

# REQUISITOS DE MEDIDA Y CALIBRACIÓN EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

*IEC 61724-2: Part 2- Capacity evaluation method*  
*IEC 61724-3: Part 3 - Energy evaluation method*

José Pedro Silva Montero

## DESCRIPCIÓN

- La Norma IEC 61724-1 (*photovoltaic system performance – Part 1*) se complementa con dos especificaciones técnicas (*Technical specification, TS*), de carácter no necesariamente obligatorio:
  - IEC 61724-2 TS: Photovoltaic system performance Part 2: Capacity evaluation method.
  - IEC 61724-3 TS: Photovoltaic system performance Part 3: Energy evaluation method.

Estas especificaciones técnicas **contemplan dos escenarios diferentes** para realizar la evaluación de un sistema fotovoltaico, que están descritos típicamente como una evaluación de la **potencia entregada** en condiciones de referencia, al inicio de su operación, o una evaluación de la **energía producida**, en un plazo típico de un año, contemplando la variabilidad de condiciones climáticas y operativas.

## IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method

Esta especificación técnica describe un método para determinar la potencia final (***power output***) de una instalación fotovoltaica. Utiliza los parámetros de diseño de la planta para calcular un **factor de corrección**, con el objeto de comparar el *rendimiento medido* (***measured performance***) de la planta con el rendimiento objetivo (***target plant performance***) en condiciones de referencia.

Esto es, el rendimiento medido, ajustado con el factor de corrección, se compara con el rendimiento objetivo, para determinar si la planta opera por encima o por debajo de las predicciones, en condiciones de referencia.

# IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method

- Generalidades:

- Requiere que el sistema esté completamente disponible, por ejemplo, que la **potencia DC** de los *arrays* no esté limitada por la **potencia AC** del inversor (ref: IEC 63019 “Information model for availability of photovoltaic (PV) power systems”).
- El valor de irradiancia utilizado (directa o global) será el correspondiente al tipo de planta (módulo plano, concentración).
- El test está diseñado para aplicarse en el corto plazo (varios días soleados), comparando la potencia real producida por el sistema con la potencia esperada **para las condiciones climáticas observadas**, según los parámetros de diseño del sistema.
- Puede ser realizado en cualquier estación del año, aunque las desviaciones respecto de las condiciones de referencia pueden introducir incertidumbre adicional.
- Típicamente, se entiende que la planta será evaluada tras ser instalada, y su estado es de *planta limpia*.

## IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method

- La climatología estará caracterizada por:
    - La irradiancia en el plano de medida (**DNI** para concentración, etc.).
    - La temperatura ambiente.
    - La velocidad de viento.
  - La potencia final está caracterizada por:
    - La potencia real AC.
    - La potencia reactiva, o el factor de potencia.
    - El estado del inversor (MPP tracking ó limitado).
- Deben utilizarse varios sensores calibrados en diferentes puntos o momentos (medidas Clase A).
- Los datos afectados por situaciones de indisponibilidad de red, etc. deben ser eliminados del análisis.

## IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method

- El marco test está definido por:
  - La métrica que determina la potencia final del sistema.
  - Aspectos de diseño del sistema (elevación, azimuth, diseño del racking, etc.).
  - Los aspectos relacionados con la operación del sistema, como el tiempo, soiling, etc.
- Las condiciones de referencia (**TRC**) serán elegidas en función de:
  - La temperatura ambiente y velocidad de viento usuales en el emplazamiento.
  - La máxima irradiancia que no cause saturación del inversor.
  - La mínima temperatura esperada.
  - Las fuentes de datos de irradiancia, temperatura, velocidad de viento, etc. empleadas deben ser perfectamente definidas.

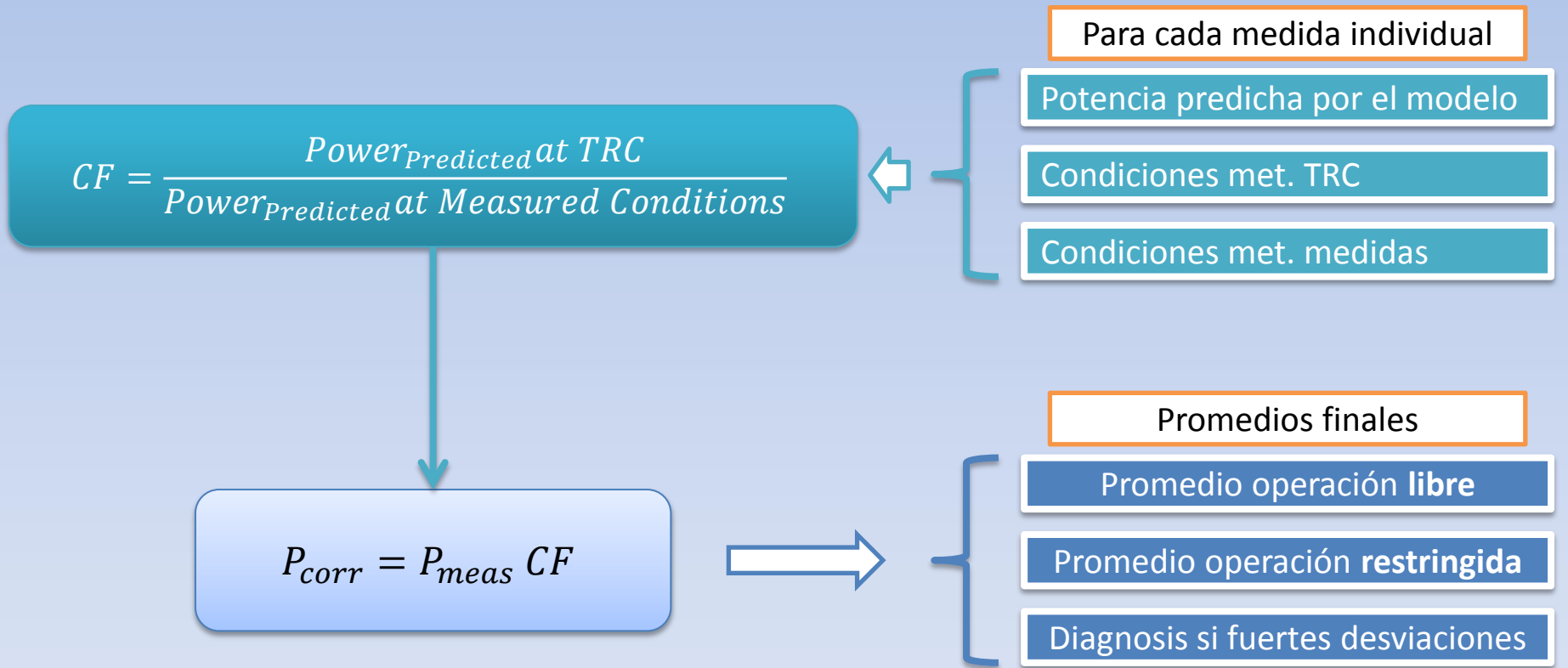
***La potencia final objetivo estará definida para las condiciones de referencia (TRC), para un modo de funcionamiento no restringido y para un modelo, acordado por todas las partes, que define su variación con la irradiancia, la temperatura y la velocidad de viento, según el diseño de la planta.***

## IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method

- Toma de datos:
  - Se medirán durante varios días la potencia final, la irradiancia, la temperatura, la velocidad de viento, el estado de limpieza de módulo y sensores, etc.
  - Se chequearán los datos, y se aplicarán y documentarán los tipos de filtros aplicados: rango, valores no disponibles o fallidos, tasa de variación excesiva y estado del inversor.
  - Aspectos de diseño del sistema (elevación, azimuth, diseño del racking, etc.).
  - Se utilizará la información generada por el inversor para localizar posibles situaciones de operación restringida.



# IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method





# IEC 61724-2 TS: Capacity evaluation method

## Cálculos comparativos

$$P_{corr} - Power_{Target}$$

Diferencia

$$\left[ P_{corr} - Power_{Target} \right] \cdot 100 / Power_{Target}$$

Diferencia porcentual

$$P_{corr} / Power_{Target}$$

Ratio (*Performance Index of power*)

$$P_{corr} \cdot 100 / Power_{Target}$$

Ratio (%)

## IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

Esta especificación técnica describe un método para **evaluar el rendimiento de un sistema fotovoltaico en todo el rango de condiciones de operación relevantes y durante un período de tiempo significativo**, generalmente un año, con el fin de evaluar las predicciones de producción de energía en el largo plazo.

Con este método se pretende incluir, no solamente una gran variedad de condiciones climáticas, sino un abanico de circunstancias que pueden redundar en el rendimiento de la instalación, como condicionantes de la red externa, circunstancias operacionales excepcionales, fallos de hardware, mantenimiento, degradación, etc. Se evaluará tanto el ***funcionamiento*** como el ***no funcionamiento***.

# IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

- Generalidades:

- El procedimiento debe ser utilizado para documentar el rendimiento a largo plazo, considerando todo el rango de condiciones de operación encontradas.
- Las predicciones de energía producida deben ser realizadas por un modelo del sistema fotovoltaico, que servirá de garantía o de base para la evaluación.
- El procedimiento evaluará la calidad del sistema FV desde el punto de vista de la instalación inicial, pero también de la operación y mantenimiento, asumiendo que el modelo es capaz de representar de modo preciso el rendimiento del sistema.
- Se comparará la energía producida, medida, con la energía esperable del sistema FV. Sin embargo, el procedimiento no prescribe ningún modelo o método para evaluar la producción, sino que queda a elección o acuerdo del usuario.
- El procedimiento está diseñado para sistemas conectados a red, que incluyan al menos un inversor y el hardware asociado.
- El test tiene por principal finalidad facilitar la documentación para una garantía de rendimiento del sistema.

# IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

- Generalidades:

- El procedimiento debe ser utilizado para documentar el rendimiento a largo plazo, considerando todo el rango de condiciones de operación encontradas.
- Las predicciones de energía producida deben ser realizadas por un modelo del sistema fotovoltaico, que servirá de garantía o de base para la evaluación.
- El procedimiento evaluará la calidad del sistema FV desde el punto de vista de la instalación inicial, pero también de la operación y mantenimiento, asumiendo que el modelo es capaz de representar de modo preciso el rendimiento del sistema.
- Se comparará la energía producida, medida, con la energía esperable del sistema FV. Sin embargo, el procedimiento no prescribe ningún modelo o método para evaluar la producción, sino que queda a elección o acuerdo del usuario.
- El procedimiento está diseñado para sistemas conectados a red, que incluyan al menos un inversor y el hardware asociado.
- El test tiene por principal finalidad facilitar la documentación para una garantía de rendimiento del sistema.

## IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

- Generalidades:

- El menor nivel al que debe ser aplicado el procedimiento es el mínimo sector capaz de entregar potencia AC a la red, de modo independiente.
- El inicio del ensayo debe ser acordado por todos los agentes, teniendo en cuenta el tiempo estimado por el fabricante para alcanzar el rendimiento esperado.
- La métrica para evaluar el rendimiento del sistema debe ser aplicada únicamente a períodos de funcionamiento del inversor y resto de componentes. La no disponibilidad será cuantificada como tal, con su propia métrica.

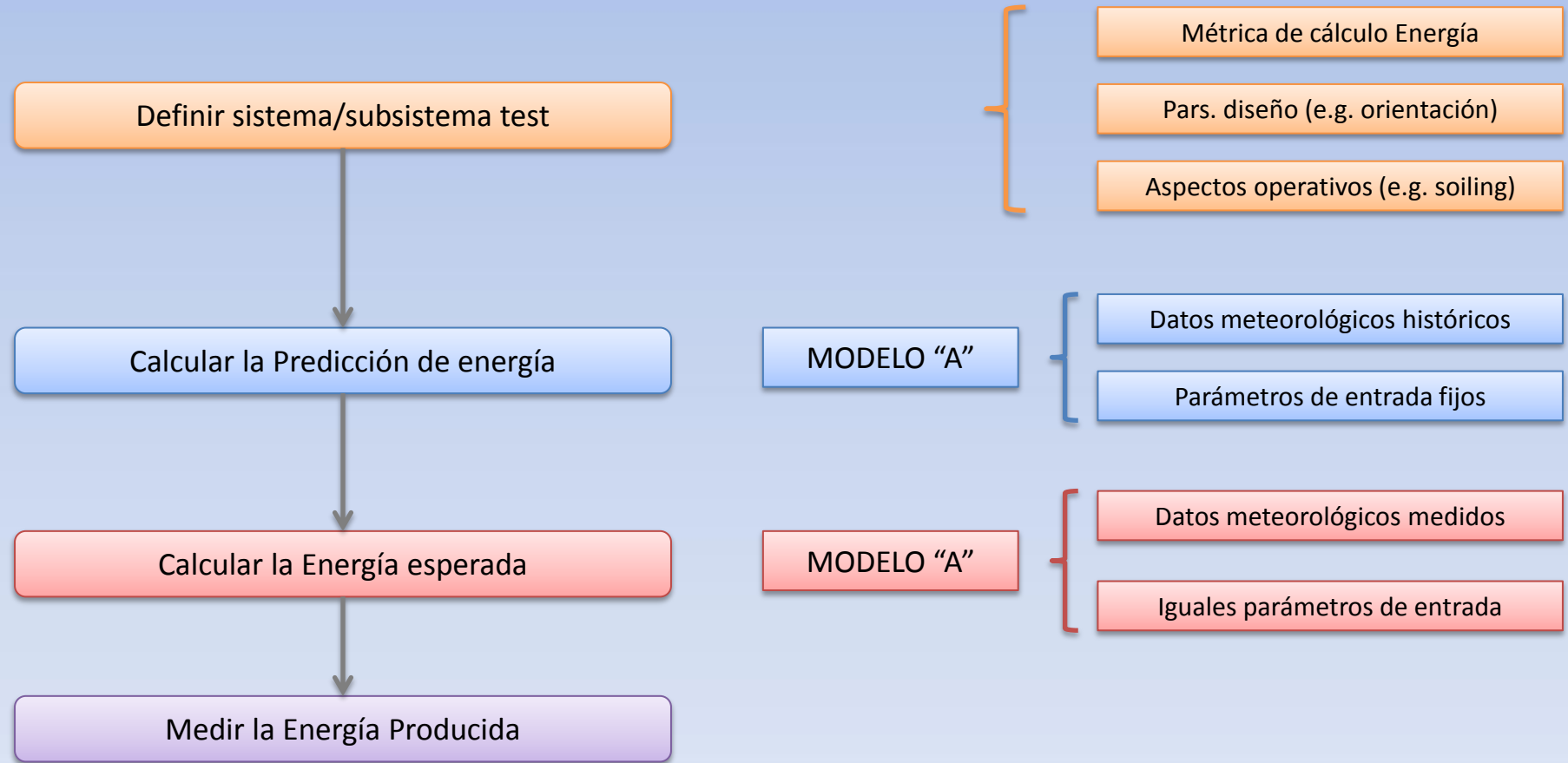
## IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

- El marco test está definido por (variables externas al sistema):
  - La irradiancia horizontal global (midiendo además directa y difusa).
  - La temperatura ambiente.
  - La velocidad de viento.
  - Lluvia o ensuciamiento, si el acuerdo asume un sistema limpio.
- La respuesta del sistema estará caracterizada por:
  - La potencia real AC vertida a la red.
  - La potencia aparente o el factor de potencia.

Los equipos de medida deben cumplir con las especificaciones exigidas a instalaciones de Clase A en IEC 61724-1.

Debe asegurarse que el modelo para calcular la *predicción de energía* (“**predicted energy**”, basada en datos climatológicos históricos, e.g. una estación próxima), sea el mismo que el modelo para calcular la *energía esperada* (“**expected energy**”, basada en datos climáticos del emplazamiento durante el período considerado).

# IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method



# IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

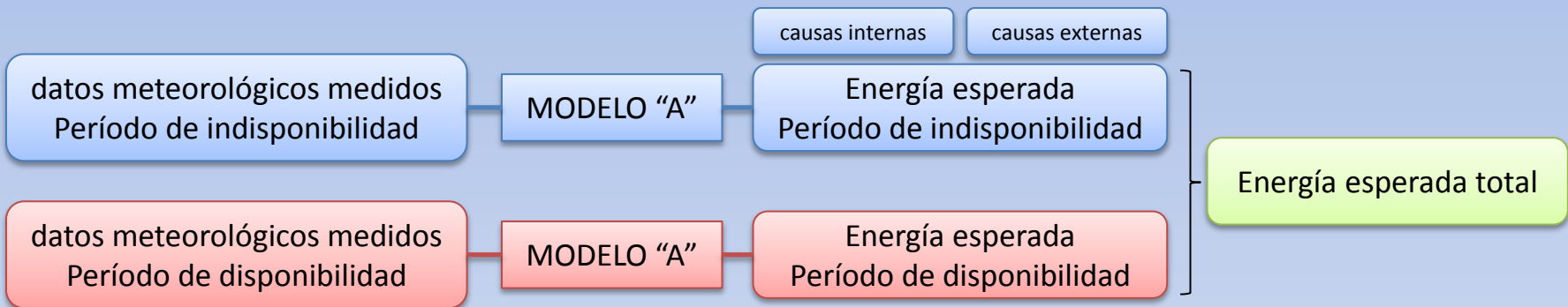
- Notas:
  - Deben identificarse los sensores primarios para irradiancia, temperatura, viento, medidas eléctricas, utilizables si ofrecen buenos datos.
  - Si se da el fallo de un sensor, puede sustituirse por uno secundario o valor promedio de otros (previamente documentado).
  - Si la limpieza forma parte de la calidad del sistema (e.g. Clase A), se considerarán los inputs necesarios (e.g. periodicidad, lluvias) para el modelo de soiling. De lo contrario, se contabilizarán las pérdidas por soiling, añadiéndolas a la producción de energía, a efectos de comparación con la energía esperada.
  - El modelo de predicción de energía debe estar documentado, con referencias disponibles.
  - Si se prevén períodos de indisponibilidad de la red, debe tenerse en cuenta en los cálculos de predicción de energía (“**predicted energy**”) y energía esperada (“**expected energy**”).
  - El sistema debe estar detalladamente descrito en el estudio de predicción de energía, o en otro documento referenciado.
  - El análisis de incertidumbre en la **energía medida** debe seguir las indicaciones de la **ISO GUM**, y contener tanto la componente sistemática (*bias*, desviación) como la aleatoria (*precision*, precisión).



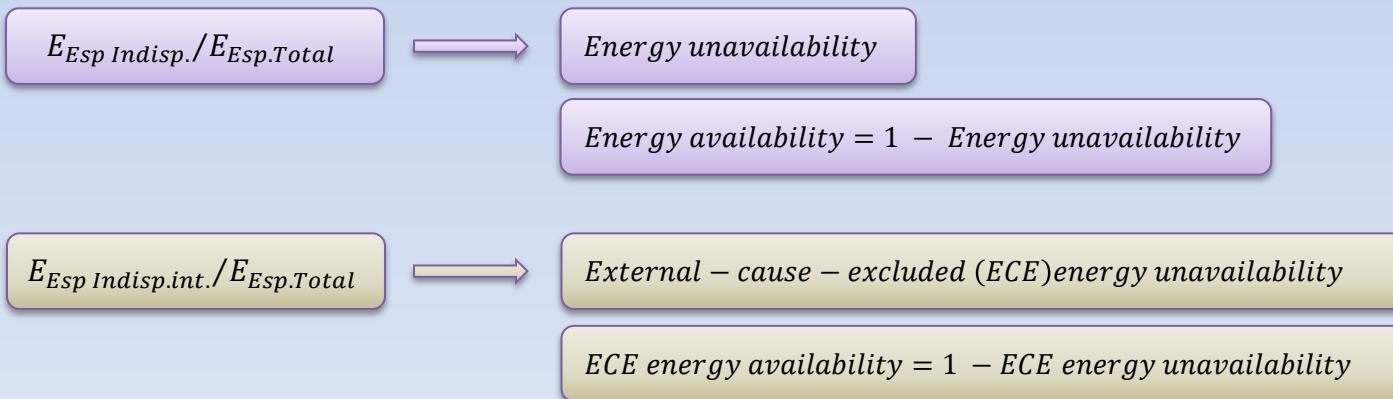
# IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

- Recomendaciones:
  - Utilizar sensores de irradiancia de **alta calidad** (clase A, según ISO 9060: 2018).
  - Utilizar **varios sensores** para documentar la variabilidad de un parámetro.
  - Establecer **controles diarios**, para detectar y corregir fallos o desviaciones (procedimientos arruinados).
  - **Comparar** con datos similares o históricos.
  - Tratar los datos perdidos o no válidos **según procedimientos acordados previamente**.
  - Se debe agregar la energía esperada ("**expected energy**") asociada a los **períodos de indisponibilidad** (ver el *status flag* del inversor).
  - Los métodos de filtrado de datos (rango, datos perdidos, valores "estancados", cambios abruptos) deben estar documentados previamente al ensayo.
  - Los datos deben ser clasificados según la **disponibilidad** o **indisponibilidad** del inversor.
  - Los **tiempos de indisponibilidad** pueden ser clasificados en **causas internas** o **externas** al sistema.
  - Como control final, simular el modelo de planta con los datos meteorológicos y comparar potencias medidas y esperadas.

# IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method



Disponibilidad:



## IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

All-in energy performance index



$$(E_{Medida}) / (E_{Esperada Total})$$

Refleja la **fracción de energía eléctrica generada**, comparada con la **energía total** esperada por el modelo, con los mismos datos meteorológicos medidos.

In-service energy performance index



$$(E_{Medida}) / (E_{Esperada Disponibilidad})$$

Refleja la **fracción de energía eléctrica generada**, comparada con la **energía** esperada por el modelo **durante el período de disponibilidad del sistema**, con los mismos datos meteorológicos medidos.

## IEC 61724-3 TS: Energy evaluation method

Factor de capacidad

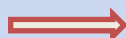


$$(E_{out}/P_0)/(24 * days)$$

Refleja la **fracción de energía eléctrica generada**, comparada con la que hubiese generado operando siempre a su potencia nominal AC.

POTENCIA NOMINAL AC (AC rating): según IEC 61724-1, el menor valor entre la suma DC de los arrays y la capacidad AC de los inversores.

Performance Ratio



$$(E_{out}/P_0)/(H_i/G_{i,ref})$$

Refleja la **energía eléctrica generada**, relativa a la cantidad de irradiación recibida y a su potencia nominal DC (DC rating).

***Gracias por su atención***