983 y 1993. Durante estos trabajos se instalaron más de 5,5 km de escollera de gran calibre revistiendo la base de los taludes laterales del cauce a lo largo de los tramos 1 a 5, aguas arriba de Puente Viesgo. Simultáneamente a estos revestimientos, se realizaron dragados y excavaciones en el cauce y llanura de inundación por un volumen total próximo a 890 toneladas (888.390 m³) y se construyeron 22,5 km de motas con una altura de más de 2 m (12,1 km en margen derecha y 12,5 en margen izquierda) entre estos mismos tramos 1 a 5. Estas infraestructuras de canalización han sido mucho menos importantes aguas abajo de Puente Viesgo, donde únicamente existen revestimientos de escollera puntuales, que en su conjunto representan una longitud total de 2 km, sin que existan motas o se hayan realizado dragados o excavaciones significativas del material del lecho.

El río Pas es un río no regulado por grandes presas y embalses, y ello le hace particularmente valioso al disponer de un gran potencial de resiliencia y auto- recuperación manteniendo su régimen natural de avenidas. Por otra parte, el río dispone asimismo de un suministro continuo de carga sólida de granulometría gruesa en todo su recorrido, que alimenta el substrato del lecho y confiere al río una gran dinámica y potencial de movilidad lateral. Pero el tercer elemento geomorfológico de los ríos que es la vegetación está muy poco presente en el cauce del río Pas, y ello es debido principalmente a la presencia de las motas en ambas márgenes, que impiden la extensión del bosque ripario y su regeneración natural. Indicadores de esta pobreza de vegetación riparia formando parte de la dinámica fluvial son la ausencia de madera muerta en las orillas o centro del cauce, el escaso o nulo sombreado del cauce por el bosque de galería y la ausencia de reclutamiento en las orillas. Adicionalmente, es notable en muchos sectores del cauce el envejecimiento de la vegetación arbórea, y en ningún caso se observa un mosaico de diversidad de edades de vegetación pionera asociado a las crecidas y

desbordamientos, como es frecuente que ocurra en ríos no regulados de orillas libres y conectadas con sus márgenes.

Si bien el Pas no contiene mecanismos de regulación de sus caudales, sí que está sometido a una fuerte presión hidrológica de importantes captaciones de agua para abastecimiento, que afectan a los principales manantiales que descargan a lo largo de su recorrido. Dichas captaciones exacerban su estiaje natural durante los meses de verano, dejando el cauce seco y sin caudales superficiales circulantes, y sin duda constituyen una amenaza para el mantenimiento del estado ecológico del río teniendo en cuenta que pueden ser cada vez más cuantiosas, al incrementarse la población y su demanda ante escenarios de aumento progresivo de las temperaturas.

La información que se tiene hoy día sobre el régimen de caudales del río Pas es claramente insuficiente, existiendo una única estación de aforos situada en Puente Viesgo que abarque varias décadas incluyendo las más recientes. El río en esta estación de aforos muestra un régimen permanente pero muy estacional, de carácter torrencial con amplias fluctuaciones de caudal y crecidas súbitas durante el periodo de aguas altas, entre noviembre y mayo, y con un estiaje marcado entre junio y octubre. En su tramo medio (estación de Puente Viesgo) el caudal medio anual oscila en torno a 10 m³/s, y la mediana de los valores extremos máximos y mínimos se estima en torno a 160 m³/s y 0,3 m³/s, respectivamente.

La información sobre las avenidas del río es asimismo muy escasa, y con los datos disponibles no pueden derivarse evidencias sobre su trayectoria temporal y efecto en los cambios geomorfológicos observados en el corredor fluvial. En este sentido, habría que considerar la posibilidad de ocurrencia de avenidas generadas por diferentes mecanismos meteorológicos, y la irregular disposición espacial para la infiltración de las aguas, cuyo estudio revestiría un gran interés para la modelización de las áreas inundables.

Para completar el estudio de presiones naturales o antrópicas que pueden haber contribuido a la evolución hidromorfológica del río Pas habría que documentar los cambios acaecidos en la cuenca vertiente que han podido tener influencia en el régimen de escorrentías. En concreto, sería de gran interés cuantificar las coberturas de vegetación, los cambios de uso del suelo, los incendios forestales y el aumento de sellado del suelo por vías de infraestructura y planes urbanísticos afectando a la red secundaria de afluentes y pequeños canales de agua, que debieron estar muy activos en épocas pasadas, sobre todo en la cuenca baja.

Entender cómo funciona el río, e interpretar acertadamente cómo ha llegado a su estado hidromorfológico actual a partir de su contexto natural y el conjunto de presiones a que ha sido sometido en las últimas décadas, representan objetivos necesarios de alcanzar para predecir las distintas trayectorias que puede seguir el río Pas en el futuro más próximo, con mayor probabilidad. También este conocimiento resulta indispensable para definir posibles escenarios de cambio en su gestión y mantenimiento, y para diseñar medidas de restauración que afecten directamente al corredor fluvial, teniendo en cuenta, por otra parte, otros cambios globales a mayor escala espacial que pueden afectar al contexto hidrológico de su cuenca vertiente.

4.2.- CORRELACIÓN ESTADÍSTICA Y RELACIONES CAUSA-EFECTO

En todo el documento se han ido describiendo los diversos factores probables de causa de las diferentes variaciones en el espacio fluvial del Río Pas, analizándose tramo a tramo las variables hidromorfológicas más representativas y su relación directa con el grado de conectividad transversal del cauce, estudiado mediante las tablas de porcentaje de ocupación de orillas por infraestructuras de defensa ya presentados. No obstante, se hace preciso analizar otra serie de variables, no relacionadas directamente hidromorfológicas, que pueden haber contribuido a los cambios en el cauce analizados.

Estas variables analizadas incluyen la ocupación del suelo en la cuenca, la población, las extracciones de agua o los daños por inundaciones, llevándose a cabo, a su vez su relación con los cambios hidromorfológicos observados e intentando generar, en el caso que sea posible, una relación causa-efecto que contribuya a explicar el proceso fluvial histórico.

4.2.1.- Usos del suelo en la cuenca del río Pas

En este epígrafe se hace un análisis histórico de la evolución de la cobertura del suelo en la totalidad de la cuenca del río Pas. Se decide realizar el mismo en toda la cuenca, ya que la influencia de la tipología de cobertura en las zonas aguas arriba (fuera del ámbito de estudio) es directa en la respuesta hidrológica de la cuenca que tiene sus consecuencias en los tramos medio y bajo (el ámbito de estudio).

La falta de datos en las primeras décadas el ámbito temporal del estudio no permite que el análisis sea completo, comenzándose en 1990, año de la primera publicación del Corine Land Cover. Se usa esta fuente dada su fiabilidad y el mantenimiento de los criterios de análisis a lo largo de todo el tiempo.

Se ha delimitado el porcentaje de superficie ocupada por cada tipología de cobertura en las publicaciones de 1990, 2000 y 2018, los más cercanos a 1986, 2002 y 2020, tomados como referencia en el estudio de la evolución histórica. Todo el análisis se ha elaborado en software GIS, para facilidad del manejo de la información.

Los resultados obtenidos se condensan en las siguientes tablas y gráficos.

CAMBIOS DE COBERTURA EN LA CUENCA DEL PAS													
Usos del suelo	CLC 1990	%	CLC 2000	%	CLC 2018	%							
Tejido urbano	8516153,55	1,31%	9101316,41	1,39%	14363019,96	2,20%							
Zonas industriales, comerciales y de transportes	258316,84	0,04%	258317,36	0,04%	971827,74	0,15%							
Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	2567714,48	0,39%	0,00	0,00%	600808,77	0,09%							
Zonas verdes artificiales, no agrícolas	6583,63	0,00%	1526062,95	0,23%	2330302,49	0,36%							
Tierras de labor	8968007,49	1,37%	8968043,36	1,37%	0,00	0,00%							
Cultivos permanentes	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%							
Praderas	203085635,44	31,13%	199604068,52	30,59%	192361322,47	29,48%							
Zonas agrícolas heterogéneas	61142744,47	9,37%	62750851,78	9,62%	74509907,15	11,42%							
Bosques	157300033,59	24,11%	151763589,93	23,26%	153404869,27	23,51%							
Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea	206894962,72	31,71%	214769873,93	32,92%	210755761,34	32,30%							
Espacios abiertos con poca o sin vegetación	1818662,12	0,28%	1825808,57	0,28%	1527115,41	0,23%							
Zonas húmedas continentales	32609,48	0,00%	32604,00	0,00%	0,00	0,00%							
Zonas húmedas litorales	329157,86	0,05%	329157,17	0,05%	349659,28	0,05%							
Aguas continentales	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%							
Aguas marinas	1557992,13	0,24%	1548879,79	0,24%	1303979,92	0,20%							
TOTAL	652.478.573,78 m ²	100,00%	652.478.573,78 m ²	100,00%	652.478.573,78 m ²	100,00%							

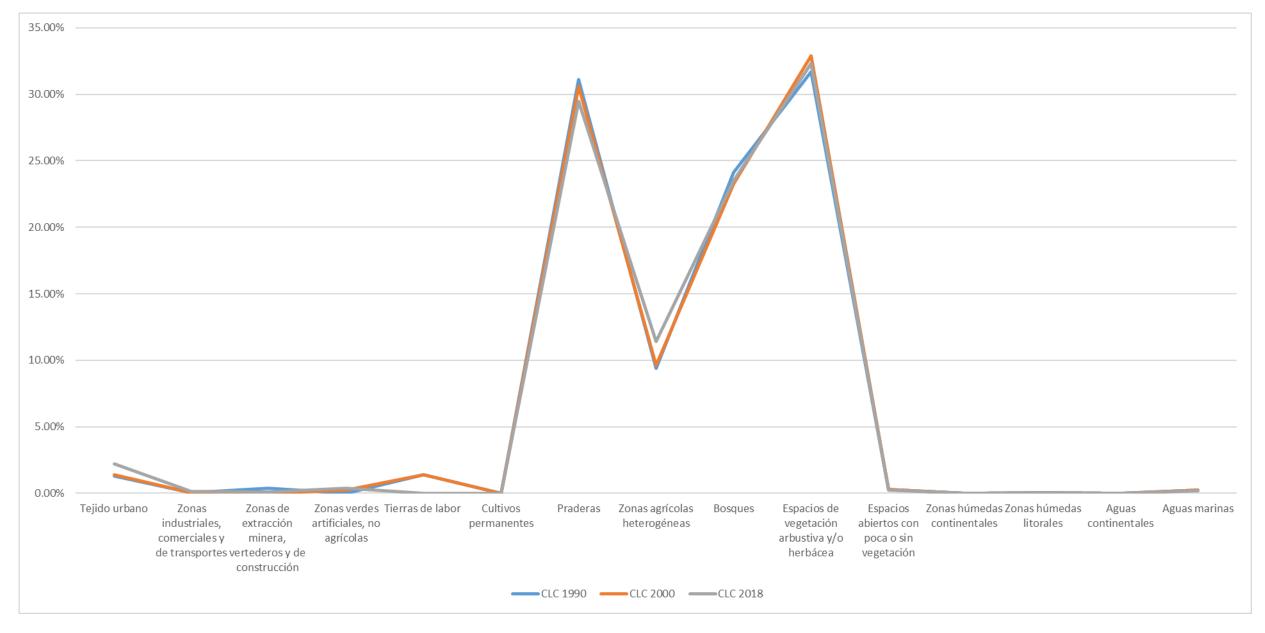
Fuente: Elaboración propia a partir del Corine Land Cover.

Tabla 21. Superficie de cada cobertura en cada año en la cuenca del Pas.

CAMBIOS DE COBERTURA EN LA CUENCA DEL PAS													
Usos del suelo	CLC 2000-CLC 1990	CLC 2018-CLC 2000	CLC 2018-CLC 1990										
Tejido urbano	6,87%	57,81%	68,66%										
Zonas industriales, comerciales y de transportes	0,00%	276,21%	276,22%										
Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	-	-	-76,60%										
Zonas verdes artificiales, no agrícolas	23079,65%	52,70%	35295,39%										
Tierras de labor	0,00%	-100,00%	-100,00%										
Cultivos permanentes	0,00%	0,00%	0,00%										
Praderas	-1,71%	-3,63%	-5,28%										
Zonas agrícolas heterogéneas	2,63%	18,74%	21,86%										
Bosques	-3,52%	1,08%	-2,48%										
Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea	3,81%	-1,87%	1,87%										
Espacios abiertos con poca o sin vegetación	0,39%	-16,36%	-16,03%										
Zonas húmedas continentales	-0,02%	-100,00%	-100,00%										
Zonas húmedas litorales	0,00%	6,23%	6,23%										
Aguas continentales	0,00%	0,00%	0,00%										
Aguas marinas	-0,58%	-15,81%	-16,30%										

Fuente: Elaboración propia a partir del Corine Land Cover.

Tabla 22. Evolución de cada cobertura en cada año en la cuenca del Pas.



Fuente: Elaboración propia a partir del Corine Land Cover.

Tabla 23. Gráfico de cada cobertura en cada año en la cuenca del Pas.

Como se observa en los resultados, las mayores variaciones positivas se tienen en las coberturas artificiales, que han ido aumentando de forma constante a lo largo de los años. Sin embargo, no constituyen un valor importante sobre el total de la cuenca. También se observa un constante descenso de las praderas y bosques en favor del terreno agrícola, aunque con valores de cambio modestos.

El gráfico permite tener una visión rápida de la importancia de cada cobertura en el total de la cuenca, y por tanto de su influencia en el comportamiento hidrológico del río. La cercanía de la línea correspondiente a las 3 series indica que no se han producido alteraciones de una importancia elevada en la cuenca, aunque si se observa un descenso de las praderas y bosques en favor de terrenos agrícolas y/o urbanos.

Se puede, por tanto, determinar que las variaciones de coberturas en la cuenca no suponen uno de los factores principales de los cambios detectados en el río Pas desde 1986 hasta la actualidad.

4.2.2.- Población

Los cambios en la población ayudan a definir el grado de presión urbanística que puede llegar a asumir el valle, por lo que un incremento de la misma puede ser un indicador de presión sobre el cauce. Además, la implantación de población en las cercanías de los ríos suele llevar aparejado medidas de mitigación de los efectos de las inundaciones.

			POBLA	CIÓN			
	Luena	Corvera de Toranzo	Santiurde de Toranzo	Puente Viesgo	Castañeda	Piélagos	TOTAL
1950	2387	3029	2389	2666	1512	8586	20569
1960	2034	2785	2214	2816	1684	9794	21327
1970	1688	2574	2070	2614	1644	9376	19966
1981	1393	2400	1894	2497	1616	9245	19045
1991	1173	2203	1810	2475	1552	9394	18607
2001	941	2017	1615	2333	1559	12517	20982
2005	831	2221	1366	2464	1724	15748	24354
2010	710	2194	1552	2807	2293	21268	30824
2015	634	2080	1619	2886	2681	24360	34260
2020	600	600 2042		2845	2968	25731	35832
2023	622	2096	1732	2884	3160	26605	37099

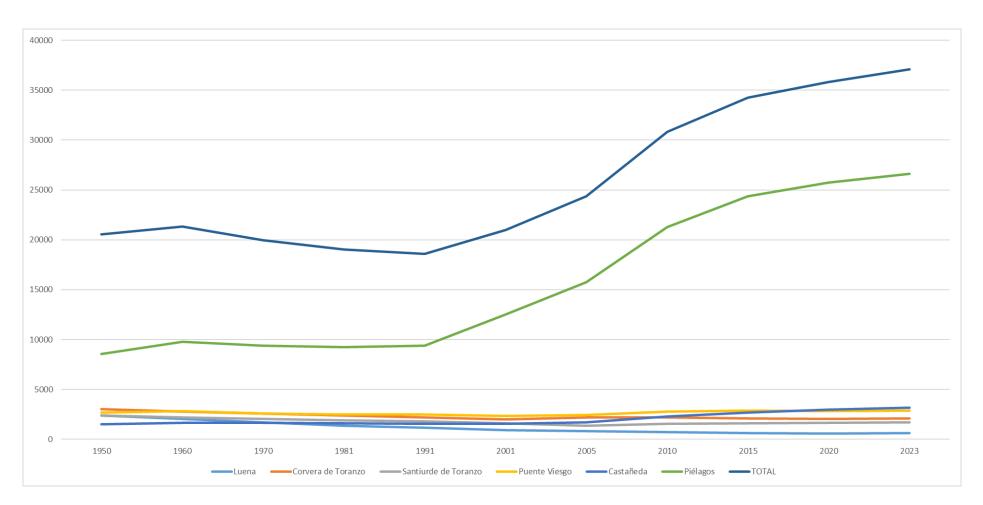
			CAMBIOS P	OBLACIÓN			
	Luena	Corvera de Toranzo	Santiurde de Toranzo	Puente Viesgo	Castañeda	Piélagos	TOTAL
1950	-	-	-	-	-	-	-
1960	-14,79%	-8,06%	-7,33%	5,63%	11,38%	14,07%	3,69%
1970	-17,01%	-7,58%	-6,50%	-7,17%	-2,38%	-4,27%	-6,38%
1981	-17,48%	-6,76%	-8,50%	-4,48%	-1,70%	-1,40%	-4,61%
1991	-15,79%	-8,21%	-4,44%	-0,88%	-3,96%	1,61%	-2,30%
2001	-19,78%	-8,44%	-10,77%	-5,74%	0,45%	33,24%	12,76%
2005	-11,69%	10,11%	-15,42%	5,62%	10,58%	25,81%	16,07%
2010	-14,56%	-1,22%	13,62%	13,92%	33,00%	35,05%	26,57%
2015	-10,70%	-5,20%	4,32%	2,81%	16,92%	14,54%	11,15%
2020	-5,36%	-1,83%	1,67%	-1,42%	10,70%	5,63%	4,59%
2023	3,67%	2,64%	5,22%	1,37%	6,47%	3,40%	3,54%

Fuente: Datos del INE.

Tabla 25. Cambios de población.

Fuente: Datos del INE.

Tabla 24. Datos de población.



Fuente: Datos del INE.

Tabla 26. Gráfico de población.

Estos datos se corresponden con la totalidad de los términos municipales, que engloban un ámbito mayor que la zona de estudio. No obstante, nos permiten tener una concepción global de la evolución poblacional y, por tanto, de la presión urbanística sobre el río. En el gráfico se observa que los datos dependen notablemente de la posición del municipio en el valle del Pas. En aquello localizados más aguas arriba se produce un descenso poblacional, menos acusado conforme avanzamos aguas abajo del Río Pas. Se alcanza el punto de equilibrio en Puente Viesgo, mientras que los municipios del valle inferior aumentan su población, especialmente Piélagos.

Para poder considerar el avance de la población en el propio ámbito de estudio, se ha realizado un análisis complementario mediante datos del Nomenclátor por unidad poblacional, descartando aquellos núcleos de población que no se ubiquen dentro del ámbito de estudio. La restricción que se tiene es el rango temporal de estos datos, mucho menor, por lo que se utilizan para tener una perspectiva del porcentaje de la población de cada municipio que se implanta dentro del ámbito del estudio.

Los núcleos poblacionales por término municipal considerados dentro de lo límites del estudio son los siguientes:

- Entrambasmestas en el TM de Luena.
- Todo el TM de Santiurde de Toranzo salvo el núcleo de Pando.
- Alceda, Borleña, Corvera, Ontaneda, Preses, San Vicente de Toranzo y Villegar en el TM de Corvera de Toranzo.
- Todo el TM de Puente Viesgo salvo el núcleo de Hijas.
- Villabáñez en el TM de Castañeda.
- Barcenilla, Carandía, Quijano, Renedo, Vioño y Zurita en Piélagos.

Los resultados de este análisis son los siguientes:

	POBLACIÓN																							
	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
Entrambasmestas	92	90	91	93	84	87	78	81	77	76	78	84	86	79	80	82	87	92	94	96	93	102	101	104
Resto TM	530	532	532	507	509	514	533	534	557	574	594	610	624	631	642	676	705	728	737	747	764	812	840	852
TOTAL LUENA	622	622	623	600	593	601	611	615	634	650	672	694	710	710	722	758	792	820	831	843	857	914	941	956
Resto TM	1645	1623	1608	1554	1544	1537	1522	1512	1530	1493	1494	1509	1488	1461	1415	1389	1269	1274	1277	1313	1364	1449	1516	1523
Pando	87	88	87	92	85	86	88	90	89	88	96	95	93	91	97	96	82	85	89	93	97	97	99	104
TOTAL SANTIURDE DE TORANZO	1732	1711	1695	1646	1629	1623	1610	1602	1619	1581	1590	1604	1581	1552	1512	1485	1351	1359	1366	1406	1461	1546	1615	1627
Alceda, Borleña, Corvera, Ontaneda, Preses, San Vicente de Toranzo y Villegar	1840	1855	1783	1770	1768	1762	1781	1792	1796	1831	1876	1860	1879	1883	1887	1877	1875	1868	1876	1834	1839	1600	1659	1682
Castillo Pedroso, Esponzués, Quintana de Toranzo y Sel del Tojo	256	260	271	272	271	279	274	282	284	290	289	299	312	311	321	325	324	331	345	350	344	337	358	364
TOTAL CORVERA DE TORANZO	2096	2115	2054	2042	2039	2041	2055	2074	2080	2121	2165	2159	2191	2194	2208	2202	2199	2199	2221	2184	2183	1937	2017	2046
Resto TM	2688	2694	2709	2640	2646	2651	2627	2652	2647	2609	2600	2612	2599	2557	2486	2425	2369	2228	2159	2186	2135	2045	2025	2046
Hijas	196	200	193	205	208	217	216	225	239	242	243	249	247	250	260	260	282	294	305	320	318	299	308	312
TOTAL PUENTE VIESGO	2884	2894	2902	2845	2854	2868	2843	2877	2886	2851	2843	2861	2846	2807	2746	2685	2651	2522	2464	2506	2453	2344	2333	2358
Villabáñez	828	830	806	792	782	750	733	716	699	681	664	640	603	521	453	393	375	370	370	370	359	363	358	353
Resto TM	2332	2237	2223	2176	2132	2059	2011	1971	1982	1978	1955	1885	1867	1772	1668	1524	1395	1374	1354	1326	1262	1219	1201	1070
TOTAL CASTAÑEDA	3160	3067	3029	2968	2914	2809	2744	2687	2681	2659	2619	2525	2470	2293	2121	1917	1770	1744	1724	1696	1621	1582	1559	1423
Barcenilla, Carandía, Quijano, Renedo, Vioño y Zurita	9960	9885	9741	9657	9646	9576	9479	9437	9363	9380	9343	9123	8737	8382	7950	7550	7112	6728	6481	6285	6179	6026	5856	5685
Arce, Boo, Liencres, Mortera, Oruña y Parbayón	16645	16394	16294	16074	15913	15647	15439	15137	14997	14619	14318	14088	13486	12886	12131	11384	10569	9850	9267	8564	8045	7363	6661	6177
TOTAL PIÉLAGOS	26605	26279	26035	25731	25559	25223	24918	24574	24360	23999	23661	23211	22223	21268	20081	18934	17681	16578	15748	14849	14224	13389	12517	11862

Fuente: Datos del INE.

Tabla 27. Distribución de población.

	PORCENTAJES DE POBLACIÓN DENTRO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO																								
	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	Media
Entrambasmestas	14,79%	14,47%	14,61%	15,50%	14,17%	14,48%	12,77%	13,17%	12,15%	11,69%	11,61%	12,10%	12,11%	11,13%	11,08%	10,82%	10,98%	11,22%	11,31%	11,39%	10,85%	11,16%	10,73%	10,88%	12,30%
Resto TM	85,21%	85,53%	85,39%	84,50%	85,83%	85,52%	87,23%	86,83%	87,85%	88,31%	88,39%	87,90%	87,89%	88,87%	88,92%	89,18%	89,02%	88,78%	88,69%	88,61%	89,15%	88,84%	89,27%	89,12%	87,70%
TOTAL LUENA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Resto TM	94,98%	94,86%	94,87%	94,41%	94,78%	94,70%	94,53%	94,38%	94,50%	94,43%	93,96%	94,08%	94,12%	94,14%	93,58%	93,54%	93,93%	93,75%	93,48%	93,39%	93,36%	93,73%	93,87%	93,61%	94,12%
Pando	5,02%	5,14%	5,13%	5,59%	5,22%	5,30%	5,47%	5,62%	5,50%	5,57%	6,04%	5,92%	5,88%	5,86%	6,42%	6,46%	6,07%	6,25%	6,52%	6,61%	6,64%	6,27%	6,13%	6,39%	5,88%
TOTAL SANTIURDE DE TORANZO	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Alceda, Borleña, Corvera, Ontaneda, Preses, San Vicente de Toranzo y Villegar	87,79%	87,71%	86,81%	86,68%	86,71%	86,33%	86,67%	86,40%	86,35%	86,33%	86,65%	86,15%	85,76%	85,82%	85,46%	85,24%	85,27%	84,95%	84,47%	83,97%	84,24%	82,60%	82,25%	82,21%	85,53%
Castillo Pedroso, Esponzués, Quintana de Toranzo y Sel del Tojo	12,21%	12,29%	13,19%	13,32%	13,29%	13,67%	13,33%	13,60%	13,65%	13,67%	13,35%	13,85%	14,24%	14,18%	14,54%	14,76%	14,73%	15,05%	15,53%	16,03%	15,76%	17,40%	17,75%	17,79%	14,47%
TOTAL CORVERA DE TORANZO	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Resto TM	93,20%	93,09%	93,35%	92,79%	92,71%	92,43%	92,40%	92,18%	91,72%	91,51%	91,45%	91,30%	91,32%	91,09%	90,53%	90,32%	89,36%	88,34%	87,62%	87,23%	87,04%	87,24%	86,80%	86,77%	90,49%
Hijas	6,80%	6,91%	6,65%	7,21%	7,29%	7,57%	7,60%	7,82%	8,28%	8,49%	8,55%	8,70%	8,68%	8,91%	9,47%	9,68%	10,64%	11,66%	12,38%	12,77%	12,96%	12,76%	13,20%	13,23%	9,51%
TOTAL PUENTE VIESGO	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Villabáñez	26,20%	27,06%	26,61%	26,68%	26,84%	26,70%	26,71%	26,65%	26,07%	25,61%	25,35%	25,35%	24,41%	22,72%	21,36%	20,50%	21,19%	21,22%	21,46%	21,82%	22,15%	22,95%	22,96%	24,81%	24,31%
Resto TM	80,86%	77,30%	76,60%	76,49%	74,70%	71,79%	70,74%	68,51%	68,68%	69,38%	68,77%	65,89%	65,60%	63,13%	60,74%	56,76%	52,62%	54,48%	54,95%	52,91%	51,45%	52,01%	51,48%	45,38%	63,80%
TOTAL CASTAÑEDA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Barcenilla, Carandía, Quijano, Renedo, Vioño y Zurita	37,44%	37,62%	37,42%	37,53%	37,74%	37,97%	38,04%	38,40%	38,44%	39,08%	39,49%	39,30%	39,32%	39,41%	39,59%	39,88%	40,22%	40,58%	41,15%	42,33%	43,44%	45,01%	46,78%	47,93%	40,17%
Arce, Boo, Liencres, Mortera, Oruña y Parbayón	62,56%	62,38%	62,58%	62,47%	62,26%	62,03%	61,96%	61,60%	61,56%	60,92%	60,51%	60,70%	60,68%	60,59%	60,41%	60,12%	59,78%	59,42%	58,85%	57,67%	56,56%	54,99%	53,22%	52,07%	59,83%
TOTAL PIÉLAGOS	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Datos del INE.

Tabla 28. Distribución de población.

La disminución del porcentaje de población de Piélagos dentro del ámbito del estudio nos indica que la tasa de crecimiento se ha centrado en aquellas localidades más cercanas a la costa que en aquellas localizadas en el valle del Pas. Sin embargo, esto no implica que la población de estos núcleos no haya crecido, como se muestra en la otra tabla anterior, sino que lo hace a una menor ratio.

Por tanto, podemos concluir varios aspectos de este análisis:

- No se producido un incremento poblacional en los municipios localizados junto a los tramos de encauzamientos en el valle medio, por lo que dicho encauzamiento no ha servido para una mayor ocupación urbana de terrenos otrora fluviales, sino por espacio ripario.
- Es en el tramo final del valle donde se ha producido un mayor incremento poblacional y de superficie urbana. Sin embargo, la conectividad transversal del cauce es mayor ya que la ocupación de orillas por defensas es mucho menor en estos tramos. Esto concuerda con la mayor extensión en la zona de las zonas de riesgo de inundación determinadas por el SNCZI.

4.2.3.- Extracciones de agua

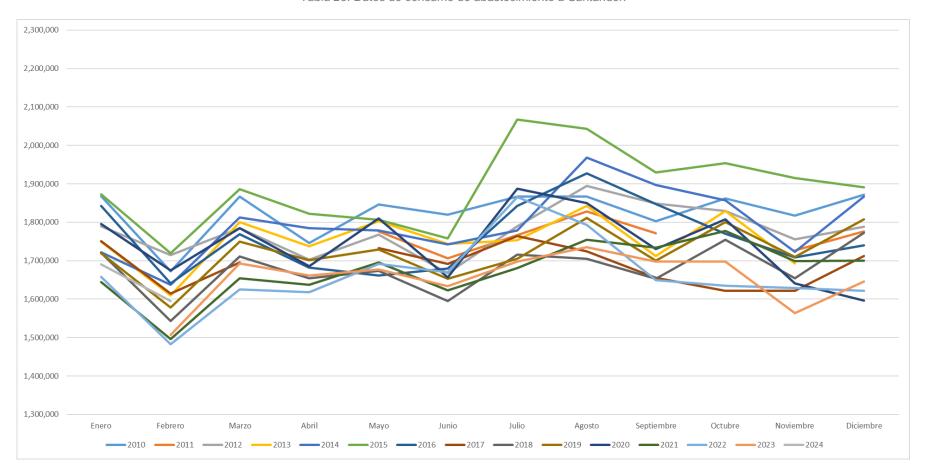
También se ha analizado los datos disponibles de la mayor extracción de agua para consumo que se realiza del Río Pas, que es el abastecimiento a Santander, para detectar si se han producido cambios en el mismo que puedan ser un factor de afección a la dinámica fluvial.

Los datos analizados has sido facilitados por la CHC, teniendo como fuente el propio explotador del servicio de abastecimiento a Santander.

					TOMA DE ABA	STECIMIENTO	A SANTANDER	l .				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Мауо	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2010	1.868.200	1.672.457	1.866.996	1.745.540	1.846.110	1.820.210	1.866.307	1.866.808	1.802.800	1.862.348	1.817.608	1.871.320
2011	1.870.480		1.828.830		1.776.049	1.705.928	1.766.204	1.828.052	1.771.001		1.727.130	1.776.400
2012	1.788.940	1.714.420	1.784.910	1.702.170	1.767.770	1.668.000	1.789.496	1.894.020	1.848.460	1.829.530	1.755.396	1.788.332
2013	1.749.270	1.609.384	1.800.849	1.738.110	1.803.075	1.743.555	1.752.810	1.842.195	1.712.140	1.829.510	1.693.357	
2014	1.721.417	1.636.770	1.813.010	1.784.877	1.778.616	1.741.821	1.778.525	1.968.641	1.896.776	1.856.598	1.723.499	1.866.669
2015	1.873.383	1.719.331	1.885.783	1.822.631	1.806.751	1.758.500	2.067.681	2.042.883	1.929.624	1.954.027	1.915.436	1.890.714
2016	1.842.202	1.640.607	1.769.550	1.682.164	1.661.700	1.679.982	1.843.110	1.927.810	1.847.150	1.770.790	1.709.105	1.739.740
2017	1.750.540	1.613.770	1.695.210		1.732.639	1.691.082	1.764.280	1.724.880	1.655.296	1.621.279	1.621.366	1.712.270
2018	1.720.833	1.543.250	1.711.217	1.654.635	1.673.245	1.594.983	1.715.800	1.704.480	1.652.760	1.754.160	1.653.800	1.772.420
2019	1.719.080	1.578.480	1.750.070	1.701.490	1.728.790	1.653.310	1.704.971	1.811.700	1.700.560	1.800.780	1.709.440	1.807.890
2020	1.795.820	1.674.340	1.785.100	1.685.760	1.810.200	1.656.270	1.887.450	1.849.600	1.730.250	1.808.070	1.640.790	1.596.360
2021	1.645.050	1.495.920	1.654.350	1.637.762	1.695.810	1.622.490	1.681.340	1.754.720	1.734.200	1.777.350	1.699.080	1.699.850
2022	1.657.800	1.482.640	1.625.140	1.618.560	1.691.850	1.670.410	1.866.140	1.793.670	1.649.340	1.634.810	1.628.480	1.621.410
2023		1.506.730	1.693.100	1.660.960	1.677.430	1.634.150	1.698.290	1.734.740	1.698.150	1.698.120	1.563.060	1.646.280
2024	1.690.880	1.594.860										

Fuente: CHC

Tabla 29. Datos de consumo de abastecimiento a Santander.



Fuente: CHC

Tabla 30. Datos de consumo de abastecimiento a Santander.

Los valores de la gráfica muestran como los consumos mantienen una variabilidad muy pequeña en términos generales, por lo que se puede concluir que no se han producido cambios en los volúmenes extraídos del valle del Pas que puedan influir en los cambios recientes observados.

4.2.4.- Datos del consorcio de seguros

Por último, se ha analizado la variación anual por municipios de los datos de daños por inundación facilitados por el Consorcio de Seguros.

En estos datos, lo más relevante es el resultado mucho mayor de daños en los municipios aguas abajo, donde no se localizan tramos canalizados, respecto a los del tramo alto. Se muestra así la acción protectora de las obras realizadas en la década de 1980 en dichos municipios.

COSTE ACTUALIZADO (Euros enero 23)							
	Castañeda	Corvera de Toranzo	Luena	Piélagos	Puente Viesgo	Santiurde de Toranzo	Total general
2008	3.223			42.114			45.337
2009	2.153			22.210			24.362
2010	32.424	19.012		539.725	20.827	91.967	703.955
2011	22.898			9.728	540		33.165
2012	4.125	5.713		79.184	2.918	3.625	95.566
2013	14.211	59.552		12.095	30.840	29.335	146.034
2014	4.866			976			5.842
2015	47.029	20.824	4.036	510.978	21.949	10.937	615.753
2016	23.271	24.300	3.880	317.817	11.946	87.992	469.206
2017				6.287		5.414	11.701
2018	5.996	14.163		864.681	31.831	21.499	938.170
2019	28.938	53.981	2.656	495.221	35.494	133.944	750.234
2020				65.865			65.865
2021	131.229	38.245	10.624	4.643.850	151.582	237.460	5.212.992
2022				3.454			3.454
Total general	320.362	235.791	21.196	7.614.186	307.928	622.174	9.121.637

Fuente: Consorcio de seguros.

Tabla 31. Daños por municipio y año.

4.2.5.- Resumen

De todo lo analizado anteriormente, se puede deducir que los tramos donde se han producido mayores alteraciones del entorno fluvial, medidas con las variables presentadas por tramos en este estudio, se corresponden directamente con aquellos tramos donde la ocupación de orillas por defensas longitudinales es mayor, mientras que los cambios son mucho menores en los tramos inferiores o en Puente Viesgo. Esto a pesar de que la población tiende a concentrarse en la zona del valle bajo. Esto conduce a un menor nivel de protección ante inundaciones justo en la zona donde se concentra más población, lo que se corrobora con los datos de daños antes expuestos por afecciones de inundaciones.

ANEXO I: INTERPRETACIÓN DE LAS COBERTURAS DEL CORREDOR FLUVIAL

Interpretación de las coberturas del corredor fluvial en los tramos establecidos 1 a 9 del río Pas sobre las fotografías aéreas de 1956 (Vuelo americano), 1986 (Vuelo Interministerial), 2002 (Vuelo del SigPac) y 2020 (PNOA).

HIPERVINCULAR ANEXO I

ANEXO II: LISTADO DE INFRAESTRUCTURAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL CAUCE Y DEFENSA DE MÁRGENES

5403675-WSP-DD-003_03

Listado de infraestructuras para la estabilización del cauce y defensa de márgenes construidas en los tramos 1 a 5.

Tablas elaboradas a partir de la información extraída de los documentos y proyectos originales de las obras correspondientes, elaborada por WSP Spain y suministrada por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico para la realización de este Estudio.

HIPERVINCULAR ANEXO II

Tablas de trayectorias de transición por tramos fluviales (1 a 9) de 1956 a 1986; de 1986 a 2002; y de 2002 a 2020.

HIPERVINCULAR ANEXO III