

ESQUEMA DE COMERCIALIZACIÓN PARA SOLUCIONES INDIVIDUALES EN EL MARCO DEL PROGRAMA COLOMBIA SOLAR.

El esquema de comercialización tiene como objetivo implementar un mecanismo mediante el cual, el agente comercializador podrá efectuar la medición y liquidación de la energía entregada a los usuarios beneficiarios a través de los sistemas solares fotovoltaicos integrados e instalados en cada una de las viviendas correspondientes.

a. COBERTURA DE CONSUMO

El Programa Colombia Solar tiene como objetivo cubrir la energía equivalente al consumo básico de subsistencia de cada usuario beneficiario, parcialmente. Para ello, se determina el consumo elegible para el otorgamiento del beneficio dentro del Programa Colombia Solar, con base en la información de consumo mensual registrada por el comercializador del servicio.

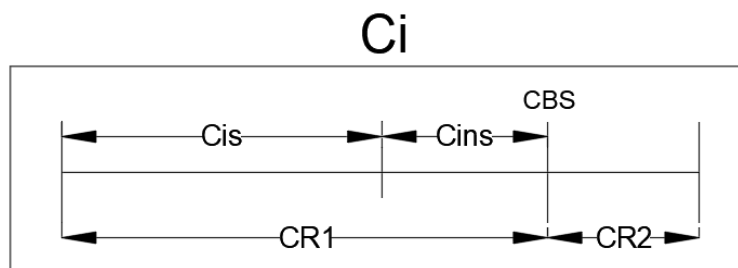
En primera instancia, se conoce el consumo mensual de cada usuario, el cual se definirá como C_i y corresponde al valor medido mensualmente por el comercializador del servicio. Este consumo se divide en dos rangos:

- Rango 1 (CR_1): Corresponde a los consumos desde 0 kWh hasta el Consumo básico de Subsistencia (CBS). Este Consumo Básico de Subsistencia es definido por la UPME y depende de la altitud donde se encuentre el usuario beneficiario (130 kWh o 173 kWh). Este rango puede ser objeto de beneficio dentro del marco del Programa Colombia Solar.
- Rango 2 (CR_2): Corresponde a los consumos superiores al Consumo Básico de Subsistencia (CBS). Este rango no es elegible para el beneficio bajo el Programa Colombia Solar.

A su vez, el Rango 1 se subdivide en dos subrangos:

- Subrango 1 (C_{is}): Consumo efectivamente beneficiado por el Programa Colombia Solar para cada usuario.
- Subrango 2 (C_{ins}): Diferencia entre el consumo Básico de subsistencia (CBS) y el consumo efectivamente beneficiado por el Programa Colombia Solar (C_{is}) para cada usuario.

Esta desagregación permite establecer con precisión qué fracción del consumo total de los usuarios será cubierta mediante generación solar y cuál permanecerá asociada a la energía adquirida desde la red, garantizando la trazabilidad de los beneficios dentro del esquema de liquidación del Programa Colombia Solar.



b. BALANCE ENERGÉTICO

Para cada período de liquidación (mensualmente), el balance energético de los sistemas solares fotovoltaicos individuales se debe cumplir a través de la siguiente relación:

$$E_{red} + E_G = C_i + E_S + E_{EX} \quad (1)$$

Donde:

- E_{red} representa la energía suministrada por el Sistema Interconectado Nacional o por otro respaldo equivalente

Continuación de la Resolución: ““Por la cual se incluyen modificaciones a la Resolución MME 40159 de 2026, mediante la cual se reglamentaron los artículos 2.2.3.2.4.17 y 2.2.3.2.4.21 del Decreto 1073 de 2015 en lo relacionado con el Programa Colombia Solar””

- E_G corresponde a la energía generada por el sistema solar del proyecto
- C_i es la energía total consumida por el usuario beneficiario i durante el periodo.
- E_S es la energía equivalente asociada a la sostenibilidad del proyecto, es decir a su administración, operación y mantenimiento del sistema, preventiva y correctiva
- E_{EX} representa la energía sobrante, la cual no es consumida por los usuarios, no es requerida para cubrir los costos de AOM

Para efectos prácticos, el consumo total de energía de los usuarios beneficiarios del Programa Colombia Solar se expresa como la suma del: (i) consumo efectivamente beneficiado por el Programa Colombia Solar, (ii) el consumo no beneficiado dentro del rango de subsistencia y el consumo que excede el Consumo de Subsistencia:

$$C_i = C_{iS} + C_{iNS} + C_{iR2} \quad (2)$$

Así mismo,

$$C_{iS} = \%S_{mc,e} + E_{Benf} \quad (3)$$

Donde,

$\%S_{mc,e}$ representa el porcentaje mínimo beneficiado para los usuarios beneficiarios del Programa Colombia Solar en el estrato e .

- Estrato 1: $\%S_{mc,1} = 60\% \times C_{iS,base} = \min\{C_i, CS\}$
- Estrato 2: $\%S_{mc,2} = 50\% \times C_{iS,base} = \min\{C_i, CS\}$
- Estrato 3: $\%S_{mc,3} = 15\% \times C_{iS,base} = \min\{C_i, CS\}$

E_{Incent} representa el porcentaje de energía entregada como incentivo al usuario como compensación asociada al uso de su infraestructura para instalación de la solución fotovoltaica. Este porcentaje es determinado de la siguiente manera:

$$E_{Incent} = E_{red} + E_G - C_{iNS} - C_{iR2} - E_S - \%S_{mc,e} \quad (4)$$

Siendo,

$$E_{Incent} \leq 20\% * \min\{C_i, CBS\} \quad (5)$$

c. CONSIDERACIONES DEL BALANCE ENERGÉTICO

(i) Restricción de sostenibilidad mínima

$$E_G \geq \%S_{mc,e} + E_S + E_{Incent} \quad (5)$$

Esta condición implica que la energía generada por el sistema solar (E_G) debe cubrir, como mínimo, la fracción subsidiada del esquema de subsidios más los requerimientos de Energía equivalente para atender el modelo de sostenibilidad.

(ii) Asignación sobre el costo del modelo de sostenibilidad

$$E_S = \rho_{AOM} \cdot E_G \quad (6)$$

donde ρ_{AOM} corresponde al factor de proporcionalidad definido para los costos de Administración, Operación y Mantenimiento que corresponden al modelo de sostenibilidad.

Este parámetro se ajustará según las condiciones de cada departamento y coordinación con el agente comercializador con base en estudios técnicos y resultados de operación, según lo considere el Ministerio de Minas y Energía.

d. PROCEDIMIENTO PARA LA LIQUIDACIÓN Y VERIFICACIÓN ECONÓMICA

Para establecer la relación entre la energía y el costo de liquidación se realizará la evaluación del costo de cada componente de la ecuación de balance. El objetivo es definir los valores monetarios asociados a cada componente de la ecuación (2), de modo que el esquema pueda convertirse en una metodología de facturación o retribución, que permita definir el precio de liquidación resultante al convertir las magnitudes energéticas del balance (kWh) en costos monetarios (COP).

A continuación, se desarrolla el procedimiento para la liquidación en un proyecto de generación base en el marco del programa bajo un esquema de Sistema de Generación Solar Fotovoltaica Individual:

i) Determinación de la generación del periodo

Se identifica la energía generada por la planta solar en el período de liquidación E_G [kWh], para el caso base de este documento se consideró la variabilidad del recurso y la degradación de los módulos cuando aplique. En la aplicación real este dato será suministrado por los equipos de control y medida de la planta de autogeneración. Así mismo, se identifica la energía entregada por la red E_{red} suministrada por el equipo de control y medida del usuario.

ii) Determinación del consumo de los usuarios

En la aplicación real de esta metodología el valor de C_i corresponderá con la lectura que tome el comercializador por cada mes. Este consumo se encuentra dividido en dos partes.

- Consumo elegible para beneficio del Programa Colombia Solar

$$C_{iS,base} = \min\{C_i, CBS\}$$

- Consumo no elegible para beneficio del Programa Colombia Solar

$$C_{iR2} = \max\{C_i - CS, 0\}$$

iii) Asignación de la energía base del beneficio del Programa Colombia Solar

El Programa Colombia Solar garantizará la entrega de energía correspondiente al porcentaje máximo asociado al esquema de subsidios bajo la ley 142 de 1994. Con base en el estrato asociado al usuario se obtiene el $\%S_{mc,e}$

- o Estrato 1: $\%S_{mc,1} = 60\% \times C_{iS,base}$
- o Estrato 2: $\%S_{mc,2} = 50\% \times C_{iS,base}$
- o Estrato 3: $\%S_{mc,3} = 15\% \times C_{iS,base}$

iv) Asignación de la energía de sostenibilidad

La energía necesaria para las actividades de AOM se calcula con base en la fórmula (6).

$$E_S = \rho_{AOM} \cdot E_G$$

v) Verificación de la energía de generación mínima

La energía mínima a generar E_{min} se determina de la siguiente manera:

$$E_{min} = \%S_{mc,e} + E_{Incent} + E_S$$

Donde,

$$E_{min} \leq E_G \quad (11)$$

vi) Cálculo de energía adicional entregada como beneficio al usuario

La energía E_{Incent} , varía de acuerdo con:

$$E_{Incent} = E_G - \%S_{mc,e} - E_S \quad (12)$$

Donde,

$$E_{Incent} = \min\{E_G - \%S_{mc,e} - E_S, 20\%\} \quad (13)$$

vii) Identificación de la energía no beneficiada por el Programa Colombia Solar

Se realiza la verificación de la energía no subsidiada a partir de:

$$C_{iNS} = C_i - \%S_{mc,e} - E_{Incent} \quad (14)$$

viii) Identificación de la energía para actividades AOM

La sostenibilidad de los sistemas solares fotovoltaicos se da a través de la compensación de energía para el pago de las actividades de AOM, el agente comercializador recibe esta energía que se produce de la generación para ser comercializada dentro de su mercado a un costo regulado. El valor de esta energía se determina así:

$$E_{Salida} = E_G - E_{SC,i} \quad (14)$$

Donde,

E_{Salida} , es la energía que se entrega a la red y representa la energía asociada a la remuneración para las actividades de AOM.

$E_{E_{SC,i}}$, es la energía real consumida por el usuario a través del sistema solar fotovoltaico.

ix) Conversión a valores monetarios (COP)

Una vez definidas todas las variables en términos de energía que pueden hacer parte del esquema de liquidación del programa, se selecciona el costo unitario (CU) [\$*kWh] del mes en el que se realice la liquidación y se convierten las variables de energía en variables de costo. Para ello se calculan todas las equivalencias económicas, así:

- Valor del consumo beneficiado por el Programa Colombia Solar ($V_{\%S}$):

$$V_{\%S} = (\%S_{mc,e} + E_{Incent}) \cdot 0\$ \quad (20)$$

- Valor del consumo no subsidiado por el Programa Colombia Solar (V_{NS}):

$$V_{NS} = C_{iNS} \cdot Cu \quad (21)$$

La sostenibilidad de los sistemas solares fotovoltaicos se da a través de la compensación de energía para el pago de las actividades de AOM, el agente comercializador recibe parte de la energía que se produce de la generación definida como E_s para ser comercializada dentro de su mercado a un costo regulado.

e. EJEMPLOS

Caso 1 Consumo total de 54kwh/mes mayormente en la noche

Dentro de este caso, el usuario consume energía mayormente en la noche, y durante el día genera energía para exportación.

Se contemplan los siguientes parámetros:

- La energía generada a partir de un sistema solar fotovoltaico de tipo individual de 1.5 kWn es de 202,5 kWh/mes teniendo en cuenta 4,5 Horas pico solares.
- La energía consumida importada a través de la red es de 45 kWh/mes
- La energía consumida a través del sistema solar fotovoltaico durante el día es de 9kWh/mes.
- Consumo básico de subsistencia de 173kWh/mes.
- Estrato 1
- Valor costo total de la energía por kWh/mes de \$965,87
-

1. Determinación del consumo del usuario

Para el presente caso, el consumo del usuario es la suma entre la energía consumida importada a través de la red que para el caso es de 45 kWh/mes mas La energía consumida a través del sistema solar fotovoltaico durante el día que para el caso es de 9kWh/mes para un total de 54kWh/mes

2. Consumo elegible para el beneficio del programa

Para este caso, como el consumo del usuario al ser de 54kWh/mes, es menor al consumo básico de subsistencia de 173kWh/mes, se toman los 54kWh/mes para la determinación de los beneficios del usuario.

3. Asignación de beneficio 1 del programa Colombia Solar

Como el usuario es estrato 1 tiene derecho a un 60% máximo de beneficio con base en el esquema actual de subsidios bajo la ley 142 de 1994. Es decir, que tiene derecho a que se le sea entregado 32,4kWh/mes bajo costo cero

4. Asignación de beneficio 1 del programa Colombia Solar

Al usuario se le entrega una energía adicional correspondiente al fomento para la transición energética de máximo 20% sobre el consumo elegible para el beneficio del programa. Es decir que, se le entregaría un valor adicional de 10,8kWh/mes.

Con lo anterior, al usuario se le entregaría un total de 43,2 kWh/mes (resultado de sumar los 32,4kWh/mes mas los 10,8kWh/mes.) bajo costo cero, como parte de los beneficios dados por el programa Colombia Solar.

Continuación de la Resolución: ““Por la cual se incluyen modificaciones a la Resolución MME 40159 de 2026, mediante la cual se reglamentaron los artículos 2.2.3.2.4.17 y 2.2.3.2.4.21 del Decreto 1073 de 2015 en lo relacionado con el Programa Colombia Solar”

5. Identificación de la energía no entregada como beneficio.

Esta energía corresponde al total del consumo del usuario menos la energía entregada como beneficio, es decir que, a 54kWh/mes le restamos la energía hallada en el paso 4 de 43,2 kWh/mes, para un total de 10,8kWh/mes, la cual corresponde a la energía facturada al usuario.

6. Determinación del pago final del usuario

Finalmente se determina el costo final pagado por el usuario el cual es de \$10.431:

	Costo de le energía por kWh/mes	Energía en kWh/mes	Valor total
Energía correspondiente al 60% de la energía elegible para la entrega de beneficios	0	32,4	0
Energía correspondiente al 20% de la energía elegible para la entrega de beneficios	0	10,8	0
Energía no elegible como beneficio	\$ 965,87	10,8	\$ 10.431
Pago final del usuario			\$ 10.431

7. Determinación del ahorro del usuario

El usuario bajo el esquema actual de subsidio para actualmente lo siguiente:

Subsidios hoy			
Consumo real	-\$ 965,87	54	\$ 52.156,98
Subsidios correspondientes máximo a un 60%	\$ 965,87	32,4	-\$ 31.294,19
Pago final del usuario			\$ 20.862,79

Por lo anterior, se puede indicar que el usuario tiene un ahorro representado en el pago de su factura con el esquema actual de subsidios menos el pago de su factura con la aplicación del programa Colombia solar, es decir, \$20.862 menos \$10.431, para un total en ahorro de **\$10.431**

8. Energía entregada como compensación al agente comercializador

Esta energía corresponde a la entregada al agente comercializador para la realización de las actividades de AOM para los sistemas solares y se determina mediante la resta entre la generación total del sistema de 202kWh/mes y el consumo del usuario a través de la generación solar fotovoltaica de 9kWh/mes, para un total de 193,5kWh/mes, energía que el agente comercializador tendrá disponible para su comercialización dentro de su mercado incumbente.

Caso 2 Consumo total de 240kwh/mes distribuido entre el día y la noche

Dentro de este caso, el usuario consume energía mayormente en la noche, y durante el día genera energía para exportación.

Se contemplan los siguientes parámetros:

- La energía generada a partir de un sistema solar fotovoltaico de tipo individual de 1.5 kWn es de 202,5 kWh/mes teniendo en cuenta 4,5 Horas pico solares.
- La energía consumida importada a través de la red es de 140 kWh/mes
- La energía consumida a través del sistema solar fotovoltaico durante el día es de 100kWh/mes.
- Consumo básico de subsistencia de 173kWh/mes.
- Estrato 1
- Valor costo total de la energía por kWh/mes de \$965,87

9. Determinación del consumo del usuario

Para el presente caso, el consumo del usuario es la suma entre la energía consumida importada a través de la red que para el caso es de 140 kWh/mes mas La energía consumida a través del sistema solar fotovoltaico durante el día que para el caso es de 100kWh/mes para un total de 240kWh/mes.

10. Consumo elegible para el beneficio del programa

Para este caso, como el consumo del usuario al ser de 240kWh/mes, es mayor al consumo básico de subsistencia de 173kWh/mes, se toman los 173kWh/mes para la determinación de los beneficios del usuario.

11. Asignación de beneficio 1 del programa Colombia Solar

Como el usuario es estrato 1 tiene derecho a un 60% máximo de beneficio con base en el esquema actual de subsidios bajo la ley 142 de 1994 sobre el consumo básico de subsistencia. Es decir, que tiene derecho a que se le sea entregado 103,8kWh/mes bajo costo cero

12. Asignación de beneficio 1 del programa Colombia Solar

Al usuario se le entrega una energía adicional correspondiente al fomento para la transición energética de máximo 20% sobre el consumo elegible para el beneficio del programa que para este caso es sobre el consumo básico de subsistencia. Es decir que, se le entregará un valor adicional de 34,6kWh/mes.

Con lo anterior, al usuario se le entregaría un total de 138,4 kWh/mes (resultado de sumar los 103,8kWh/mes más los 34,6kWh/mes.) bajo costo cero, como parte de los beneficios dados por el programa Colombia Solar.

13. Identificación de la energía no entregada como beneficio.

Esta energía corresponde al total del consumo del usuario menos la energía entregada como beneficio, es decir que, a 240kWh/mes le restamos la energía hallada en el paso 4

Continuación de la Resolución: ““Por la cual se incluyen modificaciones a la Resolución MME 40159 de 2026, mediante la cual se reglamentaron los artículos 2.2.3.2.4.17 y 2.2.3.2.4.21 del Decreto 1073 de 2015 en lo relacionado con el Programa Colombia Solar”

de 138,4kWh/mes, para un total de 101,6kWh/mes, la cual corresponde a la energía facturada al usuario.

14. Determinación del pago final del usuario

Finalmente se determina el costo final pagado por el usuario el cual es de \$10.431:

	Costo de le energía por kWh/mes	Energía en kWh/mes	Valor total
Energía correspondiente al 60% de la energía elegible para la entrega de beneficios	0	103,8	0
Energía correspondiente al 20% de la energía elegible para la entrega de beneficios	0	34,6	0
Energía no elegible como beneficio	\$ 965,87	101,6	-\$ 98.132
Pago final del usuario			-\$ 98.132

15. Determinación del ahorro del usuario

El usuario bajo el esquema actual de subsidio para actualmente lo siguiente:

Subsidios hoy			
Consumo real	-\$ 965,87	240	-\$ 231.808,80
Subsidios correspondientes máximo a un 60%	\$ 965,87	103,8	\$ 100.257,31
Pago final del usuario			-\$ 131.551,49

Por lo anterior, se puede indicar que el usuario tiene un ahorro representado en el pago de su factura con el esquema actual de subsidios menos el pago de su factura con la aplicación del programa Colombia solar, es decir, \$131.551 menos \$98.132, para un total en ahorro de **\$33.419**

16. Energía entregada como compensación al agente comercializador

Esta energía corresponde a la entregada al agente comercializador para la realización de las actividades de AOM para los sistemas solares y se determina mediante la resta entre la generación total del sistema de 202,5kWh/mes y el consumo del usuario a través de la generación solar fotovoltaica de 100kWh/mes, para un total de 102,5kWh/mes, energía que el agente comercializador tendrá disponible para su comercialización dentro de su mercado incumbente.