



JORNADA ANÁLISIS OPERATIVO DE PARQUES EÓLICOS

ENERGYLOOP

Innovación y tecnología para el reciclaje de palas de aerogeneradores

El reto del reciclaje de las palas de aerogenerador

Iván Botamino
FCC Ámbito

Octubre de 2023

Quienes somos



FCC Ámbito es la filial de **FCC Servicios Medio Ambiente** especializada en la gestión integral de residuos industriales, comerciales, recuperación de subproductos y descontaminación de suelos. Algunas cifras del **grupo FCC** son:

- 120 años en prestación de servicios.
- 60.000 personas empleadas.
- 770 instalaciones operativas de gestión de residuos, de las que 200 son complejos ambientales.
- 39 centros de tratamiento en España y Portugal con 67 líneas de proceso.
- 60 millones de personas en 5.200 municipios de todo el mundo.
- 24 millones de toneladas de residuos gestionadas en 2021.
- 4 millones de toneladas de materias primas secundarias y combustible derivado de residuos.
- 11 proyectos de valorización energética con 3,2 millones de toneladas anuales.<



El **Grupo Iberdrola**, es hoy una de las mayores empresas eléctricas del mundo y un referente en energías renovables. Cuenta con **Perseo Iberdrola Ventures**, creada en 2008 para la innovación a través start-ups y nuevos modelos de negocio. Algunas de sus cifras son:

- 170 años de experiencia.
- 40.000 personas empleadas en España, Reino Unido, Estados Unidos, México y Brasil.
- 100 millones de personas a las que suministra electricidad.
- 100 M€ invertidos por Perseo en los últimos 15 años.
- 300 empresas analizadas a través de Perseo cada año y más de 25 pruebas reales al año de tecnologías.
- 38.000 MW instalados en el primer trimestre de 2022, líder mundial en capacidad renovable instalada.
- 95 GW de capacidad renovables esperados para 2030, triplicando su capacidad renovable como fue anunciado en el último plan estratégico.

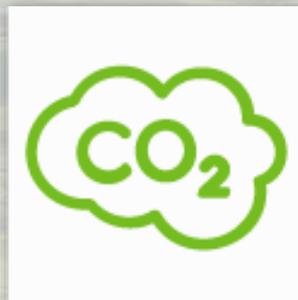
Actividad

ENERGYLOOP se creó para dar respuesta a los retos de la industria de energía eólica **impulsando la economía circular**. El objetivo final es la recuperación de los componentes de las palas de aerogeneradores para su reutilización en sectores como el energético, aeroespacial, automovilístico, textil, cerámico, químico o de la construcción.

Modelo de gestión óptimo para las palas de aerogeneradores basado en la innovación



Reducir la huella ambiental de la energía eólica



Generación de empleo verde y de calidad



Potenciar la Economía circular. Simbiosis industrial



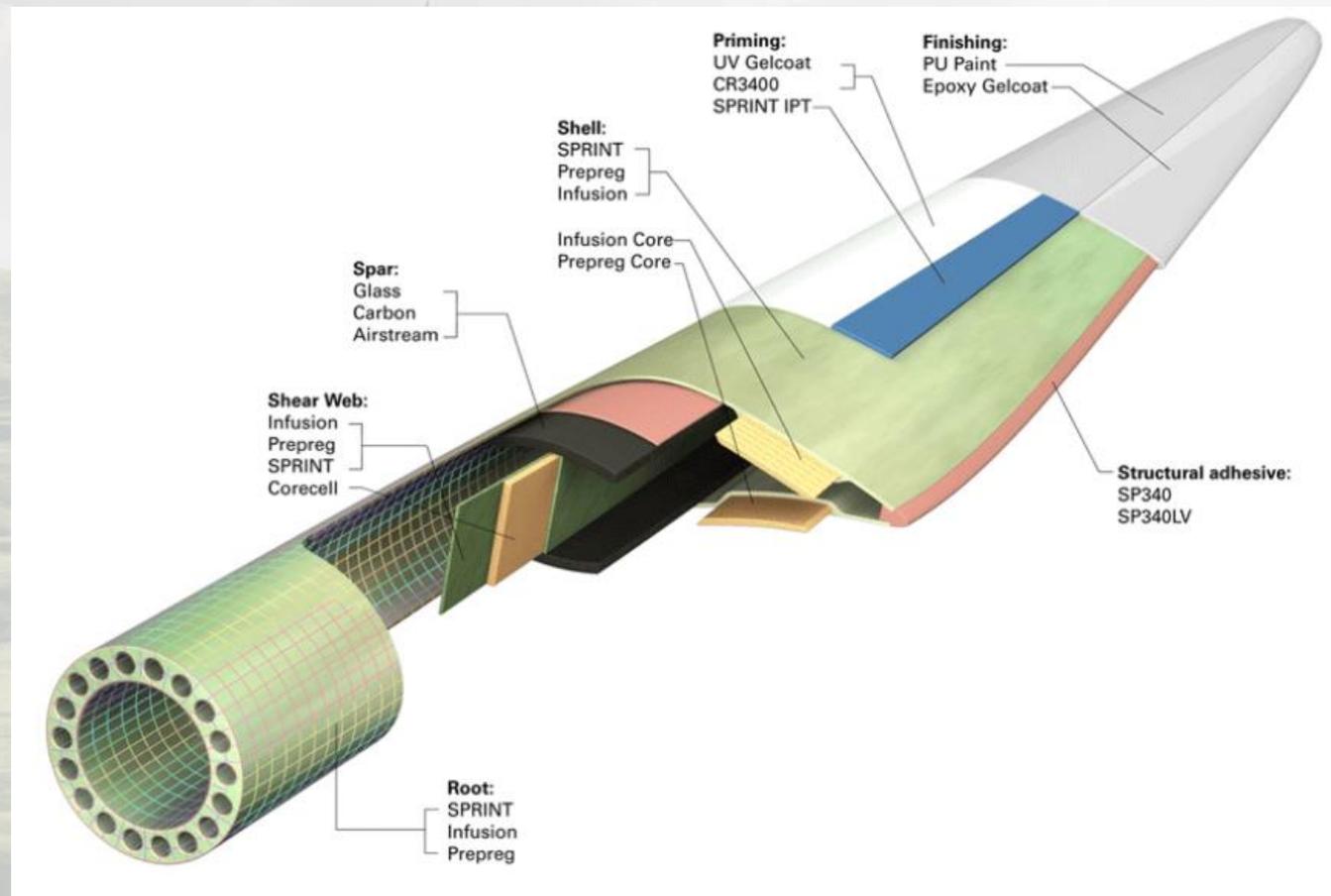
Pala de aerogenerador: Una estructura compleja



FIBRA DE VIDRIO



FIBRA DE CARBONO



ESTRUCTURA DE UNA PALA DE AEROGENERADOR (FUENTE: GURIT)



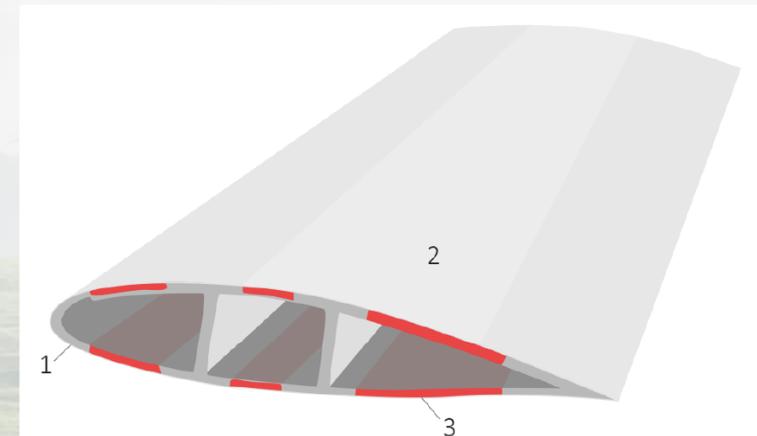
RESINA



POLIURETANO / OTROS RELLENOS

Estructura compleja, multicapa, muy resistente y con una gran durabilidad. Muchas de estas ventajas dificultan su reciclaje. Compuesta mayoritariamente por **composites**.

Composites. ¿Por qué es tan difícil su tratamiento?



FUENTE: Wind turbine end-of-life: Niklas Andersen

Durante la fabricación de una pala de aerogenerador se emplean numerosas capas de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP) superpuestas a lo largo de todo el perfil como elemento estructural. El grosor varía en función de la zona de la pala. El conjunto se solidifica infiltrando la resina al vacío a través de todas las capas. A medida que aumenta el tamaño de las palas se incrementa el refuerzo de las zonas sometidas a más fatiga con polímero de fibra de carbono (CFRP) y otros elementos estructurales.

PROBLEMA: Las resinas empleadas son termoestables, con lo que la reversión de la transformación, que permitiría recuperar las fibras con la mayor integridad posible, es muy compleja.

Aspectos claves de la gestión



1. **NORMATIVA. CLASIFICACIÓN DEL RESIDUOS. CARACTERÍSTICAS DE LA GESTIÓN**
2. **TRABAJOS PREVIOS EN EL PARQUE. TRANSPORTE HASTA TRATAMIENTO.**
3. **TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN MATERIAL**

1. Normativa. Clasificación del residuos. Características de la gestión

- ❑ La gestión tradicional de este tipo de residuo es su eliminación en vertedero. Es fundamental su prohibición para avanzar hacia un modelo basado en la economía circular.
- ❑ La codificación del residuo de palas de aerogenerador varía en función de los gestores actuales. Esto dificulta un modelo de gestión unificada.

Ejemplos

10 11 03 Residuos de materiales de fibra de vidrio.

16 02 16 Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 17 02 15.

17 02 03 Plástico (PROPUESTA DE LA AEE)

- ❑ GREENWASHING. Actualmente no hay instalaciones especializadas que puedan ofrecer una valorización completa de las palas. A pesar de ello, muchas operaciones se clasifican como R, que no es real. TAXONOMIA: Recup. 50% materiales tratados.
- ❑ CORRESPONSABILIDAD. La ley 7/2022 (Art. 20) exige al productor garantizar que se realiza el tratamiento correcto de sus residuos y que quede documentado. Acompañamiento.



2. Trabajos previos en el parque. Transporte hasta tratamiento

- Los parques eólicos suelen estar ubicados en zonas protegidas y de acceso muy complejo. **Limita las operaciones de pretratamiento posibles.**
- Se realiza una **reducción del tamaño de las palas para facilitar su transporte.** Condicionante para ciertos usos futuros.
- Los trabajos de campo se dotan de **medidas adicionales de limpieza y restauración de los terrenos** donde se ha realizado la actuación.



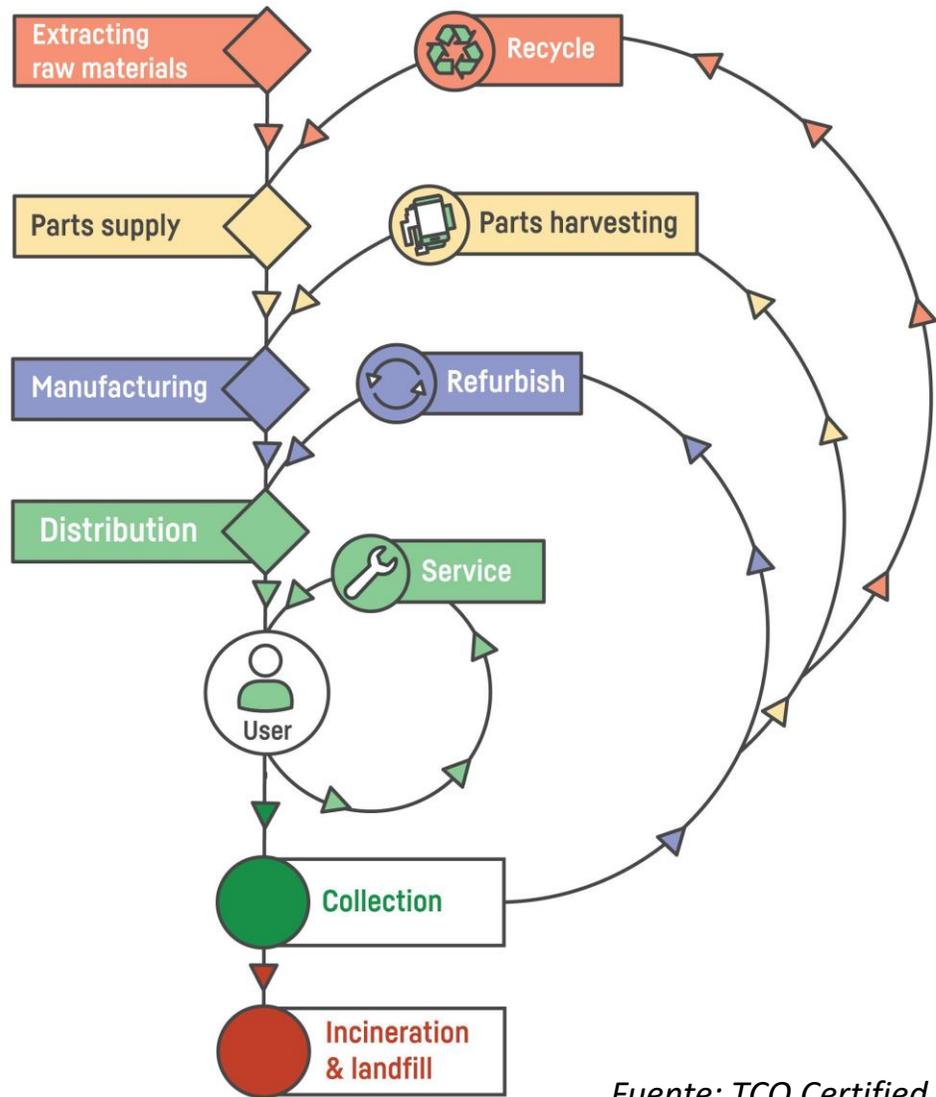
- Son igualmente importantes los aspectos de **logística asociada a las palas.** La optimización del transporte requiere un mayor acondicionamiento previo para optimizar la densidad promedio de transporte.

CONCLUSIÓN: RESULTA CRÍTICA LA ELECCIÓN DE UN GESTOR EXPERTO, ASÍ COMO LA PLANIFICACIÓN PREVIA DE LOS TRABAJOS, PARA MINIMIZAR EL IMPACTO

3. Tratamiento y valorización

- COMPLEJIDAD. Existe una gran variedad de tipologías, geometrías y composición de palas de aerogeneradores motivada por su antigüedad, por la diversidad de fabricantes, por los avances tecnológicos y por la evolución de los procesos de manejo y obtención de materias.
- TRATAMIENTO. Alineado con la Economía Circular, buscando retener la mayor parte del valor del producto o de sus materiales en cada línea de proceso.
- MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS. Es fundamental obtener un grado de homogeneidad significativo, para integrarse en cualquier proceso de producción.
- DIVERSIDAD SALIDAS. Debe existir múltiples alternativas para obtener la máxima valorización de los componentes y materiales.
- PRECIO MATERIAS PRIMAS VIRGENES. Un problema importante es que el precio de la fibra de vidrio virgen es barata, lo que actúa como barrera a la fibra reciclada.





Fuente: TCO Certified



DATOS DE LA INSTALACIÓN DE ENERGYLOOP

- Los trabajos previos de acondicionamiento se iniciarán ya en el parque eólico (pala en el suelo).
- La planta de valorización procesará las palas de aerogeneradores y sus componentes aplicando en cada caso, y en función del destino, el proceso más adecuada para obtener su máximo aprovechamiento.
- Localización: Cortes. Ribera de Navarra.
- Inicio de las obras: Otoño de 2023 / Inicio de la actividad: Otoño de 2024.
- Energía consumida en la operación: Renovable al 100%.
- Se garantiza en todo momento, mediante un sistema propio, la trazabilidad de los residuos desde el parque eólico hasta su destino final.
- Flexibilidad operativa e investigación tecnológica.
- El modelo previsto permite la extensión de la actividad a otros elementos del aerogenerador.

ENERGYLOOP

Innovación y tecnología para el reciclaje de palas de aerogeneradores

Muchas gracias

Iván Botamino
FCC Ámbito

Octubre de 2023