¿Por qué el éxito de la energía solar depende de lo que NO vemos?



El rol crítico del monitoreo ambiental y la arquitectura IoT

John Caipa | SIOT INGENIERÍA
ExpoSolar Colombia 2026

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

LA ILUSIÓN DEL ICEBERG

- Paneles y módulos.
- Inversores.

Falsa seguridad: “Si está generando energia, todo está bien”.

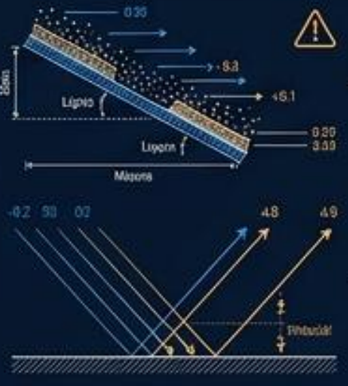


LA REALIDAD DEL ROI

- Variaciones microclimáticas.
- Degradación térmica del módulo.
- El “impuesto silencioso” de la suciedad (Soiling).
- Albedo y radiación trasera (Bifacial).





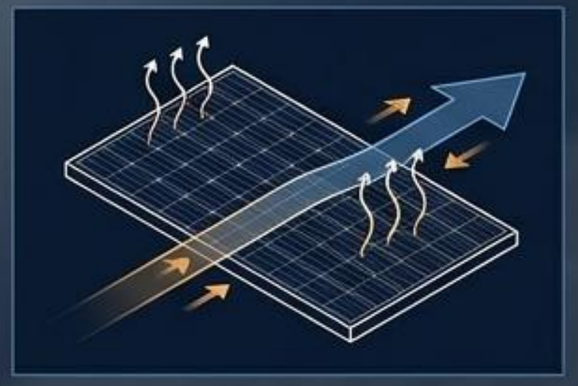




Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

Los Ladrones Silenciosos de Energía



Degradación Térmica

-0.5% de eficiencia por cada grado °C por encima de los 25°C.

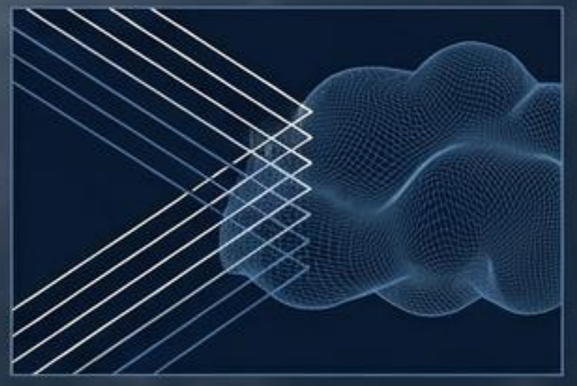
El viento enfría los módulos. Sin medir la velocidad/dirección del viento y la temperatura del módulo, la pérdida térmica es un misterio.



El Impuesto de la Suciedad (Soiling)

Hasta un 20% de pérdida de potencia en entornos polvorientos.

La suciedad no se acumula de manera uniforme. Las limpiezas programadas por calendario desperdician dinero.



Caídas de Irradiancia

Fluctuaciones constantes por microclimas.

Sin sensores de irradiancia en el plano del arreglo (POA), es imposible diferenciar un día nublado de un inversor dañado.

Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

La Verdad Invisible: Diseccionando el Performance Ratio (PR)

La Ecuación

$$PR = \frac{\text{Energía Real Generada}}{\text{Energía Teórica Esperada}}$$



El Problema

La "Energía Teórica" depende 100% de medir correctamente la irradiancia y la temperatura.

La Realidad Bancable

Para los inversores, el PR es la única métrica que separa las fallas operativas de las excusas climáticas.

Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

Elevando el Dato a Verdad Bancable: Estándar IEC 61724

Característica	Clase C (Básico)	Clase B (Operativo)	Clase A (Bancable/DFI)
Propósito	Monitoreo simple	Seguimiento de O&M	Garantías de rendimiento e IEAs
Resolución de Datos	15 – 30 minutos	5 minutos	1 minuto
Sensor de Irradiancia	Célula de referencia	Piranómetro (ISO 9060 Clase B)	Piranómetro (ISO 9060 Clase A, ventilado)
Mantenimiento	Anual	Recomendación del fabricante	Inspección semanal de suciedad

Proyectos financiados en LATAM exigen Clase A/B. Usar datos de inversores genera disputas legales durante el periodo de garantía.

*IEC 61724 describe la terminología, el equipo y los métodos para la monitorización y el análisis del funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos
**ISO 9060:2018 Solar energy — Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation

Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

Dimensionando la Metrología a su Planta



Tier 1: Pequeños / C&I (Techos Comerciales)

- Irradiancia Global Horizontal (GHI)
- Temperatura Ambiente
- Energía AC

Tier 2: Medianos (Parques Solares Distribuidos)

- Tier 1 + Irradiancia POA
- Temperatura del Módulo
- Velocidad y Dirección del Viento

Tier 3: Utility-Scale (Grandes Proyectos +10MW)

- Tier 2 + Soiling Ratio (Sensores Ópticos)
- Albedo / Irradiancia Trasera (Bifacial)
- Presión Atmosférica
- Humedad

Gemini Notebook

El Cuello de Botella en LATAM: La Muerte del Cable

Geografía Agreste

Montañas, desiertos y selvas hacen que el cableado de fibra o cobre sea prohibitivamente caro.

Mantenimiento

Los cables de los sistemas SCADA tradicionales se degradan, sufren cortes por fauna o maquinaria.

Escalabilidad

Expandir una red cableada requiere obras civiles que paralizan la operación.



Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions
Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

Cortando los Cables: La Revolución IoT

LoRaWAN

Redes de sensores distribuidos. Baterías de ultra larga duración, alcance de kilómetros sin SIM cards.

Redes Celulares 5G / 4G

Enrutadores industriales. Alta velocidad, baja latencia, túneles VPN seguros para control en tiempo real.

IoT Satelital

Proyectos Off-Grid. 100% de cobertura global, asegurando la transmisión continua de datos.



Gemini Notebook

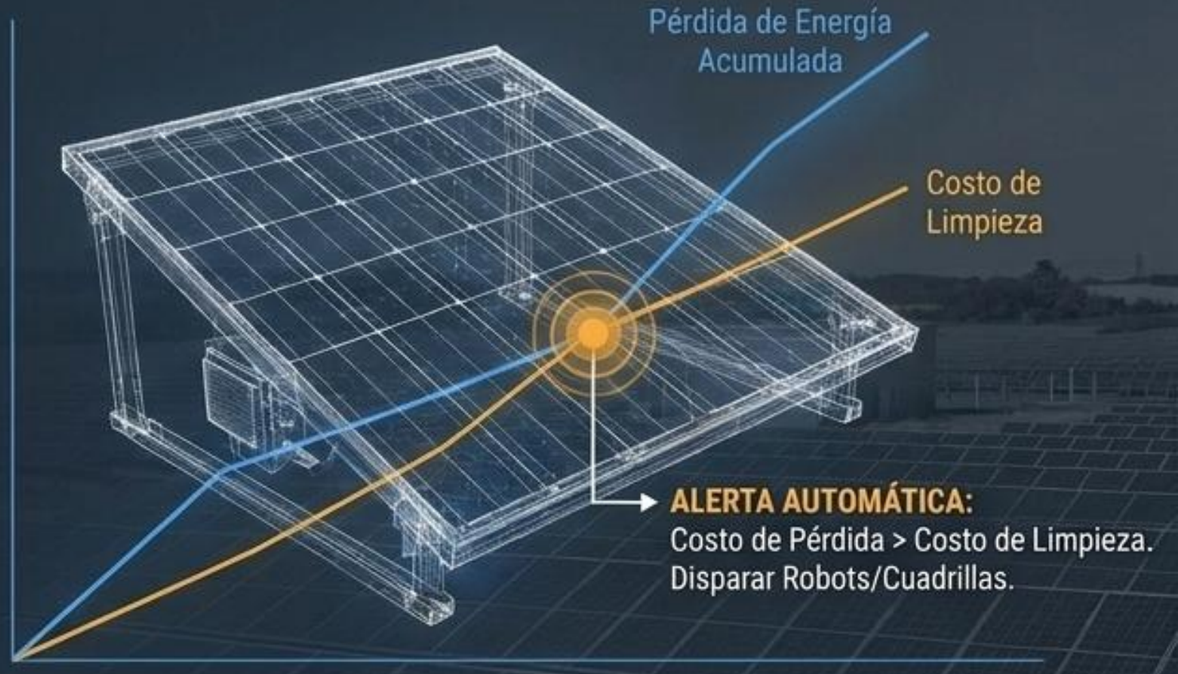
Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

El Cerebro Invisible: Analítica e Inteligencia Artificial



Mantenimiento Reactivo

Limpieza por calendario fijo (e.g., cada 3 meses). Se limpia cuando está limpio, o se pierde energía esperando la fecha.



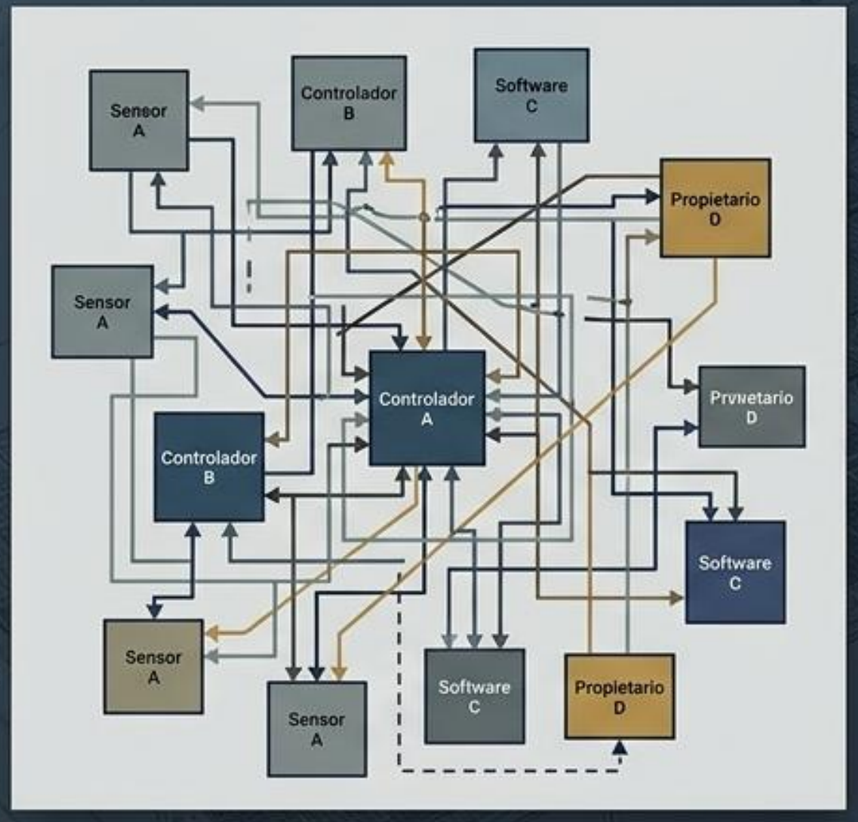
Gemelos Digitales y Mantenimiento Predictivo

La IA cruza datos de irradiancia, viento y sensores de Soiling Ratio. El sistema calcula el punto exacto donde el costo de la energía perdida supera el costo de limpiar, disparando una alerta automática para robots o cuadrillas.

Gemini Notebook

El Desafío de la Interoperabilidad

Silos Cerrados (El Pasado)



- Múltiples formatos de datos, interfaces de software aisladas, y bloqueo de proveedores (Vendor Lock-in).

Arquitectura Abierta (El Estándar SIOT)



- Integración fluida de protocolos industriales comprobados: Modbus-RTU y SDI-12.
- Unificación de piranómetros, sensores de suciedad y estaciones meteorológicas en un solo flujo de datos hacia el SCADA principal.

Gemini Notebook

La Solución SIOT INGENIERÍA: Integración Robusta

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

Step 4: The Output (Análisis)

SCADA del cliente o plataforma en la nube generando insights financieros y de O&M en tiempo real.

Step 3: The Core (Núcleo)

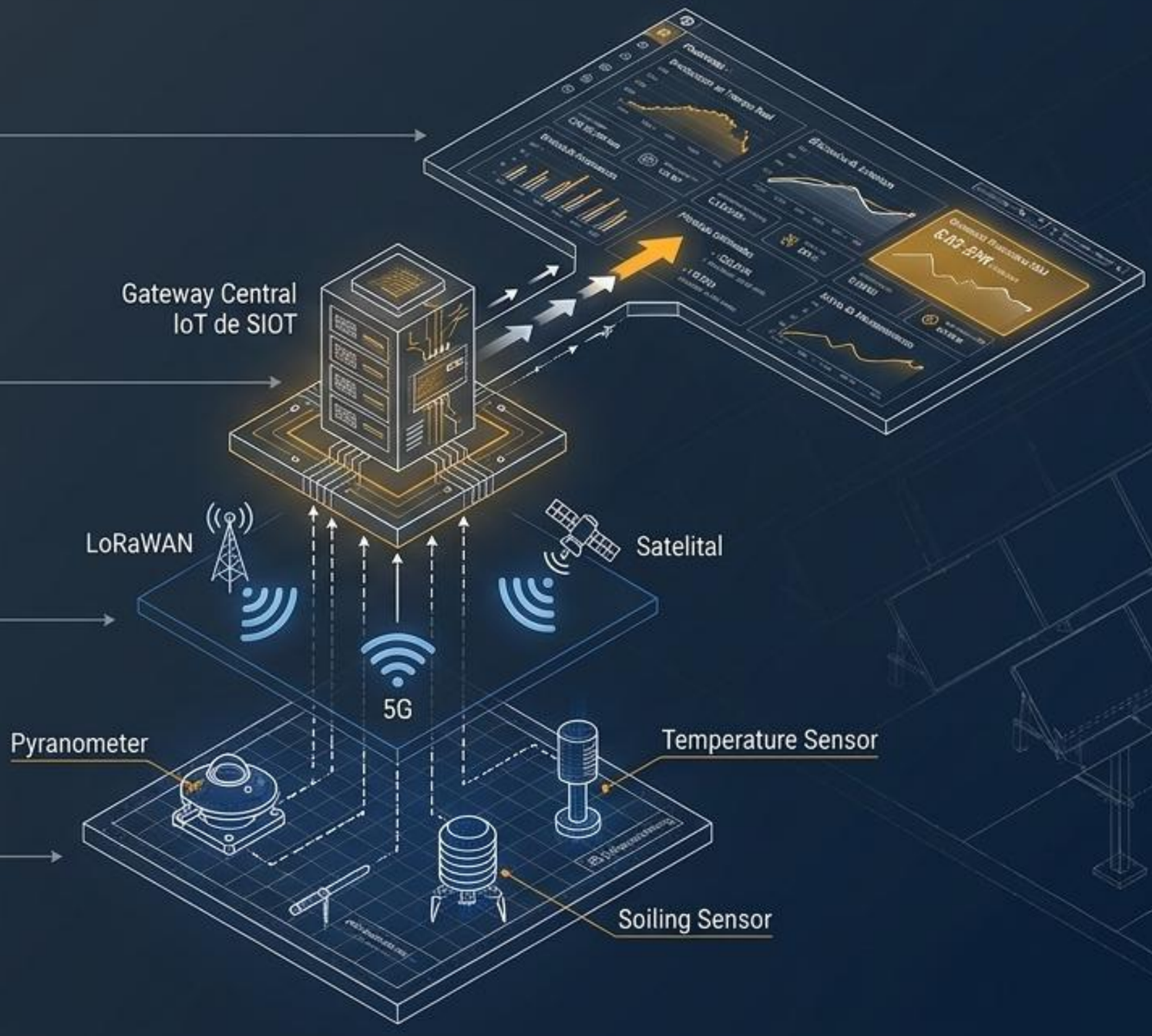
Gateway central IoT de SIOT unificando los protocolos y filtrando los datos.

Step 2: Connectivity (Conectividad)

Nodos inalámbricos LoRaWAN / 5G / Satelital transmitiendo desde el campo.

Step 1: The Edge (Borde)

Sensores meteorológicos industriales (ISO 9060, Soiling, Temperatura) conectados vía Modbus-RTU / SDI-12.



Gemini Notebook

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

MILESIGHT & RIKA

Excelencia en meteorología industrial y enrutamiento 5G/IoT.

DRAGINO

Liderazgo en telemetría de ultra-bajo consumo LoRaWAN.

DECENTLAB & SEEED

Precisión Suiza y sensores ambientales de grado industrial.



SIOT combina la experiencia de los mejores consultores integradores con la creatividad y solidez de los mejores fabricantes globales.

Gemini Notebook

Ejemplo de Impacto Financiero para LATAM

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

EL ESCENARIO

Caída súbita del 8% en la eficiencia de un bloque por polvo agrícola (imposible de detectar a simple vista).

LA INTERVENCIÓN IOT

Sensores ópticos detectan el Soiling Ratio exacto. El sistema lanza una alerta de limpieza predictiva fuera del calendario.

EL RETORNO (ROI)

Recuperación del 5% en pérdldas de generación anual.

Amortización del hardware loT en solo 7 meses.



Gemini Notebook

Para dominar lo visible, hay que medir lo invisible.

La energía solar no es solo instalar paneles; es gestionar datos. Asegure su inversión, certifique su Performance Ratio y dé el salto a la arquitectura IoT.



Diseñemos su próxima arquitectura meteorológica.

John Caipa | SIOT INGENIERÍA

ExpoSolar Colombia 2026

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

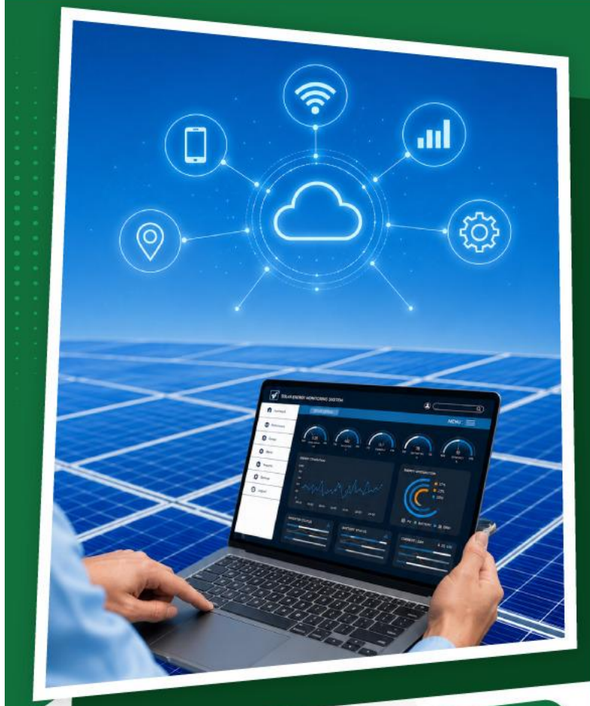
Gemini Notebook

ExpoSolar Colombia 2026
Energía renovable, futuro imparable

28 al 30 Octubre
Corferias Bogotá

El hub de los negocios de la Energía Solar para *Latinoamérica y el Caribe*

En este año 2026 ExpoSolar colombia crece y se dinamiza como nunca, hoy damos la bienvenida a:



Nuestro expositor

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions

SIOT Ingeniería *es una empresa colombiana especializada en soluciones IoT y automatización industrial. Para el sector solar ofrece servicios de implementación de proyectos solares,* ***monitoreo remoto, electrificación y soluciones para la gestión inteligente*** *de sistemas fotovoltaicos.*

PABELLON 18 al 23

STAND 607K

www.feriaexposolar.com

Mayor infomación: (+57) 301 675 1719 - (+57) 300 865 4136 • info@feriaexposolar.com

CONTACTO

SIOT INGENIERÍA

IOT - AUTOMATIZACIÓN - SOFTWARE - INGENIERÍA

Siot Ingeniería
Metering and Cloud Solutions



LoRaWAN 3G 4G 5G FIWARE API

Email: siot@siot-ingenieria.com.co
Cel: (+57) 318-401-8777
Calle 4A # 8-14, Sogamoso (Boyacá)