



# Diez años de extensión de vida en España

**Evolución, aprendizajes y perspectivas a futuro**

Jose Javier Ripa  
4 Octubre 2022

**Safety. Science. Transformation.™**

UL LLC © 2022. All rights reserved.



# UL apoya a sus clientes en renovables mediante soluciones digitales, consultoría, y servicios acreditados.

## Software y Datos

Windographer, Openwind,  
Windnavigator, HOMER,  
RAMP, datos, mapas



## Consultoría

Estudios Recurso, Due Diligence,  
Evaluación Performance,  
Hibridación, Extensión Vida



## Ensayos y Certificaciones

Curva de Potencia, Cargas  
Mecánicas, Ensayos Eléctricos,  
Certificación turbinas y componentes





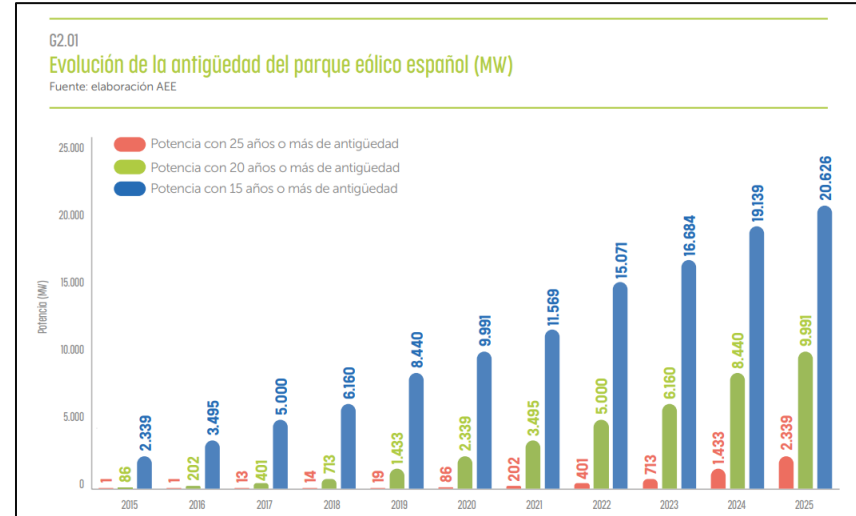
# Diez años de extensión de vida (LTE) en España.

## 2013: el comienzo de la hibernación del negocio eólico

El nuevo marco regulatorio desincentivó completamente el desarrollo de nuevas instalaciones durante 5 años. La **extensión de vida** fue abrazada como una de las pocas palancas para **aliviar financieramente los activos**.

## 2022: 5GW de Potencia con 20 años o más de antigüedad.

Tras 10 años experimentando que **la extensión de vida es posible**, los propietarios la han asumido en sus carteras de forma masiva, los operadores se han adaptado a las condiciones operativas de flotas con mas de 20 años, y los desarrolladores, consideran, de forma generalizada, vidas extendidas en sus modelos de negocio.



- ¿Cómo ha evolucionado la forma de abordar la LTE?
- ¿Qué hemos aprendido?
- ¿Cómo va a evolucionar a futuro?
- ¿Son realistas los planes de negocio?



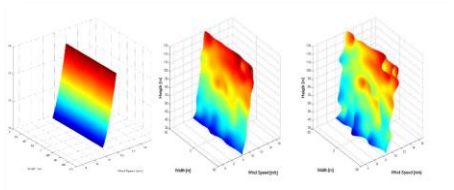
# Las dudas de los primeros años

- Dudas sobre la obligatoriedad de recertificar los activos.
- Dudas sobre la normativa a aplicar (IEC61400-28, DNVGL, UL)
- Dudas de las administraciones “competentes” sobre si era un asunto susceptible de regulación; y de serlo, como llevarlo a cabo.

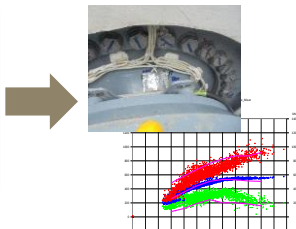


➞ ... y, ¿que se hizo?

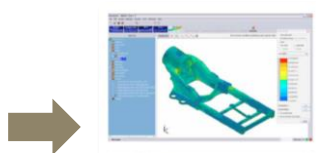
**Determinación de Vida Remanente: modelos probabilísticos** utilizando modelos aeroelásticos independientes, (calibrados con campañas de ensayo) combinado con inspecciones. Estos reportes, se han venido utilizando por las empresas para consumo interno (como salvaguarda, justificación técnica y base para elaborar los programas de inspección) así como para procesos de compraventa de activos en operación.



Determinación semilla de viento



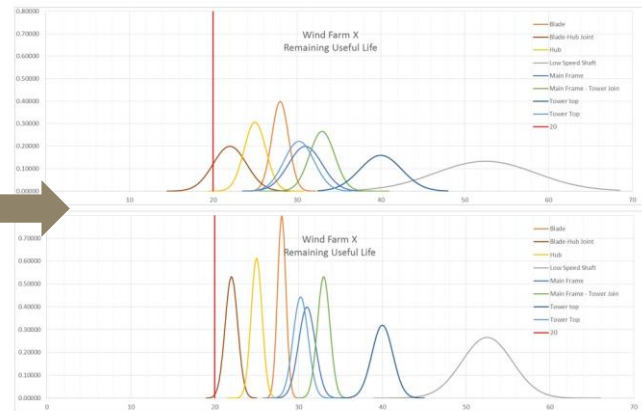
Calibración modelos



Simulación Cargas /  
Determinación RUL



Inspecciones

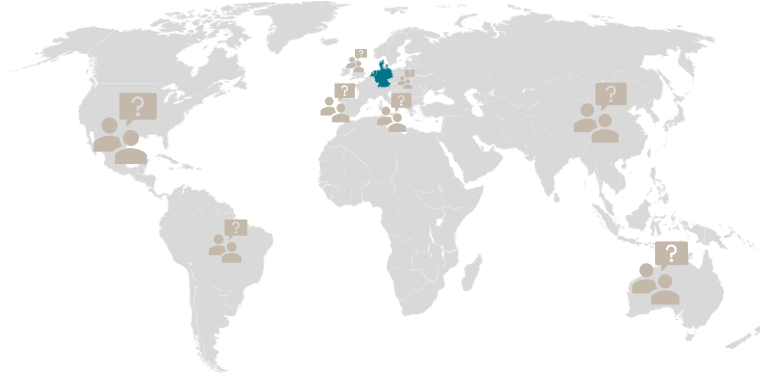


Modelos probabilísticos



# ¿Por qué no se “recertificaron” los parques en España?

- Las certificaciones tipo aplican a un modelo de máquina, su **diseño y proceso de fabricación**, no a un activo concreto.
- Las certificaciones **cubren una envolvente** de condiciones de viento y operativas bajo las cuales la máquina en cuestión es apta (clases IEC). Actualmente esa envolvente es sistemáticamente sobrepasada y la validez de la máquina para un parque se certifica mediante un SSDA (Site Specific Design Assessment).
- En España las certificaciones tienen únicamente una **utilidad comercial**: exponer la verificación, por parte de un tercero acreditado, de que el diseño y la fabricación cumplen con la normativa. En otros países (como Alemania o Dinamarca), es un requisito obligatorio para el permitting, y por ello han establecido **regulaciones formales legales** que exigen aportar evidencias del estado de los activos cuya vida se pretende alargar



Las administraciones en España (fundamentalmente CCAA) se inhibieron (excepto en Canarias) y decidieron que no tenían competencias, ni medios; ni había una regulación establecida internacionalmente (IEC61400-28 es todavía un draft) para poder regular la extensión de vida.



La vida de los activos en España se ha podido extender sin ningún tipo de limitación o verificación independiente.



# ¿Qué riesgos asumen las empresas con la extensión de vida?

## IEC61400-1:2019 (Anexo K)

A target value for the nominal failure probability for structural design for extreme and fatigue failure modes for a reference period of one year is

$$P_F^{\dagger} = 5 \times 10^{-4} \quad (\text{K.2})$$

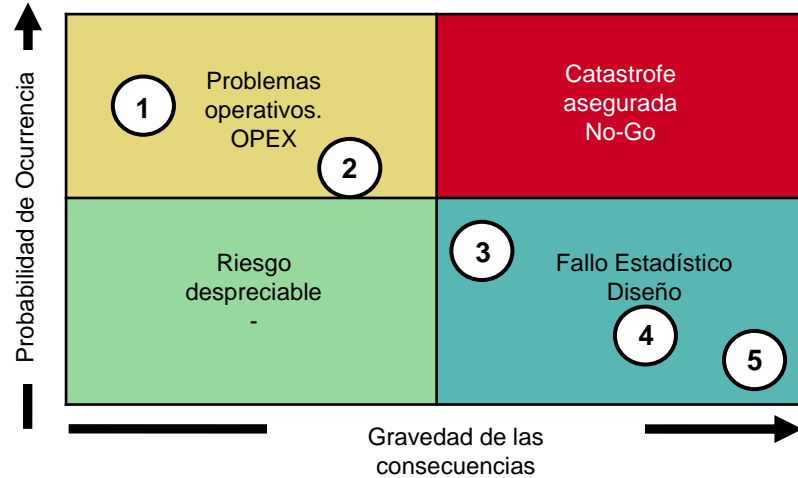
The corresponding target value for the reliability index is  $\beta^{\dagger} = 3,3$ . Application of this target value assumes that the risk to human lives is negligible in case of failure of a structural element, see [5]. The target reliability level is assumed to correspond to component class 2.

- a) component class 1: used for "fail-safe" structural components whose failure does not result in the failure of a major part of a wind turbine, for example replaceable bearings with monitoring;
- b) component class 2: used for "safe-life" structural components whose failures may lead to the failure of a major part of a wind turbine;
- c) component class 3: used for "safe-life" mechanical components that link actuators and brakes to main structural components for the purpose of implementing non-redundant wind turbine protection functions. Regarding blocking devices, see 7.4.9.

Partial safety factors for consequences of failure:

- component class 1:  $\gamma_n = 0,9$ ;
- component class 2:  $\gamma_n = 1,0$ ;
- component class 3:  $\gamma_n = 1,2$ .

La probabilidad de fallo del diseño estructural para un periodo de un año para componente de clase 2 es de  $5 \times 10^{-4}$



- Seguridad terceros (vidas humanas)
- Seguridad trabajadores (accidentes laborales)
- Riesgos económicos (incremento costes)
- Reputación (impacto empresarial)



1. Fallo componente clase 1



2. Fallo componente clase 3



3. Colapso WT



2. Colapso Puente



1. Accidente nuclear



# ¿Cuánto se va a poder estirar la vida de los activos en España?

- Ausencia de marco regulatorio / restricciones.
- La responsabilidad recae en la empresas como parte de su modelo de negocio.

¿Pueden asumir los propietarios operar con probabilidades de colapso de  $1 \cdot 10^{-3}$ ? ...  
¿y de  $1 \cdot 10^{-2}$ ? ... ¿Dónde está el límite?



Modelos  
Probabilísticos

## Responsabilidad Corporativa: Protocolos de Extensión de Vida



- El **protocolo debe definir unos límites** que sirvan para regular la operación extendida. Estos límites definirán decisiones clave como:
- Qué **frecuencia de inspecciones** (y de qué tipología) implementar
  - Qué **correctivos** han de aprovisionarse
  - Cuándo se debe **parar la operación** de forma provisional / definitiva.



# ¿Qué son los protocolos corporativos de extensión de vida?



**Estrategia Comunicación:**  
Staff O&M, training, reputación, subcontratas, branding.



**Aplicabilidad:** A qué activos aplica, desde cuándo.



**Objetivo:** extender los activos de forma segura hasta el año X, optimizar costes operativos, maximizar ingresos, reforzar marca, etc.



**Seguimiento:** periodicidad inspecciones,



**Límites:** establecimiento límites carga, fatiga, rangos operativos, tiempos



**Plan Actuación:** cumplimiento esquemas certificación, determinación RUL, alcance inspecciones, cuándo, cómo.



**Determinación RUL:** Simulación cargas y fatiga, no-estructurales, inspecciones, gestión datos, proyección OPEX.



**Estándares aplicables:** IEC61400-28, ANSI-UL4143, DNVGL-ST-263, ad-hoc



# Protocolo Corporativo: ¿Qué recomienda UL?

1

**Análisis estructural probabilístico (con incertidumbres)** de vida remanente mediante modelizado de cargas por turbina y componente, incluyendo cimentaciones.

- **Análisis resultados / Fijar límites y plan de actuación para cada PE.**
- **Documentación resultados por PE.**

Entre 1 y 3 años antes de EOL

3

**Plan de Seguimiento** para asegurar un control responsable de todos los activos durante su vida extendida.

- Programa inspecciones y preventivos.
- Reanálisis vida remanente y chequeo límites
- Gestión documental y Plan de comunicación

De acuerdo a las frecuencias definidas en el Protocolo

2

**Inspección 100% activos previa al EOL** dependiendo de los resultados del análisis estructural.

- **Alcance (componentes)**
- **Tipo de inspección (visual, pala interna/externa, ultrasonidos, etc).**
- **Documentación resultados por PE.**

1 año antes de EOL

4

**Desmantelamiento (o repotenciación)** de acuerdo a las condiciones establecidas en el protocolo corporativo.

- Ejecución de la obra
- Restitución terrenos
- Reciclaje componentes.

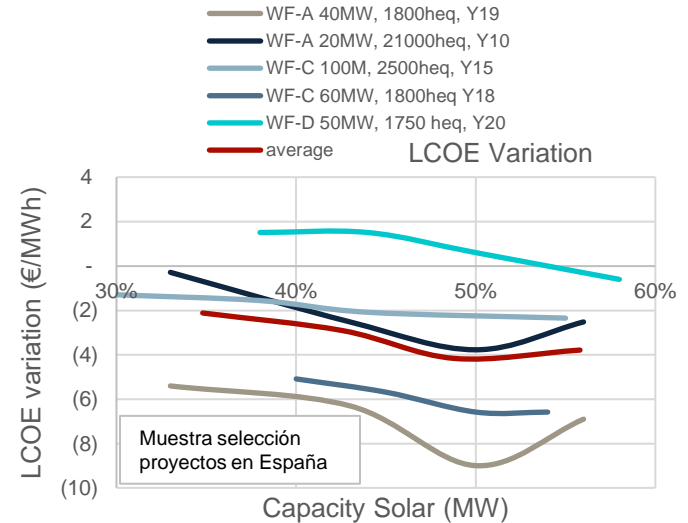
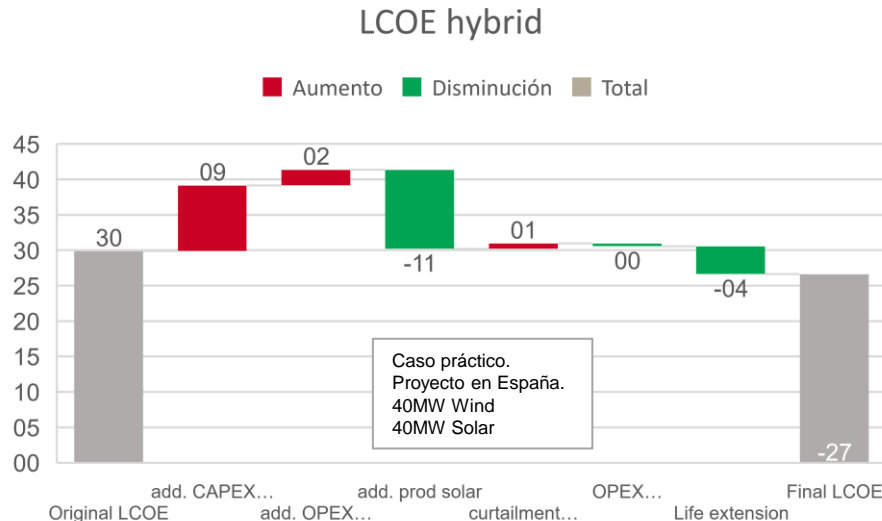
Una vez superados los límites establecidos en el protocolo.





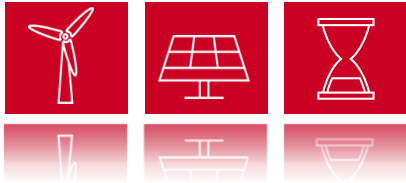
# El futuro: ¿Cómo conjugar extensión de vida con hibridación?

- Hibridación y extensión de vida van de la mano:
  - La **vida remanente** de los activos es un input crítico en el **modelo de negocio de la planta híbrida**.
  - Los **solapes** (potencia producible superior a la evacuable) generan oportunidades de **reducción de daño** en las turbinas que ha de ser gestionado mediante **estrategias operativas optimizadas para hibridación + extensión de vida**. Esto generalmente puede traducirse en reducción de OPEX.
- Se pueden lograr LCOEs de planta híbrida significativamente inferiores, en general a los de la planta eólica original, con un **diseño óptimo de la ratio de cada tecnología**.



# Soluciones UL para la extensión de vida en España

- Evaluación de recurso híbrido y condiciones de operación.
- Simulación de cargas / daño equivalente
- Determinación vida remanente
- Certificación.
- Due diligence y análisis de riesgos, tecnología y contratos.
- Seguimiento de la operación
- Soporte protocolos extensión vida





Gracias

[josejavier.ripa@ul.com](mailto:josejavier.ripa@ul.com)