

## Informe técnico

# ¿Por qué la potencia nominal de mi módulo fotovoltaico es mayor que la de mi inversor?

---

Junio 2020

La elección del panel fotovoltaico (FV) e inversor son dos de las decisiones más importantes a la hora de diseñar un sistema fotovoltaico. Asegurarse de que esos componentes pueden funcionar juntos correctamente es importante desde un punto de vista técnico, económico y de fiabilidad.

Los objetivos y las ideas preliminares que las distintas partes implicadas suelen tener acerca del diseño pueden influir en el proceso de toma de decisiones. Las siguientes consideraciones podrían facilitar ese proceso de decisión:

- El ratio CC:CA es la relación entre la potencia nominal del panel solar y la potencia del inversor. Todo sistema fotovoltaico tiene un ratio CC:CA independientemente de su arquitectura. Muchos inversores tienen limitaciones de ratio CC:CA por razones de fiabilidad y garantía. **Los microinversores de Enphase no tienen límite de ratio CC:CA más allá de asegurar la compatibilidad con los rangos de tensión y corriente de entrada de CC.**
- **Un mayor ratio CC:CA siempre optimiza la utilización del inversor y el factor de planta.** La medida de utilización del inversor es el factor de planta: es el ratio entre la producción energética máxima y la producción real. Una cantidad significativa del coste del sistema está ligada a la potencia del inversor (ya sea en cadena o microinversor). La instalación de más CC en un determinado inversor aumentará el factor de planta y puede disminuir el coste general de euro por vatio instalado.
- Las pérdidas de CC en sistemas de inversores en cadena o string (incluidos los que cuentan con optimizadores) suelen ser mayores que en sistemas de microinversores. Esto significa que las simulaciones de inversores string pueden obtener menores pérdidas por limitación de la potencia de salida del inversor en un ratio CC:CA determinado. No obstante, estas pérdidas de CC adicionales también afectan al ratio CC:CA nominal y producen mejores ratios CC:CA nominales en sistemas de microinversores para una combinación concreta.
- Las pérdidas por limitación de potencia del inversor en plantas solares son normalmente muy bajas comparadas con otros tipos de pérdidas, como la orientación, la suciedad, el sombreado o las pérdidas térmicas. Además, las pérdidas por limitación de potencia disminuyen con el tiempo a medida que los módulos se deterioran, mientras que otros tipos de pérdidas como la suciedad o el sombreado suelen aumentar.
- Las implicaciones económicas de las distintas mediciones del rendimiento, incluyendo una mejor utilización de los inversores y un mejor factor de planta a través del diseño de ratios CC:CA más altos, dependen en última instancia de las circunstancias económicas del mercado energético local y de la configuración del sistema instalado. Las herramientas de simulación económica, como por ejemplo NREL SAM<sup>1</sup>, permiten que las partes interesadas hagan sus propias evaluaciones.

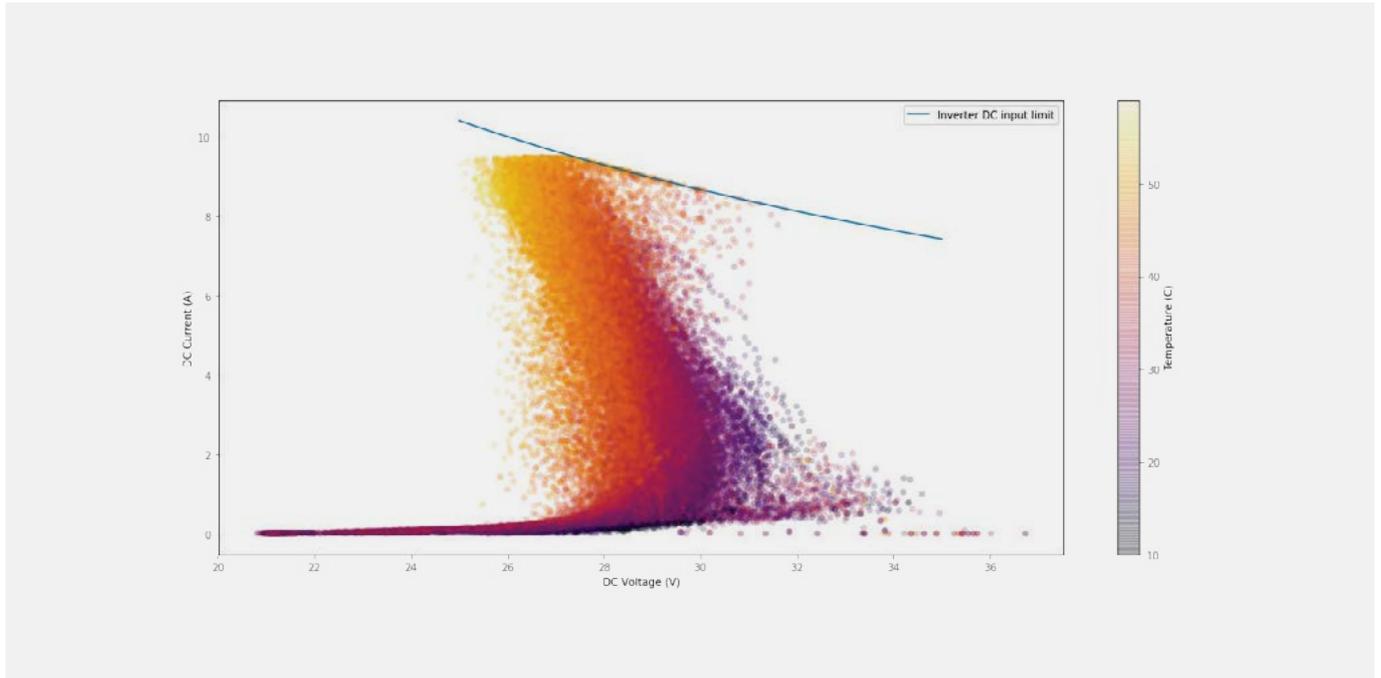
## Contexto

**¿Por qué la potencia nominal de mi módulo FV es mayor que la de mi inversor?** – Esta es una pregunta habitual con una respuesta sencilla. En condiciones reales, la energía que produce el panel solar raramente se corresponde con su potencia nominal debido a las pérdidas térmicas. La energía del módulo fotovoltaico es el producto de la corriente por tensión de CC. En un módulo, la tensión de CC depende de la temperatura de las células en ese panel. Es decir, la tensión de CC desciende a medida que la temperatura aumenta. La corriente de CC depende de la cantidad de luz solar disponible, denominada irradiancia, y que a su vez depende de la posición del sol en relación con la orientación del módulo y de las condiciones atmosféricas.

<sup>1</sup> System Advisor Model (Modelo Asesor de Sistemas). National Research Energy Laboratory (Laboratorio Nacional de Investigación Energética de EE. UU.) Golden, Colorado.  
<https://sam.nrel.gov/content/downloads>

El gráfico 1 muestra las mediciones de CC de un panel solar a lo largo del tiempo. Durante la mayor parte del tiempo, la potencia de salida del panel está muy por debajo del límite de potencia de entrada de CC (véase la línea azul oblicua). Cuando se alcanza el límite de potencia de entrada, el inversor aumenta la tensión nominal de CC

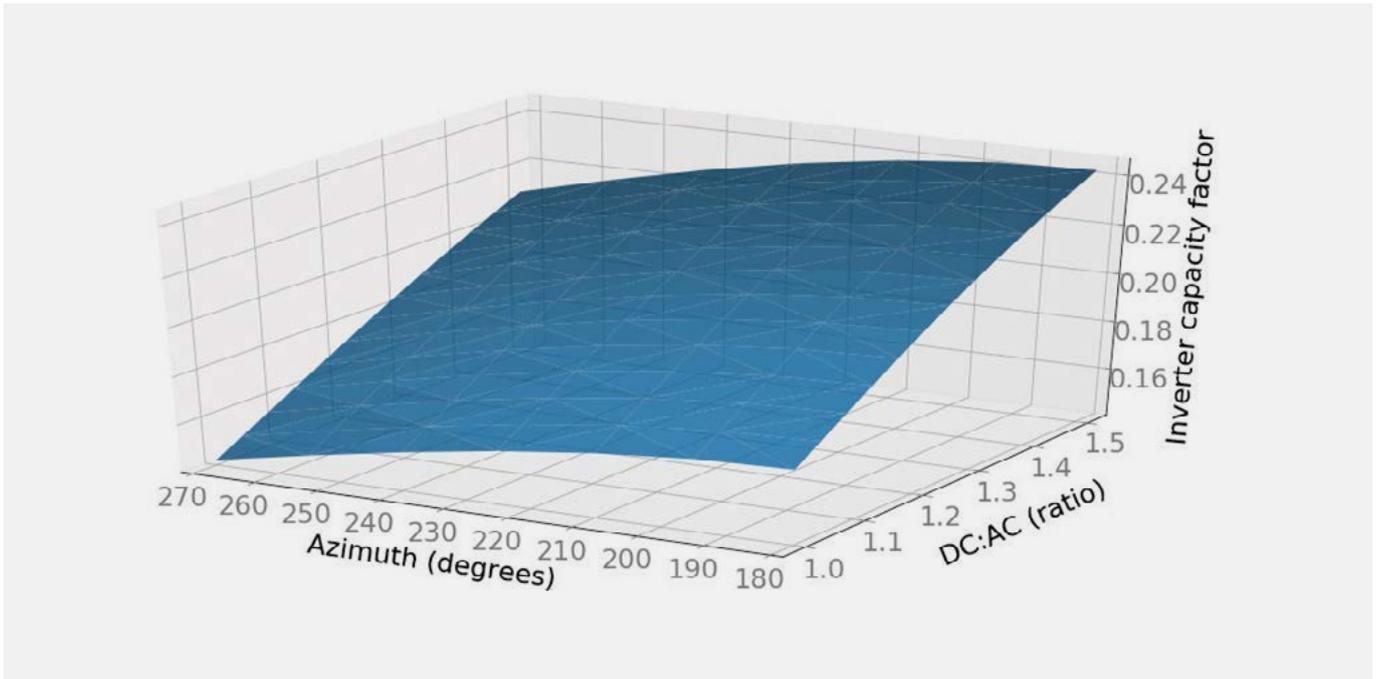
para limitar la potencia de salida de CA hasta la potencia máxima de salida del microinversor. Este efecto se denomina limitación o recorte de potencia. Si el límite de entrada de CC no se alcanza nunca, el inversor nunca realiza este recorte y queda infrutilizado.



**Gráfico 1: Ejemplo de datos tomados a intervalos de 5 minutos que muestra la potencia de entrada de CC de un microinversor Enphase**

La medida de utilización del inversor se denomina factor de planta y se define como el ratio entre la producción de energía real y la producción de energía máxima (si el inversor estuviera funcionando a potencia máxima continuamente, tendría un factor de capacidad

de 1,0). Un factor de capacidad mayor indica un uso mayor de la capacidad nominal del inversor. En el *Gráfico 2* se puede observar cómo aumenta el factor de capacidad con ratios CC:CA mayores y cuáles son los efectos de la orientación del módulo.



**Gráfico 2: Newark - Factor de capacidad simulado a una inclinación de 25°**

El factor de capacidad del inversor y la limitación de potencia de salida del panel son dos de los muchos indicadores de rendimiento que deben tenerse en cuenta para evaluar el diseño de una instalación solar. La pregunta “¿Por qué la potencia nominal de mi módulo

fotovoltaico es mayor que la de mi inversor?” nos conduce a una cuestión mucho más complicada: “¿En qué medida debería aumentar el tamaño de mi módulo FV?” Por desgracia, la respuesta no es tan sencilla.

## Teoría

El primer paso del proceso de medición debe ser asegurarse de que los paneles son compatibles con el inversor desde un punto de vista eléctrico. Enphase ofrece una calculadora de compatibilidad eléctrica de módulos online que se basa en los rangos nominales de tensión de entrada de CC del inversor y corriente:

<https://enphase.com/en-us/support/module-compatibility>

La relación entre la potencia nominal del panel ( $P_{STC}$ ) y la potencia nominal de salida del inversor ( $P_{MAX CA}$ ) se suele denominar ratio CC:CA:

$$Ratio\ CC:CA = \frac{P_{STC}}{P_{MAX\ CA}}$$

Los microinversores de Enphase limitan de forma segura la potencia de salida del inversor electrónicamente al **límite de potencia nominal de salida**. Los microinversores son sometidos a pruebas de fiabilidad y carecen de limitaciones de ratio CC:CA.

En la práctica existen circunstancias que reducen de forma efectiva el ratio CC:CA. Calcular un ratio nominal CC:CA puede facilitar la comparativa.

$$Ratio\ Nominal\ CC:CA = \frac{P_{CC}(1 - L_{total})\eta}{P_{MAX\ CA} \cos \theta}$$

Donde:  $P_{CC}$  es la potencia de CC,  $L_{total}$  son las pérdidas de CC totales,  $\eta$  es la eficiencia del proceso de conversión de CC a CA independientemente de la arquitectura y  $\theta$  es el ángulo de fase entre tensión y corriente. Las pérdidas de CC debidas a la orientación del módulo,

degradación del módulo, desajustes del módulo, cableado de CC, conexiones, suciedad y sombreado reducen la potencia de CC disponible y, a su vez, disminuyen el ratio CC:CA nominal.

La aplicación PVWatts, por ejemplo, propone la siguiente pérdida por defecto:  $L_{total}$  de 14%<sup>2</sup>.

Por ejemplo, el ratio CC:CA de un módulo de 300 W en un inversor IQ 6 sería:

$$Ratio\ CC:CA = \frac{300\ W_{CC\ STC}}{240\ W_p} = 1,25$$

No obstante, debido a las pérdidas por suciedad y conexiones de CC, parece razonable asumir que una  $L_{total}$  de 5,6%, combinada con un inversor de 97% de rendimiento, reducirá el ratio CC:CA, lo que implica una ratio nominal CC:CA más bajo:

$$Ratio\ Nominal\ CC:CA = \frac{300\ W_{CC\ STC} \cdot (1 - 0,056) \cdot 0,97}{240\ W_p \cos 0} = 1,14$$

Algunas arquitecturas tienen una segunda etapa de conversión CC:CA. Para calcular la eficiencia total de CC a CA, es necesario multiplicar la eficiencia de la conversión CC:CC del optimizador por la eficiencia del inversor en cadena.

<sup>2</sup> El documento actual no ofrece fuentes.

Averiguar el mejor ratio CC:CA es un problema de optimización matemática. Los problemas de optimización tienen como objetivo encontrar la mejor solución posible dada una serie de supuestos. Esa mejor solución posible es una función de coste. En el contexto de un sistema de energía solar existen muchas funciones de coste, incluyendo las siguientes:

- *Maximización de la producción de energía,*
- *Maximización del valor actual neto, VAN (NPV, por sus siglas en inglés)*
- *Minimización de la factura mensual,*
- *Minimización del plazo de retorno de la inversión,*
- *Minimización de las pérdidas por limitación de potencia del inversor,*
- *Maximización de la eficiencia del sistema, o*
- *Maximización del factor de capacidad*

Las siguientes restricciones pueden influir en la decisión correcta:

- El espacio disponible en el tejado,
- La exposición directa al sol debido al sombreado,
- La exposición directa al sol debido a limitaciones en la orientación del módulo,
- Potencia nominal del suministro eléctrico,
- Normativa reguladora y de la compañía distribuidora de electricidad,
- Capital disponible, o
- Equipamiento disponible

La combinación de varios indicadores de rendimiento se denomina problema de optimización de múltiples variables. A la hora de tomar decisiones sobre costes se debe tener en cuenta la totalidad del sistema y del proceso de instalación. Cabe destacar que la mejor solución para un sistema concreto puede no ser la mejor solución para la región. Esto se conoce como la diferencia entre el óptimo local y el óptimo global. Los instaladores pueden utilizar un cálculo simplificado para determinar el valor económico de la energía perdida en relación al coste de los componentes de la instalación como un posible indicador de rendimiento. Por otra parte, un instalador puede llegar a la conclusión de que el beneficio del diseño optimizado de una instalación fotovoltaica no supere los costes de ingeniería que se repercutirán al propietario de la vivienda.

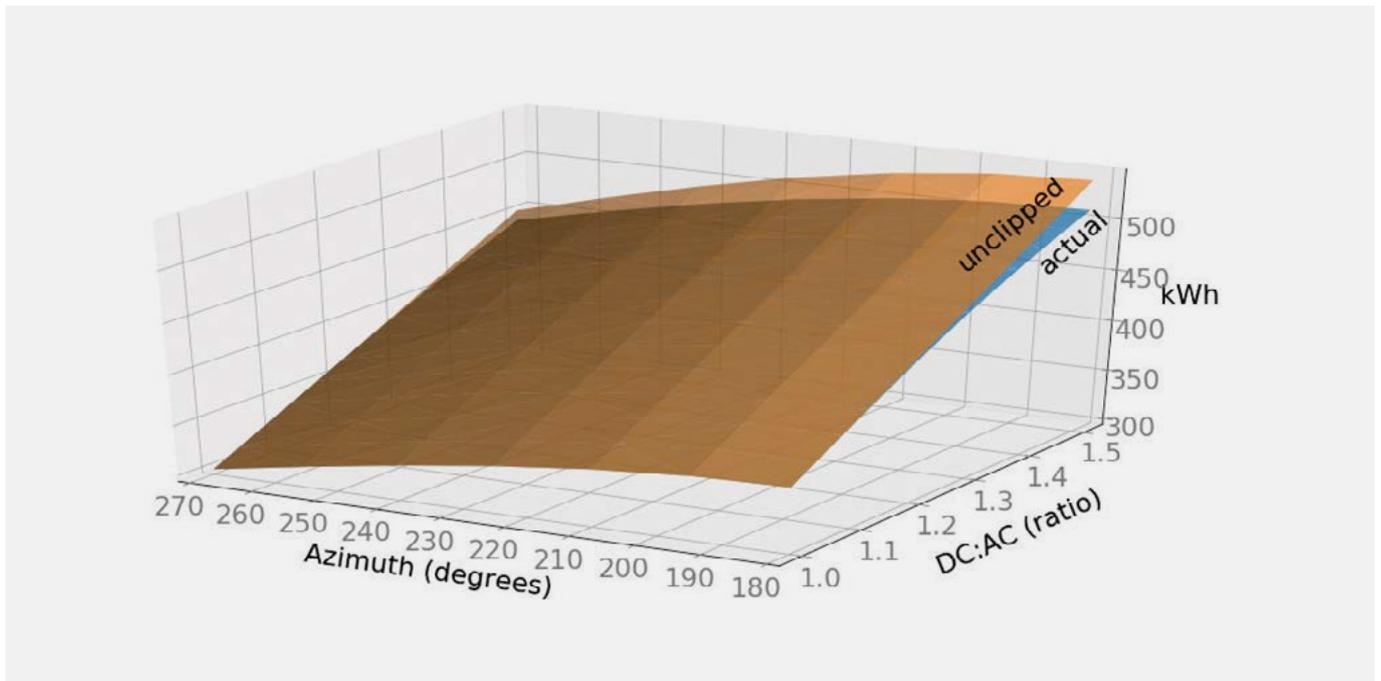
## Simulaciones de ejemplo sobre el rendimiento de energía

Con el objetivo de ofrecer un poco de contexto sobre ratios CC:CA en el proceso de toma de decisiones, se ha simulado el rendimiento energético el con NREL System Advisor Model (Modelo Asesor de Sistemas del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de EE. UU.) mediante el Modelo de módulo de eficiencia simple abierto de hojas de polímero (coeficiente de temperatura Pmp:  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ) con datos meteorológicos TMY3 (años típicos meteorológicos). La  $L_{total}$  fue de  $0,6\%$ , a menos que se indique lo contrario. Se asumió que las pérdidas por suciedad eran de cero y las pérdidas por conexiones de CC eran del  $0,6\%$ . Los supuestos de pérdidas por CC son muy conservadores. Las pérdidas en una situación real, como por ejemplo la suciedad, pueden ser mayores, lo que a su vez reduciría las pérdidas resultantes por limitación de la potencia en el inversor. Existen muchas herramientas que realizan cálculos

parecidos, aunque el NREL SAM permite simulaciones paramétricas, lo cual resulta útil dado el gran número de configuraciones de instalaciones y ubicaciones en esta simulación.

Los gráficos siguientes ofrecen datos de Newark, pero el principio de observación es válido para otros lugares. En el *gráfico 3* se puede ver la disparidad de rendimiento energético debido a las pérdidas por limitación de potencia del inversor a medida que varían el ángulo de azimut y el ratio CC:CA. Dado que los azimuts se desvían de su orientación ideal hacia el sur en el hemisferio norte, las pérdidas por limitación de potencia disminuyen significativamente.

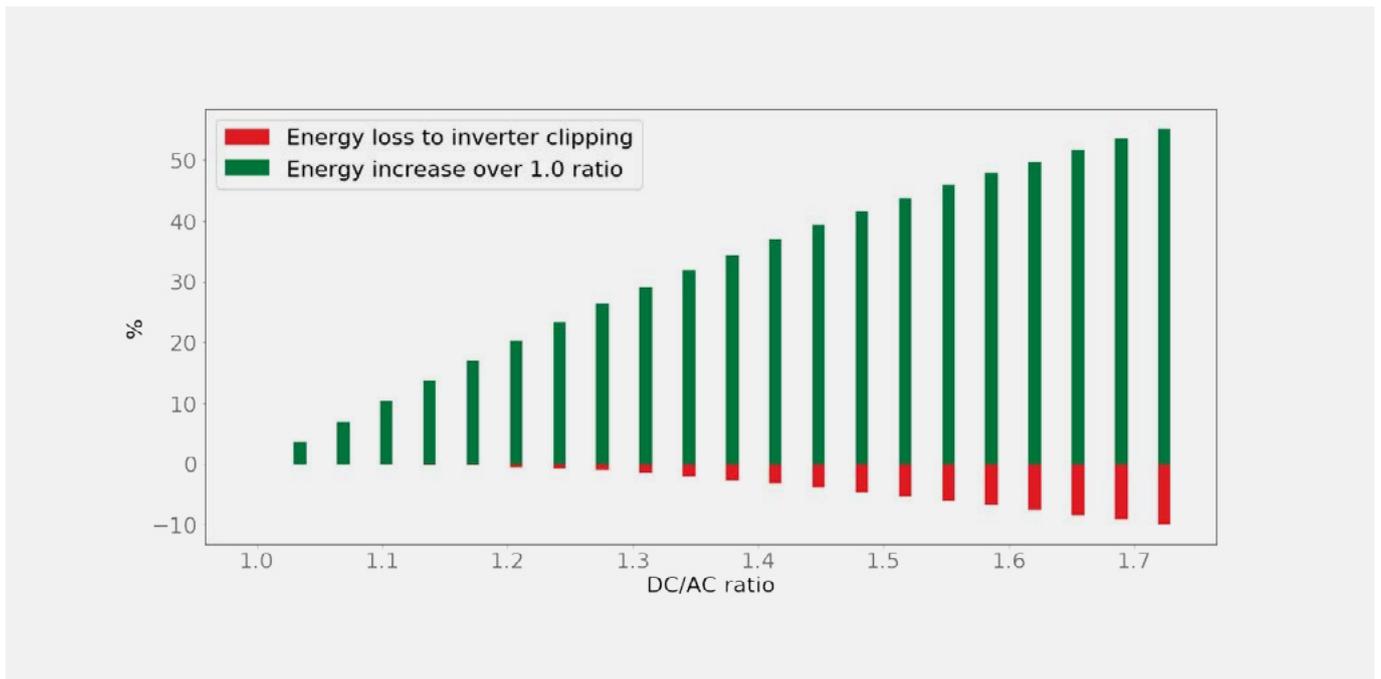
No obstante, sucede lo mismo con la producción total.



**Gráfico 3: Newark - Simulación del rendimiento real frente a rendimiento sin limitación de la potencia del inversor**

Como se observa en el *gráfico 4*, el incremento del ratio CC:CA aumenta el rendimiento energético, pero pueden producirse pérdidas en la producción debido a la limitación de potencia del inversor. El aumento del rendimiento energético siempre es mayor que la pérdida por limitación de potencia, incluso con ratios CC:CA muy altos.

Hay que tener en cuenta que el recorte de potencia del inversor que se muestra es una limitación simulada para el primer año. La potencia de salida del módulo FV se degrada con el tiempo, por lo que las pérdidas por limitación de potencia también se degradarán proporcionalmente.



**Gráfico 4:** Newark, 25° de inclinación y 180° de azimut

## Resultados de la simulación con IQ 6

Los siguientes cuadros muestran simulaciones de ejemplo del factor de planta en una instalación compuesta por un inversor y un único módulo para el primer año, así como datos de limitación de potencia y de producción de energía para varios ratios CC:CA con un microinversor IQ 6 en varios lugares de EE. UU., usando un modelo de eficiencia simple de coeficiente  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ . El microinversor IQ 6 tiene un pico de potencia de salida de 240 VA. En este

modelo, la orientación del módulo está fijada en  $180^{\circ}$  de azimut,  $25^{\circ}$  de inclinación, y una  $L_{total}$  de 5,6%. En la práctica, muchos sistemas fotovoltaicos no tienen una orientación ideal hacia el sur de  $180^{\circ}$  de azimut ni ángulos de inclinación ideales, por lo que el impacto de las pérdidas por limitación de la potencia de salida del inversor serán menores de lo que muestran las tablas.

Cuadro 1: **IQ 6** - Newark, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
240	1,00	0,92	0,156	329	0,0%	0,0	0%
250	1,04	0,96	0,163	343	0,0%	0,0	4%
260	1,08	1,00	0,170	357	0,0%	0,0	8%
270	1,12	1,03	0,176	370	0,0%	0,0	13%
280	1,17	1,07	0,183	384	0,0%	0,0	17%
290	1,21	1,11	0,189	398	0,0%	0,2	21%
300	1,25	1,15	0,196	412	0,1%	0,5	25%
310	1,29	1,19	0,202	425	0,2%	1,1	29%
320	1,33	1,23	0,208	438	0,4%	2,0	33%
330	1,38	1,26	0,214	450	0,7%	3,5	37%
340	1,42	1,30	0,220	462	1,1%	5,5	41%
350	1,46	1,34	0,225	473	1,6%	8,1	44%
360	1,50	1,38	0,230	484	2,2%	11,4	47%
370	1,54	1,42	0,235	494	2,8%	15,2	50%
380	1,58	1,46	0,240	504	3,5%	19,4	53%
390	1,62	1,49	0,244	513	4,3%	24,1	56%
400	1,67	1,53	0,248	522	5,1%	29,4	59%
410	1,71	1,57	0,252	530	5,9%	35,0	61%

Cuadro 2: IQ 6 - Denver (Golden), modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
240	1,00	0,92	0,179	376	0,0%	0,0	0%
250	1,04	0,96	0,186	392	0,0%	0,0	4%
260	1,08	1,00	0,194	407	0,0%	0,0	8%
270	1,12	1,03	0,201	423	0,0%	0,1	13%
280	1,17	1,07	0,209	439	0,1%	0,4	17%
290	1,21	1,11	0,216	454	0,2%	1,1	21%
300	1,25	1,15	0,223	468	0,5%	2,4	25%
310	1,29	1,19	0,229	482	0,9%	4,4	28%
320	1,33	1,23	0,235	495	1,4%	7,2	32%
330	1,38	1,26	0,241	507	2,0%	11,0	35%
340	1,42	1,30	0,247	518	2,8%	15,7	38%
350	1,46	1,34	0,251	529	3,7%	21,2	41%
360	1,50	1,38	0,256	539	4,6%	27,2	43%
370	1,54	1,42	0,261	548	5,5%	33,8	46%
380	1,58	1,46	0,265	557	6,5%	40,8	48%
390	1,62	1,49	0,269	565	7,5%	48,4	50%
400	1,67	1,53	0,273	573	8,6%	56,5	52%
410	1,71	1,57	0,276	580	9,6%	64,8	54%

Cuadro 3: IQ 6 - Los Ángeles, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
240	1,00	0,92	0,191	402	0,0%	0,0	0%
250	1,04	0,96	0,199	419	0,0%	0,0	4%
260	1,08	1,00	0,207	436	0,0%	0,0	8%
270	1,12	1,03	0,216	453	0,0%	0,0	13%
280	1,17	1,07	0,224	470	0,0%	0,0	17%
290	1,21	1,11	0,232	487	0,0%	0,2	21%
300	1,25	1,15	0,239	503	0,1%	0,7	25%
310	1,29	1,19	0,247	518	0,4%	2,4	29%
320	1,33	1,23	0,253	533	0,9%	5,1	32%
330	1,38	1,26	0,260	546	1,6%	9,1	36%
340	1,42	1,30	0,265	558	2,3%	14,1	39%
350	1,46	1,34	0,271	569	3,2%	19,6	41%
360	1,50	1,38	0,276	580	4,1%	25,8	44%
370	1,54	1,42	0,281	590	5,0%	32,7	47%
380	1,58	1,46	0,285	599	6,0%	40,5	49%
390	1,62	1,49	0,289	608	7,1%	49,0	51%
400	1,67	1,53	0,293	616	8,2%	57,9	53%
410	1,71	1,57	0,297	624	9,3%	67,3	55%

Cuadro 4: **IQ 6** - Phoenix, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
<b>240</b>	1,00	0,92	0,209	439	0,0%	0,0	0%
<b>250</b>	1,04	0,96	0,217	457	0,0%	0,0	4%
<b>260</b>	1,08	1,00	0,226	475	0,0%	0,0	8%
<b>270</b>	1,12	1,03	0,235	494	0,0%	0,0	13%
<b>280</b>	1,17	1,07	0,244	512	0,0%	0,0	17%
<b>290</b>	1,21	1,11	0,252	531	0,0%	0,1	21%
<b>300</b>	1,25	1,15	0,261	549	0,1%	0,3	25%
<b>310</b>	1,29	1,19	0,269	566	0,2%	1,1	29%
<b>320</b>	1,33	1,23	0,277	583	0,4%	2,7	33%
<b>330</b>	1,38	1,26	0,285	599	0,9%	5,7	37%
<b>340</b>	1,42	1,30	0,291	612	1,6%	10,4	40%
<b>350</b>	1,46	1,34	0,297	625	2,4%	16,5	42%
<b>360</b>	1,50	1,38	0,303	636	3,4%	23,7	45%
<b>370</b>	1,54	1,42	0,308	647	4,5%	31,9	47%
<b>380</b>	1,58	1,46	0,312	656	5,6%	40,9	50%
<b>390</b>	1,62	1,49	0,316	665	6,7%	50,4	52%
<b>400</b>	1,67	1,53	0,320	674	7,9%	60,5	54%
<b>410</b>	1,71	1,57	0,324	682	9,0%	71,0	55%

## Resultados de la simulación con IQ 6+

Los siguientes cuadros muestran simulaciones de ejemplo del factor de planta en una instalación formada por un inversor y un único módulo para el primer año, así como datos de limitación de potencia y de producción de energía para varios ratios CC:CA con un microinversor IQ 6+ en varios lugares de EE. UU., usando un modelo de eficiencia simple de coeficiente  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ . El microinversor IQ 6+ tiene un pico de potencia de salida de 290 VA.

En este modelo, la orientación del módulo está fijada en  $180^{\circ}$  de azimut,  $25^{\circ}$  de inclinación, y una  $L_{\text{total}}$  de 5,6%. En la práctica, muchos sistemas fotovoltaicos no tienen una orientación ideal hacia el sur de  $180^{\circ}$  de azimut ni ángulos de inclinación ideales, por lo que el impacto de las pérdidas por limitación de la potencia del inversor serán menores de lo que muestran las tablas.

Cuadro 5: **IQ 6+** - Newark, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}$ : 5,6%, azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
290	1,00	0,92	0,189	398	0,0%	0,0	0%
300	1,03	0,95	0,196	412	0,0%	0,0	3%
310	1,07	0,98	0,202	426	0,0%	0,0	7%
320	1,10	1,01	0,209	440	0,0%	0,0	10%
330	1,14	1,05	0,216	453	0,0%	0,0	14%
340	1,17	1,08	0,222	467	0,0%	0,0	17%
350	1,21	1,11	0,229	481	0,0%	0,2	21%
360	1,24	1,14	0,235	495	0,1%	0,5	24%
370	1,28	1,17	0,242	508	0,2%	1,0	28%
380	1,31	1,20	0,248	521	0,3%	1,8	31%
390	1,34	1,24	0,254	534	0,5%	2,9	34%
400	1,38	1,27	0,260	546	0,8%	4,5	37%
410	1,41	1,30	0,265	558	1,1%	6,6	40%
420	1,45	1,33	0,271	569	1,5%	9,2	43%
430	1,48	1,36	0,276	580	2,0%	12,3	46%
440	1,52	1,40	0,281	591	2,5%	15,9	48%
450	1,55	1,43	0,286	601	3,1%	19,9	51%
460	1,59	1,46	0,290	610	3,6%	24,2	53%
470	1,62	1,49	0,295	619	4,3%	28,9	56%
480	1,66	1,52	0,299	628	4,9%	34,1	58%
490	1,69	1,55	0,303	636	5,6%	39,7	60%
500	1,72	1,59	0,307	645	6,3%	45,5	62%

Cuadro 6: **IQ 6+** - Denver, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
290	1,00	0,92	0,216	455	0,0%	0,0	0%
300	1,03	0,95	0,224	471	0,0%	0,0	3%
310	1,07	0,98	0,231	486	0,0%	0,0	7%
320	1,10	1,01	0,239	502	0,0%	0,1	10%
330	1,14	1,05	0,246	518	0,0%	0,2	14%
340	1,17	1,08	0,254	533	0,1%	0,6	17%
350	1,21	1,11	0,261	548	0,2%	1,4	21%
360	1,24	1,14	0,268	563	0,4%	2,6	24%
370	1,28	1,17	0,274	577	0,7%	4,5	27%
380		1,20	0,281	590	1,1%	7,0	30%
390	1,34	1,24	0,287	603	1,6%	10,1	33%
400	1,38	1,27	0,293	615	2,1%	14,1	35%
410	1,41	1,30	0,298	626	2,8%	18,9	38%
420	1,45	1,33	0,303	637	3,5%	24,3	40%
430	1,48	1,36	0,308	647	4,3%	30,2	42%
440	1,52	1,40	0,312	656	5,0%	36,6	44%
450	1,55	1,43	0,316	665	5,8%	43,3	46%
460	1,59	1,46	0,321	674	6,7%	50,5	48%
470	1,62	1,49	0,325	682	7,5%	58,1	50%
480	1,66	1,52	0,328	690	8,4%	66,1	52%
490	1,69	1,55	0,332	698	9,2%	74,4	53%
500	1,72	1,59	0,336	705	10,1%	82,9	55%

Cuadro 7: **IQ 6+** - Los Ángeles, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
<b>290</b>	1,00	0,92	0,232	487	0,0%	0,0	0%
<b>300</b>	1,03	0,95	0,240	504	0,0%	0,0	3%
<b>310</b>	1,07	0,98	0,248	521	0,0%	0,0	7%
<b>320</b>	1,10	1,01	0,256	538	0,0%	0,0	10%
<b>330</b>	1,14	1,05	0,264	555	0,0%	0,0	14%
<b>340</b>	1,17	1,08	0,272	572	0,0%	0,0	17%
<b>350</b>	1,21	1,11	0,280	589	0,0%	0,2	21%
<b>360</b>	1,24	1,14	0,288	605	0,1%	0,7	24%
<b>370</b>	1,28	1,17	0,295	621	0,3%	2,0	27%
<b>380</b>	1,31	1,20	0,302	635	0,7%	4,4	30%
<b>390</b>	1,34	1,24	0,309	649	1,1%	7,6	33%
<b>400</b>	1,38	1,27	0,315	662	1,7%	11,9	36%
<b>410</b>	1,41	1,30	0,320	674	2,3%	17,0	38%
<b>420</b>	1,45	1,33	0,326	685	3,0%	22,5	41%
<b>430</b>	1,48	1,36	0,331	696	3,8%	28,5	43%
<b>440</b>	1,52	1,40	0,336	707	4,5%	35,1	45%
<b>450</b>	1,55	1,43	0,341	717	5,3%	42,3	47%
<b>460</b>	1,59	1,46	0,345	726	6,2%	50,2	49%
<b>470</b>	1,62	1,49	0,349	734	7,1%	58,8	51%
<b>480</b>	1,66	1,52	0,353	742	8,0%	67,7	52%
<b>490</b>	1,69	1,55	0,357	750	8,9%	76,9	54%
<b>500</b>	1,72	1,59	0,360	758	9,8%	86,4	56%

Cuadro 8: **IQ 6+** - Phoenix, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
290	1,00	0,92	0,253	531	0,0%	0,0	0%
300	1,03	0,95	0,261	549	0,0%	0,0	3%
310	1,07	0,98	0,270	568	0,0%	0,0	7%
320	1,10	1,01	0,279	586	0,0%	0,0	10%
330	1,14	1,05	0,288	605	0,0%	0,0	14%
340	1,17	1,08	0,296	623	0,0%	0,0	17%
350	1,21	1,11	0,305	642	0,0%	0,1	21%
360	1,24	1,14	0,314	660	0,0%	0,3	24%
370	1,28	1,17	0,322	678	0,1%	1,0	28%
380	1,31	1,20	0,330	695	0,3%	2,2	31%
390	1,34	1,24	0,338	711	0,6%	4,3	34%
400	1,38	1,27	0,345	726	1,0%	7,7	37%
410	1,41	1,30	0,352	740	1,6%	12,5	39%
420	1,45	1,33	0,358	753	2,3%	18,5	42%
430	1,48	1,36	0,363	764	3,1%	25,5	44%
440	1,52	1,40	0,369	775	3,9%	33,3	46%
450	1,55	1,43	0,373	785	4,8%	41,9	48%
460	1,59	1,46	0,378	794	5,8%	51,0	50%
470	1,62	1,49	0,382	803	6,7%	60,5	51%
480	1,66	1,52	0,386	812	7,6%	70,5	53%
490	1,69	1,55	0,390	820	8,6%	80,9	54%
500	1,72	1,59	0,394	828	9,5%	91,7	56%

## Resultados de la simulación con IQ 7

Los siguientes cuadros muestran simulaciones de ejemplo del factor de planta en una instalación compuesta por un inversor y un único módulo para el primer año, así como datos de limitación de potencia y de producción de energía para varios ratios CC:CA con un microinversor IQ 7 en varios lugares de EE. UU., usando un modelo de eficiencia simple de eficiente -0,4%/°C. ml Microinversor IQ 7 tiene un pico de potencia de salida de 250 VA. En este modelo,

la orientación del módulo está fijada en 180° de azimut, 25° de inclinación, y una  $L_{total}$  de 5,6%. En la práctica, muchos sistemas fotovoltaicos no tienen una orientación ideal hacia el sur de 180° de azimut ni ángulos de inclinación ideales, por lo que el impacto de las pérdidas por limitación de la potencia de salida del inversor serán menores de lo que muestran las tablas.

Cuadro 9: **IQ 7** - Newark, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
250	1,00	0,92	0,163	342	0,0%	0,0	0%
260	1,04	0,96	0,169	356	0,0%	0,0	4%
270	1,08	0,99	0,176	369	0,0%	0,0	8%
280	1,12	1,03	0,182	383	0,0%	0,0	12%
290	1,16	1,07	0,189	397	0,0%	0,0	16%
300	1,20	1,10	0,195	411	0,0%	0,1	20%
310	1,24	1,14	0,202	424	0,1%	0,4	24%
320	1,28	1,18	0,208	438	0,2%	0,8	28%
330	1,32	1,21	0,214	451	0,3%	1,6	32%
340	1,36	1,25	0,220	463	0,6%	2,9	36%
350	1,40	1,29	0,226	476	0,9%	4,6	39%
360	1,44	1,32	0,232	487	1,3%	6,9	43%
370	1,48	1,36	0,237	498	1,8%	9,8	46%
380	1,52	1,40	0,242	508	2,4%	13,2	49%
390	1,56	1,43	0,247	518	3,0%	17,1	52%
400	1,60	1,47	0,251	528	3,7%	21,4	54%
410	1,64	1,51	0,255	537	4,4%	26,2	57%
420	1,68	1,54	0,259	545	5,2%	31,5	60%

Cuadro 10: IQ 7 - Denver (Golden), modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
250	1,00	0,92	0,186	391	0,0%	0,0	0%
260	1,04	0,96	0,193	407	0,0%	0,0	4%
270	1,08	0,99	0,201	422	0,0%	0,0	8%
280	1,12	1,03	0,208	438	0,0%	0,1	12%
290	1,16	1,07	0,216	454	0,1%	0,3	16%
300	1,20	1,10	0,223	469	0,2%	0,9	20%
310	1,24	1,14	0,230	483	0,4%	2,0	24%
320	1,28	1,18	0,237	497	0,7%	3,7	27%
330	1,32	1,21	0,243	511	1,1%	6,2	31%
340	1,36	1,25	0,249	523	1,7%	9,5	34%
350	1,40	1,29	0,254	535	2,4%	13,7	37%
360	1,44	1,32	0,259	545	3,2%	18,8	40%
370	1,48	1,36	0,264	555	4,0%	24,5	42%
380	1,52	1,40	0,269	565	4,9%	30,6	45%
390	1,56	1,43	0,273	574	5,8%	37,3	47%
400	1,60	1,47	0,277	583	6,7%	44,4	49%
410	1,64	1,51	0,281	591	7,7%	52,0	51%
420	1,68	1,54	0,285	599	8,7%	60,0	53%

Cuadro 11: IQ 7 - Los Ángeles, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
250	1,00	0,92	0,217	456	0,0%	0,0	0%
260	1,04	0,96	0,226	475	0,0%	0,0	4%
270	1,08	0,99	0,235	493	0,0%	0,0	8%
280	1,12	1,03	0,243	511	0,0%	0,0	12%
290	1,16	1,07	0,252	530	0,0%	0,0	16%
300	1,20	1,10	0,261	548	0,0%	0,1	20%
310	1,24	1,14	0,269	566	0,0%	0,2	24%
320	1,28	1,18	0,278	584	0,1%	0,8	28%
330	1,32	1,21	0,286	601	0,3%	2,0	32%
340	1,36	1,25	0,294	617	0,7%	4,3	35%
350	1,40	1,29	0,300	632	1,2%	8,2	38%
360	1,44	1,32	0,307	645	2,0%	13,6	41%
370	1,48	1,36	0,312	656	2,8%	20,1	44%
380	1,52	1,40	0,317	667	3,8%	27,7	46%
390	1,56	1,43	0,322	677	4,8%	36,1	48%
400	1,60	1,47	0,327	687	5,9%	45,2	50%
410	1,64	1,51	0,331	695	6,9%	54,7	52%
420	1,68	1,54	0,335	704	8,0%	64,7	54%

Cuadro 12: **IQ 7** - Phoenix, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
250	1,00	0,92	0,217	456	0,0%	0,0	0%
260	1,04	0,96	0,226	475	0,0%	0,0	4%
270	1,08	0,99	0,235	493	0,0%	0,0	8%
280	1,12	1,03	0,243	511	0,0%	0,0	12%
290	1,16	1,07	0,252	530	0,0%	0,0	16%
300	1,20	1,10	0,261	548	0,0%	0,1	20%
310	1,24	1,14	0,269	566	0,0%	0,2	24%
320	1,28	1,18	0,278	584	0,1%	0,8	28%
330	1,32	1,21	0,286	601	0,3%	2,0	32%
340	1,36	1,25	0,294	617	0,7%	4,3	35%
350	1,40	1,29	0,300	632	1,2%	8,2	38%
360	1,44	1,32	0,307	645	2,0%	13,6	41%
370	1,48	1,36	0,312	656	2,8%	20,1	44%
380	1,52	1,40	0,317	667	3,8%	27,7	46%
390	1,56	1,43	0,322	677	4,8%	36,1	48%
400	1,60	1,47	0,327	687	5,9%	45,2	50%
410	1,64	1,51	0,331	695	6,9%	54,7	52%
420	1,68	1,54	0,335	704	8,0%	64,7	54%

## Resultados de la simulación con IQ 7+

Los siguientes cuadros muestran simulaciones de ejemplo del factor de planta en una instalación compuesta por un inversor y un único módulo para el primer año, así como datos de limitación de potencia y de producción de energía para varios ratios CC:CA con un microinversor IQ 7+ en varios lugares de EE. UU., usando un modelo de eficiencia simple de  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ . El microinversor IQ 7+ tiene un pico de potencia de salida de 295 VA. En este modelo,

la orientación del módulo está fijada en  $180^{\circ}$  de azimut,  $25^{\circ}$  de inclinación, y una  $L_{total}$  de 5,6%. En la práctica, muchos sistemas fotovoltaicos no tienen una orientación ideal hacia el sur de  $180^{\circ}$  de azimut ni ángulos de inclinación ideales, por lo que el impacto de las pérdidas por limitación de la potencia de salida del inversor serán menores de lo que muestran las tablas.

Cuadro 13: **IQ 7+** - Newark, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
295	1,00	0,92	0,192	404	0,0%	0,0	0%
305	1,03	0,95	0,199	418	0,0%	0,0	3%
315	1,07	0,98	0,206	432	0,0%	0,0	7%
325	1,10	1,01	0,212	446	0,0%	0,0	10%
335	1,14	1,04	0,219	460	0,0%	0,0	14%
345	1,17	1,08	0,225	473	0,0%	0,0	17%
355	1,20	1,11	0,232	487	0,0%	0,1	20%
365	1,24	1,14	0,238	501	0,1%	0,4	24%
375	1,27	1,17	0,244	514	0,1%	0,8	27%
385	1,31	1,20	0,251	527	0,3%	1,5	30%
395	1,34	1,23	0,257	540	0,4%	2,4	34%
405	1,37	1,26	0,263	552	0,7%	3,8	37%
415	1,41	1,29	0,268	564	0,9%	5,6	40%
425	1,44	1,32	0,274	576	1,3%	7,9	42%
435	1,47	1,36	0,279	587	1,7%	10,7	45%
445	1,51	1,39	0,284	597	2,2%	14,0	48%
455	1,54	1,42	0,289	607	2,7%	17,7	50%
465	1,58	1,45	0,293	617	3,2%	21,8	53%
475	1,61	1,48	0,298	626	3,8%	26,1	55%
485	1,64	1,51	0,302	635	4,4%	30,9	57%
495	1,68	1,54	0,306	644	5,1%	36,2	59%
505	1,71	1,57	0,310	652	5,7%	41,7	61%

Cuadro 14: **IQ 7+** - Denver, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
<b>295</b>	1,00	0,92	0,220	462	0,0%	0,0	0%
<b>305</b>	1,03	0,95	0,227	478	0,0%	0,0	3%
<b>315</b>	1,07	0,98	0,235	493	0,0%	0,0	7%
<b>325</b>	1,10	1,01	0,242	509	0,0%	0,0	10%
<b>335</b>	1,14	1,04	0,250	525	0,0%	0,2	14%
<b>345</b>	1,17	1,08	0,257	540	0,1%	0,5	17%
<b>355</b>	1,20	1,11	0,264	555	0,2%	1,1	20%
<b>365</b>	1,24	1,14	0,271	570	0,4%	2,1	23%
<b>375</b>	1,27	1,17	0,278	584	0,6%	3,7	26%
<b>385</b>	1,31	1,20	0,284	597	0,9%	5,9	29%
<b>395</b>	1,34	1,23	0,290	610	1,3%	8,8	32%
<b>405</b>	1,37	1,26	0,296	622	1,9%	12,4	35%
<b>415</b>	1,41	1,29	0,301	634	2,4%	16,7	37%
<b>425</b>	1,44	1,32	0,306	644	3,1%	21,7	39%
<b>435</b>	1,47	1,36	0,311	654	3,8%	27,3	42%
<b>445</b>	1,51	1,39	0,316	664	4,5%	33,3	44%
<b>455</b>	1,54	1,42	0,320	673	5,3%	39,7	46%
<b>465</b>	1,58	1,45	0,325	682	6,1%	46,4	48%
<b>475</b>	1,61	1,48	0,329	691	6,9%	53,7	50%
<b>485</b>	1,64	1,51	0,332	699	7,7%	61,3	51%
<b>495</b>	1,68	1,54	0,336	707	8,5%	69,2	53%
<b>505</b>	1,71	1,57	0,340	714	9,3%	77,3	55%

Cuadro 15: IQ 7+ - Los Ángeles, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
295	1,00	0,92	0,235	495	0,0%	0,0	0%
305	1,03	0,95	0,243	512	0,0%	0,0	3%
315	1,07	0,98	0,251	528	0,0%	0,0	7%
325	1,10	1,01	0,259	545	0,0%	0,0	10%
335	1,14	1,04	0,267	562	0,0%	0,0	14%
345	1,17	1,08	0,275	579	0,0%	0,0	17%
355	1,20	1,11	0,283	596	0,0%	0,1	20%
365	1,24	1,14	0,291	612	0,1%	0,5	24%
375	1,27	1,17	0,299	628	0,2%	1,4	27%
385	1,31	1,20	0,306	643	0,5%	3,4	30%
395	1,34	1,23	0,312	657	0,9%	6,2	33%
405	1,37	1,26	0,319	670	1,4%	10,0	35%
415	1,41	1,29	0,324	682	2,0%	14,7	38%
425	1,44	1,32	0,330	693	2,6%	19,9	40%
435	1,47	1,36	0,335	704	3,3%	25,5	42%
445	1,51	1,39	0,340	715	4,0%	31,6	45%
455	1,54	1,42	0,345	725	4,8%	38,4	47%
465	1,58	1,45	0,349	735	5,6%	45,7	48%
475	1,61	1,48	0,354	743	6,4%	53,7	50%
485	1,64	1,51	0,358	752	7,3%	62,3	52%
495	1,68	1,54	0,361	760	8,1%	71,1	54%
505	1,71	1,57	0,365	767	9,0%	80,2	55%

Cuadro 16: **IQ 7+** - Phoenix, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
<b>295</b>	1,00	0,92	0,257	539	0,0%	0,0	0%
<b>305</b>	1,03	0,95	0,265	558	0,0%	0,0	3%
<b>315</b>	1,07	0,98	0,274	576	0,0%	0,0	7%
<b>325</b>	1,10	1,01	0,283	594	0,0%	0,0	10%
<b>335</b>	1,14	1,04	0,291	613	0,0%	0,0	14%
<b>345</b>	1,17	1,08	0,300	631	0,0%	0,0	17%
<b>355</b>	1,20	1,11	0,309	649	0,0%	0,1	20%
<b>365</b>	1,24	1,14	0,317	667	0,0%	0,2	24%
<b>375</b>	1,27	1,17	0,326	685	0,1%	0,7	27%
<b>385</b>	1,31	1,20	0,334	702	0,2%	1,6	30%
<b>395</b>	1,34	1,23	0,342	719	0,4%	3,3	33%
<b>405</b>	1,37	1,26	0,349	734	0,8%	6,1	36%
<b>415</b>	1,41	1,29	0,356	748	1,3%	10,2	39%
<b>425</b>	1,44	1,32	0,362	761	1,9%	15,6	41%
<b>435</b>	1,47	1,36	0,368	773	2,6%	21,9	43%
<b>445</b>	1,51	1,39	0,373	784	3,4%	29,2	45%
<b>455</b>	1,54	1,42	0,378	794	4,3%	37,2	47%
<b>465</b>	1,58	1,45	0,382	804	5,1%	45,8	49%
<b>475</b>	1,61	1,48	0,387	813	6,0%	54,9	51%
<b>485</b>	1,64	1,51	0,391	822	6,9%	64,4	52%
<b>495</b>	1,68	1,54	0,395	830	7,8%	74,3	54%
<b>505</b>	1,71	1,57	0,399	838	8,7%	84,6	55%

## Resultados de la simulación con IQ 7X

Los siguientes cuadros muestran simulaciones de ejemplo del factor de planta en una instalación compuesta por un inversor y un único módulo para el primer año, así como datos de limitación de potencia y de producción de energía para varios ratios CC:CA con un microinversor IQ 7X en varios lugares de EE. UU., usando un modelo de eficiencia simple de coeficiente -0,4%/°C. El microinversor IQ 7X tiene un pico de potencia de salida de 320 VA.

En este modelo, la orientación del módulo está fijada en 180° de azimut, 25° de inclinación, y una  $L_{total}$  de 5,6%. En la práctica, muchos sistemas fotovoltaicos no tienen una orientación ideal hacia el sur de 180° de azimut ni ángulos de inclinación ideales, por lo que el impacto de las pérdidas por limitación de la potencia de salida del inversor serán menores de lo que muestran las tablas.

Cuadro 17: **IQ 7X** - Denver, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
320	1,00	0,92	0,240	505	0,0%	0,0	0%
330	1,03	0,95	0,248	521	0,0%	0,0	3%
340	1,06	0,98	0,255	537	0,0%	0,0	6%
350	1,09	1,01	0,263	553	0,0%	0,1	9%
360	1,12	1,03	0,270	568	0,0%	0,2	13%
370	1,16	1,06	0,278	584	0,1%	0,6	16%
380	1,19	1,09	0,285	599	0,2%	1,2	19%
390	1,22	1,12	0,292	614	0,4%	2,3	22%
400	1,25	1,15	0,299	629	0,6%	3,8	24%
410	1,28	1,18	0,305	642	0,9%	6,0	27%
420	1,31	1,21	0,312	655	1,3%	8,8	30%
430	1,34	1,24	0,318	668	1,7%	12,2	32%
440	1,38	1,26	0,323	680	2,3%	16,4	35%
450	1,41	1,29	0,329	691	2,9%	21,3	37%
460	1,44	1,32	0,334	701	3,5%	26,8	39%
470	1,47	1,35	0,338	711	4,2%	32,7	41%
480	1,50	1,38	0,343	721	4,9%	39,0	43%
490	1,53	1,41	0,347	730	5,7%	45,7	45%
500	1,56	1,44	0,352	739	6,4%	52,7	46%

Cuadro 18: IQ 7X - Los Ángeles, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
320	1,00	0,92	0,257	541	0,0%	0,0	0%
330	1,03	0,95	0,265	558	0,0%	0,0	3%
340	1,06	0,98	0,274	575	0,0%	0,0	6%
350	1,09	1,01	0,282	592	0,0%	0,0	9%
360	1,12	1,03	0,290	609	0,0%	0,0	13%
370	1,16	1,06	0,298	626	0,0%	0,0	16%
380	1,19	1,09	0,306	643	0,0%	0,1	19%
390	1,22	1,12	0,314	660	0,1%	0,5	22%
400	1,25	1,15	0,322	676	0,2%	1,4	25%
410	1,28	1,18	0,329	691	0,5%	3,3	28%
420	1,31	1,21	0,336	706	0,8%	5,9	30%
430	1,34	1,24	0,342	719	1,2%	9,5	33%
440	1,38	1,26	0,348	732	1,8%	14,0	35%
450	1,41	1,29	0,354	744	2,4%	19,2	37%
460	1,44	1,32	0,359	755	3,0%	24,7	40%
470	1,47	1,35	0,364	766	3,7%	30,7	42%
480	1,50	1,38	0,369	777	4,4%	37,3	44%
490	1,53	1,41	0,374	787	5,1%	44,4	45%
500	1,56	1,44	0,379	796	5,9%	52,1	47%

Cuadro 19: IQ 7X - Newark, modelo de eficiencia simple, -0,4%/°C,  $L_{total}$ : 5,6%, azimut: 180°, inclinación: 25°.

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
320	1,00	0,92	0,210	442	0,0%	0,0	0%
330	1,03	0,95	0,217	456	0,0%	0,0	3%
340	1,06	0,98	0,224	470	0,0%	0,0	6%
350	1,09	1,01	0,230	484	0,0%	0,0	9%
360	1,12	1,03	0,237	498	0,0%	0,0	13%
370	1,16	1,06	0,243	512	0,0%	0,0	16%
380	1,19	1,09	0,250	526	0,0%	0,1	19%
390	1,22	1,12	0,257	540	0,1%	0,4	22%
400	1,25	1,15	0,263	553	0,1%	0,8	25%
410	1,28	1,18	0,269	566	0,2%	1,4	28%
420	1,31	1,21	0,276	579	0,4%	2,4	31%
430	1,34	1,24	0,282	592	0,6%	3,7	34%
440	1,38	1,26	0,287	604	0,8%	5,3	37%
450	1,41	1,29	0,293	616	1,1%	7,5	39%
460	1,44	1,32	0,299	628	1,5%	10,1	42%
470	1,47	1,35	0,304	638	2,0%	13,2	44%
480	1,50	1,38	0,309	649	2,4%	16,8	47%
490	1,53	1,41	0,313	659	2,9%	20,7	49%
500	1,56	1,44	0,318	669	3,4%	24,9	51%

Cuadro 20: IQ 7X - Phoenix, modelo de eficiencia simple,  $-0,4\%/^{\circ}\text{C}$ ,  $L_{\text{total}}: 5,6\%$ , azimut:  $180^{\circ}$ , inclinación:  $25^{\circ}$ .

Módulo STC (Wdc)	Ratio CC:CA	Ratio nominal CC:CA	Factor de planta	Energía anual (kWh)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (%)	Pérdida por limitación de potencia en el primer año (kWh)	Aumento de producción energética frente a 1,0 de ratio CC:CA
320	1,00	0,92	0,281	590	0,0%	0,0	0%
330	1,03	0,95	0,289	608	0,0%	0,0	3%
340	1,06	0,98	0,298	627	0,0%	0,0	6%
350	1,09	1,01	0,307	645	0,0%	0,0	9%
360	1,12	1,03	0,316	664	0,0%	0,0	13%
370	1,16	1,06	0,325	683	0,0%	0,0	16%
380	1,19	1,09	0,333	701	0,0%	0,1	19%
390	1,22	1,12	0,342	719	0,0%	0,2	22%
400	1,25	1,15	0,351	738	0,1%	0,7	25%
410	1,28	1,18	0,359	755	0,2%	1,5	28%
420	1,31	1,21	0,367	772	0,4%	3,1	31%
430	1,34	1,24	0,375	788	0,7%	5,5	34%
440	1,38	1,26	0,382	803	1,1%	9,3	36%
450	1,41	1,29	0,388	817	1,7%	14,3	38%
460	1,44	1,32	0,394	829	2,3%	20,4	41%
470	1,47	1,35	0,400	841	3,0%	27,3	43%
480	1,50	1,38	0,405	852	3,8%	35,1	44%
490	1,53	1,41	0,410	862	4,6%	43,5	46%
500	1,56	1,44	0,415	872	5,5%	52,5	48%

## Conclusión

Este artículo tiene como objetivo principal ofrecer un marco de referencia técnico que invite al debate. Se ha simulado en NREL SAM algunas configuraciones típicas de los inversores de Enphase para ilustrar la manera en la que cambian distintos indicadores de rendimiento en función de los diferentes ratios CC:CA.

Los módulos FV raramente producen energía al mismo nivel que en

las condiciones de prueba. Por ello, los instaladores suelen combinar paneles solares con mayor potencia nominal que la potencia del inversor. En muchos lugares, un ratio CC:CA alto puede no provocar pérdidas significativas por limitación de la potencia de salida del inversor. No obstante, si se incrementa el ratio CC:CA, aumentará el factor de planta del inversor, lo cual podría aumentar el valor de la instalación.