



Efectos ambientales de presas y embalses

Apellidos, nombre	Romero Gil, Inmaculada (inrogi@dihma.upv.es)
Departamento	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (DIHMA)
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar los efectos ambientales más comunes que suelen producirse por la construcción y el funcionamiento de una **presa**. Tras recordar las principales **acciones** en la fase de construcción y en la de funcionamiento, veremos cuáles son los **efectos** más comunes para este tipo de obra.

2 Objetivos

A partir del estudio de este documento, serás capaz de:

- Revisar los principales efectos sobre el medio físico
- Generalizar los efectos sobre la fauna y el medio social

3 Introducción

En un Estudio de Impacto Ambiental, el apartado de Efectos Ambientales es el de mayor importancia, pues es realmente el núcleo del documento [1].

De hecho, debemos identificar, cuantificar y valorar los efectos significativos que preveamos que las actividades proyectadas van a generar sobre los aspectos ambientales para cada alternativa examinada. Evidentemente, la identificación de los impactos ambientales se basará en el estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las características de los factores ambientales del ecosistema.

De manera resumida podríamos decir que debemos estudiar las **afecciones** que cada una de las acciones del proyecto descritas en el apartado de “Descripción del Proyecto” podrían generar sobre cada uno de los componentes ambientales que se han descrito previamente en el apartado de “Inventario Ambiental”. Evidentemente esto debe realizarse **para cada fase del proyecto y para cada alternativa del proyecto**.

4 Desarrollo



Supón que quieres construir una presa. ¿Qué efectos ambientales vas a generar?

¿Serías capaz de enumerarlos? Posiblemente sí. Si tienes claro las acciones de la obra y cómo es el ecosistema, sí que serías capaz ¿verdad?

¿Recuerdas cuáles eran las principales acciones en fase de construcción?

¿Y en fase de funcionamiento?

Cuando hablamos de presas podemos estar refiriéndonos a pequeños azudes o a grandes presas. Puedes pensar que es difícil generalizar los efectos que una presa generará sobre un ecosistema fluvial, pues existen distintos tipos de presas, diferentes maneras de funcionamiento y distintos ecosistemas, que darán lugar a que cada presa genere efectos particulares. Sin embargo, un cierto nivel de generalización sí que es posible.

Los principales efectos de cualquier presa dependen fundamentalmente de la capacidad de almacenamiento, del volumen de caudal y del funcionamiento de la presa. Así, una presa



construida para generar energía hidroeléctrica provocará cambios muy bruscos de caudal en tiempos relativamente cortos, una presa de laminación de avenidas dará lugar a una cierta homogeneidad en el régimen de caudal y una presa para desvíos de agua modificará no solamente el régimen de caudal sino también la cantidad de agua vertida. Así que para poder prever los efectos ambientales, en primer lugar debemos tener definidas las acciones de la obra, en cada una de las fases.

4.1 Acciones en fase de construcción y en fase de funcionamiento

La fase de construcción engloba las operaciones previas a la acumulación de agua, así como las necesarias para la construcción de la presa, y éstas varían según las características particulares de cada proyecto y según el tipo de presa a construir. Así el listado de acciones en fase de construcción podría ser:

- Derivación de aguas
- Caminos y pistas de acceso y montaje
- Deforestación del vaso
- Obras de construcción propiamente dichas, incluidos los movimientos de maquinaria
- Transporte de materiales a pie de obra desde otras zonas más o menos alejadas
- Vertido de tierras y materiales originados durante la construcción
- Edificios temporales de obra
- Reposición de viales y servicios
- Expropiación y relocalización de bienes inmuebles y áreas de utilidad pública
- Necesidad de mano de obra

Durante la fase de funcionamiento se pueden distinguir las siguientes acciones, en función del objetivo de la actividad:

- Existencia de la presa y embalsamiento del agua
- Existencia de instalaciones necesarias (canal de descarga, canal lateral, edificios de explotación, etc.)
- Oscilaciones de nivel de agua embalsada
- Regulación del caudal aguas abajo de la presa
- Necesidad de mano de obra
- Posibilidad de creación de nuevas áreas de regadío
- Posibilidad de trasvase de caudales hacia áreas deficitarias
- Otras

Además de todas estas acciones derivadas directamente de la instalación de la infraestructura, es frecuente que se desarrollen otras actividades inducidas que no fueron previstas al realizarse el proyecto como: líneas de transporte eléctrico, aparición de canales y conducciones de agua, regadío de terrenos, actividades recreativas, urbanizaciones, repoblaciones forestales.

Bajo ciertas circunstancias, la presa podría ser abandonada, por lo que podríamos tener una fase de abandono, con acciones como presencia de elementos y estructuras abandonadas, establecimiento de un nuevo cauce fluvial en el embalse vacío, reestablecimiento del régimen natural, ...



Dependiendo de las acciones que realmente se produzcan en cada caso concreto, podremos encontrarnos efectos ambientales diferentes. De hecho, los efectos particulares que produzcan los diversos contaminantes generados por la obra (polvo, emisiones gaseosas, aceites, grasas, ruido, ...) dependerán del contaminante concreto que se emita o vierta y de la cantidad que se emita. Los efectos ambientales de contaminantes concretos pueden verse en detalle en [3].

4.2 Efectos ambientales sobre el medio físico

Las presas pueden afectar de manera importante al medio físico, generando posteriormente alteraciones en el medio biótico [2]. Veamos los más comunes e importantes.

4.2.1 Cambios en los caudales de agua

En general, el control del caudal resultante del desarrollo y funcionamiento de las presas de almacenamiento cambia la variabilidad del caudal aguas abajo de la presa. En la mayor parte de los casos la magnitud y el momento de los picos de caudal son reducidos por las presas. El efecto de un embalse en los caudales de avenida individuales depende tanto de la relación de la capacidad de almacenamiento con respecto al volumen de caudal como de la manera en que funciona la presa. Los embalses que tienen una gran capacidad de almacenamiento con respecto a la escurrentía anual pueden ejercer un control casi completo del hidrograma anual del río aguas abajo. Sin embargo, incluso en los embalses con una reducida capacidad de retención puede conseguirse un elevado grado de regulación del caudal a través de una combinación de previsión de avenidas y régimen de gestión.

Diversos procedimientos de operación pueden dar lugar a fluctuaciones del caudal que no se ajustan a las pautas de cambios naturales. Los casos más frecuentes son las demandas hidroeléctricas y las de riego, pero también se ha utilizado los desembalses con propósitos de navegación y para que se puedan llevar a cabo actividades recreativas (kayak, rafting, ...). Para muchos de estos propósitos se pueden producir subidas bruscas de caudal regularmente.

Además de alterar los regímenes de caudal de los ríos, las presas también afectan al volumen total. Estos cambios pueden ser temporales o permanentes. Los cambios temporales derivan fundamentalmente del llenado del embalse, que puede llevar varios años en aquellos sitios en los que la capacidad de almacenamiento de la presa supere mucho el caudal anual medio. Los cambios permanentes se deben a que el agua es desviada para consumo humano y no retorna al río (por ejemplo, para riego o para trasvases entre cuencas) y a que el agua se pierde en el embalse por la evaporación.

4.2.2 Cambios en los acuíferos

Lógicamente aguas arriba de la presa habrá una entrada de agua al acuífero, que implicará un aumento de los recursos hídricos disponibles. Sin embargo, aguas abajo de la presa, los cambios de caudal pueden tener efectos significativos en los recursos de aguas subterráneas. Una reducción de la inundación puede reducir considerablemente la recarga de los acuíferos situados aguas abajo.

4.2.3 Cambios en la calidad de agua

El agua que entra al embalse es diferente al agua que sale de la presa. En el interior del embalse se producen cambios en la temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, ... que a su

vez alterarán a las poblaciones de vegetación y fauna del propio embalse. Los embalses actúan como reguladores de la temperatura alterando la estacionalidad y atenuando las fluctuaciones térmicas características de los ríos no alterados. Se almacena calor y en algunos casos puede llegar a estratificarse [4].

El caso más extremo de esta alteración se produce en embalses situados en zonas templadas, donde la columna de agua puede llegar a estratificarse en primavera y verano. Si esto ocurre, en la columna de agua se podrá encontrar dos capas bien diferenciadas.

- En la capa superior de la columna de agua, más caliente, las poblaciones de fitoplancton crecerán, consumiendo nutrientes y liberando oxígeno disuelto por la reacción de fotosíntesis.
- En cambio, en la capa inferior, más fría, las concentraciones de nutrientes suelen ser más elevadas por la degradación de la materia orgánica y por no ser consumidos por las algas, y en casos extremos el oxígeno disuelto puede llegar a agotarse provocando casos de anoxia.

Por tanto, cuando la presa desagüe, la calidad del agua que salga será diferente a la que entró en el embalse:

- Si la presa desagua por superficie, el agua que llegue al ecosistema fluvial receptor tendrá alta temperatura, bajos niveles de nutrientes, altos niveles de oxígeno y gran cantidad de algas.
- En cambio, si la suelta de aguas se realiza por fondo, el agua estará más fría de lo habitual, con mayores niveles de nutrientes, bajas concentraciones de oxígeno disuelto y sin poblaciones de fitoplancton.



Las alteraciones sobre la calidad del agua son una de las afecciones más importantes y que deben tenerse muy bien definidas para poder valorar las afecciones posteriores e indirectas sobre el medio biótico.

¿Serías capaz de prever qué calidad de agua saldrá de un embalse situado en una zona templada en la época de verano?

Intenta realizar un perfil vertical de la columna de agua del embalse, donde indiques la temperatura, el oxígeno disuelto, los nutrientes y los sólidos suspendidos, para la época de verano y para la de invierno. Compara la calidad del agua que saldría si desaguamos por fondo o por superficie y piensa en las razones fisicoquímicas y biológicas que producen estos perfiles verticales.

4.2.4 Sedimentos

Los embalses actúan como “trampa de sedimentos”. Más del 90% del aporte de sedimentos (y todos los materiales más gruesos) quedan atrapados tras la presa. En un embalse se produce siempre una acumulación de sedimentos provenientes del cauce fluvial, que da lugar a una disminución de la capacidad de almacenamiento y de la vida útil de la presa.

Así, las aguas que salen del embalse suelen llevar pocos sólidos en suspensión generando en algunos casos incluso efectos en las zonas litorales y desembocaduras de los ríos por la ausencia de sólidos. Además, las aguas claras que salen de los embalses son capaces de coger las partículas de sedimento disponibles en el lecho y las orillas del cauce, reponiendo los sedimentos que han quedado atrapados en el embalse, generando en algunas ocasiones zonas de erosión.



Unos 1.100 km³ de sedimento se han acumulado en los embalses del mundo, eliminando casi el 20% de la capacidad global de almacenamiento. Por ejemplo, la presa del Gran Cañón en el río Colorado, atrapa 66 millones de toneladas de sedimento al año, lo que equivale al 95% del aporte de sedimentos.

La presa hidroeléctrica de Kulekhani en Nepal, que se estimó que tendría una vida útil de 85 años cuando se encargó en 1981, había perdido casi la mitad de sus 12 millones de metros cúbicos de capacidad de almacenamiento en 1993. La presa de Cerrón Grande en El Salvador se vio que tenía una vida útil de 30 años en lugar de los 350 que originalmente se esperaba. El embalse de Mellegue en Túnez ha perdido el 92% de su capacidad de almacenamiento desde su llenado en 1954. El de Mohamed V en Marruecos ha perdido el 52% de su capacidad desde su llenado en 1967.

4.3 Efectos ambientales sobre el medio biótico

Las poblaciones de vegetación y fauna y el medio socioeconómico y humano sufrirán diversas alteraciones en función de los efectos en el medio físico. A continuación, se resumen las afecciones más importantes y comunes sobre el medio biótico.

4.3.1 Fitoplancton

Las poblaciones de algas suelen aumentar por la existencia de una presa, llegando en casos extremos a la eutrofia del embalse. Aguas abajo de la presa suele también producirse un aumento de estas poblaciones fitoplanctónicas debido sobre todo a la regulación del caudal, a las temperaturas más calientes de lo habitual y a la disminución de la turbidez debido a la retención de sólidos en el embalse.



Teniendo presente qué requieren las poblaciones de fitoplancton (temperatura, luz, nutrientes, transparencia, ...), **¿serías capaz de prever qué cantidad de fitoplancton saldrá de un embalse situado en una zona templada en la época de verano que desagua por superficie? ¿y si desagua por fondo?**

Intenta añadir en el perfil vertical, que has hecho previamente, la cantidad de fitoplancton que consideras que habrá en la columna de agua del embalse, en la época de verano y en la de invierno. Compara la calidad del agua que saldría si desaguamos por fondo o por superficie.

4.3.2 Macrófitos acuáticos y vegetación de ribera

Generalmente en los embalses se produce un aumento de estas poblaciones por la simple existencia de una nueva lámina de agua. Sin embargo, las fluctuaciones en el nivel de las aguas por los desembalses que pueden producirse pueden provocar una disminución de la vegetación en los márgenes del embalse. En algunas ocasiones las poblaciones de macrófitos acuáticos pueden aumentar tanto en la lámina de agua del embalse que llegan a cubrir totalmente éste (por ejemplo, el jacinto de agua). La introducción de estas malas hierbas flotantes y sumergidas que son especialmente virulentas cuando se introducen en nuevos hábitats (las denominadas “especies foráneas invasoras”) plantean una amenaza

importante para la eficiencia de las presas y los sistemas de riego, pueden formar matas espesas que cubren la superficie del embalse completamente, eliminan el fitoplancton (por falta de luz) al aumentar la entrada de materia orgánica (cuando mueren y sedimentan) y ayudan al agotamiento del oxígeno, que a su vez impacta en los peces.

Igual que ocurre con las poblaciones de algas, aguas abajo de la presa puede también producirse un crecimiento de la vegetación debido sobre todo a la regulación del caudal, a las temperaturas más calientes de lo habitual y a la disminución de la turbidez debido a la retención de sólidos en el embalse, si la presa funciona de manera que estabiliza los caudales. Sin embargo, si la presa da lugar a aumentos y disminuciones muy bruscos de caudal (por ejemplo, una presa hidroeléctrica), estas poblaciones suelen disminuir respecto a lo que sería de esperar en el cauce natural, siendo en algunos casos reemplazadas por poblaciones de vegetación típicamente terrestres.

4.3.3 Macroinvertebrados

Estas poblaciones aumentan generalmente en los márgenes de los embalses debido al crecimiento de los macrófitos y la vegetación de ribera. En zonas tropicales, por ejemplo, se ha observado un aumento de poblaciones de mosquitos y caracoles que se consideran vectores de enfermedades, dando lugar a un aumento de enfermedades como la malaria y la esquistosomiasis.

Aguas abajo de la presa es difícil dar una pauta general, debido a la multitud de factores que les afectan. Por ejemplo, si la presa genera caudales más estables, se suele observar un aumento de la biomasa y una disminución de la diversidad. Si la presa genera variaciones bruscas en los caudales lo que suele ocurrir es que pocas poblaciones son capaces de adaptarse, dando lugar a una disminución tanto de la biomasa como de la diversidad.



¿por qué crees que existen estas diferencias respecto a la biomasa y a la diversidad en cada uno de los dos casos?

¿tienes claro lo que es “biomasa” y lo que es “diversidad” y la diferencia entre ambos conceptos?

Pero no solo el régimen de caudal afecta a estas poblaciones, sino también otros factores como la calidad fisicoquímica de las aguas. Por ejemplo, si la presa desagua por superficie, existirá mayor cantidad de alimento (fitoplancton) que dará lugar a un crecimiento de los invertebrados, pero si desagua por fondo la no salida de algas dará lugar a una disminución de estas poblaciones. La existencia o no de vegetación también afectará a estas poblaciones de fauna, pues estas les sirven de hábitat, refugio e incluso de alimentación de algunas especies de invertebrados.

4.3.4 Peces

La existencia de una presa da lugar a que en el embalse puedan llegar a proliferar poblaciones de peces de aguas lénticas, siempre y cuando estas poblaciones puedan llegar al embalse desde otras zonas del cauce.

Aguas abajo de la presa las poblaciones piscícolas sufrirán una serie de cambios en función de lo que haya sucedido en los escalones inferiores de la pirámide trófica. Les afectarán los cambios ocurridos en la morfología del cauce y en la vegetación, por verse modificado el hábitat, sus zonas de refugio, sus zonas de puestas de huevos, etc. Los cambios producidos en los invertebrados les afectarán también por ser el alimento de muchas especies. También la calidad del agua alterará a estas poblaciones, sobre todo por la temperatura, dando lugar a que en algunas ocasiones haya aumentado las poblaciones de peces de aguas frías (truchas, por ejemplo) debido a los desembalses por fondo.

El principal y más llamativo efecto que sufren las poblaciones de peces es el denominado “efecto barrera” [5]. La simple existencia de una obra como una presa, da lugar a que se corte la continuidad en el cauce, afectando al movimiento de las poblaciones de peces. Este efecto es especialmente importante y significativo en el caso de las poblaciones de peces migradores, que necesitan por ejemplo subir a tramos más altos del cauce a desovar.



En New South Wales (NSW), la contaminación por agua fría impacta un tramo fluvial de 300 km por debajo de cada presa con temperaturas del agua 5 grados o más por debajo de lo normal. La cantidad total de tramos fluviales afectados en NSW representa 2650 km.

La presa de Hume en el río Murray (Australia) altera el régimen térmico del río y sus efectos son discernibles aún 200 km aguas abajo.

Las aguas frías liberadas desde las grandes presas del Colorado se pueden detectar aún 400 km aguas abajo, y ha dado lugar a un declive de la abundancia de peces nativos. Las truchas introducidas han reemplazado unas veinte especies de peces nativos por el cambio de aguas cálidas a frías.

Juveniles de perca plateada que crecen en las aguas frías que salen de la presa de Burrendong (Australia) aumentaron sólo un 16% en peso en un mes, en comparación con un aumento del 116% en aguas que tenían los niveles de temperatura naturales.

4.3.5 Aves acuáticas y mamíferos

Estas poblaciones de fauna se han visto en general favorecidas por la construcción de embalses, por lo menos en nuestros territorios. La creación de nuevas zonas húmedas (los embalses) ha provocado que el número de aves acuáticas haya aumentado en la península ibérica. En algunos casos incluso se han definido algunos embalses como zonas Ramsar y zonas ZEPA (por ejemplo, embalse de Orellana). Algo similar ocurre con los mamíferos, los cuales tienen acceso constante al agua durante todo el año favoreciendo la aguada.

4.3.6 Socioeconomía

En este punto deberíamos incluir todos los efectos relacionados con los individuos, comunidades y formas de organización social. Es un gran conjunto de efectos que se producen no solamente durante la fase de funcionamiento de la presa, sino que ya comienzan en la fase de planificación de la obra. Los efectos sociales más llamativos son la pérdida de patrimonio cultural y arqueológico y el desplazamiento y reasentamiento de la población, al desaparecer algunos núcleos urbanos al quedar inundados por la creación de los embalses o por la pérdida de recursos productivos que puedan quedar anegados o sean expropiados. Además, nunca hay que olvidar el cambio en el uso del suelo que suele producirse tras la puesta en funcionamiento de una presa.

En zonas tropicales uno de los efectos más llamativos es la expansión de enfermedades como la malaria y la esquistosomiasis al aumentar el hábitat propicio para algunos invertebrados (caracoles y mosquitos) que son vectores o huéspedes intermediarios de los parásitos que transmiten la enfermedad.

5 Cierre

Con este objeto de aprendizaje hemos determinado los efectos ambientales más comunes que suelen producirse en la fase de construcción y de funcionamiento de una presa.



En primer lugar, hemos definido las acciones de la fase de construcción y de funcionamiento más comunes. Las presas son estructuras diseñadas para almacenar o desviar agua. Alteran el flujo aguas abajo, cambian el régimen de nutrientes, el flujo de sedimentos, la temperatura y la calidad de aguas. La creación de un embalse inunda los ecosistemas terrestres, mata las plantas y desplaza la fauna. Pero también se crean nuevos hábitats y con el tiempo llegan a formar parte del nuevo entorno.

No hay que olvidar que una presa no solamente altera el ecosistema acuático situado aguas abajo de ésta, sino que también genera nuevos hábitats, el embalse. Así, los efectos de las presas deben estudiarse en dos zonas diferentes, aguas arriba y aguas abajo de la obra, siendo que además los cambios producidos aguas arriba (en el embalse) afectarán directamente al ecosistema acuático situada bajo la presa.

6 Bibliografía

- [1] Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. BOE núm. 296, de 11 de diciembre de 2013. Referencia: BOE-A-2013-12913.
- [2] Romero, I., 2014. Introducción a la evaluación de impacto ambiental. Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-227-8.
- [3] Romero I., 2019. Efectos ambientales en la fase de construcción. Artículo docente. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/118400>
- [4] Romero, I., 2019. Estratificación en lagos y embalses. Artículo docente. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/116294>
- [5] Romero, I., 2021. Diseño de escalas para peces. Artículo docente. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/164612>