

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA

XX CONGRESO CHILENO DE HIDRAULICA

MANEJO DE LA CENTRAL RALCO BAJO LEY N° 20.304 SOBRE OPERACIÓN DE EMBALSES FRENTE A ALERTAS Y EMERGENCIAS DE CRECIDAS

FABIÁN MONSALVE O.¹

RESUMEN

La ley N° 20.304 establece que los embalses de control, definidos así por la Dirección General de Aguas (DGA), deben regular las crecidas afluentes, de manera de evitar o mitigar los riesgos para la vida, la salud o bienes públicos y privados. Dentro de los embalses que opera Endesa Chile, sólo Ralco, en la cuenca del río Biobío, fue declarado embalse de control. En el presente trabajo se entrega una visión general de la manera en que se manejará el embalse Ralco bajo Ley de Embalses, esto es, cuando la ONEMI declare alerta de crecidas, de forma de no evacuar, dentro de lo posible, entre generación, caudal ecológico y vertimiento por las compuertas, un caudal superior a 1.800 m³/s, valor umbral definido por la DGA. Para conseguir este objetivo, se cuenta con un pronóstico de precipitaciones entregado por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), y un modelo hidrológico que permita estimar, en base a este pronóstico, los caudales afluentes al embalse para un plazo de, al menos, 5 días. En cada tiempo de actualización (también definido por la DGA) se evalúa si bajo operación normal se evacuaría a futuro un caudal superior a 1.800 m³/s. En caso afirmativo, se deben tomar medidas adicionales, de manera de, dentro de lo posible, no superar el valor antes mencionado. Se incluyen dentro de estas acciones la generación anticipada, mantener el nivel del embalse en cierto nivel mientras llega la crecida, e incluso si fuera necesario, realizar vertimientos por las compuertas antes del inicio de ésta. Esto último (conocido como prevertimiento) conlleva el riesgo de generar una crecida “artificial” en el cauce del río y la posibilidad de no llenar el embalse en caso de una sobreestimación del pronóstico. Para minimizar estos riesgos, se han acordado ciertas restricciones en conjunto con la DGA, como son un caudal máximo de prevertimiento y una ponderación certeza vs. antelación de los pronósticos de precipitaciones.

¹Ingeniero Especialista, Especialidad Hidráulica, Gerencia de Ingeniería Endesa - mail: fmo@endesa.cl

1. INTRODUCCIÓN

Las centrales hidroeléctricas de embalse están expuestas a variadas situaciones de riesgo en las cuales se deben tomar medidas, de manera de eliminar y/o mitigar sus posibles efectos negativos. Una de ellas corresponde a las crecidas, definidas como un aumento permanente y sostenido en el tiempo del caudal afluyente por sobre el caudal máximo de generación de la central, lo que origina irremediablemente una subida del nivel del embalse. Una de las posibles consecuencias es el tener que evacuar estos excedentes por las compuertas del vertedero.

Hasta ahora, el manejo de la crecida debía cumplir con los siguientes criterios:

- Evacuar un caudal menor o igual al que está entrando al embalse, de forma de mejorar, o en el peor de los casos mantener, las consecuencias que la crecida habría producido en forma natural hacia aguas abajo, sin la presencia del embalse.
- Las tasas de aumento de caudal evacuado deben ser limitadas, para así no producir variaciones bruscas en el nivel del cauce.
- No superar los niveles máximos permitidos para cada embalse, tanto por razones de seguridad de la presa, por comunidades ribereñas al lago y/o por razones ambientales.
- Terminar con el embalse lleno al final de la crecida.

Con la Ley de Embalses se modifica el primer punto, pues en los embalses de control ya no basta con evacuar un caudal menor al que llega, sino que debe limitarse a un valor fijo conocido como caudal umbral, independiente del tamaño de la crecida que se esté produciendo.

Endesa Chile es operador de 4 embalses de generación eléctrica: Rapel, Melado, Pangue y Ralco. Sólo este último fue declarado por la DGA como embalse de control. A continuación se presenta una breve descripción de la central Ralco y la metodología del manejo de crecidas, bajo alerta decretada por la ONEMI.

2. OPERACIÓN CENTRAL RALCO BAJO LEY DE EMBALSES

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CENTRAL

La central hidroeléctrica Ralco se ubica en la región del Biobío, en la zona centro sur de Chile, a unos 120 km. al sureste de la ciudad de Los Ángeles, en el curso cordillerano del río Biobío.

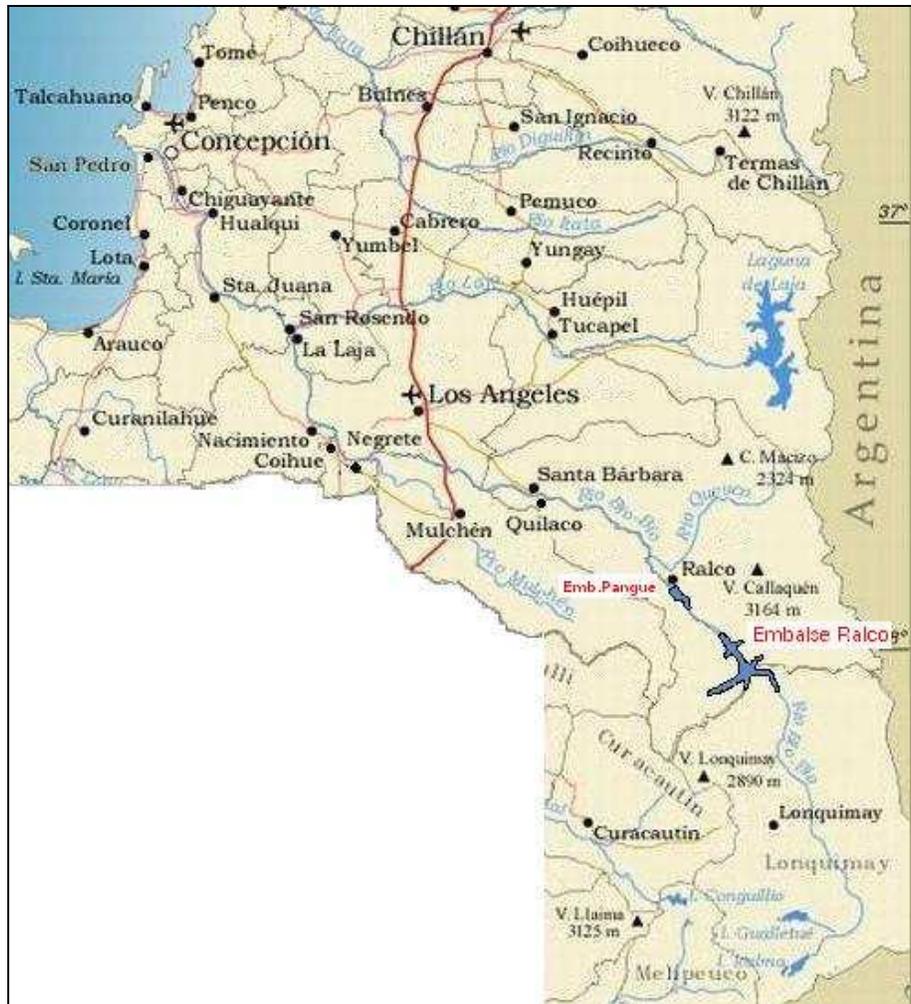


Figura 1 Ubicación del embalse Ralco en la región

Ralco es una central del tipo embalse, formado mediante la construcción de un muro de 155 m de altura. Tiene una potencia nominal de 690 MW, con un caudal máximo de generación de 450 m³/s. La aducción desde el embalse es por la ribera izquierda del cauce a través de una tubería subterránea de 9,2 m de diámetro que lleva el agua a la caverna de máquinas, que se encuentra aproximadamente a 8 km. aguas abajo del muro, y posteriormente es restituida íntegramente al cauce del río. Para asegurar un caudal mínimo en el tramo intermedio entre el muro y la descarga de la central, el embalse entrega en todo momento un caudal ecológico de 27,1 m³/s, el cual es turbinado por la central Palmucho (32 MW), ubicada a pie de la presa Ralco en la ribera derecha del río.

El nivel máximo normal de operación del embalse es la cota 725 m, con un volumen almacenado total de 1.174 millones de m³. El nivel mínimo de operación es la cota 692 m. Entre estos dos niveles existe un volumen útil generable de 764 millones de m³.

La obra de evacuación es un vertedero frontal de 3 compuertas de sector, ubicado en la parte superior de la presa. Fue diseñado para evacuar la crecida milenaria (6.700 m³/s), y verificado para la decamilenaria (8.880 m³/s). El umbral del vertedero está en la cota

707,2m, por lo que el volumen disponible de almacenamiento entre esta cota y la máxima es de 481 millones de m³.

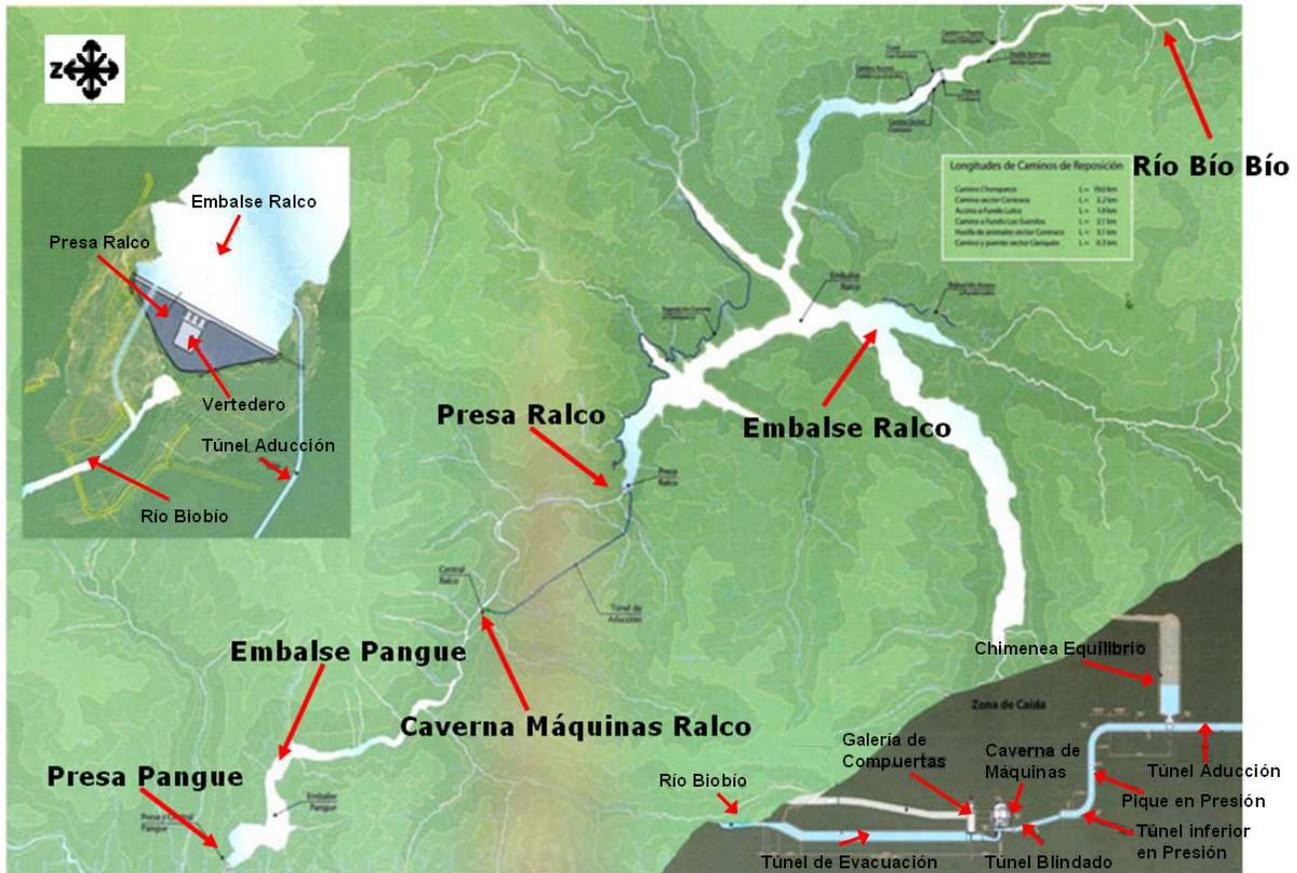


Figura 2 Esquema del sistema de embalses Ralco-Pangué

La cuenca aportante al embalse tiene una superficie de 5.130 km², siendo sólo un 21% del total de la cuenca del río Biobío hasta la desembocadura en Concepción.

2.2 CONCEPTOS Y DEFINICIONES

A continuación se presenta un resumen de los principales conceptos y definiciones utilizados en el Manual de Operación de Ralco (Endesa, 2011), para el manejo de crecidas, ya aprobado por la DGA, de acuerdo con la Ley 20.304.

- Caudal afluente (QAfl): flujo total de agua que entra al embalse. Para efectos de operación, es obtenido en intervalos horarios de tiempo.
- Caudal efluente o evacuado (QEvac): caudal total que sale del embalse. Considera evacuación por las compuertas, y generación de las centrales Ralco y Palmucho. Al igual que QAfl, se obtiene cada una hora.

- Inicio de la crecida: se definirá como el inicio de la crecida cuando los caudales afluentes al embalse superen al caudal máximo de generación de las centrales Ralco y Palmucho en conjunto.
- Método normal de manejo de crecidas: corresponde a la metodología de operación en crecidas que cumple con no evacuar más caudal que el que llega y deja el embalse lleno al final de la crecida. Este método se utilizará en caso de crecidas sin alerta de la ONEMI, y puede regularlas si el embalse cuenta con volumen disponible suficiente antes del inicio del evento.
- Simulación de operación: es el proceso mediante el cual, en base a las condiciones actuales del embalse (generación, nivel) y a un pronóstico de caudal afluente, se simula cual sería el hidrograma de caudal evacuado del embalse con el método normal de manejo de crecidas y, si fuera necesario, también con los procedimientos para cumplir con el reglamento de la Ley de Embalses (ver punto 2.4 para mayor detalle de estos procedimientos).
- Caudal umbral (Qumb): caudal efluente del embalse Ralco por sobre el cual el cauce ve superada su capacidad de porteo en las zonas de vulnerabilidad. Este caudal fue determinado por la DGA y corresponde a $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T_r \approx 3$ años). En la medida de lo posible, el caudal efluente del embalse Ralco no debe superar este valor.
- Caudal máximo de prevertimiento (QMaxPrev): es el caudal efluente máximo que podrá evacuar la central antes del inicio de la crecida. Endesa Chile propuso un valor de $750 \text{ m}^3/\text{s}$, y que fue aceptado por la DGA. Se estima que este valor no debería crear una crecida “artificial” de importancia cuando aún no ha comenzado la crecida que se produciría en régimen natural.
- Tiempo máximo de prevertimiento: antelación máxima con la que se podrá evacuar por las compuertas antes del inicio de la crecida. Endesa Chile ha propuesto 48 horas, valor aceptado por la DGA. Antes de dicho lapso, el embalse sólo podrá producir volumen de almacenamiento mediante aumentos del caudal de generación.
- Volumen efluente pronosticado por sobre el caudal umbral (VESU): corresponde al volumen efluente al embalse que, según una simulación de operación, habría que evacuar por sobre el caudal umbral, utilizando un manejo normal de crecidas. Ver figura 3 para apreciar la definición gráfica.
- Caudal efluente máximo pronosticado (CEMP): es el caudal efluente máximo que, según una simulación de operación, la central tendría que evacuar en un evento de crecida. Ver figura 3.
- Volumen efluente pronosticado de reserva bajo el caudal umbral (VERBU): es el volumen de agua que, de acuerdo a la simulación de operación, se encuentra por

debajo del caudal umbral y del afluente, pero por encima del caudal efluente pronosticado. Ver figura 3 para ver la definición gráfica.

- Tiempo faltante para el inicio de la crecida (T_{INI}): lapso de tiempo que faltaría para que se inicie la crecida.
- Actualización de pronósticos (ACT): corresponde al proceso mediante el cual se realiza una nueva estimación del caudal afluente al embalse en base a la última información disponible, ya sea un pronóstico actualizado de precipitaciones y/o información real registrada por las mediciones. Luego, se realiza una simulación de operación, de acuerdo a las condiciones presentes, y con ello se puede obtener una nueva recomendación de caudal a evacuar.

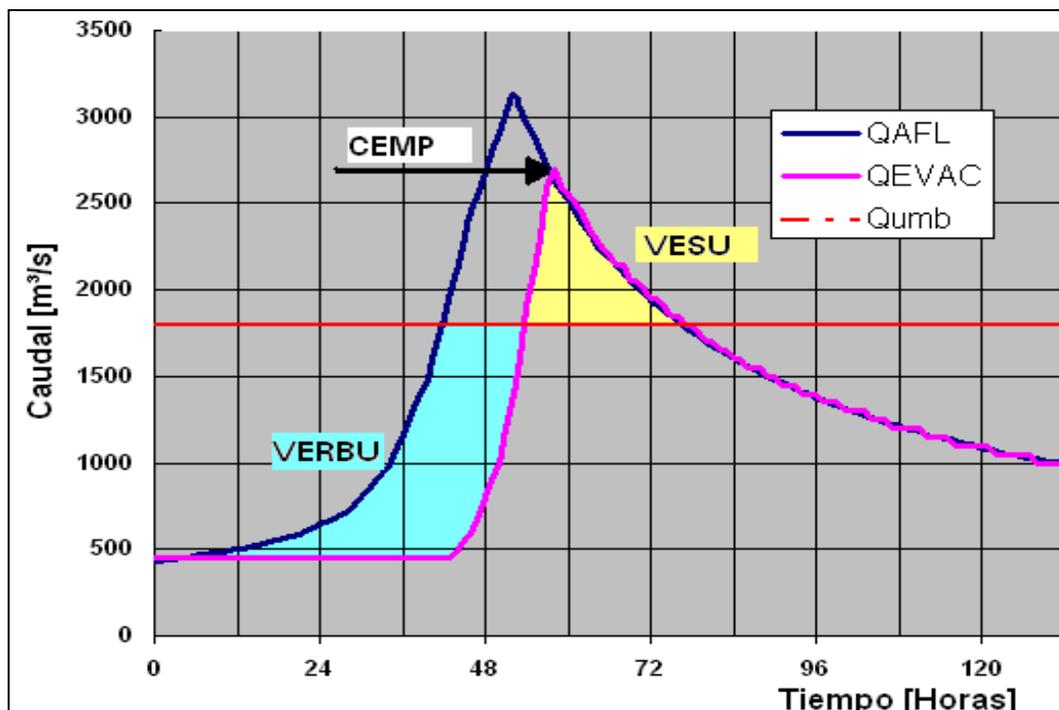


Figura 3 Definición gráfica del CEMP, VESU y VERBU

El concepto general de operación bajo alerta de crecidas decretada por la ONEMI es que en base a un pronóstico de caudales afluentes al embalse, se simula cómo sería la evacuación de acuerdo al método normal de manejo de crecidas. Si se estima que el CEMP no supera los 1.800 m³/s (Qumb), se seguirá operando como si no hubiera alerta de crecidas. En cambio, si el CEMP es mayor a Qumb, se tomarán medidas adicionales, las que pueden ser de acción inmediata, o bien que implique esperar un tiempo antes de ejecutar dicha acción, dependiendo de las condiciones del embalse y de la crecida. Mayor detalle de estas medidas, ver punto 2.4.

Para tomar buenas decisiones, es fundamental contar con un modelo hidrológico que pueda entregar un pronóstico de caudales afluentes relativamente confiable. En cada tiempo de

actualización es posible cambiar la decisión de operación, por lo que se espera que si se detectan errores en los pronósticos, ésta decisión podrá ser modificada prontamente.

Dentro del reglamento de la Ley de Embalses, está considerado que el modelo pueda ponderar certeza vs. antelación, de manera de tener resultados más precisos a medida que se acerca el evento. Para ello, se les da ciertos porcentajes de exactitud a los pronósticos de precipitaciones, dependiendo del horizonte de días estimado. Éstos son:

- Pronóstico a 1 día: 90% a precipitación pronosticada, 10% a precipitación mínima.
- Pronóstico a 2 días: 70% a precipitación pronosticada, 30% a precipitación mínima.
- Pronóstico a 3 días: 50% a precipitación pronosticada, 50% a precipitación mínima.
- Pronóstico a 4 días: 30% a precipitación pronosticada, 70% a precipitación mínima.
- Pronóstico a 5 días: 10% a precipitación pronosticada, 90% a precipitación mínima.

Con estas precipitaciones se generará un hidrograma afluente pronosticado para la toma de decisiones, el cual se irá actualizando según una frecuencia establecida por la DGA. La estimación de la precipitación mínima se obtuvo mediante un estudio que comparó los pronósticos y lo realmente registrado por las estaciones Campamento Pangue y Biobío en Llanquén (Monsalve, 2010).

2.3 MODELO DE PRONÓSTICO DE CRECIDAS (Verni, 2009)

Para la estimación de caudales afluentes al embalse se utiliza el método del Hidrograma Unitario (HU), que es un modelo hidrológico lluvia escorrentía que transforma la precipitación caída en la cuenca en caudal. La precipitación líquida se da bajo la cota de línea de nieve o isoterma cero de la cuenca, por lo que el área aportante será variable según el temporal. Es por ello que el hidrograma unitario está reducido a un área teórica de 1 km², de manera de poder ponderarlo por la superficie estimada de la cuenca aportante, según su curva hipsométrica (Altitud vs. Área Cuenca).

Por otra parte, la escorrentía directa o precipitación efectiva corresponde a la parte de la lluvia caída que escurre superficialmente en la cuenca y que contribuye en forma directa a la formación del caudal. Se estima mediante la siguiente relación:

$$E = 0.0903 \cdot P_m^{0.267} \cdot API^{1.02} \quad (1)$$

E : escorrentía acumulada, en mm
P_m : precipitación media, en mm
API : índice de precipitación antecedente

El API refleja el grado de humedad del suelo en sus niveles superiores y se calcula como una suma ponderada de las precipitaciones diarias caídas en el pasado, en que las precipitaciones recientes reciben mayor peso.

Una vez ponderado el hidrograma unitario por el área aportante a la cuenca y conocida la escorrentía horaria de la tormenta, el método del HU utiliza una convolución entre la escorrentía directa y el hidrograma unitario para obtener la onda de crecida futura producida por la precipitación caída en la cuenca.

A este resultados se le debe sumar el caudal base del río, para así obtener el caudal afluente total.

$$QAFL(t) = QHU(t) + Qb(t) \quad (2)$$

$QHU(t)$: Caudal resultante del método del HU en el instante t

$Qb(t)$: Caudal base en el instante t. Para efectos prácticos, se supondrá que el caudal base será constante durante toda la duración de la crecida y que es igual al caudal afluente al embalse al inicio de las precipitaciones.

Como datos de entrada, Endesa Chile dispondrá diariamente de un pronóstico de precipitaciones y de cota de línea de nieve para la cuenca, el cual es elaborado por la DMC y tiene un horizonte de 5 días.

2.4 ETAPAS DEL MANEJO DE CRECIDAS

Una vez que se cuente con el hidrograma pronosticado de caudales afluentes, la metodología de manejo del embalse bajo alerta de crecidas se puede dividir en las siguientes etapas:

- a) Operación normal previa a una crecida: antes de la crecida, la central se encontrará en esta etapa, por lo que será el punto de partida. Inicialmente, se considera generación programada y sin vertimientos por las compuertas. Luego, una vez realizado el pronóstico de caudal afluente, se ejecuta una simulación de operación. Si se estima que en algún momento habría vertimiento por las compuertas (figura 4), se debe solicitar aumento de la generación, para así minimizar esta eventual evacuación. Si aún con generación máxima habría vertimiento futuro por las compuertas, como se ve en la figura 5, se pasa a la etapa (b).
- b) Operación y evacuación normal en crecidas: en esta etapa, se estima que inevitablemente habría vertimiento por las compuertas, según la simulación de operación. Si el CEMP es menor o igual que 1.800 m³/s (figura 5), la crecida se maneja con el método normal, cumpliendo con el objetivo de no evacuar más del caudal umbral. En caso contrario (ver figura 6), se pasa a la etapa (c).

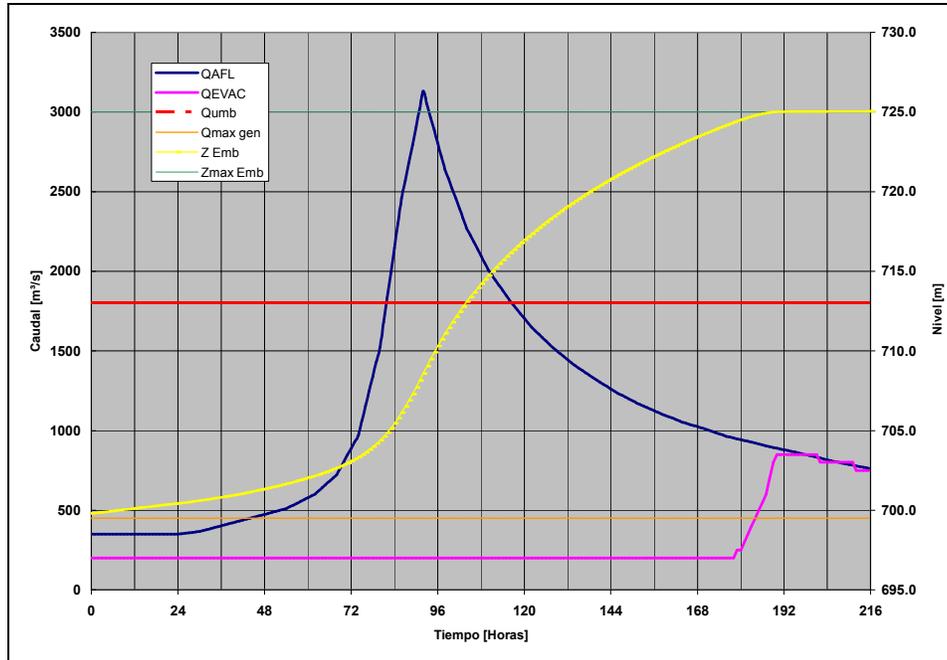


Figura 4 Se estima que habrá vertimiento, por lo que se recomienda aumentar el caudal de generación de forma de tratar de evitar una eventual evacuación por las compuertas.

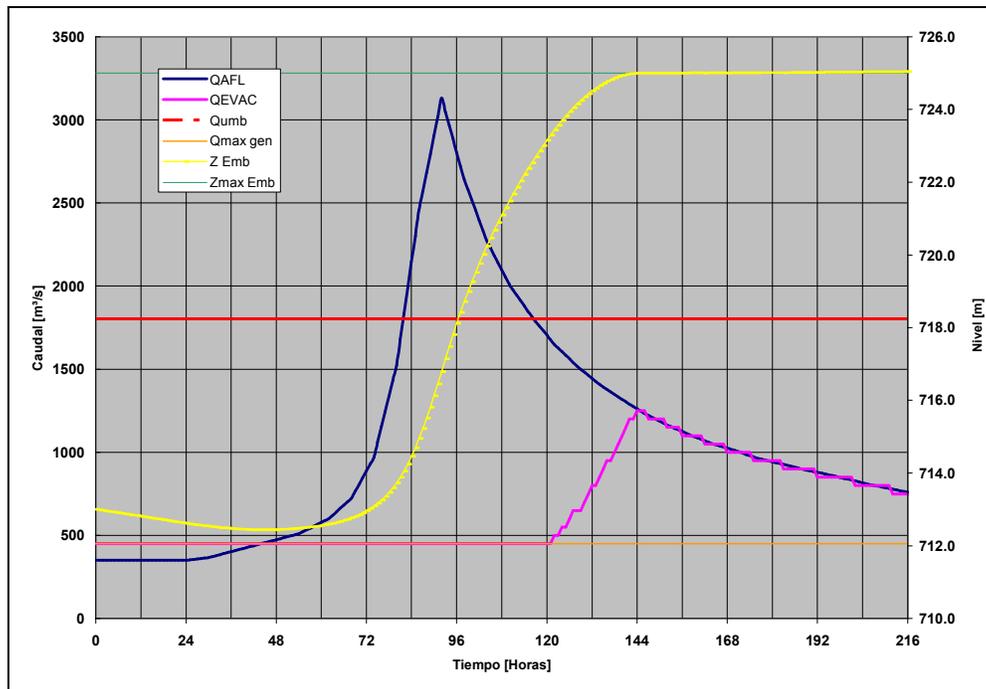


Figura 5 El caudal a evacuar se estima menor al umbral. No se toman medidas adicionales a las del método normal de manejo. El embalse por sí solo es capaz de regular la crecida bajo el caudal umbral.

c) Seguimiento del caudal afluente: dado que en esta parte el CEMP es mayor que el Qumb (figura 6), se deberán realizar vertimientos por las compuertas antes del tiempo que recomendaría el método normal de crecidas. Para ello, cuando se inicie la crecida, el caudal efluente de la central debe ser igual al afluente, de manera de mantener el nivel del embalse. Esta acción irá reduciendo el valor del CEMP, y cuando éste sea igual o menor a $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$, se sigue operando con el método normal de manejo, cumpliendo entonces con el objetivo (figura 7). Si se estima que se llegaría a evacuar hasta el Qumb y el CEMP sigue siendo mayor a éste, se pasa a la etapa (d). En otras palabras, si el VESU es menor que el VERBU, se cumpliría con no evacuar más de $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$ en esta etapa. Si no es así, se pasa a (d).

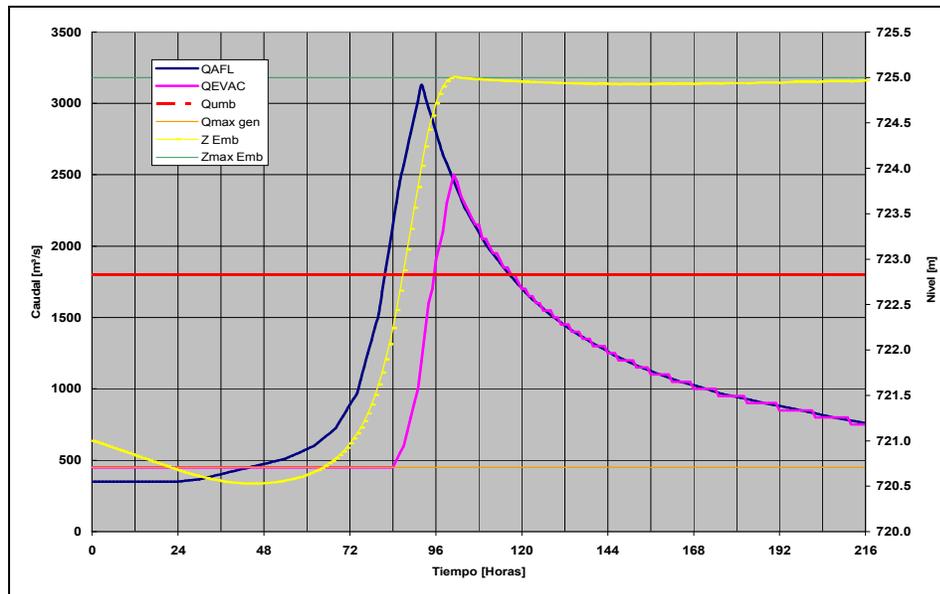


Figura 6 CEMP > Qumb y VESU < VERBU. Se hace seguimiento (Figura 7).

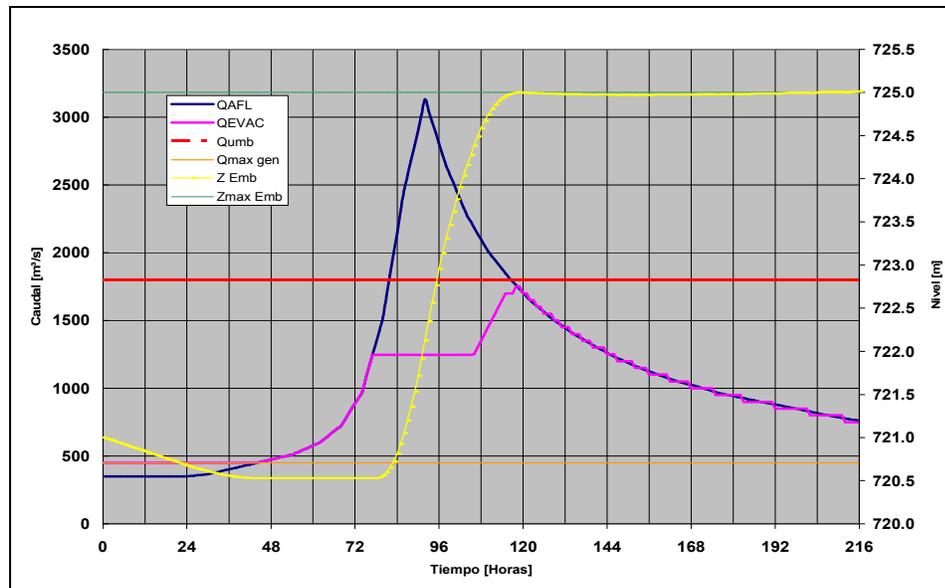


Figura 7 Cuando el caudal afluente supere el máximo de generación, se evacua lo mismo que entra hasta que el CEMP sea menor o igual a Qumb.

- d) Prevertimientos: una vez realizados todos los pasos anteriores y aún así el CEMP es mayor que el caudal umbral (es decir, el VESU es mayor que el VERBU, ver figura 8), se deberán hacer vertimientos por las compuertas antes del inicio de la crecida (figura 9). El caudal total a evacuar se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{prev}[m^3/s] = \frac{VESU - VERBU}{T_{INI}} \left[\frac{m^3}{seg} \right] \quad (3)$$

Este valor está limitado superiormente por el $Q_{maxPrev}$, por lo que como máximo puede ser de $750 \text{ m}^3/\text{s}$ (entre generación y evacuación por compuertas).

Luego se realiza seguimiento del caudal afluente hasta el caudal umbral. En caso que el CEMP siga siendo mayor a $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$, o bien que la crecida ya haya comenzado (T_{INI} no aplica), se pasa a la etapa (e).

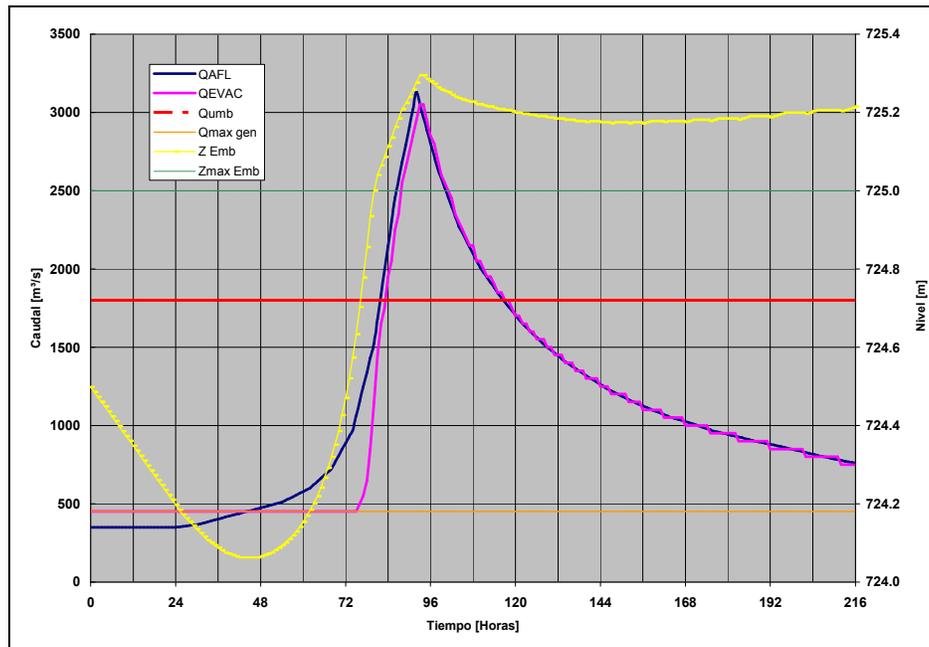


Figura 8 Se pronostica que el VESU es mayor al VERBU. Se debe realizar prevertimiento, según lo indicado en la relación 3, evacuando anticipadamente el volumen del VESU que no puede ser evacuado por seguimiento del afluente (figura 9).

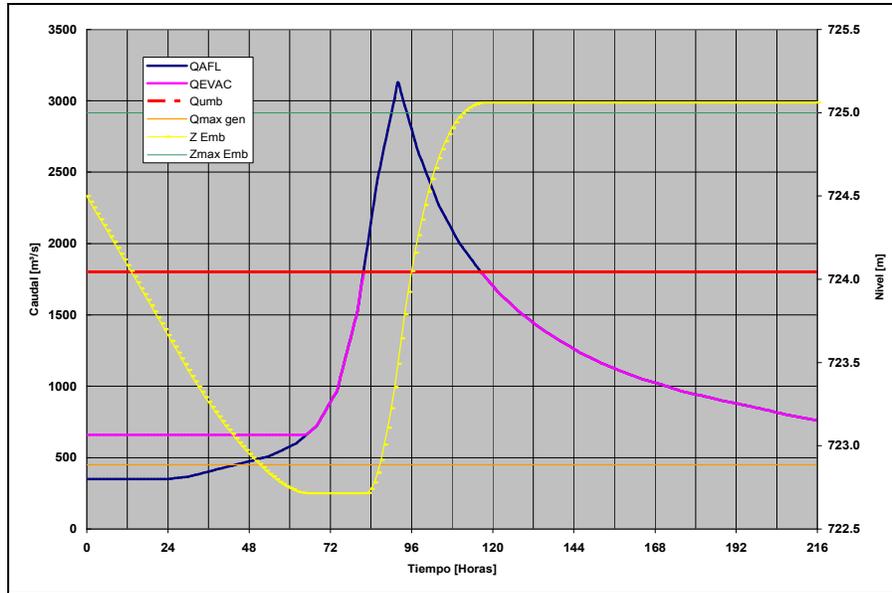


Figura 9 Se evacua agua por las compuertas antes del inicio de la crecida y luego se realiza seguimiento del caudal afluente hasta el caudal umbral.

- e) Suavización: si finalmente no fue posible hacer que el caudal efluente máximo sea menor igual al umbral, se debe minimizar el valor de éste, procurando “horizontalizar” el peak (figura 10).

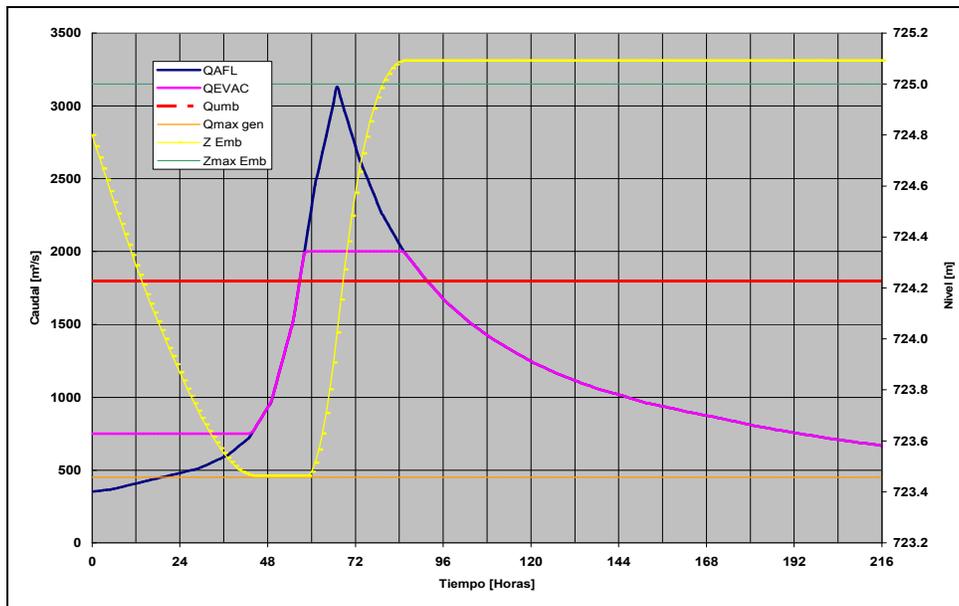


Figura 10 Si con prevertimiento máximo y seguimiento del afluente no es suficiente para evacuar un máximo de 1.800 m³/s, se minimiza el caudal efluente por sobre el umbral.

Toda esta información será enviada a la DGA en tiempo real, por lo que se realizará un monitoreo en conjunto durante la crecida. La decisión final de manejo corresponde a Endesa Chile, a menos que la DGA ordene medidas adicionales a las mencionadas, mediante una resolución fundada.

2.5 CAPACIDAD DE REGULACIÓN DEL EMBALSE

Se realizaron simulaciones con crecidas de diferentes períodos de retorno, que permitieron estimar cual sería la real capacidad que tendría el embalse para conseguir no evacuar más del caudal umbral. El nivel máximo que éste debería tener 48 horas antes del inicio de la crecida sería el siguiente:

Tabla 1 Niveles máximos iniciales del embalse para evacuar un Q_{max} de 1.800 m³/s

	2540 m ³ /s	3000 m ³ /s	3730 m ³ /s	4320 m ³ /s
	TR=10 Años	TR=20 Años	TR=50 Años	TR=100 Años
Sin Seguimiento (sólo Método Normal)	722 m	720 m	716 m	711.5 m
Sin Prevertimiento (sólo Seguimiento)	724.5 m	723.5 m	721 m	718 m
Sin suavización (sólo prevertimiento)	-	-	723 m	720.5 m

Nota: Nivel Máximo del embalse: 725 m

Sabiendo que en general el embalse Ralco no suele estar por sobre la cota 718 m en invierno (a menos que se esté en crecida), se puede ver que las crecidas de período de retorno 10, 20 e incluso quizá 50 años podrían regularse con el método normal de manejo. Se aprecia también que el prevertimiento sería ocupado sólo en crecidas mayores a $Tr = 100$ años. El prevertimiento máximo de 750 m³/s es más que suficiente para regular crecidas en casos extremos; además que más allá de este valor se pueden generar crecidas artificiales que pueden poner en mayor riesgo las zonas ribereñas.

3. CONCLUSIONES

Endesa Chile es un operador con amplia experiencia en la operación de centrales hidroeléctricas, conocimiento que ha puesto a disposición de los requerimientos de la Ley de Embalses. Esto ha permitido un trabajo en conjunto con la DGA, compartiendo puntos de vista y aunando criterios para la elaboración del Manual de Operaciones de Ralco en crecidas, documento que contiene todas las normas y reglas descritas en el presente trabajo, y que podrá ser corregido y/o actualizado con el paso del tiempo, si se detecta que se requieren mejoras.

La nueva norma de operación se elaboró teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Enfocarse en no evacuar más de 1.800 m³/s, el cual es finalmente el objetivo.
- Tratar de alejarse lo menos posible del método normal de manejo, para así impactar de menor forma a lo que se realiza actualmente. Este método al menos asegura no evacuar más de lo que llega y llenar el embalse, e incluso regula crecidas si hay un volumen disponible inicial.
- Evitar, en lo posible, los prevertimientos, pues puede traer perjuicios económicos para la empresa si se vierte agua y el embalse no termina lleno, y además crea una crecida artificial en el cauce, anticipándose a la crecida que se produciría en régimen natural, lo que podría causar problemas en las riberas del río, especialmente por el factor sorpresa.

Es por ello que en primer lugar se trata de regular la crecida con el método normal de manejo. Luego en la etapa de seguimiento, aunque se cambia la forma de operar, se continúa sin preverter y operando con método normal cuando el CEMP es menor o igual al umbral. Los prevertimientos se darían cuando ya es inevitable para cumplir con el caudal umbral, y sólo al final, cuando ya no habría más remedio, se acepta superarlo en la etapa de suavización.

Lo anterior trae como consecuencia que las nuevas normas no sean tan simples como hasta ahora. En la actualidad, la única información necesaria para una adecuada gestión de la crecida es el nivel del embalse, la variación de éste durante la última hora y el caudal afluente, los que son datos propios y precisos, mientras que el nuevo manejo requiere un pronóstico (que rara vez será 100% exacto y que puede cambiar completamente de un envío a otro) entregado por un tercero y otra serie de datos que deben ser ingresados al modelo (precipitación, API, cota de línea de nieve, entre otras), lo que hace que el manejo sea mucho más complejo. Esto aún sin considerar que la DGA tiene la facultad de decretar medidas adicionales.

Un punto importante dentro de la nueva metodología de manejo es la estimación de los caudales afluentes que llegarían al embalse, pues en base a ellos se toman las decisiones anticipadas. El modelo utilizado para ello es relativamente simple y se considera satisfactorio para la operación actual, pues cualquier error que se produzca (inherente al modelo, de pronóstico, de medición, entre otros) se verá atenuado por la ponderación de antelación vs. certeza de las precipitaciones, por el hecho que el procedimiento de evacuación de caudales procura evitar los vertimientos prematuros, y porque las decisiones de operación pueden ser corregidas rápidamente. No se descarta a futuro corregir o complementar el modelo, o bien cambiarlo por otro completamente diferente si en la práctica se estima conveniente.

El embalse Ralco posee un volumen que permite regular crecidas. La tabla 1 muestra que se requiere altos niveles iniciales del embalse y crecidas de gran magnitud para llevar a cabo acciones adicionales, y es por esto que se espera (a menos que los pronósticos de precipitación o de cota de línea de nieve fueran sobreestimados de forma importante) que rara vez se realice alguna evacuación diferente a la que se haría con el método normal de manejo.

REFERENCIAS

Endesa, 2011. Manual de Operación Embalse Ralco. Ley N°20.304 Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas. Empresa Nacional de Electricidad S.A, Santiago, Chile.

Monsalve, F. 2010. Análisis de Pronósticos de la DMC y Proposición de Metodología para la Estimación de Hidrogramas Afluentes, Embalse Ralco. Ingendesa, Santiago, Chile.

Verni, F. 2009. Especificaciones Técnicas y Metodología del Programa. Pronóstico de Caudales Afluentes al Embalse Ralco. Ingendesa, Santiago, Chile.