

Las Medidas Naturales de Retención de Agua: del diseño a la implementación a través de proyectos europeos

Natural Water Retention Measures (NWRM): from Design to Implementation through European Projects

Fernando Magdaleno Mas^{1*}, Gonzalo Delacámara Andrés²

Palabras clave

servicios ecosistémicos;
infraestructuras verdes;
restauración ambiental;
proyectos europeos;
CETA;

Resumen

El Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX ha trabajado, durante los últimos años, en diversos proyectos europeos relacionados con el diseño e implementación de medidas naturales de retención de agua. Se trata de un conjunto de medidas impulsadas por la Unidad de Agua de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, relacionadas con el concepto de las infraestructuras verdes, que intentan integrar, desde el enfoque de la multifuncionalidad, diversos requerimientos normativos y técnicos relacionados con la mejor adaptación del territorio frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos, la conservación y protección ambiental, y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. A lo largo de este artículo se repasa el concepto y los mecanismos de diseño y ejecución de dichas medidas, ilustrando su aplicación mediante ejemplos desarrollados por el CETA desde 2008 en la Comunidad Foral de Navarra (sistema fluvial Arga-Aragón). Para la puesta en marcha de estos trabajos, el CETA ha colaborado con diversas administraciones hidráulicas y ambientales. Asimismo, ha cooperado estrechamente con centros de investigación, como el Instituto IMDEA Agua, con el que ha colaborado en un proyecto europeo relacionado con la definición, evaluación y divulgación de las medidas naturales de retención de agua en las diferentes demarcaciones hidrográficas europeas.

Keywords

ecosystem services;
green infrastructures;
ecological restoration;
European projects;
CETA;

Abstract

The Centre for Applied Techniques Studies (CETA) of CEDEX has been working over the last few years in different European projects related with the design and development of natural water retention measures (NWRM). These are a number of measures, boosted by the Water Unit of the Environment Directorate-General of the European Commission, with close links to green infrastructures, which try to integrate, from a multifunctional approach, different legal and technical requirements aimed at a better adaptation to extreme hydrometeorological events, environmental protection and conservation, and maintenance of ecosystem services. This paper reviews the underpinning foundations of the concept and the mechanisms for designing and implementing NWRM. It also shows the way they can be applied, by presenting different initiatives developed by CETA since 2008 in Navarre (Arga-Aragón river system). For fulfilling those works, CETA has collaborated with environmental and hydraulic authorities of Navarre. It has also actively cooperated with research centres, such as the Institute IMDEA Water, specifically in a European project devoted to the diffusion, assessment, and presentation of NWRM within the context of the EU River Basin Districts.

1. INTRODUCCIÓN

Las Medidas Naturales de Retención de Agua (en adelante, NWRM, acrónimo de su traducción inglesa: Natural Water Retention Measures) pueden definirse como medidas multifuncionales que plantean la protección de los recursos hídricos y la resolución de problemas relacionados con el agua a través de la restauración o mantenimiento de los ecosistemas naturales, así como de las características y atributos propios de las masas de agua, en todos los casos mediante procedimientos y procesos naturales (NWRM, 2014).

Las NWRM son medidas orientadas a salvaguardar la capacidad natural de almacenamiento de agua mediante la restauración, mantenimiento o mejora de características naturales de diferentes ecosistemas acuáticos o de ecosistemas terrestres vinculados. Pueden ejecutarse individualmente o en combinación con otras medidas (naturales o no) y en relación a una amplia gama de usos del suelo, desde la agricultura al desarrollo urbano.

Quizás lo más relevante de las NWRM es que se refieren, por un lado, a un único fin (proteger y mejorar el potencial de retención de agua de diferentes ecosistemas) y, por otro, a un conjunto específico de medios para conseguirlo (restaurar o mejorar los ecosistemas mediante procesos naturales). En relación a su fin y, como se indica a continuación, contribuyen a no pocos objetivos ambientales, económicos y sociales, más allá de su contribución a la

* Autor de contacto: fernando.magdaleno@cedex.es

¹ Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, Madrid, España.

² Instituto IMDEA Agua. Alcalá de Henares, Madrid, España.

gestión de los recursos hídricos. Sin embargo, el verdadero rasgo diferencial de estas medidas es el conjunto de medios que emplea para alcanzar ese fin; eso las convierte en medidas orientadas a emular las funciones naturales que desempeñan los ecosistemas acuáticos cuando no han sido gravemente intervenidos.

El principal mecanismo de acción de las NWRM es la mejora de la capacidad de retención de agua del suelo, los acuíferos y los ecosistemas acuáticos, contribuyendo al tiempo a la mejora de su estado. La aplicación de las NWRM apoya el desarrollo de las conocidas como infraestructuras verdes, mejora el estado cuantitativo de las masas de agua, y reduce la vulnerabilidad del territorio frente a fenómenos de inundaciones y sequías. Influye también positivamente en el estado ecológico y químico de las masas de agua, al restaurar el funcionamiento natural de los ecosistemas y los servicios ambientales que proveen. Los ecosistemas restaurados contribuyen finalmente tanto a la adaptación como a la mitigación frente al cambio climático (Strosser *et al.*, 2015).

La mayor y mejor capacidad de retención de agua por parte de ríos, humedales, llanuras de inundación y otro tipo de ambientes favorece el almacenamiento superficial, sub-superficial y subterráneo durante los periodos de mayores precipitaciones, reduciendo los caudales punta y el estrés hídrico durante las épocas de sequía (ICPDR, 2014).

Por tanto, los atributos distintivos de las NWRM, frente a otras medidas de gestión del agua y del territorio, serían los siguientes (NWRM, 2014):

- Están siempre basadas en procesos naturales.
- Son medidas multifuncionales desarrolladas sobre ecosistemas acuáticos y otros ecosistemas vinculados al agua, lo que induce por ejemplo a contemplar no sólo los ríos longitudinalmente sino en sus conexiones laterales.
- La retención natural del agua no es el objetivo final de su desarrollo, sino el mecanismo que hace que estas medidas sean relevantes para la el uso eficiente y la sostenibilidad de los recursos hídricos.
- No son todas ellas medidas que incrementan el agua almacenada en el territorio.
- No son en sí medidas dirigidas a la restauración de ecosistemas naturales degradados a su estado original, aunque algunas de ellas pudieran serlo, sino procedimientos que buscan adaptar los ecosistemas en su estado actual para mejorar o devolverles su funcionalidad regulatoria de los ciclos del agua.

El proyecto piloto “Atmospheric Precipitation - Protection and efficient use of Fresh Water: Integration of Natural Water Retention Measures in River basin management”, fue puesto en marcha por la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea en 2013 (y hasta mediados de 2015) como parte de la iniciativa NWRM de la Unión Europea. El objetivo de esta iniciativa, recientemente finalizada, es conseguir una base de conocimiento sobre las NWRM, contribuir a la creación de una red de profesionales en la materia y desarrollar un manual práctico para su diseño e implementación. Esta iniciativa se ha desarrollado a través de cuatro redes regionales, con el fin de tener en cuenta de forma apropiada la diversidad regional a escala europea:

la red Mediterránea, la red Báltica, la red Oeste de Europa y la red del Danubio. Estas redes fueron definidas sobre la base de sus similitudes bioclimáticas, hidromorfológicas y de gestión del agua. El objetivo de las redes era facilitar el intercambio de experiencias y la discusión sobre problemas y soluciones en un contexto regional, y contribuir al inicio o consolidación de sinergias entre los socios del proyecto.

La región Mediterránea estuvo coordinada por el instituto público madrileño IMDEA Agua. Durante el periodo de realización del proyecto se han llevado a cabo diversos seminarios y encuentros (Alcalá de Henares, Turín, París, Bruselas), con la participación de expertos de los países del arco mediterráneo y de otras regiones europeas, en los que se expusieron diversas iniciativas y ejemplos relacionados con las NWRM. El Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, a través de un Convenio de Colaboración con IMDEA Agua, colaboró activamente en los seminarios del proyecto y en las publicaciones derivadas, a través de la presentación de diversos casos de estudio. Uno de estos casos de estudio, el relacionado con la restauración del sistema fluvial Arga-Aragón (Navarra) es presentado en la segunda parte de este artículo, como ejemplo integrado de la puesta en marcha de medidas naturales de retención de agua que sirven además a la mejora de la biodiversidad y la mitigación de fenómenos climáticos extremos, aumentando la resiliencia frente a los mismos y, en última instancia, la capacidad de adaptación.

2. LAS MEDIDAS NATURALES DE RETENCIÓN DE AGUA, EN EL CENTRO DE LAS POLÍTICAS EUROPEAS

Las NWRM se encuentran asociadas o directamente vinculadas con diferentes políticas y estrategias europeas relacionadas con la gestión del agua, la ordenación territorial y la biodiversidad (EC, 2014; Strosser *et al.*, 2015). La Comisión Europea ha publicado en los últimos años diversos documentos donde se ponen de manifiesto estos vínculos:

- La Estrategia Europea sobre Adaptación al Cambio Climático (EC, 2013a).
- El Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio Climático (EC, 2009).
- La Estrategia Europea sobre Biodiversidad (EC, 2011).
- La Política europea de lucha contra la escasez de agua y la sequía (2012a).
- El Plan de Acción para salvaguardar los recursos hídricos de Europa (EC, 2012b).
- La Estrategia Europea sobre Infraestructuras Verdes (EC, 2013b).

En relación con la gestión del agua y su biodiversidad asociada, las NWRM guardan una estrecha relación con varias de las herramientas de gestión promulgadas por la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), por las Directivas Aves y Hábitat (2009/147/CE y 92/43/CEE, respectivamente) y por la Directiva relativa a la evaluación y gestión del riesgo de inundación (2007/60/CE). En concreto, en este último caso, con las medidas de prevención y protección frente al riesgo de inundación, que en todas las demarcaciones hidrográficas europeas deben establecerse para mitigar los efectos de las crecidas fluviales.

Tabla 1. Medidas naturales de retención de agua recogidas en el proyecto piloto “Atmospheric Precipitation - Protection and efficient use of Fresh Water: Integration of Natural Water Retention Measures in River basin management” y categorizadas según su carácter esencialmente agrícola, urbano, hidromorfológico o forestal

Medidas agrícolas		Medidas urbanas		Medidas hidromorfológicas		Medidas forestales	
A1	Praderas y pastizales	U1	Cubiertas verdes	N1	Charcas y lagunas	F1	Franjas vegetales ribereñas
A2	Franjas vegetales y setos	U2	Recogida de aguas pluviales	N2	Restauración y gestión de humedales	F2	Mantenimiento de cubierta forestal en cabeceras
A3	Rotación de cultivos	U3	Superficies permeables	N3	Restauración y gestión de llanuras de inundación	F3	Reforestación de cuencas de embalse
A4	Cultivo según curvas de nivel	U4	Cunetas verdes	N4	Re-meandro	F4	Plantaciones diseñadas para la captación de lluvia
A5	Cultivos intercalares	U5	Canales de drenaje y retención	N5	Renaturalización de lecho de cauce	F5	Cambios de uso de suelo
A6	Agricultura sin labranza	U6	Franjas filtrantes	N6	Restauración y reconexión de cauces estacionales	F6	Mantenimiento de cubiertas forestales continuas
A7	Agricultura con labranza limitada	U7	Pozos de infiltración	N7	Reconexión de meandros abandonados y elementos similares	F7	Control a la circulación de vehículos
A8	Cubiertas vegetales	U8	Zanjas de infiltración	N8	Renaturalización de los materiales del cauce	F8	Diseño apropiado de drenajes de carreteras y vías
A9	Cosecha temprana	U9	Jardines de lluvia	N9	Eliminación de presas y otras barreras longitudinales	F9	Estanques de captura de sedimentos
A10	Aterrazado tradicional	U10	Estanques secos	N10	Estabilización natural de riberas	F10	Mantenimiento de madera muerta
A11	Control del tráfico de maquinaria	U11	Estanques de retención	N11	Eliminación de defensas de márgenes	F11	Parques forestales urbanos
A12	Densidad reducida de ganado	U12	Estanques de infiltración	N12	Restauración de lagos	F12	Árboles en áreas urbanas
A13	Acolchado			N13	Restauración de la infiltración natural	F13	Estanques de laminación en áreas forestales
				N14	Re-naturalización de polders	F14	Pequeños diques de retención de sedimentos en áreas forestales

3. ¿DE QUÉ MEDIDAS HABLAMOS?

La propia definición de las medidas naturales de retención de agua deja claro que se trata de medidas muy diversas, que desde diferentes enfoques y disciplinas técnico-científicas, contribuyen a los objetivos anteriormente expuestos. En algunos proyectos previos al que nos ocupa se realizó una división de las medidas en cuatro categorías: forestales, agrícolas, urbanas y de almacenamiento de agua. En el proyecto sobre NWRM que acaba de concluir se han mantenido estas categorías, si bien la última de ellas (almacenamiento de agua) se ha extendido al concepto más amplio de “medidas hidromorfológicas”, que quizás contribuye a ofrecer una imagen más precisa de ellas aunque, en algunos casos, también puede agregar confusión. La lista de medidas contempladas también se ha ampliado, hasta un total de 53 (tabla 1). Tal y como se indica en el documento de síntesis del proyecto (NWRM, 2014) no se trata de una mera lista de medidas recomendadas, sino más bien de una lista que facilita la evaluación de la potencialidad de cada medida para los objetivos planteados, de acuerdo con el contexto físico, ambiental y social de cada zona de estudio. Dicho de otro modo, no se trata de una selección prescriptiva sino de un catálogo de medidas que han sido evaluadas y en las que sería legítimo considerar que alguna o bien no es una NWRM o bien no es una práctica estrictamente recomendable.

A la vista de los objetivos y contenidos de las medidas incluidas en la lista, se puede comprobar que muchas de ellas han venido siendo implementadas en España, al

menos parcialmente, desde hace décadas, asociadas a la restauración fluvial, la restauración hidrológico-forestal o la mejora del drenaje urbano. Dicho de otro modo, no estamos ante medidas nuevas en la mayor parte de los casos – innovar no es lo mismo que inventar. Sin embargo, hasta este momento no se había planteado su carácter integrador de diferentes exigencias normativas europeas, y la necesidad de desarrollarlas desde un enfoque multifuncional, que no responda en exclusiva a uno sino a muchos de los retos que plantea la gestión territorial y la conservación ambiental. En otros países es posible encontrar referencias en la bibliografía a algunas de estas medidas, bajo conceptos como *Best Management Practices* (BMP) y *Low Impact Developments* (LID) en Estados Unidos, *Sustainable Drainage Systems* (SuDS), *Catchment Riparian Intervention Measures* y *Runoff Attenuation Features* en el Reino Unido, *Natural Flood Management* específicamente en Escocia, o *Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques* en Francia. De modo equivalente, pueden encontrarse NWRM en medidas llamadas de conservación de suelo o en prácticas de bioingeniería, por ejemplo.

4. UN CASO DE ESTUDIO: LA RESTAURACIÓN DEL SISTEMA ARGA-ARAGÓN.

Desde el año 2008, el CEDEX ha venido colaborando con el Gobierno de Navarra y con la Sociedad Pública Gestión Ambiental de Navarra S.A. (GAN) en la restauración de los ríos Arga y Aragón, desde una perspectiva de integración de las obligaciones europeas en materia de aguas,



Figura 1. Trabajos de restauración del meandro del Plantío o de Rivalta (río Arga, Navarra), que incluyen diversas medidas de retención natural de agua, como la reapertura de paleo-cauces, la creación de humedales, la revegetación por bosques con especies autóctonas de genética local y la creación de diversos ambientes a través de una mayor heterogeneidad topográfica en el interior del meandro.

biodiversidad y mejora de la resiliencia frente a fenómenos hidrológicos extremos, y a través de diferentes proyectos europeos.

En los últimos años, el territorio asociado a los tramos medios y bajos de los ríos Arga y Aragón (en adelante, sistema Arga-Aragón) ha sufrido numerosos problemas de gestión como consecuencia de inundaciones recurrentes. Se trata de un sistema que cuenta con una gran llanura de inundación, en la que se desarrollan numerosas actividades agropecuarias de carácter intensivo, y en la que se encuentran localizados además varios municipios y numerosas infraestructuras lineales. Al tiempo, se trata de una zona que sustenta diversos enclaves naturales fluviales protegidos por la normativa autonómica y por la red europea Natura2000, debido a la calidad de sus hábitats naturales y por la importante diversidad biológica que acoge. En particular, la mayor parte de estos enclaves se encuentran ubicados en los sotos (bosques de ribera y bosques aluviales) de los ríos Arga y Aragón.

En el año 2008, GAN encargó al CEDEX la redacción del “Proyecto de mejora ambiental del meandro del Plantío”, en el río Arga, dentro del proyecto europeo INTERREG IIIa GIRE-IMER, Gestión Integral de Ríos Europeos. El objetivo del proyecto era la reconexión hidráulica y ecológica del meandro del Plantío con el cauce principal del río Arga, y la reconversión de toda su superficie, hasta entonces utilizada como zona de cultivos, como zona natural, en la que fuera posible la mejora de hábitats para las especies prioritarias existentes en la zona, en especial para el visón europeo (*Mustela lutreola*) (figura 1). El meandro había sufrido una desconexión y degradación progresiva, en buena medida derivada de las presiones humanas en su entorno y aguas arriba de él. En el entorno de la zona de proyecto se ubican las ruinas de la ciudad romana de Andelos, y en sus inmediaciones discurre también el Camino de Santiago, entre otros elementos patrimoniales de interés, que aportaban una dimensión cultural adicional a la actuación.

El Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra asumió posteriormente la ejecución de las obras (2009-2010), que se desarrollaron en tres fases: movimiento de tierras, reforestación y

acondicionamiento del uso público, y mantenimiento y seguimiento ambiental, sobre una superficie de unas 24 ha, y con un presupuesto total próximo a los 200.000 €. El incremento de la capacidad de laminación de las crecidas y de almacenamiento temporal de agua fue claro a partir de la reapertura del meandro: varias crecidas ordinarias ocurridas a finales de 2009 y comienzos de 2010 evidenciaron que se había conseguido la reconexión funcional del meandro (figura 2). Desde entonces, la dinámica natural del río Arga ha ido configurando la morfología y los procesos ecohidrológicos del meandro, incrementando progresivamente la naturalidad del medio y su capacidad para retener agua y para sustentar numerosos hábitats y especies de interés para la conservación (figura 3). El seguimiento que se está haciendo desde la finalización de los trabajos permitirá cuantificar, a lo largo de los próximos años, el grado de consecución de los objetivos planteados durante el diseño de la actuación.



Figura 2. Vista parcial del meandro, en la primavera siguiente a la restauración (2010), donde se puede apreciar la evolución de la vegetación natural y su relación con la nueva topografía del cauce y con los nuevos procesos hidromorfológicos desarrollados en el interior del meandro.

Posteriormente, en el año 2009, la Sociedad Pública GAN, con el apoyo de la Dirección General de Medio



Figura 3. Funcionamiento del meandro del Plantío en el río Arga (Navarra), durante una crecida ordinaria posterior a la ejecución del proyecto de reconexión hidráulica, morfológica y ecológica desarrollado (imagen de enero de 2010) (Fuente: Gobierno de Navarra).

Ambiente y Agua del Gobierno de Navarra, presentó a la Unión Europea, junto con otras entidades, y en el marco del programa LIFE+, un proyecto denominado “Territorio Visión. Recuperación ambiental del Territorio Fluvial; espacio vital del visón europeo (*Mustela lutreola*)”, sobre la base del “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”, que el CEDEX había desarrollado en los años 2009 y 2010, también a petición de la administración hidráulica y ambiental navarra (figura 4). En este Estudio se simuló un elevado número de alternativas de actuación, basadas en los siguientes principios:

- La recuperación de la conectividad ecológica (longitudinal, transversal y vertical) del sistema fluvial mediante la reconexión de los cauces con sus brazos laterales, meandros abandonados y llanuras de inundación.
- La recuperación de los hábitats fluviales de interés para hábitats y especies prioritarias (con especial atención al visón europeo).
- La protección del territorio frente a los fenómenos hidrológicos extremos, con especial atención a los núcleos de población, y áreas estratégicas por la presencia de infraestructuras líneas y edificaciones.
- La mejora de los procesos hidromorfológicos y ecológicos en el conjunto del sistema fluvial.

La simulación se fundamentó en la modelización hidráulica bidimensional asociada a cada bloque de actuaciones (para lo cual se contó con el apoyo de la empresa INCLAM S.A.), y en el análisis de sus repercusiones ambientales, considerando la flora y fauna de interés presentes en los tramos de estudio. Paralelamente, se estudiaron los

costes asociados y las posibilidades de implementación de cada uno de esos conjuntos de actuaciones.

La Unión Europea, representada por la Comisión Europea, concedió una ayuda al citado proyecto, que cuenta con una duración de 60 meses (octubre de 2010 – septiembre de 2015), siendo su coste final estimado de 6.323.807 €, y fijándose la ayuda financiera de la Unión Europea en algo más del 60% del coste total subvencionable. En el marco de este proyecto LIFE+, el CEDEX fue encargado de la evaluación externa de las acciones desarrolladas, a través de un Convenio de Colaboración firmado por ambos Organismos el 26 de agosto de 2011.

El proyecto comprende las siguientes acciones preparatorias (bloque A) y de gestión del hábitat (bloque C), que han sido desarrolladas a través de un elevado número de proyectos constructivos (figuras 5 a 8). Los trabajos de evaluación externa realizados por el CEDEX han estado especialmente centrados en las acciones incluidas en el bloque C:

A. Acciones preparatorias, elaboración de planes de gestión y/o planes de acción

ACCIÓN A.1: Redacción de proyectos constructivos

ACCIÓN A.2: Producción de planta autóctona a utilizar en el proyecto

ACCIÓN A.3: Diagnóstico sobre la presencia de especies alóctonas e invasoras en el ámbito del proyecto para su posterior eliminación

C: Gestión del Hábitat Fluvial

ACCIÓN C.1: Retranqueo o eliminación de motas y aumento del Territorio Fluvial

ACCIÓN C.2: Reconexión hidráulica y mejora ecológica de meandros abandonados

ACCIÓN C.3: Recuperación de hábitats específicos de visón europeo (*Mustela lutreola*)

Tabla 2. Medidas naturales de retención de agua desarrolladas en los proyectos llevados a cabo por el CEDEX en el sistema fluvial Arga-Aragón

	Medidas hidromorfológicas		Medidas forestales
N1	Charcas y lagunas	F1	Franjas vegetales ribereñas
N2	Restauración y gestión de humedales		
N3	Restauración y gestión de llanuras de inundación		
N4	Re-meandro		
N5	Renaturalización de lecho de cauce	F5	Cambios de uso de suelo
N7	Reconexión de meandros abandonados y elementos similares		
N8	Renaturalización de los materiales del cauce		
N10	Estabilización natural de riberas	F10	Mantenimiento de madera muerta
N11	Eliminación de defensas de márgenes		
N13	Restauración de la infiltración natural		

ACCIÓN C.4: Restauración de otros hábitats fluviales de interés para la conservación

ACCIÓN C.5: Actuaciones de eliminación de especies alóctonas e invasoras

Las acciones diseñadas y ejecutadas a lo largo de todos los proyectos mencionados corresponden a un amplio número de medidas naturales de retención de agua. La tabla 2 recoge las NWRM que han sido implementadas en el sistema Arga-Aragón, de acuerdo con las enunciadas en la tabla 1. Como se puede observar, se trata de una decena de medidas de la categoría hidromorfológica, y de al menos tres medidas de carácter forestal.

Algunos aspectos que han favorecido la adaptación de NWRM en la zona de estudio han sido los siguientes:

- Baja densidad poblacional (en promedio, alrededor de 60 hab./km²).
- Centros urbanos en general pequeños y de carácter compacto, a pesar de lo cual existen numerosas edificaciones agropecuarias aisladas en las llanuras de inundación.
- Propiedad comunal de una parte importante de las parcelas más próximas a los cauces, lo cual ha facilitado la toma de decisiones y la interlocución a través de los Ayuntamientos de la zona.
- Apoyo político y financiero continuado del Gobierno de Navarra durante varias legislaturas a la generación de nuevas estrategias de gestión.
- Existencia de entidades e instituciones (GAN, Fundación Crana, ONGs locales) que han apoyado el desarrollo de las actuaciones, a través de un proceso estable y prolongado de divulgación de las nuevas estrategias de gestión, generación de escenarios de confianza con los vecinos y las Corporaciones locales, y desarrollo de procesos de participación pública activa.
- Elevada cooperación interinstitucional, que incluye al Gobierno regional, los Ayuntamientos, la Confederación Hidrográfica del Ebro y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Desarrollo de las obras con empresas locales, coordinadas por personal muy especializado de la sociedad pública GAN y del Gobierno de Navarra.

Por el contrario, los principales obstáculos para la implementación de las NWRM en la zona de estudio fueron los que se enumeran a continuación:

- Dificultades para la conciliación de los numerosos intereses públicos y privados existentes en las áreas de actuación.
- Complejidad burocrática interadministrativa, dado que la dimensión horizontal e integrada de los proyectos exige autorización por parte de Servicios autonómicos hidráulicos, forestales, agrícolas, de conservación de la biodiversidad, de evaluación ambiental, de caza y pesca, de infraestructuras, de energía y de patrimonio, además de requerir el apoyo de los Plenos de los Ayuntamientos, y las autorizaciones pertinentes del Organismo de cuenca.
- Dificultades derivadas del establecimiento de cambios en los mecanismos de gestión, por cuanto la inercia de un mismo modelo de manejo desarrollado durante décadas generaba reticencias y temores entre la población afectada; a pesar de que ese modelo se hubiera mostrado ineficiente desde el punto de vista de la defensa frente a crecidas, la conservación del medio y la evaluación coste-beneficio y coste-eficacia.
- Incertidumbres técnico-científicas durante la optimización del diseño y la ejecución de las actuaciones, al tratarse de iniciativas no planteadas con anterioridad.
- Interacción de los proyectos con los cambios políticos que se han ido produciendo paulatinamente en los Ayuntamientos y en las otras instituciones públicas involucradas.

A pesar de estos posibles obstáculos, a lo largo de los últimos cinco años se ha podido poner en marcha la práctica totalidad de los proyectos inicialmente contemplados en el proyecto LIFE+, constatándose la consecución de los objetivos planteados en ellos a través de diferentes indicadores biológicos e hidromorfológicos (CEDEX, 2014).

Hasta el momento, y de acuerdo con la evaluación externa que el CEDEX ha venido realizando y con los propios datos recogidos por la administración navarra, se ha evidenciado el correcto funcionamiento de las medidas

desarrolladas y su capacidad para dar solución a los retos planteados en las etapas iniciales de este largo proceso de restauración del sistema Arga-Aragón.

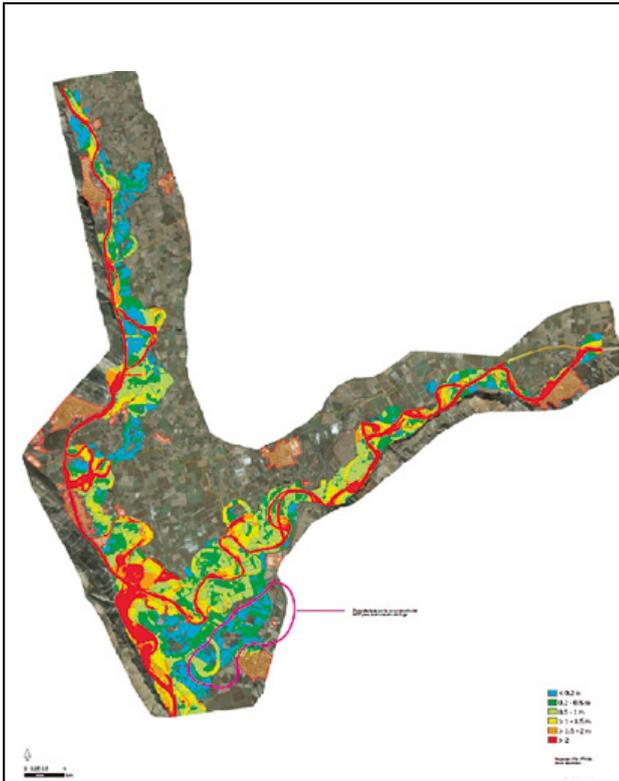


Figura 4. Modelización de los cambios en el calado derivados del desarrollo de las medidas contempladas en el “Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón” (CEDEX, 2010) para un periodo de retorno de 10 años. Buena parte de las medidas contempladas favorecen que la llanura de inundación incremente su capacidad de retención de agua, a cambio de una mayor protección de zonas urbanas consolidadas y de determinados puntos sensibles (por la presencia de infraestructuras estratégicas o de edificaciones aisladas de complicada reubicación).



Figura 5. Eliminación de diques (motas) longitudinales y escolleras para la reconexión de los cauces con sus llanuras de inundación y la mejora de los procesos hidrológicos y ecológicos (río Aragón, Navarra).



Figura 6. Excavación de la llanura de inundación y vertido de los sedimentos en el cauce del río Aragón, con el objeto de reducir el encajonamiento e incisión del cauce, y contribuir a la mejora de la funcionalidad hidrológica y ecológica del sistema fluvial.



Figura 7. Creación de balsas – humedales que funcionan como zonas de retención de agua y refugio de interés para el visón europeo y para diferentes especies acuáticas y ribereñas. La pre-modelación topográfica e hidráulica (de la que se desprende la geometría de la balsa) asegura la funcionalidad de la actuación.



Figura 8. Reperfilado de taludes en los antiguos brazos de meandro (rápidamente colonizados por carrizales y espadañales) y creación de refugios para el visón europeo a partir de los tocones de las choperas de producción eliminadas en el entorno.

5. CONCLUSIONES

1. Las medidas naturales de retención de agua (NWRM) son en la actualidad una herramienta del máximo interés, en el ámbito europeo, para favorecer la recuperación de los procesos hidrológicos, la conservación ambiental y los servicios ecosistémicos. Responden al concepto de infraestructura verde, y son de carácter multifuncional, respondiendo positivamente a los requerimientos normativos europeos y españoles, a las demandas técnico-científicas actuales y a las necesidades de la sociedad. Tanto la Unidad de Agua (C1) como la Unidad de Agricultura, Bosques y Suelo (B1) de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea les conceden un papel no menor en sus políticas sectoriales y en enfoques de intervención más integrales.
2. El CETA-CEDEX, en colaboración con administraciones públicas e instituciones como IMDEA Agua, ha desarrollado en los últimos años un amplio número de actuaciones vinculadas a proyectos europeos, que le han permitido conocer en detalle y hacer uso de las NWRM para contribuir a la resolución de los desafíos planteados en la gestión de sistemas fluviales alterados. Asimismo, ha podido contribuir a la divulgación de las NWRM en diversos foros europeos y en publicaciones especializadas, incluyendo en el Grupo de Trabajo sobre Programas de Medidas de la Estrategia de Ejecución Conjunta de la Directiva Marco del Agua.
3. La restauración del sistema Arga-Aragón, en Navarra, en la que el CETA-CEDEX interviene desde el año 2008 y que continúa en la actualidad, es un claro ejemplo de la funcionalidad de las NWRM y de su capacidad para resolver problemas complejos desde el punto de vista hidráulico, hidrológico y ambiental.
4. Para proceder a la restauración del sistema Arga-Aragón fue preciso realizar diagnósticos de detalle de los procesos dominantes en el medio fluvial, consensuar adecuadamente la imagen de referencia y la imagen objetivo de la zona de proyecto, apoyarse en la participación pública activa, y diseñar las medidas de restauración de acuerdo con las características hidromorfológicas, ecológicas y sociales del área de estudio.
5. La continuidad en el desarrollo de proyectos europeos ligados a las NWRM permitirá al CEDEX profundizar en los mecanismos de diseño de estas medidas. Para ello, será necesario además realizar un seguimiento adaptativo de las zonas de proyecto así como una adecuada evaluación de los beneficios que para la sociedad tienen estas medidas, de cara a retroalimentar futuros mecanismos de diseño y ejecución de medidas naturales de retención de agua. Igualmente, será del máximo interés dar continuidad, como estrategia a medio y largo plazo, a las sinergias establecidas con entidades europeas y españolas en esta materia. Estos esfuerzos integrados permitirán mantener y reforzar las líneas de trabajo

sobre restauración ambiental de sistemas fluviales degradados, y servir de plataforma para la adopción de NWRM por parte de las administraciones hidráulicas y ambientales españolas.

6. BIBLIOGRAFÍA

CEDEX. (2010). *Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la confluencia del Arga-Aragón: Plan de restauración ecológica*. Informe inédito para la Sociedad Pública Gestión Ambiental de Navarra.

CEDEX. (2014). *Informe de situación del proyecto LIFE+ Territorio Visión (LIFE09 NAT/ES/000531)*. Informe inédito para la Sociedad Pública Gestión Ambiental de Navarra. 18 pp.

EC (European Commission). (2009). *Libro Blanco - Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2009) 147 final.

EC (European Commission). (2011). *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2011) 244 final.

EC (European Commission). (2012a). *Informe sobre la revisión de la política europea de lucha contra la escasez de agua y la sequía*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2012) 672 final.

EC (European Commission). (2012b). *Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa - The Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2012) 673 final.

EC (European Commission). (2013a). *Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM (2013) 216 final.

EC (European Commission). (2013b). *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM (2013) 249 final.

EC (European Commission). (2014). *EU policy document on Natural Water Retention Measures*. By the Drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM). Technical Report 2014 - 082.

ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River). (2014). *Putting nature to work*. Danube Watch n°2.

NWRM project.(2014). *Synthesis document n° 0. Introducing Natural Water Retention Measures: What are NWRM?* European Commission.

Strosser, P., Delacámara, G., Hanus, A., Williams, H. y Jarritt, N. (2015). *A guide to support the selection, design and implementation of Natural Water Retention Measures in Europe - Capturing the multiple benefits of nature-based solutions*. Final version, April 2015.