

# PROBLEMÁTICA DE LA SEDIMENTACIÓN EN EMBALSES DURANTE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS. CASO: EMBALSE VALDESIA (REP. DOMINICANA)

Oscar Jiménez Ramírez (\*) y Hector Daniel Farias (\*\*)

(\*) Instituto Costarricense de Electricidad, San José, Costa Rica, email: [ojimenezr@ice.go.cr](mailto:ojimenezr@ice.go.cr)

(\*\*) Instituto de Recursos Hídricos, Univ. Nacional Santiago del Estero (IRHi-FCEyT-UNSE), email: [hfarías@bigfoot.com](mailto:hfarías@bigfoot.com)

## Introducción

La presa de Valdesia permite el almacenamiento y desvío de las aguas del río Nizao para su aprovechamiento por medio de: una central hidroeléctrica (54 MW); un acueducto que surte aproximadamente un 40% de las necesidades del acueducto metropolitano de Santo Domingo (6.25 m<sup>3</sup>/s); y un sistema de riego a partir del desfogue de las aguas turbinadas en el contraembalse de Las Barías.

Una batimetría realizada luego de la ocurrencia de huracanes David y Federico en 1979 mostró que se habían depositado unos 33 Mm<sup>3</sup> desde la puesta en marcha del proyecto en el año 1976, lo que representa cerca de un 18% del volumen original de poco más de 185 Mm<sup>3</sup>. Entre otros daños, estos eventos colmataron las dos descargas de fondo de 1.3 m de diámetro cada una.

En los años siguientes la Corporación Dominicana de Energía (CDE), propietaria de la obra, se abocó a buscar una solución al problema, para lo cual en el año 1984 se firmó un contrato con la empresa italiana Geolidro para el suministro de una draga especialmente diseñada para la situación de Valdesia, que funciona mediante un sistema de sifonamiento que se basa en aprovechar la columna de agua presente en el embalse para producir la descarga de los sedimentos. Está draga finalmente comenzó a operar en 1988, y funcionó de forma sostenida por unos cuatro años, logrando limpiar de sedimentos una zona de unos 200 a 300 m desde la cortina. Desde entonces, el alto nivel del embalse así como algunos daños menores y falta de algunos repuestos ha impedido que esta máquina continúe su trabajo.

En el año 1992 iniciaron operación las centrales de Jigüey y Aguacate, ubicadas aguas arriba de Valdesia. Particularmente la primera, cuenta con un embalse a la fecha de su inauguración, de 167 Mm<sup>3</sup>, aportados por una cuenca tributaria que representa el 60% de la cuenca hasta Valdesia. Presumiblemente, como se discute en este estudio, estas nuevas obras han reducido el ingreso de sedimentos al embalse de Valdesia a un 30% del valor original.

Los sedimentos, cuyo volumen actual es del orden de los 50 Mm<sup>3</sup>, ocupan un alto porcentaje de la capacidad muerta del embalse de Valdesia y una proporción importante de la capacidad útil. Una de las tomas del acueducto, se encuentra a tan sólo 9 m de ser alcanzada por el nivel de sedimentos.

Por lo tanto, en este momento, la condición del sistema es delicada, pues de mantenerse la tendencia, sobre todo en caso de un nuevo huracán o evento hidro-meteorológico extremo, es posible que el embalse se colmate en una fracción significativa de su capacidad útil de sedimentos o por lo menos obstruya las tomas del acueducto y de la central hidroeléctrica.

El caso de Valdesia es de interés para los estudiosos del tema de la sedimentación de embalses, pues evidencia el gravísimo problema de la sedimentación en países

expuestos a eventos hidrológicos extremos, tal como los huracanes en la República Dominicana.

## Objetivos

El objetivo general del presente estudio es el de establecer la situación actual del problema de la acumulación de sedimentos en el embalse formado por la presa de Valdesia, analizar las causas y consecuencias del proceso, y visualizar las posibles opciones para su solución.

## Producción de Sedimentos

Prácticamente la única información de mediciones sedimentológicas con que se cuenta es la correspondiente a una serie de relevamientos batimétricos realizados en el embalse de Valdesia, en los años 1979, 1981, 1991 y en el año 2000. Sobre esta última batimetría sólo se cuenta con información parcial. Estas valiosas mediciones han permitido determinar que existe una alta tasa de sedimentación en la cuenca del Nizao y en general en muchas otras de las cuencas de Rep. Dominicana en las que existen embalses, con una tasa de pérdida de volumen anual promedio del 1.5%. Esta tasa implica una disminución del 25% del volumen inicial al cabo de 20 años.

Los embalses de Jigüey y Aguacate fueron construidos en el año 1992 y tienen áreas de aporte de 541 km<sup>2</sup> y 751 km<sup>2</sup>, respectivamente. Aguas abajo del embalse de Aguacate se ubica el embalse de Valdesia con un área tributaria de 868 km<sup>2</sup>.

Los tres levantamientos batimétricos del embalse Valdesia han revelado el gran problema de producción de sedimentos que tiene esta cuenca. La dinámica de la deposición de estos volúmenes de sedimentos, en el vaso del embalse, se ilustra en la Fig. 1.

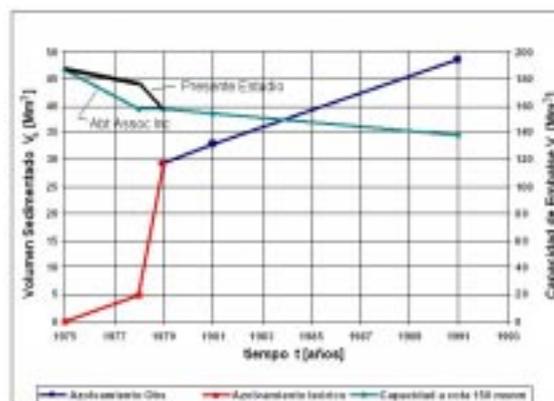


Figura 1.- Evolución de la sedimentación en el embalse

Aceptando esta posible dinámica del azolvamiento del embalse Valdesia, se concluye que durante 15 años de operación (de los dieciséis transcurridos desde el inicio de su operación hasta 1991) se produjo un volumen de sedimentos del orden del 49% del total acumulado, lo cual representa una tasa de 1.59 Mm<sup>3</sup>/año; mientras que solo en el año 1979 se produjo un volumen de 24.6 Mm<sup>3</sup> (51% del total) y del orden de quince veces el promedio anual) debido a las tormentas generadas por el paso de los huracanes David y Federico. El efecto de este azolvamiento se refleja

en una reducción de más del 25 % de la capacidad de almacenamiento de este embalse.

La tasa de acumulación de 1.59 Mm<sup>3</sup>/año, que no considera el efecto de los huracanes David y Federico, equivale a una producción específica de 1600 ton/km<sup>2</sup>/año, lo cual es un valor usual en países tropicales en áreas hidrológicas sin anomalías significativas, en el sentido que el ritmo de acumulación va progresivamente disminuyendo a medida que el vaso se va colmatando y disminuye su eficiencia de retención de materiales sólidos.

Tanto los caudales líquidos como los caudales sólidos en el sistema hidrográfico del Nizao fueron estimados mediante el modelo SWAT (Arnold y Allen 1992, Abt Assoc. Inc. 2002). SWAT es un modelo desarrollado para cuantificar el impacto de las prácticas de manejo en cuencas complejas, desarrollado por el USDA. Este tipo de modelo tiene una base física, pues utiliza información específica sobre el clima, suelos, topografía, vegetación, uso de la tierra, y prácticas de manejo. La calibración de este modelo se hizo seleccionando un grupo de años que no estuviera afectado por el paso de huracanes y el criterio de calibración consistió en tratar de reproducir la producción promedio anual estimada a través de la información batimétrica levantada en el embalse de Valdesia. La Fig. 2 muestra los valores finalmente utilizados, los cuales consideran además la contribución extraordinaria de los huracanes David y Federico, que según la discusión anterior pueden haber generado unos 24 Mm<sup>3</sup>.

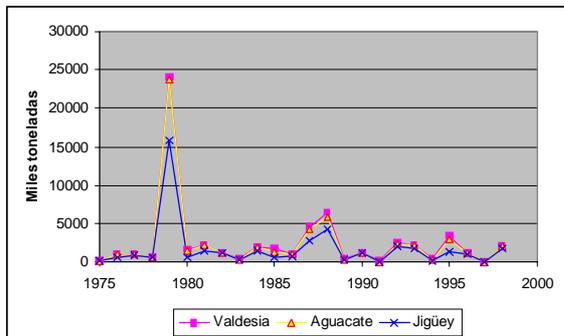


Figura 2.- Producción de sedimentos período 1975-1998 (fuente: Abt Assoc. Inc., 2002)

### Comportamiento del Embalse

Debido a la escasez de datos se decidió utilizar una serie de procedimientos empíricos para la estimación de la evolución de la sedimentación en los embalses del sistema: uno desarrollado por los suscritos basado en una ecuación de eficiencia de atrape de sedimentos del tipo Brune, y otro aplicando un modelo matemático basado en el método de reducción de áreas, desarrollado por el HR Wallingford Group del Reino Unido (RESSASS) .

La Fig. 3 muestra la estimación de la variación del volumen total del embalse de Valdesia. La simulación se inicia en el año 1975, y hasta 1992 se supone que todos los sedimentos llegan al vaso. Posteriormente se toman en cuenta los sedimentos atrapados en los dos embalses de aguas arriba.

El volumen total inicial de 186 Mm<sup>3</sup> se ha reducido a un 75% del volumen inicial en el año 2002, a un 67% en el año 2015 y a un 65% en el año 2025. De la estadística de la afectación por huracanes, esta estimación supone que

del presente al 2027 se presentarán dos eventos similares a los del año 79 (David). También en la Fig. 3 se muestran los resultados de las tres batimetrías realizadas hasta el momento (1979, 1981 y 1991), las cuales comparan bastante bien con los resultados del modelo.

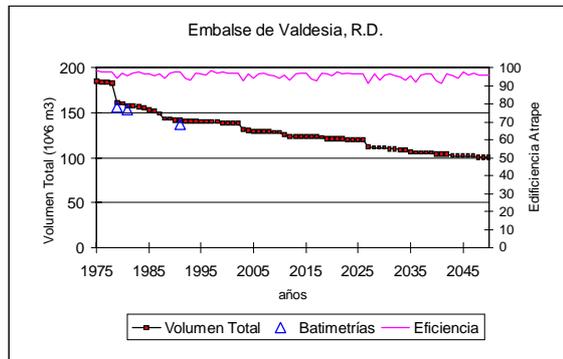


Figura 3.- Futura evolución del Embalse de Valdesia

Un resultado muy interesante es que la tasa de aporte de sedimentos al embalse se redujo a un 30% de la original con la entrada en operación del embalse de Jigüey. Según estos resultados, la tasa de acumulación se redujo de 2.4 Mm<sup>3</sup> anuales a 0.65 Mm<sup>3</sup>.

### Control de la Sedimentación

El análisis de las diversas opciones que existen para controlar los sedimentos en el embalse indican que a corto plazo la única opción viable para la remoción de un porcentaje significativo de los sedimentos que finalmente llegan al embalse es la del dragado. Para ello se propuso la ejecución de un proyecto que la rehabilitación y puesta en marcha de la draga Geolidro, con lo cual se procedería a la limpieza de los primeros 500 m, y posteriormente llegar hasta el primer kilómetro desde la cortina. La cantidad a remover sería del orden de los 2 Mm<sup>3</sup>. El plazo de ejecución sería de entre tres y cuatro años, según la productividad que se logre.

Asimismo, se recomienda el desatascamiento y limpieza de las descargas de fondo, utilizando diversos procedimientos tales como el uso de buzos, inyección con agua a presión, u otros.

A más largo plazo habrá que evaluar la conveniencia de la construcción de una nueva descarga de fondo utilizando el túnel de desvío, de tal forma que se puedan realizar vaciados de limpieza cada varios años.

### Conclusiones

El embalse de Valdesia ilustra una situación muy poco estudiada en la literatura técnica, cual es el efecto en la producción de sedimentos y en la sedimentación de embalses de eventos hidrológicos extremos tipo huracanes. Se muestra también como, por la falta de información detallada relativa a la producción de sedimentos, con los datos de batimetrías es posible calibrar modelos de producción de sedimentos, así como la aplicación de técnicas sencillas para la predicción del comportamiento de embalses en esas circunstancias.

Arnold J.G., et al. (2001). SWAT. Soil and Water Assessment Tool. USDA Agricultural Research Service. Soil and Water Research Laboratory. Temple, Texas. USA.  
Abt Associates Inc., (2002), Montaje y Aplicación del Modelo Hidrológico SWAT en la Cuenca del Río Nizao, PROMATREC, INDRHI.