

## vitecfv # 56. MÁS SOBRE LOS SECTORES FV 2030 EN CUBA

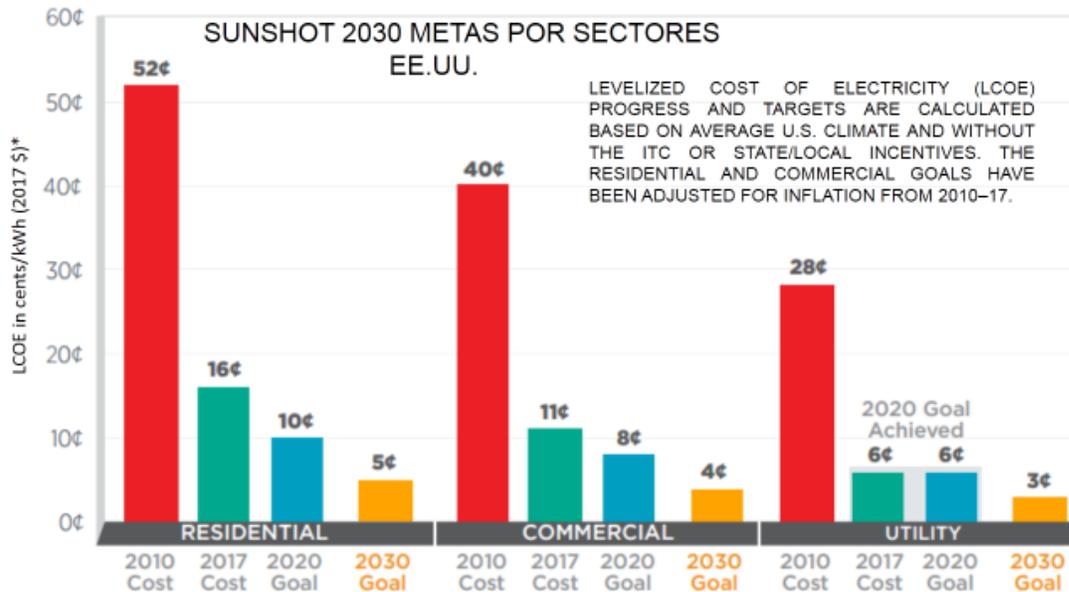
DR.C. DANIEL STOLIK

24 SEPTIEMBRE 2021

### EJEMPLO DE COSTOS FV POR SECTORES

Uno de los aspectos que más influyen en la capacidad de potencia FV instalada es el costo de generación del kWh FV, diferenciadas por sectores. En ocasiones anteriores ya hemos analizado la distribución FV por sectores en otros países. Antes de entrar nuevamente a la problemática del tema en Cuba recordaremos, como ejemplo, el comportamiento de los dos proyectos Sun Shot de lo EE.UU sobre la disminución del costo del kWh FV. Por supuesto que dependen de las características de cada país, pero en la mayoría se producen tendencias porcentuales entre los costos por sectores similares a la de EEUU. El primero de los proyectos fue planteado en 2011, concretamente consistía en lograr hacia 2020 la paridad FV con la del carbón, o sea, que el costo del kWh FV se igualara al costo del kWh del más barato de todos los fósiles. Meta lograda en los EEUU antes del 2020.

En el 2017 se lanzó el segundo proyecto del Sun Shot hasta 2030, que actualmente continua en curso, donde se diferencian los costos del kWh FV por sectores.



En el esquema anterior se muestra nuevamente la diferencia de costos por sectores, desde el más barato utility hasta el más caro residencial. Los costos del kWh FV entre 2020 y 2030 se mantendrían y se pronosticaba que bajarían para cada sector a la mitad o sea, al 100%. Nótese que en la medida que se abaratan los costos del kWh FV, el % de la disminución entre 2020 y 2030 se pronostica ser menor que la disminución mucho mayor lograda entre 2010 y 2020. También se muestra como la diferencia de costos entre sectores se hace menor hacia 2030: Residencial 5 cents. Comercial-Industrial 4 cents y Utility 3 cents/kWh FV.

El rango de potencias de instalaciones FV en generación distribuida del lado del cliente por sectores es disímil, en particular de acuerdo con GTM Research, se divide por rangos de potencia FV de la siguiente forma:

Por sectores.

- Nivel utility. > 5 MW

- Industrial. entre 1 MW y 5 MW
- Comercial 20 kW y 1 MW.
- Residencial. < 20 kW.

### METAS FV POR SECTORES PARA CUBA EN 2030

La buena noticia es que la meta en Cuba de lograr un 24 % de FRE para 2030 se ha modificado en una propuesta del 37%, que estimo adecuada, donde la FV se triplica de un 700 MW FV a 2 104 para 2030. En este vitecfv # 56 analizaremos proposiciones sobre las distribuciones por sectores hasta 2030.

En el vitecfv anterior # 55 en base a un análisis de la evolución mundial, el comportamiento en muchos países y las propias características a favor y en contra (barreras y oportunidades) de Cuba, estimamos que una relación aproximada tentativa porcentual de instalaciones FV por sectores, sujeta a modificaciones, que estimo no sean grandes, es la siguiente.

### FV 2030 POR SECTORES

FV	UTILITY	INDUSTRIAL	COMERCIAL	RESIDENCIAL	SOCIAL
100%	70%	20%	5%	4%	1%

La generación eléctrica actual en Cuba es algo mayor de 20 000GWh y unos 15 000 GWh el consumo, para el que se hizo primeramente un pronóstico hacia el año 2030 de 30 000 GWh y posteriormente de 27 000 GWh.

Recordamos que la generación centralizada del SEN es consumida por todos los sectores, elemento que tiene muchas bondades que hemos abordado en otros momentos. Una complementación importante con otras oportunidades se encuentra en la Generación FV distribuida por todo los sectores, denominada generación-consumo del lado del cliente, en este sentido, desde todos los sectores se tributa a la generación eléctrica, primero en el aumento de la generación eléctrica para el desarrollo económico y social del país y posteriormente a la definitiva disminución y eliminación de los combustibles fósiles. El aporte FV que se hace por la generación distribuida por cada sector a la generación eléctrica total del país es sustancialmente diferente, como se muestra en la tabla (ya vista en vitecfv #55).

FV	UTILITY	INDUSTRIAL	COMERCIAL	RESIDENCIAL	SOCIAL
100%	70%	20%	5%	4%	1%
2 000 MW	1 400 MW	400 MW	100 MW	80 MW	20
3 000 MW	2 100 MW	600 MW	150 MW	120 MW	30 MW

Un elemento de gran importancia es que en la medida que aumenta la potencia total de las instalaciones FV, mayor es el costo evitado de combustible fósil.

### CARACTERUSTICAS DE CADA SECTOR

#### UTILITY

**COMPLETAMENTE CENTRALIZADA Y APORTA ELECTRICIDAD A TODOS LOS SECTORES**

**Características principales de la generación de nivel utility:**

- Gran tendencia al aumento y predominio en % de todos los sectores.

- Sector que aporta más FV prácticamente en todos los países
- Costo más barato, junto a la eólica, de las fuentes de energía eléctrica
- Instalaciones de mayores potencias FV
- Menor número de clientes FV que la del resto de los sectores
- Mayor aporte al costo fósil evitado
- Menor demanda en horas del gran pico vespertino nocturno.
- Fácil control de demanda horas pico por acomodo de carga.
- Aplana la curva de carga del DNC
- Mayor aporte a necesidades surgidas en transmisión - distribución
- Permite ser distribuido por todo el país además del centralizado.
- Su carácter distribuido aplana la curva de carga de intermitencias.
- Puede ser tan grande como se quiera
- Promueve en mayor medida abaratamientos FV por economía de escala.
- Poca promoción en la prensa cubana de las oportunidades del sector.
- Entre otros

#### **DISTRIBUCIÓN APROXIMADA POSIBLE EN NÚMERO Y POTENCIAS DE PLANTAS FV UTILITY**

POTENCIA FV	UTILITY	NUMERO	PROMEDIO
TOTAL 2030	70%	<b>PLANTAS FV</b>	<b>MW / PLANTA</b>
2 000 MW	1 400 MW	140	10 MW
3 000 MW	2 100 MW	210	10 MW

El promedio de instalaciones FV en Cuba actualmente es mucho más pequeño de 10 MW, de lo que se trata es poder extenderlas en potencia una vez que se tenga una gran distribución de plantas extendidas por todo el país y las nuevas que se instalen comiencen con mayores capacidades FV. De ser los promedios en 2030 menor de 10 MW, para lograr las potencias, sea 2 000 o 3 000 hay que aumentar en la proporción debida el número de plantas FV.

Como hemos planteado en el sector utility el financiamiento es estatal central, defendimos al principio comenzar con la variante den PPA de inversión extranjera y pasar posteriormente al financiamiento con esfuerzo propio, una vez logrado un nivel adecuado en, diseño, instalación, O-M, etc, que dependen de labor humana e importar los insumos tangibles que no se puedan producir nacionalmente. Cálculos mostrados con anterioridad demuestran que en pocos años se amortiza rápidamente esta variante.

#### **INDUSTRIAL ADEMAS DEL APORTE QUE RECIBE DE LA CENTRALIZADA SE COMPLEMENTA CON GENERACION DESCENTRALIZADA DESDE EL LADO DEL CLIENTE Y PUEDE APORTAR TAMBIEN A LA CENTRALIZADA.**

La generación del sector industrial, depend mucho de las características específicas de cada país, su desarrollo se aplica en todos, pero en volúmenes FV muy distintos. Nos referiremos a las características propiamente a las oportunidades de la generación en la industria cubana del lado del cliente y recordamos que otra parte de la electricidad se consume proveniente centralizadamente de la red, a la que puede suministrar sus excedentes.

### Características principales de la generación de nivel industrial en Cuba:

- El % de consumo eléctrico en la industria de Cuba no ha aumentado.
- Tiene un % muy bajo comparado con promedios mundiales.
- Sector que necesita mayor velocidad de desarrollo FV.
- La FV es de gran oportunidad para aumentar las instalaciones en este sector.
- Producir in situ disminuye pérdidas de transmisión.
- Aplicable a todo tipo de industria.
- Posibilidad de explotar más el consumo diurno
- Mayor posibilidad de planificar acomodamiento de carga en los picos.
- Su desarrollo aplana la curva de carga.
- Su generación in situ disminuye en algo los costos de producción industrial.
- Aumenta el desarrollo económico social del país.
- Debería tener el mayor aporte FV después del utility, lo que hoy no es así.
- Débil respuesta de los OACE e industrias a la oportunidad FV.
- Poca promoción en la prensa cubana de las oportunidades del sector.
- Entre otros

### DISTRIBUCIÓN APROXIMADA POSIBLE EN NÚMERO Y POTENCIAS DE PLANTAS FV DEL SECTOR INDUSTRIAL

FV	INDUSTRIAL	NUMERO	PROMEDIO
100%	20%	<b>PLANTAS FV</b>	<b>MW / PLANTA</b>
2 000 MW	400 MW	200	2
3 000 MW	600 MW	300	2

Nótese como disminuye el promedio de potencia por planta

En el libro **Energía FV para Cuba** pueden encontrar un listado de las industrias mayores consumidoras de electricidad entre 2 275 grandes clientes, distribuidos por provincias en:

- 83 estaciones de bombeo de > 100 000 kWh/mes c/u, 24 815 109 kWh/mes. Potencial máximo de 230 MW FV
- 22 frigoríficos de > 100 000 kWh/mes c/u, 3 444 415 kWh/mes. Potencial máximo de 31 MW FV
- 26 consumidores de > 450 000 kWh/mes, 58 475 781 kWh/mes. Potencial máximo de 538 MW FV
- 34 consumidores entre 300 000 kWh/mes y 450 000 kWh/mes, 7 882 073 kWh/mes . Potencial máximo de 70 MW FV
- 121 industrias consumidores entre 100 000 y 300 000 kWh/mes, 16 530 000 kWh/mes en 121. Potencial máximo de 130 MW FV 320 consumidores
- De < 100 000 kWh/mes 12 573 400 kWh/mes en 320 industrias. Potencial máximo de 112 MW FV

**Total: 606 consumidores Potencial máximo total fotovoltaico 1 147 MW FV.**

**En el anexo 5 aparece la relación de todas las 606 industrias.**

Esta es una relación de las industrias EXISTENTES entre otras, pero además el desarrollo económico del país necesita de muchas nuevas industrias, las que deben nacer con diseño incorporado de instalaciones FV para el consumo de electricidad FV.

El financiamiento en este sector debe radicar en un arreglo de estímulos entre la propia industria y el presupuesto del país, para ser analizado en otra ocasión.

## COMERCIAL

La mayoría de los elementos señalados para el sector industrial se pueden aplicar al comercial. En algunos países incluyen en las estadísticas los datos de las instalaciones del sector industrial con el comercial, en otros no. De acuerdo con las características de Cuba es conveniente diferenciarlos.

La diferencia del sector comercial con el industrial son que:

- Los promedios de potencia de las instalaciones son menores
- Gran presencia de cuentapropistas que pueden tender al sector industrial y algunos al residencial, con formas diversas de financiamiento.

El potencial de este sector es de varios cientos de grandes comercios y de muchos miles más pequeños (incluyendo comercios cuentapropistas), la FV en este sector debe ir aumentando, con la tendencia de aportar entre 10 y un 15 % de la generación FV hacia el 2030.

### DISTRIBUCIÓN APROXIMADA POSIBLE EN NÚMERO Y POTENCIAS DE PLANTAS FV DEL SECTOR COMERCIAL

FV	COMERCIAL	NUMERO	PROMEDIO
100%	5%	<b>PLANTAS FV</b>	<b>kW / PLANTA</b>
2 000 MW	100 MW	500	200
3 000 MW	150 MW	750	200

## SOCIAL

Este sector incluye Universidades, Centros de investigaciones, Hospitales, Consultorios, Centros de cultura, Bibliotecas, etc. El número de instalaciones es difícil de precisar inclusive aproximadamente como en los otros sectores. En muchos de ellos se pueden establecer horarios distintos a los del pico vespertino nocturno, a favor de una correspondencia mayor entre carga-radiación solar.

### DISTRIBUCIÓN APROXIMADA POSIBLE EN NÚMERO Y POTENCIAS DE PLANTAS FV DEL SECTOR SOCIAL

FV	SOCIAL	NUMERO	PROMEDIO
100%	1%	<b>PLANTAS FV</b>	<b>kW / PLANTA</b>
2 000 MW	20 MW	20 000	1 kW
3 000 MW	30 MW	30 000	1 kW

Estas cifras son posiblemente escalables, recalcamos que la característica más importante de este sector es el gran número de instalaciones de poca potencia cada uno

## RESIDENCIAL

Al igual que los otros sectores, en el caso de la generación del sector residencial, depende también de muchas características específicas que se aplica en todos los países pero en volúmenes FV muy distintos. Actualmente en Cuba, prácticamente todo el consumo residencial proviene de la red centralizada del SEN. La gran oportunidad de la generación distribuida in situ en el sector residencial recién comienza, aspecto que tiene sus complejidades a las que nos vamos a referir.

### Características principales de la generación de nivel residencial en Cuba:

- Consume más de 9 000 GWh de electricidad /año, 60% del total nacional.
- En 10 años se multiplicó por 2 el consumo eléctrico residencial del país.
- Sector con mayor costo de producción por kWh FV.
- Puede incluir cientos de miles de clientes, hay países con más de 1 millón.
- Sector de menor consumo promedio de electricidad por cliente.
- En Cuba es el sector más subvencionado, algo menos por tarifa nueva.
- Su gran demanda es en horas donde no hay sol.
- Poca correspondencia carga – radiación solar.
- Disminuye las pérdidas de transmisión – distribución.
- Aumento de su consumo debe ser en base a aumento de eficiencia.

En esta última y muy importante característica se podría argumentar que lo planteado es válido para todos los sectores, aspecto cierto, pero solo que depende del grado de satisfacción de consumo de electricidad de cada sector, mientras en los últimos 10 años se multiplicó por 2 el consumo residencial, muy bueno como aumento del nivel de vida, el industrial prácticamente se quedó igual, por lo que aunque puede y debe disminuir consumo por eficiencia, al mismo tiempo tiene una necesidad mucho mayor de aumentar su consumo (sin despilfarro) en función del desarrollo económico y social del país..

### DISTRIBUCIÓN APROXIMADA POSIBLE EN NÚMERO Y POTENCIAS DE PLANTAS FV DEL SECTOR RESIDENCIAL

FV	SOCIAL	NUMERO	PROMEDIO
100%	1%	<b>PLANTAS FV</b>	<b>kW / PLANTA</b>
2 000 MW	80 MW	40 000	2 kW
3 000 MW	120 MW	60 000	2 kW

### PROMOCIONES ACTUALES FV EN SECTOR RESIDENCIAL

Por supuesto que es importante la promoción de la FV en todos los sectores, en este sentido se han planteado varias variantes para el sector residencial, que en mi opinión no son adecuadas. Entiendo bien una medida temporal de venta de televisores, refrigeradores, freezers, lavadoras, aires acondicionados, etc en MLC, con un objetivo perfectamente explicado por la situación de gran falta de liquidez en MLC del país. La venta masiva de estos artículos en función de un mejor nivel de vida de la población promueve por un lado mayor eficiencia por equipo (tecnología inverter), pero por crecimiento de número aumenta el consumo de electricidad, es bueno para nivel de vida y es un buen objetivo final para el cliente y para el país es un necesario ingreso de MLC. Pero la FV requiere de otro tratamiento, su importancia no está en la ganancia de una sola vez por venta en tiendas de MLC, sino en el costo evitado del caro combustible fósil que se importa, esa es la cuenta que hay que sacar., un poco mejor es la variante de contrato a pago en MLC de 1 500 USD por kWp de instalación FV pero también es aún muy caro.

Como ejemplo solo citare que la compra en gran escala de módulos FV no excede 200 USD por kWp el resto de insumos tangible necesarios de importación, cuando más, son aproximadamente otros 200 USD (en ocasiones anteriores he brindado cálculos al respecto), o sea que el costo en MLC es actualmente de unos 400 USD/kWp, lograr este nivel de compra requiere profundizar en como comprar en economía de escala, a puerta de fábricas, no de intermediarios ni dealers, en fletes baratos por modulo en contenedores y en otros aspectos como los expuestos en el vitecfv # 15 de Enero de este año,

### GANANCIA POR VENTA INICIAL vs COSTO EVITADO

A 2500 o inclusive a 1500 USD por kWh el % de los 4 millones de clientes residenciales existentes que van a comprar o contratar no debe ser tan grande a esos precios.

1.- Si la ganancia por recuperación de MLC en venta o por contrato en pago inicial es por ejemplo la alta cifra de 500 USD/kWp, (de los 1500 de compra por kWp), el número de clientes en comprar es por ejemplo de 5 000 y 1 kWp de promedio, entonces se ingresarían 2,5 millones de USD, solo una vez, sin embargo a lo largo de los 25 años de vida útil de los 5000 sistemas FV instalados, el costo evitado puede estar en un total de 28 millones de USD

2.- Pero si el cliente paga por ejemplo 400 USD para cubrir específicamente los costos de importación, y el país asume como incentivo los gastos en CUP, entonces es posible, no que 5 000 clientes compren a 1500 USD/kWp, sino mucho más a 400 USD el kWp, supongamos que aumente a 200 000 clientes residenciales a 2 kWp promedio por cliente de los 4 millones existentes, o sea un 5%. La recaudación por venta inicial vez de una sola vez son 80 millones de USD, mientras que mas importante es el costo evitado de un año es aproximadamente de 56 millones de USD y en 25 años de vida útil es de 1400 millones.

3.- Cuando en un futuro mejore la liquidez en MLC del país se puede pasar a financiamiento del cliente en CUP, así posiblemente el numero de clientes residenciales aumente a un 20 %, o sea, a 800 000 con aumento a 3 kWp por instalación y consumo total de 2,5 GWh/año, o sea un 25 % del residencial nacional anual.

### CONCLUSION

**TODOS LOS SECTORES TRIBUTAN A LA GENERACION-CONSUMO DE LA ELECTRICIDAD FV, TODAS SON IMPORTANTES, TODAS APORTAN, PERO ES NECESARIO TENER MUY EN CUENTA LAS PROPORCIONES DE A COMO TOCA POR SECTOR**

FV	UTILITY	INDUSTRIAL	COMERCIAL	RESIDENCIAL	SOCIAL
100%	70%	20%	5%	4%	1%

**ESTE VITECFV SE ME ESTÁ HACIENDO MUY LARGO Y ES MUCHO TODAVÍA LO QUE TENGO QUE EXPONER SOBRE EL TEMA, QUE ABORDAREMOS EN PROXIMAS VITECFV.**

Dr.C Daniel Stolik