

vitecfv # 47. ACTUALIZACIÓN 2020 DE LA EVOLUCIÓN FV

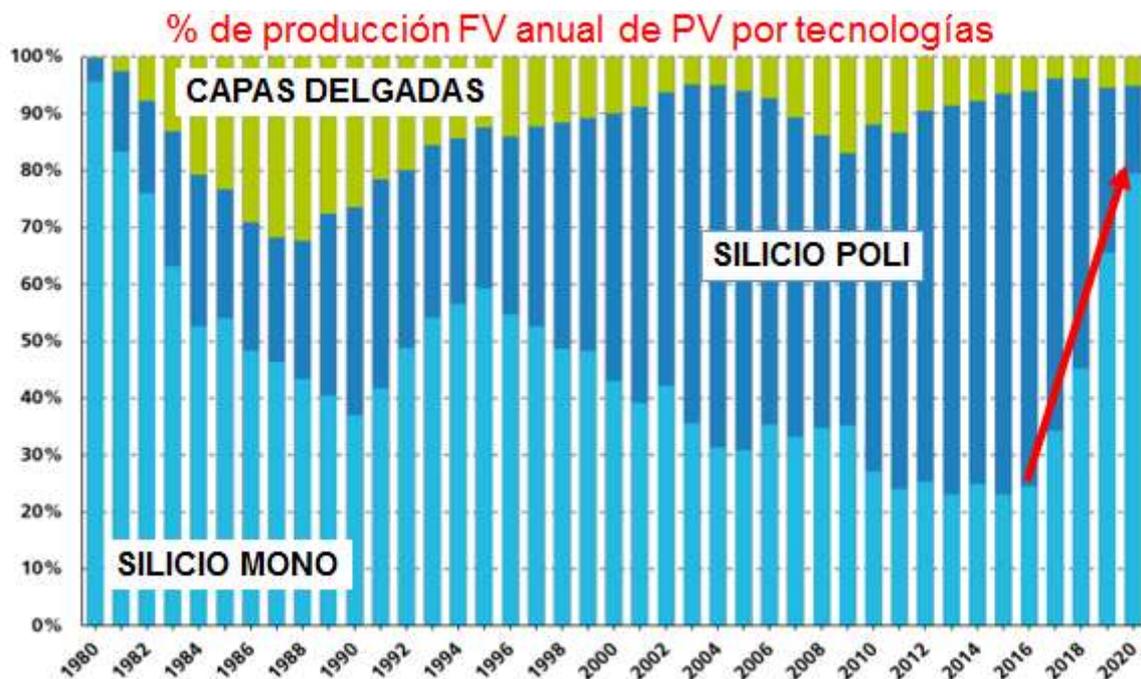
DR.C. DANIEL STOLIK

10 AGOSTO 2021

En análisis anteriores hemos descrito el desarrollo FV mundial, en esta ocasión complementamos con la evolución de distintos aspectos.

LA CELDA FV DE SILICIO CRISTALINO.

En la actualización hasta 2020 expuesta a continuación, recalamos los comportamientos ya señalados en otras ocasiones sobre las producciones FV anuales por las tecnologías dominantes, de cómo fue aumentando la proporción de silicio poli sobre la celda mono cristalina, como a partir del 2016 el % del total de la mono cristalina fue aumentando sostenidamente cada año (ver flecha roja) en comparación con la poli cristalina. Sobre este aspecto se hace necesario realizar una modificación de las recomendaciones que hicieramos a partir de 1996, donde argummente la conveniencia de instalar prioritariamente módulos de silicio poli, por tener un adecuada relación precio-eficiencia, que fue muy apropiada debido al real aumento sostenido en economía de escala desde la década de los 90, durante muchos años hasta el 2016, año en que comenzó un aumento mayor del mono cristalino, de mayor eficiencia y más cara, pero con una diferencia de costo con el poli que ha ido disminuyendo. Por tener un costo más cercano y una mayor eficiencia al poli que antes, se hace muy recomendable, también analizar hacer instalaciones FV con módulos mono cristalinos, en competencia con el poli, diferenciadas por los sectores, sobre todo muy recomendable para el residencial.

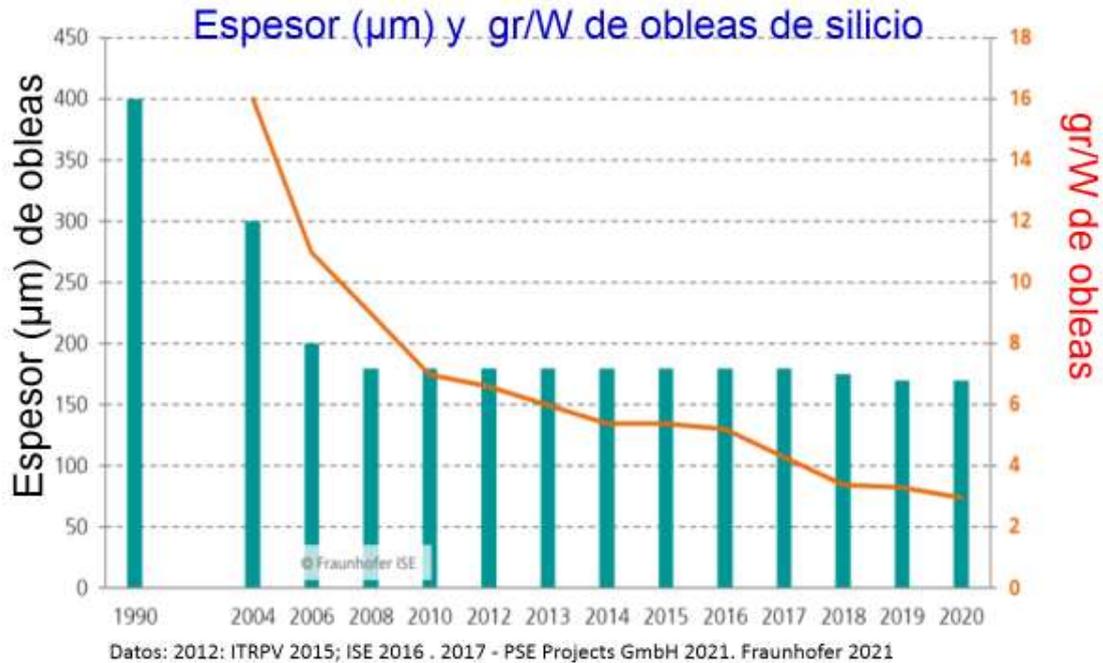


Datos: from 2000 - 2009: Navigant; 2010: IHS Markit. Graph: PSE Projects GmbH 2021

Porcentualmente la producción FV de Si mono pasó de un 25% en 2016 a 66% en 2019 y a 84% en 2020. La FV poli de un 70% en 2016 disminuyó a un 11% en 2020. La FV de capas delgadas, otrora esperanza no cumplida de sustituir al silicio, se mantuvo solo alrededor de un 5%. Mientras que en 2020 en términos de potencia las producciones fueron de:

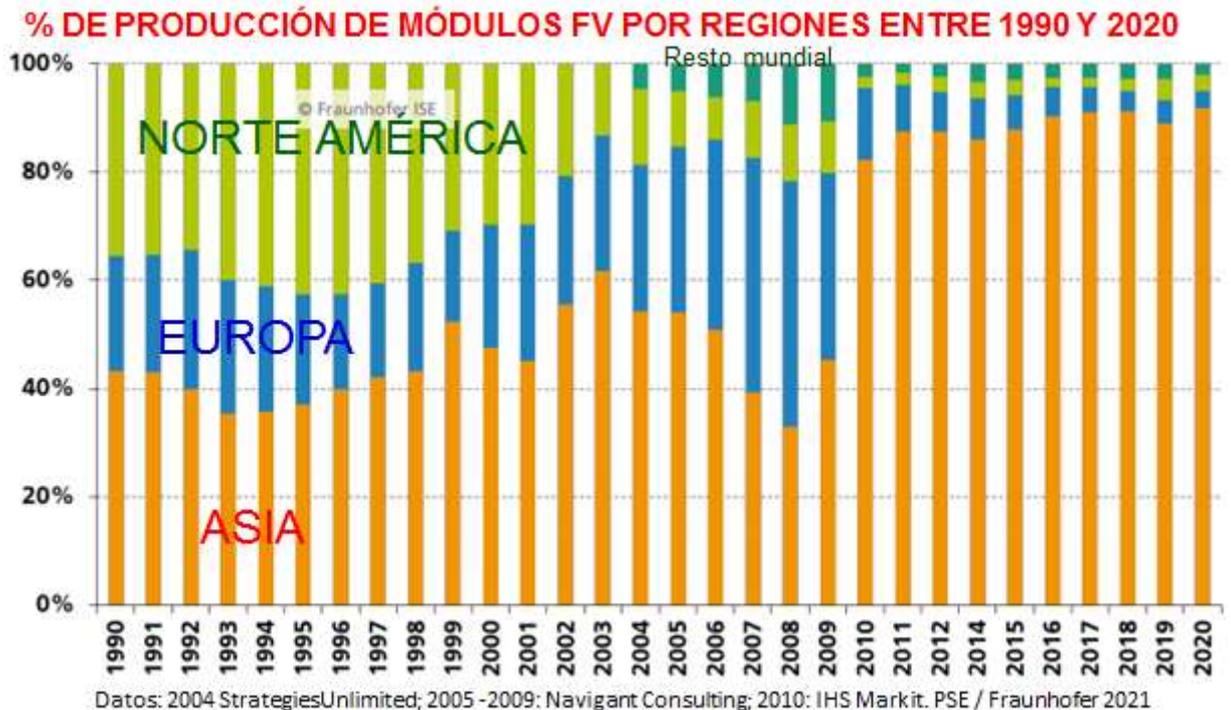
- Mono silicio 120,6 GWp
- Poli silicio 23,3 GWp
- CdTe 6.1 GWp
- CIGS 1,5 GWp
- Si-a 0,2 GWp

La preponderancia de la tecnología de silicio que se ha impuesto se ha basado en la continua mejora de innovaciones, economía de escala y automatización de los procesos de producción., un ejemplo ha sido la cantidad de silicio puro en gr/Wp contenidas en cada celda solar, con una fuerte disminución que pasó de unos 16 gr/Wp en 2004 a menos de 8 gr/Wp en 2010 y actualmente hasta unos 3 gr/Wp., entre otros factores lo anterior ha sido posible también por la disminución del espesor de la oblea de silicio que pasó de 400 micrómetros (micras) en 1990 a menos de 200 en 2010 y a 160 micras actualmente:



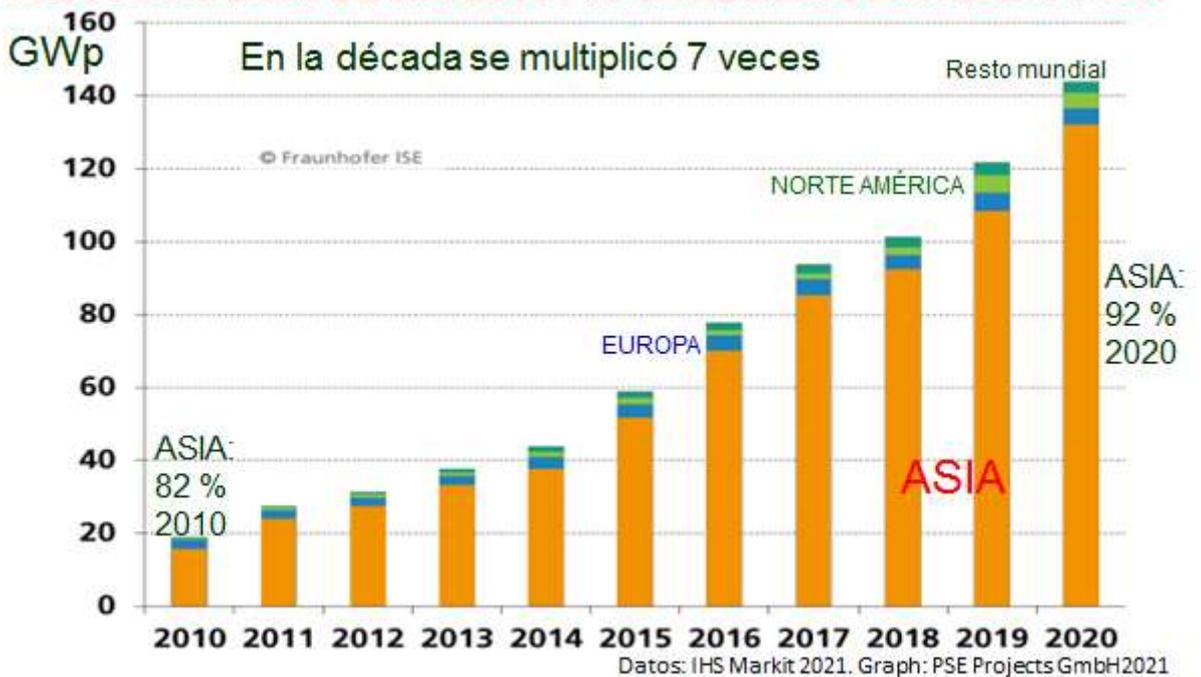
MÓDULOS FV

En 1990 EEUU y Europa tenían una gran parte de la producción mundial de módulos FV, comportamiento que cambió radicalmente a favor de Asia, sobretodo de China, a partir del 2010. En el gráfico siguiente se muestra la evolución porcentual al respecto:



En términos de producción en potencia (GWp), entre 2010 y 2020, aumentó 7 veces. La producción en Asia en 2020 fue de un 92% del total mundial:

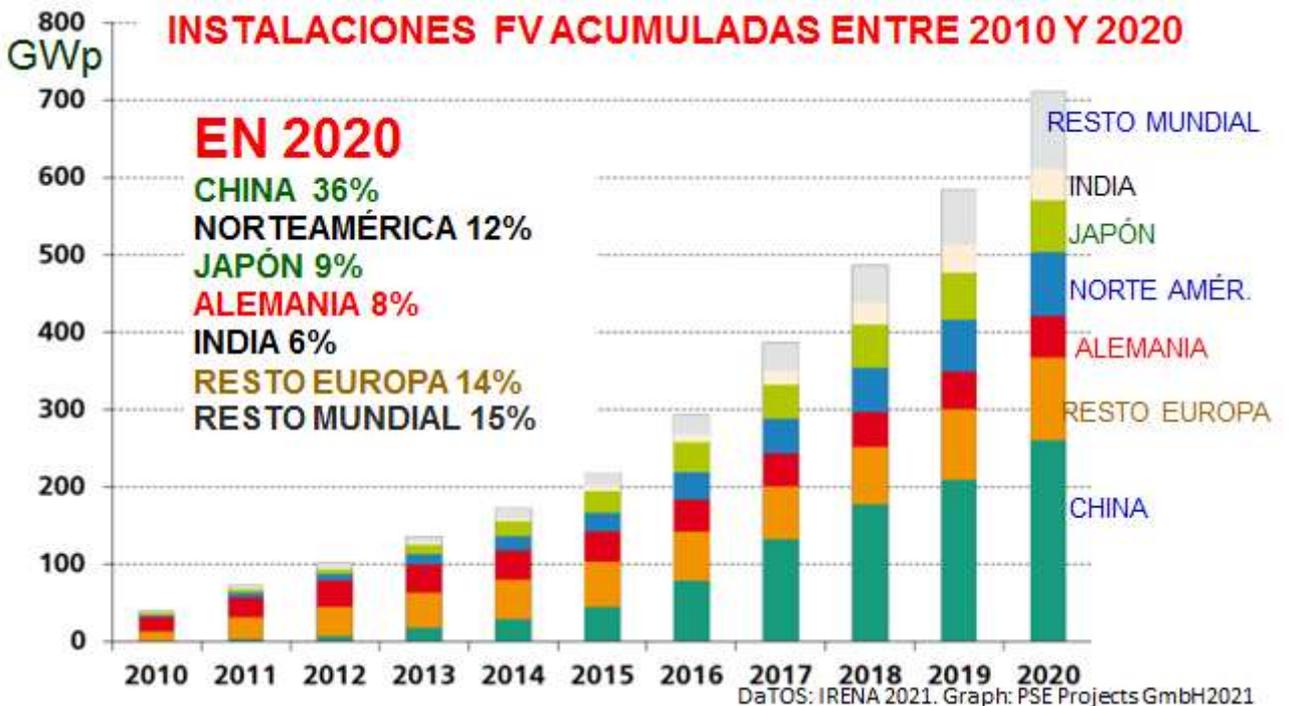
PRODUCCIÓN ANUAL DE MÓDULOS FV POR REGIONES ENTRE 2010 Y 2020



EN 2020 CHINA PRODUJO EL 67% DEL TOTAL MUNDIAL DE MÓDULOS FV (UN % SIMILAR AL DE 2019), EUROPA SOLO UN 3% Y NORTEAMÉRICA EL 2%.

INSTALACIONES FV ENTRE 2010 Y 2020

El crecimiento mundial promedio de las instalaciones FV acumuladas entre 2010 y 2030 fue de un promedio de 34% al año, con una gran diferencia del comportamiento por países.



China contribuyó con el 33% de las instalaciones FV en 2020, Europa con un 22% (24% en 2019)

EFICIENCIAS DE CELDAS Y MÓDULOS DE LABORATORIO.

En ocasiones anteriores hemos analizado las diferencias entre celdas y módulos de laboratorio vs las industriales. Pero recalamos que muchas de las eficiencias de laboratorio de hoy serán las industriales mañana. En los últimos 10 años los módulos de silicio pasaron del 15% de eficiencia a un 20%.

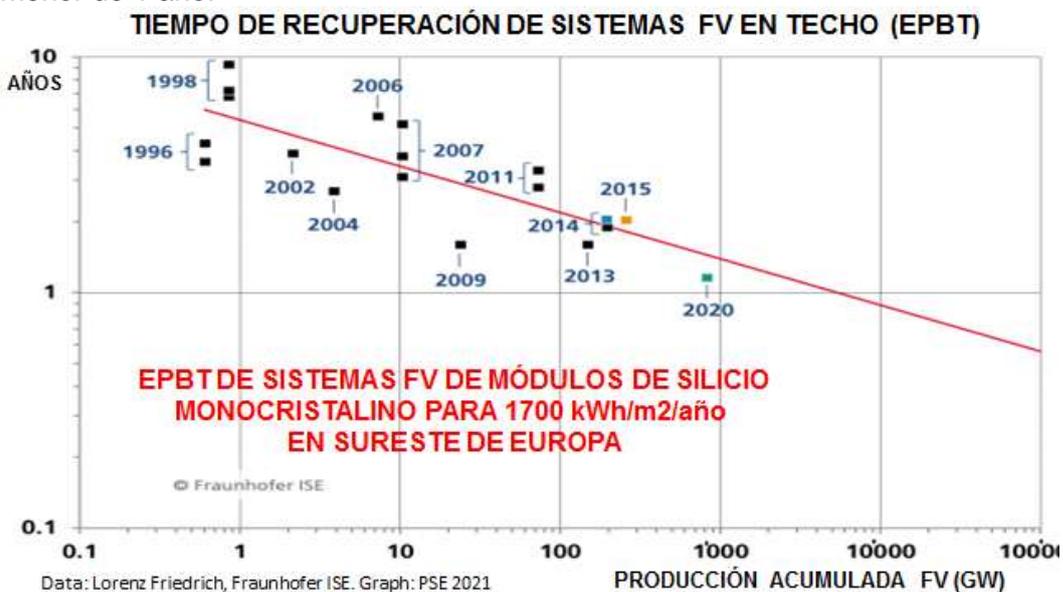
En 2020 las eficiencias y las áreas de laboratorio eran las siguientes:

		Área	Eficiencia
Silicio mono cristalino	Celda	79 cm ²	26,7%
	Módulo	13 177 cm ²	24,4%
Silicio poli cristalino	Celda	268 cm ²	24,4%
	Módulo	14 818 cm ²	20,4%
CIGS	Celda	1 cm ²	23,4%
	Módulo	841 cm ²	19,2%
CdTe	Celda	1 cm ²	21,0%
	Módulo	23 573 cm ²	19%
Perovskita	Celda	1 cm ²	22,6%
	Módulo	804 cm ²	7,9%

Por falta de espacio, sobre de la perovskita abundaremos en otra ocasión, solo mencionaremos que industrialmente no se producen.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN ENERGÉTICA DE LA FV

Se trata del tiempo en que la instalación FV genera la misma energía que se consumió en el costo total del sistema FV, (EPBT- Energy Payback time), los años de recuperación han disminuido sostenidamente, depende de la localización geográfica, sobre todo del nivel de radiación solar, también de la eficiencia de la red eléctrica por ejemplo en el noreste de Europa es de aproximadamente 1,2 años, mientras que en Sicilia es de 1 año, así como en otros lugares es menor de 1 año. Es un parámetro sumamente importante para la determinación de la estrategia energética del país, teniendo en cuenta que en Cuba se debe alcanzar una recuperación energética FV menor de 1 año.



En los últimos 24 años cada vez que ha aumentado 2 veces la producción FV, el tiempo de recuperación (EPBT) promedio mundial ha caído aproximadamente en un 12%.

INVERSORES FV

Los inversores FV también se han desarrollado notablemente, fundamentalmente en tres variantes: Central, String y micro, además de los optimizadores de potencia de CD-CD. En la siguiente tabla mostramos escuetamente las características más importantes del mercado de inversores en 2020.

MERCADO DE INVERSORES FV EN 2020					
INVERSOR	POTENCIA	EFICIENCIA	MERCADO %	COSTO	COMENTARIO
String	Hasta 150 kWp	Hasta 98%	64,4%	3-17 cent. eur/Wp	Fácil de reemplazar
Central	>80 kWp	Hasta 98,5%	33,7%	4 cent. eur/Wp	Frecuente contrato de servicio
Micro	Rango de potencia del modulo	90-97%	1,4%	25 cent. eur/Wp	Fácil de reemplazar
Optimizador DC-DC	Rango de potencia del modulo	Hasta 99,5%	5,1%	8 cent. eur/Wp	Salida DC optimizada

COSTOS DE LOS SISTEMAS FV

No abundaremos mucho en los costos FV ya que reiteradamente hemos analizado en detalle la evolución de los mismos por sectores, países, tecnologías etc. Solo en esta ocasión recalamos el comportamiento mundial promedio en 10 años de las instalaciones de nivel utility, aunque específicamente se diferencian mucho por países:

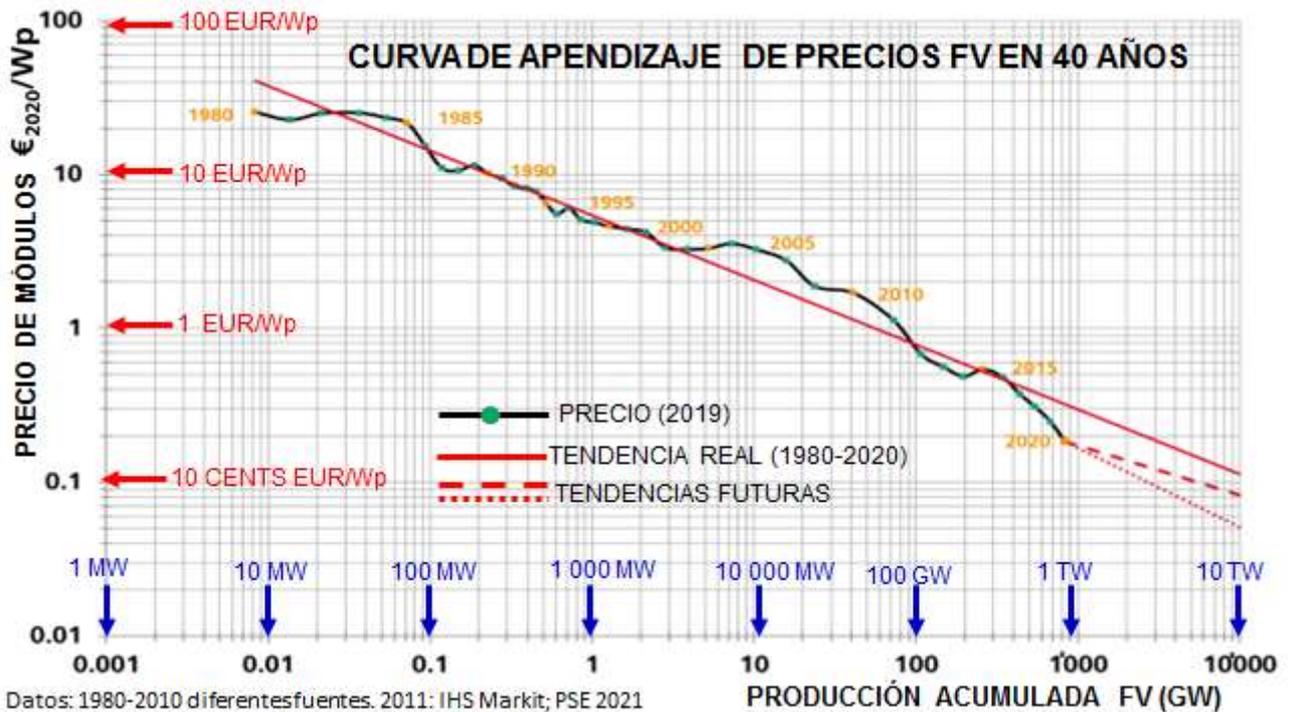
EVOLUCIÓN DE COSTOS PROMEDIOS DE INSTALACIONES DE NIVEL UTILITY 2010 - 2019



EVOLUCIÓN FV EN 40 AÑOS

También en muchas ocasiones hemos tratado el tema del espectacular desarrollo experimentado por la FV. En 40 años el costo del Wp de instalación promedio con inclusión

de todos los sectores ha disminuido unas 2 000 veces, mientras que la producción de las instalaciones FV acumuladas se ha incrementado unas 100 000 veces en dichos 40 años. A continuación exponemos un sugerente grafico en escala logarítmica que relaciona ambos parámetros de desarrollo FV, desde 1980 hasta 2020.



El pronóstico por extrapolación de las tendencias plantea que cuando la FV acumulada mundialmente en un futuro llegue a 10 TWp FV, el precio del módulo FV podría estar entre 5 y 10 centavos de euros/Wp.

Como se está haciendo extenso el vitecfv continuaremos profundizando estos aspectos en próximas ocasiones, sobre todo en su relación con la experiencia que puede aportar para la estrategia FV de Cuba.

Dr.C. Daniel Stolik