



Experiencias Reales en Revamping, reutilización de componentes aerogeneradores y su impacto en la vida de los componentes estructurales.

Asier Olcoz, Lifetime Extension Global Leader Senior
Project Engineer manager, Asset Advisory
Octubre 2025



Agenda

- ¿Cuándo hacer un estudio de extensión de vida?
- ¿Cómo se calcula la vida útil remanente?
- Introducción: casos objeto de estudio
- Casos real
- Conclusiones

¿Cuándo se hace un estudio de extensión de vida?

M&A*



38%

Diseño de estrategias operativas



25%

Análisis de valor de activos



12%

Diseño de planes de envejecimiento



17%

Normativa regulatoria



8%

*Mergers and acquisitions

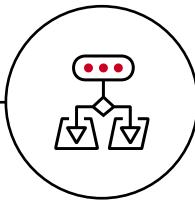
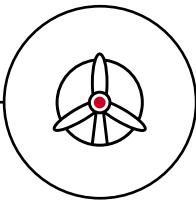
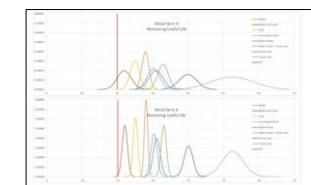
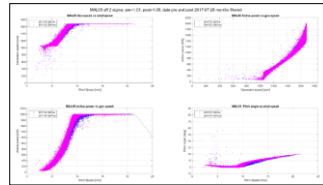
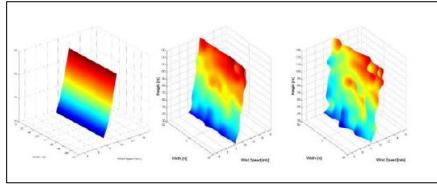
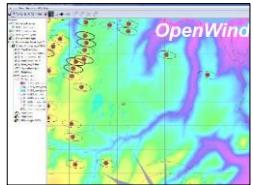
- **M&A** – Reducción de riesgos en operación de compra-venta con una valoración precisa de vida remanente y producción
- **Análisis de valor de activos**– Revalorización de activos
- **Normativa** – Para cumplir con los requisitos legales locales

+37 GW +19000 WTG

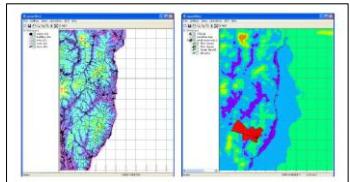


- **Diseño de estrategias operativas**– Nuevas estrategias de operación para cumplir un objetivo optimizando la producción
- **Diseño de planes de envejecimiento**– Como parte de los protocolos ESG

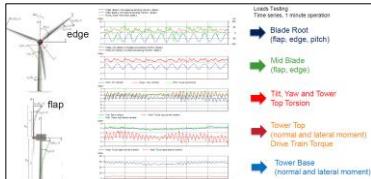
¿Como se calcula la vida útil remanente?



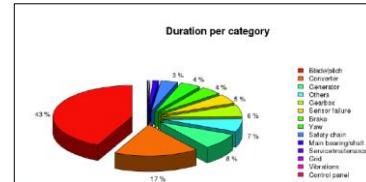
Modelo del emplazamiento
->Topografía, disposición del parque, complejidad del terreno, rugosidad...
->Evaluación del recurso por posición de máquina



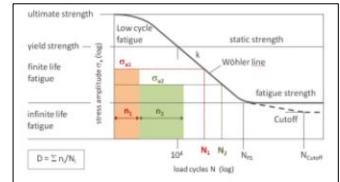
Modelo aeroelastico independiente
Para calcular las cargas de fatiga de diseño y de emplazamiento



Características de operación
SCADA y modos de operación (paradas, disponibilidad, recambio de componentes, curvas por ruido, parada por aves.)



Comparación de cargas y cálculo de vida remanente
Cálculo de la vida útil remanente (RUL)



RUL: Remaining Useful Life

Introducción: casos de estudio

Objetivo de la presentación:

Explorar cómo la reutilización de componentes y las intervenciones de revamping pueden extender la vida útil de los aerogeneradores y mejorar su rendimiento.

Temas clave:

- Instalación de dispositivos complementarios (add-ons) para optimizar la aerodinámica.
- Reemplazo de palas por otras de mayor tamaño (revamping).
- Reinstalación de aerogeneradores usados en nuevos emplazamientos.

Enfoque técnico:

Basado en datos reales de operación y simulaciones estructurales con modelos aero-élasticos.
Evaluación técnica del impacto en vida útil y producción energética.

Beneficio global:

Maximizar el retorno de inversión en infraestructuras existentes y contribuir a la sostenibilidad del sector eólico.

Instalación de dispositivos complementarios (add-ons)

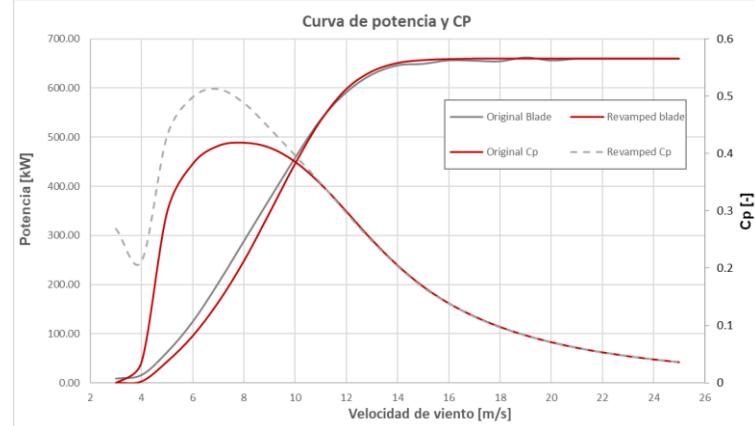
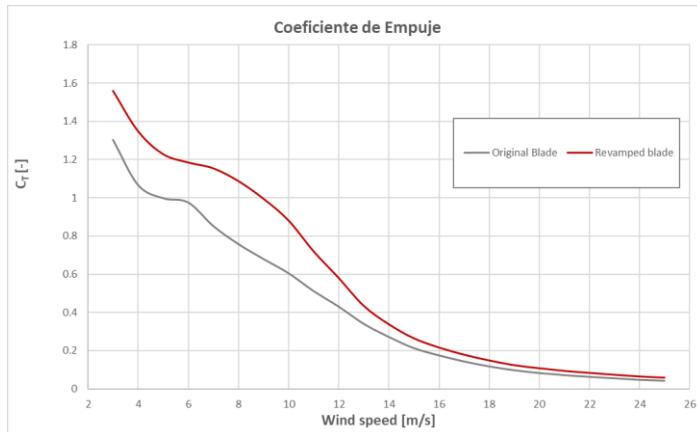
- En este estudio se evaluó el impacto en vida de la instalación de Vortex Generators y Gourney Flap.
 - Situación inicial:
 - Puesta en marcha 2013
 - Parque eólico: 6x2MW, Rotor 80m
 - Revamping: instalación Vortex Generators y Gourney Flaps
 - Análisis
 - Evaluación del recurso eólico
 - Modelos aero-élasticos de los perfiles aerodinámicos de las palas (con y sin add-ons)
 - Evaluación de la vida útil remanente

	Raíz pala, composite	Raíz pala, unión atornillada	Buje	Unión Eje- Buje	Eje lento	Bastidor, fundición	Bastidor, soldadura	Unión Bastidor- Torre	Torre superior	Torre inferior
Sin Add-ons	38,4	29,0	34,4	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0
Con Add-ons	35,5	28,3	32,8	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0
LIF (%)	-0,2	-0,1	-0,1	1,0	1,2	0,7	0,7	0,8	0,8	2,5

LIF: Load increase factor, factor de Incremento de carga

Reemplazo de palas por otras de mayor tamaño (revamping).

- En este estudio se evaluó el impacto en vida y energía al reemplazar el rotor del aerogenerador
 - Situación inicial:
 - Puesta en marcha 2002
 - Parque eólico: 51*0,66MW, Rotor 47m
 - Revamping: instalación de palas de 49m de rotor
 - Análisis
 - Evaluación del recurso eólico
 - Modelos aero-élasticos de los perfiles aerodinámicos de las palas originales y nuevas
 - Evaluación de la vida útil remanente y de energía



Reemplazo de palas por otras de mayor tamaño (revamping).

Parámetro	Unidades	Cert. Aerogenerador	Cert. Palas	Emplazamiento
Densidad Aire	kg/m ³	1,225	1,225	1,131
Coeficiente perfil vertical (Shear)	-	0,2	0,2	0,09
Angulo inclinación	deg	8	8	0,4
Velocidad Viento	m/s	10	10	6,27
Intensidad de turbulencia a 15 m/s	%	17,97	18,0	15,27

	Energía [GWh]	Diametro	Area barrido
Original	70,8	47	1734,9
Palas nuevas	76,4	49	1885,7
Diferencia[%]	7,8%	4,3%	8,7%

	Raíz pala, composite	Raíz pala, unión atornillada	Buje	Unión Eje- Buje	Eje lento	Bastidor, fundición	Bastidor, soldadura	Unión Bastidor- Torre	Torre superior	Torre inferior
Vida útil	>40,0	37,9	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0

Reinstalación de aerogeneradores usados en nuevos emplazamientos (Repowering)

- En este estudio se evaluó la vida útil en un nuevo emplazamiento para aerogeneradores usados
 - Situación inicial:
 - Puesta en marcha original 2007
 - Parque eólico: 3x2,5MW, Rotor: 90m
 - Repowering: 17 años operando en un emplazamiento previo, objetivo de 20 años en el nuevo emplazamiento
 - Análisis
 - Evaluación del recurso eólico en ambos emplazamientos
 - Modelo aero-elástico del aerogenerador
 - Evaluación de la vida consumida en el emplazamiento original y calculo de vida en el nuevo emplazamiento
 - Estrategia de remplazado de componentes: rodamientos principales y de palas así como las uniones atornilladas

Parámetro	Unidades	Certificación	Emplazamiento original	Nuevo emplazamiento
Densidad Aire	kg/m ³	1.225	1,218	1,211
Coeficiente perfil vertical (Shear)	-	0,2	0,2	0,26
Angulo inclinación	deg	8	-0,28	-0,02
Velocidad Viento	m/s	8,5	6,79	5,91
Intensidad de turbulencia a 15 m/s	%	18	12,37	16,23
Disponibilidad	%	100	93,5	90,2

	Raíz pala, composite	Raíz pala, unión atornillada	Buje	Unión Eje- Buje	Eje lento	Bastidor, fundición	Bastidor, soldadura	Unión Bastidor- Torre	Torre superior	Torre inferior
Vida útil	23,0	31,0	22,7	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0	>40,0

Conclusiones

- **La extensión de vida útil y el revamping son herramientas clave** para maximizar el retorno de inversión y reducir riesgos en la operación de parques eólicos.
- **La reutilización de componentes y la optimización aerodinámica** permiten mejorar el rendimiento sin comprometer la integridad estructural.
- **Los modelos aero-elásticos y el análisis de cargas** son herramientas de utilidad para evaluar la vida remanente y garantizar la seguridad.
- **El repowering y la reinstalación de aerogeneradores usados** son estrategias viables para prolongar la vida de activos y reducir la huella ambiental.
- **Las soluciones de revamping y reutilización contribuyen a la sostenibilidad**, reduciendo la necesidad de fabricar nuevos equipos y minimizando la huella de carbono.

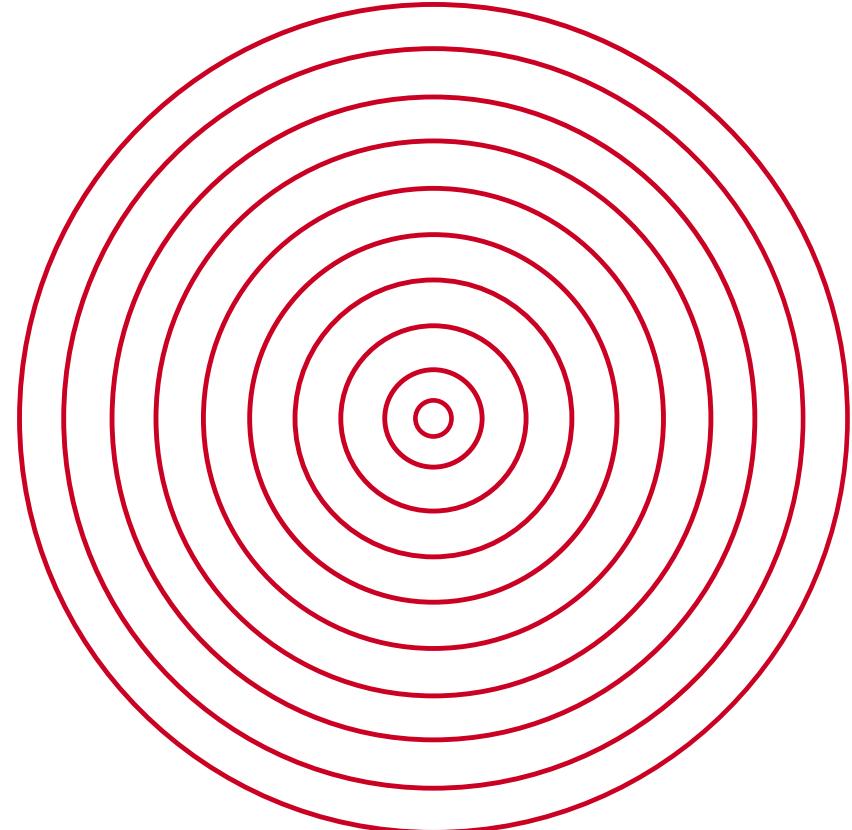
¿Preguntas?

Asier Olcoz

Lifetime Extension Global Leader - Project manager, Asset Advisory

Email: Asier.Olcoz@UL.com

UL.com/Solutions





Muchas gracias

UL.com/Solutions

Safety. Science. Transformation.[™]