



Ministerio de Minas y Energía

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS

RESOLUCIÓN N°. 227 DE 2015

(11 DIC. 2015)

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, “*Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas*”

LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS

En ejercicio de sus facultades legales, en especial de las conferidas por las Leyes 142 y 143 de 1994 y en desarrollo de los Decretos 1524 y 2253 de 1994,
y

CONSIDERANDO QUE:

Conforme a lo dispuesto por el artículo 9 del Decreto 2696 de 2004, concordante con el artículo 8 del Código de Procedimiento Administrativo de lo Contencioso Administrativo, la Comisión debe hacer públicos en su página web los proyectos de resolución de carácter general que prevé adoptar.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas en su sesión 693, de diciembre 11 de 2015, aprobó hacer público el proyecto de resolución “*Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas*”.

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1. Hágase público el proyecto de resolución “*Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas*”.

ARTÍCULO 2. Se invita a los agentes, a los usuarios, a las Autoridades Locales Municipales y Departamentales competentes y a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, para que remitan sus observaciones o sugerencias sobre la propuesta, dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la publicación de la presente Resolución en la página Web de la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

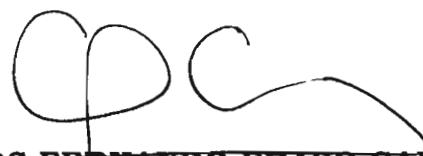
Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

ARTÍCULO 3. Las observaciones y sugerencias sobre el proyecto deberán dirigirse al Director Ejecutivo de la Comisión, al correo electrónico creg@creg.gov.co.

ARTÍCULO 4. La presente Resolución no deroga ni modifica disposiciones vigentes por tratarse de un acto de trámite.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C., a 11 DIC. 2015



CARLOS FERNANDO ERASO CALERO
Vicecministro de Energía
Delegado del Ministro de Minas y Energía
Presidente



JORGE PINTO NOLLA
Director Ejecutivo



Handwritten signatures are present at the bottom left corner of the document, appearing to be initials or names.

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

PROYECTO DE RESOLUCIÓN

Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas

LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS

En ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales, en especial las conferidas por las Leyes 142 y 143 de 1994, y en desarrollo de los Decretos 1524 y 2253 de 1994.

CONSIDERANDO QUE:

Según la Ley 143 de 1994, artículo 4, el Estado, en relación con el servicio de electricidad, tendrá como objetivos en el cumplimiento de sus funciones, los de abastecer la demanda de electricidad de la comunidad bajo criterios económicos y de viabilidad financiera, asegurando su cubrimiento en un marco de uso racional y eficiente de los diferentes recursos energéticos del país; asegurar una operación eficiente, segura y confiable en las actividades del sector; y mantener los niveles de calidad y seguridad establecidos.

La Ley 143 de 1994, artículo 20, definió como objetivo fundamental de la Regulación en el sector eléctrico, asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio.

Para el cumplimiento del objetivo señalado, la Ley 143 de 1994, artículo 23, le atribuyó a la Comisión de Regulación de Energía y Gas, entre otras, las siguientes funciones:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia, para lo cual, la oferta eficiente, en el sector eléctrico, debe tener en cuenta la capacidad de generación de respaldo;
- Valorar la capacidad de generación de respaldo de la oferta eficiente;
- Definir y hacer operativos los criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio de energía;
- Establecer el Reglamento de Operación para realizar el planeamiento y la coordinación de la operación del Sistema Interconectado Nacional; y

Según la Ley 142 de 1994, artículo 74, son funciones y facultades especiales de la CREG, entre otras, las de regular el ejercicio de las actividades de los sectores de energía y gas combustible para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente; propiciar la competencia en el sector de minas y

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

energía y proponer la adopción de las medidas necesarias para impedir abusos de posición dominante y buscar la liberación gradual de los mercados hacia la libre competencia; y establecer criterios para la fijación de compromisos de ventas garantizadas de energía y potencia entre las empresas eléctricas y entre éstas y los grandes usuarios.

La ley 142 de 1994, artículo 74, también le asignó a la Comisión de Regulación de Energía y Gas, la función de expedir el Reglamento de Operación para regular el funcionamiento del Mercado Mayorista de energía.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas, en desarrollo de los objetivos y funciones señalados, mediante la Resolución CREG 071 de 2006, adoptó la metodología para la remuneración del Cargo por Confiabilidad en el Mercado Mayorista.

Dado el interés que se ha manifestado por el desarrollo de plantas solares fotovoltaicas, la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, encuentra conveniente definir la metodología para la participación en el Cargo por Confiabilidad de este tipo de tecnología.

Los análisis para definir la metodología para la estimación de la energía firme de plantas solares fotovoltaicas se encuentran en el Documento CREG 145 del 11 de diciembre de 2015.

RESUME:

Artículo 1. Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad (ENFICC) de Plantas Solares Fotovoltaicas. La Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad de plantas, que produzcan Energía Eléctrica con paneles solares fotovoltaicas despachadas centralmente se determinará así:

Para el cálculo de la ENFICC de plantas solares fotovoltaicas, que tengan información de radiación horizontal y temperatura ambiente, se deberá contar con una serie histórica igual o mayor a diez (10) años, medida en el sitio de la planta. Los datos de radiación horizontal y temperatura ambiente deberán tener registros horarios. Se aplicará la siguiente metodología:

- Estimar la energía de una Planta solar fotovoltaica de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$EN [kWh/mes] = \frac{1}{I_{STC}} K_c \times K_{mc} \times V_m (TA) \times GHI_m \times (1 - IHF) \times POT_{dc}$$

Donde:

EN: Energía generada por hora en un mes [kWh/mes].

I_{STC}: Radiación en condiciones constantes. I_{STC}=1kW/m²

K_c: Constante por pérdidas de un sistema solar fotovoltaico. *K_c* = 0.8957.

AB *BB* *OF*

CPC

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

K_{inc} :	Constante a elegir de acuerdo al tipo de tecnología de estructura de soporte.
$V_m(TA)$:	Valor por pérdidas debidas a temperatura ambiente según el tipo de modulo fotovoltaico utilizado del mes m .
TA :	Promedio de temperatura ambiente para cada mes m [°C].
GHI_t :	Irradiación horizontal agregada para el mes m , [kWh-mes/m ²].
IHF :	Indisponibilidad Histórica Forzada.
POT_{dc} :	Potencia del conjunto de módulos fotovoltaicos [kWpeak].

Para el cálculo de la energía generada por hora en un mes, EN , sólo se tendrán en cuenta los datos de irradiación horizontal y de temperatura ambiente para aquellas horas del día en las cuales se tengan datos de irradiación horizontal diferente a cero.

Los valores correspondientes a constante K_{inc} se presentan a continuación, de acuerdo con la tecnología de estructura de soporte:

Tecnología de estructura de soporte	K_{inc}
Estructura fija orientada al SUR e inclinada en su grado óptimo.	0,9620
Estructura de seguidor a un eje horizontal Norte-Sur y rotación Este- Oeste con backtracking.	1,1861
Estructura de seguidor a un eje inclinado Norte-Sur y rotación Este- Oeste con backtracking.	1,1958
Estructura de seguidor a dos ejes sin backtracking.	1,2530

La ecuación correspondiente a las pérdidas por temperatura ambiente, $V_m(TA)$, es como sigue:

$$V_m(TA) = 1 - (a \cdot TA^3 + b \cdot TA^2 + c \cdot TA + d)$$

Los valores correspondientes a las constantes para a, b, c y d de $V_m(TA)$ se presentan a continuación, de acuerdo con la tecnología y el diseño:

Tipo módulo y estructura	a	b	c	d
Fija – cSi	3,80E-05	-0,0024	0,05224	-0,3121
Fija – TF	2,60E-05	-0,0017	0,0373	-0,2126
1Axis - cSi FLAT	1,10E-05	-0,0007	0,0185	-0,1157
1Axis - cSi TILT	1,10E-05	-0,0007	0,0185	-0,1157
1Axis - TF FLAT	-1,30E-05	0,0007	-0,0092	0,0501

*RAD
Herr
GJ*

65

CPC >

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

Tipo módulo y estructura	a	b	c	d
1Axis - TF TILT	-1,30E-05	0,00074	-0,0092	0,05011
2Axis - cSi	3,70E-06	-0,0002	0,01032	-0,0615

El CNO establecerá protocolos para verificar, actualizar e informar a la Comisión cambios que puedan presentar las constantes de las que habla este literal, una vez la planta entre en operación.

El cálculo del IHF se hará de acuerdo a la regulación vigente para plantas térmicas.

- b. Se calcula de la Energía E en kWh/día de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_t (\text{kWh / día}) = \frac{EN_{m,t} \times K_{med}}{\text{Días}_m}$$

Donde:

- E : Energía por hora - día para cada año t [kWh/día].
 $EN_{m,t}$: Valor mensual (m) de Energía para cada año t de la serie histórica, correspondiente al procedimiento definido en el literal anterior.
 K_{med} : Factor por uso de medidas reales de irradiación y degradación de la planta en el sitio o fuera del sitio de ubicación. K_{med} para datos que no estén en el sitio de la planta es 0.7795 y K_{med} para datos que estén en el sitio de la planta es 0.7942.
 Días_m : Número de días del mes m .

- c. Con los valores de Energía E para toda la serie histórica, correspondiente al procedimiento definido en el literal anterior, se construye una curva de distribución de probabilidad ordenando los resultados de menor a mayor. El menor valor corresponderá al 100% de probabilidad de ser superado (PSS) y el mayor valor corresponderá al 0% de PSS.
- d. Calcular la ENFICC para la planta.
1. ENFICC BASE: Corresponde a aquella generación que es capaz de entregar la planta en la condición del 100% de probabilidad de ser superada, PSS.
 2. ENFICC 95% PSS: Corresponde a aquella generación que es capaz de entregar la planta en la condición del 95% PSS de la curva de distribución de probabilidades. El valor que se asigne corresponderá a la energía calculada para el período más próximo a la condición del 95% PSS.

MDD *tt* *OS* *CPC*

ay

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

Parágrafo 1. El agente generador podrá declarar una ENFICC superior a la ENFICC Base e inferior a la ENFICC 95% PSS, siempre y cuando respalte la diferencia entre la ENFICC declarada y la ENFICC Base, con alguna de las siguientes dos opciones:

- Con una garantía de conformidad con lo establecido en el Capítulo VIII de la Resolución CREG 071 de 2006.
- Con contratos de energía firme de otro agente generador, los cuales deberán cubrir esta obligación con un horizonte de un año y deberán ser registrados ante el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, ASIC.

Parágrafo 2. Si el generador declara una ENFICC superior a la asociada al 95% PSS, se utilizará la ENFICC Base.

Parágrafo 3. En caso de no contar con las suficientes medidas de irradiación horizontal y temperatura ambiente en el sitio de la planta, el agente deberá presentar un dictamen técnico para desarrollar una estimación de las series históricas de la irradiación horizontal y temperatura ambiente en el sitio, partiendo de mediciones en el sitio de la planta y de series de irradiación horizontal y temperatura ambiente históricas conocidas de otros puntos de medición para cada hora.

El dictamen técnico será contratado por el agente generador interesado, cumpliendo lo dispuesto en el Anexo de esta Resolución. Este dictamen será realizado por una persona natural o jurídica de acuerdo con una lista autorizada por el Consejo Nacional de Operación, CNO.

Los resultados del dictamen técnico deberán ser aprobados por el CNO.

Artículo 3. Energía Disponible Adicional. La Energía Disponible Adicional de Plantas solares fotovoltaicas será la energía que excede la ENFICC declarada por el generador, calculada para cada uno de los meses del período que definió la ENFICC, como resultado del procedimiento del artículo 1 de esta Resolución.

Artículo 4. Adición de los formato 24 y 25 al numeral 5.2 del anexo 5 de la Resolución CREG 071 de 2006.

Adíjase el formato 24: Plantas Solares Fotovoltaicas y el formato 25: Serie histórica de irradiación solar horizontal.

Formato 24. Plantas Solares Fotovoltaicas.

Plantas Solares Fotovoltaicas								
Nombre	Capacidad Efectiva Neta ¹ (MWpeak)	Constantes V(TA)				K_c	K_{inc}	IHF (%)
		a	b	c	d			

¹ En ningún caso, durante el Período de Vigencia de la Obligación, la Capacidad Efectiva Neta registrada ante el Mercado de Energía Mayorista podrá ser superior al valor aquí declarado. El valor de CEN se puede actualizar según lo definido la Resolución CREG 096 de 2006.

[Handwritten signatures and initials over the bottom left corner]

Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

Formato 25. Serie Histórica de Irradiación Solar Horizontal

En este formato se deberá reportar la serie aprobada por el acuerdo del CNO vigente para dar cumplimiento al procedimiento de la información oficial de irradiación horizontal solar en el SIN.

Serie Histórica de Irradiación Solar Horizontal, GHI				
Planta	Año	Mes	Registro horario	kWh/m ²

Parágrafo 1. Se utilizará el formato 23 del numeral 5.2 del anexo 5 de la Resolución CREG 071 de 2006 para el reporte de las series horarias de temperatura ambiente.

Artículo 5. Verificación de parámetros Plantas Solares Fotovoltaicas. Los mecanismos de verificación de las constantes para la estimación de la ENFICC de plantas solares fotovoltaicas serán los siguientes:

- i. Para la Capacidad Efectiva Neta y las constantes definidas en el literal a del artículo 1 de esta Resolución, el dictamen técnico deberá ser claro y sin ambigüedades al indicar los procedimientos para su medición y verificación.
- ii. Para el caso de IHF se aplicará el mismo procedimiento de IHF Plantas Térmicas.
- iii. Para el caso de la serie histórica de irradiación solar horizontal y temperatura ambiente, el Consejo Nacional de Operación, CNO, diseñará un protocolo para su verificación y medición, en el término de tres meses a partir de la vigencia de esta resolución.

Artículo 6. Vigencia. Esta resolución rige a partir de su publicación en el *Diario Oficial* y deroga las normas que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Firmas del proyecto;



CARLOS FERNANDO ERASO CALERO
Viceministro de Energía
Delegado del Ministro de Minas y Energía
Presidente



JORGE PINTO NOLLA
Director Ejecutivo



Por la cual se ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, "Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas"

ANEXO**REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA CONTRATACIÓN DEL DICTAMEN TÉCNICO**

Para la definición de los términos de referencia de la contratación del Dictamen Técnico, el agente observará como mínimo las siguientes pautas:

1. El Dictamen Técnico deberá ser un concepto especializado de una persona natural o jurídica el cual consistirá en el desarrollo de una estimación de las series de irradiación solar horizontal y temperatura ambiente para cumplir lo dispuesto en el artículo 1 de esta Resolución, en caso de no contar con las series de irradiación solar horizontal y temperatura ambiente completas en el sitio de la planta.
2. Se requerirá un Dictamen Técnico para realizar una verificación de las contantes definidas en el literal a del artículo 1 de esta Resolución.
3. El contratista será elegido mediante un proceso de selección objetiva.
4. Se deberá entregar un informe final del dictamen técnico donde se explique y relacionen todos los estudios, métodos y análisis estadísticos que sirvieron de base para el dictamen.
5. Las pruebas que se requieran se realizarán siguiendo normas nacionales o internacionales.
6. Previo a la entrega del informe final, el contratista validará sus conclusiones con el agente contratante, dando acceso a las memorias de cálculo y permitiéndoles contradecir el informe y formular solicitudes de complementación o aclaración que se resolverán en el informe final.
7. El informe final del dictamen técnico debe ser entregado a la CREG.



CARLOS FERNANDO ERASO CALERO
Viceministro de Energía
Delegado del Ministro de Minas y Energía
Presidente



JORGE PINTO NOLLA
Director Ejecutivo

