Renewables

Mapa de pérdidas: ¿Dónde está el Norte?

Jueves 11 de marzo de 2021 | 16:00 – 17:00

AEE Asociación Empresarial Eólica | Eventos Reserva en tu agenda

Sumario

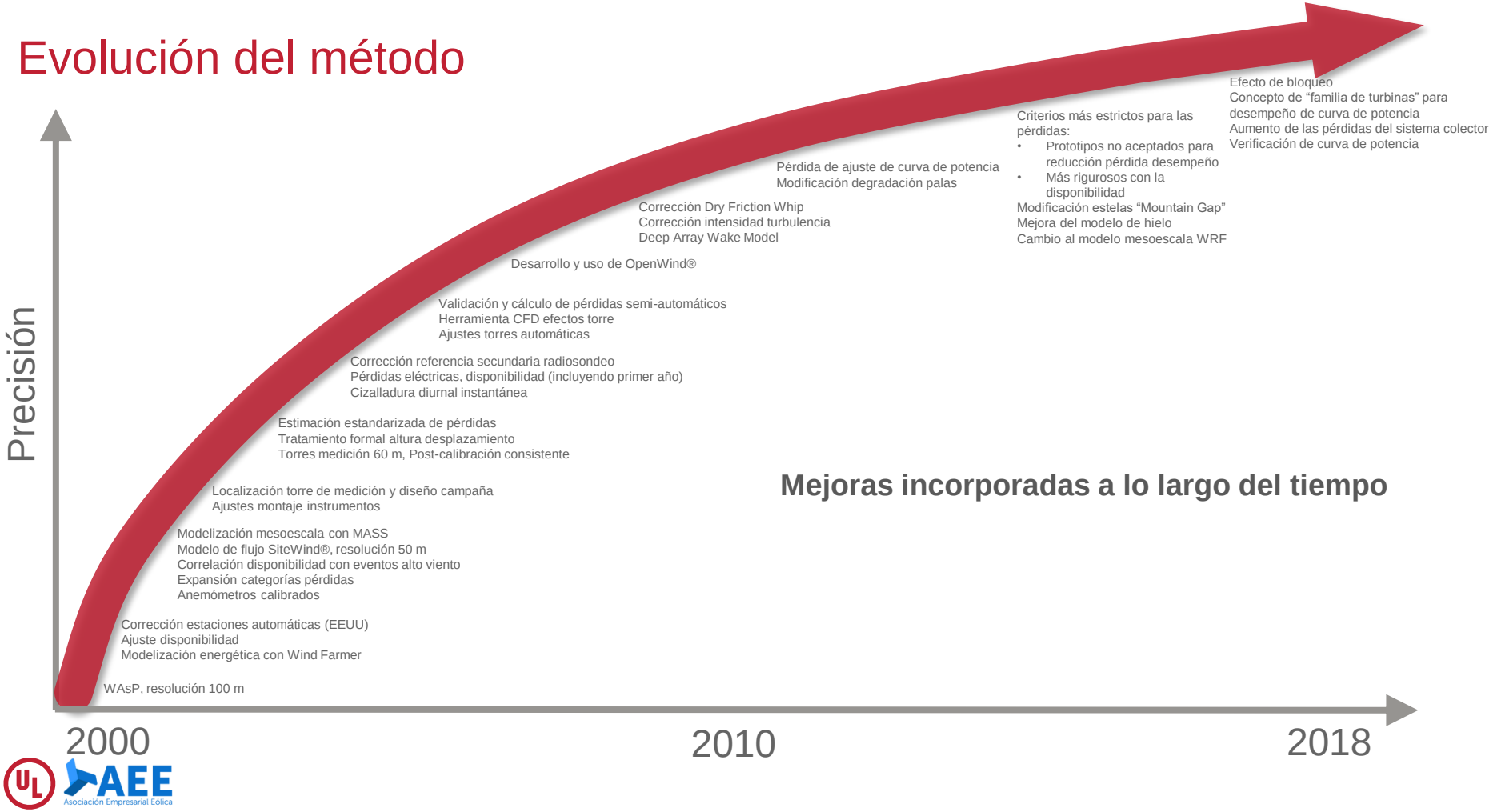
I. Evolución del método de estimación de la producción de energía. Estudios retrospectivos.
II. Energía bruta y pérdidas en estudios preconstructivos y operacionales.
III. Resultados del último ejercicio retrospectivo.
IV. Conclusiones.

Estudios pre-constructivos y operacionales

Un estudio **preconstructivo** es una evaluación energética de un proyecto de parque eólico basado en datos existentes antes de su construcción. Normalmente serán torres meteorológicas, pero también instrumentos de medición remota (sodar, lidar) o la producción real de plantas cercanas.

En un estudio **operacional** se estima la energía que va a producir el parque a lo largo de su vida útil, a partir de los datos de producción y operación de la planta desde su instalación.

Evolución del método



AEE
Asociación Empresarial Eólica

Evolución del método

Mejoras incorporadas a lo largo del tiempo

Pérdidas e incertidumbres calibradas con estudios retrospectivos o de *backcast*

AEE
Asociación Empresarial Eólica

Evolución de los estudios *backcast* de UL

2008

11 parques
- Todos en EEUU

2012

24 parques
- Todos en EEUU

2017

61 parques
- 43 en EEUU
- 18 en Francia

Año	2008	2012	2017
Promedio PR*	90%	96.4%	98.6%

*El *production ratio* (PR) se define como el cociente entre la energía estimada en el estudio operacional y la del preconstructivo. Valores inferiores al 100% indican que la planta produce por debajo de lo esperado.

UL AEE Asociación Empresarial Eólica

El resumen ejecutivo

	Preconstructivo	Operacional
Producción anual bruta		
Pérdidas		
Producción anual neta		
Incertidumbre		

El resumen ejecutivo

	Preconstructivo	Operacional
Producción anual bruta		
Pérdidas		
Producción anual neta		
Incertidumbre		

El resumen ejecutivo

	Preconstructivo	Operacional
Producción anual bruta		
Pérdidas		
Producción anual neta		
Incertidumbre		

El resumen ejecutivo

	Preconstructivo	Operacional
Producción anual bruta		
Pérdidas		
Producción anual neta		
Incertidumbre		

El resumen ejecutivo

	Preconstructivo	Operacional
Producción anual bruta***		
Pérdidas		
Producción anual neta		
Incertidumbre		

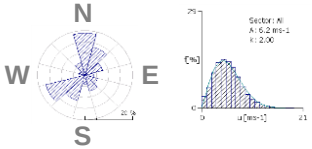
El resumen ejecutivo

	Preconstructivo	Operacional
Producción anual bruta***		
Pérdidas***		
Producción anual neta		
Incertidumbre		

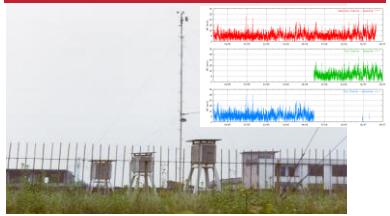
Etapas de un estudio preconstructivo

Campaña medición

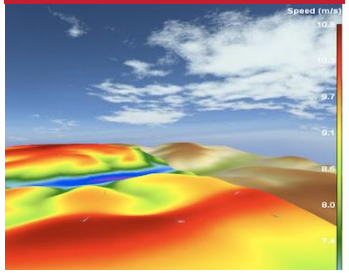
Evaluación datos



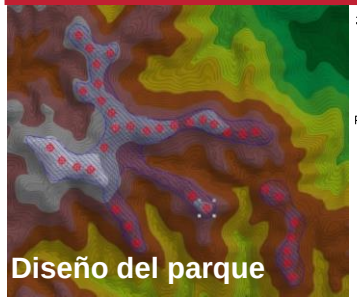
Correlación de largo plazo (MCP)

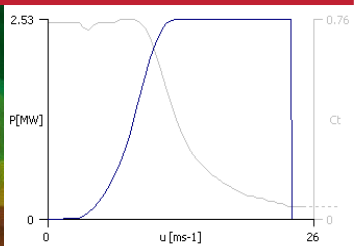


Modelización del flujo de viento



Cálculo energía bruta





Datos Técnicos

Pérdidas

- Estelas
- Disponibilidad
- Eléctricas
- Desempeño
- Ambientales
- Curtailment

Energía neta (P50)

Estudio operacional

- Partimos de la producción real medida en los aerogeneradores y en el contador.
- A partir de estos datos, podemos estimar directa o indirectamente el valor de algunas pérdidas.
- Para la estimación de otras pérdidas, necesitaríamos conocer al menos la velocidad del viento incidente en cada aerogenerador. Por este motivo, en la mayoría de los casos su extracción es tremendamente complicada (estelas, pérdidas por desempeño).
- La energía bruta en un estudio operacional considera únicamente aquellas pérdidas que pueden ser evaluadas.
- El desconocimiento del valor de algunas pérdidas no impide hacer una estimación rigurosa de la producción a largo plazo bajo unas hipótesis razonables.

UL AEE Asociación Empresarial Eólica

Pérdidas estudio preconstructivo

Efectos de Aerogeneradores sobre el Flujo (Estelas y Bloqueo)
Efectos de Estela Internos y Efecto Bloqueo del Proyecto
Efectos de Estela por Proyectos Existentes o Planeados

Disponibilidad
Disponibilidad Contractual de los Aerogeneradores
Disponibilidad no Contractual de los Aerogeneradores
Correlación de Disponibilidad a Largo Plazo con Episodios de Vientos Fuertes
Disponibilidad de Evacuación y Subestación
Disponibilidad de la Red Eléctrica
Reconexión del Parque después de Cortes de la Red

Eléctricas
Eficiencia Eléctrica
Consumo Energético del Paquete para Climas Extremos

Rendimiento de los Aerogeneradores
Operación Sub-Óptima
Ajuste de la Curva de Potencia
Histéresis de Control en Vientos Fuertes
Flujo Inclinado

Ambientales
Hielo
Degradación de palas
Parada de Aerogeneradores por Altas / Bajas Temperaturas
Acceso al Emplazamiento
Rayos en tormentas

Estrategias de Control del Parque
Control Direccional del Parque
Control del Parque por Restricciones en Energía Exportable
Control del Parque por Motivos Ambientales
Estrategias Operativas

Pérdidas estudio operacional

- Eficiencia eléctrica
- Degradación de palas
- Disponibilidad

Eficiencia eléctrica

Efectos de Aerogeneradores sobre el Flujo (Estelas y Bloqueo)
Efectos de Estela Internos y Efecto Bloqueo del Proyecto
Efectos de Estela por Proyectos Existentes o Planeados

Disponibilidad
Disponibilidad Contractual de los Aerogeneradores
Disponibilidad no Contractual de los Aerogeneradores
Correlación de Disponibilidad a Largo Plazo con Episodios de Vientos Fuertes
Disponibilidad de Evacuación y Subestación
Disponibilidad de la Red Eléctrica
Reconexión del Parque después de Cortes de la Red

Eléctricas
Eficiencia Eléctrica
Consumo Energético del Paquete para Climas Extremos

Rendimiento de los Aerogeneradores
Operación Sub-Óptima
Ajuste de la Curva de Potencia
Histéresis de Control en Vientos Fuertes
Flujo Inclinado

Ambientales
Hielo
Degradación de palas
Parada de Aerogeneradores por Altas / Bajas Temperaturas
Acceso al Emplazamiento
Rayos en tormentas

Estrategias de Control del Parque
Control Direccional del Parque
Control del Parque por Restricciones en Energía Exportable
Control del Parque por Motivos Ambientales
Estrategias Operativas

Las **pérdidas eléctricas** contemplan los mismos conceptos en estudios preconstructivos y operacionales y por tanto son **iguales**

Degradación de palas

Efectos de Aerogeneradores sobre el Flujo (Estelas y Bloqueo)
Efectos de Estela Internos y Efecto Bloqueo del Proyecto
Efectos de Estela por Proyectos Existentes o Planeados

Disponibilidad
Disponibilidad Contractual de los Aerogeneradores
Disponibilidad no Contractual de los Aerogeneradores
Correlación de Disponibilidad a Largo Plazo con Episodios de Vientos Fuertes
Disponibilidad de Evacuación y Subestación
Disponibilidad de la Red Eléctrica
Reconexión del Parque después de Cortes de la Red

Eléctricas
Eficiencia Eléctrica
Consumo Energético del Paquete para Climas Extremos

Rendimiento de los Aerogeneradores
Operación Sub-Óptima
Ajuste de la Curva de Potencia
Histéresis de Control en Vientos Fuertes
Flujo Inclinado

Ambientales
Hielo
Degradación de palas
Parada de Aerogeneradores por Altas / Bajas Temperaturas
Acceso al Emplazamiento
Rayos en tormentas

Estrategias de Control del Parque
Control Direccional del Parque
Control del Parque por Restricciones en Energía Exportable
Control del Parque por Motivos Ambientales
Estrategias Operativas

La pérdida por **degradación de palas** de un estudio operacional es **inferior**, porque estima la degradación **adicional** en el resto de vida útil del parque.

¿Qué es la disponibilidad?

“Capacidad de que algo o alguien esté cuando se le necesita”

Dos visiones diferentes para la disponibilidad en eólica:

1) **Operativa** o “real”=> fracción de un periodo determinado en el cual la máquina está produciendo.

2) **Técnica** o “contractual” => fracción de un periodo determinado en el cual la máquina está operando de acuerdo a las especificaciones.

Disponibilidad operativa IEC 61400-26-1/2/3

La disponibilidad depende de su definición, qué consideramos disponible/indisponible/excluido del cálculo.

Para ello se categorizan los diferentes estatus operativos de la turbina en niveles.

Cada registro SCADA puede clasificarse como perteneciente a un estado operativo de un determinado nivel.

Definición de disponibilidad:

$$disponibilidad =$$

$$1 - indisponibilidad =$$

$$\frac{reg\ disponibles}{reg\ disponibles + reg\ indisponibles}$$

Information categories				
Mandatory Level 1	Mandatory Level 2	Mandatory Level 3	Mandatory Level 4	Mandatory Priority
INFORMATION AVAILABLE (IA)	OPERATIVE (IAO)	GENERATING (IAOG)	FULL PERFORMANCE (IAOGFP)	1
			PARTIAL PERFORMANCE (IAOGPP)	2
		NON-GENERATING (IAONG)	TECHNICAL STANDBY (IAONGTS)	3
			OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION (IAONGEN)	4
			REQUESTED SHUTDOWN (IAONGRS)	5
			OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION (IAONGEL)	6
	NON-OPERATIVE (IANO)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)		7
		PLANNED CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)		8
		FORCED OUTAGE (IANOFO)		9
		SUSPENDED (IANOS)		10
	FORCE MAJEURE (IAFM)			11
INFORMATION UNAVAILABLE (IU)				12

UL AEE Asociación Empresarial Eólica

Disponibilidad

Efectos de Aerogeneradores sobre el Flujo (Estelas y Bloqueo)
Efectos de Estela Internos y Efecto Bloqueo del Proyecto
Efectos de Estela por Proyectos Existentes o Planeados

Disponibilidad
Disponibilidad Contractual de los Aerogeneradores
Disponibilidad no Contractual de los Aerogeneradores
Correlación de Disponibilidad a Largo Plazo con Episodios de Vientos Fuertes
Disponibilidad de Evacuación y Subestación
Disponibilidad de la Red Eléctrica
Reconexión del Parque después de Cortes de la Red

Eléctricas
Eficiencia Eléctrica
Consumo Energético del Paquete para Climas Extremos

Rendimiento de los Aerogeneradores
Operación Sub-Óptima
Ajuste de la Curva de Potencia
Histéresis de Control en Vientos Fuertes
Flujo Inclinado

Ambientales
Hielo
Degradación de palas
Parada de Aerogeneradores por Altas / Bajas Temperaturas
Acceso al Emplazamiento
Rayos en tormentas

Estrategias de Control del Parque
Control Direccional del Parque
Control del Parque por Restricciones en Energía Exportable
Control del Parque por Motivos Ambientales
Estrategias Operativas

Disponibilidad

Efectos de Aerogeneradores sobre el Flujo (Estelas y Bloqueo)
Efectos de Estela Internos y Efecto Bloqueo del Proyecto
Efectos de Estela por Proyectos Existentes o Planeados

Disponibilidad
Disponibilidad Contractual de los Aerogeneradores
Disponibilidad no Contractual de los Aerogeneradores
Correlación de Disponibilidad a Largo Plazo con Episodios de Vientos Fuertes
Disponibilidad de Evacuación y Subestación
Disponibilidad de la Red Eléctrica
Reconexión del Parque después de Cortes de la Red

Eléctricas
Eficiencia Eléctrica
Consumo Energético del Paquete para Climas Extremos

Rendimiento de los Aerogeneradores
Operación Sub-Óptima
Ajuste de la Curva de Potencia
Histéresis de Control en Vientos Fuertes
Flujo Inclinado

Ambientales
Hielo
Degradación de palas
Parada de Aerogeneradores por Altas / Bajas Temperaturas
Acceso al Emplazamiento
Rayos en tormentas

Estrategias de Control del Parque
Control Direccional del Parque
Control del Parque por Restricciones en Energía Exportable
Control del Parque por Motivos Ambientales
Estrategias Operativas

La **disponibilidad** operativa es mucho más amplia que la disponibilidad considerada en el estudio preconstructivo y por tanto la pérdida es **mayor**.

Sumario de pérdidas preconstructivo/operacional

Efectos de Aerogeneradores sobre el Flujo (Estelas y Bloqueo)
Efectos de Estela Internos y Efecto Bloqueo del Proyecto
Efectos de Estela por Proyectos Existentes o Planeados

Disponibilidad
Disponibilidad Contractual de los Aerogeneradores
Disponibilidad no Contractual de los Aerogeneradores
Correlación de Disponibilidad a Largo Plazo con Episodios de Vientos Fuertes
Disponibilidad de Evacuación y Subestación
Disponibilidad de la Red Eléctrica
Reconexión del Parque después de Cortes de la Red

Eléctricas
Eficiencia Eléctrica
Consumo Energético del Paquete para Climas Extremos

Rendimiento de los Aerogeneradores
Operación Sub-Óptima
Ajuste de la Curva de Potencia
Histéresis de Control en Vientos Fuertes
Flujo Inclinado

Ambientales
Hielo
Degradación de palas
Parada de Aerogeneradores por Altas / Bajas Temperaturas
Acceso al Emplazamiento
Rayos en tormentas

Estrategias de Control del Parque
Control Direccional del Parque
Control del Parque por Restricciones en Energía Exportable
Control del Parque por Motivos Ambientales
Estrategias Operativas

- Eficiencia eléctrica
- Degradación de palas
- Disponibilidad
- “Pérdidas” integradas en la energía bruta

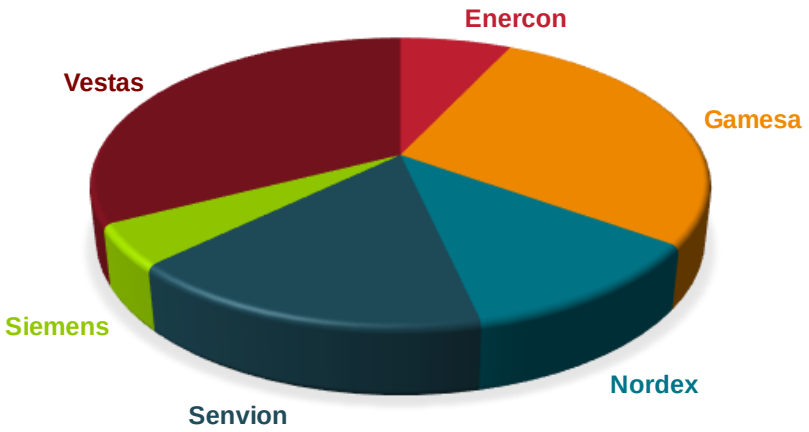
Pero ¿dónde está el Norte?

UL and the UL logo are trademarks of UL LLC © 2018. Proprietary & Confidential.

Ejercicio 2020 – Verificación método 2018

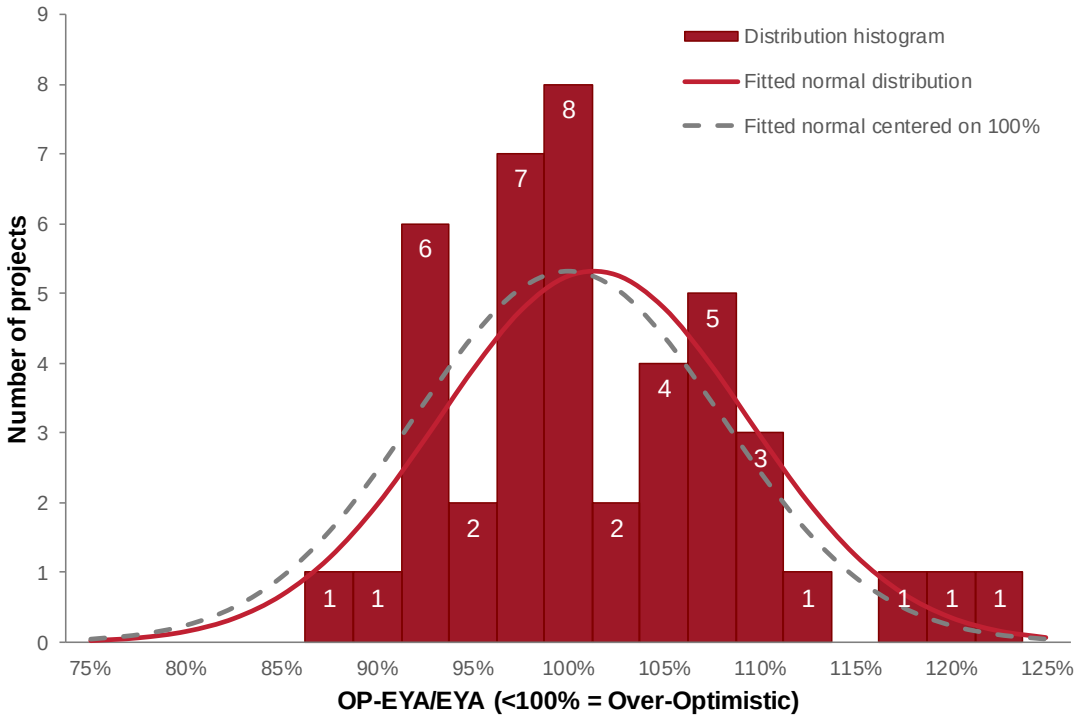
Número de plantas: 43
Suma de años de operación: 93

Parámetro	Rango	Mediana
Meses de operación por planta	12 – 63	25.9
Potencia instalada (MW)	4.8 – 58.0	15.6
Número de aerogeneradores	3 – 29	7
Potencia nominal turbina (MW)	0.8 – 3.3	2.1



Resultados de la comparación 2020

Parámetro	PR
Promedio	101.3%
Mediana	99.7%
Desviación estándar	8.0%



Conclusiones

- Los estudios retrospectivos permiten verificar y ajustar las estimaciones de pérdidas de los estudios preconstructivos, sin perjuicio de otras mejoras en el método.
- Aunque en algún caso tengan denominaciones coincidentes, las pérdidas pueden tener diferentes significados en ambos estudios:
  - Eléctricas: PRE = OPER
  - Degradación de palas: PRE > OPER
  - Disponibilidad
    - Técnica: La relación dependerá de su definición
    - Operacional: PRE < OPER
- Energía bruta: Normalmente PRE > OPER, si la disponibilidad es operacional. Salvo problemas en la operación.
- **ENERGÍA NETA: PRE=OPER**

Muchas gracias por su atención

¿PREGUNTAS?

Santi Parés
santiago.pares@ul.com
+34 935 248 667

José Vidal
jose.vidal@ul.com
+34 935 248 671

Empowering Trust™

UL and the UL logo are trademarks of UL LLC © 2020.