



LA SILENCIOSA DESAPARICIÓN DE LOS HUMEDALES FLUVIALES IBÉRICOS. PROGNOSIS EVOLUTIVA DE LOS TRAMOS BAJOS DEL ARAGÓN Y EL ARGA Y RETOS DE CONSERVACIÓN.

***Asun Berastegi, *Fermín Urra, **Roger Pascual, **Guillermo García,
Oda Cadiach, **David Campión, **Garbiñe Telletxea, **Camino Jaso

**Gestión Ambiental de Navarra*

***MN Consultores en Ciencias de la Conservación*

rpascual@mnconsultors.com

Resumen

Como en numerosos tramos medios y bajos de los grandes cursos ibéricos, los ríos Arga y Aragón han experimentado en las últimas décadas la simplificación de sus cauces y la reducción del espacio fluvial por causas bien conocidas que actúan a medio-largo plazo. El LIC *Tramos bajos del Aragón y del Arga* constituye un paradigmático caso donde puede analizarse la relación entre dichos impactos y la desaparición de humedales perifluviales, lo que supone aquí una amenaza para la supervivencia de la población de visón europeo (*Mustela lutreola*) más importante del sur del continente. En este trabajo se analiza la evolución de los dos ríos en relación a su capacidad para generar y mantener zonas húmedas y, por primera vez, se extrapola una "fecha de caducidad" para uno de estos sistemas. Los resultados apuntan a la necesidad de devolver al río parte de su libertad fluvial como solución a medio-largo plazo.

Palabras clave

Mustela lutreola, zonas húmedas, dinámica fluvial, incisión, restauración fluvial

Abstract

Like many middle and lower reaches of great Iberian rivers, the Arga and Aragon have suffered in recent decades a geomorphological simplification of their channels and lateral structures because of well-known causes acting medium to long term. In the LIC *Tramos bajos del Aragón y del Arga* those morphological changes threaten the survival of the most important European mink's population of southern Europe. The LIC offers a singular and paradigmatic case to reconstruct and assess the disappearance of fluvial-wetlands in relation with this riverine changes. In this paper the evolution of both rivers is analysed in relation to their ability to generate and maintain suitable habitat for the European mink and, for the first time, an "expiration date" is extrapolated for one of these systems. All evidence seems to support the need to return some of their old fluvial freedom to the corridor as a medium to long term solution.

Keywords

European mink, wetlands, river dynamics, incision, river restoration



1 Introducción

Las zona húmedas son unidades ecosistémicas funcionales que presentan, en el espacio y en el tiempo, una anomalía hídrica positiva respecto al medio circundante - presencia de una lámina de aguas lénticas-. Son los ecosistemas continentales más ricos y productivos, por lo que, pese a su reducida superficie, albergan una gran proporción de la riqueza biológica conocida (Sala et al, 2000). Son claves en contextos de clima árido o semiárido, donde muchas de las especies que los integran son exclusivas de estos ambientes. Pese a ello han devenido uno de los ecosistemas más amenazados y su reciente pero acusada regresión en los países desarrollados durante las últimas décadas los ha convertido en elementos prioritarios de conservación a escala europea y ha motivado la adopción de compromisos internacionales para su protección, destacando el Convenio internacional de Ramsar para preservar las zonas húmedas más importantes (más de 2000 en todo el mundo), que entró en vigor en 1975 y al cual están hoy adheridos 160 países.

Las zona húmedas de origen fluvial debieron ser tiempo atrás abundantes en los tramos medios y bajos de los grandes ríos ibéricos que, en su movimiento divagante a través de las plataformas sedimentarias y gracias a su movilidad lateral engendraban humedales o masas leníticas laterales anejadas al cauce principal o en brazos abandonados por el río durante su evolución. Se trataba de ambientes de gran plasticidad y rápida evolución con una gran riqueza biológica, constituyendo una tipología fluvial con un funcionamiento y unas comunidades singulares. Configuraban además metasistemas de humedales interconectados por el continuo fluvial, lo que las dotaba de una capacidad única para alojar poblaciones viables de vertebrados acuáticos, especialmente especies de comportamiento territorial que requieren de grandes superficies de hábitat, como es el caso del visón europeo (*Mustela lutreola*) o el galápago europeo (*Emys orbicularis*). A pesar de ello, la lista española de las zonas Ramsar no incluye ningún sistema de humedales fluviales. Configuran una tipología profundamente desconocida y cuya desaparición se ha producido de manera silente.

Diversos factores han modificado radicalmente las condiciones de los grandes ríos ibéricos en el lapso de una sola generación: (i) el abandono agrícola en las zonas montañosas y la regulación mediante embalses, entre otras causas, han minorado los caudales sólidos del sistema y su acción hidráulica y morfodinámica; (ii) La rigidización y estrechamiento de los cauces ha inducido la simplificación estructural y a neutralizado las dinámicas laterales de ajuste geomorfológico; (iii) la desconexión de meandros (cortas) ha inducido la incisión del cauce principal y ha conducido a menudo a la colmatación y desecación de los humedales.

El Lugar de Importancia Comunitaria *Tramos bajos del Aragón y el Arga* (en adelante LIC) acogía uno de los últimos sistemas de humedales perifluviales ibéricos. Las singulares condiciones estructurales y geodinámicas de la zona (subsistencia cárstica sinsedimentaria) (Benito et al. 1998, 2000) favorecieron un elevado dinamismo fluvial (Pérez Martín et al., 2015), con la formación de una gran cuenca sedimentaria por la que ambos ríos han divagado con cambios constantes en su trazado hasta la primera mitad del siglo XX. Fruto de esta dinámica nació un paisaje fluvial complejo con un canal



principal y numerosos humedales laterales en diferentes fases de evolución, donde los distintos hábitats que se suceden en el espacio alojan una importante proporción de la biodiversidad a nivel regional. No en vano constituye un enclave estratégico para la conservación de una de las especies más amenazadas a escala internacional, el visón europeo (*Mustela lutreola*), que mantienen en este territorio la población del carnívoro más importante en la península Ibérica.

Los corredores fluviales del LIC habían sido espacios enormemente dinámicos hasta la primera mitad del siglo XX. Este dinamismo fue disminuyendo hasta quedar reducido a la mínima expresión en el Aragón, como consecuencia de los cambios en los usos del suelo, la creación de protecciones, la estabilización de márgenes y la construcción grandes embalses que causaron de forma sinérgica la disminución en la frecuencia e intensidad de las avenidas, así como la disminución de los caudales sólidos, con el consiguiente encajonamiento y rigidización del cauce. En el caso del Arga, la acción hidrogeomorfológica fue simplemente suprimida con la canalización del río y la corta de sus meandros, iniciada hace casi cuatro decenios. Desde entonces funciona como un sistema con un canal principal totalmente rigidizado, sin posibilidades de generar nuevos humedales, ni en el brazo principal ni mediante la avulsión del cauce. Sus antiguos brazos y meandros quedaron desconectados y sufren un proceso de colmatación orgánica, puesto que las avenidas desbordan solo de forma excepcional y, por tanto, la colmatación mineral por decantación sobre ellos es prácticamente nula. (Acín et al., 2011; Martín-Vide 2010, 2012; Ibisate et al. 2013).

La regresión de los humedales de la Ribera Navarra, protegidos por el LIC, representa una seria amenaza sobre el principal núcleo de población ibérico del visón europeo. Configura además un caso paradigmático que permite reconstruir y analizar el proceso de degradación de este sistema humedales fluviales. Con dicha finalidad, y en el marco del *Proyecto LIFE+ Territorio Visión* [09/NAT/ES/000531] se analiza cuantitativamente la evolución de las estructuras fluviales ligadas a este tipo de sistemas mediante la fotointerpretación de las imágenes aéreas georreferenciadas del sector que, en la actualidad, conforman un fondo de datos digitales de gran valor documental.

2 Metodología

Las presiones descritas han actuado de forma distinta sobre cada uno de los dos ríos analizados, Arga y Aragón, lo cual ha condicionado la metodología seguida:

La cuenca del Aragón se encuentra fuertemente regulada por tres embalses (Irabia, Itoiz y Yesa). En él existen numerosas estructuras de estabilización y defensa (escolleras, motas, cortas), pero estas no contienen en algunos sectores los desbordamientos, que inundan aún con cierta regularidad sus vegas y activan antiguos brazos, lo cual se ve facilitado por la presencia de estructuras transversales que indudablemente han ejercido (aguas arriba de Marcilla) como limitantes a los procesos de incisión remontante conocidos y descritos (Martín-Vide et al. 2009; 2012), manteniendo una mayor conexión entre cauce y riberas. Los procesos de meandrificación y formación de humedales en brazos secundarios (madres) han sido neutralizados. Sin embargo, el Aragón ha experimentado en las últimas décadas pequeños ajustes en su espacio fluvial -aunque lentos y menores en comparación con los existentes hasta la primera mitad del



s. XX- . Por ello, los tramos con posibilidad de mantener o regenerar en el cauce principal -gracias a ajustes laterales-, pequeños humedales a modo de anejos fluviales, son menores y limitados espacialmente, aunque existen. En los antiguos cauces secundarios la desconexión hidráulica no ha sido total y siguen actualmente un proceso de colmatación mixto (mineral y orgánico) más o menos natural.

La capacidad de regulación del Arga es mucho menor (Eugui como único embalse significativo), pero se trata de un río que se canalizó aguas abajo de Falces al tiempo que se ejecutaba la corta de sus meandros. Por lo tanto, a las alteraciones en el régimen hidrológico y en los caudales sólidos se sumó el encauzamiento y acortamiento del cauce, lo que condujo el sistema hacia un encajonamiento extremo (Martin-Vide et al., 2010). En él la formación de nuevos humedales es impensable, ya sea por meandrificación y avulsión, como por formación de islas y masas de aguas laterales en el cauce principal. Tanto las propias obras de desconexión, como el proceso que de manera sincrónica acompañó a las cortas, generaron una desconexión entre cauce y madres, por lo que éstas siguen un proceso de colmatación dominado por fenómenos de acreción orgánica (la colmatación mineral por decantación es cuantitativamente poco relevante). Se trata de humedales relictos y senescentes pero de gran interés ecológico (acogen la mayor densidad de individuos reproductores de visión europeo).

De acuerdo con lo anterior, en el caso del Arga interesa conocer la evolución de los brazos laterales para poder establecer una prognosis a medio plazo. Para ello se ha estudiado detalladamente en el espacio y el tiempo –mediante técnicas de fotointerpretación y trabajo de campo- la evolución del sistema meandriforme de Soto Gil y Ramal Hondo en la margen izquierda del río –Peralta-. Se han utilizado, por una parte, imágenes aéreas de 1966 (previa a la corta), 1982 (primeras posteriores a la corta, realizada en 1979) y 1992, que se han georreferenciado con una precisión de 0,5-1 m. Por otra, se ha empleado ortoimágenes georreferenciadas correspondientes a los años 1998-00, 2003, 2006, 2009, 2012 y 2014. La imagen de 1966, previa a la corta, no se ha introducido en los cálculos de la evolución (se ha constatado que sufrió una evolución significativa entre esta fecha y la corta, trece años después). Sin embargo constituye una referencia del estado del sistema en condiciones "naturales". La fotointerpretación ha permitido la diferenciación de las cubiertas del suelo relacionadas seguidamente:

<i>Bosques y matorrales de ribera:</i> incluye todo tipo de formaciones forestales y subforestales asociadas a los espacios ribereños (choperas, alamedas, fresnedas, tamarizales, olmedas, saucedas y bosques mixtos).
<i>Comunidades de helófitos y pastos higrófilos:</i> reúne las formaciones de herbáceas y fistulosas de los bordes de ríos y lagunas (prados de grama de agua, herbazales higrónitrófilos, carrizales, espadañales, cañaverales,...), así como también los zarzales y espinares.
<i>Usos agropecuarios, construcciones y red viaria:</i> cubierta heterogénea que agrupa todos los usos antrópicos que eliminan la vegetación original, tanto los urbanos, como los agrícolas o ganaderos.
<i>Herbazales mesoxerófilos:</i> incluye comunidades herbáceas sobre suelos sometidos a una fuerte sequía estival, desde fenalares con <i>Brachypodium phoenicoides</i> y/o <i>Elymus</i> spp. hasta las formaciones de ruderales subsiguientes al abandono de los cultivos o al pastoreo.
<i>Lámina de agua libre:</i> Superficie de agua visible en la ortofotoimagen. Cuando el agua se extiende más allá de esta zona entre los carrizos o las espadañas, se consideran carrizales o espadañales inundados.
<i>Plantaciones de árboles de ribera:</i> se ha querido diferenciar esta cubierta de la correspondiente a cultivos, construcciones y red viaria, por la importancia que suele tener en el ámbito ripario (no obstante, este no es el caso de Soto Gil). Se refieren tanto a los cultivos forestales de chopos híbridos como a las repoblaciones



ambientales.

Para el estudio de la evolución del Aragón se ha realizado el análisis de la evolución de una serie de estructuras relacionadas con la abundancia de humedales a lo largo de los 54 km del tramo incluido en el LIC, entre Carcastillo y la desembocadura al Ebro en dos puntos temporales: 1956 y 2012 (antes de que se ejecutaran la mayoría de proyectos del Life Territorio Visión). Dada la extensión a fotointerpretar y la diferencia de calidad de las imágenes comparadas, se ha digitalizado aquellas estructuras fluviales que denotan la libertad fluvial necesaria para la creación de zonas húmedas. No se trata, por tanto, de una evaluación directa de los humedales sino la de un conjunto de estructuras correlacionadas con su abundancia. Se ha diferenciado y delimitado los elementos siguientes, además del curso principal:

<i>Islas:</i> zonas emergidas y estabilizadas (no barras) rodeadas completamente por el curso fluvial.
<i>Brazos secundarios:</i> las islas dividen el curso fluvial y, en general, puede distinguirse el recorrido del curso principal y el de un brazo secundario.
<i>Madres, galachos y remansos:</i> se trata de brazos laterales desconectados por uno de sus extremos del curso principal, generalmente provenientes de la colmatación de un brazo secundario, a veces reducidos a concavidades de la orilla con aguas lénticas.
<i>Masas de agua desconectadas:</i> suponen el último estadio de las láminas de agua antes de su completa colmatación y suelen provenir de madres y galachos que han quedado desconectados del curso principal por ambos extremos.

A pesar de que las barras fluviales también constituyen buenos indicadores del dinamismo fluvial y, por tanto, de la capacidad del sistema para generar nuevas zonas húmedas, no se ha acometido aquí su interpretación por ser estructuras dinámicas que no pueden asociarse a la presencia de humedales, y a causa de la dificultad que supone establecer sus límites (especialmente en la imagen de 1956 para la que, además, no se dispone de ningún modelo digital de elevaciones que permita ayudar a esta tarea). Para ambas ortofotomágenes -1956 y 2014- la digitalización ha considerado un polígono mínimo de 100 m².

La fotointerpretación de los espacios fluviales del LIC se ha basado en la colección de ortofotomágenes del Geoportal de Navarra (SITNA, <http://sitna.navarra.es/geoportal/>), disponible en línea a través de un visor propio (<http://sitna.navarra.es/navegar/>) y de un web map service (URL del servicio: <http://idena.navarra.es/ogc/wms>).

3 Resultados

3.1 Evolución de las zonas húmedas asociadas a los sistemas meandriformes del Arga: el modelo de Soto Gil y Ramal Hondo.

El análisis se ha realizado sobre los espacios incluidos en el LIC (no se ha considerado el canal actual del Arga) entre 1982 y 2014, de forma que refleja exclusivamente la evolución del sistema de meandros desconectado. Se ha añadido también los datos de las cubiertas de 1966 como imagen de referencia previa a la corta.

La primera consecuencia de la corta y la desconexión del sistema meandriforme, que puede analizarse comparando los datos de 1966 y de 1982, es el importante incremento



de las comunidades helofíticas a expensas de las barras e islas fluviales y de la lámina de agua. No obstante, hay que interpretar estos datos con precaución ya que la situación del espacio fluvial en 1966 se encuentra algo desplazada respecto a la que resultó tras la corta, hecho por el cual se aprecia una disminución de los cultivos. A partir de la corta, se aprecia, como tendencias principales, la disminución progresiva de la lámina de agua libre, que en el período estudiado ha disminuido de 10,45 ha a 2,76 ha (-73,6%), y el progreso de los bosques y matorrales de ribera que han pasado de 12,0 ha a 22,2 ha (+85,4%). Las oscilaciones en la cobertura de plantaciones de árboles riparios se deben a la combinación de los ciclos de corta, las marras, el tamaño de los árboles y los límites de la fotointerpretación. En buena parte, la variación de la superficie de las plantaciones forestales es complementaria a la de los herbazales mesoxerófilos. El déficit no cubierto por estos últimos es debido, una vez más, a la proliferación del bosque ripario. Las comunidades helofíticas y herbáceas higrófilas mantienen una cobertura prácticamente constante gracias a su desplazamiento espacial resultado del equilibrio entre la proliferación de esas formaciones a expensas de las zonas de agua libre que van colmatándose y su desaparición por el progreso del bosque de ribera en el borde opuesto. Finalmente, las cubiertas antrópicas (usos agropecuarios, construcciones y red viaria), ubicadas en el centro de uno de los meandros y en los bordes de éstos, no exhiben variaciones significativas. En la tabla 1 y en los gráfico siguientes (1, 2 y 3) se aportan e ilustran los datos derivados de este análisis.

Tabla 1. Evolución de las cubiertas en Soto Gil y Ramal Hondo (ámbito del LIC), valores absolutos (ha).									
Cubierta	año								
	1966	1982	1992	1998-00	2003	2006	2009	2012	2014
Barras e islas fluviales	7.60	0.04	---	---	---	---	---	---	---
Bosques y matorrales de ribera	11.87	11.97	17.63	15.73	16.70	17.36	19.63	20.64	22.19
Comunidades helófitos/pastos higrófilos*	---	17.95	14.86	18.52	19.51	19.45	18.27	18.26	17.79
Comunidades herbáceas y helofíticas*	5.49	---	---	---	---	---	---	---	---
Cultivos, construcciones y red viaria	24.68	17.74	17.19	17.04	17.12	17.13	17.31	17.27	17.22
Herbazales mesoxerófilos*	---	4.92	7.60	4.32	6.14	6.07	5.74	5.00	4.26
Lámina de agua libre	13.55	10.45	7.28	6.91	4.98	4.43	3.73	2.99	2.76
Plantaciones de árboles de ribera	2.17	2.29	0.80	2.83	0.92	0.92	0.67	1.20	1.13
TOTAL	65.36	65.36	65.36	65.36	65.36	65.36	65.36	65.36	65.36

* En la cartografía de 1966 las categorías "Comunidades de helófitos y pastos higrófilos" y "herbazales mesoxerófilos" se reúnen en "Comunidades herbáceas y helofíticas"

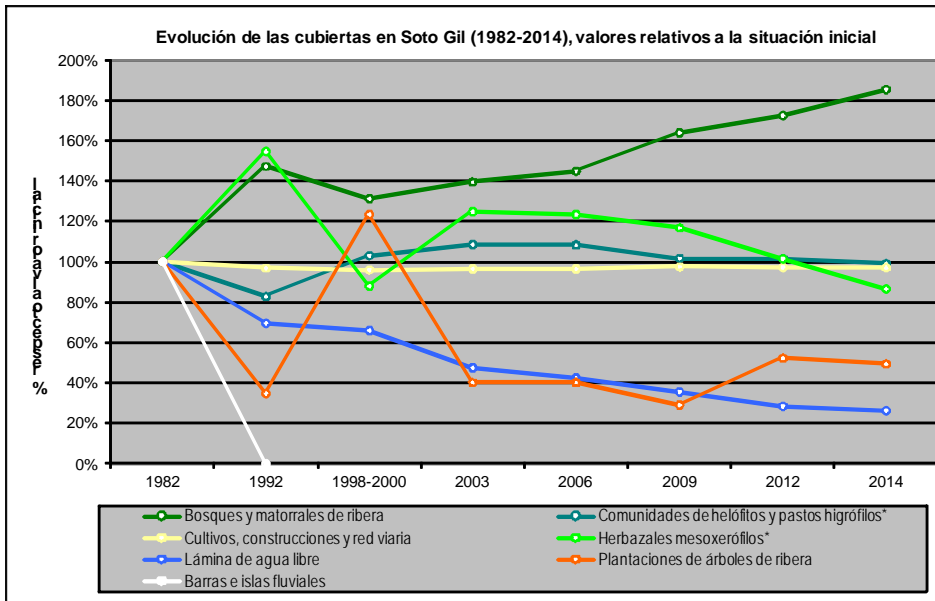


Figura 1. Evolución de la superficie de cada una de las cubiertas diferenciadas a lo largo del período 1982-2014. Valores porcentuales relativos a la situación inicial.

Entre las cubiertas cuantificadas, la extensión de la lámina de agua es un indicador directo de la evolución del humedal. Se ha analizado, desde este punto de vista, la regresión de la superficie de agua libre en el período considerado, la cual se hace evidente de forma gráfica en la figura 3. Al representar este parámetro frente a la escala temporal, se observa una fuerte correlación ($r^2 = 0,979$). Los datos obtenidos en el presente estudio indican que en el año 2025, de seguir la tendencia actual, el sistema de meandriforme de Soto Gil y Ramal Hondo presentará una superficie despreciable de lámina de agua libre (figura 3).

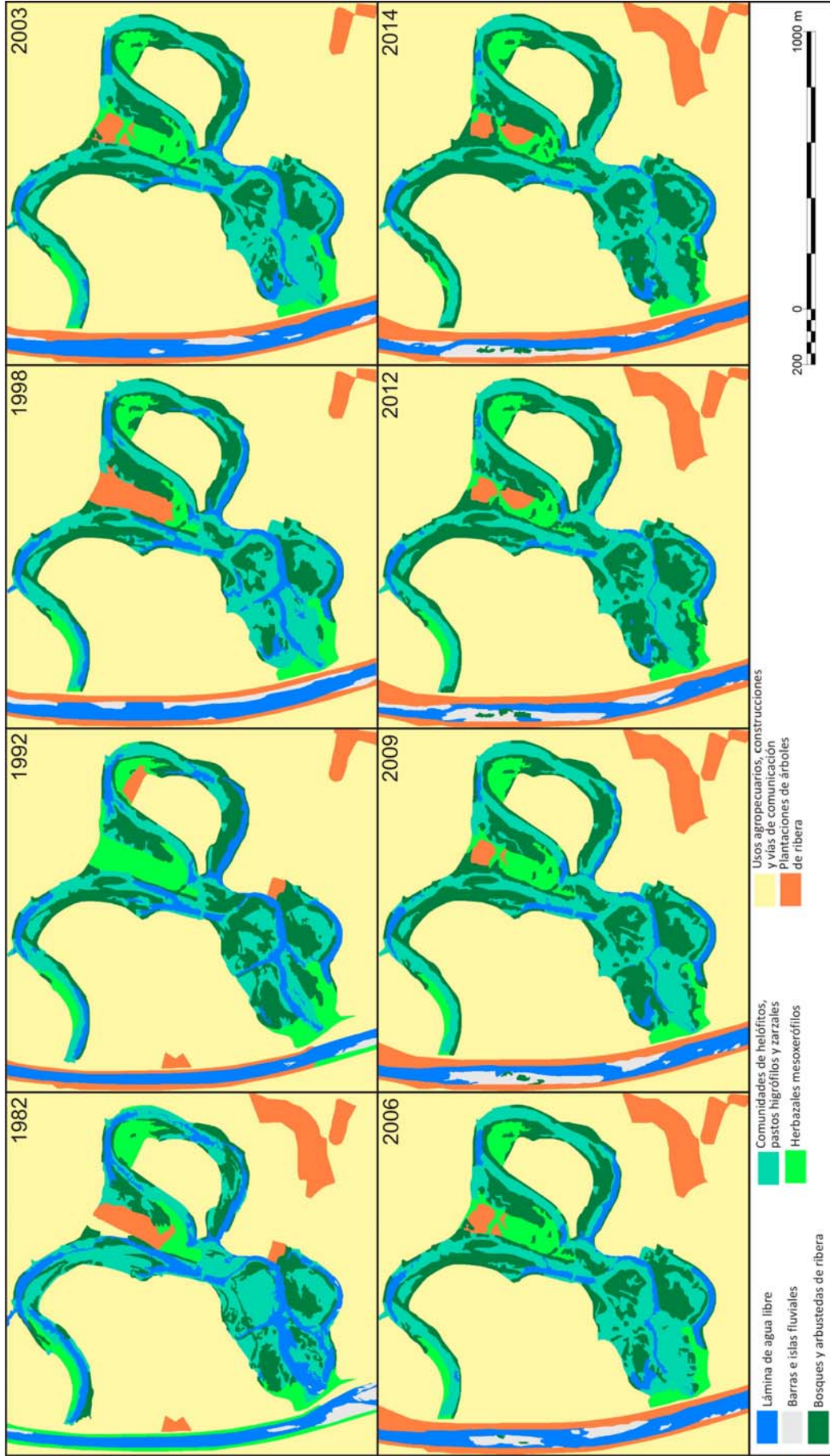


Figura 2. Evolución del sistema meandriforme desconectado de Soto Gil y Ramal Hondo durante los últimos 32 años.

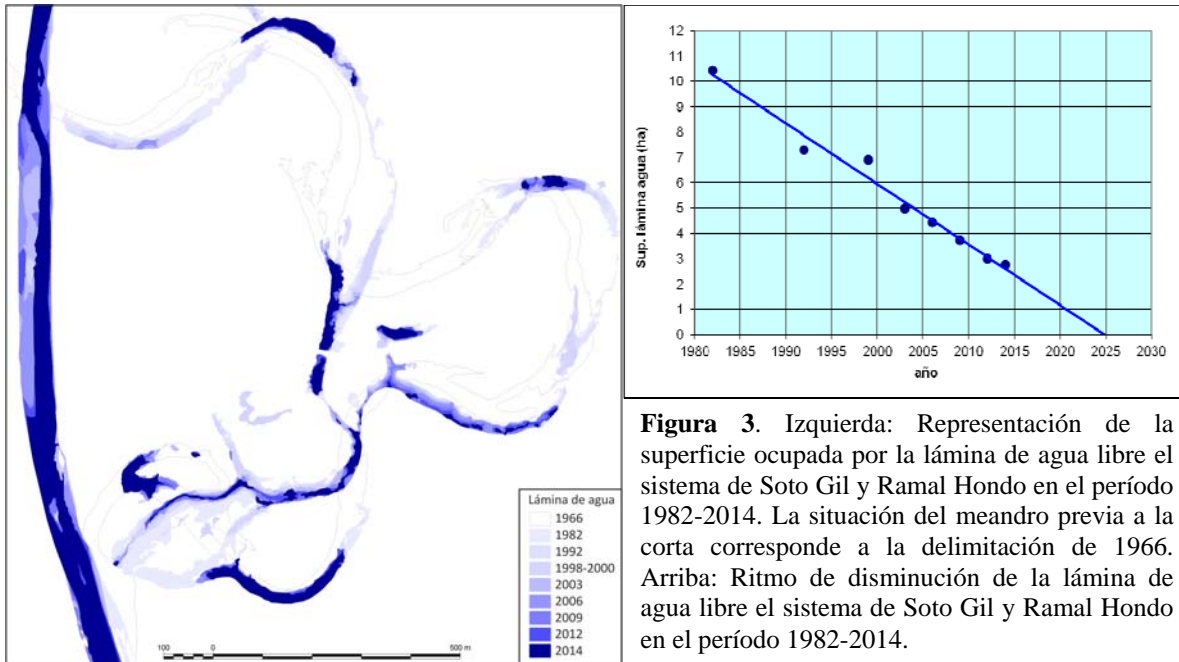


Figura 3. Izquierda: Representación de la superficie ocupada por la lámina de agua libre el sistema de Soto Gil y Ramal Hondo en el período 1982-2014. La situación del meandro previa a la corta corresponde a la delimitación de 1966. Arriba: Ritmo de disminución de la lámina de agua libre el sistema de Soto Gil y Ramal Hondo en el período 1982-2014.

3.2 Evolución de las zonas húmedas asociadas a los sistemas meandriiformes del Aragón.

Como se describió en la metodología, se ha digitalizado las principales estructuras asociadas a la libertad fluvial (islas, brazos secundarios, galachos, madres,...) que constituyen indicadores indirectos de la capacidad de generación de zonas húmeda a lo largo de todo el tramo del Aragón incluido en el LIC (Carcastillo - desembocadura al Ebro). Los datos obtenidos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Evolución de las formas fluviales en el río Aragón, entre Carcastillo y la desembocadura al Ebro, entre 1956 y 2012.

NÚMERO DE ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LOS HUMEDALES				
Estructura	n polígonos		diferencia 2012-1956	
	1956	2012	abs	%
Cauce principal	1	1	0	0.0%
Islas	71	48	-23	-32.4%
Brazos secundarios	67	48	-19	-28.4%
Madres, remansos y galachos	105	74	-31	-29.5%
Masas de agua desconectadas	4	14	10	250.0%
TOTAL	248	185	-63	-25.4%
SUPERFICIE DE ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LOS HUMEDALES				
Estructura	Superficie (ha)		diferencia 2012-1956	
	1956	2012	abs	%
Cauce principal	329.56	205.43	-124.13	-37.7%
Islas	48.67	16.35	-32.32	-66.4%
Brazos secundarios	24.32	12.85	-11.47	-47.2%
Madres, remansos y galachos	19.04	8.53	-10.51	-55.2%
Masas de agua desconectadas	0.61	3.60	2.99	489.4%
TOTAL	422.20	246.76	-175.45	-41.6%
PROPORCIÓN DE ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LOS HUMEDALES				
Estructura	Superficie (%)		diferencia 2012-1956	



	1956	2012	abs	%
Cauce principal	78.1%	83.3%	5.2%	6.7%
Islas	11.5%	6.6%	-4.9%	-42.5%
Brazos secundarios	5.8%	5.2%	-0.6%	-9.6%
Madres, remansos y galachos	4.5%	3.5%	-1.1%	-23.3%
Masas de agua desconectadas	0.1%	1.5%	1.3%	908.5%
TOTAL	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%

DATOS GLOBALES DEL TRAMO

Parámetro	1956	2012	abs	%
L: longitud del eje del cauce principal (m)	55142.7	53936.7	-1206.0	-2.2%
W: anchura media del cauce principal (m)	59.8	38.1	-21.7	-36.3%
P: perímetro del cauce principal (m)	113123.7	109637.2	-3486.5	-3.1%
S: Sinuosidad de la orilla del cauce principal*	0.0257	0.0164	-0.0094	-36.5%

* $S = (P/2L) - 1$

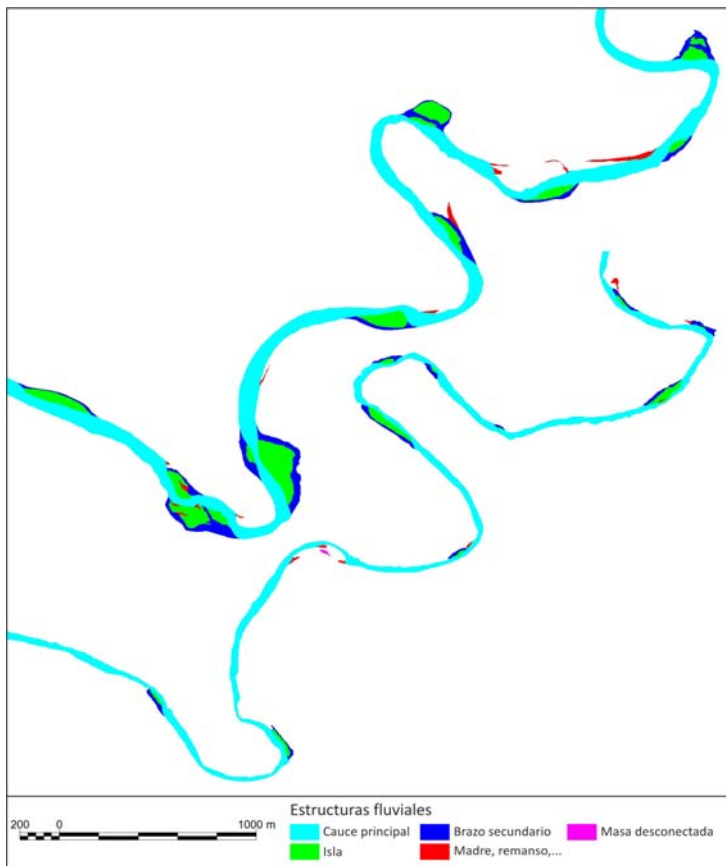


Figura 4. Evolución de las formas fluviales en el río Aragón entre 1956 y 2014, tramo de Soto Contindas a Soto Nuevo.

En este período la movilidad del río ha sido más bien discreta. Sin embargo, los cambios en la abundancia y extensión de las formas fluviales son muy importantes. Si bien el cauce principal prácticamente no varía su longitud (de 55,1 a 53,9 km), su superficie decrece en un 38% y su anchura media disminuye de 60 a 38 metros. Al mismo tiempo, también decrece la sinuosidad o irregularidad de las orillas, medida como la relación entre su longitud y la del eje fluvial. Prácticamente todas las estructuras fluviales analizadas reducen su número y superficie total, no solamente en números absolutos sino también en relación al cauce principal, excepto las masas de agua desconectadas, claramente

más abundantes en la actualidad. En la figura 4 se representa un tramo de Aragón, entre Soto Contindas y el Soto Nuevo, donde los cambios descritos son muy evidentes.

4 Discusión

La regulación hidrológica y la simplificación de las formas fluviales características es un fenómeno frecuente en los tramos medios y bajos de los grandes ríos ibéricos, que



resultan de causas diversas (enumeradas anteriormente) y que comportan una pérdida importante de dinámica fluvial y acción geomorfológica. En el ámbito del LIC *Tramos Bajos del Aragón y del Arga* diversos trabajos relacionados con el *LIFE+ Territorio Visión* (LTV) han abordado ese aspecto, como el proyecto de Marcilla-Soto Contiendas (Pérez-Martín et al., 2015) o el documento *Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón: Estudio geomorfológico* (Ibisate et al., 2010).

El presente trabajo aborda el estudio de la evolución de la complejidad fluvial de forma específica para cada uno de los dos principales sistemas fluviales que integran el LIC: el río Arga, canalizado y con una serie de sistemas meandriformes laterales desconectados del cauce principal, y el río Aragón que, a pesar de estar sometido a una fuerte regulación todavía mantiene una cierta naturalidad geomorfológica en ciertos tramos.

El río Arga es incapaz de generar nuevas zonas húmedas y las preexistentes siguen su camino hacia su senescencia y desaparición. Por ello se ha abordado por primera vez un estudio en profundidad de uno de sus sistemas meandriformes desconectados, concretamente el de Soto Gil y Ramal Hondo, uno de los enclaves más favorables para el visón europeo. En análisis de la evolución de las cubiertas del suelo en los últimos 36 años, tras la canalización del cauce principal, pone de manifiesto una reducción sostenida de la lámina de agua y una progresión equivalente del bosque ripario. Las tendencias observadas anuncian una situación terminal de la lámina de agua libre en un período de solo 10 años. Ciertamente, esta prognosis puede verse alterada por detalles que no se han podido incluir en el análisis, como la importancia de los retornos de riego que alimentan el sistema, y que podrían establecer un valor mínimo no nulo para la lámina de agua, o por aspectos metodológicos como la precisión en la digitalización de imágenes de calidad desigual. Pero la tendencia parece sólida y la situación esperable es la de una degradación progresiva de las condiciones de hábitat para el visón. Sería interesante la realización de análisis similares en el resto de sistemas meandriformes de cierta importancia puesto que cada uno de ellos puede evolucionar a diferente ritmo. En todo caso, el análisis ha permitido obtener datos preliminares sobre las tasas de colmatación en meandros sometidos a una situación muy concreta, pero que comparten al mayoría de los meandros aislados del LIC, en el río Arga: sistemas desconectados morfodinámica e hidráulicamente del cauce principal y de su aluvial, tanto lateralmente (cortas) como verticalmente (incisión), y en los que la colmatación es eminentemente orgánica (solo se alimentan de caudales “limpios” de sedimentos provenientes de retornos agrícolas).

El río Aragón mantiene un cierto dinamismo y naturalidad geomorfológica en algunos tramos. Por dicha razón se realiza -también por primera vez- un análisis de la evolución de las formas fluviales relacionadas con la generación de humedales en la totalidad del tramo del río incluido en el LIC, si bien en este caso, dada la extensión a cartografiar, se ha reducido a las situaciones existentes en 1956 (primera imagen aérea de calidad suficiente que cubre todo el ámbito) y en 2012 (última ortoimagen previa a la ejecución del LTV). Los datos ponen cifras concretas a la variación en el número y superficie de islas, brazos secundarios, madres, galachos, remansos y masas desconectadas. Los resultados indican, por una parte, el adelgazamiento del cauce principal y la



simplificación de sus orillas y, por la otra, una clara disminución de las formas fluviales estudiadas, que constituyen indicadores indirectos del dinamismo del río y de su capacidad para generar zonas húmedas asociadas al cauce. La excepción son las masas de agua desconectadas del curso principal, más abundantes en la actualidad (si bien suponen una proporción menor del conjunto de formas): este hecho indica un equilibrio del sistema, más desplazado hacia la senescencia, ya que estas estructuras representan la fase terminal de evolución de las madres. Es decir, que la velocidad a la que desaparecen estas formas es superior a la velocidad de su generación, que en ningún caso comportará la creación de nuevas madres.

Hasta el momento, a partir de diversos de los proyectos del LTV, se han construido balsas laterales excavadas en terrazas fluviales y alimentadas por retornos de riego para recrear hábitats propicios para el visón europeo, medida que a tenido cierto éxito a juzgar por el seguimiento que se está realizando de esta especie. Sin embargo, estas pequeñas actuaciones deben estar sometidas a un continuo mantenimiento, por su rápida tendencia a la colmatación orgánica o por la insuficiente impermeabilidad del vaso. No son acciones de restauración que aproximen al sistema hacia un escenario de mayor naturalidad. Por lo tanto, pueden ser actuaciones válidas a corto plazo pero que no varían la tendencia del sistema fluvial a la pérdida de hábitats naturales aptos, además de para *Mustela lutreola*, para otras especies de atención prioritaria como el galápago europeo (*Emys orbicularis*), la nutria paleártica (*Lutra lutra*), o las aves acuáticas.

Desde hace tiempo, especialistas de diferentes disciplinas vienen subrayando las causas de la actual situación de degradación funcional y estructural de los ríos ibéricos, especialmente en lo que se refiere a los tramos medios y bajos de los grandes ejes, y apuntan que las actuaciones deben dirigirse sobretudo a medidas que aumenten la libertad fluvial. Si bien la regulación de la cuenca mediante embalses y los cambios en los usos de suelo en las zonas montañosas de cabecera son procesos sobre los que es muy difícil actuar, para otras de las causas, como las canalizaciones, las obras de defensa (motas y escolleras) y los dragados existen maneras de disminuir su efecto sobre el sistema que tienden a devolver al río un espacio que le fue sustraído tiempo atrás. Así, muchos de los proyectos del LTV contemplan la eliminación de motas y escolleras o su retranqueo como uno de los métodos de regeneración del sistema fluvial. Sin embargo, en el caso del Arga y Aragón la incisión que ha sufrido el cauce principal dificulta la efectividad de esas medidas. El proyecto de SotoContiendas (Pérez-Martín et al., 2015) configura una experiencia piloto que debe sentar las bases para afrontar la restauración fluvial ante dichas situaciones de singular complejidad. En él no sólo se han eliminado estas estructuras, sino que además se ha reconstruido la geomorfología del tramo reconectando topográficamente las orillas con las vegas y devolviendo al río los sedimentos extraídos (muchos de los cuales provenientes de antiguas deposiciones de material dragado) y ofreciéndole espacios susceptibles de generar nuevos humedales.

En el caso del Arga la situación es mucho más compleja; el curso principal canalizado se sitúa a una cota notablemente más baja que las vegas y solo excepcionalmente las avenidas pueden llegar a superar las obras de defensa. En este caso la única opción viable para mantener un cierto dinamismo en los sistemas meandriformes desconectados y revertir su tendencia a la senescencia es la reconexión hidráulica al cauce principal.



Las cotas de los labios de conexión y desagüe (caudales de activación, y pendiente) y su sección transversal determinarán la frecuencia e intensidad de las avenidas esperables en el futuro. Esta idea se ha puesto en práctica en el LTV, concretamente en el sistema de meandros de la Muga - Santa Eulalia. La cuidadosa selección de las cotas de entrada y salida del agua debe posibilitar mantener un ritmo de entradas de agua en el meandro que produzca una cierta acción morfodinámica pero manteniendo la estabilidad del sistema fuera de crecidas. Se espera que, para algunos de los sotos desconectados del río, esta pueda ser una solución para mantener un ecosistema fluvial en equilibrio y frenar la pérdida de hábitats aptos para el visón europeo.



Referencias

Acín, V., Díaz, E., Granado, D., Ibisate, A., & Ollero, A. (2011). *Cambios recientes en el cauce y la llanura de inundación del área de confluencia Aragón-Arga (Navarra)*. *Geographicalia*, (59), 11-26.

Benito, G., Pérez-González, A., Gutiérrez, F., & Machado, M. J. (1998). *River response to Quaternary subsidence due to evaporite solution (Gállego River, Ebro Basin, Spain)*. *Geomorphology*, 22(3), 243-263.

Benito, G., Gutiérrez, F., Pérez-González, A. y Machado, M.J. (2000). *Geomorphological and sedimentological features in Quaternary fluvial systems affected by solution-induced subsidence in the Ebro Basin, NE-Spain*. *Geomorphology*, 33, 209-224.

Ibisate, A. (Coord.) et al. (2010). *Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón. Estudio Geomorfológico*. [Informe inédito]

Ibisate, A., Díaz, E., Ollero, A., Acín, V., & Granado, D. (2013). *Channel response to multiple damming in a meandering river, middle and lower Aragón River (Spain)*. *Hydrobiologia*, 712(1), 5-23.

Martín-Vide, J.P. (coord.) et al. (2009): *Estudio de dinámica fluvial del río Aragón en Caparroso*. Dpto. IHMA, UPC. Barcelona.

Martín-Vide, J.P. (coord.) et al. (2010). *Estudio morfodinámico del río Arga como consecuencia de su canalización*. Dpto. IHMA, UPC. Barcelona.

Martín-Vide, J.P. (coord.) et al. (2012). *Estudio de la incisión del río Aragón en Marcilla. En: Estudios de base del proyecto experimental de restauración morfofuncional del Río Aragón en Sotocontiendas*. Dpto. IHMA, UPC. Barcelona.

Pérez, C; Manzano, M; Jaso, C.; Pascual, R; García, G.; Martín-Vide, J.P. (2015). *El control de la incisión a escala territorial y sus efectos sobre el ecosistema fluvial: Bases conceptuales y metodológicas y resultados preliminares del proyecto piloto de restauración morfofuncional y de creación de hábitat para el visón europeo (Mustela lutreola) en el río Aragón (Marcilla, Navarra, Spain)*. II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial. Junio, 2015. Pamplona, Spain.

Sala, O. E., Chapin, F. S., et al. (2000). *Global biodiversity scenarios for the year 2100*. *Science*, 287(5459), 1770-1774