

# Recomendaciones para el diagnóstico y evaluación periódica de las plantas fotovoltaicas



# amara<sup>e</sup>

feel the e-motion

## Soluciones para el mantenimiento de **energías renovables**



### +60 Años de Experiencia

Equipo multidisciplinar con más de 60 años de experiencia en la integración de diferentes tecnologías por todo el mundo.



### Programas O&M

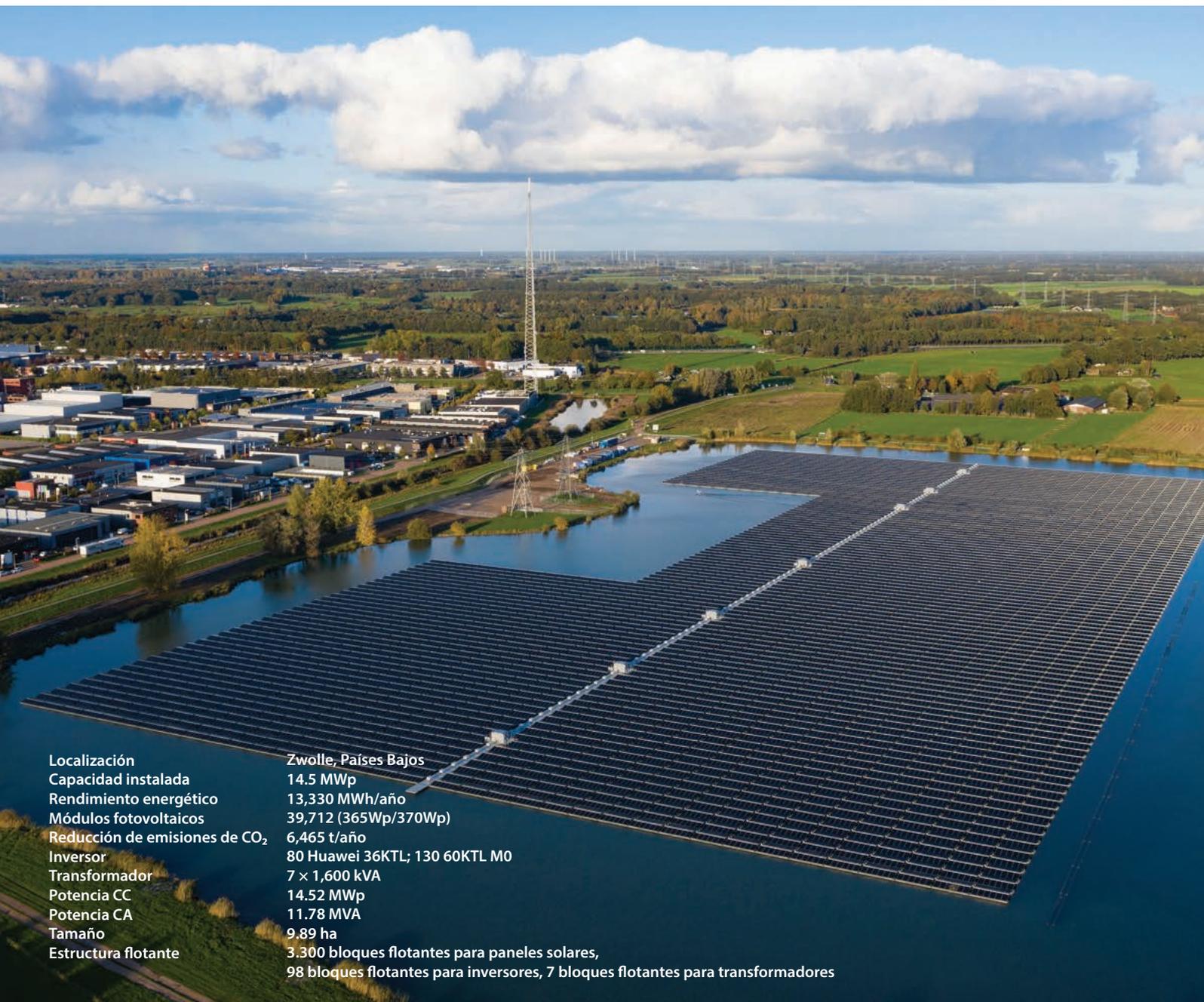
Gestión del activo solar mediante técnicas avanzadas de diagnóstico y planes de revamping.



### Testing Center

Laboratorio integrado en nuestro centro logístico para la inspección de calidad de módulos fotovoltaicos, realizada por personal certificado TÜV mediante las últimas tecnologías.

# Recomendaciones para el diagnóstico y evaluación periódica de las plantas fotovoltaicas



Localización	Zwolle, Países Bajos
Capacidad instalada	14.5 MWp
Rendimiento energético	13,330 MWh/año
Módulos fotovoltaicos	39,712 (365Wp/370Wp)
Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>	6,465 t/año
Inversor	80 Huawei 36KTL; 130 60KTL M0
Transformador	7 × 1,600 kVA
Potencia CC	14.52 MWp
Potencia CA	11.78 MVA
Tamaño	9.89 ha
Estructura flotante	3.300 bloques flotantes para paneles solares, 98 bloques flotantes para inversores, 7 bloques flotantes para transformadores

Imagen: BayWa r.e.

En la preparación de esta guía han participado los socios de **AEMER**.

La redacción principal y la coordinación de las aportaciones ha sido organizada por:  
D. Alejandro Guillén Olague - Asesor Técnico de **AEMER**

2020

1.	Contenido.....	3
2.	Objetivo del documento.....	4
3.	Los elementos del mantenimiento fotovoltaico.....	6
4.	La importancia de las inspecciones y actividades de verificación dentro de los planes de mantenimiento preventivo.....	7
5.	Estado de los módulos fotovoltaicos .....	8
	5.1. Tareas para minimizar la degradación de la producción.....	8
	5.1.1. Trazado de curvas IV.....	9
	5.1.2. Termografías.....	10
	5.1.3. Inspecciones por Electroluminiscencia (EL).....	11
	5.1.4. Efecto PID (Potential Induced Degradation).....	13
	5.2. Otras inspecciones generalmente no contempladas en los contratos y planes de O&M.....	15
	5.2.1. Degradación de los materiales de fabricación.....	16
	5.2.1.1. Rotura del vidrio.....	17
	5.2.1.2. Corrosión.....	18
	5.2.1.3. Delaminación.....	19
	5.2.1.4. Decoloración.....	20
	5.2.2. Concentración de excrementos de aves.....	20
	5.2.3. Recubrimientos fotocatalíticos. Solución autolimpiante.....	22
	5.2.4. Correcta instalación y estado del sistema de sujeción.....	23
	5.2.4.1. Fijación con pernos.....	25
	5.2.4.2. Fijación con abrazaderas.....	26
	5.2.4.3. Fijación en seguidores solares de un eje.....	27
	5.2.4.4. Fijación de módulos de doble vidrio.....	27
	5.2.4.5. Daños por una deficiente fijación.....	27
	5.2.5. Adecuada separación entre módulos.....	29
6.	Medidas de seguridad que se deben tener en cuenta en los trabajos de O&M en las cubiertas.....	31
	6.1. Verificación de sistemas de seguridad para trabajos en altura.....	31
	6.2. Estado de impermeabilización y elementos de desagüe de pluviales.....	32
	6.2.1. Inspección de correcto estado de impermeabilización de las cubiertas.....	33
7.	Recomendaciones para mejorar la seguridad laboral y evitar incendios en instalaciones FV sobre cubiertas de naves industriales.....	35
8.	Servicios de calidad en las empresas de O&M.....	36
9.	Casos de éxito.....	40
	9.1. Baywa.....	41
	9.2. Nanoavant.....	43
	9.3. Master.D.....	45
	9.4. Magma.....	46
	9.5. Otovo.....	48
	9.6. Reveryg.....	49
	9.7. UL.....	52
	9.8. Amara.....	54

## 2. Objetivo del Documento

La Asociación de Empresas de Mantenimiento de Energías Renovables (AEMER)<sup>1</sup> ha detectado que en las guías de mejores prácticas de Operación y Mantenimiento (O&M) desarrollados por otros organismos e instituciones internacionales del sector Fotovoltaico (FV), no se contemplan todos las actividades de inspección, supervisión y apoyo en campo, o no se hacen puntualizaciones técnicas para la mejora de los servicios. Este es un tema clave para determinar la seguridad laboral, el estado de las plantas y poder determinar posibles fallos imprevistos, así como asignar responsabilidades entre los diferentes intervinientes.

Comúnmente los contratos de O&M incluyen alguna cláusula o inciso donde se indica de forma general que la empresa operadora y mantenedora deberá ejecutar todas las tareas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo necesarias para preservar y asegurar el buen funcionamiento de los equipos, sistemas e instalaciones que configuran la Instalación, y muy particularmente las incluidas en el Plan de Operación y Mantenimiento, pero por lo general los manuales y planes de O&M no especifican ampliamente todas las tareas de supervisión. El tema adquiere especial relevancia en los cambios contractuales de mantenimiento, que incluyen el cumplimiento de disponibilidades mínimas o las garantías en caso de reparaciones/sustituciones.

En esta línea y de acuerdo a la dilatada experiencia de nuestros socios **se recomienda estipular e integrar todas las actividades en los alcances de los manuales y planes de mantenimiento** para evitar malos entendidos, así como los trabajos extras que causan mayores gastos operativos en las empresas mantenedoras y que muchas veces no se ven remunerados por no estar cuantificado el alcance y la periodicidad.

Además al integrar estas actividades se elevan los niveles de calidad, se fortalece el desempeño técnico, mitigan los riesgos técnicos – económicos y se fomenta la seguridad laboral a lo largo de la vida útil de los activos.

Las aportaciones de AEMER se hacen a partir de los trabajos y publicaciones de **SolarPower Europe**<sup>2</sup>, principalmente del documento “Guía de Mejores Prácticas de Operación y Mantenimiento (O&M) de sistemas fotovoltaicos / Edición México, adaptación del documento “O&M best Practices Guidelines Version 2.0” desarrollado por SolarPower Europe y su grupo de trabajo de Operación y Mantenimiento<sup>3</sup>” y adaptado por **ASOLMEX**<sup>4</sup> específicamente al mercado mexicano, así como de la más recientes ediciones “Operation & Maintenance - Best Practices Guidelines / Version 3.0<sup>5</sup> y versión 4.0<sup>6</sup>” publicadas en diciembre de 2018 y diciembre de 2019 respectivamente por SolarPower Europe.



<sup>1</sup> <https://aemer.org/>

<sup>2</sup> <http://www.solarpowereurope.org/>

<sup>3</sup> <http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2018/09/Operaci%C3%B3n-y-Mantenimiento-SPE-and-ASOLMEX.pdf>

<sup>4</sup> <https://www.asolmex.org/es/>

<sup>5</sup> <http://www.solarpowereurope.org/om-best-practices-guidelines-3-0/>

<sup>6</sup> <https://www.solarpowereurope.org/om-best-practice-guidelines-version-4-0/>

## La limpieza de módulos en las nuevas plantas de autoconsumo y multimegavatio asegura el rendimiento a largo plazo.

Para certificar un rendimiento óptimo de su planta fotovoltaica, es imprescindible un buen mantenimiento, con visión a largo plazo, tras su instalación. Entre este tipo de servicios destaca: la monitorización remota de la operación de la planta mediante el centro de control 24 / 7, la optimización del rendimiento in-situ y el análisis de mejora (para la generación o la medición de imágenes térmicas/curvas I-V, también con drones).

Los paneles solares se encuentran constantemente sometidos a agentes externos. Por ello, tanto en proyectos de autoconsumo o en plantas de multimegavatio, la limpieza es esencial. La limpieza de módulos no solo se realiza para mantener las instalaciones en perfectas condiciones, sino para lograr que sean más rentables y presenten una mayor producción. De este modo, su rendimiento podría disminuir hasta un 15% según algunos estudios, dependiendo de la cantidad de suciedad acumulada en los módulos. Igualmente, la limpieza también implica la eliminación de los puntos calientes localizados (hot spots) que suelen afectar al módulo a lo largo de su vida útil. Los puntos calientes son áreas de temperatura elevada que afectan sólo una zona del panel solar y tienen como resultado una disminución localizada de la eficiencia, y por lo tanto, una menor potencia de salida y una aceleración de la degradación de los materiales en el área afectada por la elevada temperatura. Durante nuestra larga experiencia como ISP (Proveedor de servicios independiente) hemos estudiado un buen número de soluciones para llevar a cabo una óptima limpieza de módulos, tanto para instalaciones en suelo, como instalaciones en cubierta.

## Limpieza de módulos para instalaciones en suelo

Este método utiliza un tractor con un brazo articulado y un cepillo. Este proceso requiere lógicamente un número bajo de operarios por lo que se trata de un método muy rápido y eficaz que permite reducir el coste a gran escala en una planta multimegavatio. El tamaño del cepillo puede variar entre 1 y 4,25 metros aproximadamente. Según la necesidad de cada planta, se escogerá la opción más adecuada. Por otro lado, también existe la posibilidad de utilizar un tractor con brazo articulado y unos cepillos de nylon. A diferencia de los anteriores, están separados entre sí, y van rotando desde la parte superior del módulo hasta la inferior. Con la ayuda del riego, la suciedad se dispersa sobre la superficie del módulo. A pesar de la similitud con el proceso anteriormente descrito, este método es bastante más económico, pero en contrapartida el consumo de agua es más elevado.



## 3. Los elementos del mantenimiento fotovoltaico

En los documentos desarrollados por SolarPower Europe se abordan los roles y responsabilidades de las diferentes entidades involucradas en la O&M, como son el gestor de activos, el proveedor de servicios de operaciones y el proveedor de mantenimiento. Ofrecen una descripción general de los términos técnicos y contractuales.

Como se ha mencionado anteriormente, este documento es un trabajo complementario, por ello no se tratarán nuevamente los puntos ya desarrollados, solo se enumeran los principales elementos abordados previamente con la finalidad de tener una visión general de los temas y poner en perspectiva las aportaciones de este documento.

### Mantenimiento:

- Personal y formación
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento extraordinario
- Servicios adicionales

### Operación:

- Cumplimiento con el código de red para conectar/operar en la red.
- Gestión documental
- Control y monitorización del rendimiento de la planta
- Análisis y mejora del rendimiento
- Optimización de O&M
- Mantenimiento predictivo
- Control de la planta eléctrica
- Pronóstico de generación de energía
- Gestión de cambios
- Seguridad de la planta eléctrica
- Reportes y gestión técnica de activos

### Gestión Técnica de los Activos:

- Generación de reportes
- Cumplimiento normativo
- Gestión de garantías
- Reclamo de seguros
- Gestión de contratos
- Gestión de stock de repuestos

### Indicadores clave de desempeño:

- Disponibilidad
- KPIs de la planta FV
- Rendimiento de referencia
- Rendimiento específico
- Índice de rendimiento (Performance Ratio)
- Índice de rendimiento con corrección de temperatura
- Rendimiento esperado
- Índice de rendimiento energético
- Tiempo de actividad
- KPIs del contratista de O&M
- Tiempo de confirmación
- Tiempo de intervención
- Tiempo de respuesta
- Tiempo de resolución
- Generación de reportes

### Marco Contractual:

- Alcance del contrato de O&M
- Tarifa del contrato de O&M
- Garantías contractuales
- Garantía de disponibilidad
- Garantía de tiempo de respuesta
- Esquemas de bonificación y penalización por incumplimiento
- Estándares del servicio



## Somos especialistas en seguros para el sector de energías renovables.

Nuestro equipo de profesionales está especializado en el asesoramiento y gerencia de los riesgos relacionados con el sector de energías renovables.

Sabemos que no tienen las mismas necesidades los propietarios, ingenierías, mantenedores, montadores, reparadores, empresas auxiliares ... y en general cada responsable del sector de energías renovables, es por eso que en Campos&Rial Correduría de Seguros, confeccionamos programas de seguros adaptados a las necesidades de cada cliente.

[www.camposyrial.com](http://www.camposyrial.com) | 986 22 55 13 | [gonzalo.cambron@camposyrial.com](mailto:gonzalo.cambron@camposyrial.com)

