

## **Metodología técnica para determinar la capacidad de regulación de una planta de generación hidráulica**

## CONTENIDO

|                                                                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. OBJETIVO .....                                                                                                    | 3 |
| 2. DEFINICIONES.....                                                                                                 | 3 |
| 3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN DE LAS PLANTAS HIDRÁULICAS DESPACHADAS CENTRALMENTE..... | 4 |
| 3.1 Premisas y fuentes de información.....                                                                           | 4 |
| 3.2 Procedimiento.....                                                                                               | 4 |
| 3.3 Consideraciones adicionales para plantas en cadena .....                                                         | 6 |

## 1. OBJETIVO

Definir un procedimiento para la estimación de la capacidad de regulación (en días) de las plantas hidráulicas despachadas centralmente.

## 2. DEFINICIONES

Para efectos del presente documento, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones generales:

**Agente:** Término empleado para referirse al representante comercial o propietario de una planta de generación.

**Arco de descarga:** Es la capacidad hidráulica máxima permisible en  $m^3/s$  de una conducción utilizada para trasladar agua, asociado a una central hidroeléctrica.

**Capacidad Efectiva Neta (CEN):** Es la máxima capacidad de potencia neta (expresada en valor entero en MW) que puede suministrar una planta y/o unidad de generación en condiciones normales de operación, medida en la frontera comercial. Se calcula como la Capacidad Nominal menos el Consumo Propio de la planta y/o unidad de generación. (Resolución CREG-074-2002; Art. 4)

Cuando dos o más plantas de generación compartan activos de conexión, la capacidad efectiva neta se medirá para la planta o unidad de generación en la frontera comercial individual como lo establece la Resolución CREG 200 de 2019.

**Caudal Afluente:** Es el caudal producido por una cuenca hidrográfica. En cuencas sin intervención este corresponde con el caudal natural y en condiciones de intervención, este considera las perturbaciones inducidas a sus procesos físicos por la presencia de estructuras hidráulicas aguas arriba del sitio de interés, tales como trasvases, embalses, plantas de generación, acueductos, distritos de riego, etc., que alteren el régimen.

**Factor de Conversión Hidráulico Mediano (FCm):** Factor de conversión más representativo de la planta de generación, que será utilizado cuando se requiera un valor único para efectos de modelación de la energía contenida en el embalse y/o la energía contenida en los aportes de los ríos afluentes. Es el factor de conversión asociado a un nivel del embalse correspondiente a la mediana de los registros históricos existentes de los niveles diarios reportados al CND durante los últimos seis años completos, iniciando el 1 de mayo y terminando el 30 de abril.

**Frontera comercial:** Corresponde al punto de medición asociado al punto de conexión entre agentes o entre agentes y usuarios conectados a las redes del Sistema de Transmisión Nacional o a los Sistemas de Transmisión Regional o a los Sistemas de Distribución Local o entre diferentes niveles de tensión de un mismo OR. Cada agente en el sistema puede tener una o más fronteras comerciales. (Resolución CREG 038 de 2014).

**Nivel Máximo Físico:** Es la elevación máxima de la superficie del agua del embalse definida por la cota de la cresta del vertedero, o la cota superior de compuertas, o debajo de dichas cotas si existe alguna restricción en la estructura hidráulica.

En el caso de vertederos con compuertas sumergidas, en los cuales el nivel del embalse puede subir por encima de la cota superior de compuertas, el nivel máximo físico será definido por la cota de la estructura donde empieza el vertimiento o debajo de ésta si existe alguna restricción.

En cualquier caso, el agente deberá tener en cuenta las condiciones de seguridad de las estructuras hidráulicas.

**Nivel Mínimo Técnico:** Corresponde a la cota hasta la cual puede descender el nivel del embalse, cumpliendo con condiciones de seguridad en las estructuras hidráulicas y en las instalaciones de generación para plena carga de todas las unidades.

**Volumen Útil:** Es el volumen de agua comprendido entre el nivel mínimo técnico y el nivel máximo físico.

### **3. PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN DE LAS PLANTAS HIDRÁULICAS DESPACHADAS CENTRALMENTE.**

#### **3.1 Premisas y fuentes de información**

Para el cálculo de la Capacidad de Regulación se utiliza la Capacidad Efectiva Neta (CEN) y el factor de conversión mediano, los aportes de acuerdo con la topología del embalse y se asume como condición inicial el embalse lleno (Volumen útil).

La Información para la aplicación de la metodología es la siguiente:

- Series hidrológicas históricas aprobadas mediante Acuerdo CNO.
- Las Topologías, la CEN y los arcos de descarga declarados en la última verificación de ENFICC o los que hayan sido actualizadas mediante Acuerdo CNO.
- El factor de conversión mediano vigente, reportado al CND.

#### **3.2 Procedimiento**

- a) Estimar el Caudal Afluyente a la planta.

$$Q_{afluente} = \sum_{i=1}^n Q_i/n$$

Donde:

$Q_{afluente}$  : Caudal afluente [ $m^3/s$ ]

$Q_i$ : Aporte natural total de acuerdo con la topología [ $m^3/s$ ]

**Nota:** Las series de caudales naturales deben acotarse a resolución mensual de forma que representen la topología reportada.

$n$ : Número total de meses.

- b) Estimar el valor del caudal usado para la generación, asociado a la capacidad efectiva neta, por medio de la siguiente expresión:

$$Q_{CEN} = CEN/FCm$$

Donde:

$Q_{CEN}$ : Caudal usado para generación asociado a la CEN [ $m^3/s$ ]

FCm: Factor de Conversión Hidráulico Mediano [ $MW/m^3/s$ ]

CEN: Capacidad Efectiva Neta [ $MW$ ]

**Nota:** En los embalses que no están conectados directamente a una planta se deberá estimar un caudal descargado en función de su arco de descarga en lugar del  $Q_{CEN}$ .

- c) Determinar la Descarga Neta de la planta de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Descarga\ Neta = (Q_{CEN} + Q_{otras\ descargas} - Q_{afluente}) * 86400$$

Donde:

*Descarga Neta*: Descarga neta de la planta [ $m^3/día$ ]

$Q_{CEN}$ : Caudal usado para generación [ $m^3/s$ ]

$Q_{afluente}$  : Caudal afluente a la planta [ $m^3/s$ ]

$Q_{otras\ descargas}$ : Caudal obligatorio requerido para atender otros usos del embalse. Por ejemplo, caudal ambiental no turbinado, acueducto, riego, etc [ $m^3/s$ ]

- d) Determinar la capacidad de regulación de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CR = \frac{V_{\text{útil}}}{\text{Descarga neta}}$$

Donde:

$CR$ : Tiempo de regulación [días]

$V_{\text{útil}}$  : Volumen útil del embalse [ $\text{m}^3$ ]

### 3.3 Consideraciones adicionales para plantas en cadena

Si la planta localizada aguas arriba tiene una  $CR$  mayor que la planta localizada aguas abajo, se considera que ésta puede ofrecer regulación aguas abajo, por lo tanto, el Caudal Afluyente aguas abajo está dado por:

$$Q_{\text{afluyente planta aguas abajo}} = Q_{\text{afluyente CP planta aguas abajo}} + Q_{CEN} \text{ o } Q_{\text{arco de descarga planta aguas arriba}}$$

Si la planta localizada aguas arriba tiene una  $CR$  menor que la planta localizada aguas abajo, se considera que la planta no ofrece regulación adicional y debido a esto el Caudal afluyente para la planta de análisis se puede expresar como:

$$Q_{\text{afluyente}} = Q_{\text{afluyente planta aguas abajo}}$$

**Nota:** Cuando se obtiene un tiempo de regulación negativo, como resultado de la aplicación de este procedimiento; significa que la planta analizada presenta mayores afluencias medias que descargas, es decir, que el embalse bajo estos supuestos no se vacía. Esta condición no debe entenderse como un tiempo de regulación igual a cero.