



ASTRONERGY

TOPCOOn 4.0 y tendencias del mercado

Alta Calidad, Alto Performance y Alta Eficiencia

Octubre 2024





- 01** **La Compañía**

- 02** Tendecia global e Iteración de Producto

- 03** Tecnología 4.0 y complementos

- 04** Ventajas competitivas

- 05** Pronósticos de potencia y eficiencia

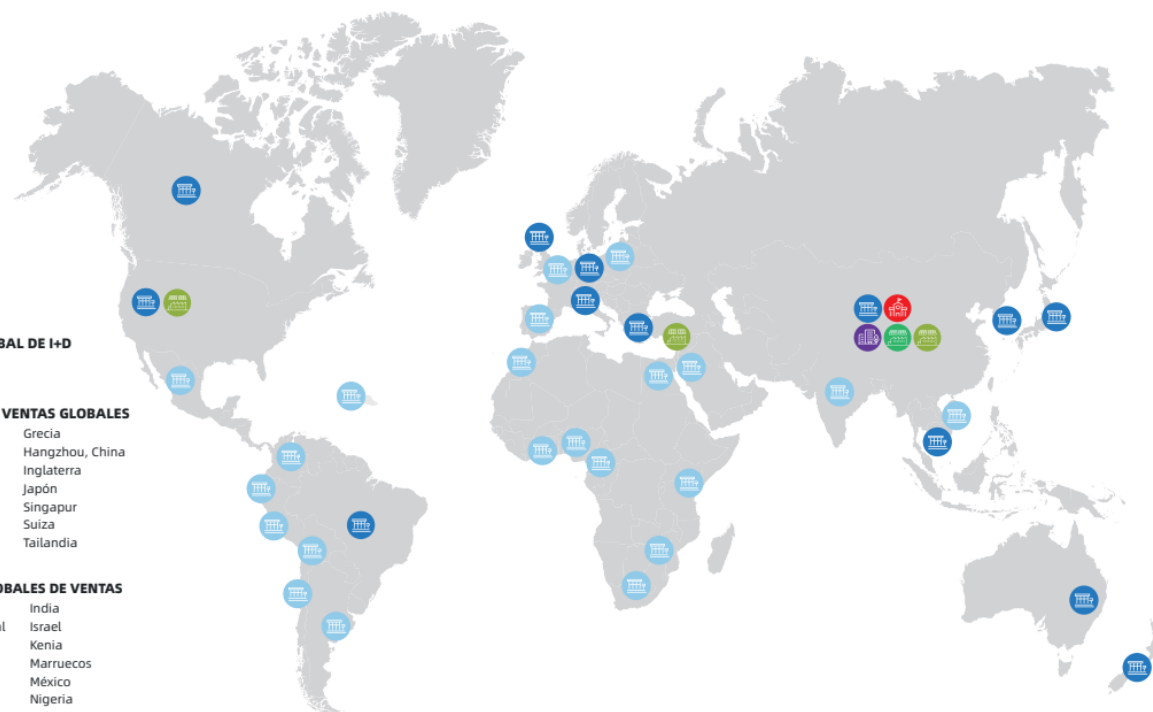


Somos Astronergy

Astronergy fue fundada en 2006 y se dedica al diseño y fabricación de celdas y módulos fotovoltaicos. Con presencia en más de 140 países, Astronergy ha establecido bases de fabricación inteligente en **Haining, Yiwu, Fuyang, Jiuquan, Yanchi, Yancheng, Dafeng, Songyuan, Fengyang, Turkey, Thailand**. Astronergy ha lanzado la línea **ASTRO N** de módulos bifaciales basados en celdas de gran tamaño, aplicados en centrales eléctricas a gran escala, sistemas fotovoltaicos comerciales e industriales (C&I) y residenciales.

DÓNDE ESTAMOS

- SEDE GLOBAL**
Haining, China
- BASES GLOBALES DE FABRICACIÓN (EN CONSTRUCCIÓN)**
EE.UU. / Fuyang, China / Turquía
- BASES GLOBALES DE FABRICACIÓN (PRODUCCIÓN EN MASA)**
Fengyang, China
Haining, China
Jiuquan, China
Songyuan, China
Tailandia
Yancheng, China
Yanchi, China
Yiwu, China
- CENTRO GLOBAL DE I+D**
Haining, China
- OFICINAS DE VENTAS GLOBALES**
Alemania
Australia
Brasil
Canadá
Corea del Sur
EE.UU.
Grecia
Hangzhou, China
Inglaterra
Japón
Singapur
Suiza
Tailandia
- CANALES GLOBALES DE VENTAS**
África del Sur
América Central
Argentina
Bolivia
Camerún
Chile
Colombia
Ecuador
Egipto
España
Ghana
India
Israel
Kenia
Marruecos
México
Nigeria
Países Bajos
Perú
Polonia
Puerto Rico
Vietnam
Zambia

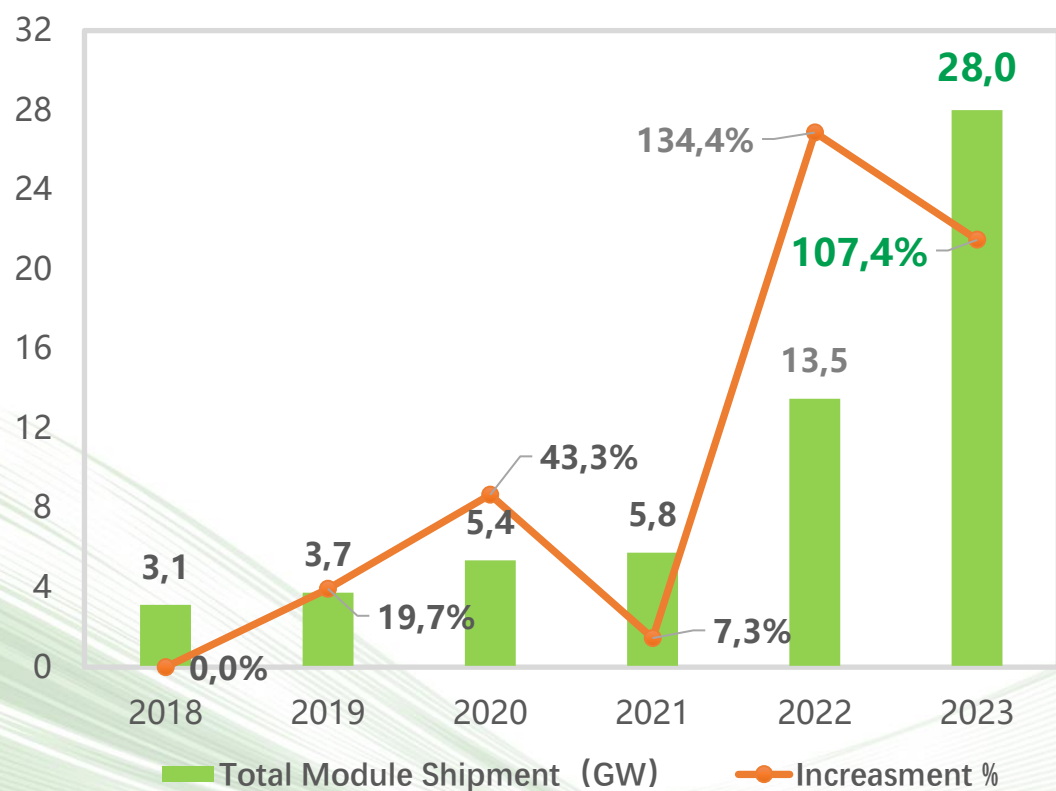




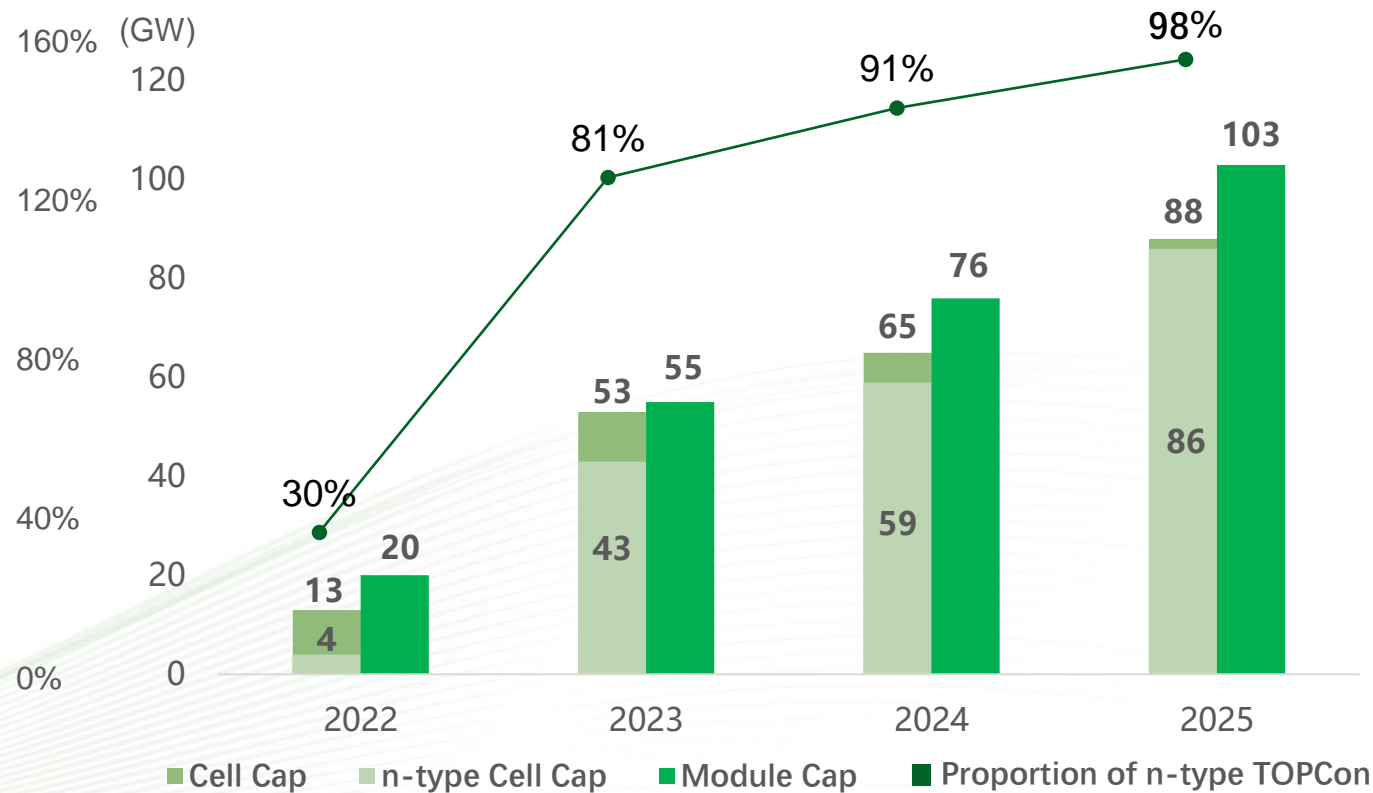
Envío y Capacidad

- Envío total de más de **56 GW** de 2019 a 2023. Un récord alto de **28GW** con una tasa de crecimiento de más de **107%+** en 2023
- En 2024, capacidad de células TOPCon de **59 GW**, capacidad de módulos de 76 GW; Para 2025, la capacidad de **TOPCon** representará más del 98%.

Envío Total GW)



Plan de Capacidad de Células y Módulos de Astronergy





01 La Compañía

02 **Tendencia global e Iteración de Producto**

03 Tecnología 4.0 y complementos

04 Ventajas competitivas

05 Pronósticos



- 01** La Compañía

- 02** **Tendencia global e Iteración de Producto**

- 03** Tecnología 4.0 y complementos

- 04** Ventajas competitivas

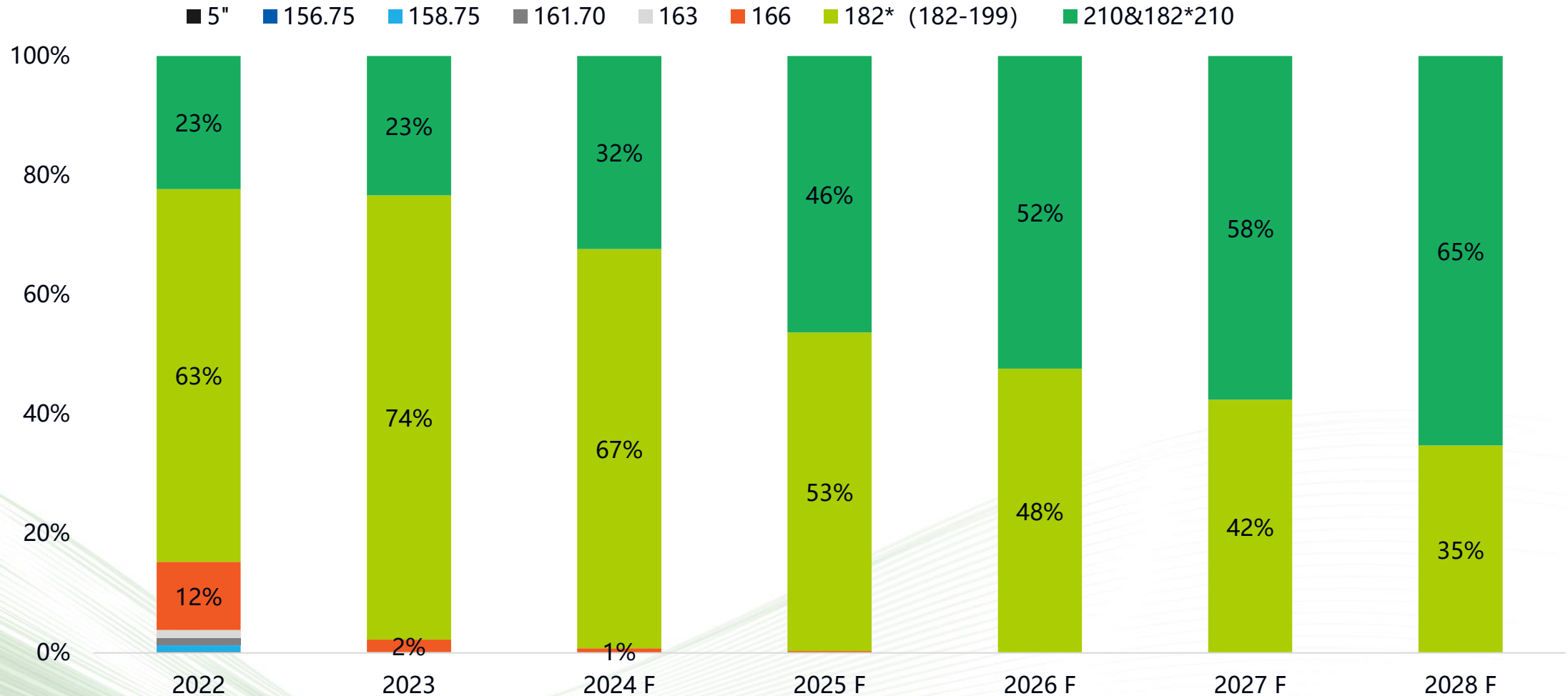
- 05** Pronósticos de potencia y eficiencia

Pronóstico tamaño wafer



ASTROENERGY

Producción de módulos



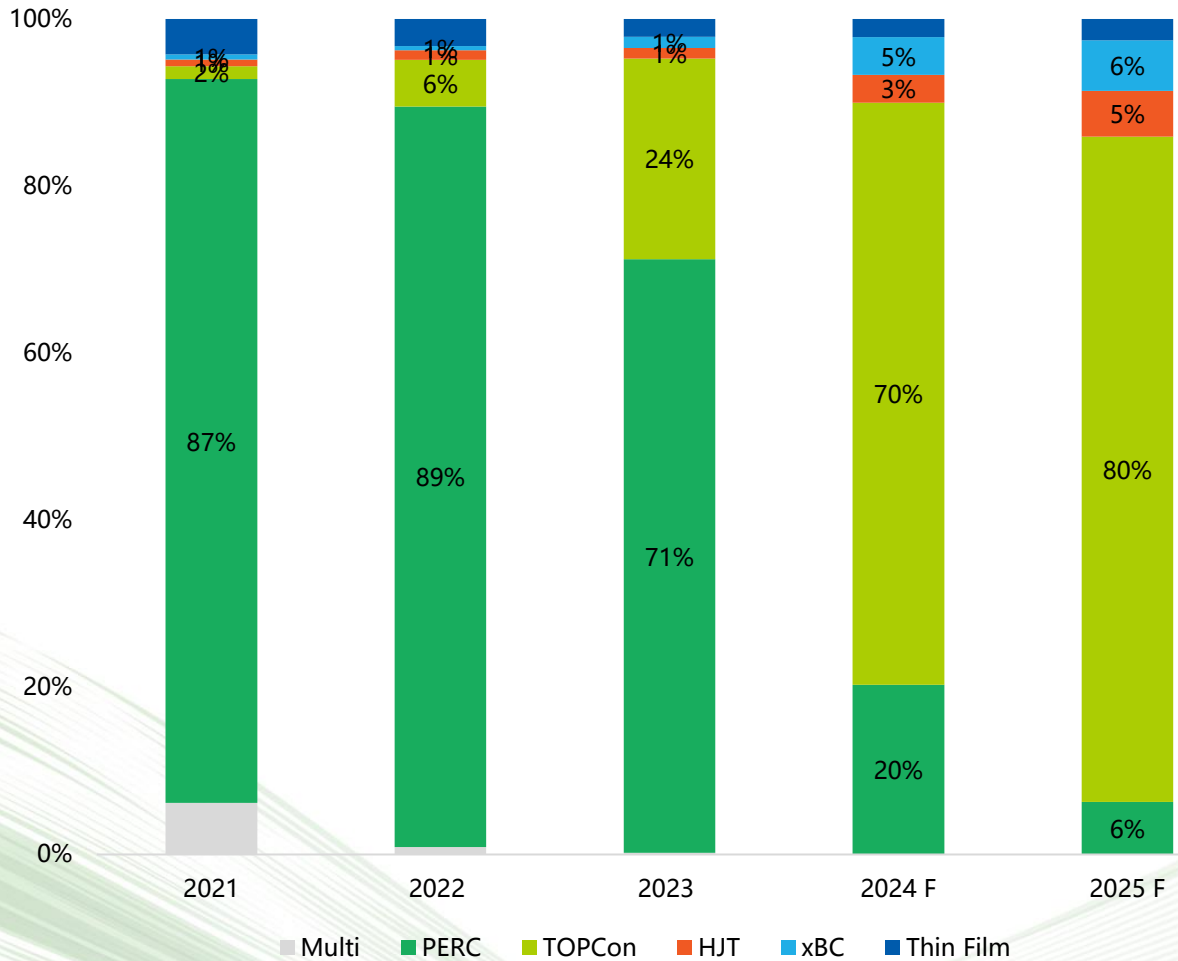
Source: PV Infolink, May.2024

Pronóstico tecnología de celda

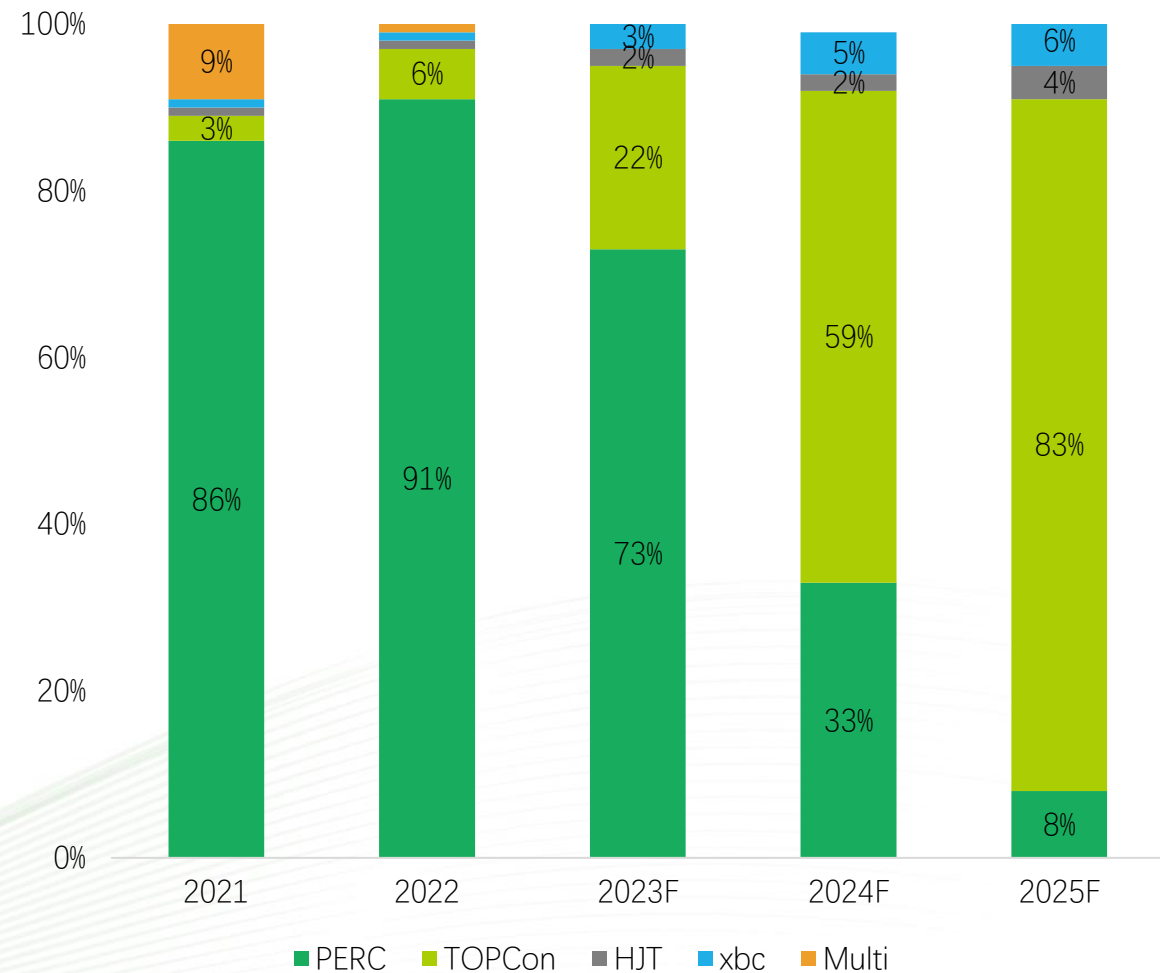


ASTRONERGY

Cuota del mercado de diferentes celdas solares de silicio cristalino



Source: PV Infolink, May.2024



Source BloombergNEF Q4,2023

Desarrollo de productos



ASTRONERGY



ASTRO N8
700 W+

- TOPCon 4.0 Mass Production Efficiency 26.9%
- 18BB Silicon Wafer
- Light Redirecting Film
- Non-destructive Cutting

ASTRO N7
615W+

- TOPCon 4.0 Mass Production Efficiency 26.0%
- 16BB Rectangular Silicon Wafer
- Light Redirecting Film
- Non-destructive Cutting

ASTRO N5

- 26.0% TOPCon 4.0 Cell
- Multi-busbar
- Optimized Frame

ASTRO 6

- G12 210
- 23.2%+ PERC
- Multi-busbar
- Non-destructive Cutting
- High-density

ASTRO 5

- M10 182
- 23%+ PERC+
- Multi-busbar
- Non-destructive Cutting

ASTRO 4

- M6 166
- 22.5%+ PERC+
- Multi-busbar

ASTRO 3

- G1 158.75
- PERC
- SE
- Half Cut

ASTRO 2

- 5BB
- Mono PERC

ASTRO 1

- 4BB
- Poli PERC
- Black Silicon

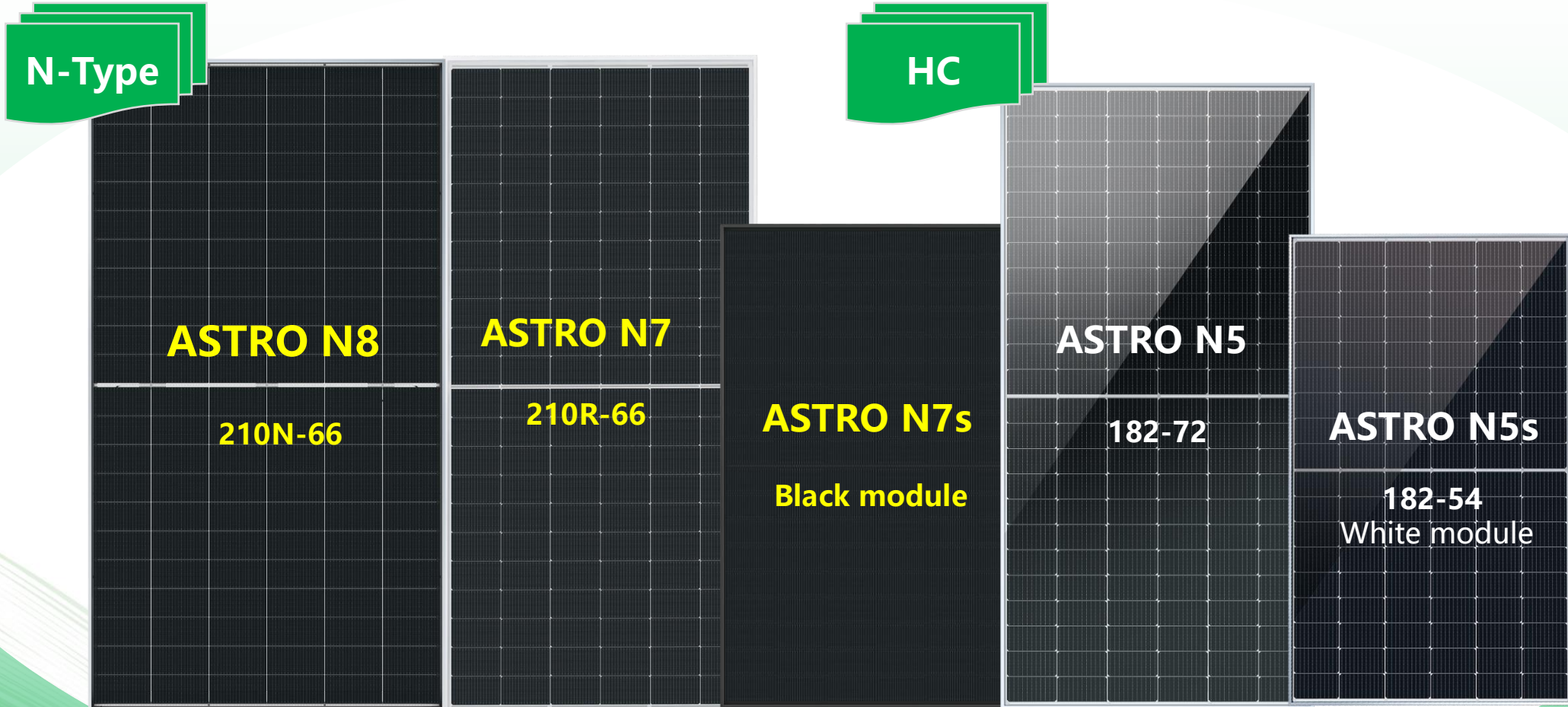
ASTRO N8

ASTRO N8 Energizes A Green World

Productos promocionados



ASTROENERGY

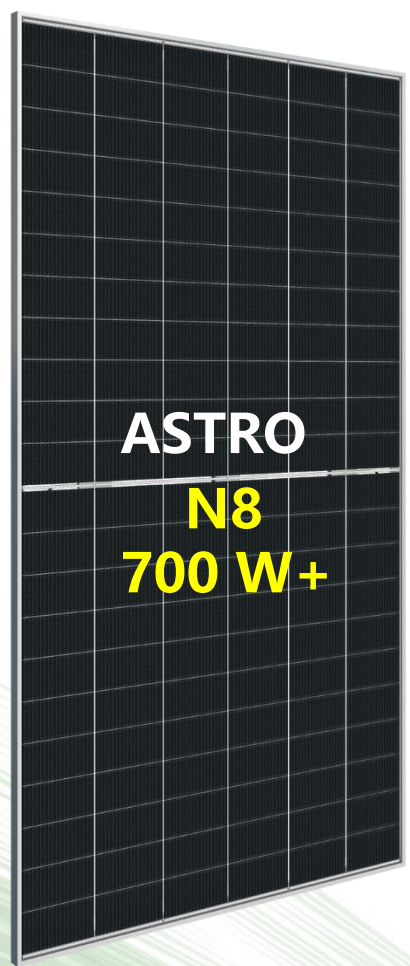


Aplicación utility-scale, proyectos C&I y residenciales



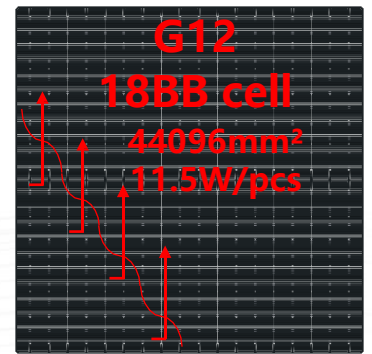
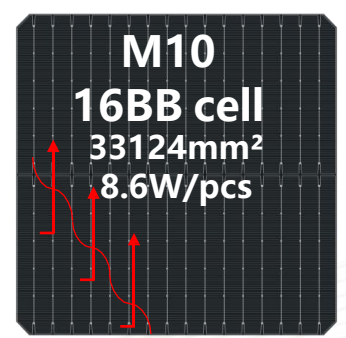
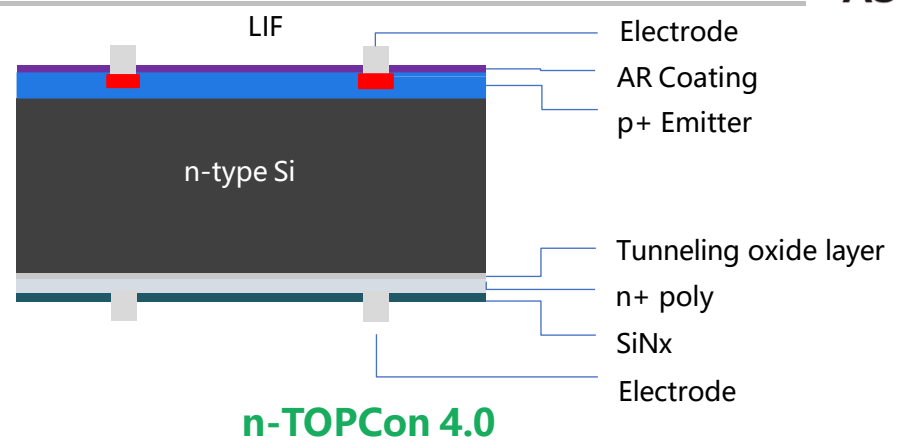
ASTRONERGY

Features & Advantages—ASTRO N8

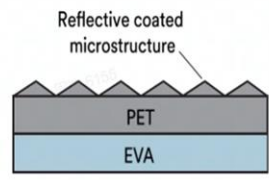


2384mm*1303mm*33mm

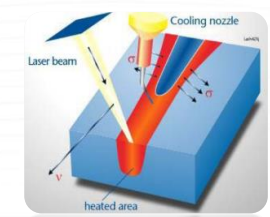
- 01 **High Max Power**
Up to 720W
- 02 **High Eff.**
23.2% + / TOPCon 4.0
- 03 **High Reliability**
SMBB/ double glass
- 04 **High kWh/w**
Low temperature coefficient
Light redirecting film
- 05 **LOW BOS&LCOE**
Reduced System Cost



TOPCon cell eff. : 26.0%



Light redirecting film



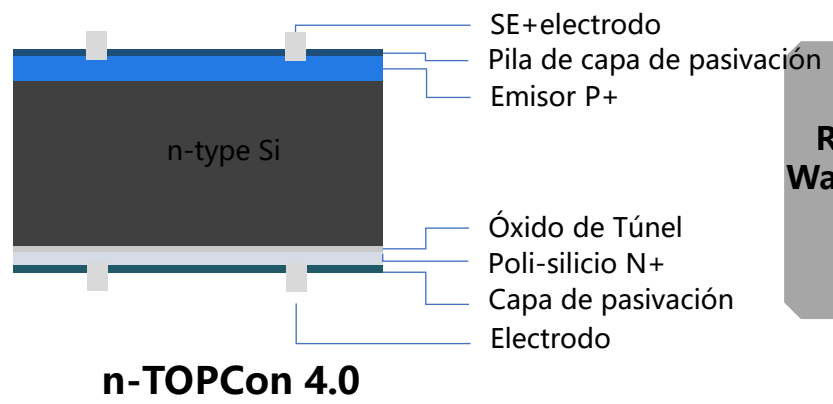
Non-destructive Cutting



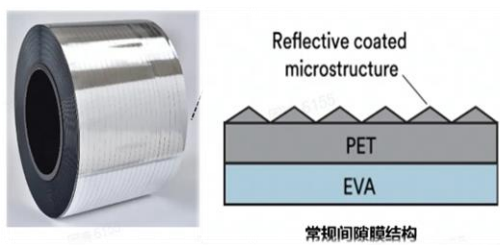
Características & Ventajas—ASTRO N7



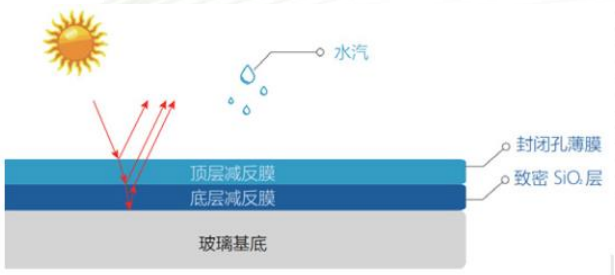
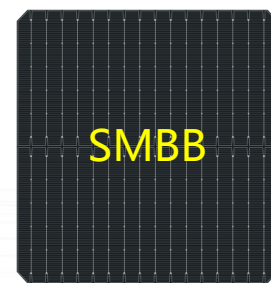
- 01 **Alta Potencia Máxima**
Hasta 615W+
- 02 **Alta Eficiencia 22.8% +**
TOPCon4.0+ Película de redireccionamiento de luz
- 03 **Alta Confiabilidad**
SMBB vidrio tresero transparente
- 04 **Alta kWh/w**
Coeficiente de baja temperatura Película de redireccionamiento de luz
- 05 **BAJO BOS&LCOE**
Costo reducido del sistema



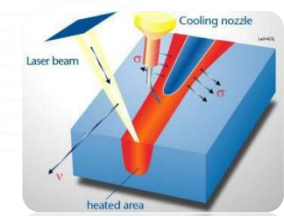
Rectangular Wafer de Silicio 210R



Película de redireccionamiento de luz



Vidrio de alta transmitancia



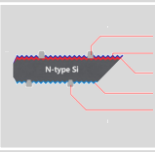
Corte no destructivo

Características & Ventajas—ASTRO N7s



ASTROENERGY

CHSM54RN_s(DG)(BLH)/F-BH
CHSM54RN_s(DGT)/F-BH



26.0%+
TOPCon 4.0



ZBB
Zero busbar



Rectangular Wafer
182*191.6mm



Tecnología de encapsulación de alta densidad



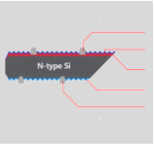
- 01 **Alta Potencia**
Hasta 460W
- 02 **Alta Eficiencia**
23.0% +
- 03 **Fácil instalación**
≤2m² , 21.6kg
- 04 **Alta Confiabilidad**
Baja Atenuación
- 05 **Aspecto Limpio y Uniforme**

Características & Ventajas—ASTRO N7s



ASTROENERGY

CHSM60RN_s(DGT)(BLH)/F-BH



26.0%+
TOPCon 4.0



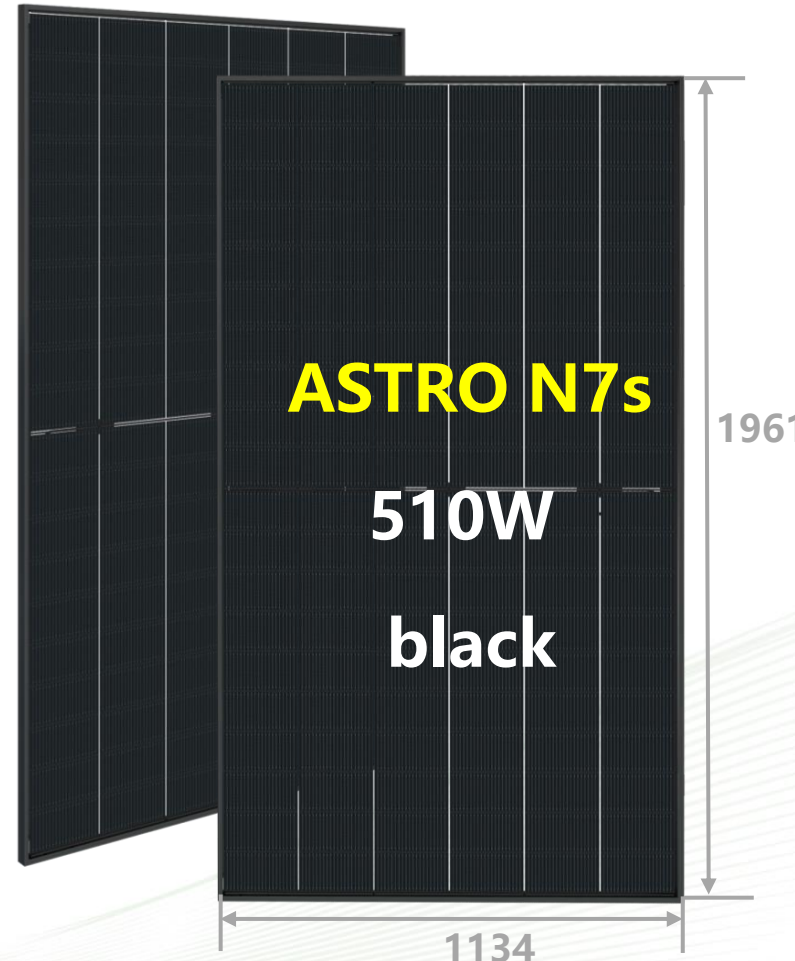
ZBB
Zero busbar



Rectangular Wafer
182*191.6



Tecnología de encapsulación de alta densidad



01 **Alta Potencia**
Hasta 510W

02 **Alta Eficiencia**
22.9%+

03 **Alta Confiabilidad**
Baja Atenuación


04 **Larga Garantía**
25 años de garantía del producto
30 años de garantía de energía

05 **Aspecto Limpio y Uniforme**

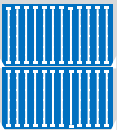
Features & Advantages—ASTRO N5



ASTROENERGY



26.0%+
TOPCon Cell



Multi-busbar
+Half-cell



Tecnología de encapsulación de alta densidad



Corte no destructivo



- 01** **Alta Potencia.Max.**
Hasta 595W+
- 02** **Alta Efic. de Módulo**
23.03%+
- 03** **Alto Rendimiento Energ.**
80% Bifacilidad
- 04** **Alta Qualidade**
Baja atenuación
- 05** **Más Estético**



ASTROENERGY

ASTRO N8&N7 — Wafer de silicio

S=33445mm²

8.70W/pcs

baseline



S=34906mm²

9.08W/pcs

The area is increased by more than **4.4%**

S=38185mm²

9.93W/pcs

than **14.2%**

S=44096mm²

11.46W/pcs

The area is increased by more than **31.8%**

n-182

ASTRO N5

TOPCon

182mm×183.5mm

TOPCon cell eff. : 26.0%



n-182*191.6

ASTRO N7s

TOPCon 4.0

182mm×191.6mm

n-210R

ASTRO N7

TOPCon 4.0

182mm×210mm

TOPCon cell eff. : 26.0%



n-210N

ASTRO N8

TOPCon 4.0

210mm×210mm

- ASTRO N5 utiliza wafers de silicio n-G10, con una vida útil más larga de los portadores minoritarios y una mayor potencia a 8,60 W+/pieza por celda
- Los ASTRO N7 y N7 utilizan wafers de silicio rectangulares, que aumentan el área de los wafers de silicio en más de un 4,4 % ~ 14,2 % en comparación con el silicio M10 182
- ASTRO N8 con celda de alta eficiencia TOPCon 4.0 de tipo n desarrollada de forma independiente, que aumenta el área de obleas de silicio en más del 31,8% en comparación con el silicio G10 183.X y aumenta la potencia a 11,46 W / piezas, **mejorando la potencia y la eficiencia del módulo y reduciendo el costo por W.**



01 La Compañía

02 Tendecia global e Iteración de Producto

03 **Tecnología 4.0 y complementos**

04 Ventajas competitivas

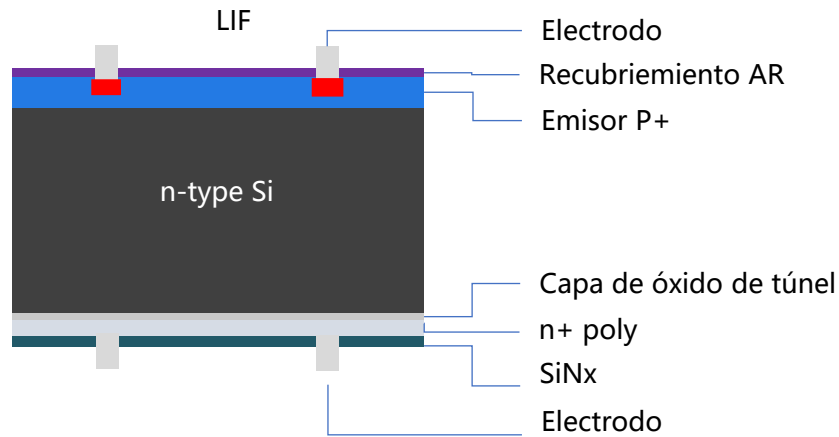
05 Pronósticos de potencia y eficiencia

Tecnología Central ASTRO N— TOPCon4.0 celda



ASTROENERGY

n-TOPCon 4.0



- **LIF (disparo inducido por láser):** durante el proceso LIF, el voltaje de polarización más la fuerte inyección de luz producen una alta densidad de corriente y una alta temperatura localizada, lo que permite que la plata y el silicio se difundan entre sí para formar un contacto óhmico. LIF reduce el daño a la capa de pasivación al tiempo que mejora la conductividad, aumentando así el voltaje del circuito abierto y reduciendo la resistencia de contacto, mejorando la eficiencia de la celda entre un 0,3% y un 0,5%.

- **La celda TOPCon 4.0, con pasta de baja corrosión líder en la industria más tecnología LIF y tecnología Poly-Si/POML multicapa, está completamente actualizada en la celda TOPCon 3.0, lo que resulta en un aumento del 0,3 al 0,5 % en la eficiencia de la celda, con una eficiencia máxima del 26,9%.**

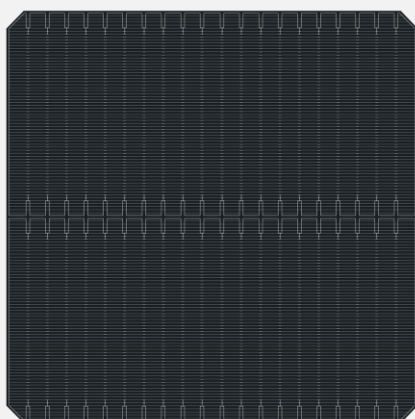
Tecnología Central ASTRO N7s - ZBB-TF



ASTROENERGY



Diseño de metalización tradicional con multi busbar



Zero busbar diseño

Tecnología ZBB-TF (Película de Moisaco):

- ✓ Uso de conectores de celdas delgadas soldados para reemplazar las barras colectoras de las celdas.
- ✓ Interconexión ZBB: 1) preprocesamiento con soldadura a baja temperatura para fijar la tira de interconexión en las células fotovoltaicas mediante película de mosaico; 2) formar contacto óhmico durante la laminación (soldadura); 3) Reducir las grietas ocultas.

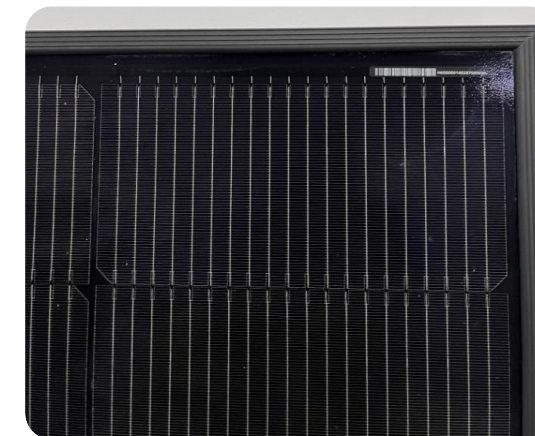
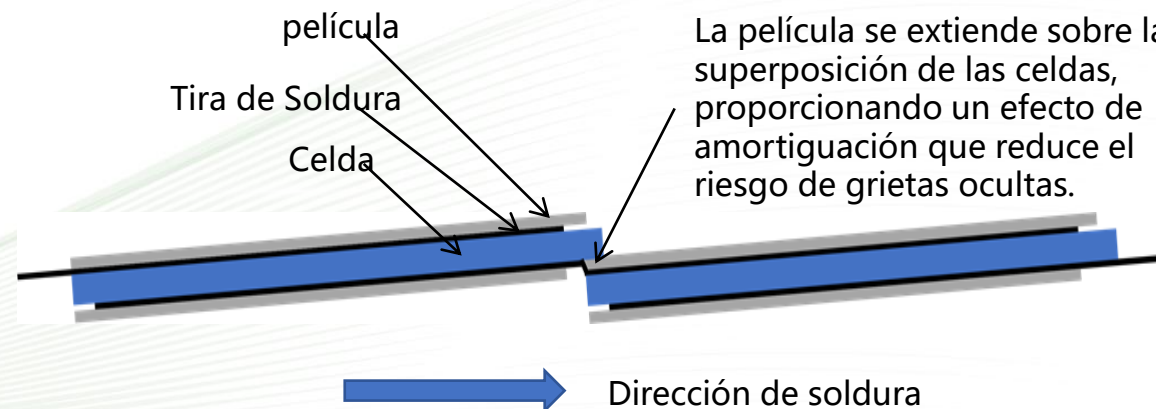


Diagrama parcial del módulo ZBB.

Diagrama de interconexión celular

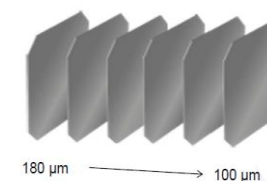


Eficiencia Más Alta

20 conectores de celda delgada frente a 11 barras colectoras tradicionales → menor pérdida de resistividad, mayor factor de llenado, mayor eficiencia de la celda

Wafer Más Delgada

Evite daños por alta temperatura a las células fotovoltaicas durante la soldadura, lo que permite obtener *wafers* más delgadas de hasta 100 μm .



Ventajas

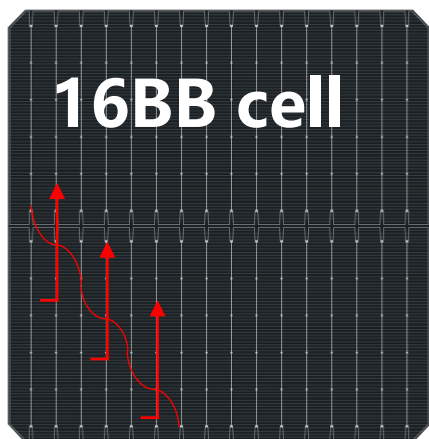
Confiabilidad Más Alta

- Preproceso de soldadura a baja temperatura + laminación como segunda soldadura, lo que reduce la tensión en las células solares
- Un contacto metálico más uniforme reduce el riesgo de microfisuras

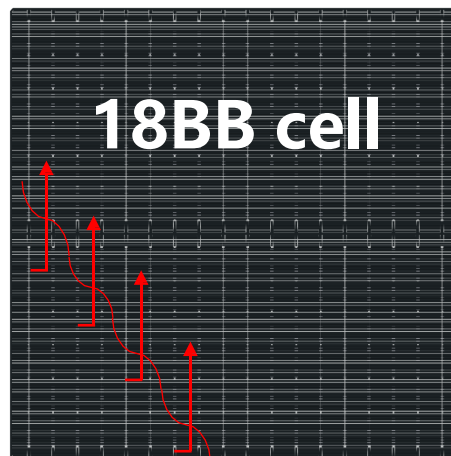
Aspecto Limpio y Uniforme

Diseño sin *burbars*, más estético, mejor adaptación a superficies arquitectónicas

Aproveche al máximo la fortaleza de la tecnología SMBB



N7



N8



Aumento de la fiabilidad

- Mejor tolerancia a grietas ocultas y rejillas rotas
- Distribución de tensiones más uniforme debido al mayor número de uniones soldadas en la línea de rejilla principal



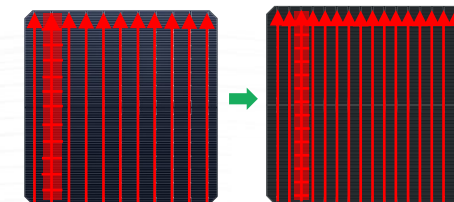
Reducción de costos

Más líneas de cuadrícula y más delgadas reducen la pérdida de pasta de plata



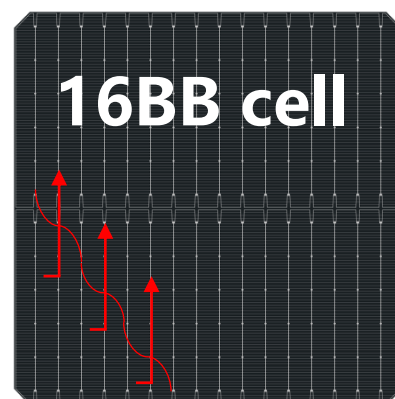
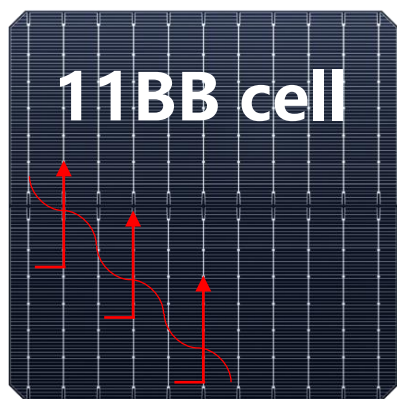
Ganancia eléctrica

Acorte la ruta de transmisión de corriente, reduzca la resistencia en serie, reduzca la pérdida de energía de la celda y mejore la eficiencia del módulo



Tecnología Central ASTRO N7&N5— SMBB

Aproveche al máximo la fortaleza de la tecnología SMBB



Reducción de Costo

Más líneas de rejilla y más delgadas reducen la pérdida de pasta de plata

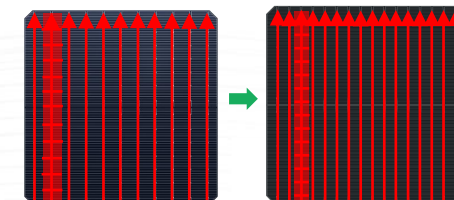


Ganancia de Confiabledad

- Mejor tolerancia a grietas ocultas y rejillas rotas
- Distribución de tensiones más uniforme debido al mayor número de uniones soldadas en la línea de la rejilla principal



Ganancia eléctrica

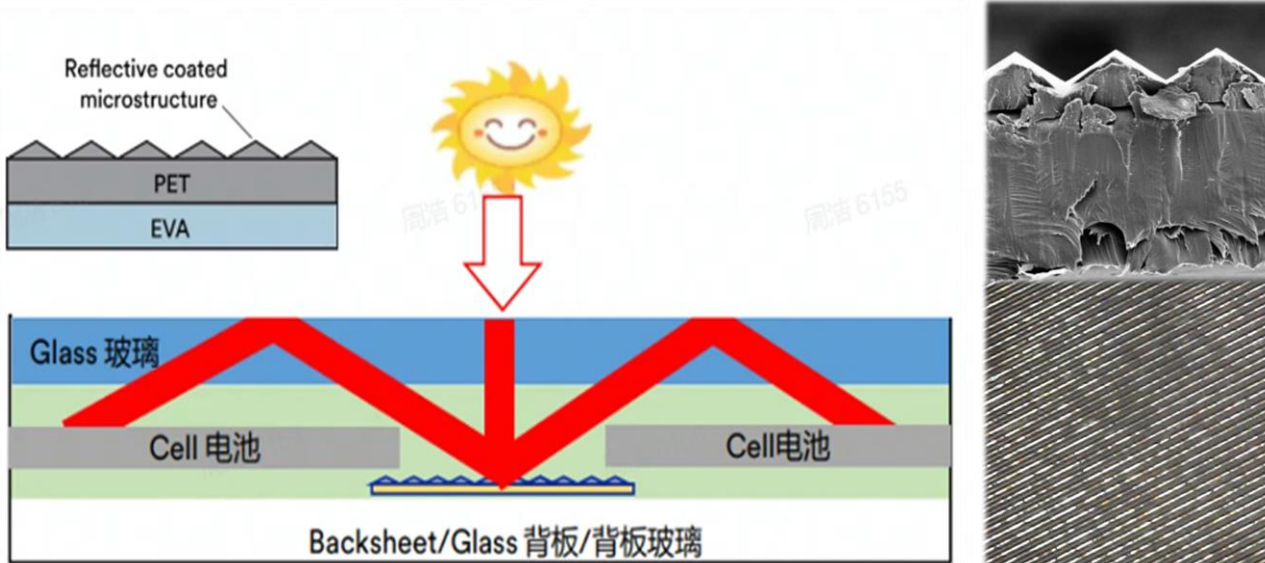


Acorta la ruta de transmisión de corriente, reduzca la resistencia en serie, reduzca la pérdida de energía de la celda y mejore la eficiencia del módulo

Tecnología Central ASTRO N7&N5—Película de redireccionamiento de luz



ASTROENERGY



● Estructura de película de redireccionamiento de luz:

- ✓ **Revestimiento reflectante:** revestimiento de aleación con alta reflectividad y buena resistencia a la intemperie y adherencia.
- ✓ **Capa de soporte:** estructura de PET, material de baja contracción
- ✓ **Capa de unión:** película EVA

Diagrama de ubicación de la película de redireccionamiento de luz (área roja del espacio entre celdas)



Alta Potencia

La parte frontal de la película de redireccionamiento de luz es una capa reflectante de estructura ondulada, que puede aprovechar al máximo la luz solar entre las celdas y reflejar la luz hacia la parte frontal del módulo, aumentando la potencia del módulo en 2W+(módulo de 72 celdas de 182 mm).



Alta Potencia de Generación

Los módulos con película de redireccionamiento de luz tienen un área de sombreado posterior más pequeña, lo que mejora la tasa bifacial y aumenta la generación de energía posterior.



Alta Confiabilidad

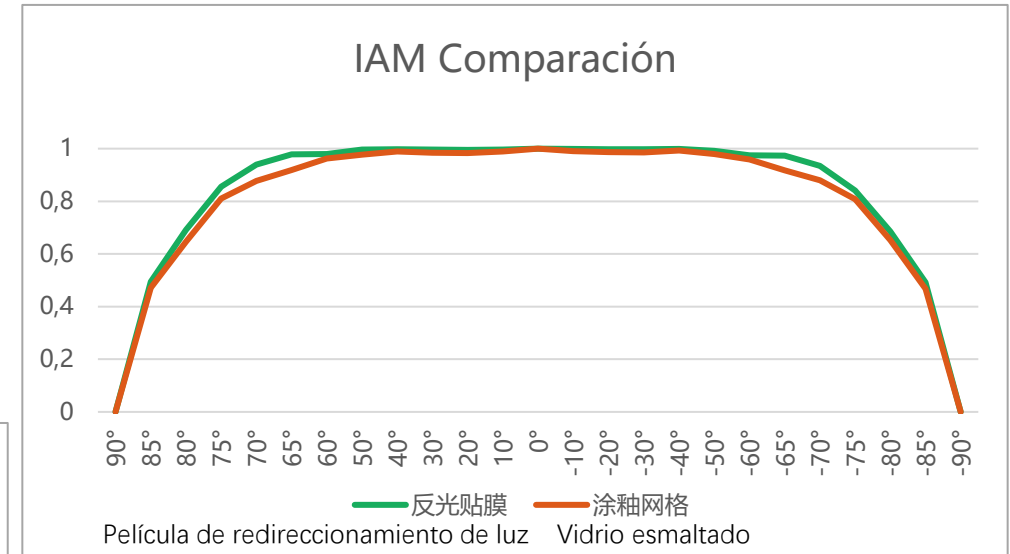
El vidrio no esmaltado tiene buena uniformidad de tensión, mayor resistencia, mejor rendimiento de carga mecánica y mejor resistencia al impacto.

Tecnología Central ASTRO N7&N5—Película de redireccionamiento de luz

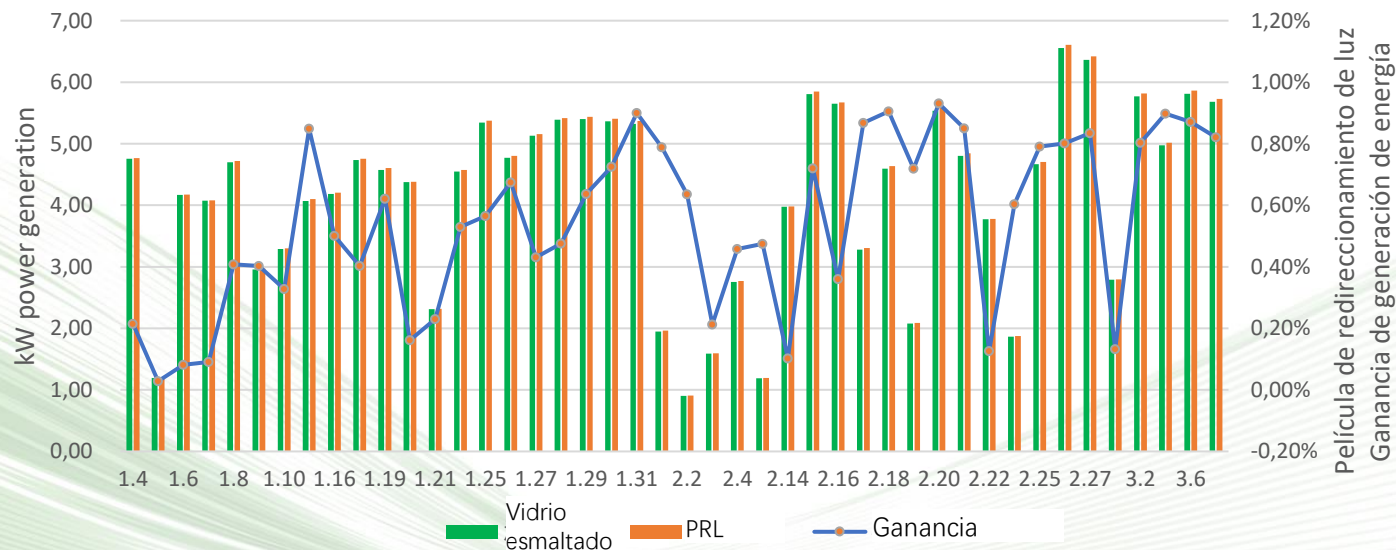


ASTROENERGY

- Los módulos de película que redirigen la luz superan a los módulos de vidrio esmaltado en todos los ángulos de IAM.



Ganancia de generación de energía

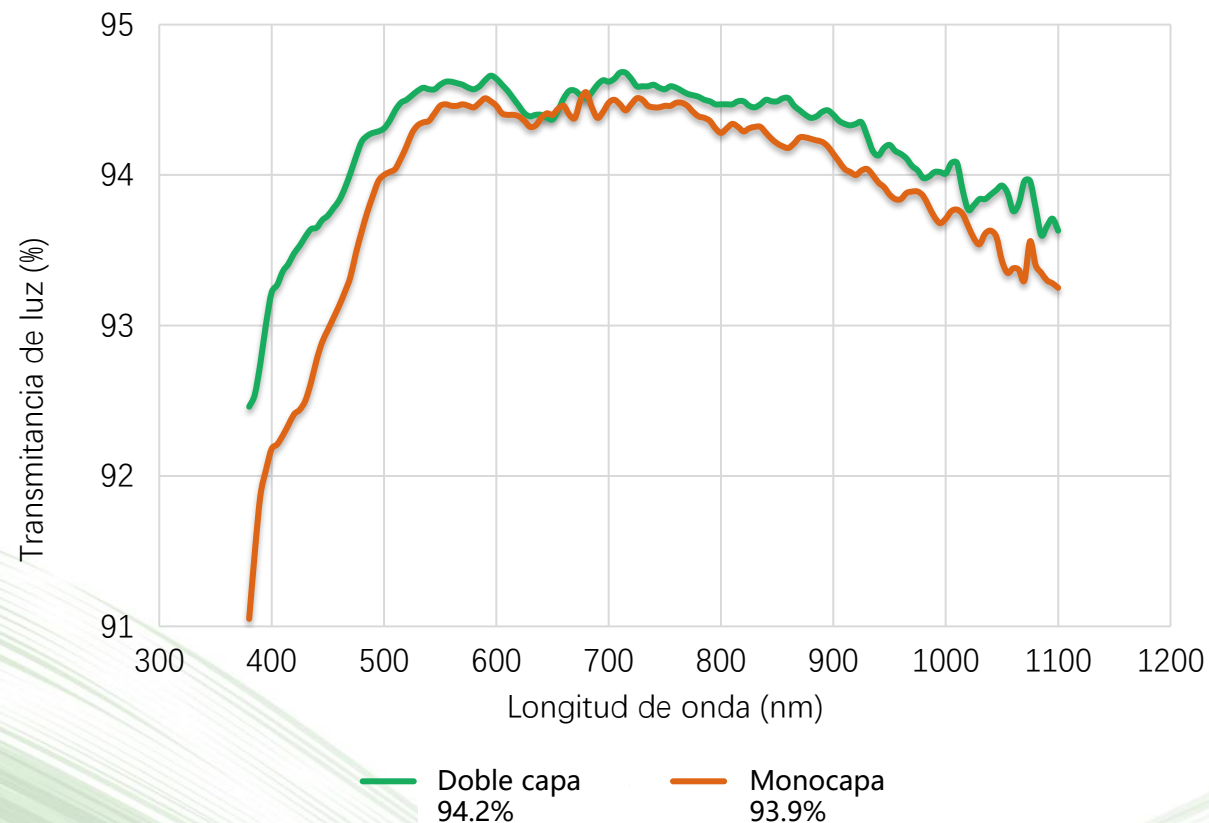


- En comparación con los módulos de vidrio esmaltado, los módulos de película que redirigen la luz pueden generar un 0,48 % más de potencia por vatio (IAM + ganancia bifacial)

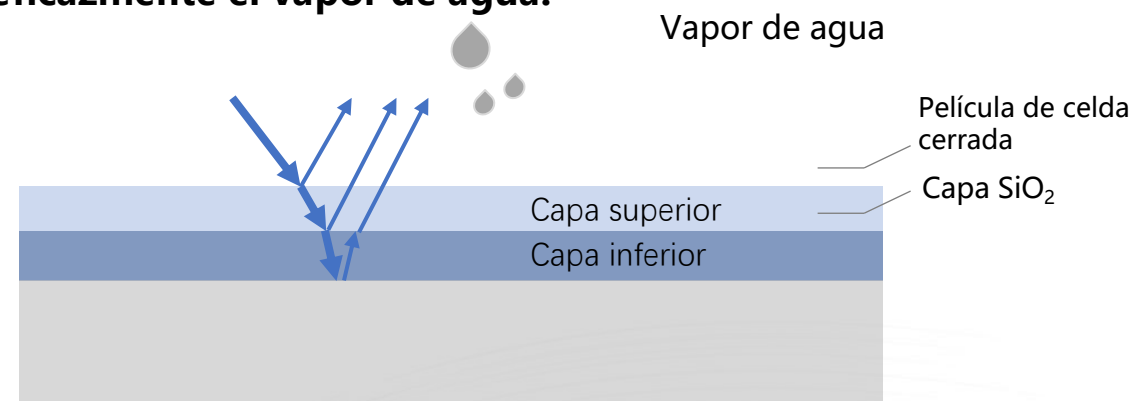


ASTRO N— Vidrio de alta transmitancia

Aumenta la transmitancia de luz en un 0,3%



- La película de la capa superior es una película de orificio cerrado que puede mejorar la transmisión de luz. La capa inferior es una capa densa de SiO₂ que puede aislar eficazmente el vapor de agua.



- Las capas superior e inferior tienen diferentes índices de refracción, consiguiendo un mejor efecto antirreflectante. Es aproximadamente un 0,3% más alto que el del vidrio de película de una sola capa;

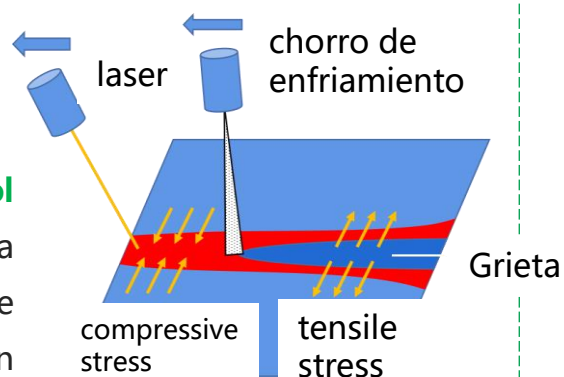
- La tecnología de vidrio recubierto de doble capa mejora la transmitancia del vidrio, aumenta la potencia del módulo y también mejora en gran medida la durabilidad ambiental del producto.



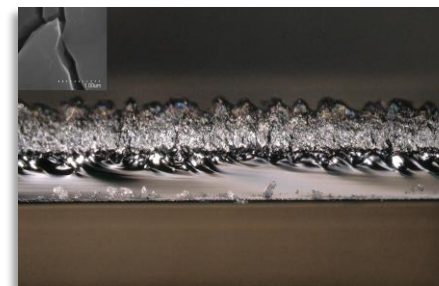
ASTRO N— Corte No Destructivo

Principio de corte no destructivo

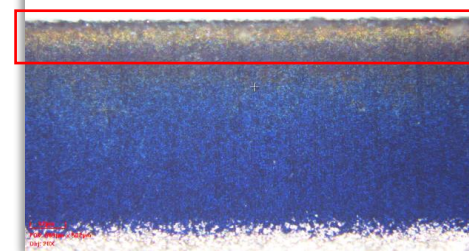
Basado en la **tecnología de fractura de control de estrés térmico por láser**, la batería se enfría mediante calentamiento por láser y luego se divide naturalmente por estrés térmico, logrando un corte sin daños.



Corte Normal



Superficie de corte rugosa con microfisuras.



Zona afectada por el calor:
80-150µm

Corte no Destructivo

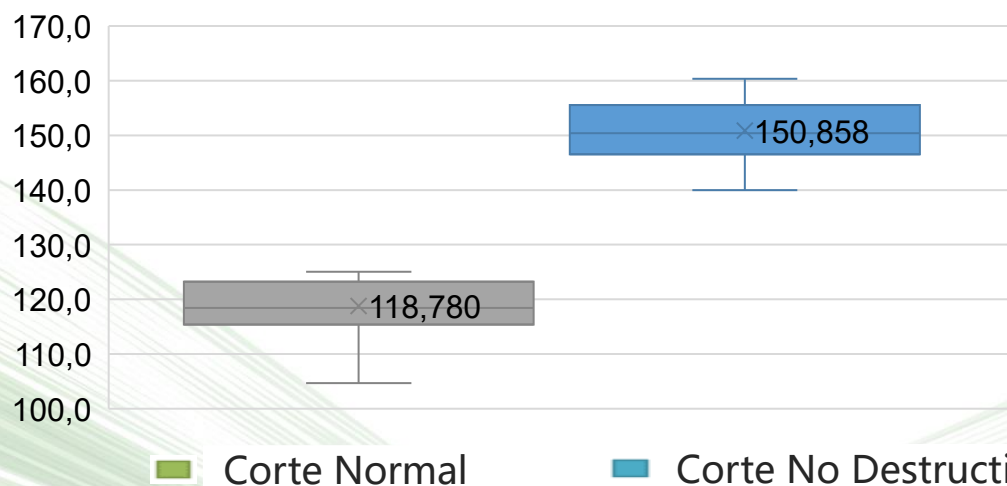


Superficie de corte lisa sin microfisuras



Ninguna zona afectada por el calor

Resistencia a la flexión de la celda de corte (Mpa)



Las superficies de corte son lisas y sin grietas, lo que **mejora la resistencia a la flexión de las células** y las propiedades mecánicas de los módulos.



- 01** La Compañía

- 02** Tendencia global-Iteración de Producto

- 03** Tecnología 4.0 y complementos

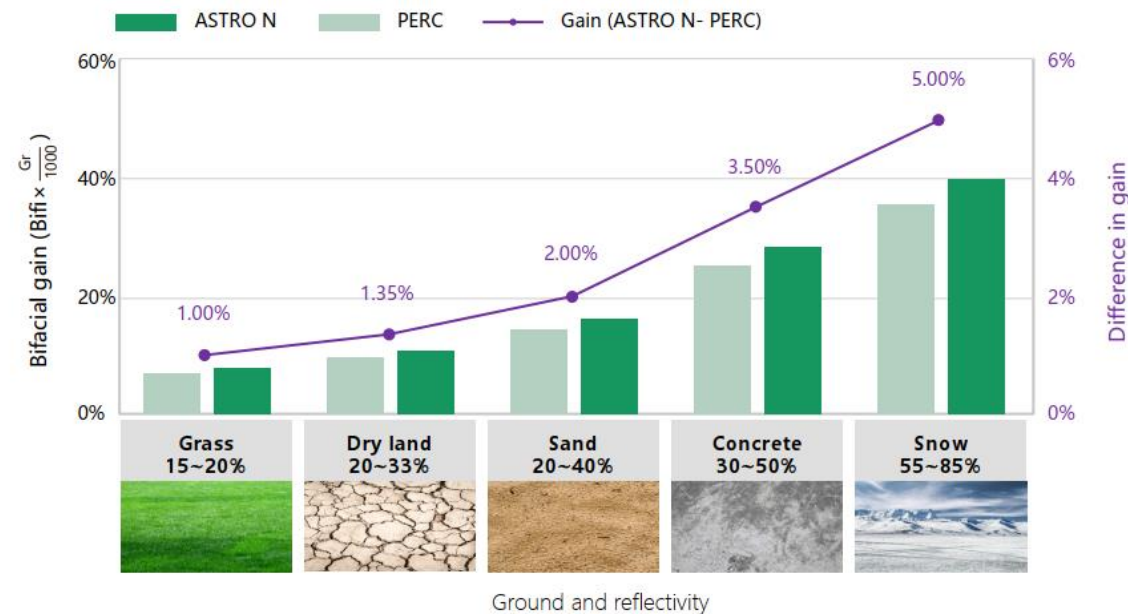
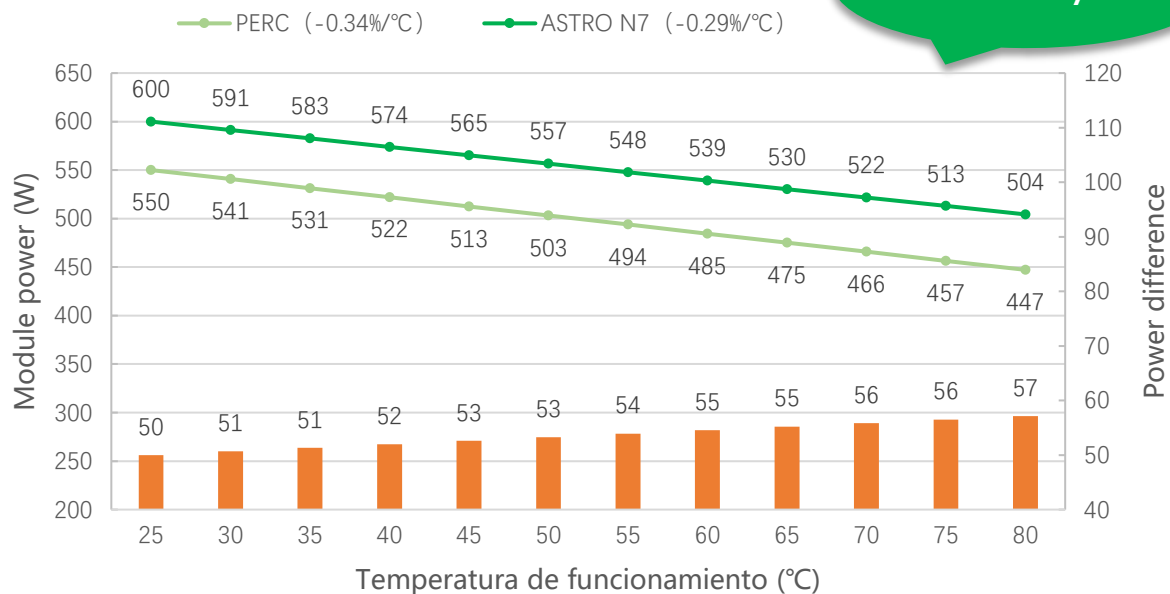
- 04** **Ventajas competitivas**

- 05** Pronósticos de potencia y eficiencia



Ventaja Central ASTRO N— Mejor Coef Temp & Bifacilidad

-0.29%/°C



La relación entre la potencia de salida de ASTRO N y el coeficiente de temperatura de ASTRO N es solo -0,29%/°C probado por DEKRA

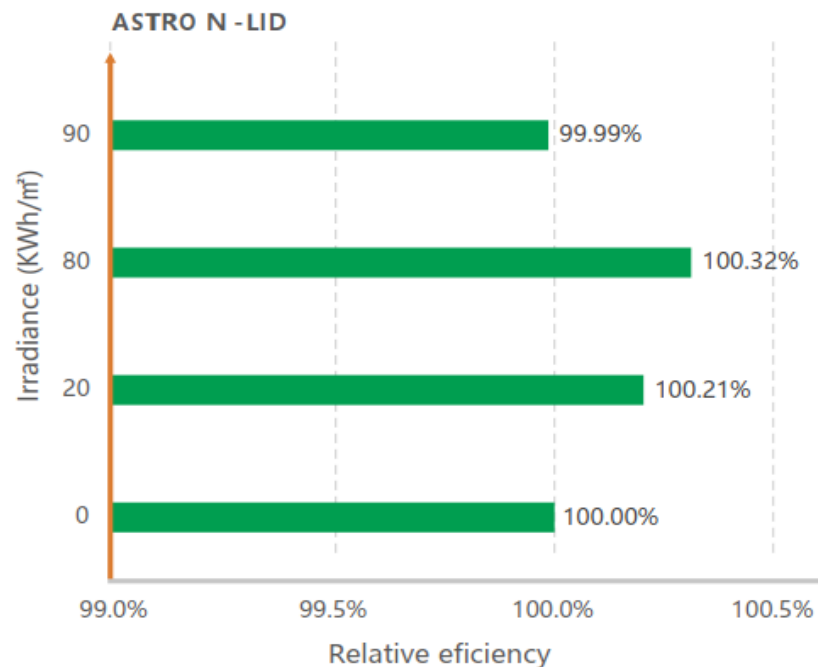
Comparación de la ganancia bifacial entre el módulo ASTRO N y PERC en diferentes terrenos

- Certificado por **DEKRA**, el coeficiente de temperatura Pmax de ASTRO N7 y N5 es de **solo -0,29%/°C**, mejor que el del módulo PERC tipo p de -0,35%/°C.

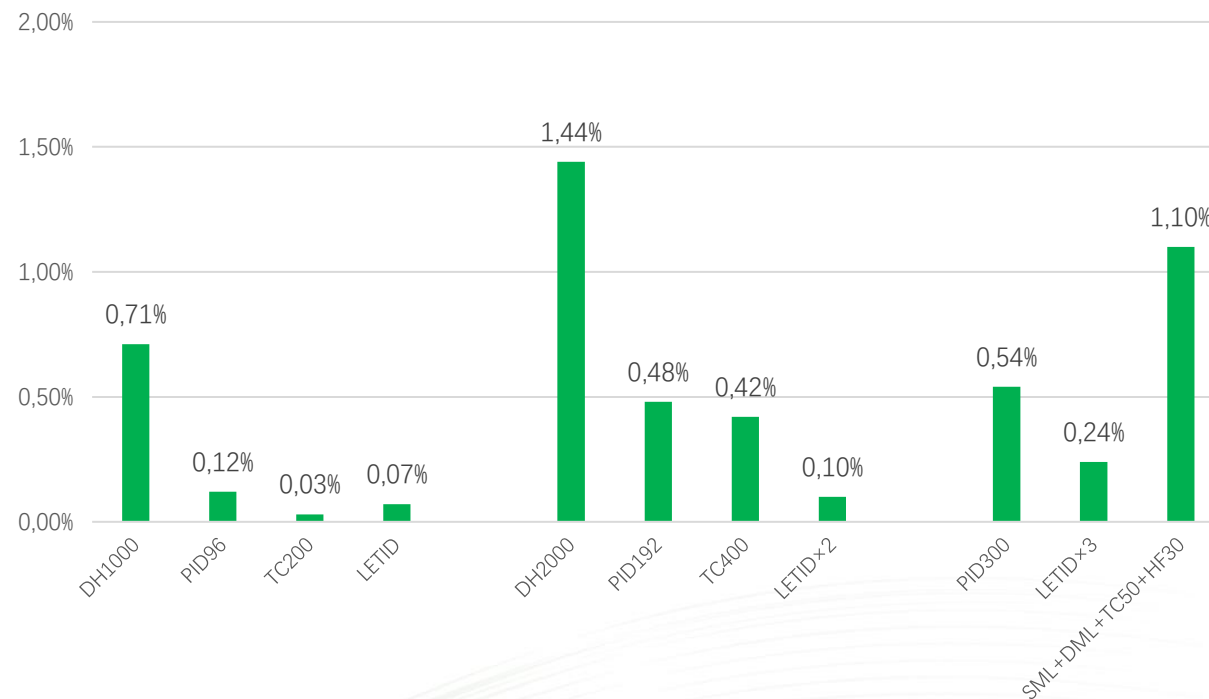
- **Alta Bifacilidad.** En comparación con PERC, la ganancia bifacial aumenta entre un 1 y un 5 % en diferentes campos de aplicación de reflectancia del suelo.



ASTRO N— Menor atenuación y alta confiabilidad



La LID de ASTRO N es solo del 0,01% después de una exposición a la luz de 90 kWh/m²

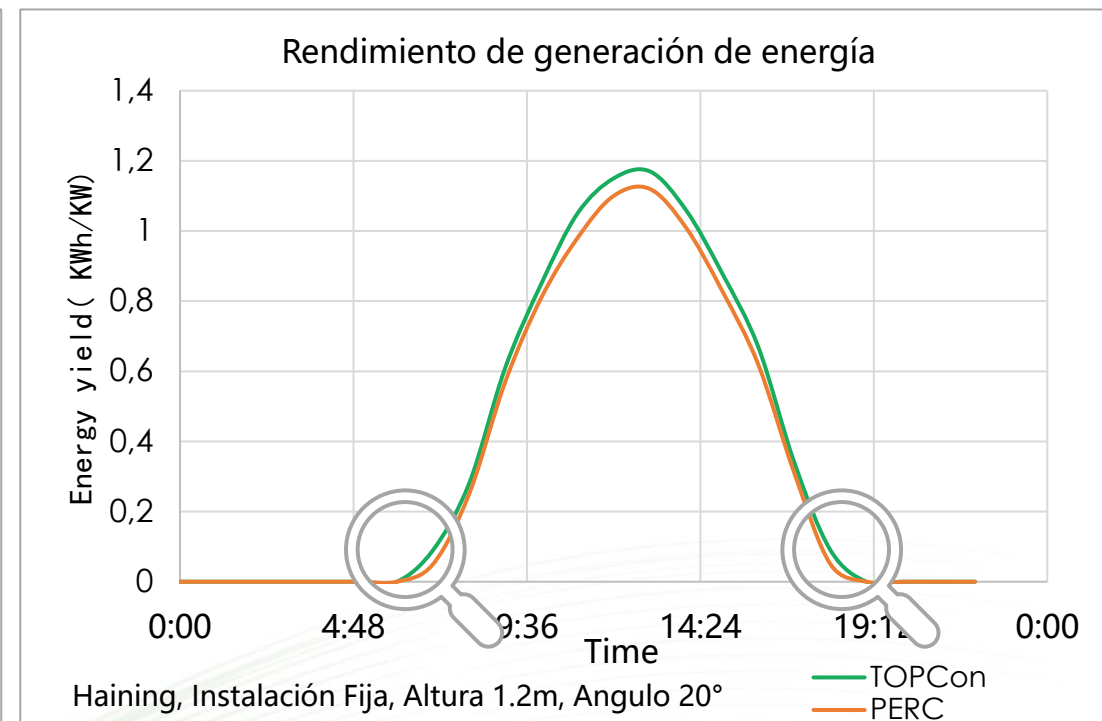
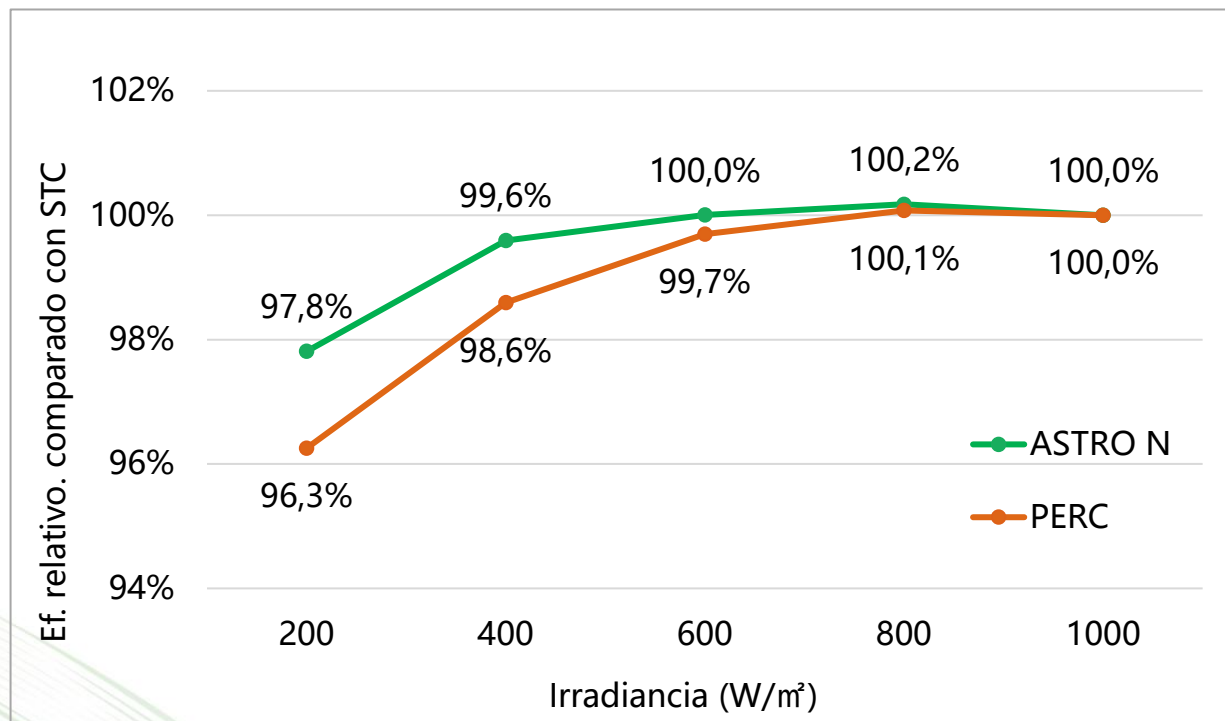


ASTRO N muestra un rendimiento excelente en varios estándares IEC y múltiples pruebas de envejecimiento

- Debido a las características intrínsecas de la oblea de silicio tipo N, la atenuación de potencia de ASTRON es solo del **0,03 % al 0,71 %** en las pruebas de envejecimiento estándar IEC.
- Se han pasado múltiples pruebas estrictas de **TC, PID y DH** para verificar completamente la **alta confiabilidad**.



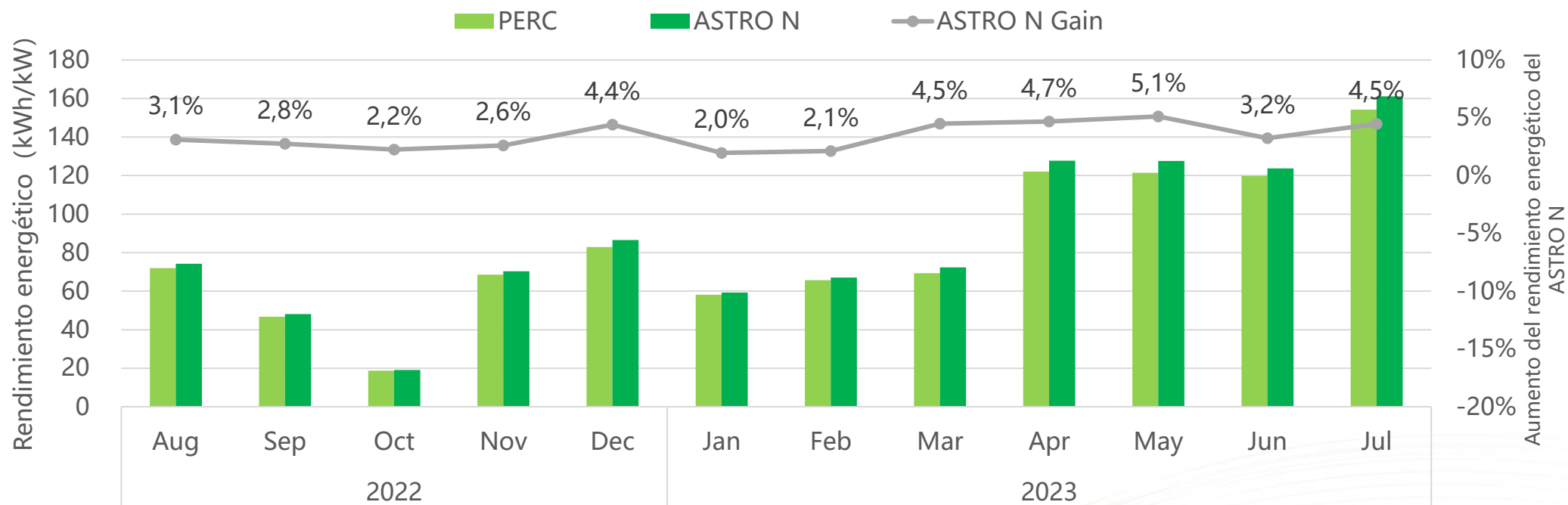
ASTRO N— Rendimiento con poca luz



- Después de ser probado por UL, el rendimiento de baja irradiación de ASTRO N es del **97,8 %** a 200 W/m², un 1 % más alto que el de PERC. Además, ASTRO N también muestra un **mejor rendimiento de generación** de energía en **condiciones de poca luz**.



ASTRO N— Mayor rendimiento energético por Watt



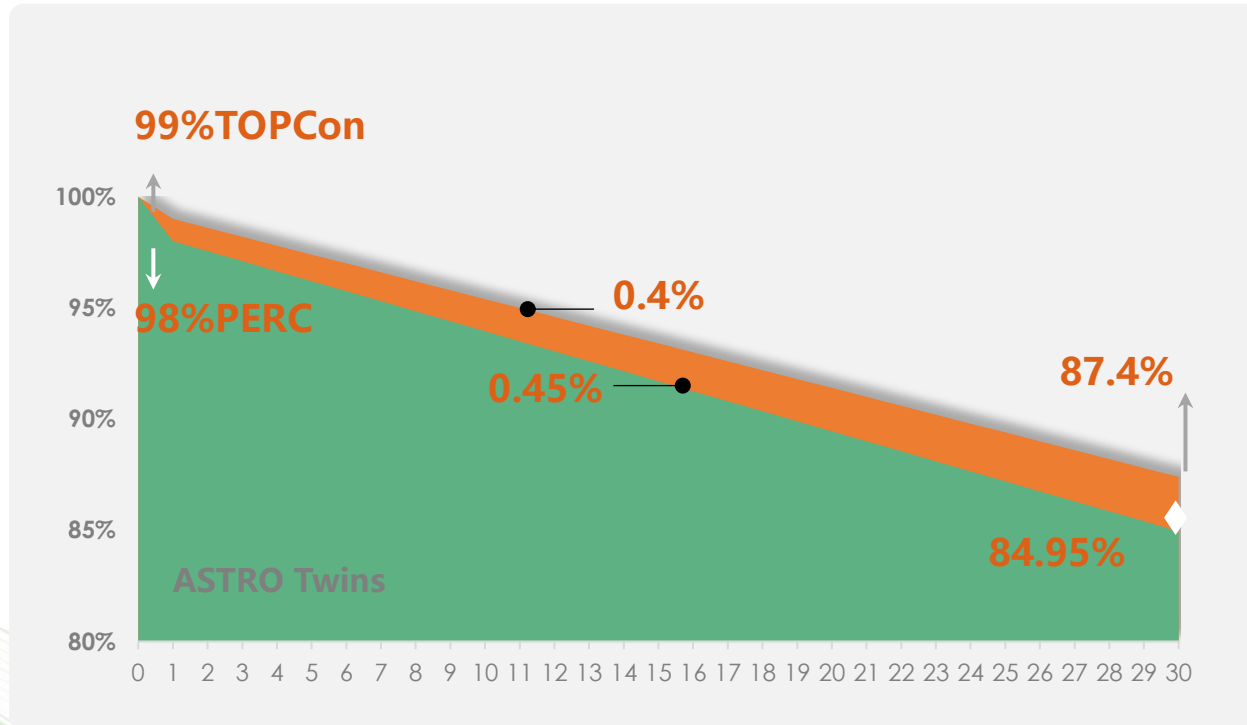
Comparación del rendimiento energético por vatio entre los módulos ASTRO N y PERC en la base de demostración al aire libre de Astronergy ubicada en Haining

- Combinado con las ventajas de una **mayor bifacialidad, un mejor coeficiente de temperatura, un mejor rendimiento con poca luz y un LID y LETID** más bajos que el módulo PERC, el rendimiento energético por vatio de ASTRO N es del **3,8%** que el de PERC.

ASTRO N— Garantía del Producto



ASTROENERGY



La excelente calidad del producto ASTRO N garantiza que después de 30 años de producción constante, la potencia no será inferior al **87,4%**.

$\leq 1\%$

1ra degradación

-0.4%

Degradación anual

- En comparación con los módulos PERC, ASTRO N presenta una degradación un **1% menor** durante el primer año y una **atenuación de energía superior al 2,5 %** durante toda la vida útil de la central eléctrica.



- 01 La Compañía

- 02 Tendecia global e Iteración de Producto

- 03 Tecnología 4.0 y complementos

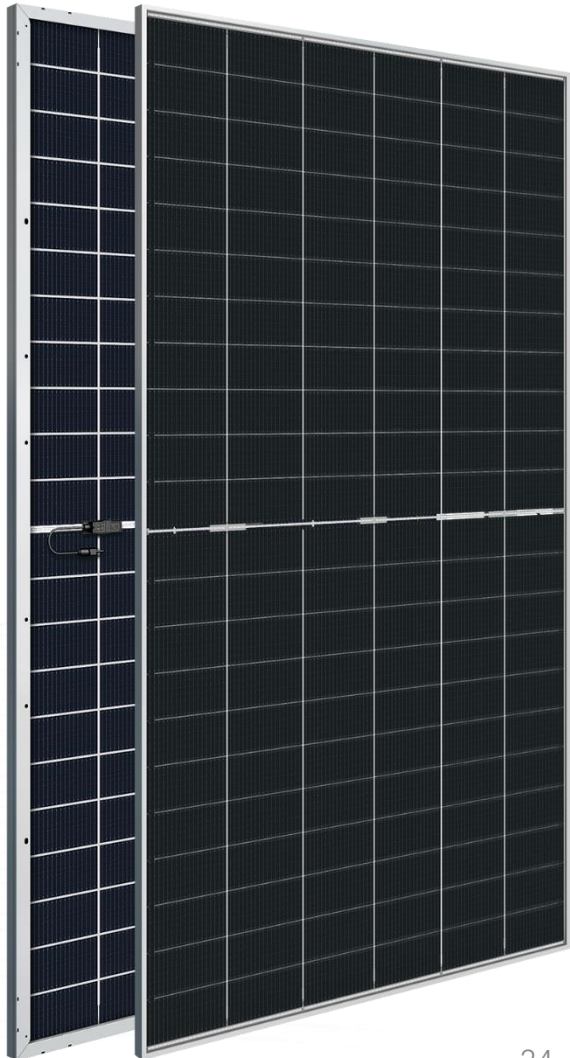
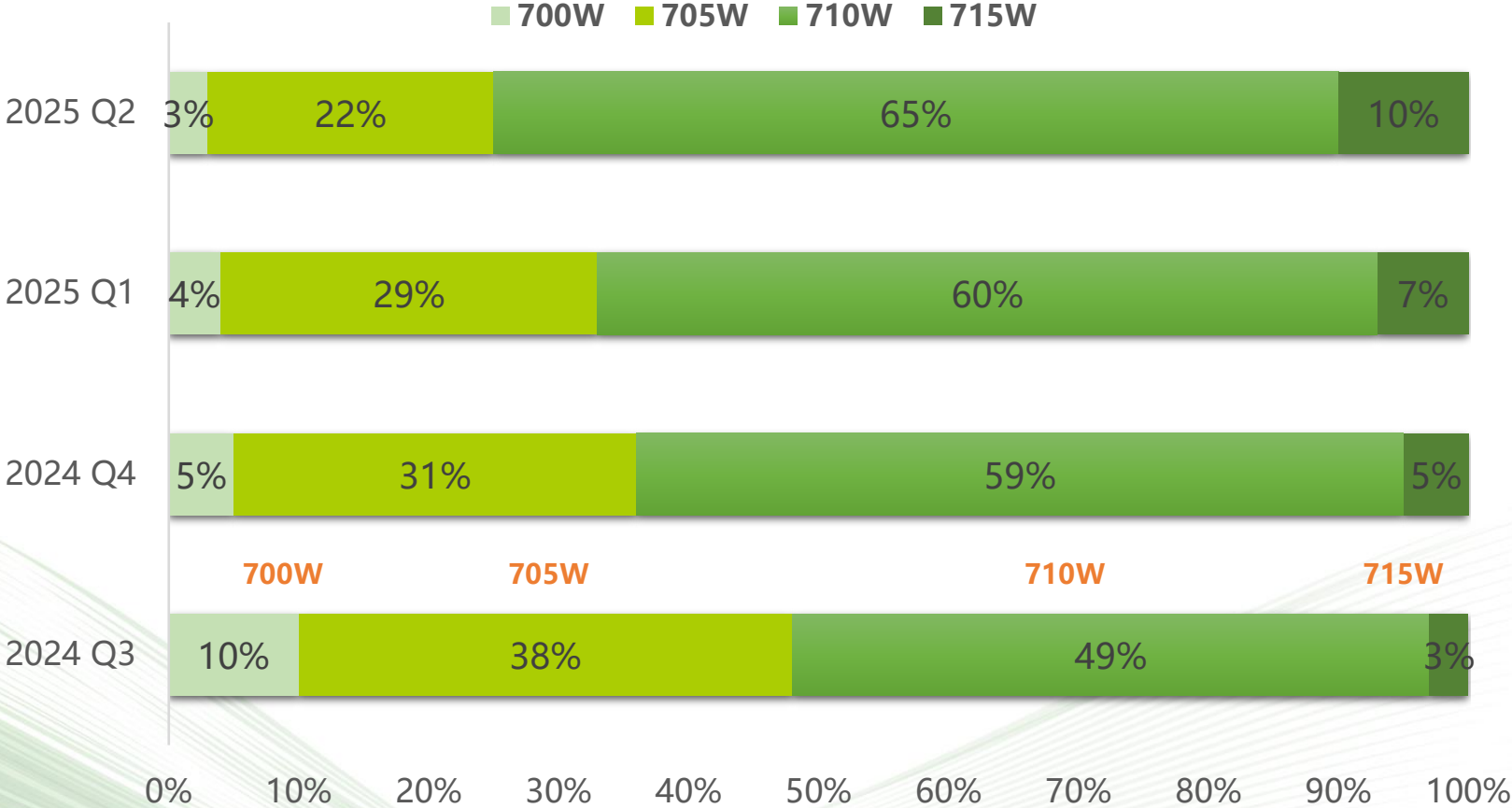
- 04 Ventajas competitivas

- 05 **Pronósticos de potencia y eficiencia**

Power Roadmap – ASTRO N8-66 (G12)



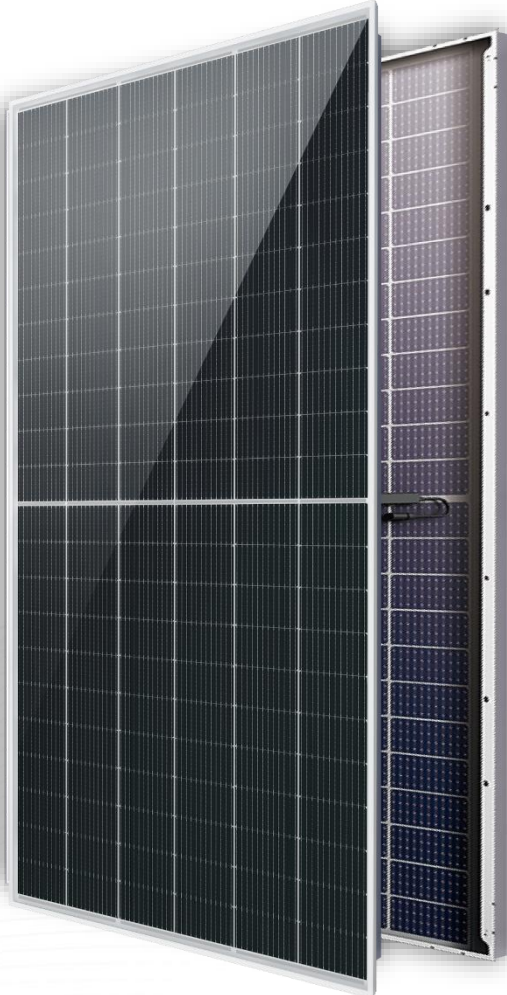
CHSM66N(DG)/F-BH



Power Roadmap – ASTRO N7-66 (G12R)



CHSM66RN(DG)/F-BH

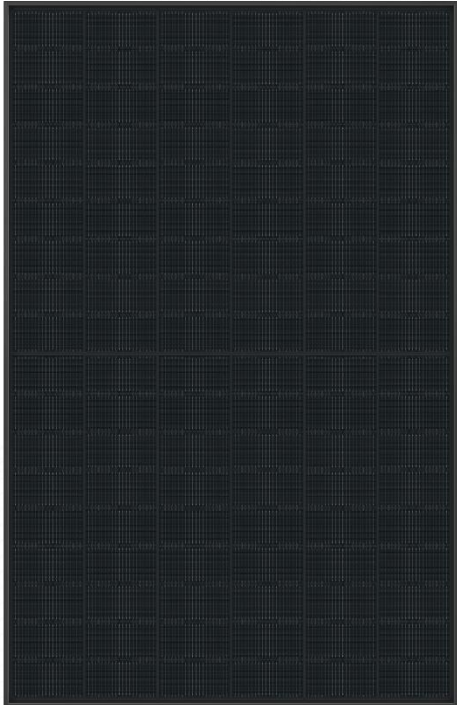
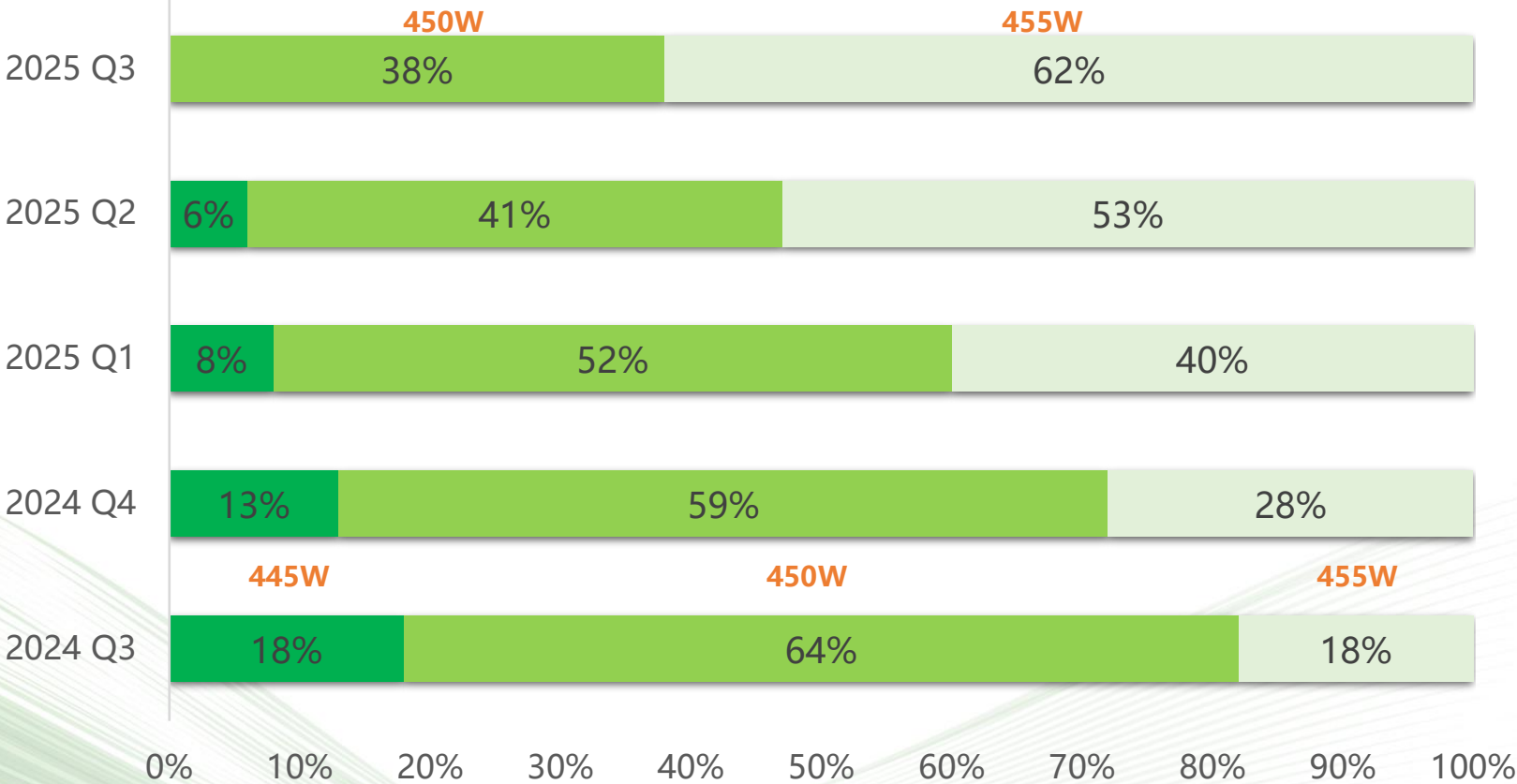


Power Roadmap – ASTRO N7s-54 (G11)



CHSM54RN_s(DG)(BLH)/F-BH

■ 445W ■ 450W ■ 455W ■ 460W

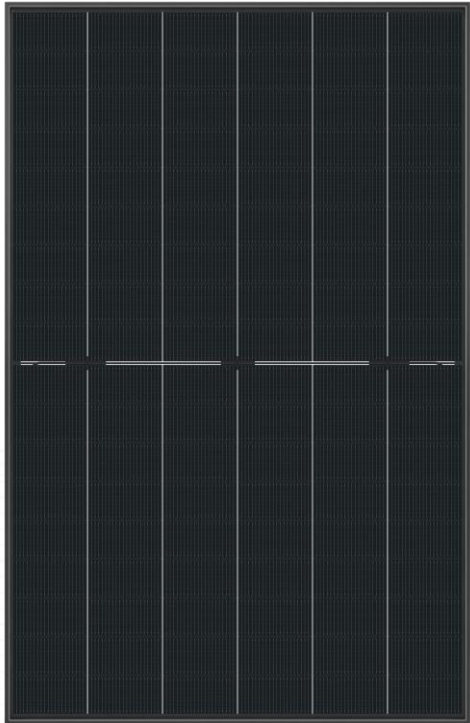
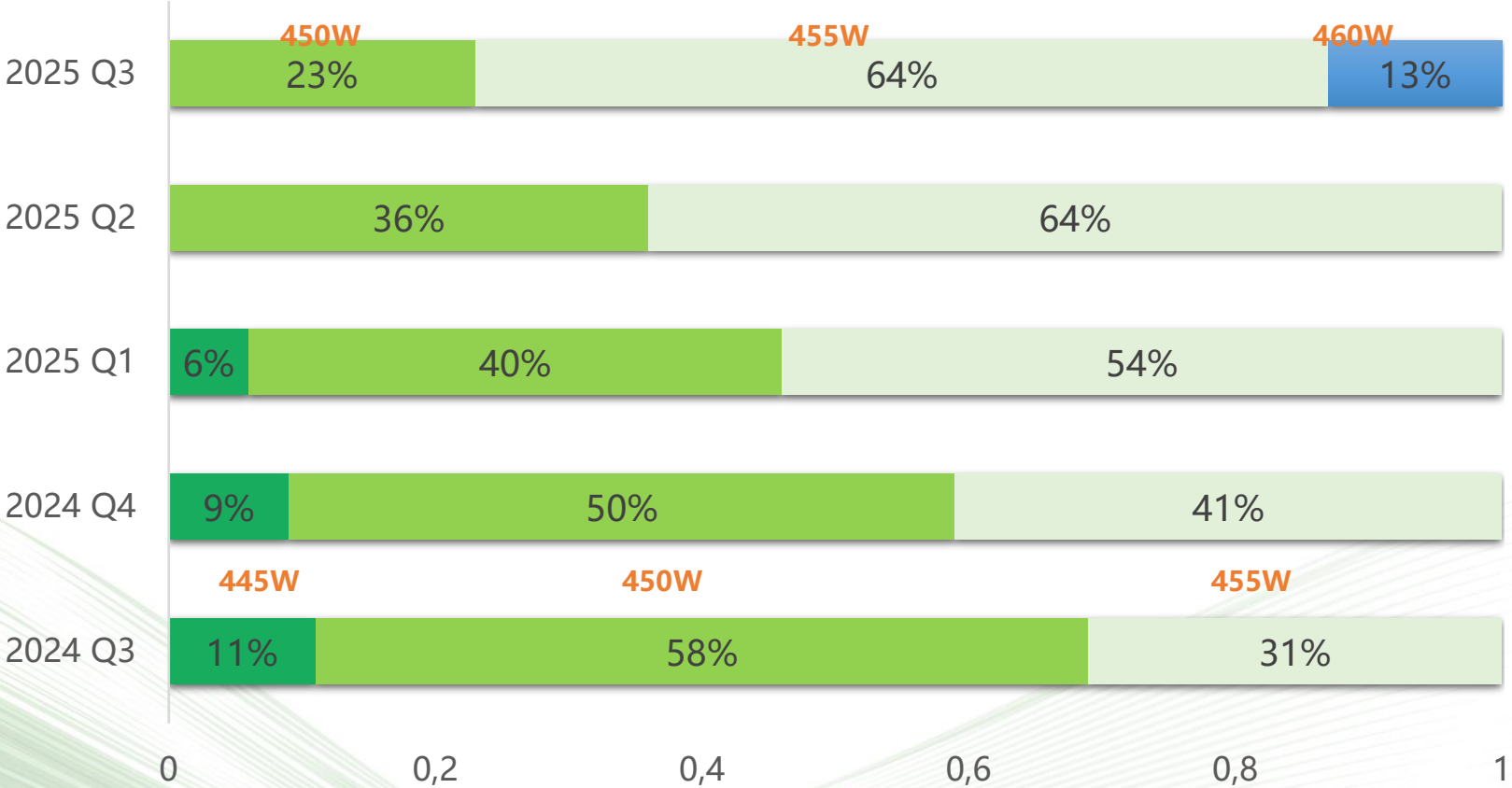


Power Roadmap – ASTRO N7s-54 (G11)



CHSM54RN_s(DGT)(BLH)/F-BH

■ 445W ■ 450W ■ 455W ■ 460W

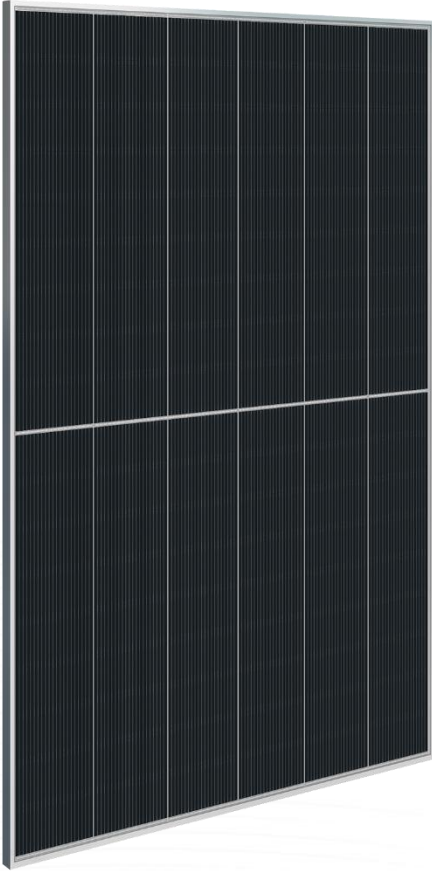
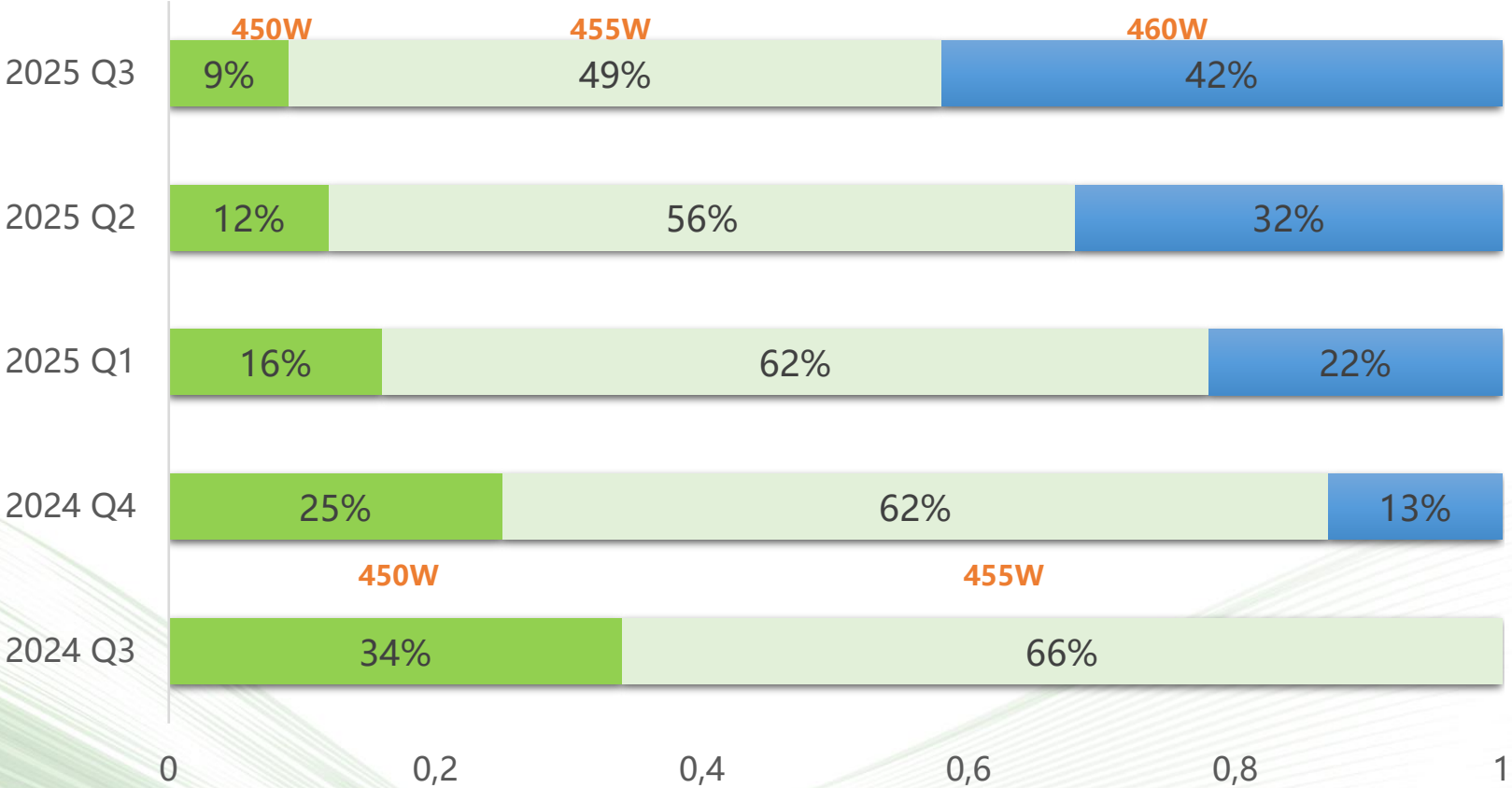


Power Roadmap – ASTRO N7s-54 (G11)



CHSM54RN_s(DG)/F-BH

■ 445W ■ 450W ■ 455W ■ 460W ■ 465W

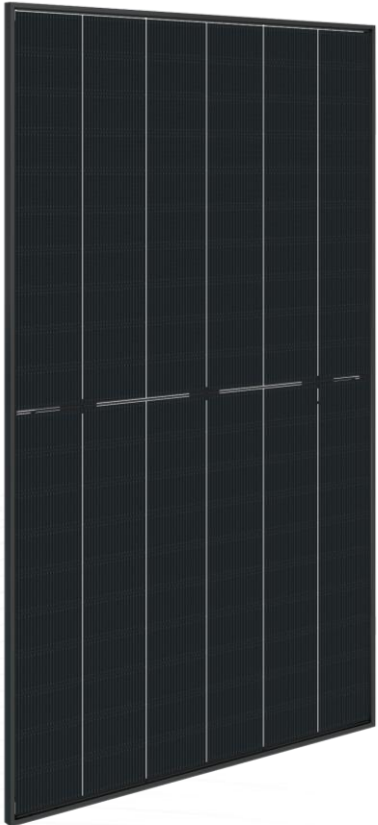
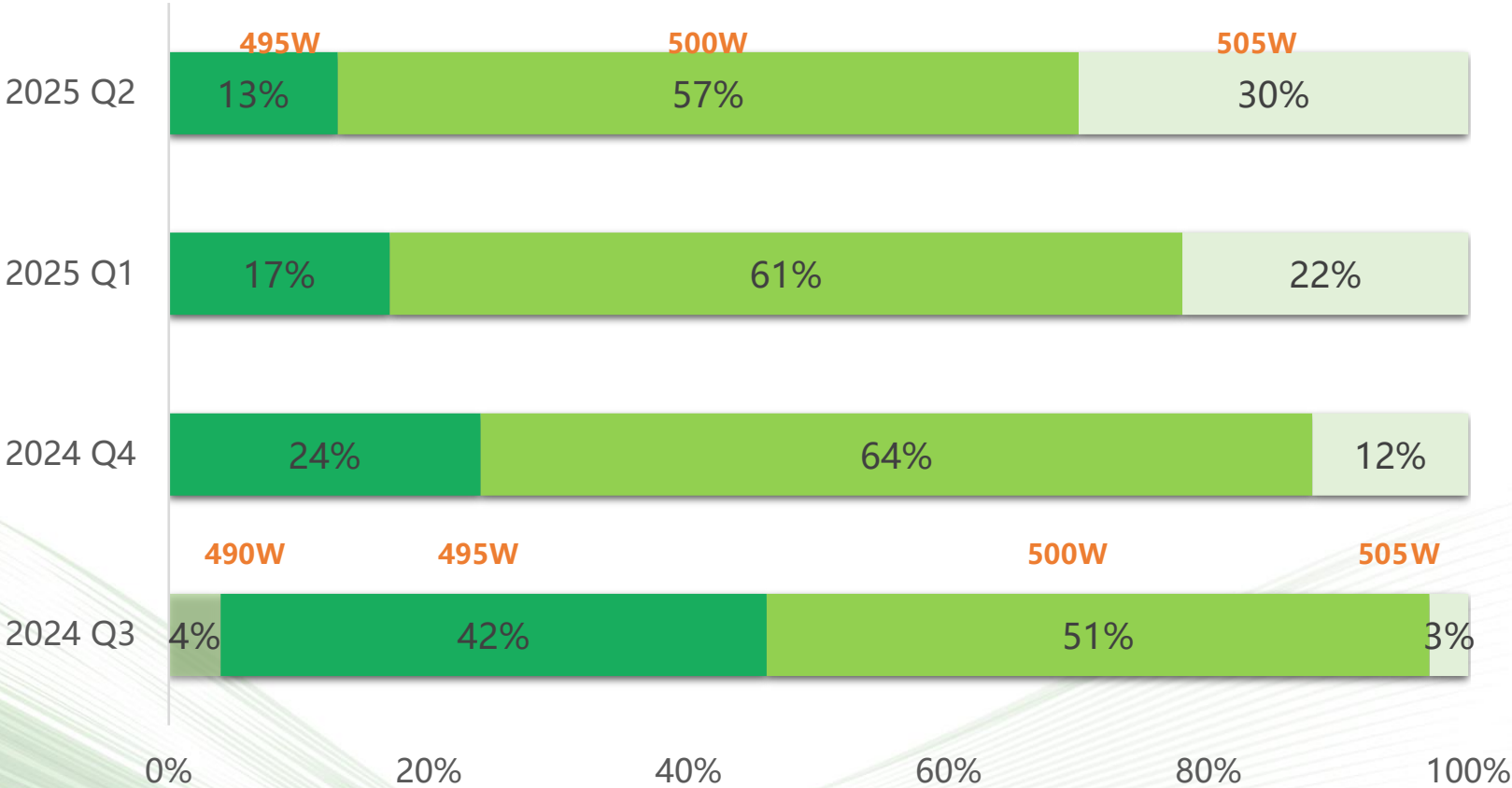


Power Roadmap – ASTRO N7s-60 (G11)



CHSM60RN_s(DGT)(BLH)/F-BH

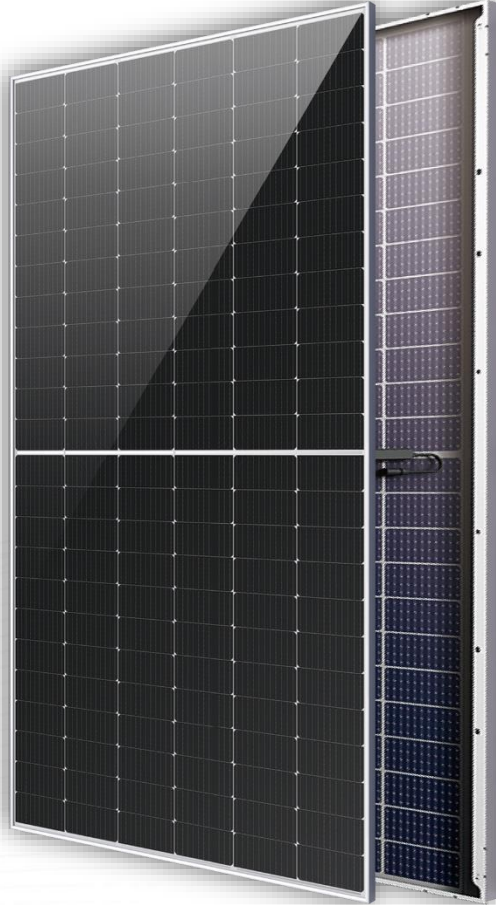
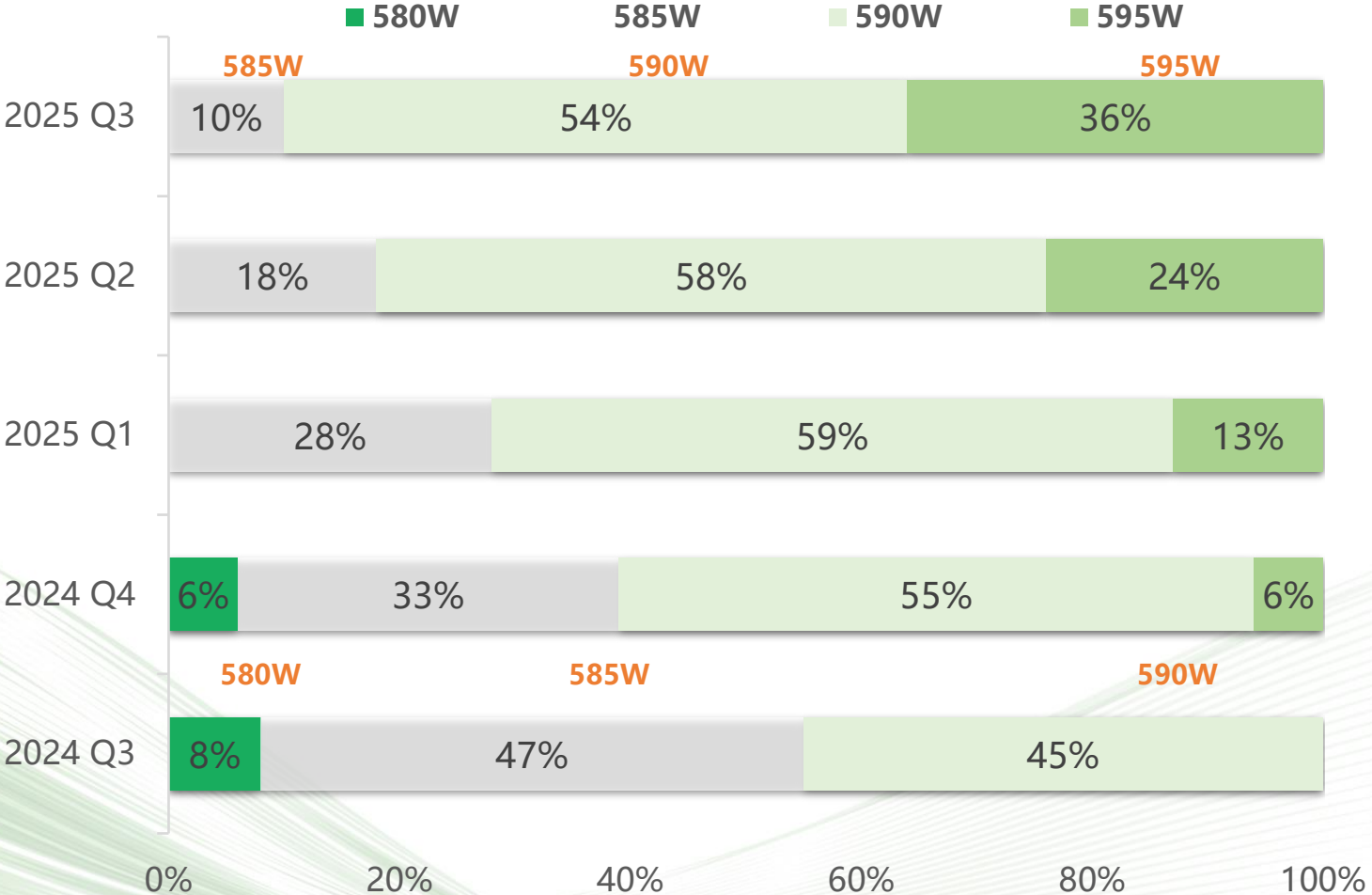
490W 495W 500W 505W



Power Roadmap – ASTRO N5-72 (G10)



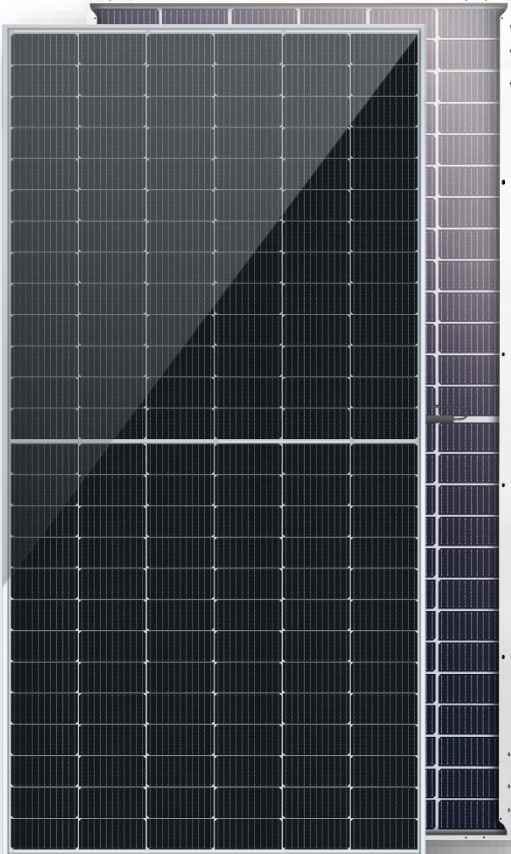
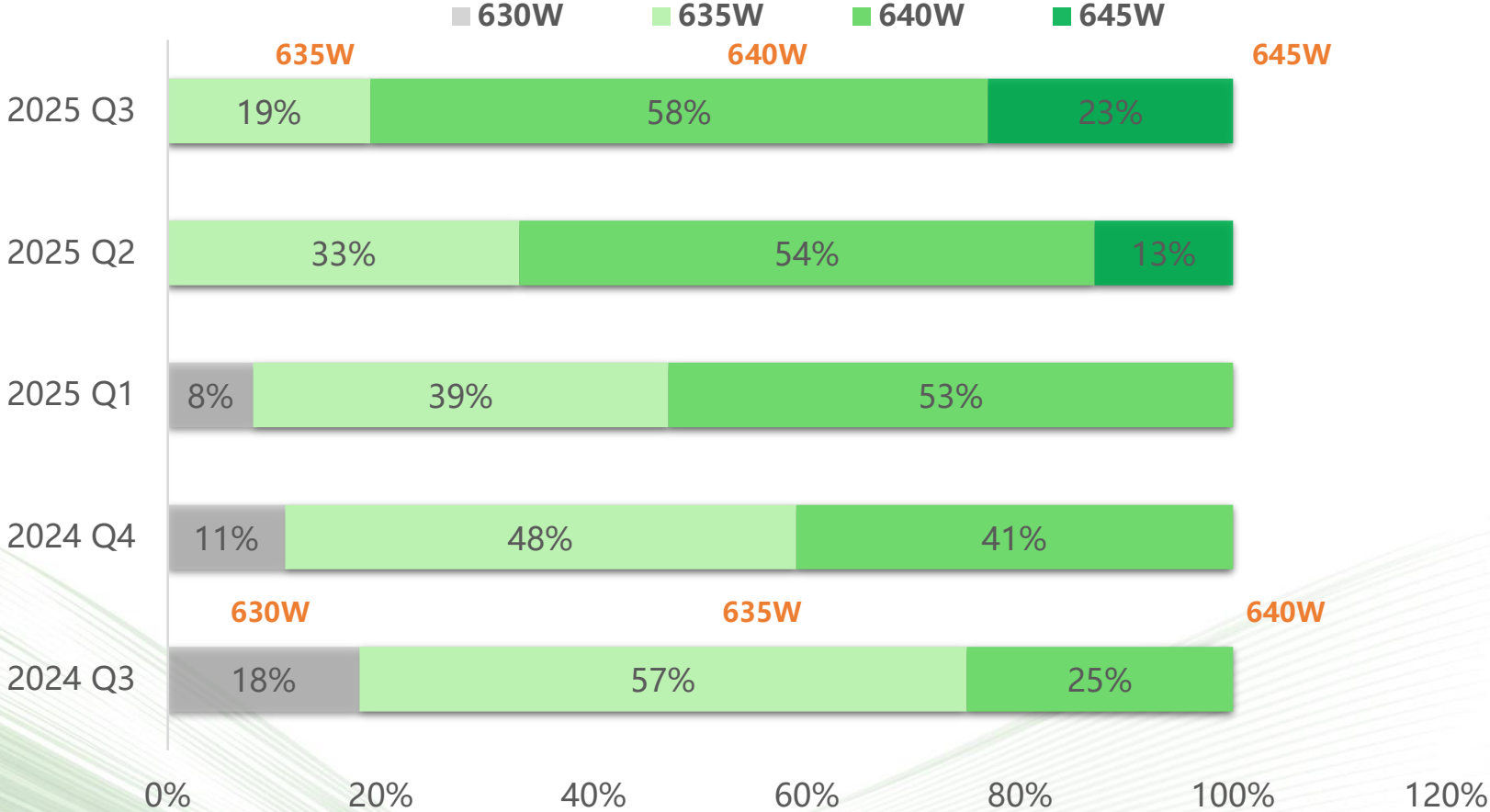
CHSM72N(DG)/F-BH



Power Roadmap – ASTRO N5-78 (G10)



CHSM78N(DG)/F-BH



FÁBRICAS ZERO-CARBONO



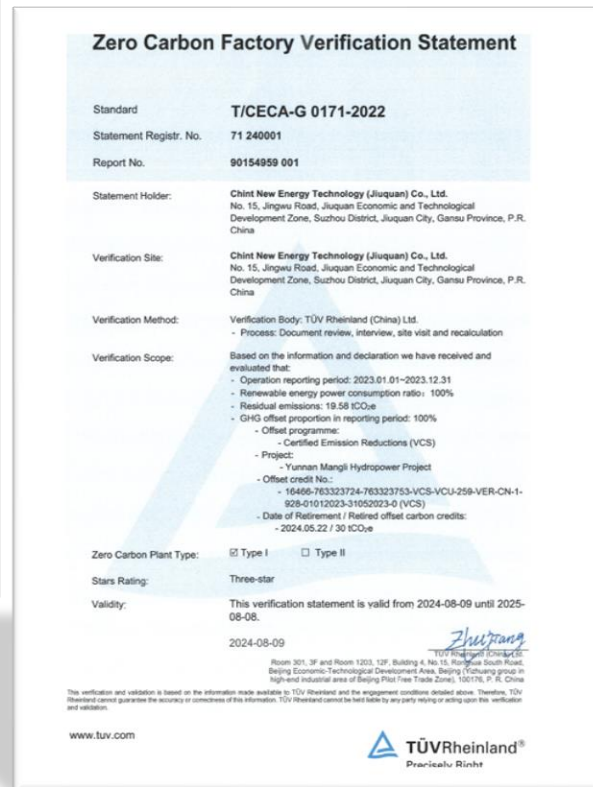
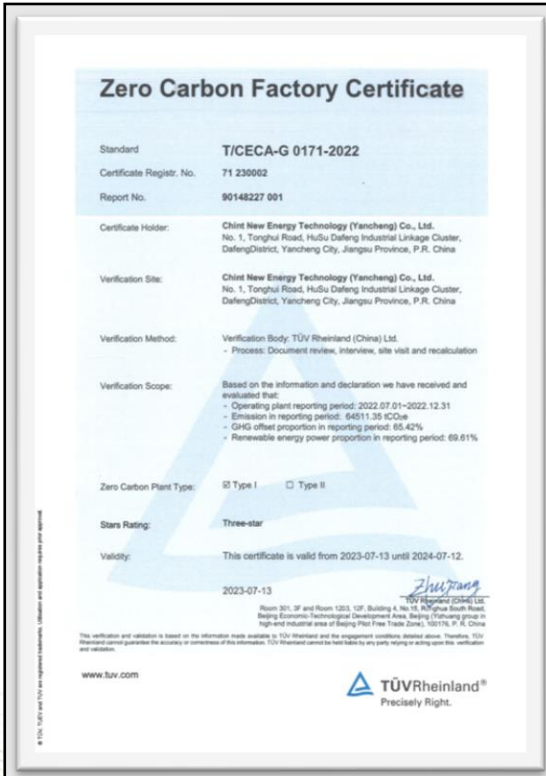
ASTRONERGY



Astronergy - First Zero Carbon Factory In The World

Certified by TÜV Rheinland

"Una fábrica de cero emisiones de carbono" se refiere a una instalación de fabricación que logra un rendimiento integral de cero emisiones de carbono a través de medidas tecnológicas de ahorro de energía y eliminación de carbono durante el proceso de producción. Nuestras bases de Yancheng y Jiuquan han logrado resultados sobresalientes con un porcentaje de compensación de gases de efecto invernadero del 65,42 % y un porcentaje de electricidad de energía renovable del 69,61 %, obteniendo la certificación de fábrica sin emisiones de carbono de TÜV Rheinland.

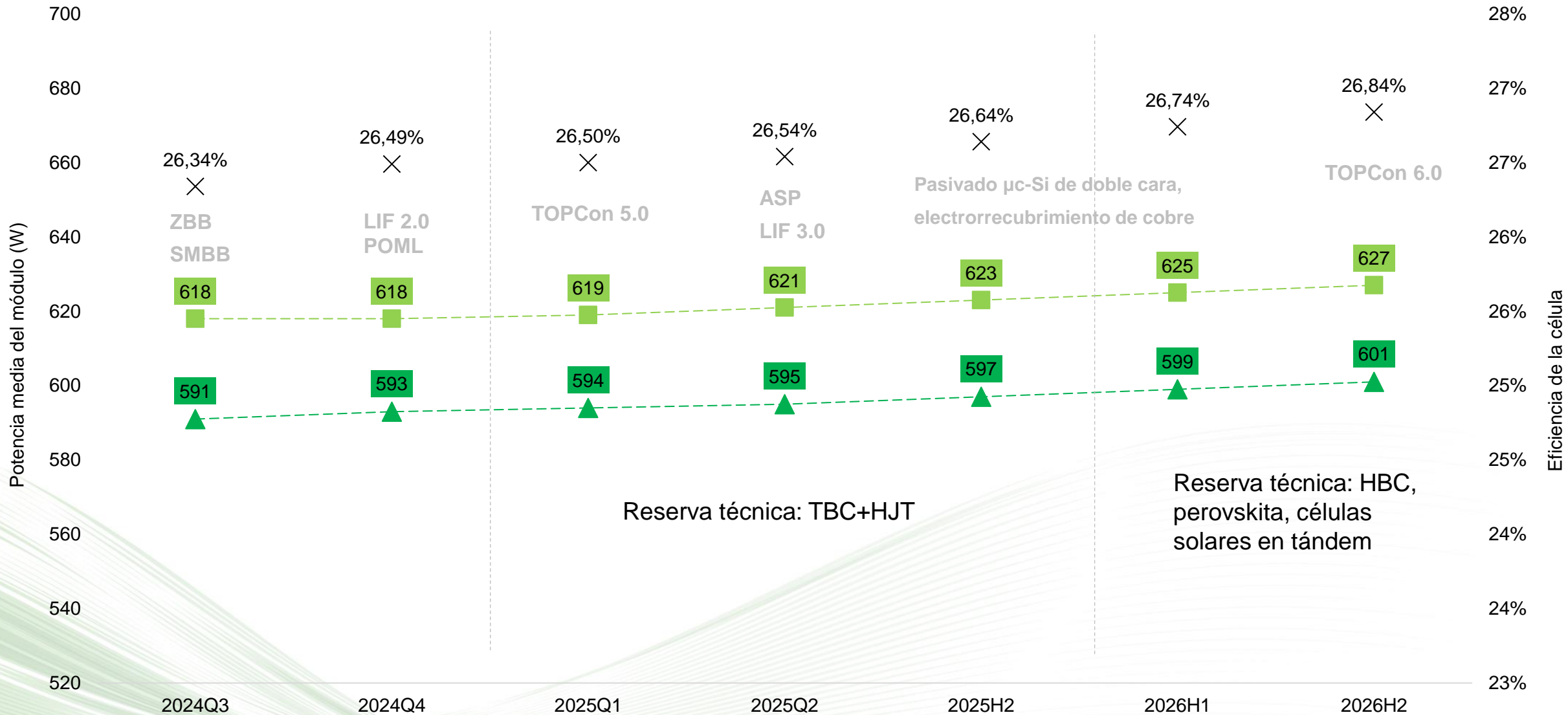


Pronóstico de eficiencia de celda



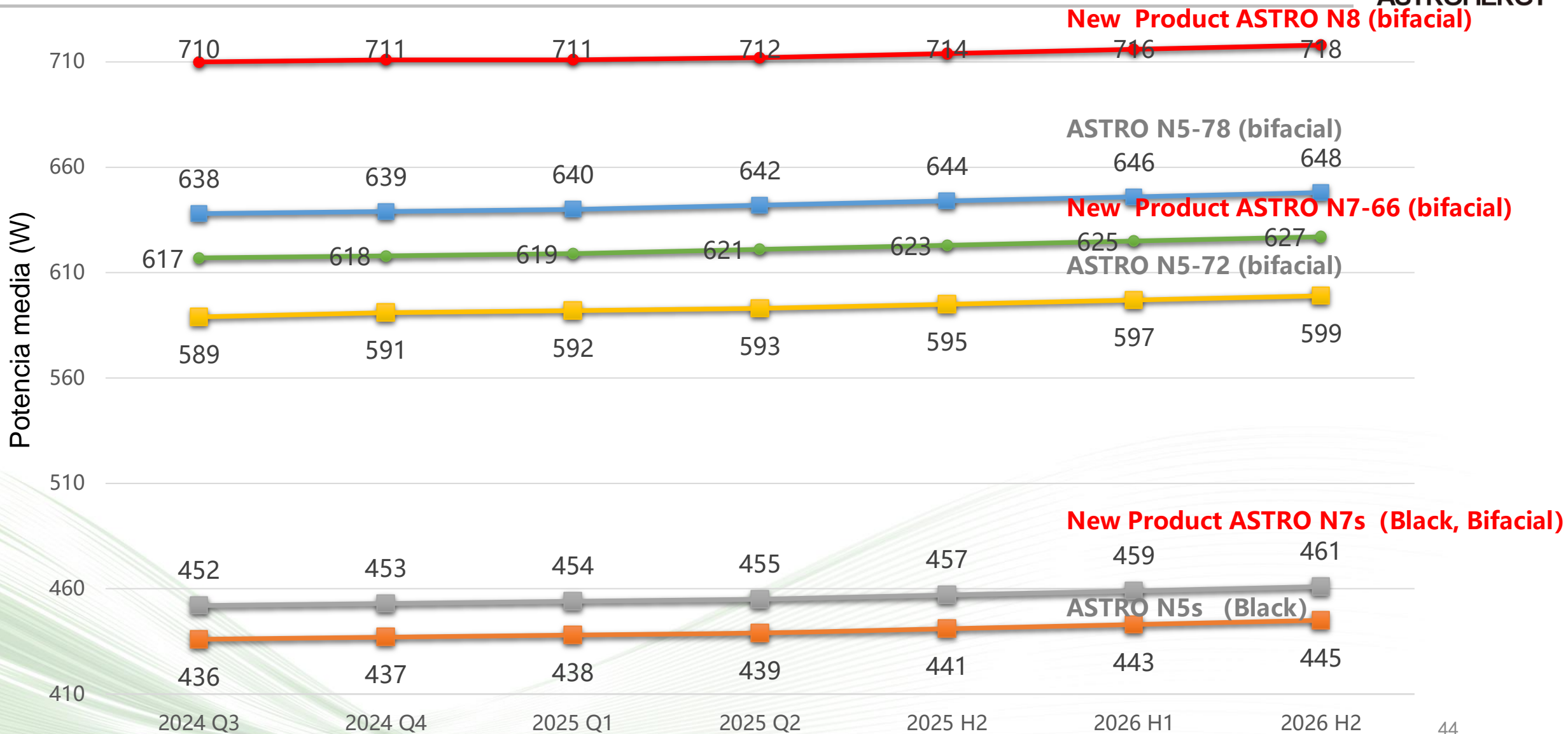
ASTRONERGY

28%





Pronóstico de potencia de tipo N





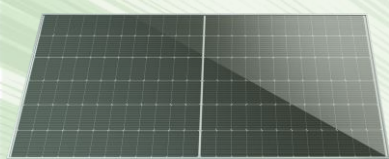
Plan de producto

La hoja de ruta del producto incluye TOPCon + 、 XBC、 HJT y Perovskite / HJT en 2023 ~ 2026.

Investigación

Principal

- TOPCon & PERC 182 54/72/78 Module
- **Application** : BIPV, Floating PV, Steel Structure Module



2023

Masa

- **Cell**: PERC、TOPCon4.0
- **Technology** : LIF2.0、ZBB、POML、no A side frame 、SMBB
- **Application** : Anti-dust module, Agrophotovoltaic , GRPU frame module, light double glasses module, PV tiles

2024

Reserva

- **Cell**: TOPCon5.0、TBC+、HJT
- **Technology** : ASP、LIF3.0、double-side μc-Si passivated, copper electro-coating, low temperature low composite paste
- **Application** : long warranty module, flexible module, urban PV module

2025

- **Cell**: TOPCon6.0、HBC、perovskite 、 tandem solar cells
- **Technology** : double-side Poly-Si passivated, perovskite tandem
- **Application** : perovskite/silicon tandem solar module, long lifetime module

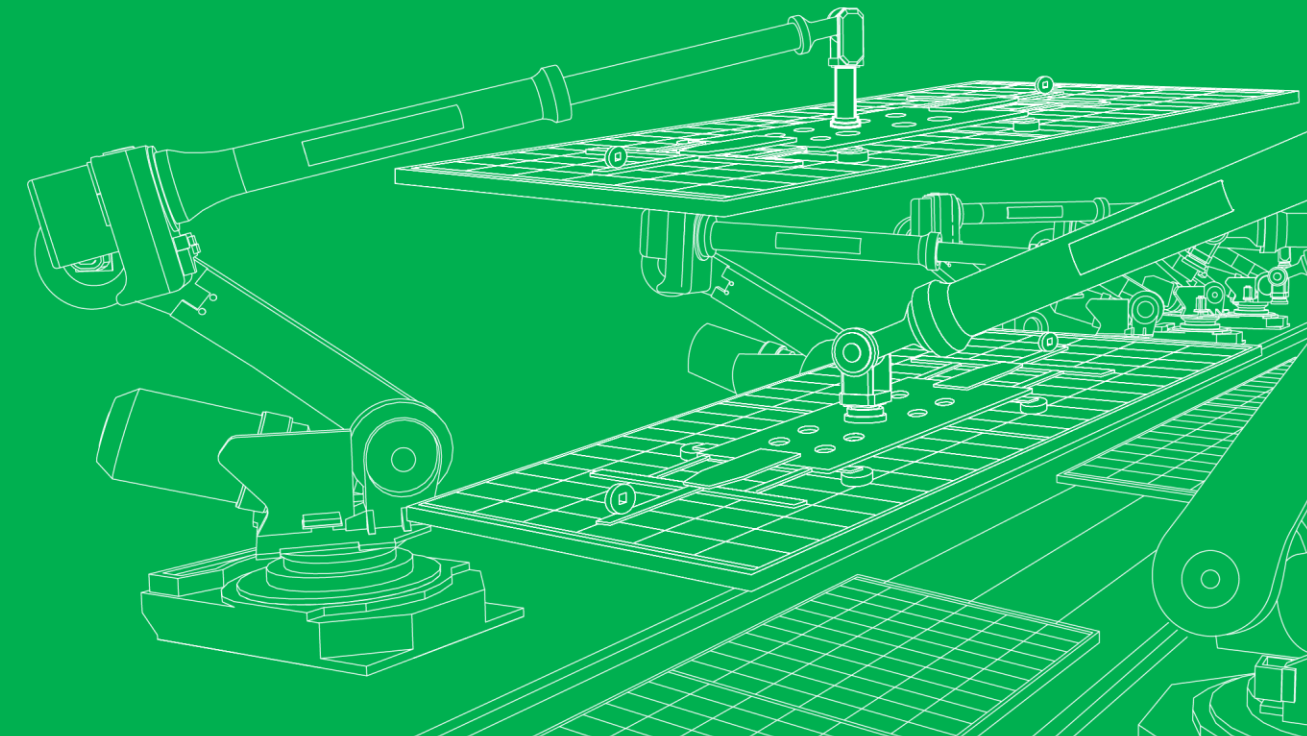
2026



ASTRONERGY

High Quality, High Performance, High Efficiency

Juan Ignacio Ortubia – GTS Manager LATAM
Email: juanignaciortubia@astronergy.com
Phone: +56 9 3003 8962



www.astronergy.com



Follow us on LinkedIn @ Astronergy Solar