

Gestión de los impactos aguas abajo de la operación de presas

Management of downstream impacts of dams

Francisco José Hijós Bitrián. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Vocal del Comité Nacional Español de Grandes Presas. fhijos@acuamed.com

Resumen: La evaluación y gestión de los efectos producidos por la explotación de los embalses es un aspecto que adquiere una creciente importancia no solo desde el punto de vista medioambiental sino también del de la seguridad, al que el XXII Congreso de Barcelona, ICOLD ha decidido en consecuencia tratar ampliamente.

En este artículo se describirá el desarrollo de la Q.85 del citado Congreso, recordando cuáles fueron las comunicaciones realizadas, las consideraciones del relator general así como una breve referencia de las principales conclusiones de las presentaciones y debates originados sobre ellas.

Palabras Clave: Caudales ecológicos, Sueltas, Sedimentos, Impactos, Aguas abajo, Planes de emergencia

Abstract: Evaluation and management of effects lead out by the operation or reservoirs is a key factor which reveals an increasing importance not only from the environmental point of view but also from the security one. The XXII th ICOLD Congress held in Barcelona decided consequently dealing with this issue widely. In this article, the developping of the Question 85 will be exposed, reminding the papers presented, the General Report, and short references about the main conclusions of presentations and discussions related, as well.

Keywords: Environmental flow, Releases, Sediments, Downstream impacts, Emergency Plans

1. Introducción

No deja de ser una grata novedad la inclusión dentro de la temática tratada por ICOLD, de los efectos causados aguas abajo por la operación de los embalses. La creciente conciencia social sobre los efectos de todo tipo que accionamientos rutinarios o extraordinarios de los órganos de desagüe de las presas los hace más evidentes y sujetos a opinión y crítica en cuanto supongan la alteración de una situación de hipotética normalidad. Adicionalmente la liberación mixta de sedimentos y agua y las implicaciones sobre la seguridad de los emplazamientos aguas abajo hace del todo punto conveniente que por primera vez ICOLD trate de forma monográfica las implicaciones que sobre los ecosistemas, la sociedad y la gestión cotidiana.

Puede observarse por tanto como este tema participa del carácter social y medioambiental que

desde el Congreso de Madrid de 1973 ha tratado ICOLD a lo largo de 7 cuestiones en los distintos Congresos desarrollados desde entonces, además del carácter técnico que le compete las diversas implicaciones sobre la seguridad y gestión de riesgos implícito en el mismo.

El objetivo por tanto de este artículo será referir brevemente la cuestión Q.85 del XXII Congreso Internacional de ICOLD de Barcelona.

2. Informes presentados a la Q.85

El temario de esta cuestión estaba formado por los 4 apartados siguientes:

- 1- Aspectos generales y socioeconómicos
- 2- Aspectos biofísicos
- 3- Aspectos geofísicos

4- Procedimientos de Seguridad y Sistemas de alarma

El número total de informes presentados ascendió a treinta y dos (32), si bien el mayor número (11) trató sobre los aspectos biológicos de los impactos en los ecosistemas situados aguas abajo de las presas, otras once (11) sobre los aspectos geofísicos de dichos impactos, seis (6) sobre los procedimientos de seguridad y emergencia aguas abajo y finalmente cuatro (4) versaron sobre los aspectos socioeconómicos de los impactos generados.

La distribución de los informes según los países de origen se muestran en la tabla 1.

Estos informes están publicados en el volumen II de las "Transactions" del Vigésimo Segundo Congreso de ICOLD.

TABLA 1. Distribución de los informes según los países

Japón	6
España	4
Francia	2
India	2
Irán	2
Marruecos	2
Brasil	1
Chile	1
China	1
Egipto	1
Nigeria	1
Polonia	1
Portugal	1
Rumania	1
Serbia y Montenegro	1
Sudáfrica	1
Eslovenia	1
Suiza	1
USA	1
Venezuela	1

3. Informes españoles presentados a la Q.85

España con 3 contribuciones fue el segundo país con mayor número de informes presentadas a la Q.85.

En el informe R.9, M. ARENILLAS, G. COBOS Y JUSTO MORA titulado "El programa ERHIN y la gestión de los embalses en zonas de alta innivación" describen los sistemas de control de los volúmenes de nieve en las principales cadenas montañosas españolas cuyo desarrollo se inició hace 20 años mediante el programa ERHIN y el modelo hidrológico ASTER que ha permitido simular en el espacio y en el tiempo el ritmo de fusión nival y predecir la cadencia de entrada de las aguas del deslizado en los principales embalses de los Pirineos, Cantábrico, Macizo Central y Sierra Nevada.

Las mediciones in situ de los espesores de nieve, la utilización del satélite Terra/Aqua y la calibración de los modelos en los últimos años ha demostrado su utilidad en la optimización de la gestión de los recursos en dichas zonas.

El informe R.10, A. PALAU, I. CIA, A MESEGUER Y E. ROSICO titulado "La Estrategia de Endesa para el control del mejillón cebra en el embalse de Ribarroja" se refiere al plan piloto desarrollado por la compañía eléctrica para determinar la distribución y ecología de aquella especie invasora e iniciar una línea de investigación efectiva y ecológica para erradicar o al menos paliar su propagación. Mediante la instalación

de una plataforma flotante, sustrato para la colonización del mejillón y un laboratorio en el embalse de, Ribarroja, desde finales del año 2002 y durante una primera fase de 18 meses se estudio una zona de 2,5 kilómetros aguas abajo que reveló densidades máximas en dicho tramo en 2003, de entre 5.000 y 10.000 ejemplares por metro cuadrado. Tras provocar en 2004 una disminución del nivel del embalse y una serie de crecidas controladas para reducir la producción y facilitar la dispersión de larvas, dichas poblaciones se redujeron temporalmente en una tercera parte.

Sin embargo, la preferencia de la especie por las bajas velocidades de agua, niveles de oxígeno medios o bajos disueltos en el agua y el tamaño medio del sustrato en los cauces nace difícilmente controlable el desarrollo de sus poblaciones.

En el informe R.11 de David López, J. A. Rodríguez y C. Mateos titulado "Surgencia de agua en un conducto de aireación de la Presa de la Viñuela" se refiere un incidente en el conducto de evacuación de aire del desagüe de fondo de la presa de Viñuela. En dicho conducto entre las válvulas Bureau y una válvula de chorro, se produjo un comportamiento anómalo en el proceso de equilibrado de presiones de la segunda válvula Bureau, provocando la salida de un gran chorro de agua en el conducto de ventilación.

Tras describir los modelos matemáticos y físicos realizados para anegar el fenómeno se concluyó la necesidad de evitar que el cubrimiento por el agua de los conductos de aleación atrape el aire y su compresión posterior sea liberada en forma de una violenta expansión.

El informe R.12 de J. C. DE CEA AZAÑEDO, J. YAGÜE CÓRDOVA Y J. DEL CAMPO BENITO en el artículo "Implantación de los Planes de Emergencia" describe los diferentes pasos dados desde 1996 por la Administración y el estado actual en España de la cuestión.

Tras la aprobación del Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y embalses se estableció juntamente con la Directriz de Protección Civil para el riesgo de inundaciones, la obligatoriedad de clasificar las presas en función del riesgo potencial en caso de rotura o funcionamiento incorrecto en tres categorías.

De las 701 grandes presas clasificadas frente al riesgo, un 50,5% lo fueron en las categorías A y B que

precisan el desarrollo de sus correspondientes planes de emergencia. El desarrollo de dicho planes es un proceso complejo para el que la guía técnica de elaboración de Planes de Emergencia, editada por el Ministerio de Medio Ambiente ha sido de gran ayuda. Tras la aprobación hasta el momento de 74 de dichos planes, con el informe favorable previo de la Comisión Nacional de Protección Civil, es obligada la implantación de dichos planes en el plazo de dos años.

Fueron expuestos detalladamente los aspectos principales de la implantación, la instalación de una sala de emergencia, sistemas primario y secundario de comunicaciones desde la presa y los sistemas de alarma a la población situada en la zona inundable por la primera media hora de propagación de la onda de rotura. Por último se recalcó una importante cuestión relativa a la comunicación de todas las medidas anteriores a la población afectada que precisa de un importante esfuerzo didáctico en el que el concurso de disciplinas como la psicología o sociología son tan determinantes como la propia cuestión ingenieril.

4. Informe del Relator General

El informe del Relator General estaba estructurado en los siguientes puntos:

- 1-Introducción
- 2-Trabajos anteriores de ICOLD y actualidad del tema
- 3-Seguridad aguas abajo
- 4-Lechos fluviales aguas abajo
- 5-Llanuras de inundación aguas abajo y desembocadotes
- 6-Conclusiones
- 7-Temas de discusión

4.1. Seguridad aguas abajo

Son evidentes los riesgos derivados de la explotación de un embalse para las personas y bienes, no solamente en situación de avenidas sino también con el súbito aumento de los niveles aguas abajo causado por la operación de las centrales hidroeléctricas o accionamiento de compuertas.

Recientes accidentes en Francia (1995), en Níger (1999) y en el Valle de Narmada en la India, éste últi-



Los Manglares son un ejemplo de ecosistema sensible a las fluctuaciones del nivel de agua en ríos tropicales con embalses aguas arriba.

mo con 65 muertos, provocado por el accionamiento de un aliviadero ha intensificado la preocupación de los organismos responsables de las mismas.

Se debe efectuar una identificación de las principales zonas de riesgo aguas abajo que en algunos casos se completa mediante ensayos controlados de sueltas a efectos de verificar en las zonas más frecuentadas por el público su impacto en términos de velocidad del agua y de la variación de niveles. Ya en tiempo real la generación de ondas previas de alerta puede ayudar a preparar la operación principal.

En casos extremos se ha limitado el acceso a las zonas más peligrosas y se ha efectuado una campaña informativa en dichos emplazamientos con carteles con fotos explicativas de la situación anterior y posterior a la suelta. Por otro lado en muchos países se han dotado de sistemas de alerta que permiten avisar a las poblaciones de la inminencia de un peligro especialmente en situación de riesgo extraordinario. En diversos países desarrollados, de forma reciente, se instalan sirenas en las zonas vulnerables pero prácticamente no funcionan nunca y se echa en falta sistemas sonoros o luminosos concebidos para situaciones corrientes.

En cualquier caso queda como un aspecto controvertido la comunicación al público de estas medidas y la importancia del factor humano como elemento principal que explica este tipo de accidentes y que acon-



Presa Glen Canyon en el río Colorado, donde se han efectuado descargas para ayudar al mantenimiento de las barras de arena del río (Foto US Geological Survey).

seja un gran vigor en la formación de los equipos responsables de la explotación de los embalses.

Con todo, esta conciencia creciente no es patrimonio exclusivo de los países desarrollados, existiendo ejemplos de elaboración de mapas de riesgo, dispositivos de alerta y planes de evacuación en países como India, Níger y Senegal según citan diversos autores.

4.2. Lechos fluviales aguas abajo

Los embalses presentan adicionalmente una serie de impactos sobre el cauce principal debido a la alteración en las condiciones de la fracción sólida que acompaña al volumen de agua en las crecidas. En general la disminución de dicha fracción y la retención de los materiales finos que decantan en el embalse suponen una modificación del régimen hidráulico y de las características del agua cada vez más evidente. Ello ha supuesto una creciente concienciación que en algunos casos incipientes, como Japón, se ha

plasmado en una legislación que prevé la gestión de los cauces con la consideración para la conservación del medio natural la explotación de los recursos hídricos. Ello ha motivado una serie de medidas que para de restauración de los ecosistemas con paralelismos en otros países del mundo.

- Calidad de las Aguas

Un primer aspecto destacable es la posibilidad de permitir el transporte sólido, mediante sueltas controladas, cuando ello es posible, con el objeto de mantener el aporte sólido a los tramos de río arrastrados aguas abajo.

Las experiencias existentes demuestran que sólo son eficaces en el caso en que la hidrología del río permita la suelta de grandes volúmenes de agua, una técnica muy utilizada por ejemplo en el Nilo, mediante en la apertura de las compuertas de los desagües de fondo al principio y final de la época de crecida.

En algunos embalses del oeste de Estados Unidos gestionados por el Bureau of Reclamation, se han realizado entre 1996 y 2004 diversas sueltas de grandes caudales, con puntas que alcanzaron hasta 1.200 m³/sg durante 3 días, con el objeto de reconstituir aguas debajo de la Presa de Glen Canyon y permitir así mantener uno de los valores paisajísticos esenciales del Gran Cañón del Colorado. En otros casos el aporte sólido consolida espacios de freza para la fauna piscícola o contribuye a limpiar la vegetación que invade el cauce reconstituyendo de esta manera hábitats para ciertas aves migratorias.

En Japón la importancia otorgada a esta práctica motiva que las operaciones de sueltas controladas se realicen de forma regular y conforme a un plan de acción previamente aprobado por un comité representativo de todos los sectores interesados. En particular los posibles efectos negativos sobre los peces aguas abajo motivan el control de los niveles de oxígeno y de sólidos en suspensión.

Otra posibilidad consiste en dragar los sedimentos de los embalses y restituirlos aguas abajo de los embalses. Esta opción, hasta el momento analizada mediante diversos estudios es difícilmente generalizable debido a la especificidad de la calidad de los sedimentos, su origen y a las dudas sobre su eficacia económica.

- Química y Biología de las aguas

La suelta controlada desde embalses eutróficos puede afectar a la calidad de las aguas. Diversos autores indican medidas, no siempre plenamente efectivas para reducir los nutrientes en la cuenca vertiente al embalse. El dragado de sedimentos, la oxigenación hipolímica durante los meses de mayor actividad biológica ha sido desarrollada con éxito en países como Japón.

Otro aspecto ligado al contenido de nutrientes puede ser la proliferación de macrófitos acuáticos que puede ser paliada por procedimientos mecánicos, químicos o biológicos. Entre estos últimos destaca un ejemplo la utilización de carpas chinas en embalses marroquíes que han causado la práctica desaparición de la vegetación acuática.

Excepcionalmente especies invasoras, como en España el mejillón cebra, contribuyen a una clarificación observada ya en las aguas del río Ebro, debido a su intensa capacidad filtrante.



Descarga desde la presa Glen Canyon (Foto US Geological Survey).

- Temperatura del agua.

La suelta de agua del fondo del embalse puede ser mucho más fría que las habituales en el medio físico aguas abajo. Por ello esta práctica es aconsejable que sea acompañada de la definición de tomas de agua estratificadas, de forma que la gestión de las sueltas tenga en cuenta la evolución de la termoclina adaptando la temperatura más próxima a la de los caudales fluyentes en cada momento.

4.3. Caudales Ecológicos

La elección de los caudales mínimos aguas abajo de un embalse requiere un compromiso entre la satisfacción de los diferentes demandas y contemplando las necesidades de los ecosistemas acuáticos, y la protección de la flora y fauna, especialmente la piscícola.

Hay numerosas publicaciones sobre este tema de los que ICOLD no es una excepción, así el boletín nº 116 estableció una síntesis sobre los métodos de determinar dicho valor y posteriormente el Banco Mundial en 2003 publicó un informe sobre dicho extremo.

En muchos países la incorporación de este concepto a las normas de explotación y legislación sectorial es ya una realidad. En general la determinación



Aspecto del río Colorado durante una crecida artificial (Foto US Geological Survey).

del caudal ecológico se basa en la aplicación de dos metodologías principales: aquellos que únicamente consideran el régimen hidráulico del río y las que contemplan un análisis sobre la fauna piscícola.

Un método más sofisticado y complejo sería el holístico que pretende satisfacer las necesidades hídricas en el conjunto de los ecosistemas y no sólo el de los peces o invertebrados.

- Métodos hidrológicos e hidráulicos

Estos métodos fijan un caudal mínimo como un cierto porcentaje del caudal natural del río bien por un valor medio anual o por el valor medio en un periodo seco determinado. En algunos casos determinadas autoridades establecen recomendaciones específicas en diferentes zonas en función de las especies predominantes de peces y las diferentes fases de sus ciclos vitales.

Por su parte, los métodos hidráulicos, analizan en un número determinado de perfiles transversales la evolución de la sección mojada en función del caudal. Se determinan los caudales para los que los diferentes parámetros de la sección mojada sufren cambios sustanciales. Ello origina para cada sección estudiada unos determinados caudales mínimos.

Estos métodos tienen el inconveniente de prescindir de los factores biológicos que favorezcan la fauna piscícola.

- Métodos que analizan los impactos piscícolas.

Estos métodos permiten tener en cuenta el régimen específico del río, y tienen como parámetros fundamentales la profundidad del agua, granulometría del sustrato y velocidad del agua.



El Canal de Piracema en la presa de Itaipú (Brasil) para permitir el paso de peces tiene diez kilómetros de longitud.

Bien mediante empirismo o modelizaciones matemáticas que simulan los hábitats, se han establecido métodos como el "Instream Flor Incremental Methodology" (IFM) ampliamente utilizado en Estados Unidos y otros países.

- Métodos holísticos

Estos métodos pretenden satisfacer el conjunto de necesidades de agua y no sólo las de peces o invertebrados, y por consiguiente restaurar en la medida de lo posible las funciones del ecosistema preexistente.

Esta restauración parcial es posible en la medida que los órganos de evacuación de las presas sean previsoramente concebidos y adecuados.

Como métodos mas utilizados se puede citar las experiencias australiana, sudafricana, "Building

Block Methodology" y la "Downstream Response to intended flow transformations Methodology" DRIFT.

4.4. Descargas Hidroeléctricas

Una especial atención merecen las descargas de las centrales hidroeléctricas asociadas a ciertos embalses, que en especial en régimen de turbinacion en puntas pueden ser especialmente dañinas para el medio y las actividades socioeconómicas aguas abajo, pesca, navegación y ocio especialmente.

Una medida muy conveniente aunque no siempre factible pasaría por la construcción de contraembalses capaces de absorber dichas fluctuaciones y en su defecto deberían establecerse mecanismos de compensación por las pérdidas sufridas por las poblaciones afectadas.

La presa de Mequinenza en el río Ebro, bastión del mejillón cebra y protagonista de descargas controladas para el control de la vegetación acuática aguas abajo.



El papel de los sedimentos en las desembocaduras de muchos ríos es crucial, Estuario del río Betsiboka (Madagascar). Foto NASA.





Diversos trabajos de investigación y monografías de tipo antropológico desarrolladas en el río Dordoña en Francia y en el Rin en Suiza ilustran estas afecciones en los países desarrollados.

Igualmente publicaciones de la misma índole referidas al río Mono en la frontera entre Togo y Benin, han permitido mostrar como las poblaciones ribereñas, con actividades económicas ligadas al sector primario son mucho más vulnerables a dichos efectos, destacando a título anecdótico las afecciones de estas fluctuaciones sobre poblaciones animales como los hipopótamos situadas aguas abajo, muy molestos por las mismas y que han provocado un aumento notable de su agresividad.

4.5. Circulación de peces

El efecto barrera y los embalses sobre las poblaciones piscícolas, especialmente las especies migratorias

El río Ebro como otros muchos ríos españoles en su tramo bajo presentan frecuente oscilaciones de nivel y caudal.

ha sido objeto de una abundante literatura técnica. Uno de los últimos capítulos de interés sobre este asunto, es el canal de peces de la presa de Itaipú, de más de 10 Km de longitud y un desnivel total de 120 metros, y en servicio desde el año 2002 que aparte de su complejidad técnica ha supuesto un importante éxito, pues más del 80% de las especies migratorias existentes en la cuenca hidrográfica lo utilizan en la actualidad.

5. Llanuras de inundación aguas abajo y desembocaduras

Las llanuras de inundación deltas y estuarios son lugares de una notable productividad y diversidad biológica a la vez que soportan una intensa actividad socioeconómica. La complejidad de conciliar el medio y los intereses de los colectivos humanos mediante la construcción de embalses aguas arriba estriba en la



dificultad de identificar correctamente y con carácter previo sus efectos. Por un lado es evidente la utilidad de ciertas inundaciones periódicas sobre la fertilidad, intercambio de nutrientes y aporte de sedimentos en las zonas deltaicas de las que el Nilo, o el golfo de Bengala son clásicos ejemplos de la interrupción o alteración de las mismas con efectos derivados no siempre bien conocidos sobre los niveles freáticos, la alteración de las zonas húmedas asociadas al cauce en las zonas tropicales con su incidencia en los pastos y explotaciones forestales, etc, siendo el caso extremo de esta alteración los manglares en ciertos ríos africanos.

La desaparición de estas crecidas periódicas, moderadas y beneficiosas o su alteración por el régimen de explotación de los embalses, propicia en muchos

El delta del Ebro en su desembocadura actual a la izquierda; la gola norte en el centro, tras la gran avenida de 1937, dejó de ser operativa. Varias zonas del mismo se hallan en regresión en la actualidad.

casos la nueva implantación de comunidades humanas en zonas de riesgo que tradicionalmente no habían sido ocupadas.

5.1. Inundaciones, ecosistemas y agricultura de inundación

La necesidad de mantener eventuales crecidas artificiales que permitan conciliar los aspectos anteriormente referidos, ha propiciado que algunos autores hayan establecido una serie de condiciones necesarias para asegurar su éxito. Previamente deben existir ecosistemas o usos aguas abajo que dependan de dichas crecidas para lo que el embalse ha de ser susceptible de almacenar agua suficiente para tal fin con la calidad adecuada. Adicionalmente los órganos de evacuación de la presa han de ser apropiados y capaces para poder liberar sedimentos conjuntamente con el agua para minimizar los efectos erosivos.

Por otro lado es esencial la participación de las poblaciones involucradas en estas sueltas, con un adecuado sistema de comunicación y aviso previo de las mismas y evidentemente el interés económico de estas crecidas ha de superar o al menos igualar a los otros usos posibles del agua embalsada, energía, regadío o suministro de agua potable.

La realización de modelos hidráulicos, matemáticos y sedimentológicos, como los referidos en la presa de Alqueva en Portugal o en Pongalopoort en Sudáfrica constituyen sendos ejemplos de medidas preventoras que contribuyen al mantenimiento de ciertas técnicas tradicionales de producción que a su vez influyen en el propio concepto del aprovechamiento de la presa.

Diversas experiencias en África como Etiopía y el río Senegal en los que crecidas periódicas permiten el mantenimiento de decenas de miles de hectáreas de cultivos y pastos de crecidas constituyen igualmente casos que refuerzan este concepto.

5.2. Inundaciones y urbanización

La amortiguación de las crecidas ordinarias por los embalses propicia a las poblaciones aguas abajo una falsa sensación de seguridad que facilita nuevos y cada vez más audaces procesos urbanizadores en la proximidad de los ríos. Sin embargo y dado el volumen de almacenamiento a menudo limitado de



Sistemas de alerta en la presa de Rialb en el río Segre.

aquéllos pueden ocasionar una mayor vulnerabilidad frente a las avenidas extraordinarias a esos nuevos asentamientos con efectos catastróficos.

Esta problemática aconseja una gestión que recuerde toda la gama de riadas, permitiendo la propagación de pequeñas crecidas que supongan un efecto didáctico sobre la percepción social aguas abajo.

Distintas referencias sobre casos en Irán, Egipto y Marruecos citadas en el Congreso pusieron de relevancia la prudencia de estas medidas.

5.3. Aspectos sedimentológicos

La influencia de la retención de los sedimentos en los embalses y su papel en el mantenimiento de la línea costera alumbra una novedosa e interesante línea de trabajo donde los efectos de los embalses del río Volta en las costas de Ghana, Togo y Benin o el plan director de protección en el delta del Nilo para el mantenimiento de 350 Km de costa, son precedentes de una línea sólo muy recientemente considerada en un contexto más amplio de posibles elevaciones de nivel de las aguas motivadas por transgresiones

marinas con independencia o no del polémico cambio climático.

6. Conclusiones

Los impactos aguas abajo de una presa no pueden ser considerados como una simple resultante de decisiones previas que han de ser cuestionados a posteriori por medio de medidas paliativas o compensatorias. Hoy en día está comúnmente aceptado que la gestión de los recursos hídricos se ha de abordar desde la base de un análisis global e integrado, incorporando los distintos aspectos ambientales.

Para ello es preciso familiarizarse con la realidad del valle, incorporar al mayor número posible de interlocutores e incorporar opiniones expertas en las distintas disciplinas que lógicamente supone un consumo de tiempo y energías importante.

En ocasiones la rapidez exigida al desarrollo de los proyectos puede hacer caer en la tentación de prescindir de todos estos aspectos de los estudios medioambientales y de obviar de las fases sucesivas en las que han de desarrollarse. Generalmente la coartada de las medidas paliativas o correctoras se revela inoperante.

Los ingenieros tenemos una legitimidad en las propuestas de tomas de decisiones relativas a la gestión de los ríos, y la formación recibida nos orienta a la búsqueda de soluciones más que a la especulación analítica.

Sin embargo la ingeniería ha de incorporar una visión integrada de la gestión de las cuencas y aparte de integrar a especialistas de distintas disciplinas de las ciencias ambientales y sociales, han de consagrar tiempo y esfuerzo a trabajar y entender el medio y los afectados.

De esta forma y mediante aproximaciones sucesivas los parámetros ambientales se integrarán de forma natural en los proyectos a desarrollar.

La ausencia de estos principios pondrá posiblemente en peligro en un futuro no lejano aquella legitimidad. ♦