



## **vitecfv # 9 MODIFICACION DE LA FACTURA ELECTRICA.**

DR.C. DANIEL STOLIK

29 DICIEMBRE 2020

De acuerdo con la disminución de las tarifas de consumo eléctrico, abordo la actualización del vitecfv#8 enviado anteriormente sobre la oportunidad para el desarrollo de la FV en el sector residencial.

Recordemos que el incentivo para el cliente residencial de hacer una instalación FV depende de los costos:

- De instalación del sistema FV.
- Del kWh que paga por factura la eléctrica.

O sea, que radica en la posibilidad de que el costo de la instalación y el tiempo de vida para el suministro de electricidad FV sea menor que lo que paga el cliente por factura eléctrica, condición que se cumple con la adopción de la nueva tarifa eléctrica, surgido del proceso de unificación monetaria.

El incentivo país depende del costo:

- De producción de la generación del kWh en MN y cuanto en MLC.
- De lo que cobra la empresa eléctrica por el servicio del consumo a los clientes.
- De disminuir la subvención hasta eliminar la existente.

En Cuba el costo de generación de la electricidad (del MIX) es muy alto comparado con el de la mayoría de los países, mientras que cobra muy poco por factura a los clientes. El incentivo - país aumenta con la disminución de los costos de generación y al mismo tiempo por el aumento de la tarifa. La disminución de los costos del kWh producido es un proceso lento paulatino de muchos años, sobre todo a partir del costo fósil evitado fundamentalmente por las FRE, donde la FV tiene un gran potencial, mientras que el factor del incentivo la tarifa es un hecho que comienza en los próximos días.

La disminución de los costos de instalación, operación y mantenimiento ha propiciado sobre todo el desarrollo FV de nivel utility, pero en Cuba no ha sido suficiente para el desarrollo en el sector residencial debido al nivel de subvención del kWh proporcionado por tarifa desde la red eléctrica centralizada de Cuba, que no incentiva las instalaciones FV del sector residencial.

La inclusión en grandes proporciones del sector residencial en el desarrollo FV aumenta la posibilidad de lograr los 3000 MW FV para el 2030 que hemos argumentado anteriormente, aspecto a lo que tributa fuertemente la nueva tarifa que entrara en vigor el próximo 1ro de enero 2020.

### **LA NUEVA TARIFA**

Según el dato brindado recientemente, el costo máximo del kWh por la nueva tarifa de electricidad contará con subvención parcial estatal, coincidente con el costo de generación del kWh del MIX, de 350 pesos/kWh en MN (CUP), unos 15 centavos de USD-kWh.

En la siguiente tabla los datos del número de clientes en cada tramo se muestran actualizados de acuerdo con la nueva información, que se exponen en cifras

redondeadas aproximadas, en las que sus fluctuaciones no deben alterar la validez de los análisis que se realizan posteriormente.

### TRAMOS DE CLIENTES SUBVENCIONADOS

<b>A</b> kWh/mes	<b>B #</b> clientes	<b>C %</b> clientes	<b>D CUP</b> CUP/kWh	<b>E CUP</b> CUPkWh	<b>F USD</b> Cent.USD/kWh
<b>0 – 100</b>	900 000	<b>22,5 %</b>	<b>0,33</b>	<b>32,78</b>	<b>1,31</b>
<b>101-150</b>	616 000	<b>15,4 %</b>	<b>1,07</b>	<b>86,06</b>	<b>3,44</b>
<b>151-200</b>	704 000	<b>17,6 %</b>	<b>1,43</b>	<b>157,78</b>	<b>5,72</b>
<b>201- 250</b>	636 000	<b>15,9 %</b>	<b>2,46</b>	<b>280,73</b>	<b>9,84</b>
<b>251 - 300</b>	436 000	<b>10,9 %</b>	<b>3,00</b>	<b>430,72</b>	<b>12,0</b>
<b>301- 350</b>	276 000	<b>6,9 %</b>	<b>4,00</b>	<b>680,72</b>	<b>16,0</b>

### TRAMOS DE CLIENTES NO SUBVENCIONADOS

<b>351 - 400</b>			<b>5,00</b>	<b>880,72</b>	<b>20,0</b>
<b>401 – 450</b>	308 000	<b>7,7 %</b>	<b>6</b>	<b>1 180,72</b>	<b>24,0</b>
<b>451 – 500</b>			<b>7</b>	<b>1 530,72</b>	<b>28,0</b>
<b>501 – 600</b>			<b>9,20</b>	<b>2 450, 72</b>	<b>36,8</b>
<b>601 – 700</b>	116 000	<b>2,9 %</b>	<b>9,45</b>	<b>3 395,72</b>	<b>37,8</b>
<b>701 - 1000</b>			<b>9,95</b>	<b>6 350,72</b>	<b>39,8</b>
<b>1001 -1800</b>			<b>10,80</b>	<b>14 990,72</b>	<b>43,2</b>
<b>1801 – 2 600</b>			<b>11,80</b>	<b>24 430,72</b>	<b>47,2</b>
<b>2691 – 3 400</b>	8 000	<b>0,2 %</b>	<b>12,90</b>	<b>34 750,72</b>	<b>51,6</b>
<b>3401 – 4 200</b>			<b>13,95</b>	<b>45 910,72</b>	<b>55,8</b>
<b>4201 – 5 000</b>			<b>13,95</b>	<b>57 910,72</b>	<b>55,8</b>
<b>&gt; 5 000</b>	125	<b>0,013 %</b>	<b>20</b>	<b>97 910,72</b>	<b>80,0</b>

Número aproximado del total clientes residenciales: 4 millones

### COLUMNAS

- A** - Tramos de Consumo mensual de energía eléctrica (kWh/mes).
- B** - Número de clientes por tramo.
- C** - % de clientes por tramos vs. 4 millones de clientes residenciales.
- D** - Costo cliente en CUP del kWh de cada tramo (CUP/kWh)
- E** – Pago del cliente en CUP del consumo eléctrico del mes (CUP/kWh).
- F** - Costo cliente equivalente a **E** en centavos de USD por kWh tramo.

### ANALISIS DE OPORTUNIDADES FV PARA SECTOR RESIDENCIAL

El bajo costo de la generación eléctrica por vía FV es determinante tanto para disminuir la erogación del cliente consumidor como para las empresas de costo-país (UNE en Cuba) de generación eléctrica, debido a la sustitución de los combustibles fósiles de mayores costos y de erogación en MLC. Actualmente en Cuba el costo de la FV en el sector residencial debe estar en menos de 10 centavos de USD/kWh FV, con la tendencia de continuar disminuyendo a menos de 5 centavos USD/kWh FV, en el caso de poder perfeccionarse la gestión financiera y de economía de escala, por ejemplo como:

- Comprar "spot" los componentes de importación, distribución y venta (módulos, inversores,...) en empresas especializadas cubanas mayoristas a puerta de fábrica. No atomizar las compras minoristas que encarecen los sistemas FV.
- Crear empresas especializadas en diseño e instalaciones de sistemas FV para los sectores residencial, industrial, comercial y posibles cooperativas de montaje, operación y mantenimiento. Controlar límites de ganancias y montos de precios no abusivos.

- Posibilitar créditos bancarios blandos a los clientes residenciales para afrontar el costo inicial FV que se puede sufragar y amortizar en pocos años por el ahorro del el costo evitado en pagos de la factura eléctrica.

El potencial para instalaciones FV es mayor para los clientes de sector residencial que consumen más de 351 kWh/mes y que el estado no los subvenciona.

La oportunidad para el costo-país radica específicamente en el costo fósil evitado (95 % de generación eléctrica de Cuba), que aproximadamente comprende una erogación para financiar la mitad de las importaciones del combustible fósil (fuel y diesel).

### **PARA CLIENTES DEL SECTOR RESIDENCIAL NO SUBVENCIONADOS**

125 clientes consumen entre 1001 y 5000  $\geq$  5000 kWh/mes, pagan  $\geq$  20 CUP/kWh, de instalar FV el costo sería  $\leq$  10 centavos CUP/kWh, o, sea 20 veces menor. El potencial 100 % FV para este tramo es de unos 40 kWp FV por cliente, de instalar solo una parte puede eliminar los aportes de los costos de tramos superiores, elemento valido para todos los clientes de todos los tramos siguientes.

8 000 clientes consumen entre 1001 y 5000 kWh/mes, pagan entre 10,80 y 13,95 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV que esta entre 8,33 y 40 kW FV por cliente.

116 000 clientes consumen entre 501 y 1000 kWh/mes, pagan entre 9,20 y 9,95 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV que esta entre 4 y 8,33 kW FV por cliente.

308 000 clientes consumen entre 351 y 500 kWh/mes, pagan entre 5 y 7 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV que esta entre 3 y 4 kW FV por cliente.

Para unos 432 000 clientes residenciales (en cifras redondas) de todos los tramos que superan los 351 kWh/mes la opción FV es de un gran incentivo económico para el cliente y también para el país por el costo fósil evitado, mucho más caro con una gran parte en MLC.

### **PARA LOS CLIENTES SUBVENCIONADOS**

Para los clientes que consumen aproximadamente menos de 351 kWh/mes, a diferencia de lo no subvencionados, el país aporta centralmente una parte del costo de la electricidad que disminuye el monto de la factura del cliente, no obstante también para estos tramos también se justifica la instalación de sistemas FV, siempre y cuando al cliente le sea más barato el kWh FV que el centralizado del SEN.

Con vistas a comparar costos fósiles vs FV, evidentemente es sumamente importante determinar previamente los costos de las instalaciones FV en Cuba de acuerdo con las características propias del país. A estos efectos ver lo planteado en análisis publicados anteriormente sobre la posibilidad de afrontar los gastos de hardware (módulos, inversores y otros gastos de insumos tangibles) en MLC y los softcost en MN (CUP).

Para realizar comparaciones mostramos, en la siguiente tabla, rangos de posibles costos totales aproximados de las instalaciones FV (de potencia FV pico USD/Wp) por sectores en distintos países.

**PRECIOS DE INSTALACIONES FV POR SECTORES EN PAÍSES SELECCIONADOS**

USD/Watt	RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	UTILITY
AUSTRALIA	1,11	1,17	1,05	-
AUSTRIA	1,75	0,9 - 1,33	0,84	0,78
BELGICA	1,41	0,97 - 1,14	0,88	0,73
CANADA	1,88 - 2,07	1,51 - 1,88	1,36 - 1,51	0,94
CHINA	0,72 - 0,8	0,72 - 0,8	0,72 - 0,8	0,45 - 0,75
DINMARCA	1,35 - 1,65	0,6 - 1,5	0,75 - 1,2	0,45 - 0,75
FINLANDIA	0,9 - 2,06	0,78 - 1,18	0,67 - 0,78	0,56 - 0,67
FRANCIA	1,9 - 2,35	1,12 - 1,9	1,01 - 1,23	0,73 - 1,12
ALEMANIA	0,78 - 2,35	1,12 - 1,9	1,01 - 1,23	0,73 - 1,12
ISRAEL	1,4 - 1,68	0,98 - 1,26	0,98	-
ITALIA	1,34 - 1,79	1,06 - 1,4	0,9 - 1,12	0,56 - 0,9
JAPON	2,94	2,04	2,04	1,85
COREA	1,21 - 1,59	1,07 - 1,46	1,03 - 1,39	0,94 - 1,46
MALASIA	1,33	0,91 - 1,06	0,81	0,68
ESPAÑA	1,68 - 1,96	0,84 - 1,06	0,84 - 1,12	0,69 - 0,84
SUECIA	1,16 - 1,8	0,74 - 1,69	0,74 - 1,37	0,53 - 0,95
SUIZA	2,52 - 3,52	1,19 - 2,52	0,91 - 1,19	0,65
EEUU	2,84	1,39	-	0,83

Fuente; IEA 2020

Nótese la gran diferencia entre costos FV por sectores y por países.

Para Cuba, de acuerdo con las características del país y nivel de radiación solar, la relación entre costos de instalación vs. costos de kWh FV generación es la siguiente:

Costo instalación FV USD/kWp	Costo del kWh FV Centavos de USD/kWh
2000 USD/kWp	6
1500 "	4
1250	3,5
1100	3
1000	2,8
720	2

(ver cálculos en artículos anteriores o en libro "FV para Cuba"):

Concretamente, para los subvencionados del sector residencial se justifica la FV para:

**276 000** clientes que consumen entre 301 y 350 kWh/mes pagan 4 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV entre 2,5 y 2,9 kW FV por cliente.

**436 000** clientes que consumen entre 251 y 300 kWh/mes pagan 3 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV entre 2,1 y 2,5 kW FV por cliente.

**636 000** clientes que consumen entre 201 y 250 kWh/mes pagan 2,46 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV entre 1,7 y 2,0 kW FV por cliente.

**704 000** clientes que consumen entre 151 y 200 kWh/mes pagan 1,43 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV entre 1,25 y 1,7 kW FV por cliente.

**616 000** clientes que consumen entre 101 y 150 kWh/mes pagan 1,07 CUP/kWh, con un potencial 100 % FV entre 850 watt y 1,25 kW FV por cliente.

Solo para el tramo de 0 a 100 kWh no se justifica a la vista la posibilidad de eliminar el subsidio.

## **DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONE FV**

De acuerdo con el análisis anterior el potencial FV del sector residencial debe comenzar fundamentalmente para los tramos de consumos mayores, con el tiempo puede ir aumentando para mas de 2,5 millones de clientes, más de 400 000 para los no subvencionados y más de 2 000 000 para los subvencionados. La estructura en tramos de consumo de la tarifa, unida a la evolución del costo de los rangos de consumo por tramos, viabiliza el establecimiento de una apropiada estrategia al respecto.

En la medida que disminuya aún más las abaratadas instalaciones FV se irán añadiendo más clientes de los tramos de menor consumo.

La instalación FV para el 10 % del potencial suman más de 250 000 conectados a red.

El gran número de clientes residenciales aumenta sensiblemente el carácter distribuido descentralizado de la energía FV, en unión de un enfoque holístico de los desarrollo FV en los sectores utility, industrial y comercial.

La distribución tan amplia por todo el territorio nacional tributa también al desarrollo del transporte a través de la posibilidad de recargar las baterías eléctricas .

En próximas VITECFV profundizaremos en aspectos tecnológicos que tributan al perfeccionamiento del desarrollo FV en el sector residencial en paralelo con el de los otros sectores (utility. industrial, comercial, social).

Dr.C. Daniel Stolik  
Profesor Titular UH  
stolik@imre.uh.cu