



**Comisión de Regulación
de Energía y Gas**

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL NIVEL ENFICC PROBABILÍSTICO

DOCUMENTO CREG-106A
30 de octubre de 2009

CIRCULACIÓN:
**MIEMBROS DE LA COMISIÓN
DE REGULACIÓN DE ENERGÍA
Y GAS**

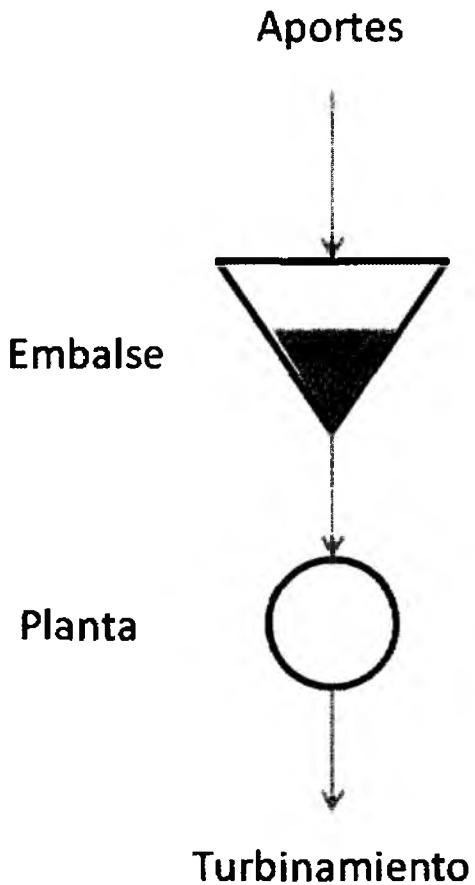
A handwritten signature in black ink, appearing to read "C. Gómez".

NIVEL ENFICC PROBABILÍSTICO

El Nivel ENFICC Probabilístico corresponde al nivel mínimo que necesita tener un embalse para que una planta asociada pueda generar su ENFICC base por un periodo de un año y para cada una de las series de aportes históricas de que se disponga. Por lo tanto, si un embalse se encuentra por debajo de este nivel significa que la planta asociada tiene una probabilidad mayor a cero¹ de no poder generar su ENFICC base. La metodología utilizada para estimar dicho valor se presenta a continuación:

1. MODELO PLANTA-EMBALSE EQUIVALENTE

La metodología descrita en este apartado está diseñada para calcular el Nivel ENFICC probabilístico de un sistema compuesto de un embalse y una planta asociada, como se ilustra en la siguiente figura:



Sin embargo, en el SIN existen varias cadenas que no se ajustan al modelo descrito anteriormente. Por esta razón, se realizó un equivalente de dichas cadenas mediante

¹ Se habla de una probabilidad mayor a cero con base a las series de aportes de que se dispone, dado que siempre existe la probabilidad de que se presenten aportes menores a todos los registrados en la historia.

el cálculo de una planta, un embalse y un valor de ENFICC base equivalente por cadena. Dicha equivalente sólo aplica en el caso en que todos los embalses y todas las plantas de la cadena sean de la misma empresa.

En el caso del embalse equivalente, el único parámetro utilizado es el volumen útil máximo que puede almacenar, y se calcula como la suma de los volúmenes útiles máximos de todos los embalses de la cadena. De forma similar, el factor de conversión de caudal a potencia eléctrica generada (MW/m³/s) y la ENFICC base de la planta equivalente son sencillamente la suma de dichos parámetros de todas las plantas de la cadena.

En este punto es importante resaltar que la simplificación antes presentada en ciertos tipos de cadenas puede generar resultados apartados en algún grado de la realidad; sin embargo, para el caso del SIN es de esperar que los resultados obtenidos no tengan errores significativos, dado que las plantas de las tres cadenas a las que se aplicó el equivalente antes descrito (Guatron, Pagua, y Albán) reciben prácticamente el mismo caudal.

2. APORTES HISTÓRICOS DEL MODELO EQUIVALENTE

En las plantas y embalses del SIN que pertenecen a una cadena cuya propiedad es de varias empresas, los aportes recibidos dependen de la utilización de los embalses que realicen otros agentes, por lo que se debe fijar un criterio para calcular los aportes de dichas plantas. En este caso, se optó por utilizar los aportes resultantes de la aplicación del modelo HIDENFICC conforme a la siguiente fórmula:

$$A_{e,m} = \sum_{i=1}^{EMB_e} (V_{i,m+1} - V_{i,m}) + \frac{\sum_{j=1}^{PLA_e} T_{j,m}}{PLA_e} + VE_{e,m}$$

Donde

$A_{e,m}$ Aportes que recibe el embalse equivalente e en el mes m.

EMB_e Número de embalses reunidos en el embalse equivalente e.

$V_{i,m}$ Volumen almacenado en el embalse i al inicio del mes m resultante del modelo HIDENFICC.

PLA_e Número de plantas asociadas al embalse equivalente e.

$T_{j,m}$ Turbinamiento de la planta j en el mes m resultante del modelo HIDENFICC.

$VE_{e,m}$ Vertimientos de todos los embalses reunidos en el embalse equivalente e que no desembocan en otros embalses u plantas asociadas resultantes del modelo HIDENFICC, en el mes m.

m Mes para el cual se tiene la información histórica de los aportes de todas las plantas y embalses asociados al embalse equivalente e.

3. NIVEL MÍNIMO NECESARIO PARA GENERAR LA ENFICC

Para el primer día de cada mes del periodo para el cual se disponga la información de los aportes de todas las plantas y embalses asociadas al embalse equivalente e, se calcula el nivel mínimo necesario para que la planta equivalente respectiva pueda generar su ENFICC continuamente con los aportes de los próximos 12 meses. La descripción matemática del problema a resolver se presenta a continuación:

$$\min V_{e,m}$$

$$s.a. \quad V_{e,m+n+1} = A_{e,m+n} + V_{e,m+n} - VE_{e,m+n} - T_{e,m+n}$$

$$V_{e,m+n} \leq Vmax_e$$

$$T_{e,m+n} \times FC_e \geq ENFICC_{e,m+n}$$

$$T_{e,m+n} \leq Tmax_{e,m+n}$$

$$n = 0, 1, 2, \dots, 11.$$

Donde

$V_{e,m}$ Volumen útil almacenado al inicio del mes m en el embalse equivalente e.

$A_{e,m+n}$ Aportes en el mes m + n del embalse equivalente e.

$T_{e,m+n}$ Turbinamiento de la planta equivalente asociada al embalse e en el mes m + n.

$Vmax_e$ Volumen útil máximo del embalse equivalente e.

FC_e Factor de conversión del agua turbinada en energía generada de la planta equivalente asociada al embalse e.

$ENFICC_{e,m+n}$ ENFICC base de la planta equivalente e en el mes m+n.

$Tmax_e$ Turbinamiento máximo de la planta equivalente asociada al embalse e en el mes m+n.

4. CURVAS GUÍA Y LÍMITE MÁXIMO

Una vez calculado el Nivel ENFICC probabilístico conforme a la metodología descrita anteriormente, se realizan dos ajustes. El primero es que el valor resultante en algún mes no sea superior al 80%. El segundo ajuste consiste en verificar que los valores resultantes se encuentren dentro de los valores reportados por los agentes en la curva guía inferior y superior.