

# Estado de desarrollo actual de la tecnología fotovoltaica

Jornada UPM-UNEF-AS Solar  
Cambio energético y autoconsumo solar en España – los retos  
para la nueva legislatura

**José María Román**

Laboratory Director

e-mail: [jm.roman@yingli.com](mailto:jm.roman@yingli.com)

Madrid, 16 diciembre 2015

**R&D, Aftersales Service Center**

Pol. Ind. Sur - Ctra. N-I km 32,1

E-28750 San Agustín del Guadalix (Madrid) Spain

# Contenidos

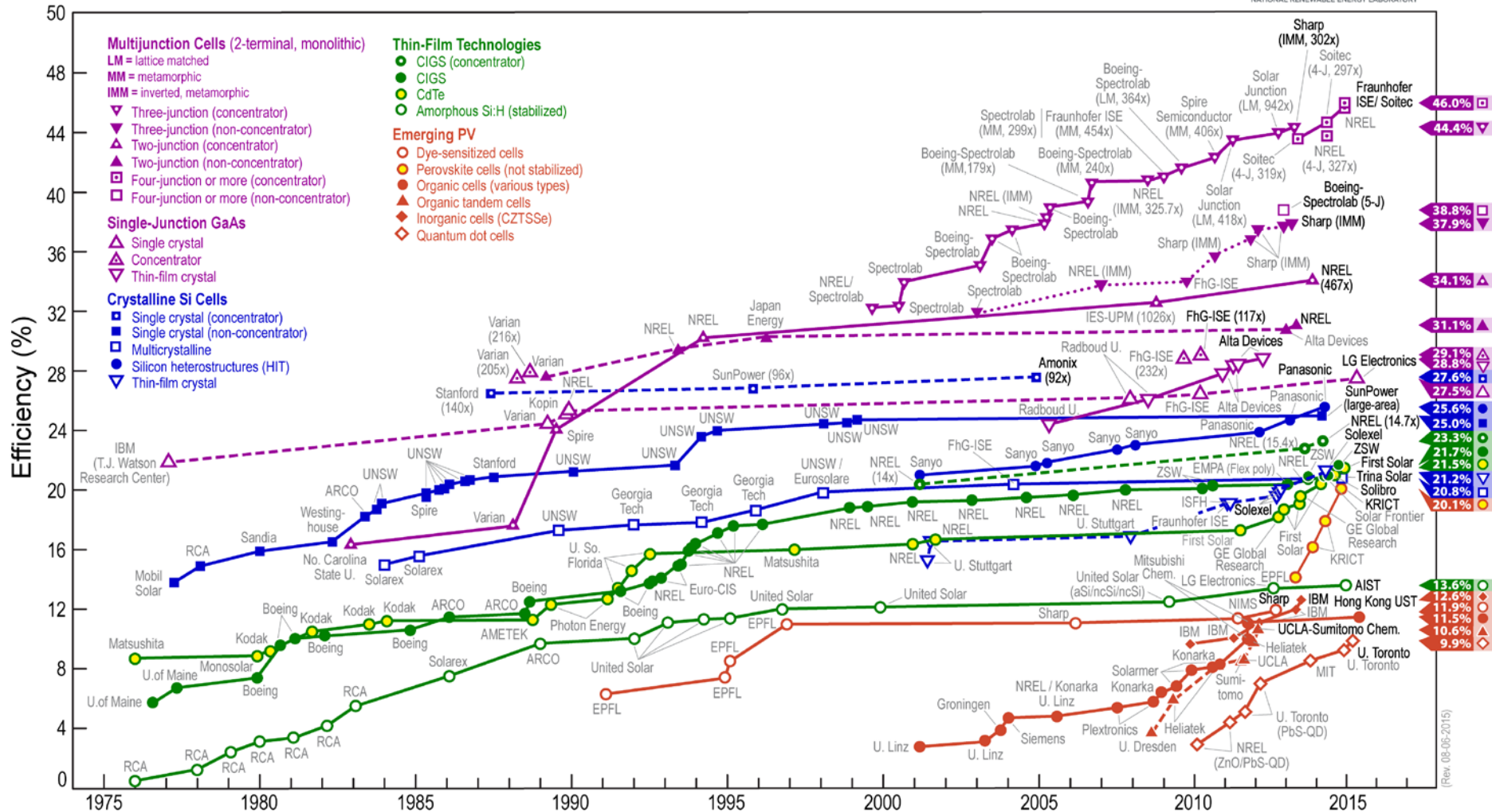


- Eficiencia de células
  - Silicio tipo-n
  - Mejores contactos
  - Mayor captación
  - Tendencias de eficiencia
- Mejoras de módulos Yingli
- Sistemas con ganancias de captación
- Sistemas a 1500 Vdc
- Autoconsumo
- Integración arquitectónica
- Ideas

# Eficiencia de células

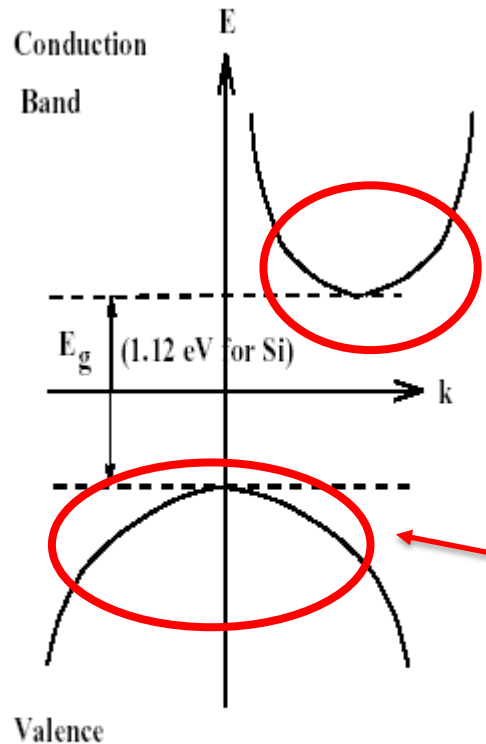


## Best Research-Cell Efficiencies



# Eficiencia de células: silicio tipo-n

- Uso de materiales tipo-n: la movilidad de los electrones es mejor que la de los huecos.



**Electrones** dominan el transporte en materiales tipo-n. Son más ligeros en el Silicio.

$$m_e = 0,33 m_0$$

La curvatura de la banda de conducción es mayor

**Huecos** dominan el transporte en materiales tipo-p. Son más pesados en el Silicio.

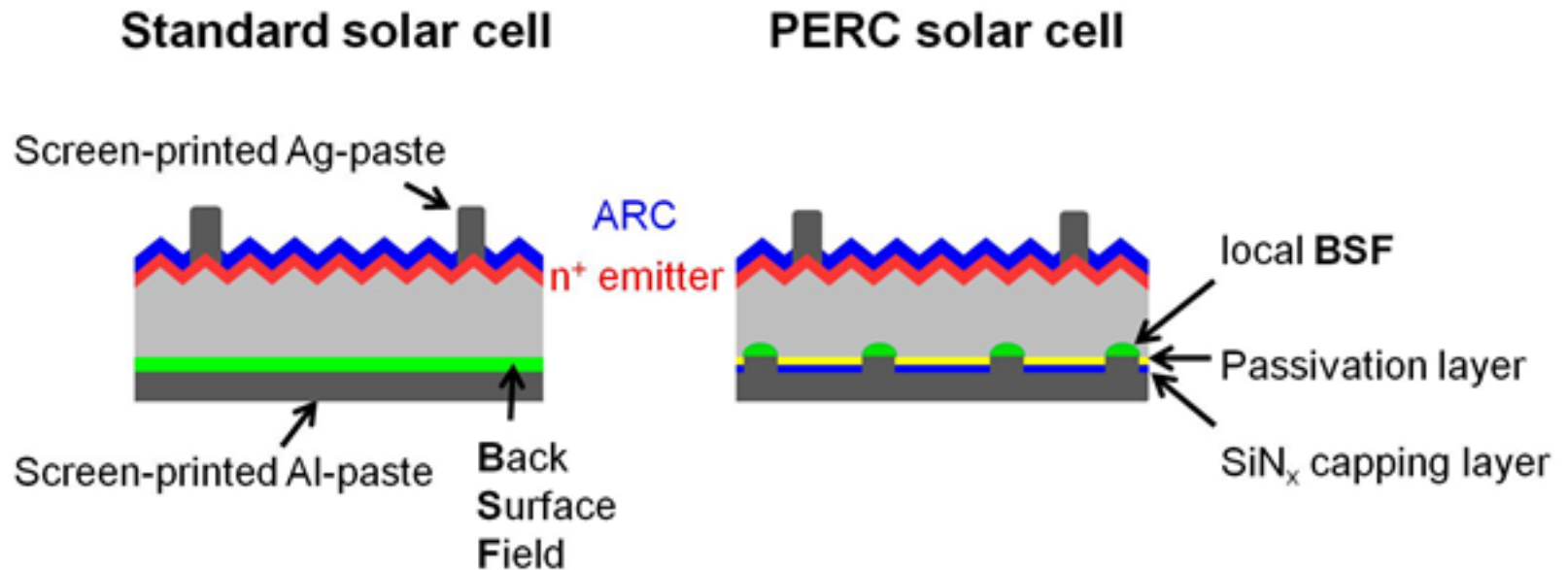
$$m_h = 0,50 m_0$$

Indirect Bandgap  
Semiconductor

Tampere University of Technology (khamousk)

# Eficiencia de células: mejores contactos

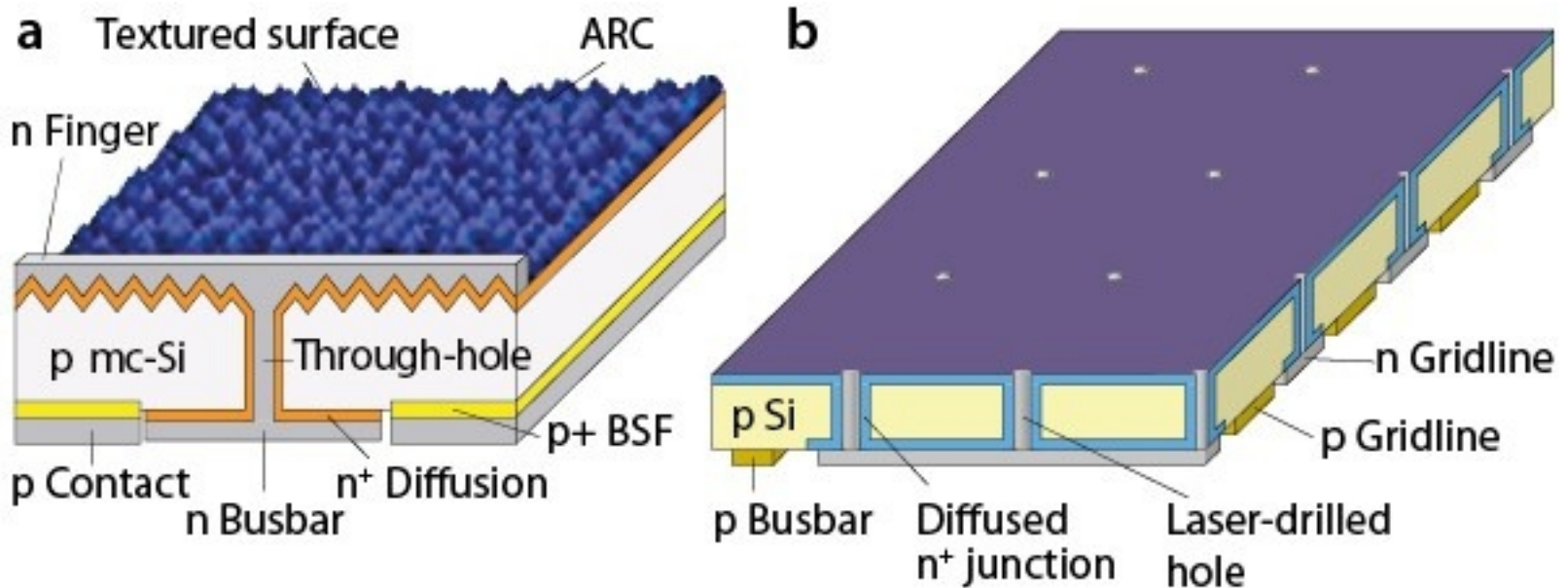
- Mejora de los contactos para reducir las pérdidas resistivas internas de la célula.
  - PERC: Passivated Emitter Rear Cell (Célula con Emisor Posterior Pasivado): 20,5%
  - IBC: Inter-digitated Back Contact (Contactos Posteriores Alternados): 21-22%



Institute for Solar Energy Research Hamelin (ISFH)

# Eficiencia de células: mayor captación

- Mejora de la captación solar reduciendo los contactos frontales
  - MWT: Metal-Wrap Thorough: todos los contactos se realizan en la parte posterior
  - Células bifaciales



NPG Asia Materials (2010) 2, 96–102; doi:10.1038/asiamat.2010.82

Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production

Tatsuo Saga ([saga.tatsuo@sharp.co.jp](mailto:saga.tatsuo@sharp.co.jp))

Sharp Corporation, 282-1 Hajikami, Katsuragi-shi, Nara 639-2198, Japan

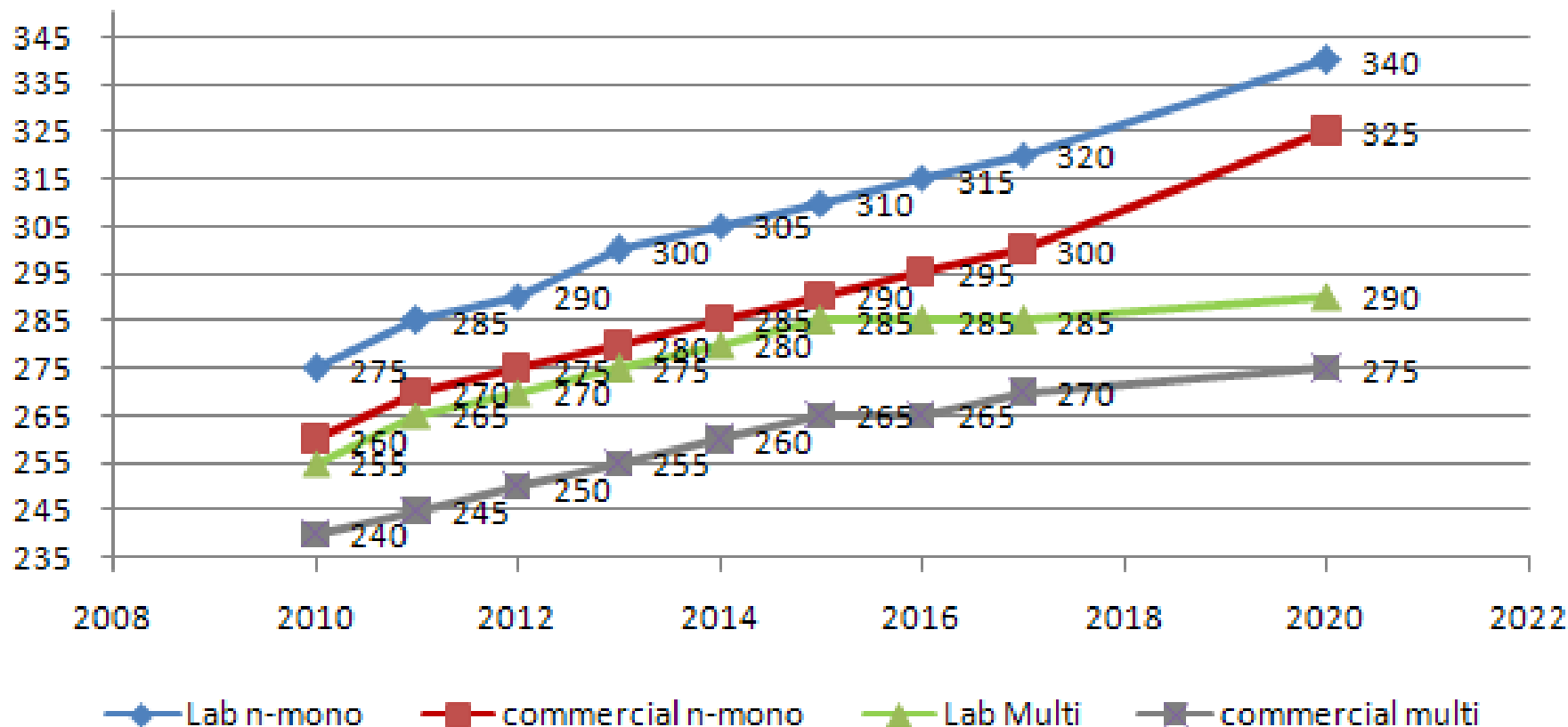


# Eficiencia de células: Tendencias de eficiencia



Power Your Life

- ITRPV: International Technology Roadmap for Photovoltaics
  - Hoja de Ruta para la mejora de los módulos fotovoltaicos





# Mejoras de módulos Yingli Solar

Ideas para el incremento de eficiencia de las células de Silicio cristalino

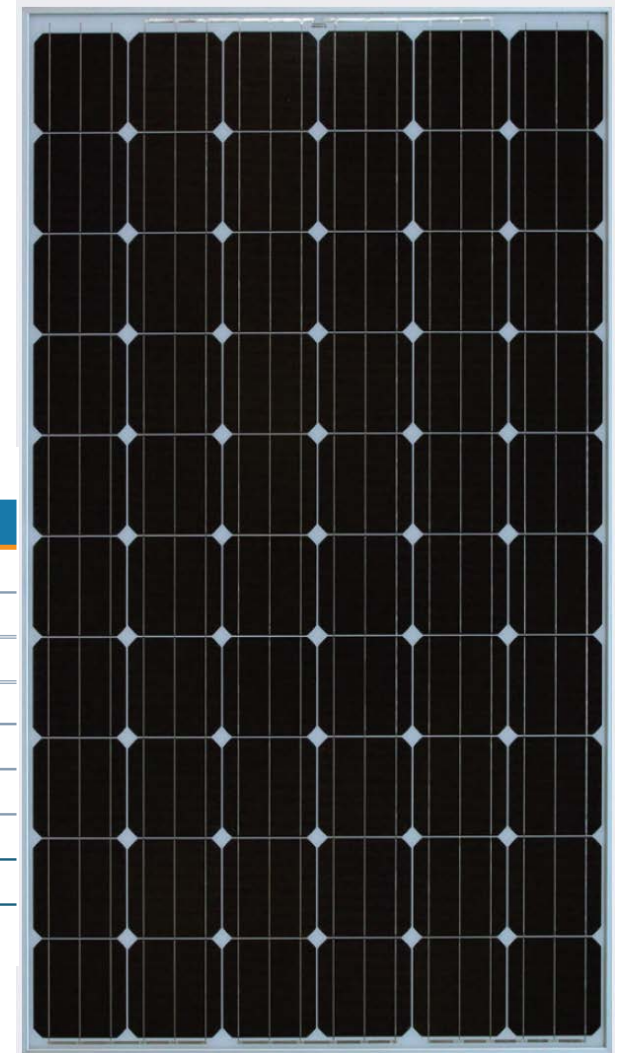
- **Panda 2.0**
  - Células tipo-n
  - MWT
- **Panda**
  - Células tipo-n
  - Células bifaciales

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

### Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)

Tipo de módulo			YLxxxC-30b (xxx=P <sub>max</sub> )				
Potencia de salida	P <sub>max</sub>	W	280	275	270	265	260
Tolerancias de potencia de salida	ΔP <sub>max</sub>	W	0 / + 5				
Eficiencia del módulo	η <sub>m</sub>	%	17.2	16.9	16.6	16.3	16.0
Tensión en P <sub>max</sub>	V <sub>mp</sub>	V	31.3	30.9	30.5	30.1	29.7
Intensidad en P <sub>max</sub>	I <sub>mp</sub>	A	8.96	8.91	8.85	8.79	8.74
Tensión en circuito abierto	V <sub>oc</sub>	V	39.1	38.8	38.6	38.3	38.1
Intensidad en cortocircuito	I <sub>sc</sub>	A	9.50	9.47	9.43	9.37	9.35

STC: 1000 W/m2 de irradiación, 25°C de temperatura de célula, espectro AM 1.5g conforme a la EN 60904-3.  
Reducción media de la eficiencia relativa de 1,9% a 200 W/m2 según la EN 60904-1.



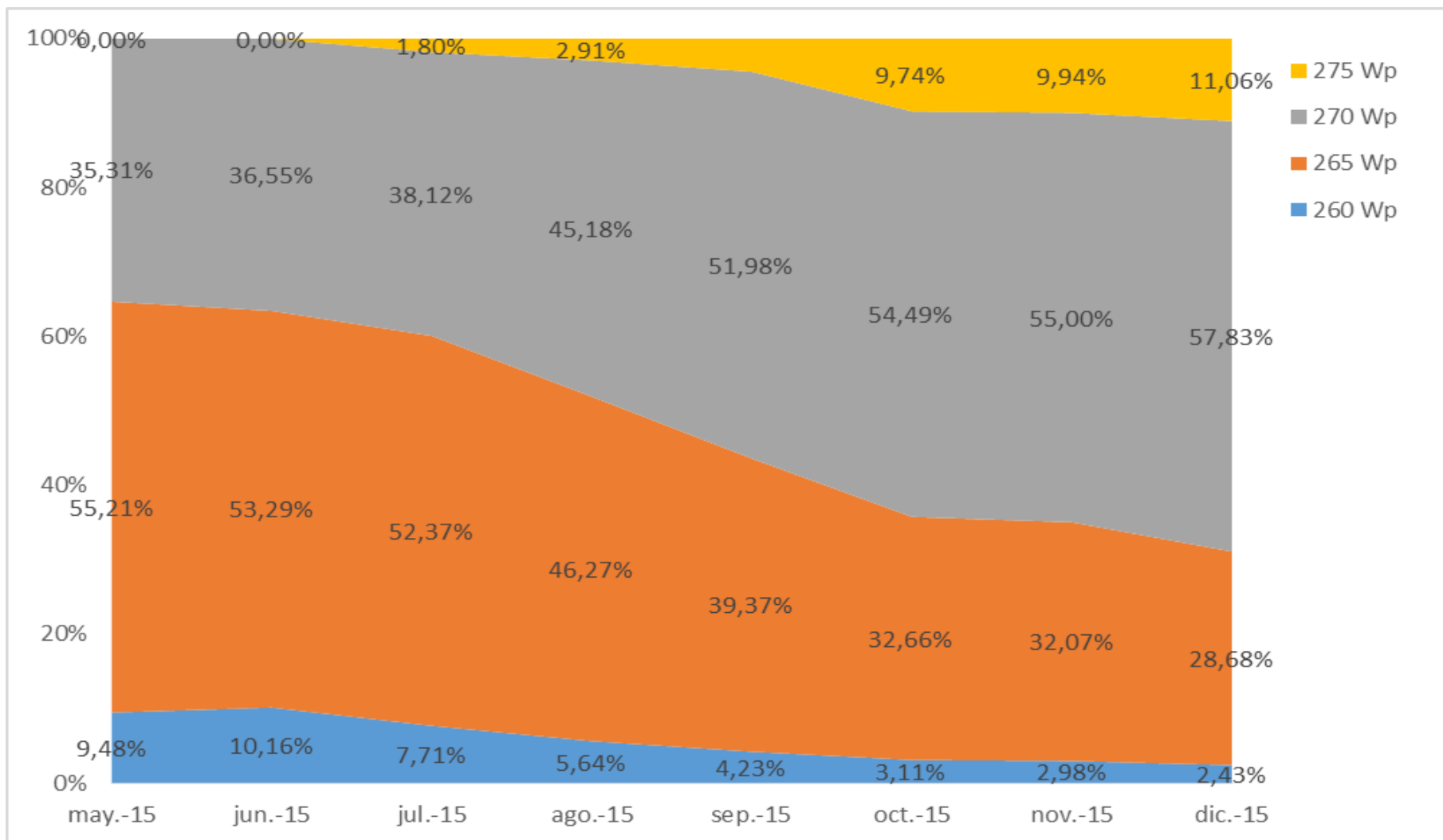


# Mejoras de módulos Yingli Solar



Power Your Life

Evolución en la producción de módulos Panda de 60 células



Presentación nº: 15-0002-DEV-02

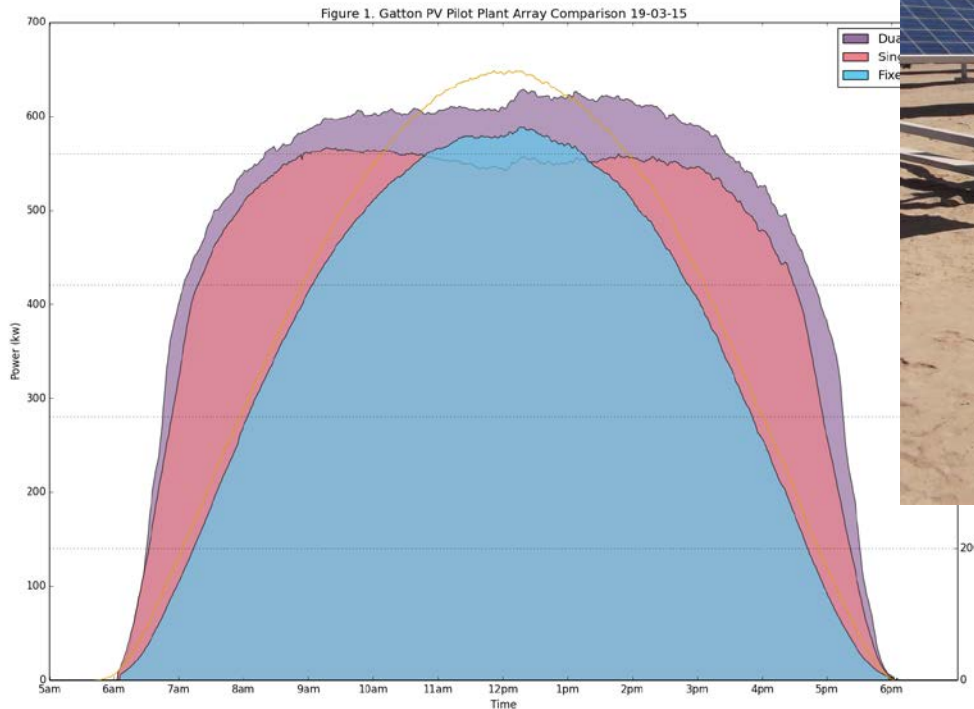
16/12/2015

WWW.YINGLISOLAR.COM | NYSE:YGE

© 2013 Yinglisolar - 9

# Sistemas con ganancias de captación

- Seguidores a 1-eje incrementa la captación 20-25% anual
  - Simple operación y mantenimiento
- Módulos bifaciales: 20-40% de iluminación posterior por albedo



Gatton Solar Research Facility  
The University of Queensland (Brisbane, Australia)



Presentación nº: 15-0002-DEV-02

[WWW.YINGLISOLAR.COM](http://WWW.YINGLISOLAR.COM) | NYSE:YGE

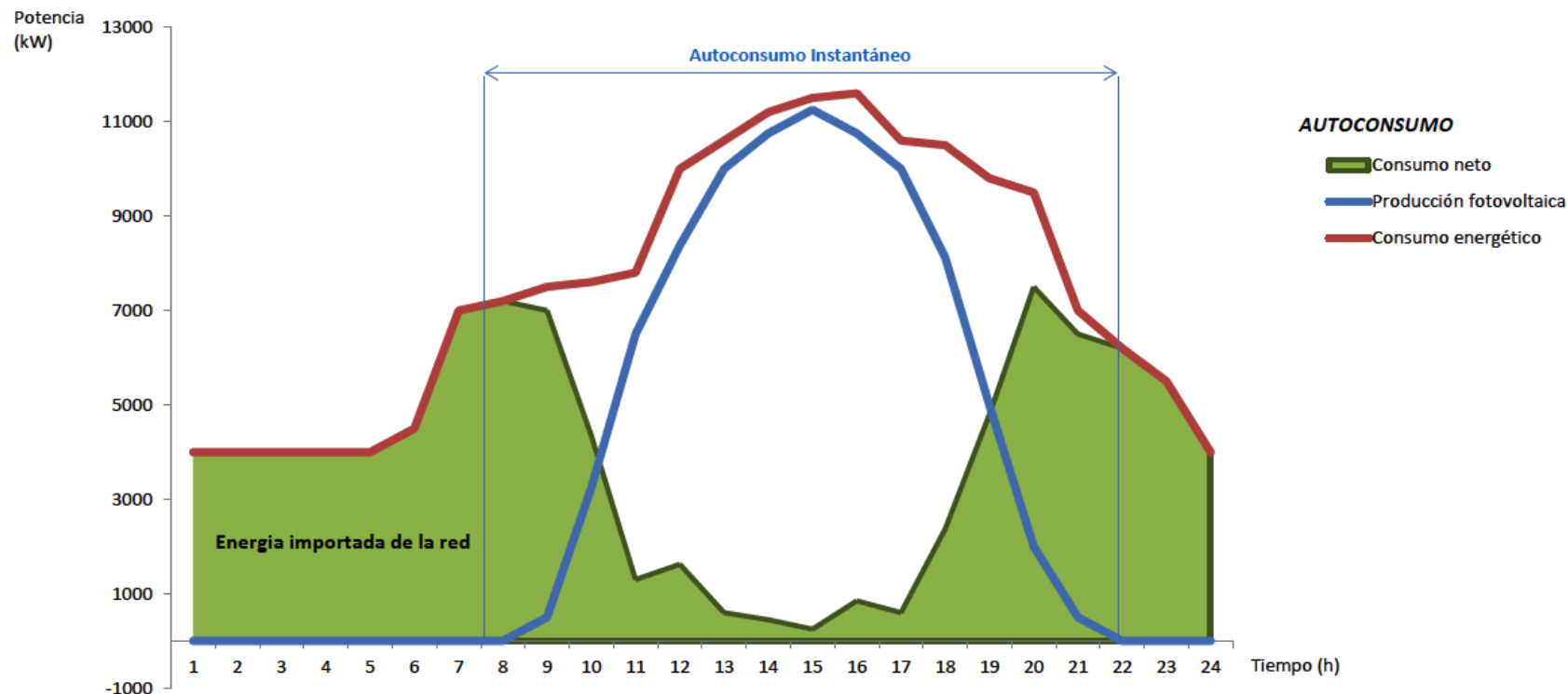
# Sistemas a 1500 Vdc

- Reducción de pérdidas resistivas del sistema
  - Aumentar la tensión de funcionamiento a 1500 Vdc (minimiza pérdidas de transporte en DC, reduce la cantidad y sección del cableado)
  - Usar inversores centrales junto a transformadores (minimiza pérdidas de transporte en AC)



# Autoconsumo

- El consumo local reduce las pérdidas de transporte
  - Ajuste de la producción al consumo personal o de distrito



Parte de la energía fotovoltaica generada (kWh) se consume en tiempo real. El exceso de energía fotovoltaica que se consume en tiempo de generación se exporta a la red y se compensa (el exceso de energía se vende en el mercado eléctrico).



# Integración arquitectónica



- Uso de superficies ociosas de edificios
  - Sustitución de materiales constructivos: reduce el coste de las instalaciones (aumenta la eficiencia económica)





# Integración arquitectónica

- Uso de superficies ociosas de edificios
  - Sustitución de materiales constructivos: reduce el coste de las instalaciones (aumenta la eficiencia económica)





- Aumento de la eficiencia de células y módulos
  - Mejor eficiencia de células según tecnología (c-Si tipo-n, mayor movilidad de los portadores minoritarios)
  - Reducción de pérdidas resistivas y recombinación (5 puntos porcentuales de las pérdidas en las células)
  - Mayor superficie de captación (menos contactos frontales, MWT, células bifaciales)
  - Módulos adaptados para trabajar a 1500 Vdc
- Sistemas más eficientes
  - Reducción de pérdidas resistivas:
    - Aumentar la tensión de funcionamiento a 1500 Vdc (minimiza pérdidas de transporte en DC, reduce la cantidad y sección del cableado)
    - Usar inversores centrales junto a transformadores (minimiza pérdidas de transporte en AC)
    - Consumo directo por ajuste de generación y consumo.
  - Aumentar la captación de radiación:
    - uso de seguidores a 1-eje (aumento del 20% en la captación)
    - uso de superficies improductivas, ociosas, y sustitución de materiales constructivos: reduce el coste de las instalaciones (aumenta la eficiencia económica).
    - Ejemplo de fachada de Yingli
    - Ejemplo de cubierta de Policía de San Agustín del Guadalix

# Estado de desarrollo actual de la tecnología fotovoltaica

Jornada UPM-UNEF-AS Solar

Cambio energético y autoconsumo solar en España – los retos  
para la nueva legislatura

**José María Román**

Laboratory Director

e-mail: [jm.roman@yingli.com](mailto:jm.roman@yingli.com)

Madrid, 16 diciembre 2015

**R&D, Aftersales Service Center**

Pol. Ind. Sur - Ctra. N-I km 32,1

E-28750 San Agustín del Guadalix (Madrid) Spain

## ¡Gracias!