



**Comisión de Regulación  
de Energía y Gas**

**ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA  
RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015  
(METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS  
SOLARES FOTOVOLTAICAS)**

**DOCUMENTO CREG-154**  
**19 DE DICIEMBRE DE 2016**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE  
REGULACIÓN DE ENERGÍA Y  
GAS.**

## CONTENIDO

1. ANTECEDENTES .....	6
2. INFORMACIÓN GENERAL.....	7
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
4. OBJETIVOS .....	8
5. ALTERNATIVAS .....	8
6. ANALISIS DE IMPACTOS .....	8
7. CONSULTA PÚBLICA .....	8
7.1 Metodología cálculo ENFICC .....	9
7.2 Energía disponible adicional .....	14
7.3 Otros .....	15
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	17
9. REFERENCIAS.....	18
ANEXO: FORMULARIO COMPETENCIA SIC .....	19

### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 5 de 18

ED

## 1. ANTECEDENTES

La actividad de generación de energía eléctrica en Colombia, se rige por lo dispuesto en las leyes 142 y 143 de 1994. De acuerdo con lo contemplado en dichas leyes esta actividad se realiza a cuenta y riesgo del inversionista, en la medida que la generación de energía se considera como un segmento en el que hay cierto nivel de competencia y por ende, las señales de mercado lograrían las asignaciones eficientes.

Esta concepción implica que el marco regulatorio que la CREG ha desarrollado para la actividad de generación propende por incentivar la competencia entre los agentes que participan en este segmento, a través de reglas generales que deben cumplir todos los generadores sin importar su tecnología, ni sus costos de operación.

Por otra parte, la Ley 143 de 1994 define el Mercado Mayorista de Energía Eléctrica en el artículo 11 como “el mercado de grandes bloques de energía eléctrica, en que generadores y comercializadores venden y compran energía en el Sistema Interconectado Nacional, con sujeción al Reglamento de Operación”. Es decir, es el mercado donde los generadores conectados al Sistema Interconectado Nacional venden la energía que generan al mercado mayorista, y los comercializadores compran del mercado la energía que requieren para atender a los usuarios conectados a dicho Sistema. Es decir, es en este mercado donde se transa la totalidad de la energía que se produce y que se consume por quienes se encuentran interconectados en el Sistema Interconectado Nacional, sin importar el tipo de tecnología que utilizan para la generación.

En el Mercado se realizan varios tipos de transacciones, que les permiten a los generadores vender su energía y obtener de manera competitiva la remuneración de los diversos costos en que incurren, así como la rentabilidad de su inversión, tales como las transacciones en la Bolsa de Energía, los contratos de energía a largo plazo, obligaciones de energía firme para el Cargo por Confiabilidad, generaciones de seguridad, etc.

En cuanto a la metodología para la remuneración del Cargo por Confiabilidad, CxC, en el Mercado Mayorista, esta fue adoptada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, CREG, mediante la Resolución CREG 071 de 2006, en desarrollo de los objetivos y sus funciones señaladas en las leyes 142 y 143 de 1994.

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

Por lo cual la CREG contrató una consultoría especializada con la firma FONROCHE con el objeto de que diseñara la metodología de cálculo de energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas. Metodología que se publicó a comentarios a través del documento anexo de la Circular CREG 083 de 2015. En la cual los agentes interesados realizaron comentarios y la firma consultora dio respuesta a los temas técnicos que eran alcance de su consultoría en el documento que se anexa a este (*Anexo 1-FONROCHE*).

6

### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 6 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

Con base en este estudio, la Comisión estableció la metodología de cálculo de ENFICC para estas plantas para comentarios, la cual se publicó en la Resolución CREG 227 de 2015 *Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas* junto con el documento soporte CREG 145 de 2015.

## 2. INFORMACIÓN GENERAL

La Resolución CREG 071 de 2006 definió el mecanismo de remuneración del Cargo por Confiabilidad, el cual asegura el suministro de energía y brinda cobertura de precio a la demanda nacional o doméstica.

Por lo cual, en este mecanismo la demanda asume el costo de una prima denominada el costo del CxC, la cual es utilizada para remunerar a las plantas de generación que participan en este mecanismo, y donde estas se comprometen a generar su Obligación de Energía Firme, OEF, cuando el precio de bolsa supera el precio de escasez.

De lo anterior, la OEF que asume una planta de generación será una obligación que corresponde a un valor menor o igual a la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, que esta planta puede ofrecer.

Dado que en el CxC participan las plantas de generación de acuerdo con su ENFICC, y esta depende del tipo de tecnología utilizada para generar energía. Se ha hecho necesario definir la metodología de cálculo ENFICC de las plantas solares fotovoltaicas debido a su alto interés.

## 3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con base en la propuesta de metodología de cálculo ENFICC para plantas solares fotovoltaica realizada por la firma FONROCHE, publicada en el anexo de la Circular CREG 083 de 2015 y tenido en cuenta los comentarios de los agentes interesados, la CREG publicó para comentarios la Resolución CREG 227 de 2015, *Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas*.

De la anterior, se identificaron dos comentarios en los factores que se incluyen en el cálculo de la ENFICC solar fotovoltaica que podrían modificar el valor estimado de energía. El primer comentario hace énfasis a los factores de indisponibilidad de la planta y las interrupciones de la red que se incluyen en el producto de los factores que se adicionan al factor  $K_c$  el cual corresponde a los aspectos de construcción. En este comentario los agentes hacen mención de que estos factores no son necesarios incluirlos en la metodología de cálculo ENFICC, ya que la Resolución CREG 071 de 2006 cuenta con la metodología para definir la indisponibilidad histórica de salidas forzadas, IHF, de las plantas.

### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 7 de 18

El segundo comentario hace relación al factor de degradación de los módulos fotovoltaicos  $K_{med}$  el cual es considerado también en el cálculo de la ENFICC. De este se propone sea tenido en cuenta para el cálculo, la curva de degradación que fue presentada por los consultores.

#### 4. OBJETIVOS

El objetivo que se persigue con la propuesta de cálculo de la ENFICC solar fotovoltaica, es incentivar la participación de este tipo de tecnología en el Cargo por Confiabilidad y materializar a favor de la demanda los bajos costos variables que ofrece esta tecnología en el mercado de energía mayorista de corto plazo.

#### 5. ALTERNATIVAS

La alternativa de metodología de cálculo ENFICC para plantas solares fotovoltaicas es la presentada en la Resolución CREG 227 de 2015, en la cual no se incluye los factores de indisponibilidad de la planta y de la red, dado que el índice IHF cumple con este objetivo. Adicionalmente, en el factor de degradación  $K_{med}$  es considerada la curva típica de degradación hasta los 20 años posibles de asignación de OEF.

#### 6. ANALISIS DE IMPACTOS

La metodología de cálculo de la ENFICC de plantas solares fotovoltaicas tiene como objetivo incentivar la participación de este tipo de tecnologías en el Cargo por Confiabilidad. Del cual se espera tener un impacto positivo para la demanda ya que estas tecnologías se caracterizan por ser de costos variables bajos, lo cual aumentaría la competencia en el mercado mayorista de corto plazo al haber una mayor penetración de este tipo de tecnología.

#### 7. CONSULTA PÚBLICA

En esta sección se incluye la lista de los remitentes que realizaron comentarios al proyecto de resolución CREG 227 de 2015, los cuales se dividen en tres partes. En la primera se presentan los comentarios a la metodología de cálculo ENFICC, en la segunda los comentarios respecto a la energía disponible adicional y por último, en la tercera parte se incluyen los comentarios que han sido definidos como *Otros*.

A continuación se presenta la lista de remitentes que enviaron comentarios al proyecto de resolución:

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 8 de 18

	Remitente	Radicado
1	ACOLGEN	E-2016-001433
2	CELSIA	E-2016-001437
3	DAVID RAMÍREZ	E-2016-008349
4	EMGESA S.A. E.S.P.	E-2016-001407 E-2016-001637
5	EMPRESA DE ENERGÍA DE PEREIRA S.A. E.S.P.	E-2016-000691
6	ENEL	E-2016-001443
7	EPM E.S.P.	E-2016-001425
8	ISAGEN S.A. E.S.P.	E-2016-001342
9	PROCOLOMBIA	E-2016-003863
10	SUNEDISON	E-2016-001568
11	UPME	E-2016-001892
12	XM S.A. E.S.P.	E-2016-001065 E-2016-001310

Los comentarios recibidos por parte de estos remitentes serán analizados de acuerdo con la agrupación de inquietudes que se mencionaron anteriormente:

## 7.1 Metodología cálculo ENFICC

### Comentario 1.

- *Consideramos pertinente revisar algunos aspectos de metodología, como la definición de las constantes asociadas a la tecnología de soporte de la planta para el cálculo de la energía generada.*
- *Sugerimos permitir a los agentes decidir el valor de las constantes de diseño de la central sujeto a que los valores sean auditados por un tercero experto en este tipo de proyectos. Los resultados de la auditoría deben ser presentados al regulador como un requisito para participar en las subastas de asignación de OEF.*
- *Consideramos pertinente que se brinde la posibilidad de realizar cambios en las constantes definidas en el literal a del artículo 1 una vez el CNO haya establecido los protocolos y antes de la asignación inicial del cargo.*

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 9 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

- *Consideramos que definir factores fijos no es correcto ya que dependiendo de las características y del diseño de cada planta, varía el resultado de producción de energía. Por lo tanto, para el caso solar, se deberían reportar los parámetros de cada planta y la producción de energía y después, estos datos ser certificado por un tercero independiente utilizando software apropiado.*
- *Consideramos que la actualización de las constantes del literal a) del artículo 1 debe realizarse antes de que el proyecto entre en operación, ya que el valor de estas es fundamental para el análisis de viabilidad económica y financiera.*
- *Sugerimos que se revise la fórmula y los coeficientes descritos en la Resolución con el consultor.*
- *Se considera pertinente brindar la posibilidad de realizar cambios en las constantes definidas en el literal a del artículo 1.*
- *Los parámetros para determinar la ENFICC debe tener la suficiente flexibilidad para ajustarse a los cambios tecnológicos (repetida)*

## Respuesta

Este tipo de comentarios también fueron realizados por todos los agentes y terceros interesados al documento de los consultores *FONROCHE* que se anexó a la Circular CREG 083 de 2015, [1]. Los consultores como respuesta a estos comentarios consideran que su modelación es estándar con el objetivo de simplificar todo este tipo de aspectos y obtener un valor conservador a la declaración de ENFICC, en que su metodología refleja la tecnología actual y donde los avances tecnológicos no son predecibles en más de 5 años vista. La respuesta de los consultores a estos comentarios se encuentra como documento anexo a este (*Anexo 1 – FONROCHE*).

Sin embargo, cuando se encuentren cambios justificados a los parámetros de cálculo de ENFICC estos serán presentados a la Comisión para realizar los cambios necesarios.

## Comentario 2.

- *El efecto de generaciones inferiores a la capacidad de la planta (POTDC) ya está considerando en la formulación de la energía mensual (EN), pues al tomar la serie de datos reales de irradiación, los "derrateos" que incorpora el IHF térmico ya están considerados. En este sentido, considerar el IHF de misma manera que para una planta solar fotovoltaica, duplicaría el efecto de la disponibilidad inferior a la CEN castigando el cálculo.*
- *Sugerimos que el IHF con información insuficiente tomen un valor independiente acorde con experiencias internacionales y no tomar el valor del IHF para las plantas térmicas que requieren mayor y diferente mantenimiento.*

## ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 10 de 18

- *Consideramos que el cálculo del IHF debe excluir las horas del día en las cuales se tengan datos de irradiación horizontal igual a cero.*

### Respuesta

En el documento publicado en [1] y en el informe final de los consultores publicado como segundo anexo a este documento (*Anexo 2–FONROCHE*). Se sugirió en la metodología del cálculo ENFICC de las plantas solares fotovoltaicas un factor de indisponibilidad  $K_{nd}$ , el cual se incluyó en la Resolución CREG 227 de 2015 a través del factor  $K_C$ .

Dado que en la metodología anterior también se incluyó el índice de indisponibilidad histórica de salidas forzadas, IHF, el cual tiene como objetivo considerar la indisponibilidad de la planta en el cálculo de la ENFICC, consideramos que no es necesario que el factor  $K_{nd}$  sea incluido en la metodología ya que se tendría un doble efecto de indisponibilidad.

Se aclara que la metodología del cálculo del IHF para estas plantas sería similar al que se utiliza para las plantas hidráulicas, índice que tiene en cuenta la horas de operación en línea y las horas de indisponibilidad, lo cual lo hace indiferente con respecto a horas de luz día. Adicionalmente, se advierte que no se tomará el IHF calculado por alguna planta en particular cuando no se tienen datos históricos, sino similar para esta tecnología, la misma ya definida para plantas hidráulicas.

### Comentario 3.

*Adicional a la tarea delegada al CNO en el artículo 1, se propone adicionar el siguiente artículo:*

*"Para efectos de las tareas delegadas al Consejo Nacional de Operación, confórmese un grupo de trabajo el cual podrá contar con la participación de personas expertas vinculadas al área técnica u operativa de empresas con amplia experiencia a nivel internacional en la generación solar fotovoltaica en interés en el mercado eléctrico colombiano"*

*Se sugiere respetuosamente que los protocolos presentados por el CNO, sean publicados para consulta de todos los agentes interesados.*

### Respuesta

Aclaremos que el Consejo Nacional de Operación, CNO, es creado por el artículo 36 de la Ley 143 de 1994 donde se definen sus funciones principales. Su conformación es definida por el artículo 37 de la misma Ley y del Decreto 2238 de 2009. Por tanto, le daremos traslado de su comentario al CNO.

### Comentario 4.

- *En el literal "a" donde se hace referencia a la energía producida o que se produciría en un mes particular, se sugiere ajustar redacción del texto: "(...) estimar la energía de*

11

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 11 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

BA

22

una Planta (...)” por: “estimar la energía mensual desde la serie histórica del recurso asociado a la Planta”. Igualmente hacer referencia al mes “m” del año “t”, como subíndices en la ecuación, para que se facilite la comprensión de los pasos siguientes de la metodología, es decir, se recomienda utilizar  $EN_{m,t}$  que hace referencia a la energía generada del mes m y año t.

- En el literal “b” se sugiere ajustar algunos de los subíndices de la ecuación y definición de variables.
- En el literal “c” se sugiere ajustar cambiar “E” por “ $E_{m,t}$ ”

## Respuesta

Se aceptan los comentarios y se realizarán los ajustes para su mejor comprensión.

## Comentario 5.

- Considerando que la generación de energía en Colombia no ha sido tradicionalmente basada en fuentes no convencionales como la energía solar, inquieta un poco la exigencia de una serie histórica de al menos 10 años exigida en la resolución en comento para el cálculo de la energía en firme para el cargo por confiabilidad de plantas solares fotovoltaicas.
- Se solicita establecer una ENFICC mínima para aquellos proyectos solares fotovoltaicos que no cuenten con información suficiente de irradiación solar horizontal y temperatura ambiente. Se propone que para determinar el valor de esta ENFICC mínima se definan los umbrales más conservadores de los parámetros definidos en la Resolución.
- Se sugiere que para estimar las series históricas se otorgue un periodo de transición posterior a la construcción de las plantas o se permita utilizar el mapa solar publicado por la UPME o las mediciones de plataformas como SolarGIs o Meteonorm y posteriormente se ajusten con el Dictamen Técnico, que entre otras no está claro en la Resolución CREG 227 cuál será el periodo de medición para que conserve la validez estadística.
- Según el IDEAM la representatividad de las mediciones de datos de una estación de radiación solar tiene un radio de 50 km, manifestación realizada por la subdirección de meteorología de dicha entidad. A diferencia de caso eólica, es posible tener un poco de flexibilidad sobre la afirmación “en el sitio de la planta”.
- Que se permita el uso de bases de datos satelitales reconocidas internacionalmente como fuentes de información para inferir la radiación, como alternativa y/o complemento al uso de la información del IDEAM, u otras entidades en sus estaciones de medición.

## ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 12 de 18

4

LD

- *Se sugiere que se puedan utilizar metodologías de cálculo como las descritas en el Atlas de Radicación Solar del IDEAM para considerar otras posibilidades de orientación de inclinación para estructuras fijas*
- *Se recomienda que la medición de la temperatura sea realizada máximo a 2 metros del suelo de acuerdo con estándares internacionales*

### Respuesta

Como en la capacidad instalada del parque de generación colombiano no hay generación solar fotovoltaica, es comprensible que no se tenga experiencia en este tipo de tecnología, por tanto, para definir la ENFICC de esta tecnología se hace necesario estimarla a través de datos históricos.

De lo anterior, se hizo necesario contratar consultores internacionales expertos (FONROCHE) en esta área.

En el documento de [1] y en el documento final de los consultores que se anexa como segundo documento a este, los expertos consideran que para estimar la ENFICC de este tipo de tecnologías a partir de una base de datos meteorológicos y garantizar un mínimo aceptable de fiabilidad es necesario contar con un histórico de datos de al menos de 10 años.

De igual manera, los consultores proponen algunas bases de datos meteorológicos disponibles para lo cual se hace posible a partir de la metodología definida por ellos, calcular la ENFICC de plantas solares fotovoltaicas potenciales a instalar en Colombia.

La norma exige que la metodología de cálculo de la ENFICC debe tener un dictamen técnico por parte de una persona natural o jurídica experta en este tipo de tecnología, donde el CNO será la entidad encargada de definir la lista de los auditores para este dictamen.

Se aclara que los datos históricos de radiación solar de cualquier base de datos de una entidad oficial, podrían ser utilizados como referencia para el cálculo ENFICC sin perjuicio del dictamen técnico exigido.

### Comentario 6.

- *Que se defina un margen de tolerancia razonablemente aceptable para la distancia entre la ubicación de las estaciones de medida utilizadas y el sitio de la planta para los casos en los que no se disponga de las medidas de radiación para el sitio exacto de ubicación de la planta, con el fin de garantizar la representatividad de las medidas existentes y que las estimaciones se realicen con valores de precisión e incertidumbre aceptables.*

### Respuesta

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 164	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 13 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

En [1] y en el documento final de los consultores (FONROCHE) que se anexa como segundo documento a este, se aclara qué tipo de requisitos deben cumplir los equipos de medición para estimar la ENFICC de las plantas solares fotovoltaicas a partir de uso de medidas reales en sitio. Sin embargo, la toma de datos meteorológicos se podrá hacer sin perjuicio de los protocolos de verificación de toma de datos que defina el CNO y el dictamen técnico.

#### Comentario 7.

- *Se propone que el factor  $K_{med}$  se aplique a la curva típica anual de degradación relacionada en el numeral 5.2.5 de la consultoría desarrollada por Fonroche*
- *La metodología propuesta exige 10 años de información de irradiación y temperatura en sitio, sin embargo a la energía por hora día se aplica un factor  $k_{med}$  de 0.7795 cuando no se tiene información del sitio y 0.792 lo que genera las siguientes inquietudes*

*¿Por qué se introduce este coeficiente el cálculo?*

*¿Cuál es el fundamento teórico del mismo?*

*¿Cuál sería el beneficio para el proyecto de tener 10 años de información en relación con su energía firme, si la energía diaria presentaría una variación de menos del 2% según la norma propuesta?*

#### Respuesta

Se aclara que el factor  $K_{med}$  definido en el proyecto de resolución [2], es el recomendado por los consultores en [1] y en el documento final de ellos que se anexa como segundo documento a este, debido a la degradación de los módulos, donde 0.7795 es el factor de degradación para datos de irradiación que no estén en el sitio de la planta, y 0.7942 para datos de irradiación en el sitio de la planta. Estos valores se obtuvieron del valor medio entre P95 y P99 para el año 20 de las tablas presentada en [1] (págs. 65 y 66)

Sin embargo, se acepta el comentario y se aplicará la curva típica anual de degradación propuesta por los consultores, donde se tomará el valor medio entre los valores correspondientes a la probabilidad excedentaria P99 y P95 de acuerdo con la toma de datos si son corresponden a la ubicación de la planta o de una base datos meteorológicos.

### 7.2 Energía disponible adicional

#### Comentario 8.

*Solicitamos adicionar al texto de la Resolución que para la verificación de la ENFICC que estaría a cargo del CND, la CREG publicará mediante Circular el modelo al cual se le ingresan los parámetros declarados por el agente y que dará como resultado la ENFICC y la EDA a ser utilizada por el CND para la respectiva verificación.*

14

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 14 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

## Respuesta

Se especificará en la resolución definitiva que será publicado mediante circular CREG el modelo al cual se le ingresarán los parámetros que utilizará el CND para la verificación de la ENFICC y la EDA de las plantas solares fotovoltaicas.

### 7.3 Otros

#### Comentario 9.

*Se sugiere cambiar "Wpeak" por "Wpico", así mismo en el formato 25, cambiar la palabra irradiación por insolación, debido a que la irradiación es genérica y la insolación es la medida de la energía acumulada de la radiación o irradiación, que incide por unidad de área en un lapso determinado de tiempo (horas, días, semanas). Ver:*

*<https://livingonsolarpower.wordpress.com/2013/03/23/basic-solar-energy-math/>*

## Respuesta

Se realizará el primer cambio sugerido.

En cuanto a la solicitud de cambiar la palabra *irradiación* por *insolación*, aclaramos que de acuerdo con la literatura especializada en [3] y [4], se define lo siguiente:

*La irradiancia solar es la potencia de radiación solar por unidad de área incidente en una superficie. Sus unidades en el S.I. son  $W/m^2$ . La irradiación solar es la integral durante un periodo temporal de la irradiancia y, por tanto, es la energía de radiación solar por unidad de área incidente en una superficie. Sus unidades en el S.I. son  $Wh/m^2$ .*

Por lo anterior, entendemos que la palabra *irradiación* como variable de energía por unidad de área recomendada por los consultores FONROCHE en [1], es la adecuada.

#### Comentario 10.

*Solicitamos a la Comisión establecer los eventos de incumplimiento asociados a la presentación de la garantía mencionada en el literal a), para las Plantas Fotovoltaicas con ENFICC Incremental, y cuál sería la forma de verificación de estos eventos. Lo anterior, debido a que actualmente los eventos de incumplimiento definidos en el Artículo 21 del Capítulo 6 del Reglamento de Garantías (Resolución CREG 061 de 2007), solo están considerando Plantas Hidráulicas.*

## Respuesta

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 15 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

Se reconoce que es necesario definir los eventos de incumplimiento de la *ENFICC incremental* para plantas solares fotovoltaicas, los cuales serán definidos en la resolución definitiva.

#### Comentario 11.

*Que se permita usar estimaciones de radiación a partir de brillo solar (información que está disponible), considerando la incertidumbre que existe al calcular valores de radiación a partir de esta otra variable y dando un margen de tolerancia apropiado para estos casos.*

#### Respuesta

De acuerdo con la literatura especializada y las recomendaciones de los consultores como se respondió anteriormente, la irradiación es la variable a considerar como la energía por unidad de área (Wh/m<sup>2</sup>) en la superficie del panel fotovoltaico. Adicionalmente, los consultores en [1] y en el documento final de los consultores que se anexa como segundo documento a este, recomiendan algunas base de datos para obtener la información histórica de irradiación.

#### Comentario 12.

- Agradecemos que en el cálculo de la ENFICC de los proyectos a realizarse en la Guajira, y en cuya instalación se utilice una estructura de soporte fija, se considere no solo la radiación global horizontal sino también la radiación global sobre el plano inclinado en su ángulo óptimo, ya que a medida que se incrementa la latitud la ganancia energética obtenida sobre la superficie inclinada respecto a la horizontal se incrementa.*

#### Respuesta

Los consultores en [1] y en el informe final de los consultores que se publica como segundo anexo a este documento consideraron una modelación estándar que simplifica todo tipo de tecnología de estructura de soporte, del cual se incluye las *estructuras fijas orientadas al sur e inclinada en su grado óptimo*. Estandarización que igualmente se encuentra incluida en la metodología propuesta en la Resolución CREG 227 de 2015.

#### Comentario 13.

*Sugerimos que se analice la complementariedad que proporcionan los proyectos de generación basados en fuentes renovables no convencionales al portafolio de generación de las empresas para la determinación de la energía firme a remunerar.*

#### Respuesta

Le aclaramos que el cálculo ENFICC de los proyectos de generación que participan en el Cargo por Confiabilidad se revisa de forma independiente. La complementariedad de las fuentes no convencionales de energía renovable, FNCER, con las fuentes convencionales

16

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 16 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

en condiciones críticas podrá materializarse a través de las rentas infra marginales que podrían obtener las FNCER en el corto plazo y en los contratos de energía de largo plazo que hayan comprometido.

#### Comentario 14.

*Es necesario que se defina cómo se harán exigibles las OEF para aquellas horas del día en las cuales la irradiación horizontal es cero*

#### Respuesta

En el Anexo 1 de la Resolución CREG 071 de 2006 se establece que la obligaciones de energía firme respaldada, ODEFR, por planta son calculadas en valor diario, por tanto, el cálculo de las OEF diarias de este tipo de plantas considerará la energía firme que pueden entregar en el día. Igualmente, en el Anexo 7 de la Resolución CREG 071 de 2006, la verificación de las OEF en condición crítica se realiza de forma diaria

En caso de presentarse una desviación positiva de OEF, el Anexo 7 de la resolución mencionada define la modulación de la OEF diaria y la generación diaria por las horas en que estuvo la planta fotovoltaica en operación y la remuneración de la desviación positiva de acuerdo con el precio de bolsa horario correspondiente donde hubo generación ideal horaria. Por lo tanto, no vemos necesario realizar dicho ajuste en el Anexo 7 de la Resolución CREG 071 de 2006.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda adoptar la metodología del cálculo ENFICC para plantas solares fotovoltaicas propuesta en la Resolución CREG 227 de 2015 con las siguientes consideraciones:

- Los factores de pérdidas adicionados en el factor  $K_c$ , será igual 0,9139 que corresponderá al producto de los factores:  $K_{PVs}=0,976$ ;  $K_{ohm}=0,985$ ;  $K_d=0,98$ ; y  $K_s=0,97$ , que se encuentran propuestos en el documento final de los consultores que se anexa como segundo documento a este (*Anexo 2-FONROCHE*).
- En el factor de degradación de los módulos fotovoltaicos  $K_{med}$  se aplicará la curva típica anual de degradación que fue propuesta por los consultores (*Anexo 2-FONROCHE*), donde se tomará el valor medio entre la probabilidad excedentaria P99 y P95 si la toma de datos será en sitio o fuera de la ubicación de la planta solar fotovoltaica.

#### ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015 (METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 17 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

## 9. REFERENCIAS

- [1] Comisión de Regulación de Energía y Gas, Circular CREG 083 de 2015 Anexo, 2015.
- [2] Comisión de Regulación de Energía y Gas, Proyecto Resolución CREG 227 de 2015, 2015.
- [3] International Energy Agency, Renewable Energy TECHNOLOGIES. Solar Energy Perspectives, 2011.
- [4] O. Perpiñán Lamigueiro, Energía Solar Fotovoltaica, 2013.

**ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015  
(METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)**

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 18 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.



**ANEXO: FORMULARIO COMPETENCIA SIC****Cuestionario de evaluación de la incidencia sobre la libre competencia de los actos administrativos expedidos con fines regulatorios.**

En desarrollo de lo establecido en el artículo 7 de la Ley 1340 de 2009, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo expidió el Decreto 2897 de fecha 5 de agosto de 2010, compilado en el Decreto 1074 de 2015, en el que determinó las autoridades que deben informar a la Superintendencia de Industria y Comercio sobre los proyectos de acto administrativo que se proponen expedir con fines de regulación, así como las reglas aplicables para la rendición por parte de esa Superintendencia del concepto previo a que hace referencia el artículo 7 de la Ley 1340 de 2009. En desarrollo de lo establecido por el artículo 2.2.2.30.5 del Decreto 1074 de 2015, la Superintendencia de Industria y Comercio adoptó mediante Resolución 44649 de 2010 el cuestionario para la evaluación de la incidencia sobre la libre competencia de los proyectos de actos administrativos expedidos con fines regulatorios a que hace referencia el citado artículo del Decreto 1074 de 2015.

A continuación se presenta el análisis efectuado por la CREG, con base en el cuestionario adoptado por la SIC:

**Objeto de regulación:** Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas.

**No. DE RESOLUCIÓN O ACTO:** Resolución CREG 243 de 2016

**COMISIÓN O ENTIDAD QUE REMITE:** COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS, CREG

**RADICACIÓN:** \_\_\_\_\_

No.	Preguntas afectación a la competencia	Si	No	Explicación	Observaciones
1.	¿La regulación limita el número o la variedad de las empresas en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto:		X		
1.1	Otorga derechos exclusivos a una empresa para prestar servicios o para ofrecer bienes.		X		
1.2	Establece licencias, permisos, autorizaciones para operar o cuotas de producción o de venta.		X		
1.3	Limita la capacidad de cierto tipo de empresas para ofrecer un bien o prestar un servicio.		X		

19

**ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015  
(METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)**

Proceso <b>REGULACIÓN</b>	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento <b>DOCUMENTO CREG 154</b>	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 19 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

No.	Preguntas afectación a la competencia	Si	No	Explicación	Observaciones
1.4	Eleva de manera significativa los costos de entrada o salida del mercado para las empresas.		X		
1.5	Crea una barrera geográfica a la libre circulación de bienes o servicios o a la inversión.		X		
1.6	Incrementa de manera significativa los costos:		X		
1.6.1	Para nuevas empresas en relación con las empresas que ya operan en un mercado o mercados relevantes relacionados, o		X		
1.6.2	Para unas empresas en relación con otras cuando el conjunto ya opera en uno o varios mercados relevantes relacionados.		X		
2ª.	¿La regulación limita la capacidad de las empresas para competir en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto:		X		
2.1	Controla o influye sustancialmente sobre los precios de los bienes o servicios o el nivel de producción.		X		
2.2	Limita a las empresas la posibilidad de distribuir o comercializar sus productos		X		
2.3	Limita la libertad de las empresas para promocionar sus productos.		X		
2.4	Exige características de calidad de los productos, en particular si resultan más ventajosas para algunas empresas que para otras.		X		
2.5	Otorga a los operadores actuales en el mercado un trato diferenciado con respecto a las empresas entrantes.		X		
2.6	Otorga trato diferenciado a unas empresas con respecto a otras.		X		
2.7	Limita la libertad de las empresas para elegir sus procesos de producción o su forma de organización industrial.		X		
2.8	Limita la innovación para ofrecer nuevos productos o productos existentes pero bajo nuevas formas-		X		
3ª.	¿La regulación implica reducir los incentivos de las empresas para competir en uno o varios mercados relevantes relacionados? Es posible que esto suceda, entre otros eventos, cuando el proyecto de acto:		X		

**ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015  
(METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)**

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 20 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.

No.	Preguntas afectación a la competencia	Si	No	Explicación	Observaciones
3.1	Genera un régimen de autorregulación o corregulación.		X		
3.2.	Exige o fomenta el intercambio de información entre competidores o la publicación de información sobre producción, precios, ventas o costos de las empresas.		X		
3.3.	Reduce la movilidad de los clientes o consumidores entre competidores mediante el incremento de los costos asociados con el cambio de proveedor o comprador.		X		
3.4	Carece de claridad suficiente para las empresas entrantes sobre las condiciones para entrar u operar.		X		
3.5	Exime una actividad económica o a unas empresas estar sometidas a la ley de competencia.		X		
4.0	CONCLUSIÓN FINAL				La CREG considera que las medidas adoptadas no inciden negativamente en la libre competencia.

**ANÁLISIS DE COMENTARIOS A LA RESOLUCIÓN CREG 227 DE 2015  
(METODOLOGÍA ENFICC DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS)**

Proceso	REGULACIÓN	Código: RG-FT-005	Versión: 0
Documento	DOCUMENTO CREG 154	Fecha última revisión: 28/10/2016	Páginas: 21 de 18

Toda copia en PAPEL es un "Documento no Controlado" a Excepción del original, por favor asegúrese de que ésta es la versión vigente del documento. La impresión o fotocopia, total o parcial, de su contenido, está restringida sin la autorización expresa del Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión.