



# Seguimiento bifacial



# Soltec

**Soltec** es una empresa internacional **especializada** en la fabricación y el suministro de **seguidores solares a un eje**. Soltec cuenta con oficinas en Argentina, Australia, Brasil, Chile, China, Dinamarca, Egipto, España, Estados Unidos, Israel, India, Italia, México y Perú.

- ✓ Líderes en fabricación y suministro de seguidores solares.
- ✓ Expertos en innovación.
- ✓ Invirtiendo en crecimiento y talento.
- ✓ Proveedores globales con operaciones regionales en todo el mundo.

14 años  
de experiencia

5 GW  
Capacidad de producción

Top 3 Mundial  
Suministrador global  
de seguidores (2017)



# Soltec bifacial: evolución

• **2015**

'La Silla' (Chile) 2015. Soltec diseña y fabrica el **primer seguidor solar específico para módulos bifaciales** aplicado a una planta industrial.



**Soltec lanza el seguidor solar SF7 Bifacial:**

- Mayor altura
- Parte trasera libre de sombras
- Pasillos más anchos

**2017**

• **2018**

Soltec abre el **primer centro de investigación del mundo especializado en seguimiento solar bifacial (BiTEC)**

Soltec suministra seguidores SF7 bifacial en una planta de 17 MW en Israel

**+1.1 GW**

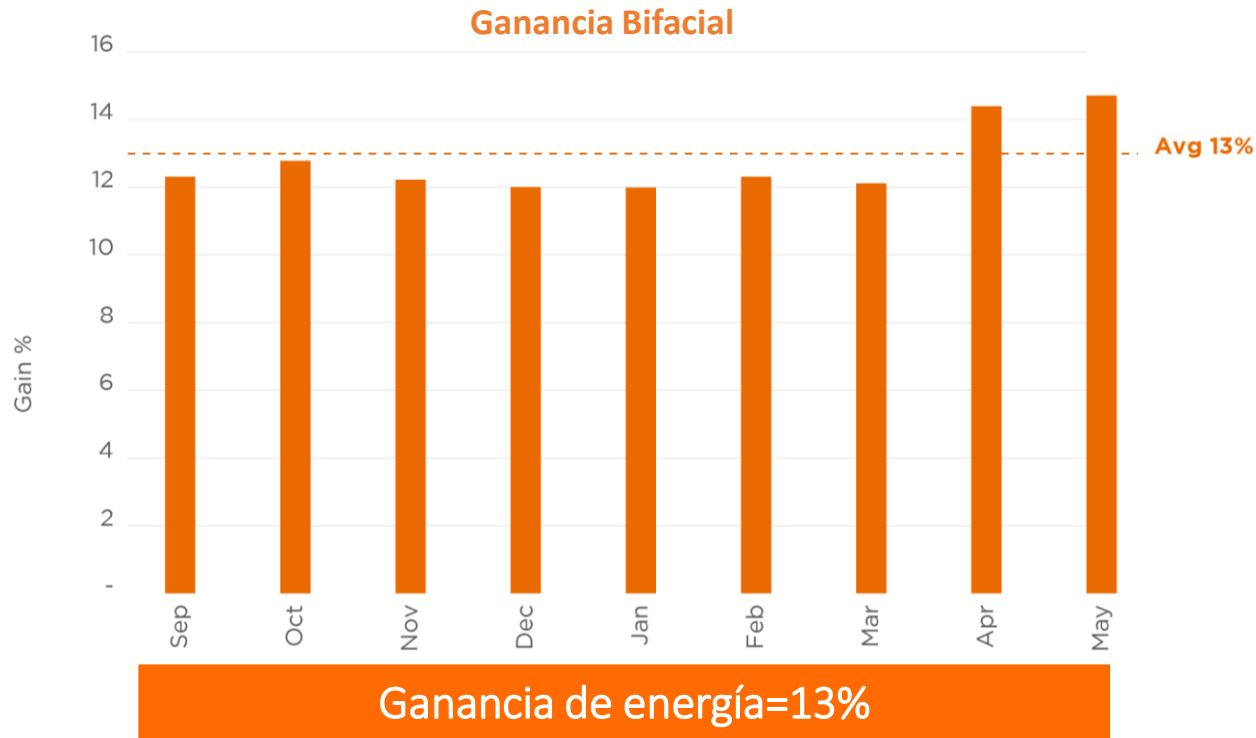
**SF7 Bifacial contratados para 2019**

## Caso de estudio: La Silla (Chile, 2015)

Seguidor solar de Soltec en la planta de seguimiento La Silla, en Coquimbo.  
Primer seguidor bifacial del mundo diseñado e instalado.



# Caso de estudio: La Silla (Chile, 2015)



	<b>Ganancia=12%</b>	<b>Ganancia=15%</b>
$\Delta$ LCOE	-5.3%	-7.2%
$\Delta$ IRR	5.7%	9.1%



Fuente: Agnese Di Stefano, Giuseppe Leotta, Fabrizio Bizzarri, Enel Green Power SpA (2017) 'La Silla PV plant as a utility-scale side-by-side test for innovative modules technologies'. 33rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition.

# Bifacial: nuevo concepto de diseño de plantas fotovoltaicas

Monofacial tracking PV plant Vs. Bifacial tracking PV plan

+ Energy production kWh/kWp

Vs. Smaller plant - kWp for = kWh

	= MWp	= Producción
Potencia	50 MWp	43,85 MWp
Número de módulos	=	↓ 12%
Precio de los módulos	↑ 10%	↓ 4%
Seguidores: unidades y precio	=	↓ 12%
DC-AC-MV	↑ 10%	=
Montaje de seguidores	=	↓ 12%
Trabajo civil	=	↓ 12%
Conexionado	=	↓ 12%
kWh/año	↑ 14%	=
Precio final	↑ 6%	↓ 7%



- Menor GCR
- Menos estructura
- Menos cableado
- Mejor precio de instalación

Case: Albedo: 40%, GCR: 0.33 → Bifacial Gain: 14%

## BiTEC (Livermore, California)



La misión de **BiTEC (Bifacial Tracker Evaluation Center)** es medir en condiciones reales el rendimiento de los módulos bifaciales y cómo este afecta a la producción de la planta:

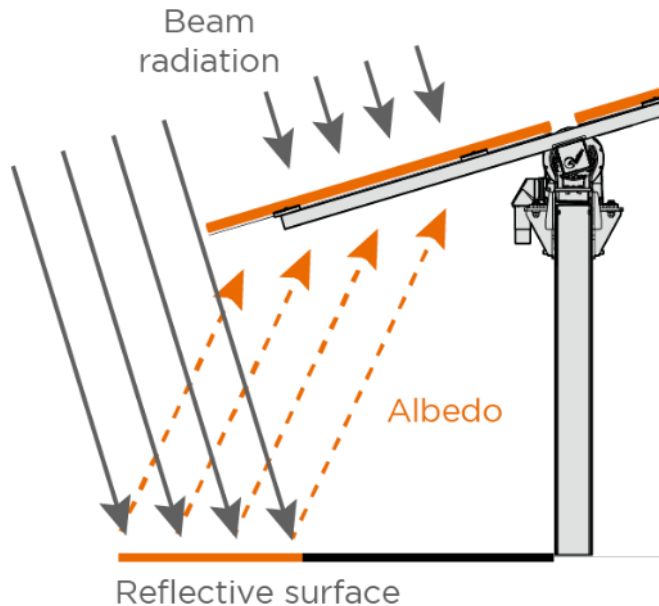
- Comparación entre módulos
- Seguidores Vs. Estructuras fijas
- Albedo con diferentes tipos de suelo
- Influencia del *pitch* (*GCR*)
- Influencia de la altura del seguidor
- Interferencias: pérdidas por sombras

$$E_{bifacial} = E_{monofacial} \times (1 + \text{Ratio bifacial} \times \text{bifacialidad})$$

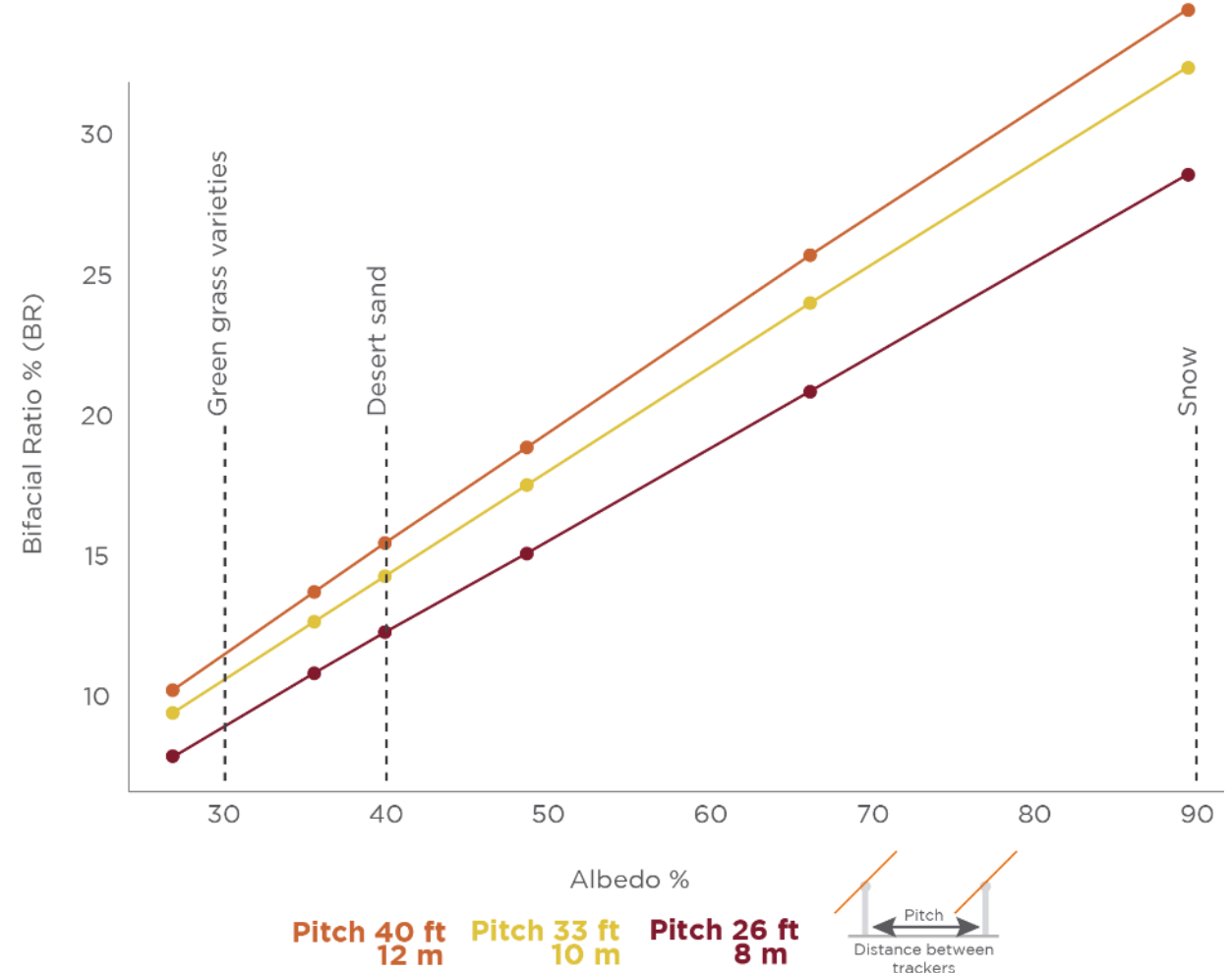
# Maximiza la ganancia de energía

## Albedo: Superficie (Ratio bifacial)

- ✓ El tamaño de la superficie entre las filas de seguidores determina el área reflejada.
- ✓ Relación: aproximadamente lineal.



## Influencia del albedo





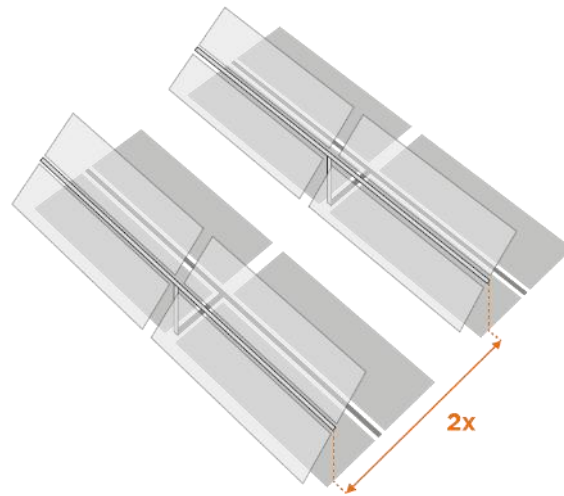
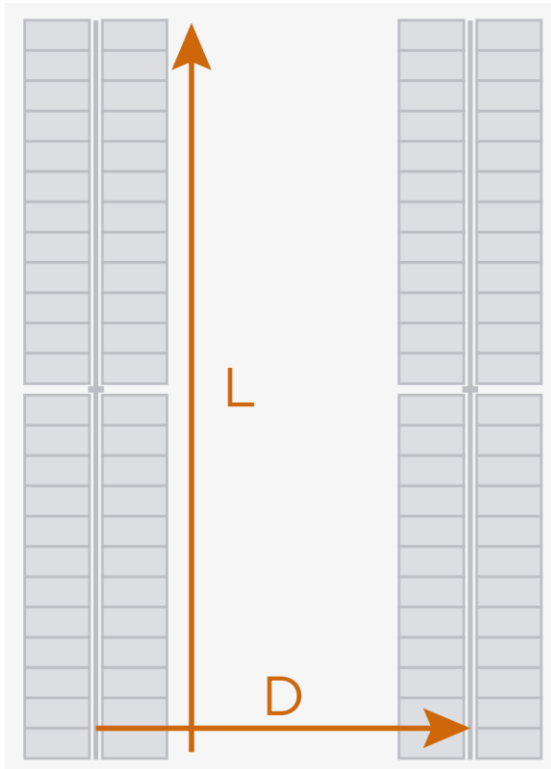
$$E_{bifacial} = E_{monofacial} \times (1 + \text{Ratio bifacial} \times \text{bifacialidad})$$

# Maximiza la ganancia de energía

↑ Pitch => ↑ Área reflejada

↓ GCR => ↑ Energía bifacial

El pitch es relevante: ↑ superficie = ↑ ganancia de energía

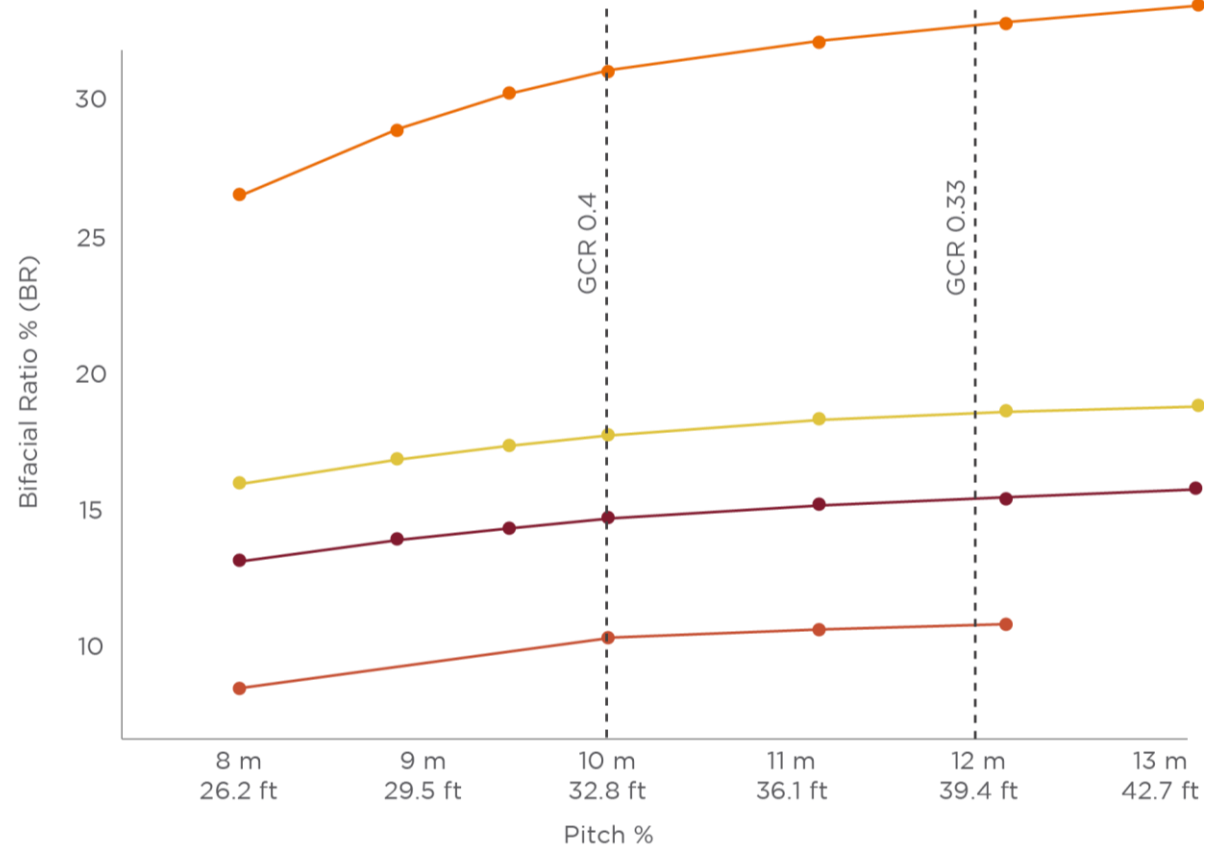


### Pasillos 2X amplios

Maximiza el área reflejada al tiempo que facilita las tareas de O&M.

GCR: Ground Coverage Ratio  
(tracker width/pitch)

### Influencia del pitch %

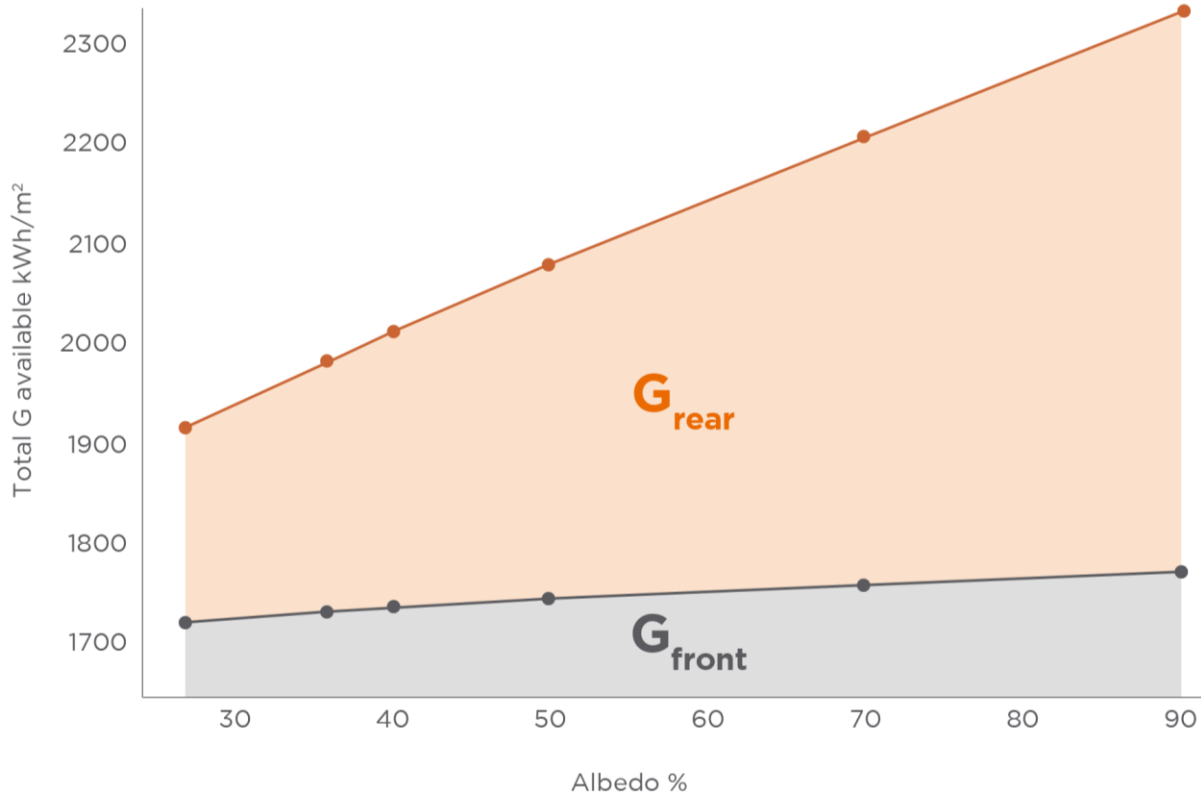


Alb 25% (Green grass) Alb 40% (Dry grass) Alb 50% (White sand) Alb 90% (Snow)

# Compara la ganancia de energía

Irradiación de energía disponible =  $G_{\text{front}} + G_{\text{rear}}$

### Influencia del albedo %

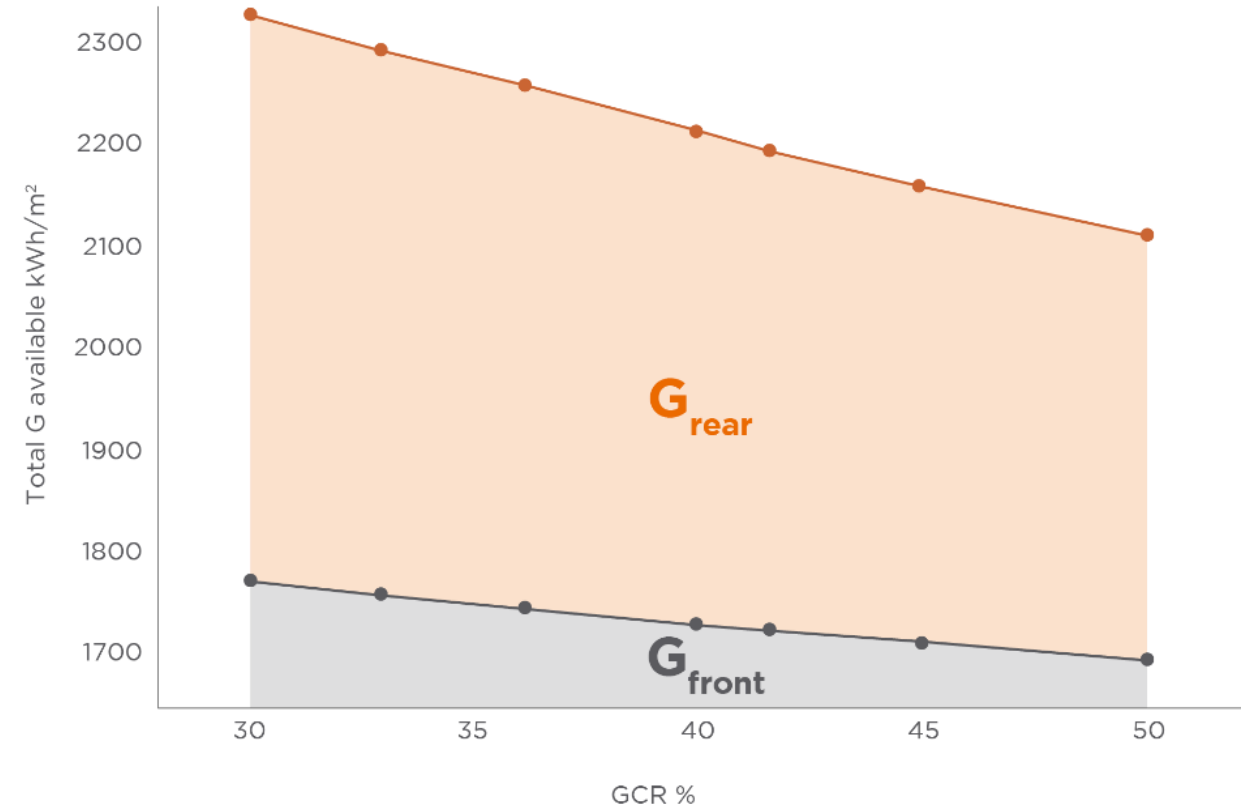


Fuente: Soltec

**Bifacial**

**Monofacial**

### Influencia del GCR %



Fuente: Soltec

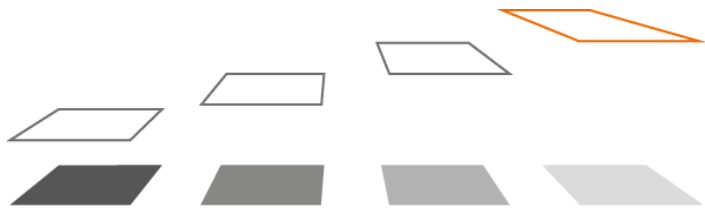
**Bifacial**

**Monofacial**

# Compara la ganancia de energía

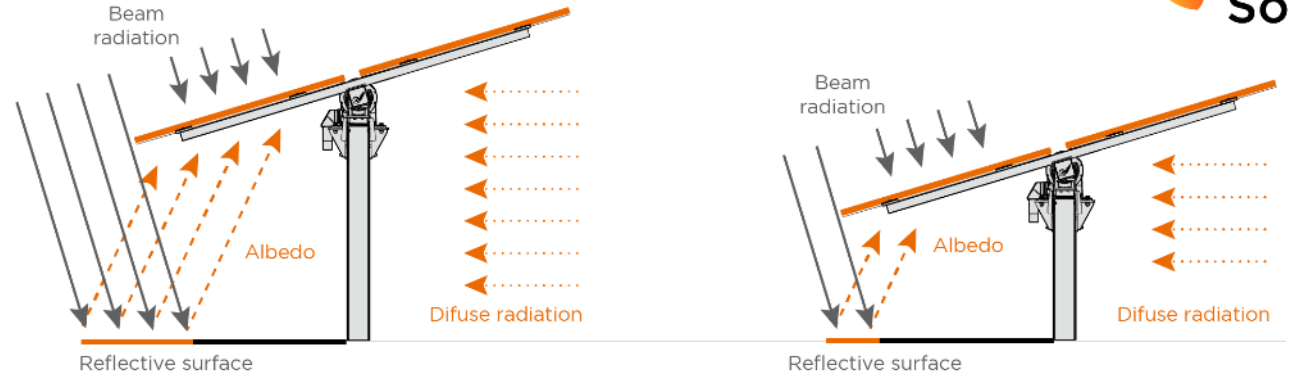
## Factor de visibilidad: Altura

- ✓ La altura de la estructura se relaciona directamente con:
  - ✓ El área reflejante
  - ✓ La entrada de difusa
- ✓ A mayor altura, mayor ganancia de energía.

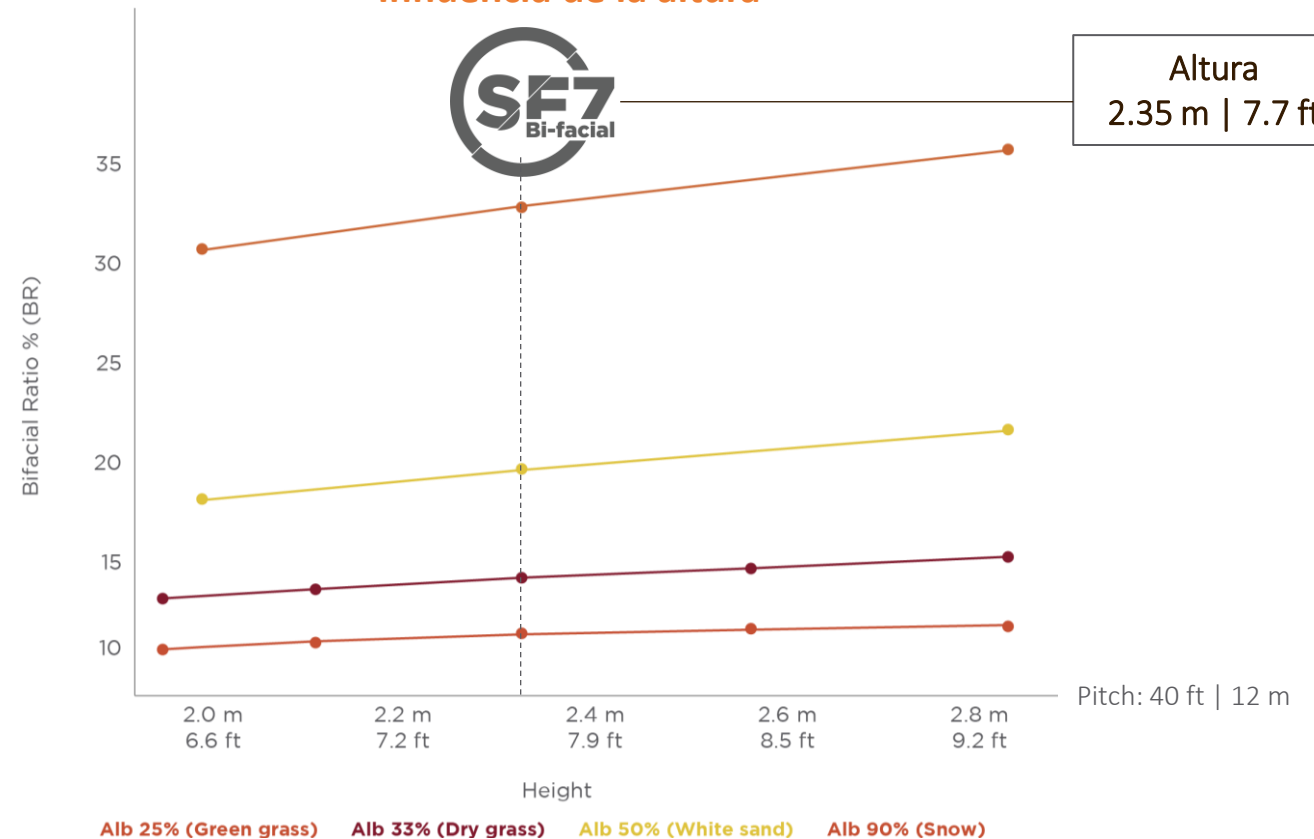


### Seguidor más alto

El rendimiento bifacial es mayor cuanto más altura tenga la instalación, pues ésta reduce la intensidad de la proyección de sombras.



## Influencia de la altura



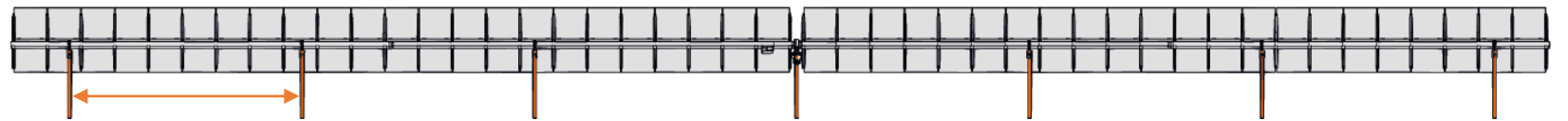
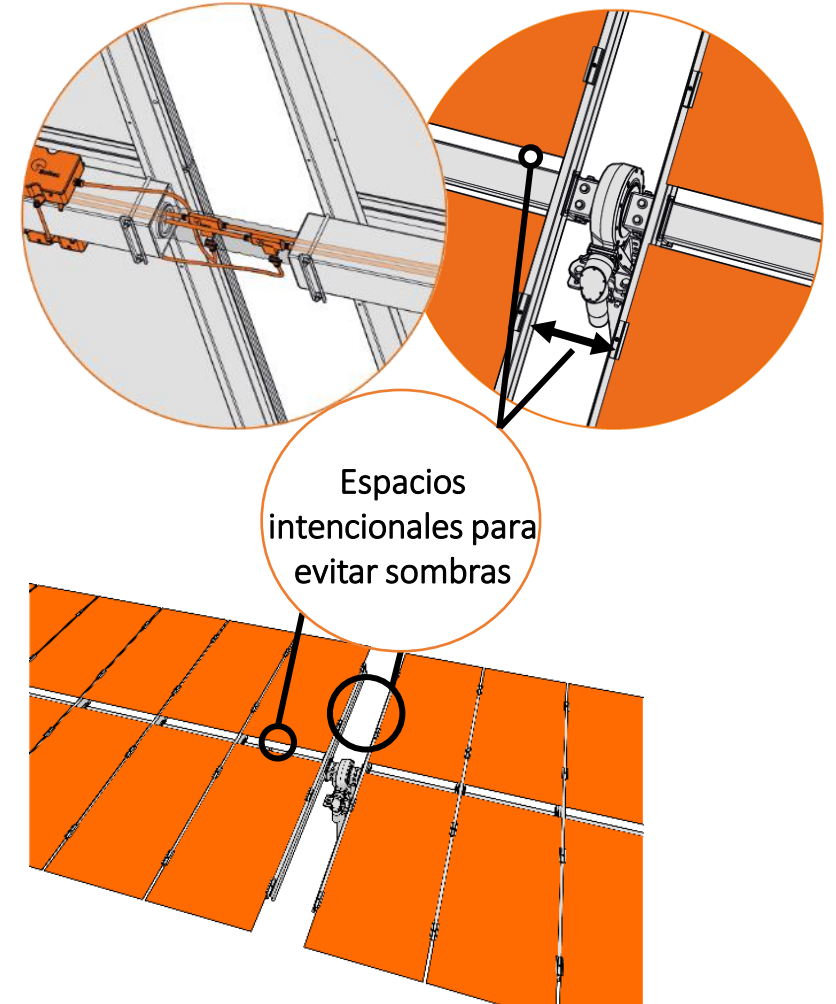


## Sombreado = interferencias

Bifacial = nuevo concepto  
Todos los objetos sombrea  
Sombra = pérdida de energía

Minimizar el número de objetos que pueden sombrear:

- ✓ El tubo de eje no causa sombra → **5% menos de interferencias**
- ✓ 7 hincas/90 módulos → **46% menos de hincas/MW**
- ✓ Sin cables colgantes → **81% menos de cableado** → StringRunner
- ✓ Sin amortiguadores

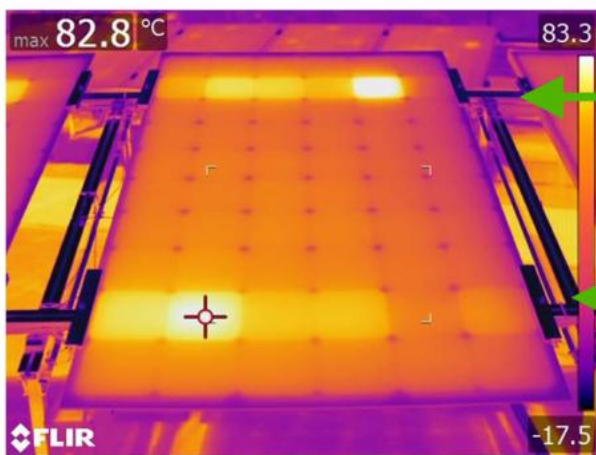


# Bifacial: mayor corriente

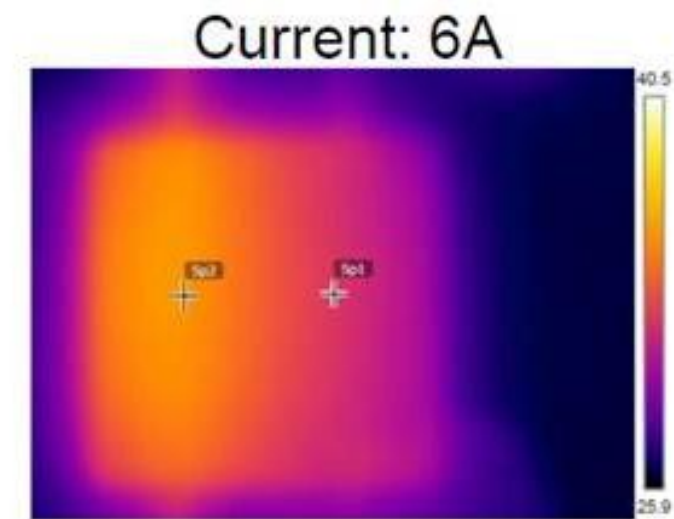
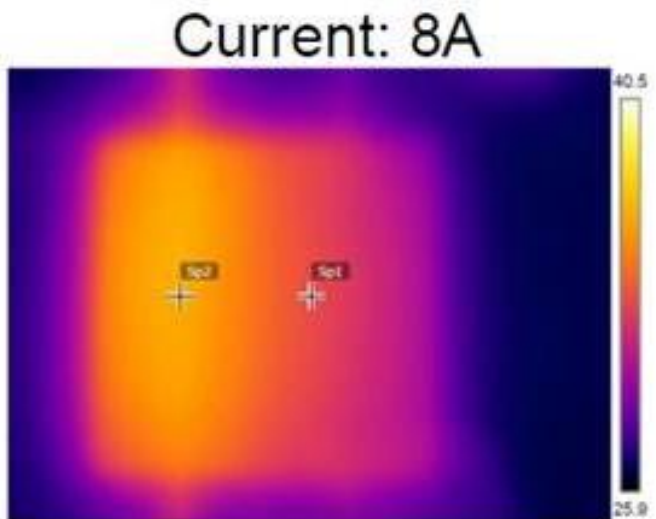
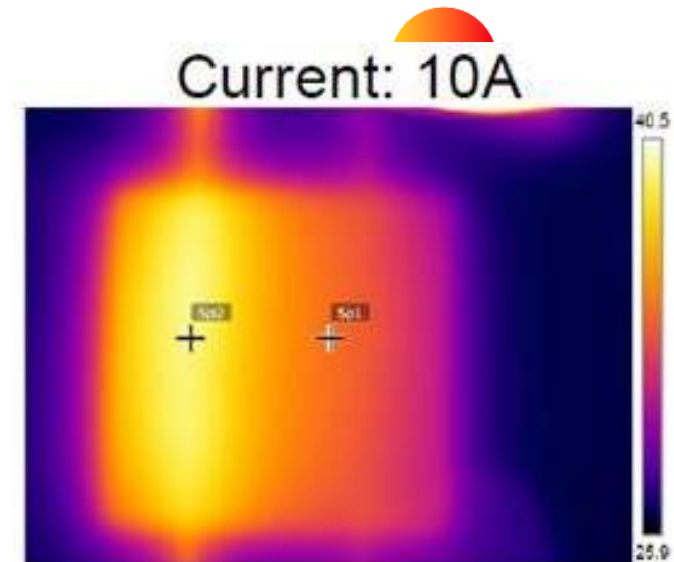
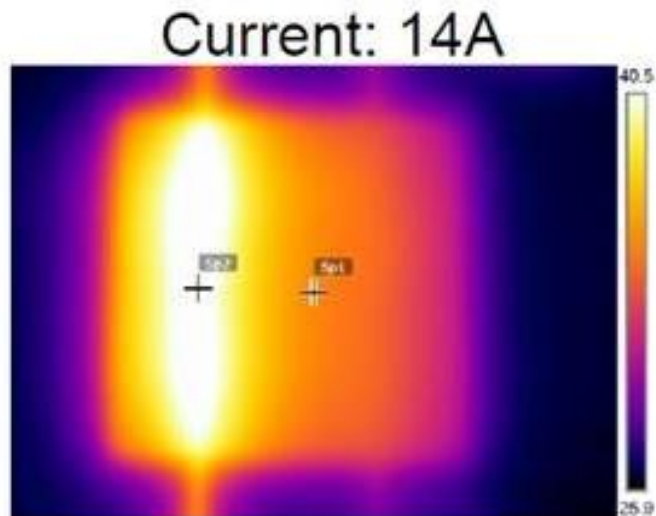
$$P_{Front} + P_{Rear} > P_{Monofacial}$$

$$I_{Front} + I_{Rear} > I_{Monofacial}$$

*T<sub>Bifacial</sub> > T<sub>Monofacial</sub>?*



Fuente: TÜV Rheinland

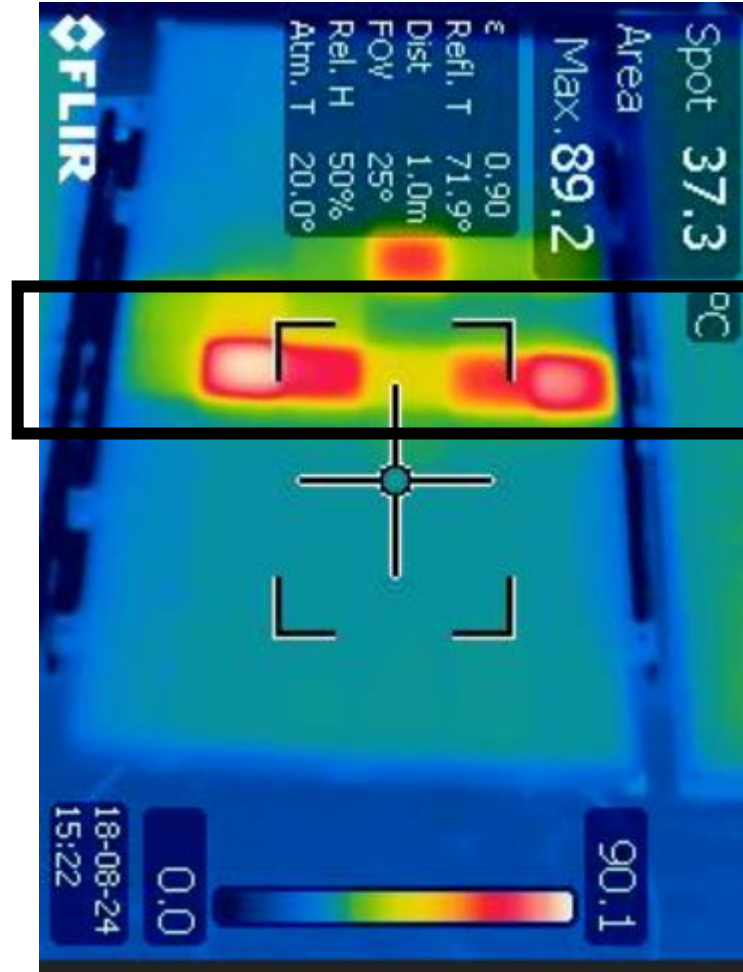


Source: TÜV Rheinland

**Temperatura localizada no uniforme**  
**INTERFERENCIAS POR SOMBREADO DE SOPORTES**  
**HOTSPOTS – RIESGO DE DEGRADACIÓN PREMATURA**

# Interferencias por el sombreado del tubo

Sombra generada por el eje del seguidor en configuración 1P



*“La simulaciones de trazado de rayos investigadas muestran [...] hasta un 20% de pérdida por el eje central, creando multiples sombras.”*

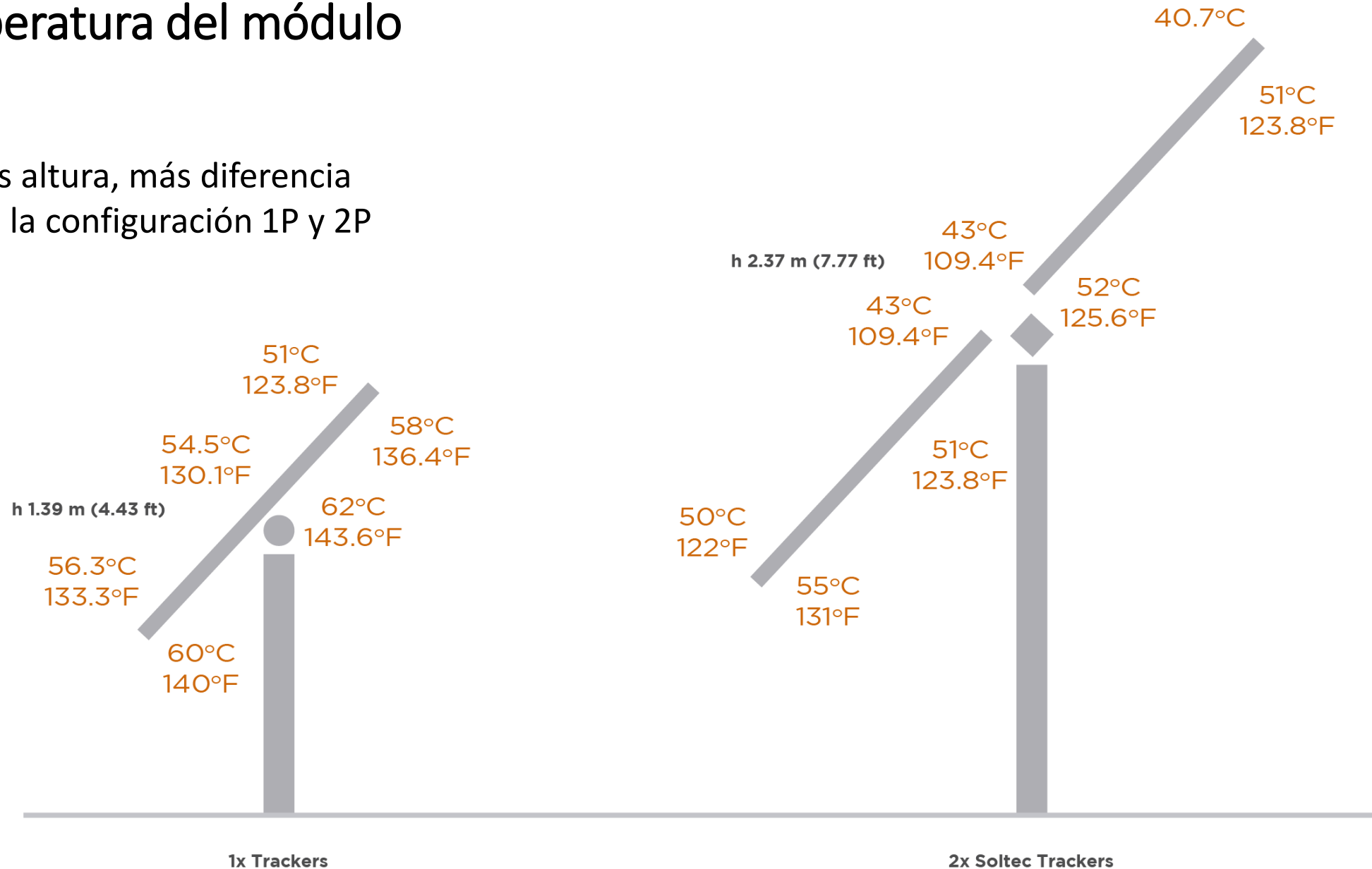
Fuente: University of Arizona, Tucson, AZ, 85705, US; National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, 80401 US; NRG Wise Lighting, Albany, OR 97321, US; Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM.



Fuente: BiTEC, agosto 2018.

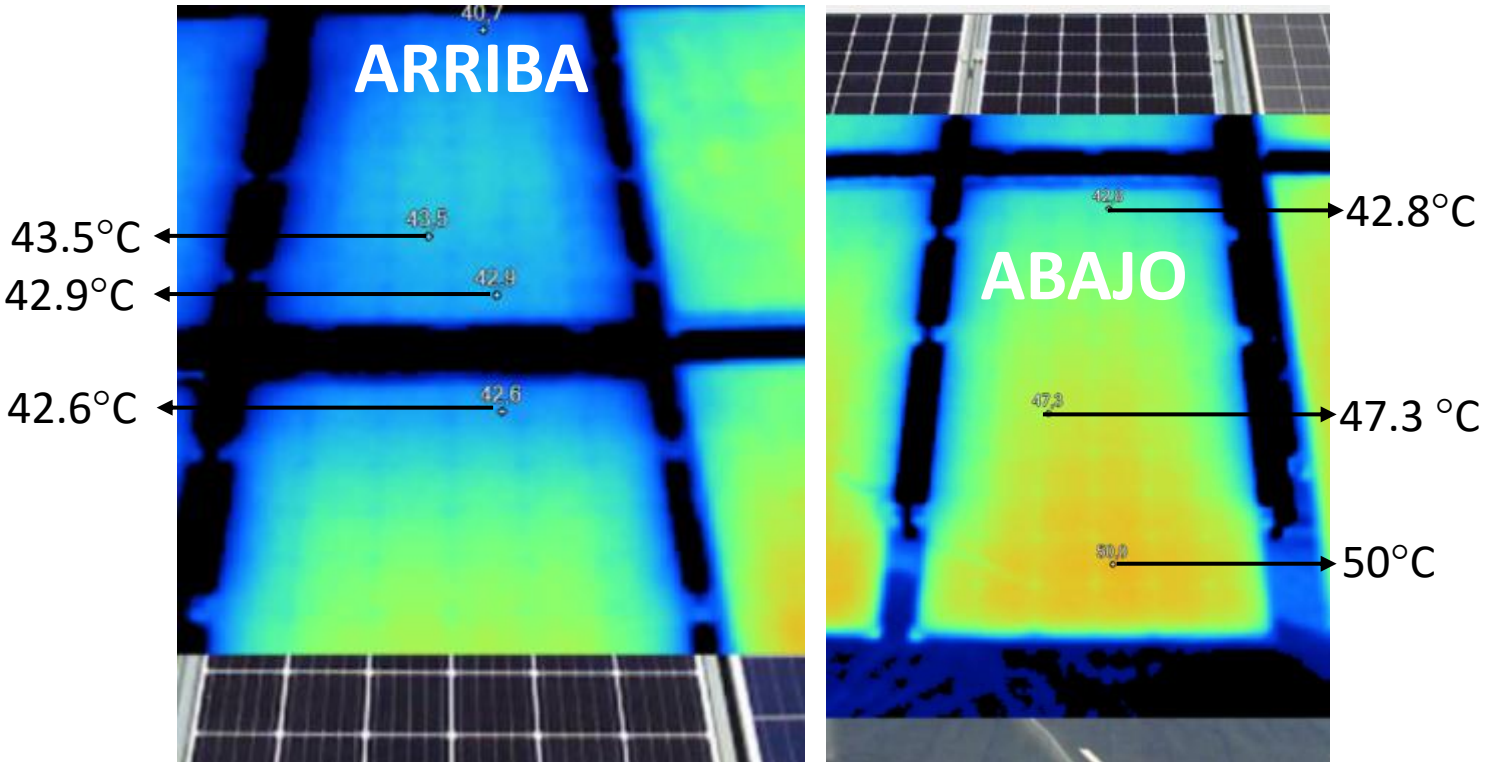
# Temperatura del módulo

A más altura, más diferencia entre la configuración 1P y 2P

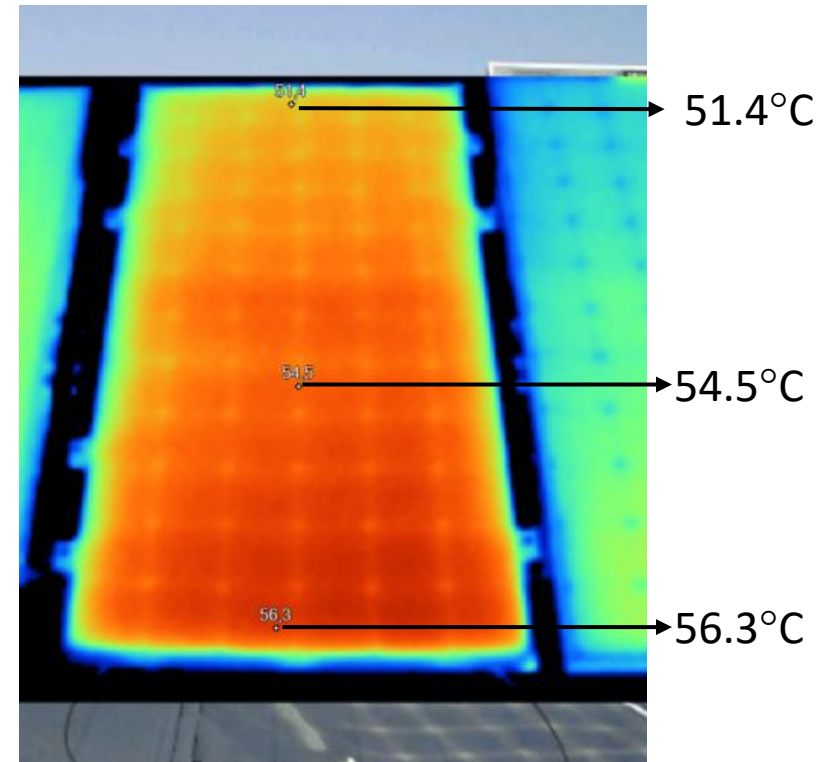


# Temperatura frontal del módulo: 2V vs. 1V

## Configuración 2-en-Vertical



## Configuración 1-en-Vertical



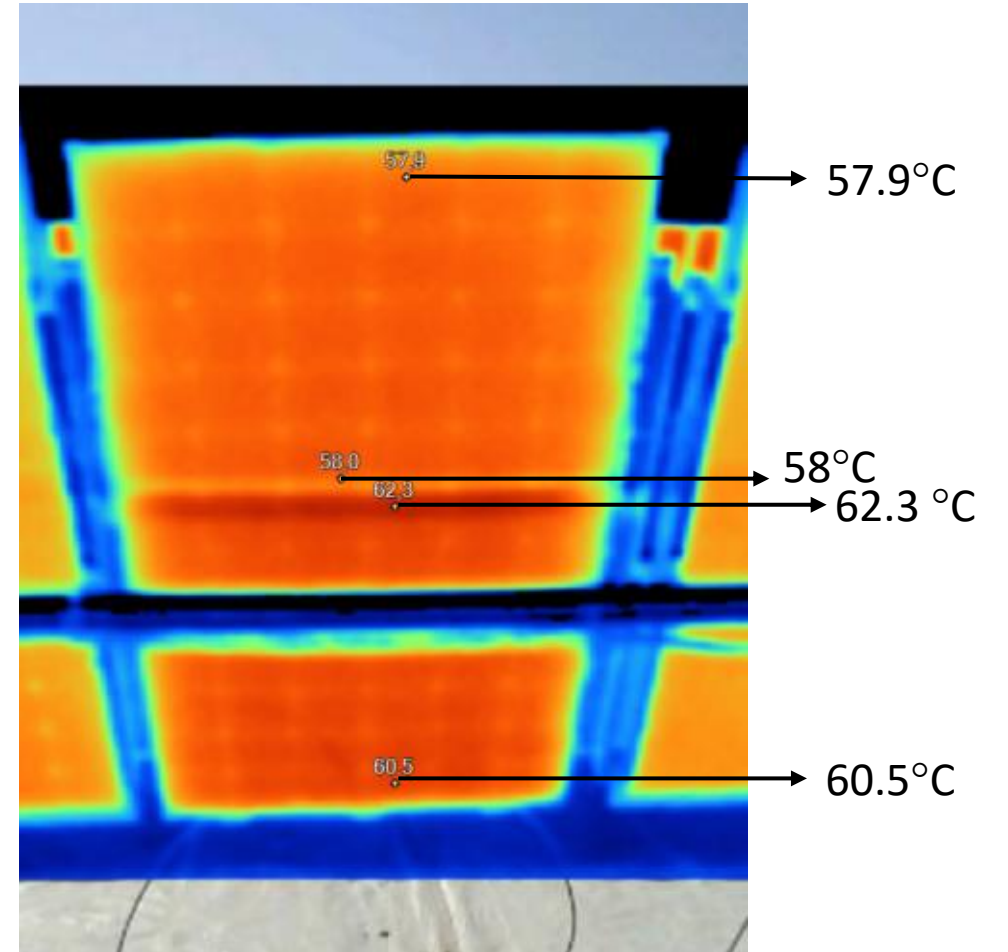
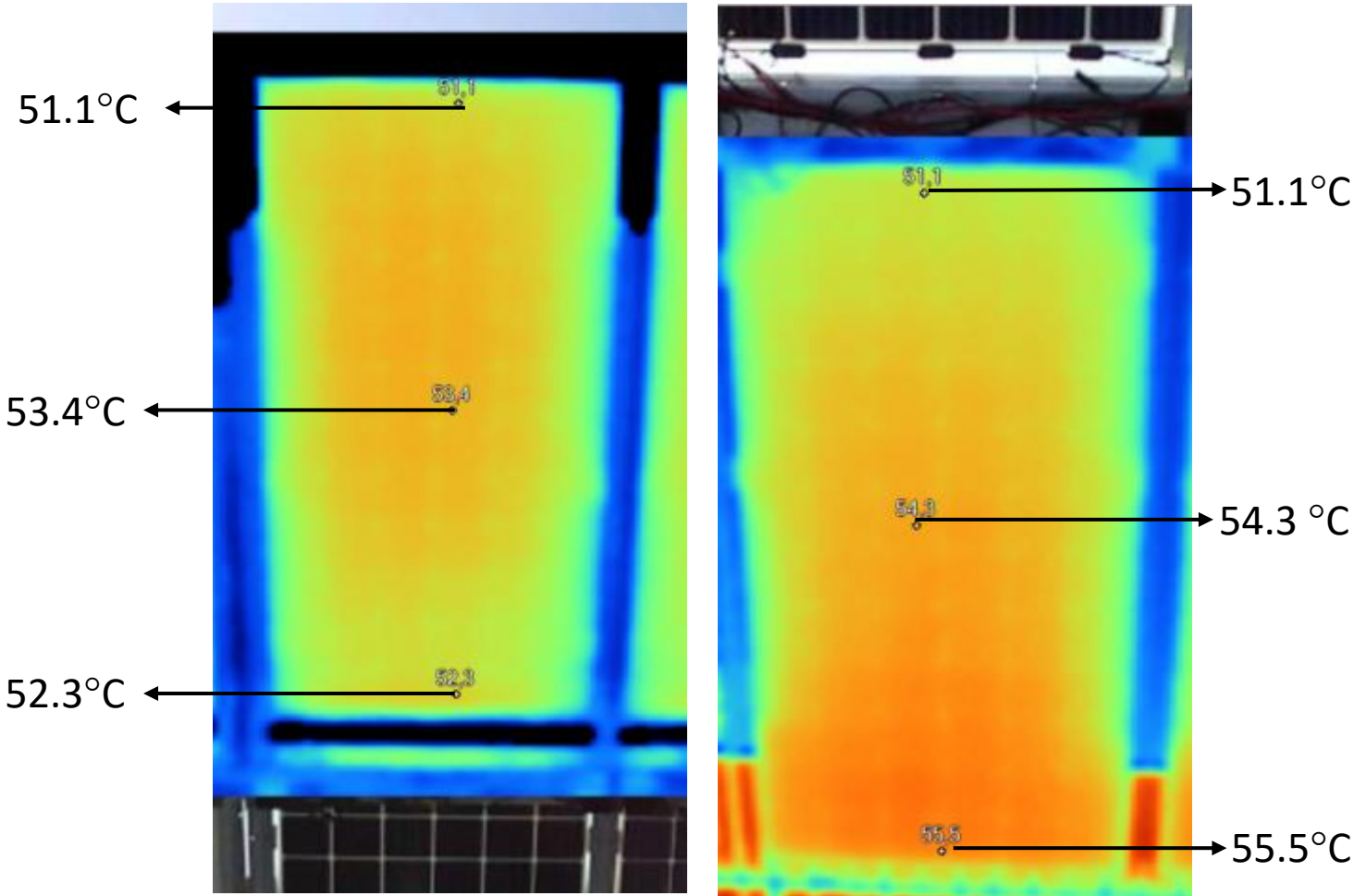
Módulo JW-D72N, 355 W | Albedo 65% | GCR: 0,4 | Temperatura ambiente: 31°C / 87.8° F | Viento: 11kph / 7mph



# Temperatura trasera del módulo: 2V vs. 1V

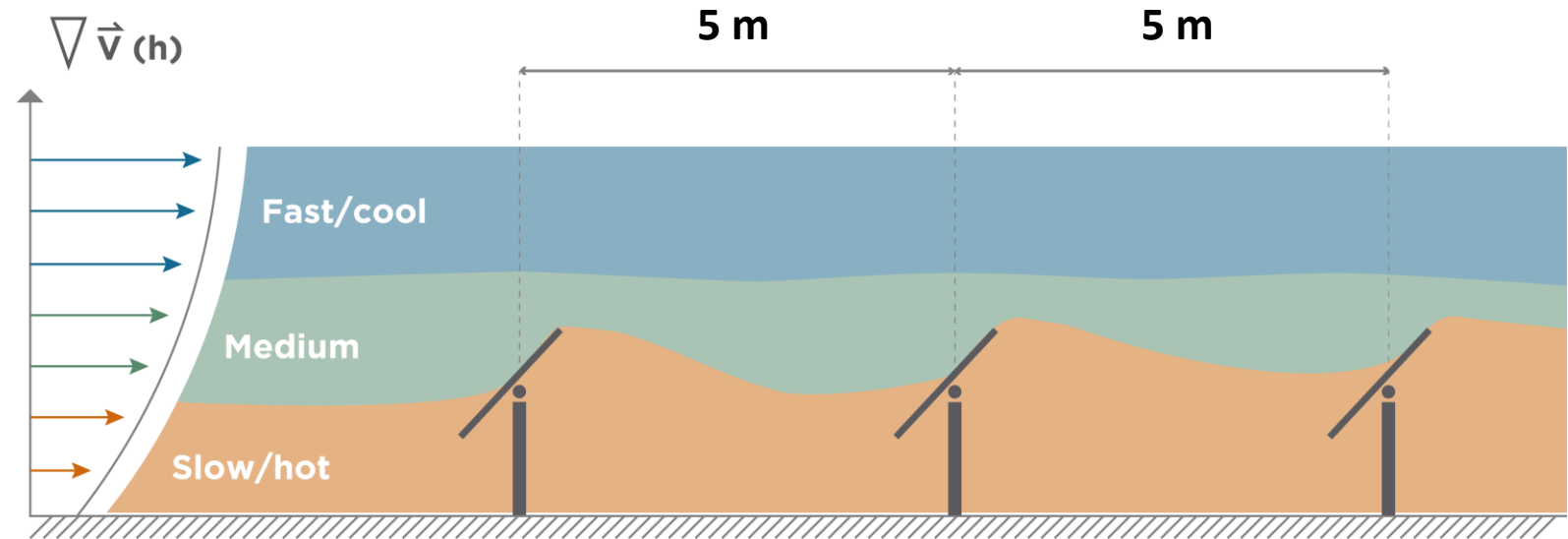
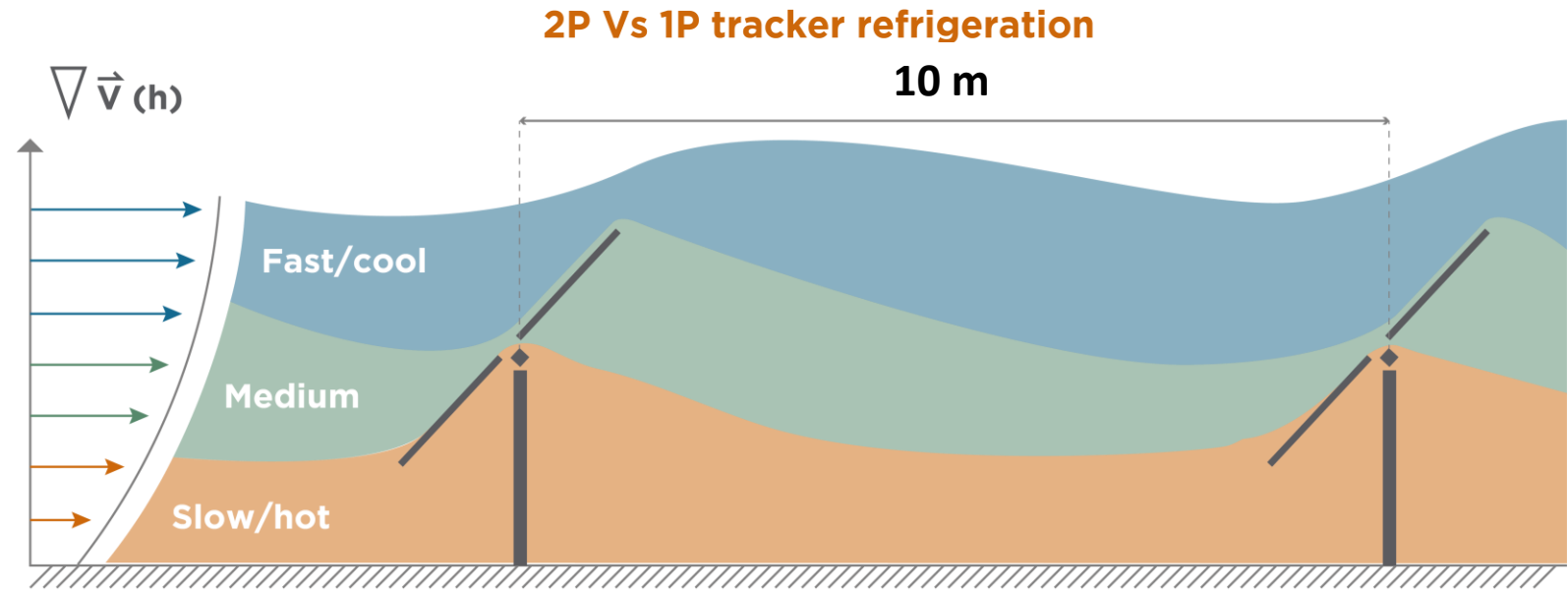
## Configuración 2-en-Vertical

## Configuración 1-en-Vertical



# Refrigeración del seguidor

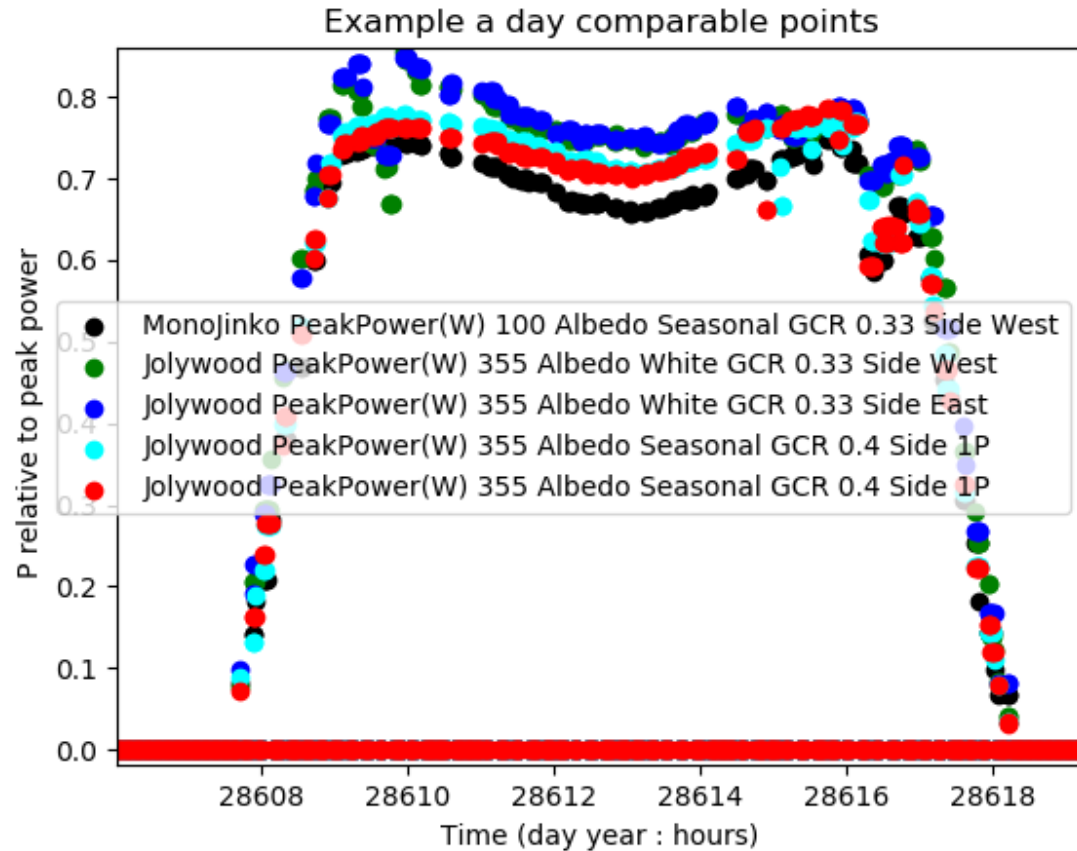
- ✓ Un mayor *pitch* (2x) mejora el flujo de aire.
- ✓ El hueco del eje central favorece el flujo de aire.
- ✓ El modulo superior se mantiene más frío.



# Conclusiones de BiTEC

Datos: Julio – Octubre 2018. Módulo bifacial Jolliwood

## ✓ GCR (10m Vs. 12m) y Albedo (Blanco Vs. estacional)



Tanto el albedo como el GCR influyen en la producción en ambos tipos de seguidores solares (2P y 1P). Durante las horas centrales del día, la diferencia es mayor.

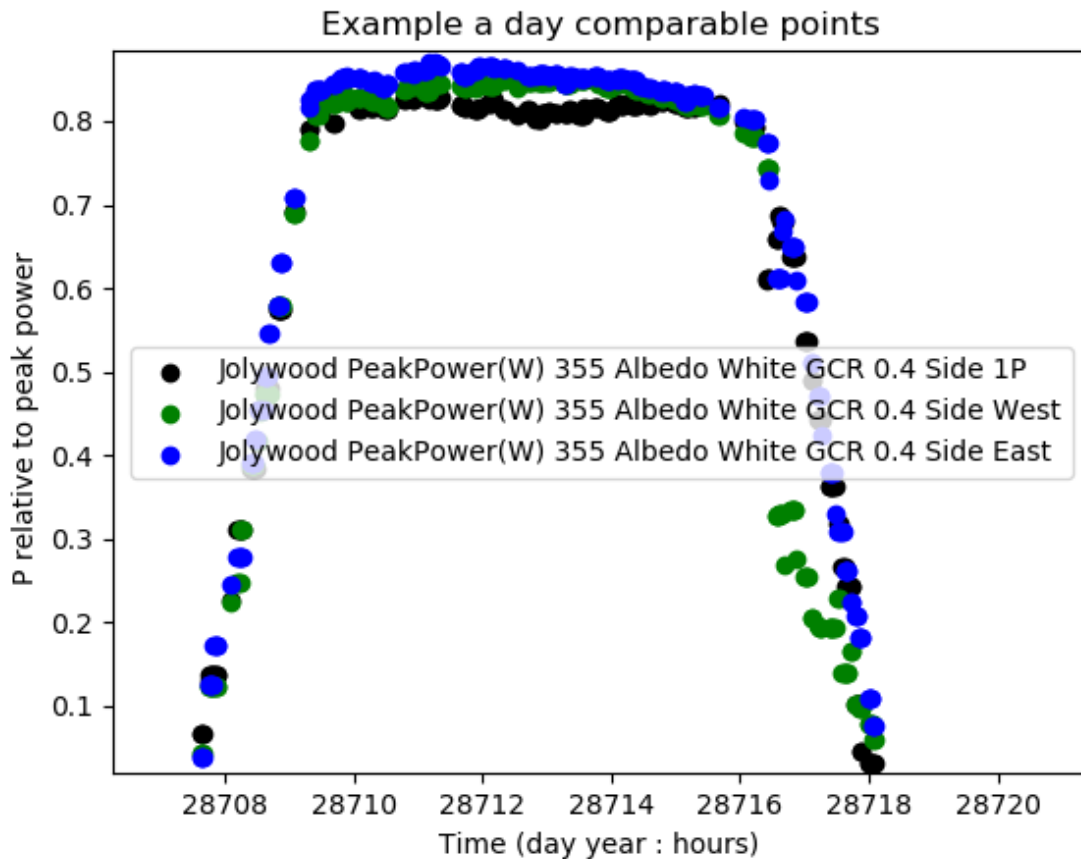
12 meters		10 meters	
GCR	Albedo	GCR	Albedo
0.33	63%	0.4	63%
16.5%		13.9%	
<b>+ 2.6%</b>			

Blanco		Estacional	
GCR	Albedo	GCR	Albedo
0.33	63%	0.33	23%
16.6%		5.8%	
<b>+ 10.8%</b>			

# Conclusiones de BiTEC

Datos: Julio – Octubre 2018. Módulo bifacial Jolliwood

## ✓ Seguidores solares a un eje: 2P Vs. 1P



Durante las horas centrales del día, las diferencias de producción entre los seguidores 1P y los 2P es mayor. Esto se debe a las interferencias causadas por el eje, así como la mayor temperatura de las módulos en los 1P, que reducen su producción.

2P tracker		1P tracker	
GCR	Albedo	GCR	Albedo
0.4	63%	0.4	63%
13.6%		10.8%	
<b>+ 2.8%</b>			



# GRACIAS



**Soltec**

**Colin Caufield**

VP Sales North America  
[colin.caufield@soltec.com](mailto:colin.caufield@soltec.com)