

COES SINAC	PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SINAC	PR – 13
DETERMINACION DE LA ENERGIA FIRME DE LAS UNIDADES GENERADORAS DE LAS EMPRESAS INTEGRANTES DEL COES		
<ul style="list-style-type: none"> ❑ Aprobado en S.D. N°14 del 02 de agosto de 1995. ❑ Modificación aprobada en S.D. 111 del 7 de diciembre de 1999. ❑ Modificación aprobada en S.D. N°128 del 25 de agosto de 2000. ❑ Aprobado según RM N°143-2001-EM/VME del 26 de marzo de 2001. ❑ Modificado según RM N°009-2009-MEM/DM del 13 de enero de 2009. 		

1. OBJETIVO

Determinación de la Energía Firme de las centrales generadoras de las empresas integrantes del COES y de su suma total.

2. BASE LEGAL

- 2.1. Decreto Ley N°25844.- Ley de Concesiones Eléctricas (Artículo 41° Inciso d).
- 2.2. Decreto Supremo N°009-93-EM.- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (Artículo 103°)
- 2.3. Decreto Supremo N°037-2006-EM- Reglamento de Cogeneración (Artículos 4°,8°y 14°)

3. DEFINICION

Energía Firme: Es la máxima producción esperada de energía eléctrica en condiciones de hidrología seca para las unidades de generación hidroeléctrica y de indisponibilidad esperada para las unidades de generación térmica.

4. RESPONSABLE

División de Estudios y Desarrollo.

5. PERIODICIDAD DE CALCULO

Anual.

6. VIGENCIA

Anual (Enero - Diciembre).

7. DATOS BASE

Serán proporcionados por las Empresas Integrantes antes del 31 de octubre.

7.1. Para las centrales hidráulicas:

Potencia efectiva determinada con el procedimiento COES correspondiente, caudal(es) máximo(s) turbinable(s) de la(s) central(es), mantenimientos programados de las unidades y elementos hidráulicos conexos, índices de indisponibilidad fortuita mensual, caudales naturales mensuales para la

probabilidad de excedencia que fija el Reglamento, capacidad útil máxima de los embalses a considerar, requerimientos de agua para riego y/o agua potable, capacidades de túneles, canales, y otros.

7.2. Para las centrales térmicas:

Potencia efectiva de la(s) unidad(es) determinada con el procedimiento COES correspondiente, mantenimientos programados de la(s) unidad(es), índices de indisponibilidad fortuita mensual de la(s) unidad(es).

7.3. Para los nuevos proyectos:

Se deberá tener la información equivalente a la solicitada para las unidades existentes y deberá ser proporcionada por las empresas propietarias.

7.4. Para las centrales de cogeneración calificada:

Programa de generación anual según los requerimientos de producción asociada de calor útil.

8. PROCEDIMIENTO DE CALCULO

8.1. CENTRALES HIDRAULICAS

La Energía Firme está conformada por los aportes de los caudales naturales de pasada de la cuenca entre el (los) embalse(s) y la(s) central(es), y por los aportes debidos a la(s) descarga(s) del (los) embalse(s).

Para la determinación de la energía anual se seguirá el siguiente proceso:

- 8.1.1. Para la probabilidad de excedencia mensual que fija el Reglamento se determina los caudales naturales afluentes al embalse y los caudales naturales de pasada de la cuenca considerada, de la serie hidrológica disponible (la utilizada en la última Fijación Tarifaria).
- 8.1.2. Se determina el volumen útil inicial del año de los embalses estacionales como el promedio de los volúmenes útiles históricos de inicio del año de la serie hidrológica disponible. En caso que la cantidad de volúmenes históricos disponibles sea inferior a la cantidad de años de la serie hidrológica disponible, para los años con información faltante el volumen medio del embalse (50% de capacidad útil) será el volumen inicial del año.
- 8.1.3. Se procede a simular para los doce meses del año la operación de la(s) central(es); teniendo como objetivo maximizar su generación acumulada y considerando lo siguiente:
 - Mantenimiento mayor de las unidades hidráulicas.
 - Restricciones por riego y/o agua potable.
 - Capacidades máximas de túneles, canales, compuertas, etc.
 - Volumen final del año de los embalses considerados.
 - Volúmenes mínimos de los embalses en los meses de simulación.
 - Pérdidas por filtración y evaporación

- Volúmenes de los vasos de regulación horaria.

Cada cuenca será representada considerando sus características propias. En el Anexo A se presenta un ejemplo sencillo de un embalse y una central hidráulica, a fin de ilustrar cómo se determina la energía generable una vez determinada la descarga de un mes.

La Energía Firme de la(s) central(es) del año, será igual a la suma de las energías mensuales obtenidas en el proceso de simulación afectadas por su Disponibilidad Fortuita Mensual (1-Indisponibilidad Fortuita).

$$EF = \sum_{K=1}^{K=12} \{Eg_k \cdot (1 - IF_k)\}$$

EF: Energía Firme

Eg_k: Energía generable mensual k

IF_k: Indisponibilidad Fortuita de mes k

La Indisponibilidad Fortuita de mes k se determina con la siguiente expresión:

$$IF_k = HIF / T_k$$

Donde:

HIF: horas de indisponibilidad fortuita durante el mes, por causas atribuibles a las centrales de generación en evaluación.

La Indisponibilidad Fortuita Mensual promedio a aplicarse al cálculo de la Energía Firme será el promedio de las indisponibilidades mensuales de los 5 últimos años. En caso de que no disponga de suficiente información se deberá de usar las Indisponibilidades de unidades similares del SINAC o de fuentes especializadas.

8.2. CENTRALES TERMICAS

8.2.1. Se determina la energía generable de la unidad generadora en cada mes del año, como el producto de su potencia efectiva multiplicada por las horas del mes, afectada por la Disponibilidad por Mantenimiento (1 - Indisponibilidad por Mantenimiento); y por la Disponibilidad Fortuita (1 - Indisponibilidad Fortuita).

$$Eg_i = \sum_{K=1}^{K=12} (PE \cdot T_k) (1 - IM_k) (1 - IF_k)$$

Eg_i: Energía generable anual de la unidad i

PE: Potencia Efectiva de la unidad térmica

T_k: Horas del mes k

IM_k : Indisponibilidad por Mantenimiento Programado del mes k

IF_k : Indisponibilidad Fortuita del mes k

- 8.2.2. En el caso de Centrales de Cogeneración Calificada, la energía generable de la central generadora en cada mes del año, se calculará como la suma de las energías generables entregadas por la central cuando opere como Central de Cogeneración con producción asociada de calor útil y sin producción asociada de calor útil.

$$Eg_i = \sum_{K=1}^{K=12} [PMP_{cc_k} \times T_{cc_k} + PE \times Tg_k (1 - IM_k)] * (1 - IF_k)$$

Eg_i :Energía generable anual de la unidad i.

PMP_{cc_k} :Potencia Media de cogeneración que se proyecta producir en bornes de la unidad durante el mes k, cuando opere como Central de Cogeneración con producción asociada de calor útil. Este valor no podrá exceder la máxima capacidad de cogeneración de la unidad.

PE :Potencia Efectiva.

T_{cc_k} :Horas del mes k en que se estima la unidad opere como Central de Cogeneración con producción de calor útil.

Tg_k :Horas del mes k en que se estima la unidad opere como Central de Cogeneración sin producción asociada de calor útil.

IM_k :Indisponibilidad por Mantenimiento Programado del mes k.

IF_k :Indisponibilidad Fortuita del mes k.

- 8.2.3. La Indisponibilidad por Mantenimiento Programado del mes k se determina según la siguiente expresión:

$$IM_k = HMP / T_k$$

Donde:

HMP : Horas de mantenimiento programado en el mes k por causas atribuibles a las unidades de generación en evaluación.

T_k : Horas del mes k.

- 8.2.4. La Indisponibilidad Fortuita del mes k se determina con la siguiente expresión:

$$IF_k = HIF / T_k$$

Donde:

HIF : Horas de indisponibilidad fortuita durante el mes por causas atribuibles a las unidades de generación en evaluación.

La Indisponibilidad Fortuita Mensual promedio a aplicarse al cálculo de la Energía Firme será el promedio de las indisponibilidades mensuales de los 5 últimos años. En caso no se disponga de suficiente información se deberá de usar las Indisponibilidades de unidades similares de la National Energy Reliability Council (NERC), de acuerdo al anexo B.

La Energía Firme de una central térmica está formada por la suma de la energía generable de las unidades que la conforman:

$$EF = \sum_{i=1}^{i=N} Eg_i$$

N : Número de unidades que conforman la central térmica.

EF: Energía Firme

ANEXO A

EJEMPLO DE PROCESO DE SIMULACION DE LA OPERACION DE UNA CENTRAL CON UN EMBALSE

La simulación de operación de embalses se basa en la solución de la ecuación de continuidad para todo el período de análisis.

$$Q_t - D_t - P_t - R_t = VF_t - VI_t \quad t = 1, 2, \dots, 12$$

Q_t : aporte natural al embalse en el período t

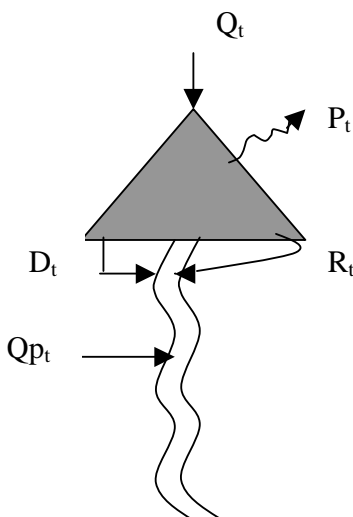
D_t : descarga en el período t

P_t : pérdidas en el período t

R_t : rebose por el vertedero de demasías en el período t

VI_t : volumen al inicio del período t

VF_t : volumen al fin del período t



La energía mensual generable por la central en un mes "k" estará dada por la siguiente expresión:

$$Eg_k = \text{Min} \{ Pe \times T_k \times (1-IM_k), ((Q_{pk} + R_k) \times (1-IM_k) + D_k) \times \text{Rend} \}$$

Donde:

Pe : Potencia efectiva de la Central.

Rend : Rendimiento de la central expresado en (GWh/m³).

IM_k : Indisponibilidad por Mantenimiento Programado de las unidades de la central.

T_k : Horas del mes k.

Q_{pk} : Caudal natural de pasada del río (entre el embalse y la central), expresado en volumen en el mes k.

D_k : Descarga en el mes k, expresado en volumen.

R_k : Rebose en el mes k, expresado en volumen.

ANEXO B					
INDISPONIBILIDAD					
CENTRAL	COMBUSTIBLE	HORAS		%	
		FORZADA	PROGRAMADA	FORZADA	PROGRAMADA
VAPOR	CARBON	365.1	992.3	4.2	11.3
	PETROLEO	269.8	1008.9	3.1	11.5
	GAS	250.7	1056.2	2.9	12.1
GAS	JET	197.6	529.8	2.3	6.0
	GAS	278.1	532.4	3.2	6.1
	DIESEL	359.2	528.0	4.1	6.0
DIESEL	TODOS	170.4	188.3	1.9	2.1
CICLO COMBINADO		208.0	956.3	2.4	10.9

Fuente: National Energy Reliability Council