



**EMAT**  
Materiales Fotovoltaicos



# **INTRODUCCIÓN A OPTIMIZADORES: FUNCIONAMIENTO Y PRINCIPALES VENTAJAS EN INSTALACIONES RESIDENCIALES**



Completed





## ¿Qué es un optimizador?



¿Cómo funciona el optimizador en un Sistema FV?



Diseño de String largo con Optimizador de potencia



Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura



Emparejamiento del Optimizador con el inversor



Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física

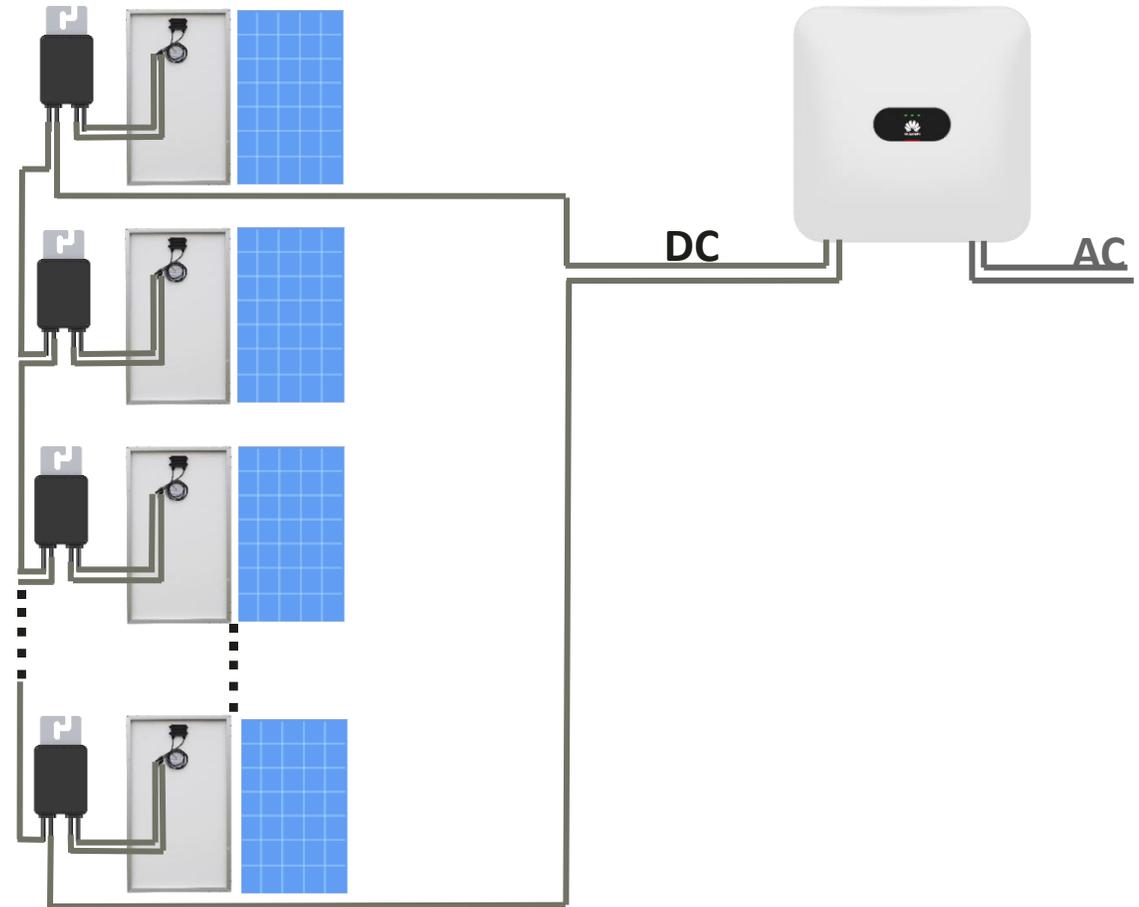
# Introducción del Optimizador de Potencia



**Optimizador de Potencia**

Un Optimizador de Potencia es un dispositivo de energía DC/DC que se adjunta a un módulo FV para:

1. Obtener el Máximo punto de potencia del módulo FV
2. Disminuir el voltaje del Módulo a una tensión segura

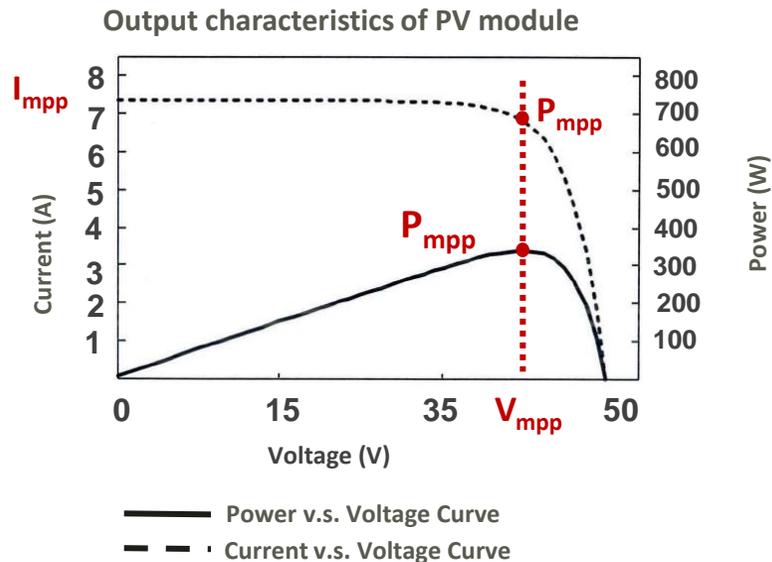


1. El modulo FV se conecta a la entrada del Optimizador de Potencia
2. El Optimizador de Potencia se conecta en serie con la entrada del inversor

# Función Básica del Optimizador de Potencia

## 1. Optimización a nivel de módulo

El Optimizador de potencia sustrae la máxima potencia ( $P_{mpp}$ ) del modulo al cual está adjunto.



## 2. Apagado rápido a nivel de módulo



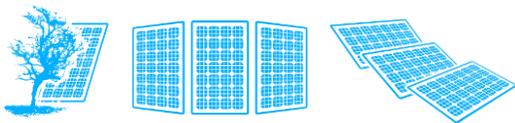
- El optimizador de potencia, puede ajustar el voltaje de salida a un valor Seguro cuando la salida está abierta o el inversor FV está apagado.
- En éste caso, los cables DC son desenergizados a un voltaje Seguro para el personal de instalación u O&M.

## 3. Module-level Physical Viewing



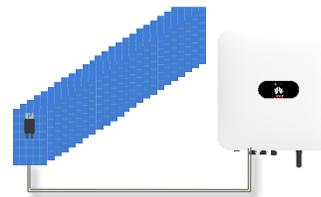
- Se puede monitorear de manera más precisa la información de operación del modulo a través de la disposición física en el Sistema de gestión.
- Localice alertas de operación de módulo, para diagnóstico remoto y ubicación más sencilla de la falla.

## 4. Diseño Flexible



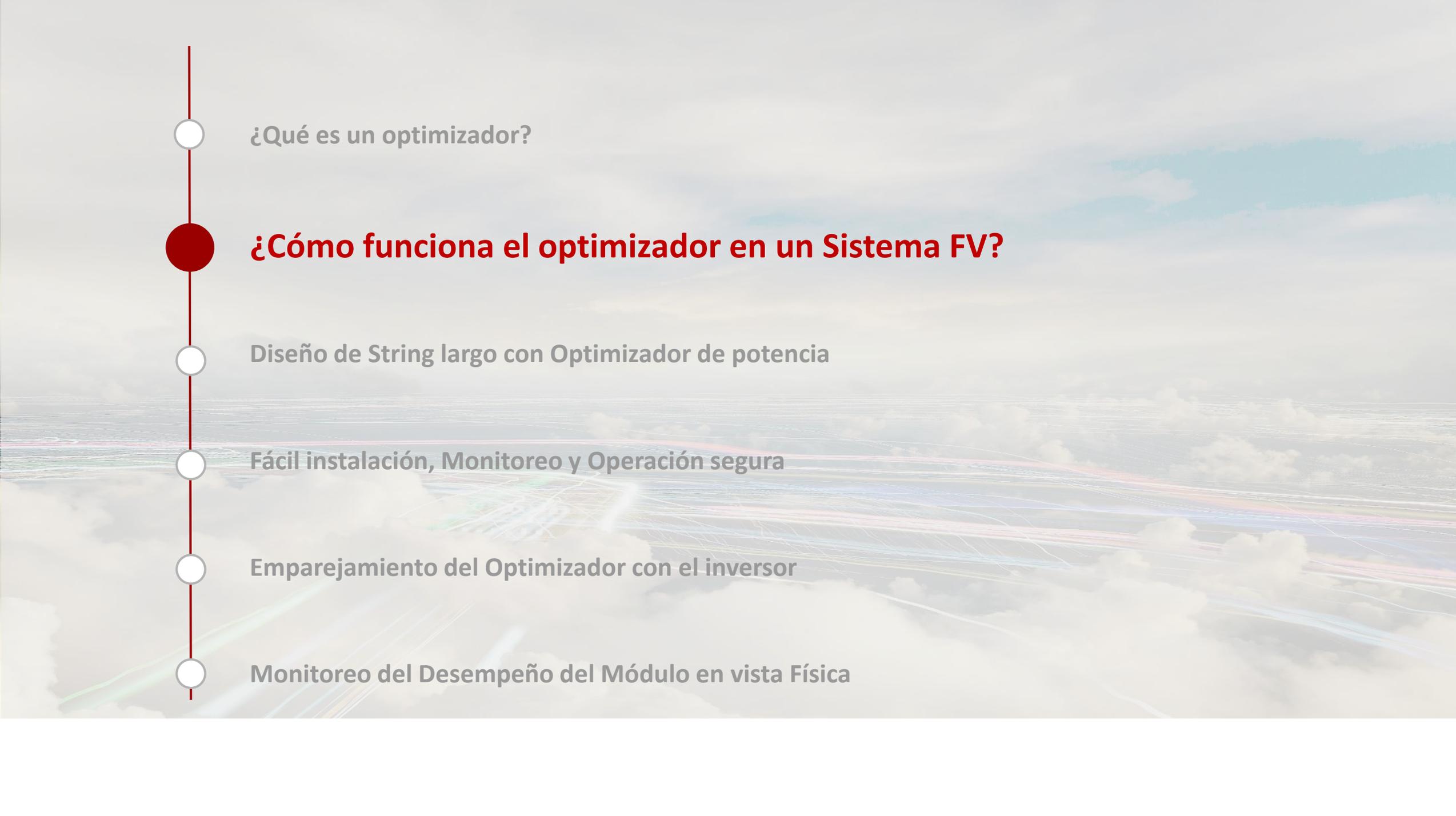
Los módulos Afectados por Sombreado o en múltiples orientaciones pueden conectarse en un solo string cuando hay optimizadores

## 5. String Largo



El Optimizador hace posible strings largos para:

- Incrementar sobredimensionamiento DC/AC
- Reducir Costos del BoS (Balance del Sistema/Planta)



¿Qué es un optimizador?

**¿Cómo funciona el optimizador en un Sistema FV?**

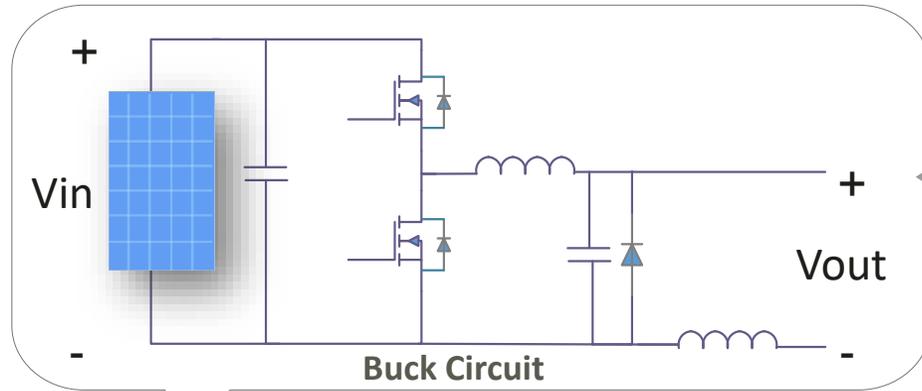
Diseño de String largo con Optimizador de potencia

Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura

Emparejamiento del Optimizador con el inversor

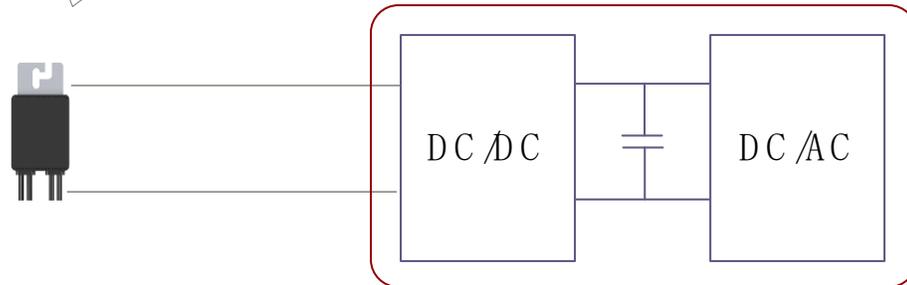
Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física

# Modo de Operación del Optimizador: Buck / Bypass Mode



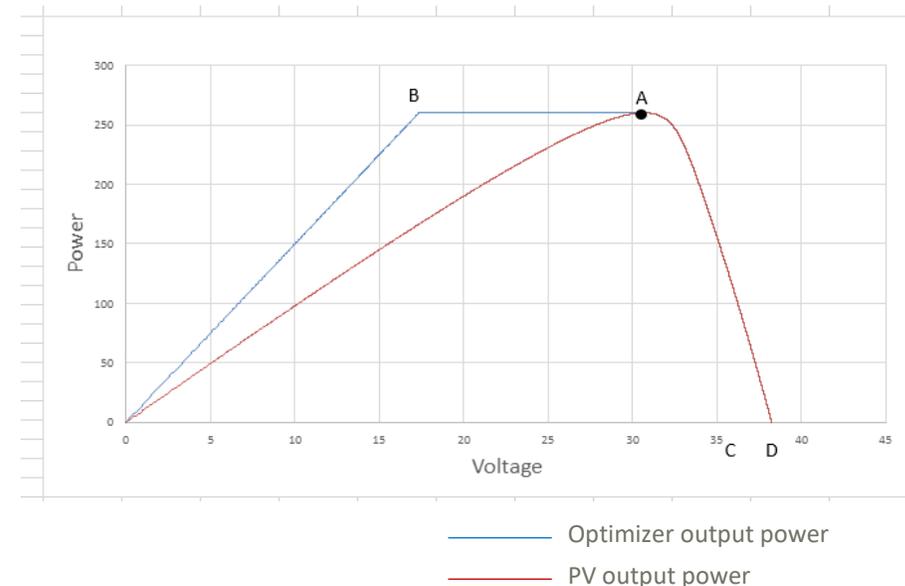
**Buck Mode**  
 $V_{out} < V_{in}$

**Bypass Mode**  
 $V_{out} \approx V_{in}$

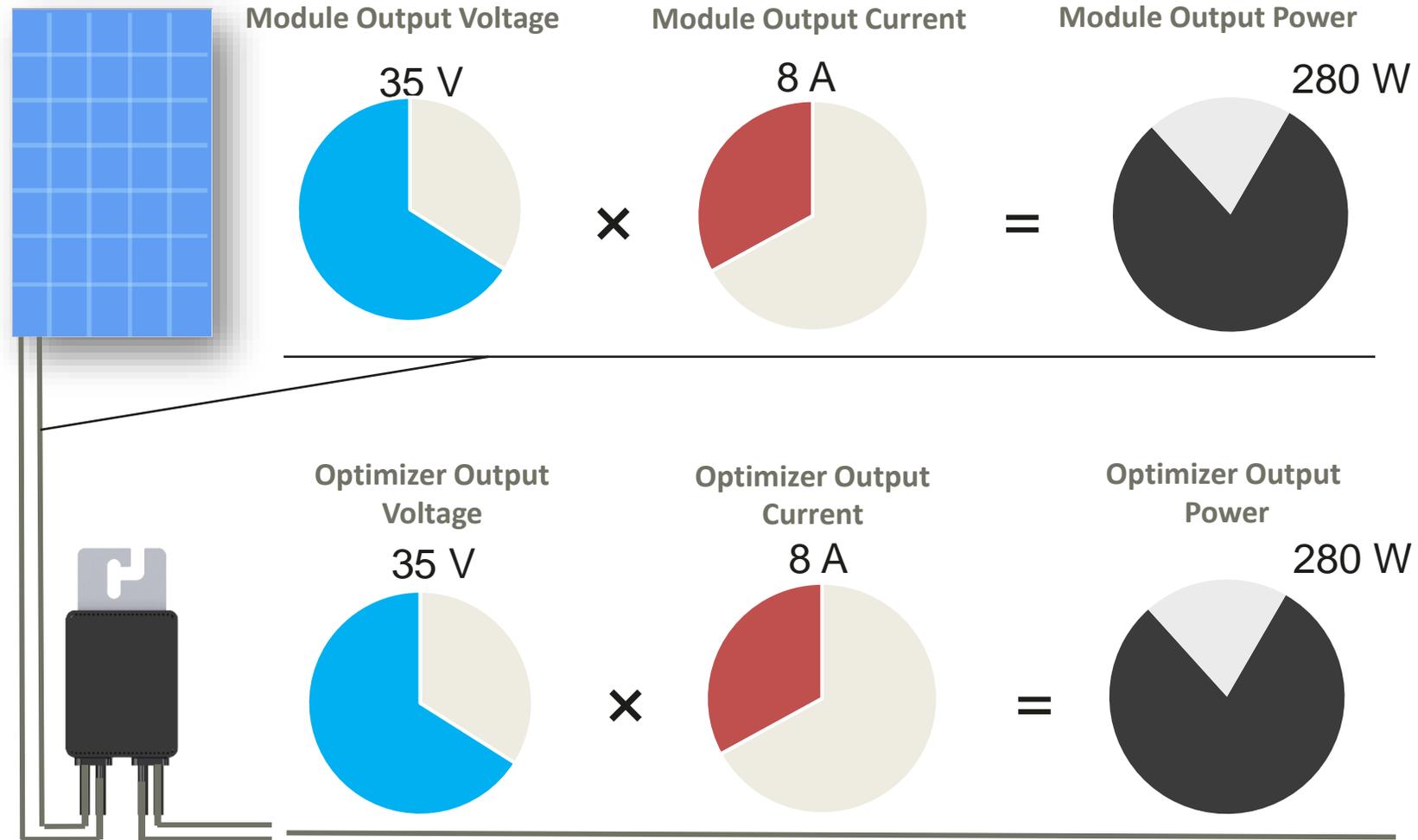


El optimizador en circuito Buck, reduce el voltaje (mientras aumenta la corriente) desde la entrada hacia la salida.

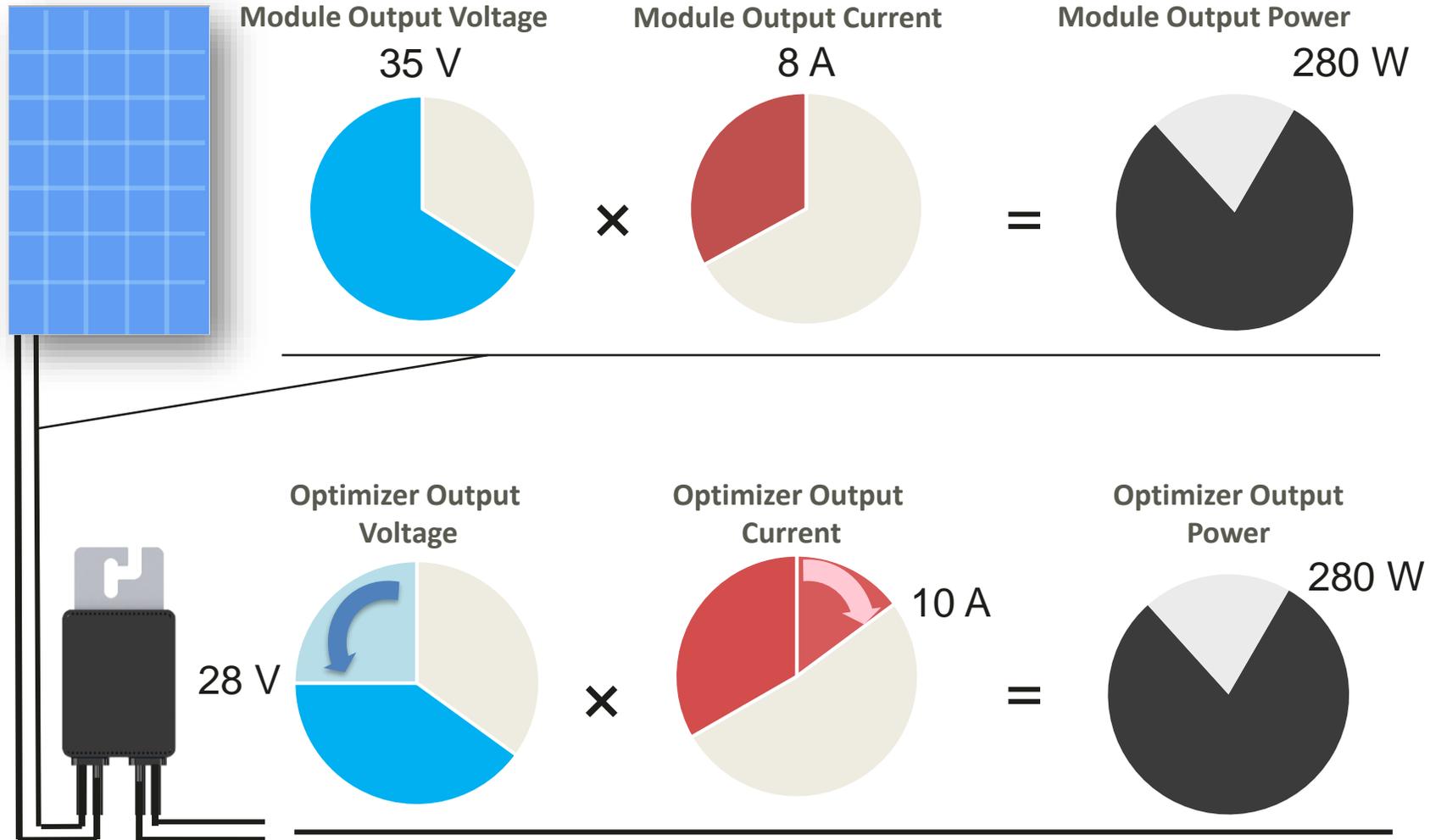
Interactúa con el Inversor de dos etapas mientras rastrea el punto de máxima potencia del módulo FV



# Modo de operación Bypass del Optimizador



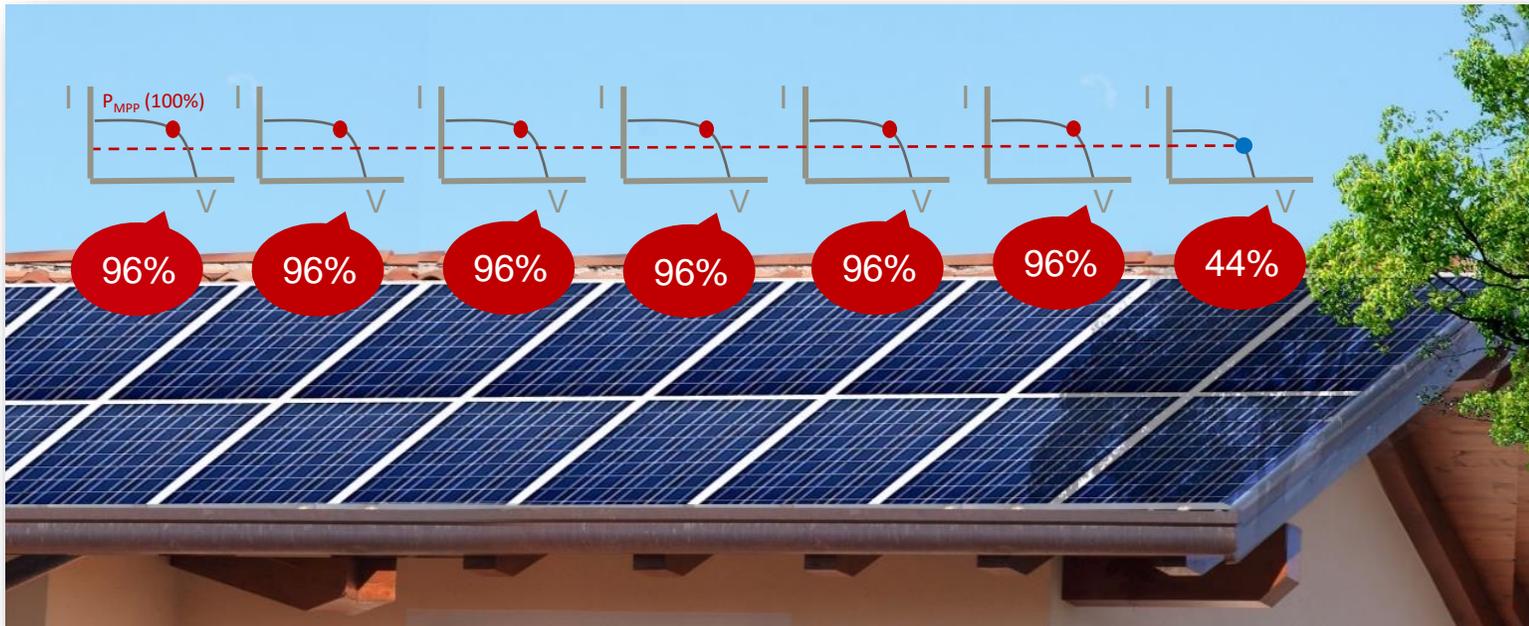
# Modo de operación Buck del Optimizador



# Sin Optimizador: Pérdida de potencia del string causada por Desfase

## El Inversor String Rastrea el máximo punto de potencia del String completo

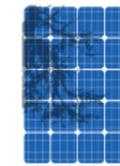
- Los módulos conectados en un mismo string operan a la misma corriente.
- El punto de operación del modulo afectado se desplaza con la corriente decreciente, lo que conlleva a la reducción de la potencia de salida del string completo.



## Common factors to cause power mismatch of PV module



Leaves



Shading



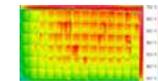
Soiling



Bird's  
Droppings

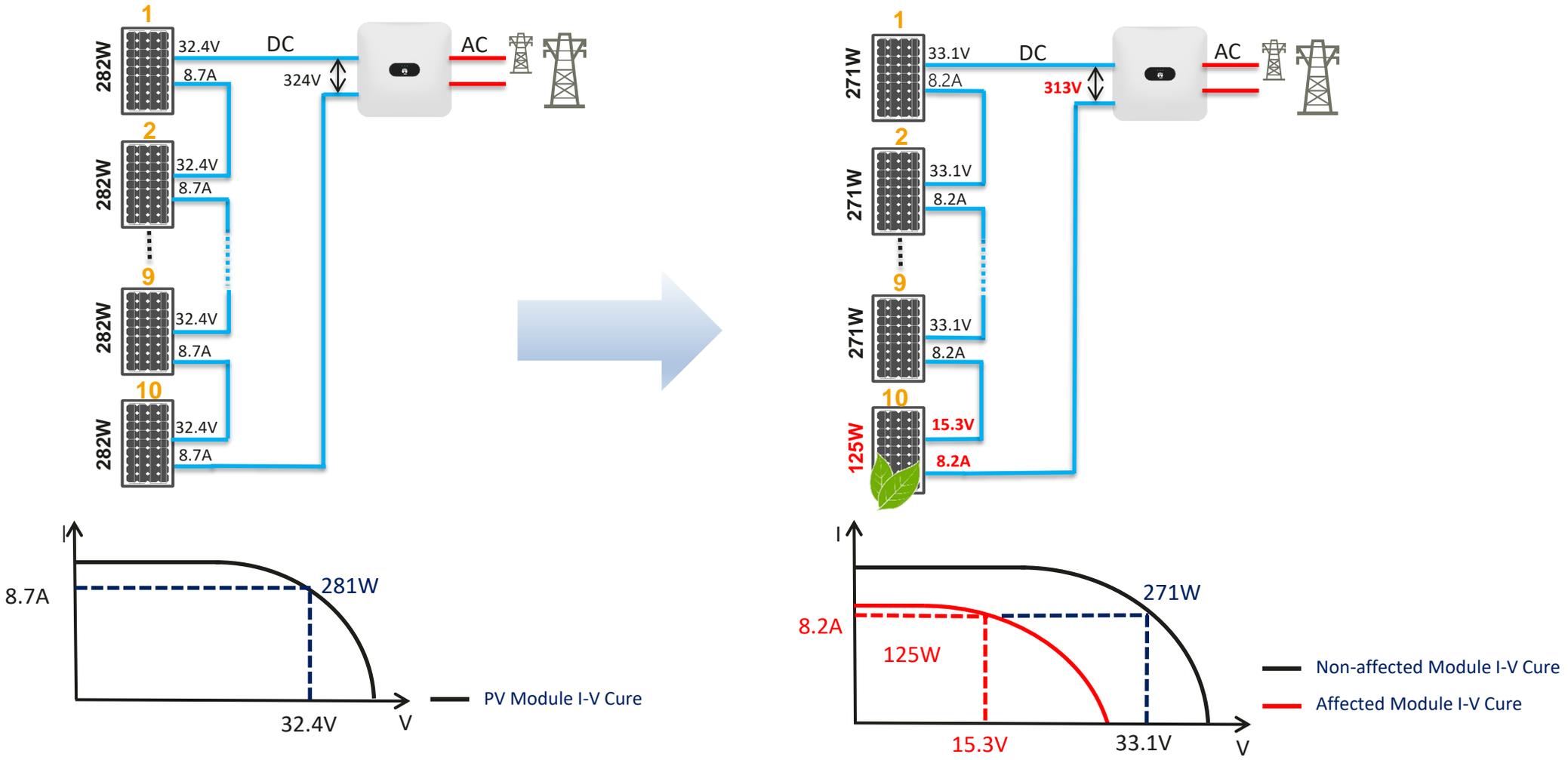


Tolerance  
Mismatch



Thermal  
Mismatch

# Sin Optimizador – El Desfase causa Pérdida de Potencia



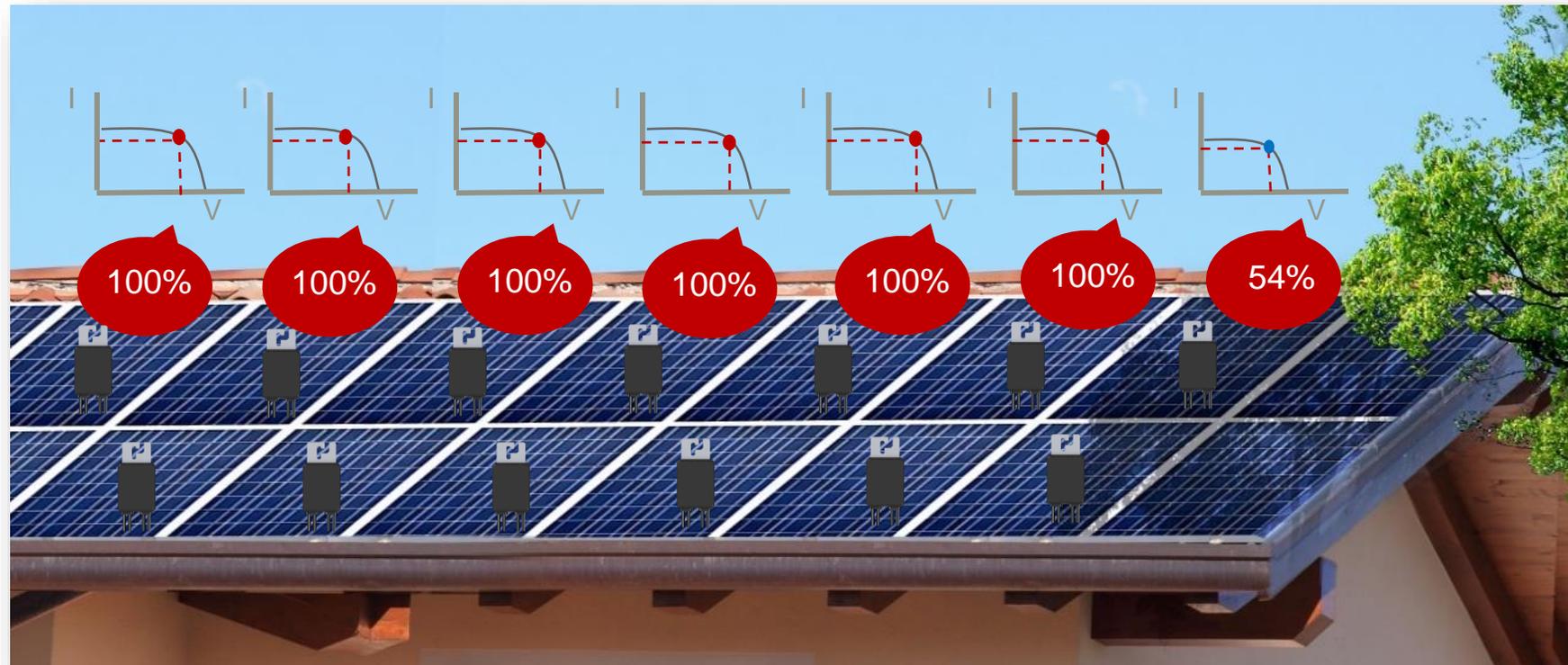
Status Ideal:  
 Todos los Módulos trabajan en MPP  
**P<sub>total</sub> = 282 W \* 10 = 2,820 W**

Panel #10 sombreado, Desfase de potencia Ocasiona Pérdida de potencia en el string.  
 Ninguno de los Módulos trabaja en su MPP  
**P<sub>total</sub> = 271 W \* 9 + 125 W = 2,564 W**

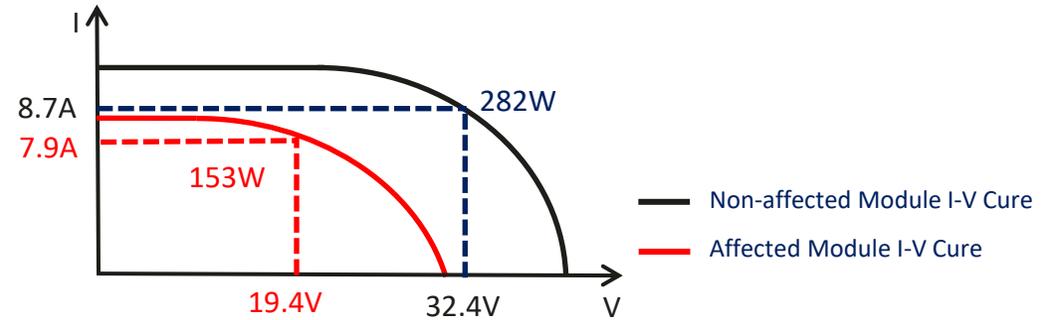
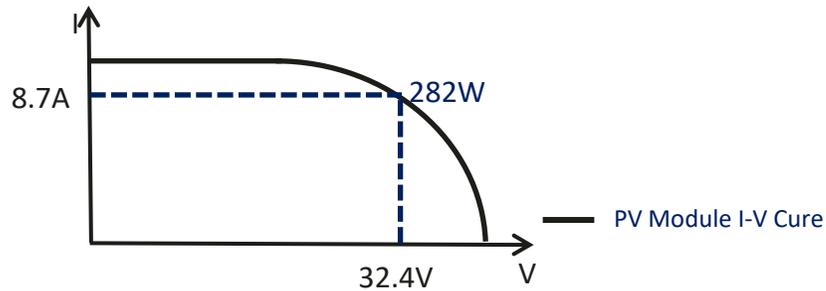
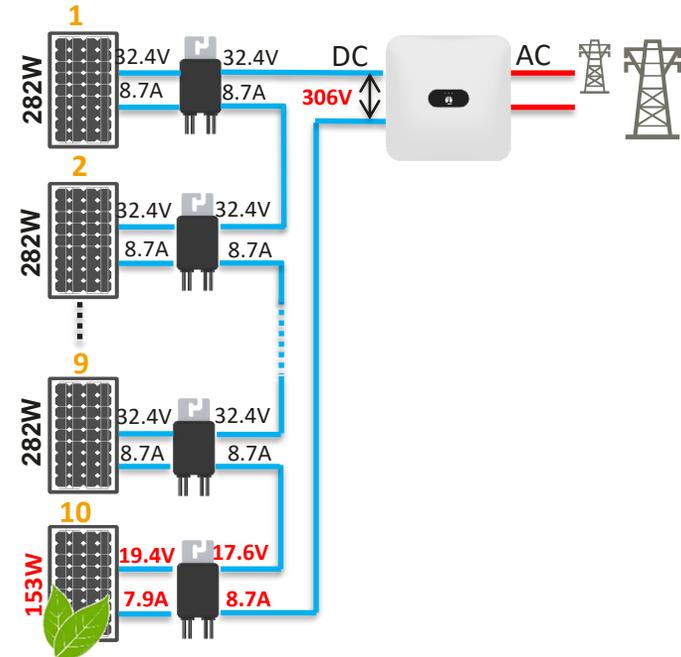
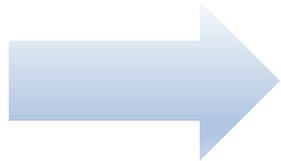
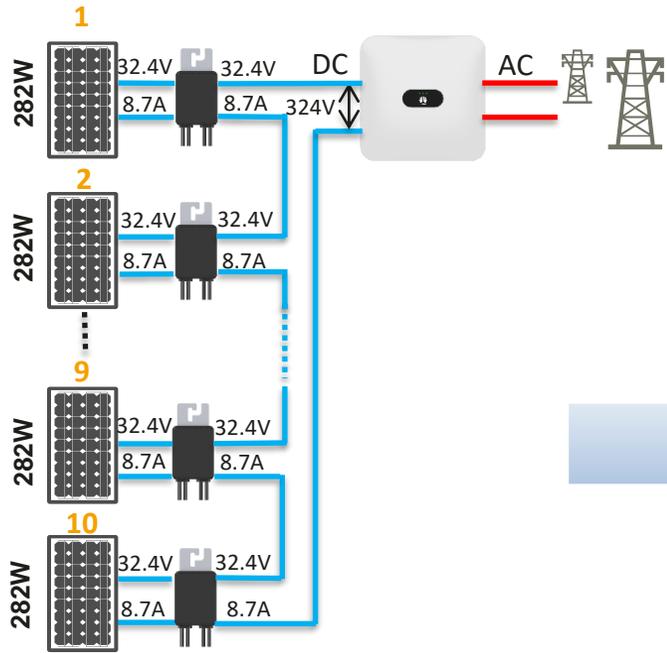
# Con Optimizador: MPP nivel Módulo para Mitigar el Desfase de Potencia

## Con Optimizador Instalado en Cada Módulo

- Rastrea el Máximo Punto de Potencia en cada Módulo FV independientemente.
- Los módulos Ineficientes son aislados de impactar en los otros módulos del string



# Sistema Operando con Full Optimización



Status Ideal:  
 Todos los módulos trabajan a su MPP con ayuda de los Optimizadores, luego, los Optimizadores trabajan en modo Bypass  
 **$P_{total} = 282\text{ W} * 10 = 2,820\text{ W}$**

Panel #10 sombreado, pero opera a su MPP mientras el optimizador opera en modo Buck, los módulos que no se ven afectados funcionan a su MPP, los optimizadores operan en modo bypass, el inversor adapta su voltaje de entrada al voltaje de salida de los optimizadores.  
 **$P_{total} = 282\text{ W} * 9 + 153\text{ W} = 2,691\text{ W}$**



¿Qué es un optimizador?

¿Cómo funciona el optimizador en un Sistema FV?

## **Diseño de String largo con Optimizador de potencia**

Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura

Emparejamiento del Optimizador con el inversor

Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física

# Compatibilidad del Optimizador con Módulo FV



**Location: Germany**

Minimum temperature: **-9.3°C**

Maximum temperature: **22.34°C**

## Maximum voltage at lowest temperature

$49.85V + 0.27\% \times [25^\circ C - (-9.3^\circ C)] \times 49.85V = \underline{54,47 V}$   
 (max. voltage reached at lowest temp temperature)



### JAM72S20-455/MR/1000/1500V Temperature Coefficient

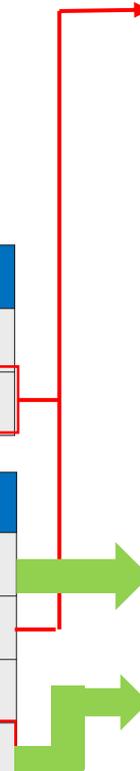
Temperature Coefficient of Isc( $\alpha_{Isc}$ )	+0,044% / °C
Temperature Coefficient of Voc( $\beta_{Voc}$ )	-0.272% / °C

### JAM72S01-350/SC/1000V Specification (STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C)

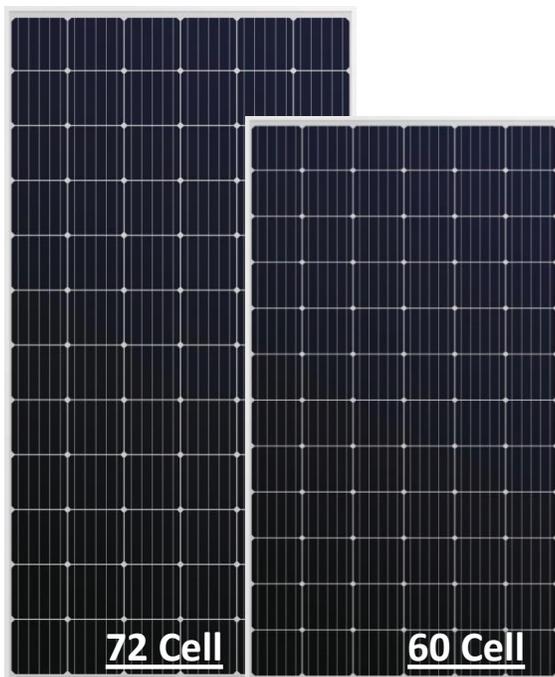
Rated Max Power(Pmax) [W]	455
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.85
Max Power Voltage(Vmp) [V]	41.82
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.41
Max Power Current(Imp) [A]	10.88

### SUN2000-450W-P Datasheet

Maximum Input DC Power (W)	450+5%	✓
Absolute maximum input voltage (V)	80	✓
Maximum Short Circuit Current (Isc)	13	✓



# Un optimizador de Potencia Se ajusta A todos los Escenarios



Un SUN2000-450W-P Optimizador de Potencia se ajusta a:

- **Todos** los módulos de Silicon Cristalino de 72&60 celdas
- **Todos** los escenarios de instalación
  - El Cable de salida de 1.2m es compatible con las orientaciones landscape y portrait de los módulos FV
  - El Optimizador soporta montaje tando en rack como al marco del panel FV
- **Todos** los Inversores residenciales Huawei
  - SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1 single phase
  - SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 three phase

Un solo modelo de optimizador, simplifica la operatividad del mercado y reduce costos de gerencia de almacenamiento y logística.

# Diseño de String Largo con Full Optimizador

## ¿Qué es el diseño de String Largo?

— Con el Optimizador de Potencia, La cantidad de módulos conectados en un solo string es mayor que la de un string tradicional sin optimizadores.

## ¿Por que se necesita el diseño de String Largo?

—Habilita Mayor sobredimensionamiento DC/AC: Maximiza hasta 200% el ratio DC/AC.



# Comparativa entre El Diseño de String Normal y Largo.

## Diseño de String sin Optimizador

JAM72S20 455/MR/1000/1500V Series datasheet

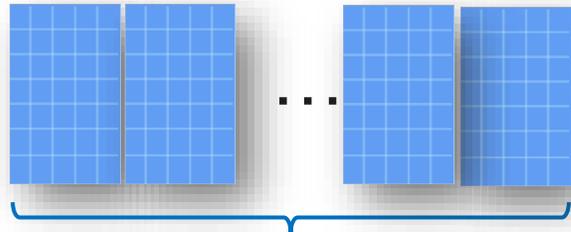
Maximum System Voltage

1000VDC (UL and IEC)

Max number of PV module in the string:

$$1000 \text{ Vdc} / 54,5 \text{ Vdc} \approx 18$$

Taking JAM72S20-455/SC/1000V as example with considering temperature coefficient of Voc



18 PV modules per string

## Diseño de String Full Optimizador

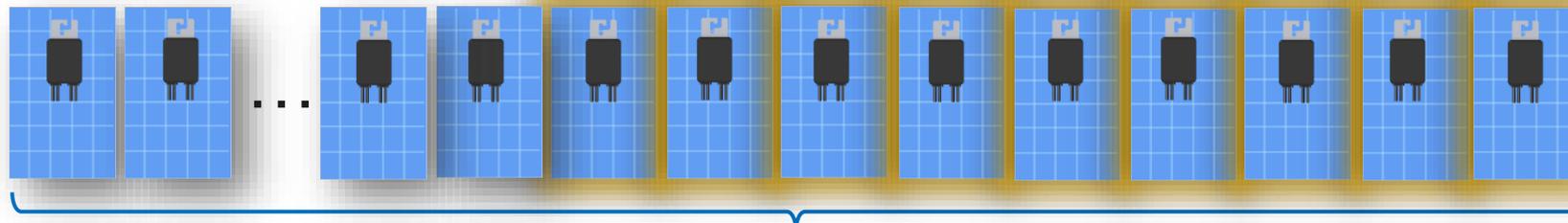
Refer to SUN2000-450W-P datasheet

Long String Design <sup>2</sup>	SUN2000L-2-6KTL-L1	SUN2000-3-10KTL-M1	SUN2000-12-20KTL-M2
Minimum optimizer number per string	4	6	6
Maximum optimizer number per string	25	50	50
Maximum DC power per string	5,000 W	10,000 W	10,000 W

Max number of PV module in the string:

$$10,000 \text{ W} / 350 \text{ W} \approx 22$$

Taking JAM72S20-455/MR/1000V as example



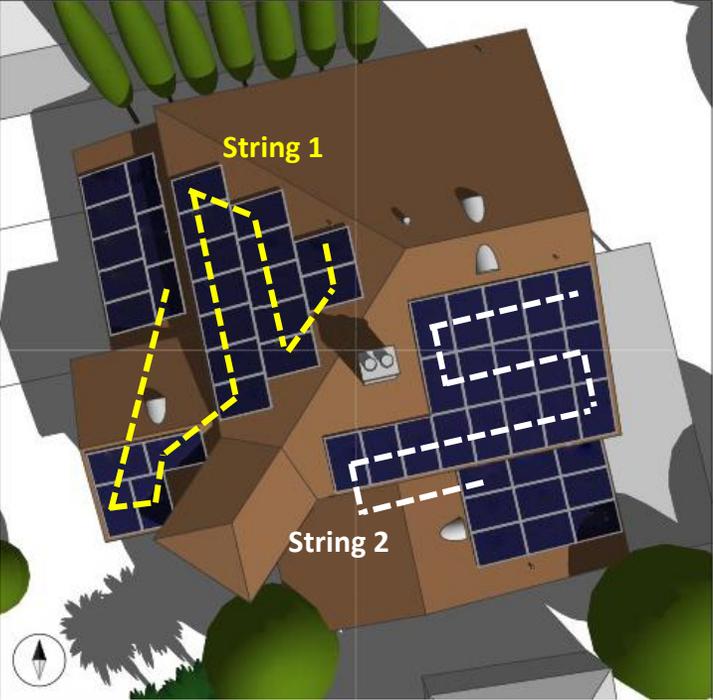
22 PV modules per string

# Long String Design for Higher DC/AC Oversizing

A 10KTL inverter without optimizer, max DC/AC oversizing ratio :

$$= \frac{P_{pv}}{P_{inverter}} = \frac{18 \times 455 + 18 \times 455}{10000} = \mathbf{164\%}$$

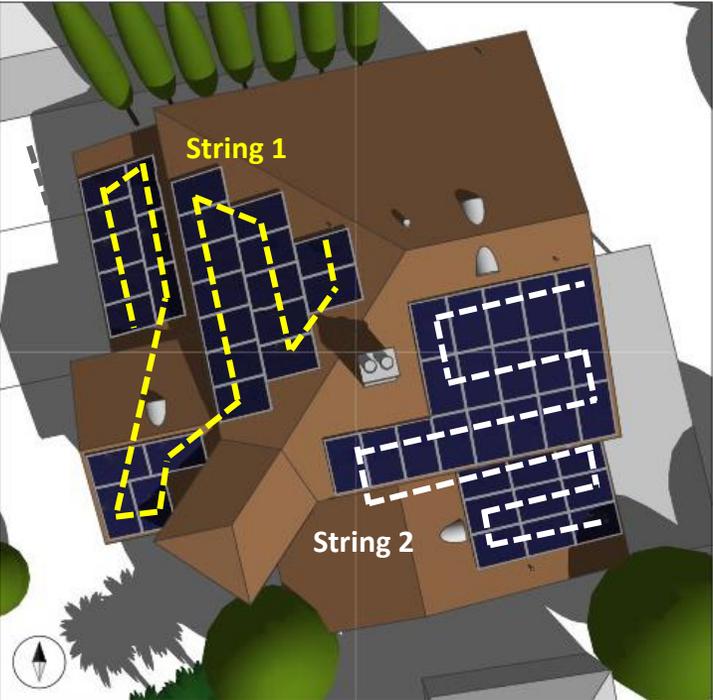
El Largo del String tradicional es muy corto para cubrir la totalidad de módulos FV



A 10KTL inverter, DC/AC oversizing ratio with long string design:

$$= \frac{P_{pv}}{P_{inverter}} = \frac{22 \times 455 + 22 \times 455}{10000} = \mathbf{200,2\%}$$

Dos diseños de String Largos:  
String 1: 22 modules  
String 2: 22 modules

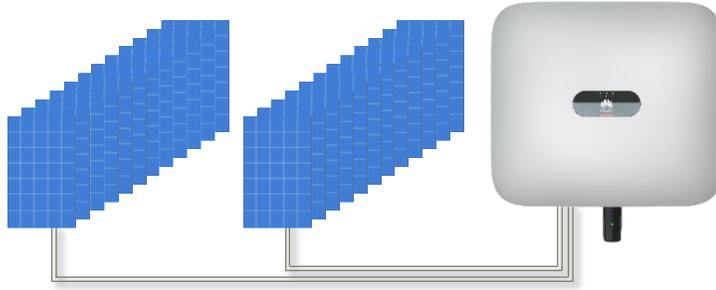


# Costos más bajos de BoS y Diseño de String Flexible

## Costos más bajos de BoS

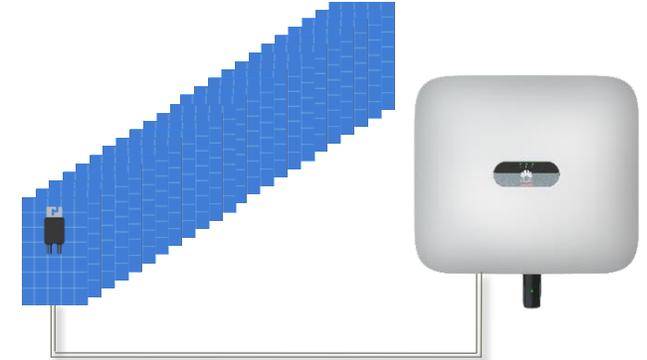
### Sin Optimizador

24 Módulos conectados en dos strings separados, 12 módulos por string



### Con Optimizador

24 Módulos conectados en un solo string



## Diseño de String Flexible

### Sin Optimizador

Los módulos extra que excedan el límite del string deben ser conectados cruzando el techo con otro string

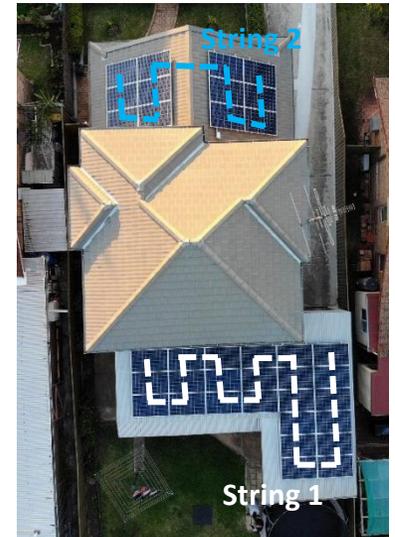
String 1: 18 módulos  
String 2: 18 módulos



### Con Optimizador

El string largo cubre todo el techo sin cables que lo crucen

String 1: 24 módulos  
String 2: 12 módulos





¿Qué es un optimizador?



¿Cómo funciona el optimizador en un Sistema FV?



Diseño de String largo con Optimizador de potencia



**Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura**

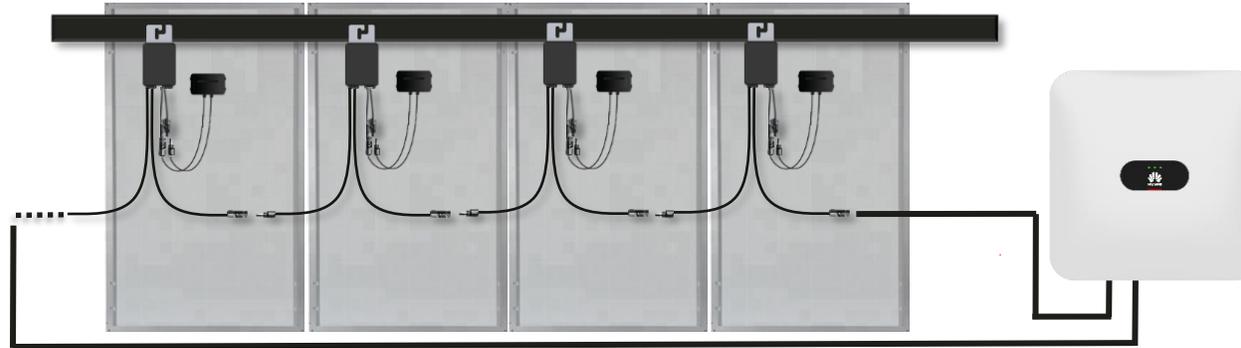


Emparejamiento del Optimizador con el inversor



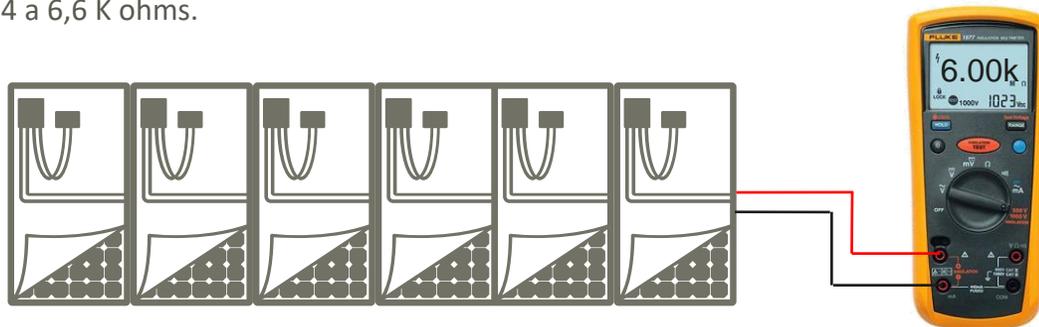
Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física

# Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura



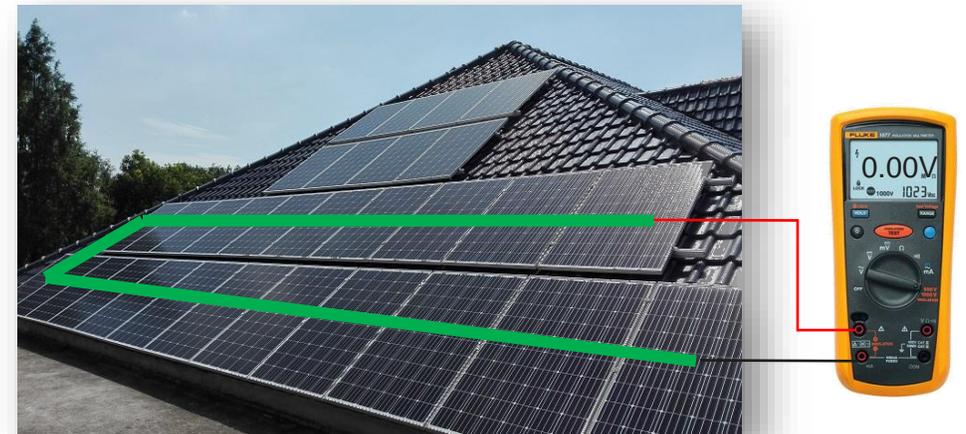
## Impedancia de apagado del optimizador: **1K ohms (+/-10% tolerancia)**

Para verificar la instalación del optimizador, antes de conectar a la entrada del inversor, verificar la impedancia del string conformado por los optimizadores, la impedancia de apagado de salida de 6 optimizadores debe estar en el rango entre 5,4 a 6,6 K ohms.

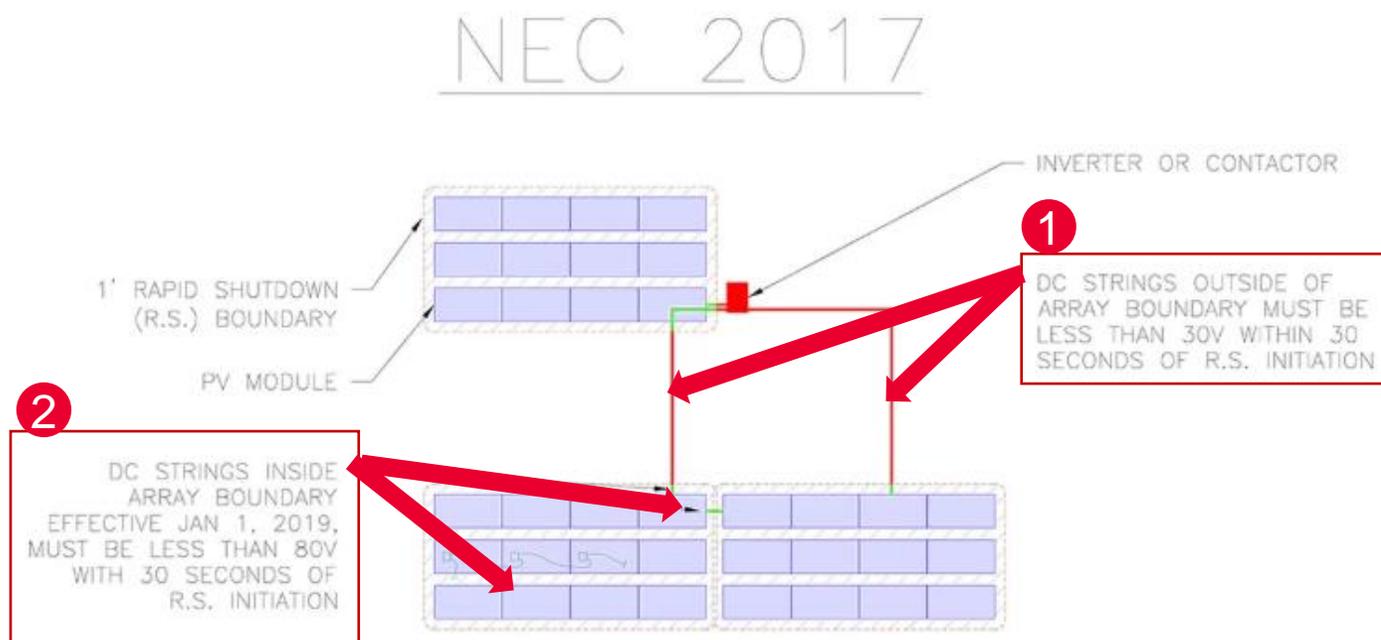


## Voltaje Seguro de apagado de Optimizador: **0 Vdc**

Cuando el cable de salida no esté conectado o el inversor está apagado, la salida de cada optimizador es 0 Vdc. (De acuerdo a NEC 2017)



# Apagado Rápido de acuerdo a la NEC 690.12 de 2017



## 1. Fuera del perímetro del arreglo FV

Fuera del perímetro del arreglo. Los conductores Regularizados fuera del perímetro, o a mas de 1m (3ft) del punto de entrada a la edificación deben estar limitados a **no más de 30 Voltios dentro de 30 segundos** del inicio del apagado rápido. El Voltaje debe ser medido entre dos conductores cualquiera y entre un conductor cualquiera y tierra - NEC 2017 690.12 (A) and (B)(1)

## 2. Dentro del perímetro del arreglo FV

Los conductores regularizados dentro del perímetro o a no más de 1m (3ft) dell punto de penetración a la superficie de la edificación deben estar limitados a **no más de 80 voltios dentro de 30 segundos** del inicio del apagado rápido. El Voltaje debe ser medido entre dos conductores cualquiera y entre un conductor cualquiera y tierra . - NEC 2017 690.12 (B)(2)

Siempre y cuando las siguientes condiciones se cumplan, la salida del optimizador baja a un voltaje Seguro y los cables FV son desenergizados para proteger al personal:

- El Interruptor principal de la casa o edificación esté desconectado de la red.
- El Inversor se encuentre apagado
- El Inversor se encuentra en falla cuando cierta función de protección se activa.



¿Qué es un optimizador?



¿Cómo funciona el optimizador en un Sistema FV?



Diseño de String largo con Optimizador de potencia



Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura



**Emparejamiento del Optimizador con el inversor**



Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física





¿Qué es un optimizador?



¿Cómo funciona el optimizador en un Sistema FV?



Diseño de String largo con Optimizador de potencia



Fácil instalación, Monitoreo y Operación segura

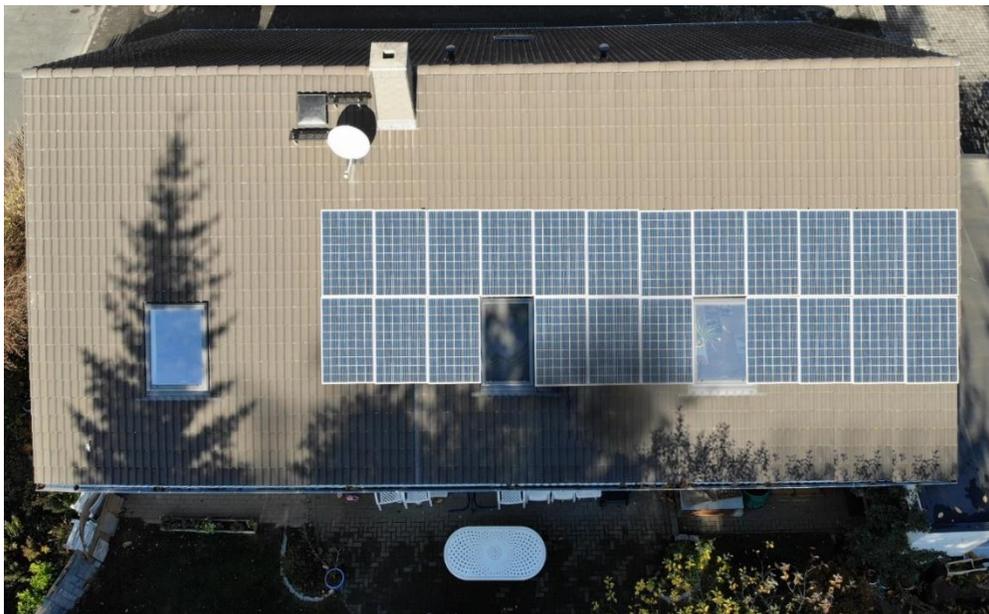


Emparejamiento del Optimizador con el inversor



**Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física**

# Monitoreo del Desempeño del Módulo en vista Física



- La vista física solo está disponible para las cuentas nivel instalador
- El desempeño en tiempo real del modulo, se puede ver en la pestaña de disposición de planta, del sitio creado. La energía entregada diaria del modulo se muestra y se actualiza cada 5 minutos.
- Haciendo doble click en un modulo, se puede visualizar la siguiente información:

## 1. Información en Tiempo Real.

Energía acumulada, Potencia de salida, voltaje de salida, voltaje de entrada, corriente de entrada se muestran en la matriz.

## 2. Información del dispositivo.

El SN del optimizador y la version de software se muestran en la matriz

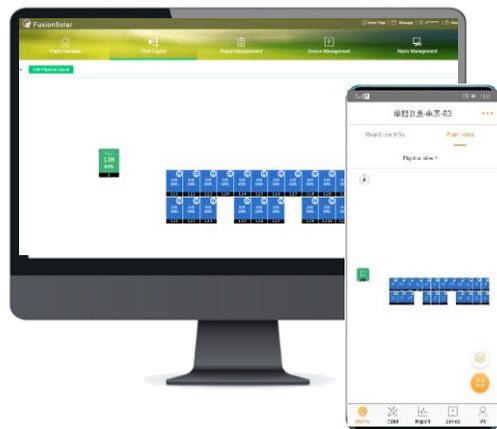
## 3. Información de Fallas

El Nombre de la falla, status, tiempo de ocurrencia y tiempo de recuperación de cada problema del optimizador.

## 4. Información Histórica

Se puede seleccionar la fecha de ploteo de corvas del optimizador para:  
Energía acumulada, Potencia de salida, voltaje de salida, voltaje de entrada, corriente de entrada y temperatura.

Physical Layout



Historical Data



# 5 pasos en la creación de la disposición física de módulos



## La vista física de los módulos FV es creada por reconocimiento de imagen

**Paso 1:** En la herramienta de comisionamiento de Fusion Solar haga click en Gestión de dispositivo/disposición física de los módulos FV/ Cámara.

**Paso 2:** Tome la foto de la disposición física creada con los códigos QR de los optimizadores, espere a que se complete el reconocimiento de los códigos QR.

**Paso 3:** Cuando todos los códigos QR hayan sido detectados, verifique el número de códigos y presione confirmar.

**Paso 4:** Espere que la información se cargue al inversor

**Paso 5:** Se ha completado la creación de la vista física de los módulos FV.

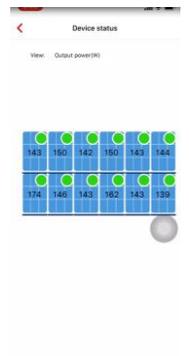
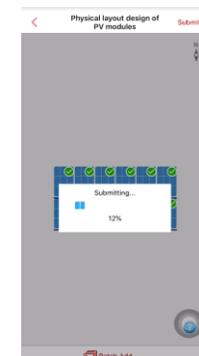
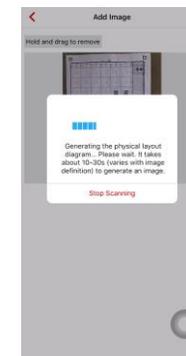
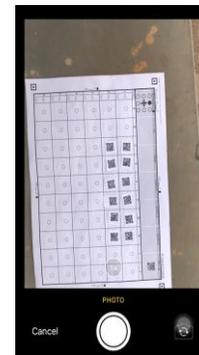
1

2

3

4

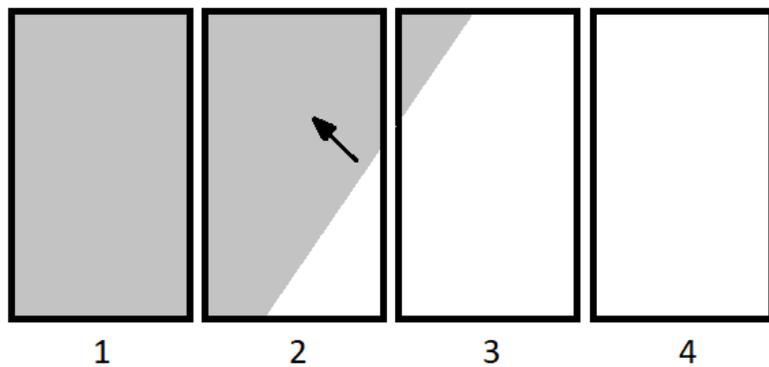
5



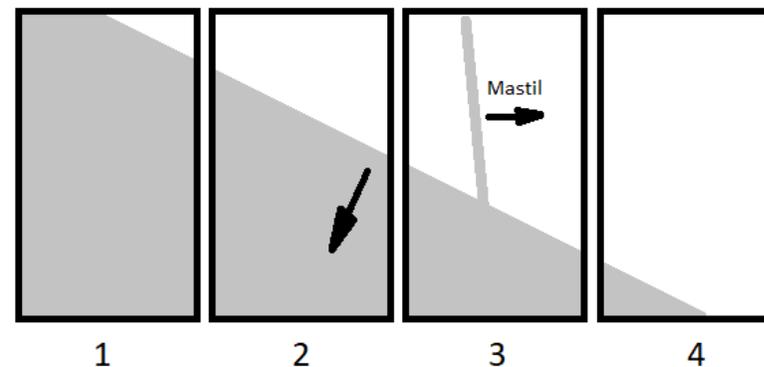


## Disposición de Sombras durante el día

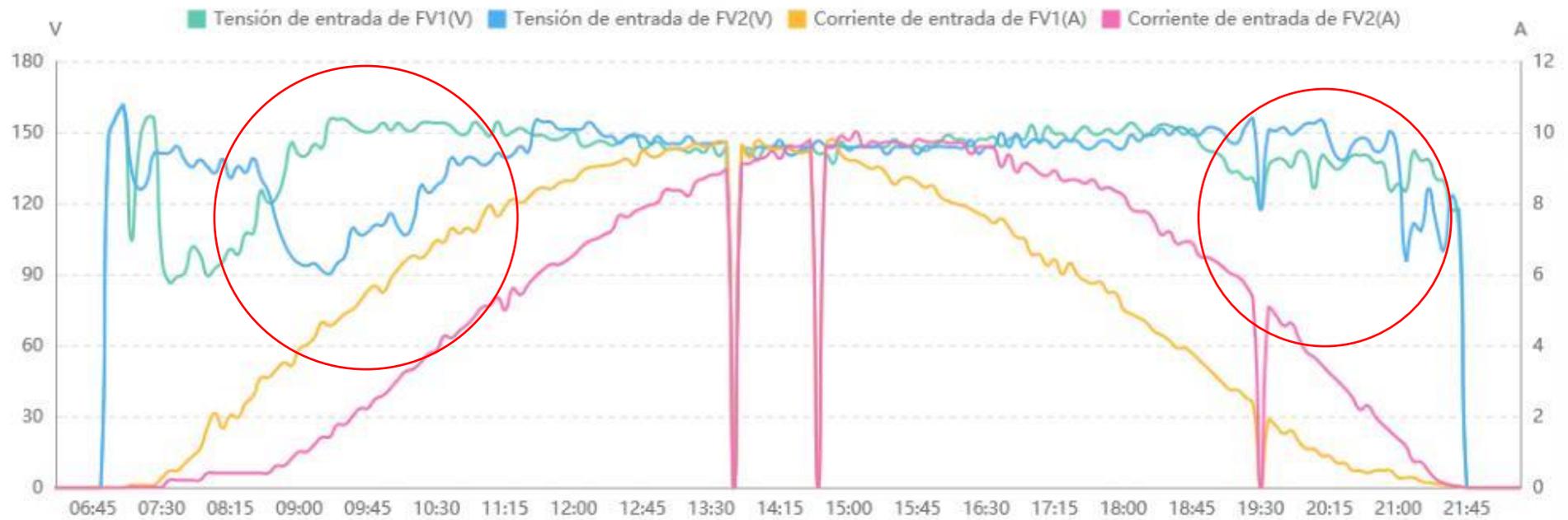
OESTE



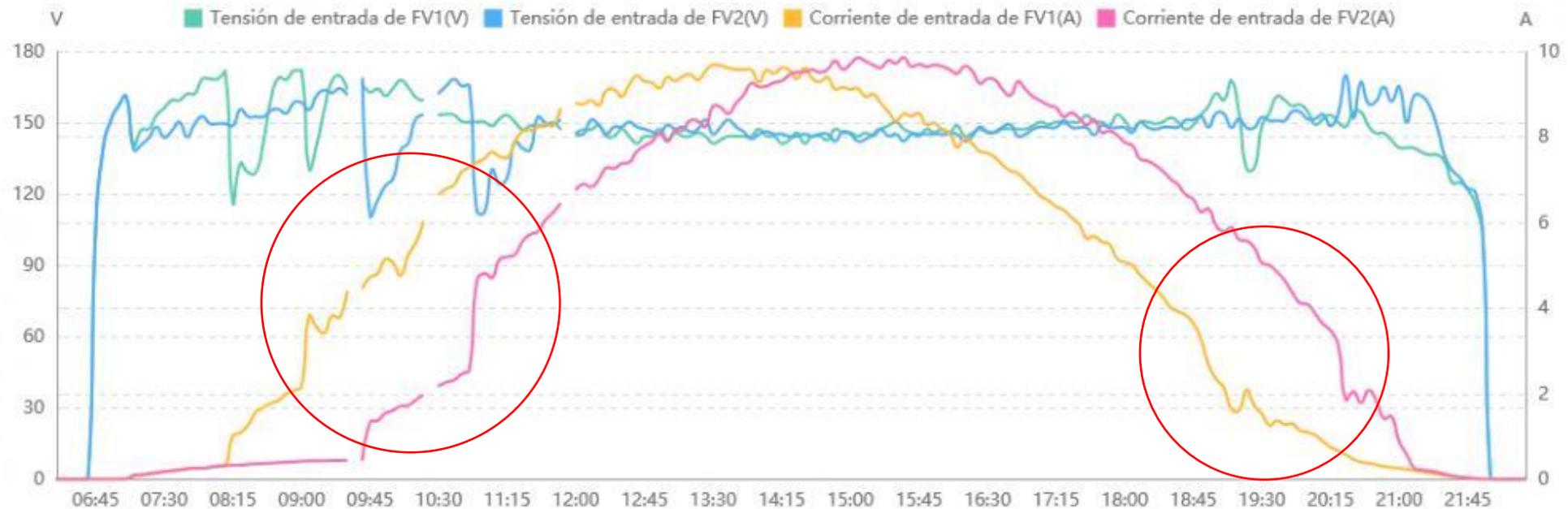
ESTE



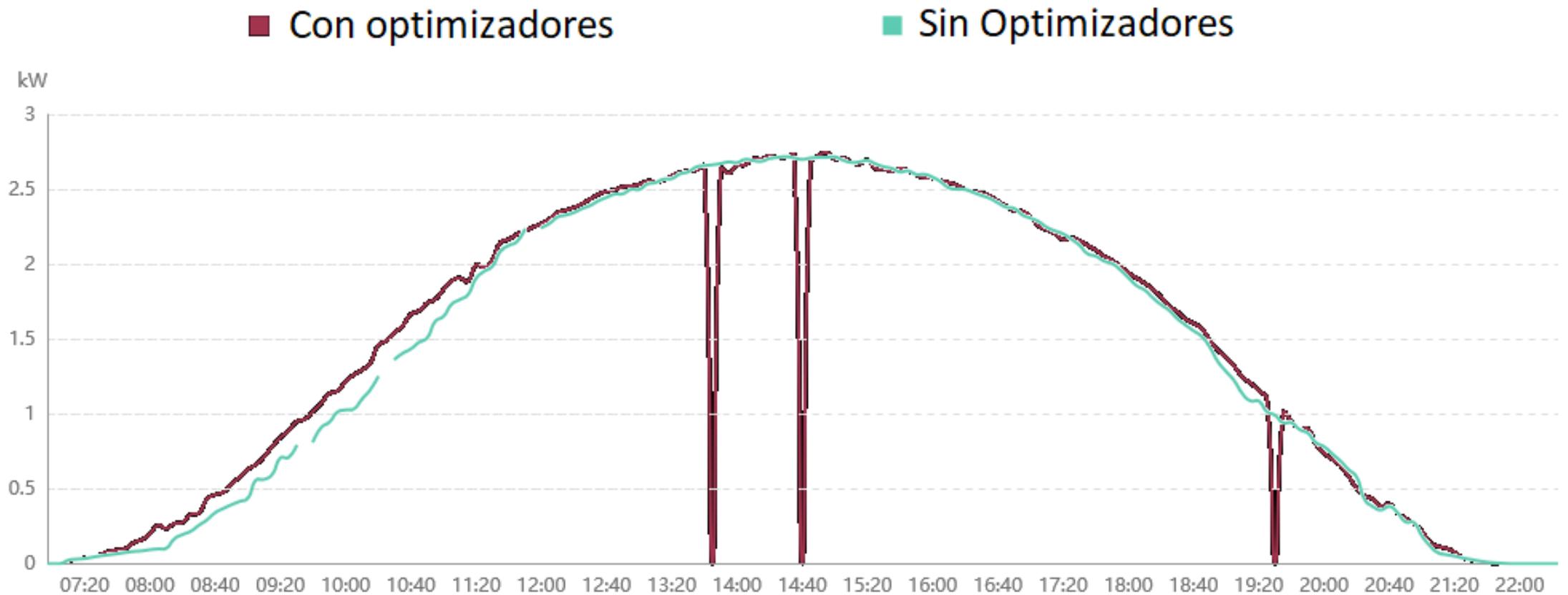
# Curva de Tensión y Corriente Con optimizadores



# Curva de Tensión y Corriente Sin optimizadores



# Comparativa de potencia de salida con y sin optimizadores.





 +56 9 3305 0429

 [info@ematchile.com](mailto:info@ematchile.com)

 [ematchile.com](http://ematchile.com)

**EMAT Chile**



Comercial: Francisco Noguera 200, Oficina 604, Providencia, Santiago  
Logística: San Nicolás 860, Bodega 7, San Miguel, Santiago