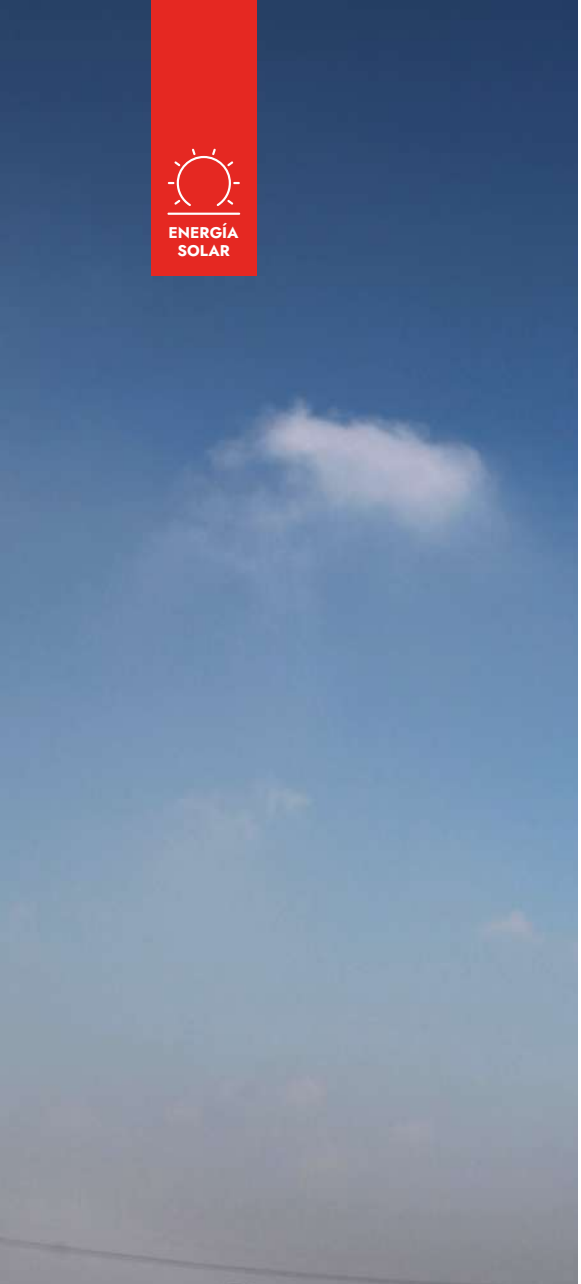
ENERGÍA SOLAR

La Infraestructura invisible de la energía solar: seguridad , eficiencia y vida útil de proyectos fotovoltaicos en América Latina



MADECO by Nexans

ENERGÍA SOLAR



Un cambio de escala para la energía solar

La transición energética en América Latina atraviesa un punto de inflexión: los proyectos fotovoltaicos dejaron de ser pilotos o plantas pequeñas para convertirse en instalaciones utility-scale de cientos de megavatios, muchas ya integradas con sistemas de almacenamiento en baterías (BESS). Gracias a su alta radiación solar —especialmente en Atacama, el noreste de Brasil, el norte de México y la costa peruana— Latinoamérica tiene condiciones privilegiadas para liderar la generación limpia a escala global.

Sin embargo, esta maduración acelerada plantea una paradoja técnica y económica: mientras la presión por reducir el Costo Nivelado de la Energía (LCOE, por sus siglas en inglés) y maximizar el retorno concentra la atención en paneles e inversores, la infraestructura eléctrica de corriente continua y corriente alterna (DC/AC) —el "sistema nervioso" de la planta— suele tratarse como un commodity, definido principalmente por su costo por metro.

Aunque representa solo entre 1% y 2% del CAPEX, una falla en el cableado fotovoltaico puede afectar toda la operación, reducir el ratio de performance, elevar el OPEX y provocar riesgos críticos como arcos eléctricos o incendios.

Este documento plantea que el éxito, la seguridad y la rentabilidad de un proyecto solar a 25 o 30 años dependen no solo de la radiación o del módulo, sino de una infraestructura eléctrica robusta, acompañada de soluciones en seguridad y ergonomía, diseñadas desde el inicio según las condiciones reales del emplazamiento.



ENERGÍA SOLAR

1. Expansión solar en América Latina y nuevas exigencias técnicas

La adopción de la energía fotovoltaica en América Latina ha dejado de ser una alternativa complementaria para convertirse en un pilar del desarrollo socioeconómico y de la descarbonización industrial. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), la capacidad solar fotovoltaica instalada en América Latina y el Caribe experimentó un crecimiento acelerado en la última década, superando los 50 GW de capacidad acumulada, impulsada por desarrollos a gran escala en Brasil, Chile, México, Perú y Colombia[1].

Esta expansión ha reconfigurado la arquitectura eléctrica de las plantas fotovoltaicas, impulsando dos tendencias técnicas dominantes:

- **Migración de arquitecturas de 1,000 V DC a 1,500 V DC.** Este cambio mejora la eficiencia y reduce los costos de transporte eléctrico en los campos solares, al permitir strings más largos, menos combiner boxes[2], menor cableado en paralelo y menores pérdidas por efecto Joule.

- **Uso de módulos de alta potencia y seguidores a un eje (trackers).** Los módulos bifaciales y de gran formato (>600 Wp) elevan la corriente de los strings, exigiendo mayor ampacidad y desempeño térmico. A la vez, los trackers someten los cables a torsión, flexión dinámica y abrasión durante más de dos décadas.

En este contexto, las métricas financieras de un proyecto (TIR o VAN) ya no dependen solo del costo inicial de los componentes, sino de la resiliencia del sistema ante el factor crítico del tiempo.



Un parque solar es una infraestructura concebida para generar energía de forma ininterrumpida durante un ciclo de vida útil previsto de 25 a 30 años.

[1] IRENA (International Renewable Energy Agency): Renewable Capacity Statistics 2024. Datos sobre el crecimiento de la capacidad fotovoltaica instalada en América Latina y el Caribe.
[2] Strings: cadenas de paneles solares conectados en serie. Combiner boxes: cajas que agrupan varios strings para consolidar el cableado antes del inversor.

ENERGÍA SOLAR

2. Cables solares: conectividad fotovoltaica

Los cables solares enfrentan condiciones muy distintas a las de instalaciones interiores: operan a la intemperie, sobre bandejas, suspendidos o enterrados, expuestos a radiación UV constante y a ciclos térmicos extremos que pueden ir de temperaturas bajo cero a más de 90°C en el conductor durante las horas de mayor insolación.

De otro lado, el diseño y validación de los conductores solares tiene rigurosas normas de certificación que garantizan que el producto cumplirá con la vida útil proyectada.

Conviene no perder de vista una idea de fondo: los cables son las arterias de cualquier sistema eléctrico. Y en un parque solar, esas arterias trabajan bajo un ataque permanente, porque las zonas de mayor potencial solar suelen ser también las más agresivas para un conductor —irradiancia extrema, altitud, oscilación térmica, humedad o salinidad—. Por eso la innovación en los cables y el uso de herramientas adecuadas para su instalación son las que permiten sostener la vida útil estimada de 30 años, el objetivo que comparten todos los actores del proyecto.



ENERGÍA SOLAR

3. Verdadero costo del "subdiseño": riesgos, fallas y pérdidas no planificadas

En la evaluación financiera de una planta solar, el ahorro derivado de comprar conductores no certificados o de dimensionar las secciones al límite mínimo normativo suele diluirse velozmente ante la primera falla operacional.

Estudios de TÜV Rheinland y el National Renewable Energy Laboratory (NREL) vinculan gran parte de las fallas graves e incendios fotovoltaicos con el Balance de Planta Eléctrico: conexiones defectuosas, degradación de aislamientos DC y arcos eléctricos no detectados a tiempo.

Cables no reticulados o con cubiertas de PVC/termoplásticos envejecen prematuramente por UV y temperatura; las grietas permiten ingreso de agua, generan fallas de aislamiento a tierra y activan protecciones de inversores centralizados, desconectando secciones del parque en horas de alta radiación.



4. Clima, geografía y condiciones operativas extremas en América Latina

América Latina posee algunos de los entornos ambientales más desafiantes del planeta para la ingeniería eléctrica. Las especificaciones genéricas diseñadas para geografías moderadas resultan insuficientes cuando se aplican a los microclimas de la región.

4.1. Desierto de Atacama y el Altiplano Andino (Chile, Perú, Bolivia)

Radiación UV extrema e irradiancia récord. El Desierto de Atacama registra los niveles de irradiancia global horizontal (GHI) y directa normal (DNI) más altos del planeta, superando los 3,500 kWh/m² al año . Esta radiación fotónica acelerada destruye rápidamente los polímeros sin aditivación química de clase superior.



Altitud geográfica (> 3,000 msnm). A gran altitud, la menor densidad del aire disminuye la capacidad de disipación térmica de los conductores y reduce las distancias de aislamiento para evitar el efecto corona y el perforamiento dieléctrico en los equipos.

Oscilación térmica diaria.
Los ciclos extremos día-noche generan dilatación y contracción longitudinal en los cables solares; sin flexibilidad adecuada ni senos de dilatación, pueden desconectar conectores de paneles o tensionar terminales de inversores.

[3] TÜV Rheinland / NREL (National Renewable Energy Laboratory): Risk Management for Photovoltaic Power Plants. Informes técnicos sobre análisis de causa raíz en fallas mecánicas, arcos eléctricos e incendios en plantas fotovoltaicas utility-scale.
[4] Global Solar Atlas / World Bank Group: Solar Resource Data for Latin America. Datos de irradiancia solar global horizontal (GHI) e irradiancia directa normal (DNI) para el Desierto de Atacama y regiones altiplánicas.

4.2. Ambientes tropicales, húmedos y continentales (Brasil, Colombia, Centroamérica, México)

Hidrólisis e inmersión prolongada. En climas de alta humedad, la condensación en zanjas y bandejas exige cables con resistencia al agua AD8 para soportar inmersión permanente sin degradar sus propiedades mecánicas ni dieléctricas.

Ataque microbiológico y roedores. Los materiales poliméricos de cubierta deben incorporar aditivos resistentes al ataque fúngico, bacteriano y a la acción destructiva de la fauna local, la cual suele utilizar las canalizaciones para nidificación o alimento.

4.3. Zonas costeras e industriales

Corrosión salina e industrial. La humedad, sales marinas y agentes químicos degradan uniones de cobre no protegidas; por ello, los conductores de cobre estañado de alta pureza son críticos para evitar sulfatación y degradación electroquímica.



ENERGÍA SOLAR

5. Proyectos fotovoltaicos seguros, eficientes y financieramente viables

Para trascender la compra reactiva basada únicamente en el precio inicial por metro, las firmas desarrolladoras, los consultores independientes (Lender's Engineers) y las empresas EPC deben replantear su estrategia contractual y técnica con relación del Balance de Planta eléctrico.

Especificación basada en el Costo Total de Propiedad y Eficiencia Operacional.
La adquisición debe pasar del CAPEX al Costo Total de Propiedad (TCO) mediante el análisis de ciclo de vida (Life Cycle Costing): optimizar la sección del conductor DC o usar aislamiento termoestable de mayor reticulación aumenta mínimamente el presupuesto, pero reduce paralizaciones imprevistas, reemplazos prematuros y degradación de generación.

Participación temprana del especialista eléctrico desde la Fase FEED.
Incorporar al especialista eléctrico desde la fase FEED optimiza la topología de red, rutas de cableado, calibres por radiación proyectada y comportamiento dieléctrico en altitudes extremas.

Seguridad y ergonomía para el talento técnico.
Con esta perspectiva, Nexans ha desarrollado cuatro soluciones clave orientadas a mejorar la ergonomía, la seguridad y la eficiencia en la instalación de parques solares que incluyen:



ENERGÍA SOLAR

Estación móvil de trabajo todoterreno

La Mobiway™ Solar Kart L hace más eficiente y segura la instalación del cable Nexans Solar Premium en la conexión de CC. Facilita el transporte desde el almacén, elimina la necesidad de cortar y extender el cable en el suelo —evitando daños— y agiliza la instalación. Mejora la productividad al integrar punto de carga, espacio para herramientas, kit de seguridad, sistema de hidratación e iluminación para trabajos nocturnos.





Exoesqueleto de asistencia física

Forma parte del kit de seguridad y permite aliviar la fatiga y mejorar la eficiencia en actividades repetitivas con los brazos elevados por encima de los hombros como la carga, transporte y conexión de paneles y la instalación de estructuras metálicas.

Hombreras de protección

Alivia la fatiga, mitiga el riesgo de lesiones en el cuello, los hombros y el rostro, además reduce los posibles daños al cable al superar la tensión de tracción y aumenta la eficiencia en la instalación.





Kit de rodillos guía para optimizar el tendido de cables

Facilita el tendido de cables de baja y media tensión en parques solares, evitando el contacto directo con el suelo reduciendo la fricción y posibles daños. Aumenta la eficiencia, fiabilidad y productividad de la instalación, minimizando futuras fallas y los costos asociados a tiempos de inactividad y mantenimiento.

ENERGÍA SOLAR

Conclusión: La decisión estratégica en el Balance de Planta

La generación solar fotovoltaica está alcanzando madurez tecnológica e industrial en América Latina. En un mercado donde paneles e inversores optimizan eficiencias en márgenes mínimos, descuidar el Balance de Planta eléctrico debilita la confiabilidad de toda la planta.

Cables DC, arneses de interconexión, líneas de media tensión y soluciones en seguridad y ergonomía no son costos prescindibles: son activos estratégicos para la disponibilidad, eficiencia y seguridad. Su confiabilidad convierte la generación proyectada a 30 años en retornos financieros reales y protege el suministro eléctrico limpio de la región.

El enfoque de Nexans es ser un aliado integral en electrificación solar —con tecnología global y 6 plantas industriales en la región, presentes a través de INDECO by Nexans en Perú, MADECO by Nexans en Chile, CENTELSA by Nexans en Colombia; y Nexans en Brasil—, para asegurar viabilidad financiera y competitividad desde la ingeniería conceptual hasta la operación de largo plazo.

Por eso, destacamos tres decisiones estratégicas que definen la planta solar del futuro:



1 Especificar la infraestructura eléctrica por su impacto en el LCOE y el ciclo de vida (TCO).

Superar la selección por precio de compra por metro e integrar análisis de caídas de tensión y envejecimiento polimérico a 30 años garantiza la continuidad operativa.

2 Industrializar el montaje en campo mediante soluciones preconectorizadas, de seguridad y de ergonomía.

Adoptar innovaciones probadas en fábrica (plug-and-play) para reducir los tiempos de construcción y eliminar las fallas en terreno asegura los márgenes de retorno.

3 Involucrar al especialista eléctrico desde las fases tempranas de ingeniería (FEED).

Diseñar las arquitecturas de 1,500 V DC considerando rigurosamente el microclima, la altitud, la radiación UV y las exigencias de sostenibilidad del emplazamiento evitan las paralizaciones y fallas operacionales.

ENERGÍA SOLAR

Referencias:

[1.] IRENA (International Renewable Energy Agency): Renewable Capacity Statistics 2024. Datos sobre el crecimiento de la capacidad fotovoltaica instalada en América Latina y el Caribe.

[2.] Strings: cadenas de paneles solares conectados en serie. Combiner boxes: cajas que agrupan varios strings para consolidar el cableado antes del inversor.

[3.] TÜV Rheinland / NREL (National Renewable Energy Laboratory): Risk Management for Photovoltaic Power Plants. Informes técnicos sobre análisis de causa raíz en fallas mecánicas, arcos eléctricos e incendios en plantas fotovoltaicas utility-scale.

[4.] Global Solar Atlas / World Bank Group: Solar Resource Data for Latin America. Datos de irradiancia solar global horizontal (GHI) e irradiancia directa normal (DNI) para el Desierto de Atacama y regiones altiplánicas.

Encuéntranos en
www.nexans.cl

Martha Sepúlveda
martha.sepulveda@nexans.com

Madeco By Nexans