



**Comisión de Regulación  
de Energía y Gas**

**METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA  
ENERGÍA FIRME DE PLANTAS  
GEOTÉRMICAS  
Respuesta – comentarios a la Resolución  
CREG 046 de 2014**

**DOCUMENTO CREG-069**  
Septiembre 12 de 2014

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

## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 171 |
| 2. ANÁLISIS DE LOS COMENTARIOS RECIBIDOS .....   | 171 |
| 2.1 Modelo para el cálculo de energía de plantas geotérmicas.....                                  | 171 |
| 2.2 Series historias de temperatura ambiente .....   | 174 |
| 2.3 Procedimiento para el cálculo de la ENFICC.....  | 175 |
| 2.4 Consideraciones adicionales para plantas geotérmicas en la<br>Resolución CREG 071 de 2006..... | 176 |



## METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA ENERGÍA FIRME DE PLANTAS GEOTÉRMICAS

### Respuesta – comentarios a la Resolución CREG 046 de 2014

#### 1. INTRODUCCIÓN

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en cumplimiento de sus funciones legales y según lo planeado en la agenda regulatoria para el año 2014, analiza metodologías para determinar la Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad de plantas geotérmicas.

La Comisión publicó la Resolución CREG 046 de 2014 en donde se propone una metodología para el cálculo de Energía Firme de plantas geotérmicas. Se recibieron comentarios por parte de los agentes e interesados sobre el tema.

Este documento estudia y da respuesta a los mismos.

#### 2. ANÁLISIS DE LOS COMENTARIOS RECIBIDOS

Tras la publicación de la Resolución CREG 046 de 2014, la CREG ha recibido las siguientes comunicaciones, en las cuales se plantean consultas u observaciones.

| Origen de la comunicación           | No. Radicado  |
|-------------------------------------|---------------|
| ENEL Green Power Colombia           | E-2014-006841 |
| Empresas Públicas de Medellín (EPM) | E-2014-006871 |
| ISAGEN                              | E-2014-006887 |
| EMGESA                              | E-2014-006995 |
|                                     | E-2014-006872 |

Los comentarios recibidos se pueden clasificar de la siguiente manera: (1) modelo de cálculo de la energía de plantas geotérmicas propuesta en la Resolución, (2) serie histórica de temperatura ambiente, (3) procedimiento para el cálculo de la ENFICC, (4) consideraciones adicionales para plantas geotérmicas en la Resolución CREG 071 de 2006.

A continuación se analizarán los comentarios recibidos.

##### 2.1 Modelo para el cálculo de energía de plantas geotérmicas

###### ENEL Green Power Colombia

*“En caso que, debido a condiciones particulares, se utilice una tecnología distinta a las señaladas, como por ejemplo Planta Binaria de Alta Entalpía ( $TR > 170$  °C) o Plantas Flash con enfriamiento a aire (que tienen una eficiencia distinta), la aplicación de las ecuaciones propuestas no respetaría las condiciones de base. Para incluir estos casos se podrían generar curvas específicas, o alternativamente definir factores de ajuste a las curvas ya contenidas en la resolución.”*

## ISAGEN

### Comentario 1

*“... cualquier estimación de producción de energía basada en los datos de pruebas iniciales o poco extensas de los pozos o el campo geotérmico, podrá variar en el tiempo y afectar la producción de la planta por las incertidumbres asociadas a las variables de producción del campo.”*

### Comentario 2

*“... es importante tener en cuenta que en Colombia el recurso geotérmico se encuentra principalmente en altitudes superiores a los 2.000 metros sobre el nivel del mar, en piso térmico frío, de alta humedad relativa y disponibilidad de agua para sistemas de enfriamiento húmedos, por tanto las variables asociadas a costos de inversión y desempeño pueden diferir ampliamente de los de la planta tipo modelada”*

### Comentario 3

*“... es importante que se permita ajustar los valores disponibles de la ENFICC a ofertar por este tipo de proyectos, por lo menos durante los primeros años de operación, en la medida en la cual durante la operación y aprovechamiento de un campo geotérmico se pueda obtener una mejor información sobre el recurso y el desempeño de la planta de generación.”*

### Comentario 4

*“Artículo 1. Calculo del PONED. Se sugiere a la CREG incluir en el texto de la Resolución o en un anexo técnico la fuente de información o la metodología para el cálculo del PONED y especialmente de los coeficientes  $\alpha$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$ ,  $\delta$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .”*

### Comentario 5

*“... Se sugiere a la CREG revisar si la metodología de cálculo propuesta de ENFICC aplica de manera indistinta para centrales geotérmicas de tecnología de contrapresión, en las que el vapor sale de la turbina directamente a la atmosfera o las centrales flash de condensación, donde el vapor sale de la turbina a un condensador, dado que las dos tecnologías presentan eficiencias de conversión*

*diferentes. En su defecto favor aclarar si estas diferencias están reconocidas en los coeficientes  $\alpha$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$ ,  $\delta$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ."*

#### Comentario 6

*"... por lo cual sugerimos tener en cuenta lo siguiente:*

- i. La presión y la temperatura del reservorio necesarias para el cálculo del PONEC varían en el espacio y el tiempo...*
- ii. Es necesario establecer si el FREC (kg/s) se refiere al flujo másico de vapor y temperatura del recurso que entra a la turbina de vapor o al flujo másico y temperatura que se extrae del campo geotérmico (vapor, agua, mezcla de vapor y agua, o salmuera)..."*

#### Respuesta

De acuerdo con lo indicado por el Grupo Dewhurst en el documento de la Circular CREG 100 de 2013, las plantas geotérmicas más comunes para sistemas reales son las analizadas en el documento (binarias y flash). Así mismo el Departamento de Energía de los Estados Unidos, país con la mayor generación geotérmica instalada según lo indicado en el Documento CREG 024 de 2014, señala que estos tipos de plantas son las más utilizadas actualmente.

En el documento presentado por el Grupo Dewhurst se indican todas las principales variables que intervienen en la generación de energía geotérmica. Por tanto, dentro del modelo de energía eléctrica propuesto y las ecuaciones indicadas en el documento se tuvieron en cuenta los efectos que intervienen para este tipo de generación, incluso se dividieron por rangos de temperatura del recurso geotérmico para darle más exactitud al cálculo de la energía. El anexo del Documento CREG 024 de 2014 presenta simulaciones de los modelos propuestos.

En la sección fases de un proyecto geotérmico, en el documento presentado por el Grupo Dewhurst, se indica que durante la fase de exploración la incertidumbre en la generación de energía eléctrica es de alrededor 20-30% dado por los procesos de perforación de los pozos, estudios de campos potenciales con un reservorio geotérmico, características de los flujos, entre otros. Luego de los estudios que deben ser necesarios para la construcción de un proyecto de generación y teniendo en cuenta una operación eficiente después de su realización, criterios que fueron usados por el Grupo Dewhurst para la presentación de la propuesta, la incertidumbre es de alrededor 10%, la cual es consistente con el modelo de Energía Firme en la regulación vigente.

Por último, El factor Flujo del Recurso Geotérmico en el proyecto de Resolución, FREC (kg/s), se refiere al flujo másico de vapor y temperatura del recurso que entra a la turbina de vapor.

## 2.2 Series historias de temperatura ambiente

### ENEL Green Power Colombia

*“... proponemos alternativamente utilizar la información disponible al momento de inicio de operación de una planta geotérmica y acumular información real a partir de ese momento.”*

### EPM

*“... solicitamos que se replantee la exigencia en cuanto a las series de temperatura, buscando con ello no inhibir el desarrollo de un proyecto geotérmico antes las limitaciones de información disponible.”*

### ISAGEN

*“En este orden de ideas y de acuerdo con lo establecido por el consultor en la Página 11 del Anexo 1 de la Circular 100, se solicita a la CREG adoptar para el cálculo de la ENEICC la estimación de la temperatura media del sitio de desarrollo de la planta con datos del IDEAM obtenidos de estaciones meteorológicas cercanas al sitio de la planta geotérmica.”*

### EMGESA

*“... se sugiere que se permita como alternativa, tomar los valores de temperatura de la estación meteorológica más cercana y que se encuentre ubicada en un piso térmico similar, considerando que el IDEAM cuenta actualmente con una red meteorológica de 644 estaciones, con información horaria, varias de ellas con más de 30 años.”*

### Respuesta

En la sección de recursos y criterios de diseño, en el documento presentado por el Grupo Dewhurst, se indica que es recomendable que en las primeras etapas de la construcción de un proyecto geotérmico se empiecen a recolectar datos sobre temperatura ambiente, dado que es una variable decisiva sobre su tamaño, costo y operación.

Según las investigaciones realizadas por la Comisión, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, cuenta con información de temperatura ambiente con resolución horaria de distintos sitios de la geografía nacional. Sin embargo, tal como lo mencionan los comentarios de los agentes, en los sitios potenciales para la construcción de plantas geotérmicas puede que no se cuente con la información suficiente respecto a la requerida en la resolución. Por tanto, este último comentario se acepta y se adicionará un párrafo en la Resolución definitiva indicando el procedimiento para cumplir con el requisito de una serie histórica de 10 años.

## 2.3 Procedimiento para el cálculo de la ENFICC

### ENEL Green Power Colombia

*“... el considerar solo un día de toda la serie histórica para determinar la energía firme de esta tecnología resultaría contrario a la regulación actual y además, discriminatorio, en particular si se considera que el criterio aplicado a otras tecnologías convencionales considera periodos de evaluación de la ENFICC de al menos un año.*

*... sugerimos que la ENFICC del proyecto geotérmico se considere como el mínimo valor de la serie histórica disponible calculada en términos de kWh/año, excluyendo para la determinación de este valor, los eventos de indisponibilidad parcial o total.”*

### EPM

*“... solicitamos considerar en el cálculo obtener energías promedio para cada uno de los meses del rango histórico, y entre estos destacar el mes más crítico como el correspondiente a la ENFICC de la planta. Con ello, se busca obtener una medida más razonable como acontece al considerar los caudales promedio mensuales para plantas hidráulicas, sin considerar un evento aislado como puede acontecer al registrar un día particular del horizonte de tiempo.”*

### ISAGEN

*“... consideramos que estimar la ENFICC con base en el mínimo valor histórico de un día de generación (kWh-día) no resulta adecuado, toda vez que el menor valor diario puede obedecer a circunstancias diferentes a variaciones en la energía firme que pueda producir la planta o la energía disponible en el reservorio. Para lo anterior sugerimos que para estimar la ENFICC se adopten técnicas estadísticas y probabilísticas que reflejen las condiciones de incertidumbre asociadas a la estimación realizada.”*

### EMGESA

*“... sugerimos que el periodo de evaluación para estimar la ENFICC de la central sea de un año, similar al utilizado en las plantas hidráulicas. Adicionalmente, se sugiere adoptar el esquema de distribución de probabilidad para el cálculo de la Energía Firme, en el cual se permite considerar la ENFICC base y ENFICC 95% PSS de la curva.”*

### Respuesta

Se aceptan los comentarios y en la Resolución definitiva se establecerá el procedimiento.

## **2.4 Consideraciones adicionales para plantas geotérmicas en la Resolución CREG 071 de 2006.**

### **ISAGEN**

*“Se considera necesario que la resolución en cuestión incluya la posibilidad de que el desarrollador pueda revisar y ajustar la declaración de la ENFICC, como se establece en el Artículo 41 de la resolución GREG 071 de 2006, cuando por condiciones de la variación de las condiciones en la producción del campo geotérmico se afecte la ENEIGG declarada.”*

### **EMGESA**

*“Teniendo en cuenta que la metodología de cálculo de ENFICC considera el esquema de “Energía Disponible Adicional”, para plantas térmicas e hidráulicas, se solicita incluir esta metodología para la geotermia, considerando las variación de temperatura estacional.”*

### **Respuesta**

Se aceptan los comentarios y en la Resolución se adicionarán los mecanismos que permitan la inclusión del Esquema de Energía Adicional para plantas geotérmicas y permitir ajustes en la declaración de la ENFICC, tal como se permite para el resto de las tecnologías de generación.

