

# MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

## BEST PRACTICES MANUAL



Proyecto Europeo LIFE

European LIFE project

LIFE16 ENV/ES/000192

[www.liferefibre.eu](http://www.liferefibre.eu)

LIFE Refibre



# Manual de Buenas Prácticas

## LIFE REFIBRE

Proyecto Europeo LIFE (LIFE 16/ENV/000192)

Cofinanciado por la Comisión Europea a través del programa LIFE+

**Pavimentos asfálticos de alto valor añadido con fibra de vidrio procedente del reciclaje sostenible de las palas de aerogeneradores**

Más allá de los vertederos.

Otra vida para las fibras de vidrio de las palas de aerogenerador

SOCIOS



**BLASGON**

[CENTRO  
TECNOLÓGICO]

**CARTIF**

# Best Practices Manual

## LIFE REFIBRE

European LIFE Project (LIFE 16/ENV/000192)

Confinanced Project by the European Commision through the LIFE+ Programme

**High value asphalt pavements with glass fibre from  
sustainable recycling of wind powered generator Blades**

Beyond dumping sites.

Another life for the glass fibres of the wind turbine blades

PARTNERS



**incosa**  
INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD S.A.U.





# Índice\_



I. Antecedentes .....	6
II. Palas de aerogenerador .....	10
III. Problemática de las palas .....	14
IV. Objetivos del proyecto LIFE REFIBRE .....	20
V. Acciones .....	24
VI. Actividades técnicas realizadas .....	28
VII. Resultados obtenidos .....	42
VIII. Buenas prácticas .....	46
IX. Resumen ambiental .....	64
X. Agradecimientos .....	70

# Index\_



I. Background .....	6
II. Wind turbine blades .....	10
III. Blades problem .....	14
IV. LIFE REFIBRE objectives .....	20
V. Actions .....	24
VI. Technical activities carried out .....	28
VII. Results obtained .....	42
VIII. Best practices .....	46
IX. Environmental summary .....	64
X. Acknowledgments .....	70

I. ANTECEDENTES

I. BACKGROUND





## Antecedentes\_

Los plásticos reforzados con fibra de vidrio, PRFV, son materiales compuestos formados por una matriz de plástico o resina, reforzada con fibras de vidrio. Se trata de materiales ligeros, resistentes y muy fáciles de moldear, por lo que son muy usados ya que aportan una gran rigidez.

Este material compuesto es el punto de partida del proyecto LIFE REFIBRE ya que se ha elegido como residuo las palas de aerogenerador una vez han llegado a su fin de vida útil. Las palas contienen altas cantidades de PRFV (un 67%) siendo el componente más predominante y más difícil de reciclar.

Actualmente no existe un método de gestión específico para las palas de aerogenerador fuera de uso yendo a parar a vertedero, ya que no hay ninguna ley o directiva que rija su destino una vez llegado a su fin de vida. Esto supone un gran impacto ambiental ya que ocupa un elevado volumen. Además, es un compuesto inerte y no biodegradable, pero que si se corta, tritura o machaca, el polvo generado supone graves riesgos para la salud humana debido a su inhalación, ingestión o contacto con la piel.





## Background\_

Glass fibre reinforced plastics, GFRP, are composite materials, consisting of a matrix of plastic or resin reinforced with glass fibre. They are light, resistant and very easy to mold, so they are widely used as they provide great rigidity.

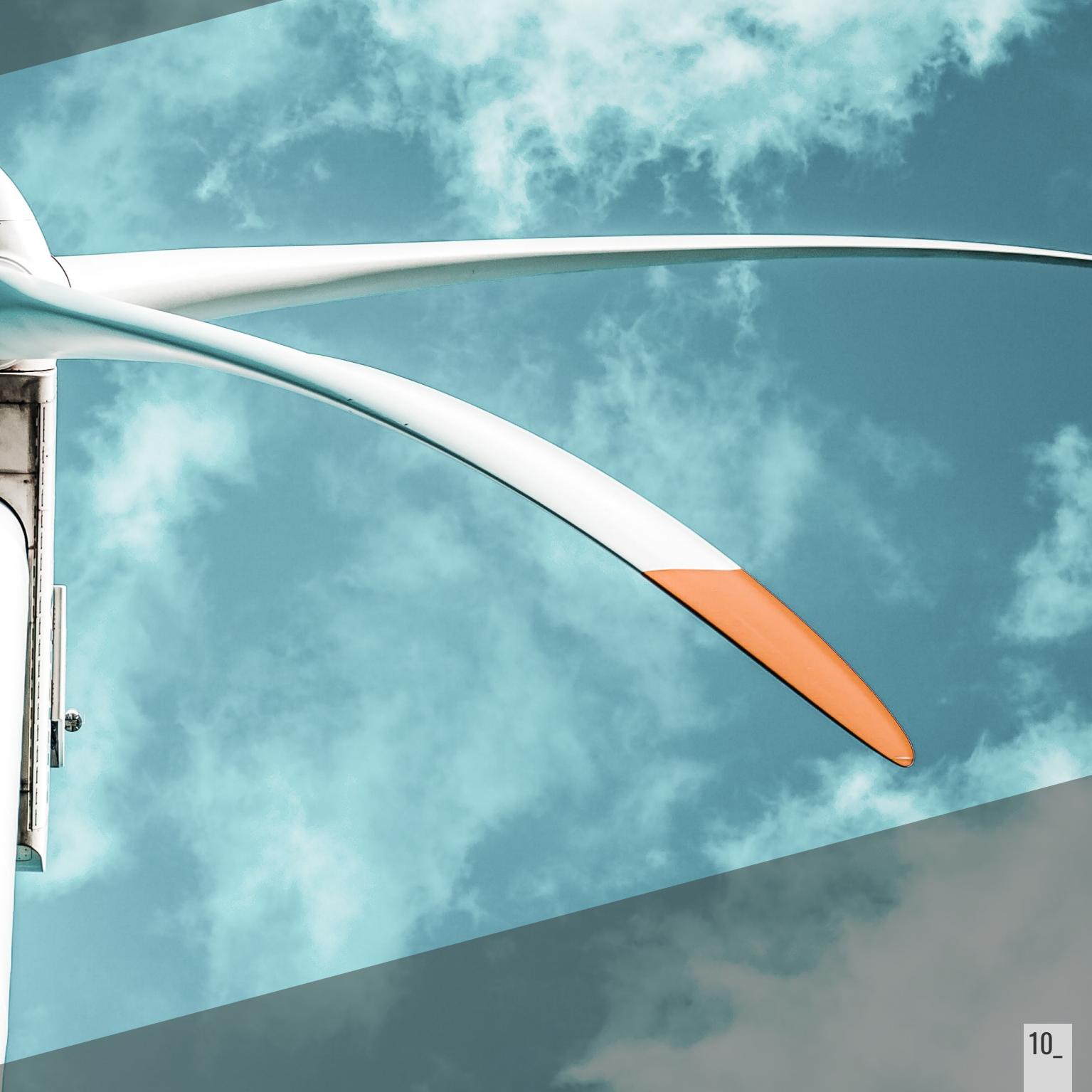
This composite material is the starting point of the LIFE REFIBRE project since the wind turbine blades have been chosen as waste once they have reached their end of useful life. The blades contain high amounts of GRP (67%) being the most predominant component and the most difficult to recycle.

Currently, these blades end in landfill, since there is no law or directive that governs their destination once they have reached their end of live. This supposes a great environmental impact due to they occupy a high volume. In addition, they are an inert and non-biodegradable material, but if they are cut or crushed, the dust generated suppose serious risks to human health due to inhalation, ingestion or contact with the skin.

II. PALAS DE AEROGENERADOR

I. WIND TURBINE BLADES



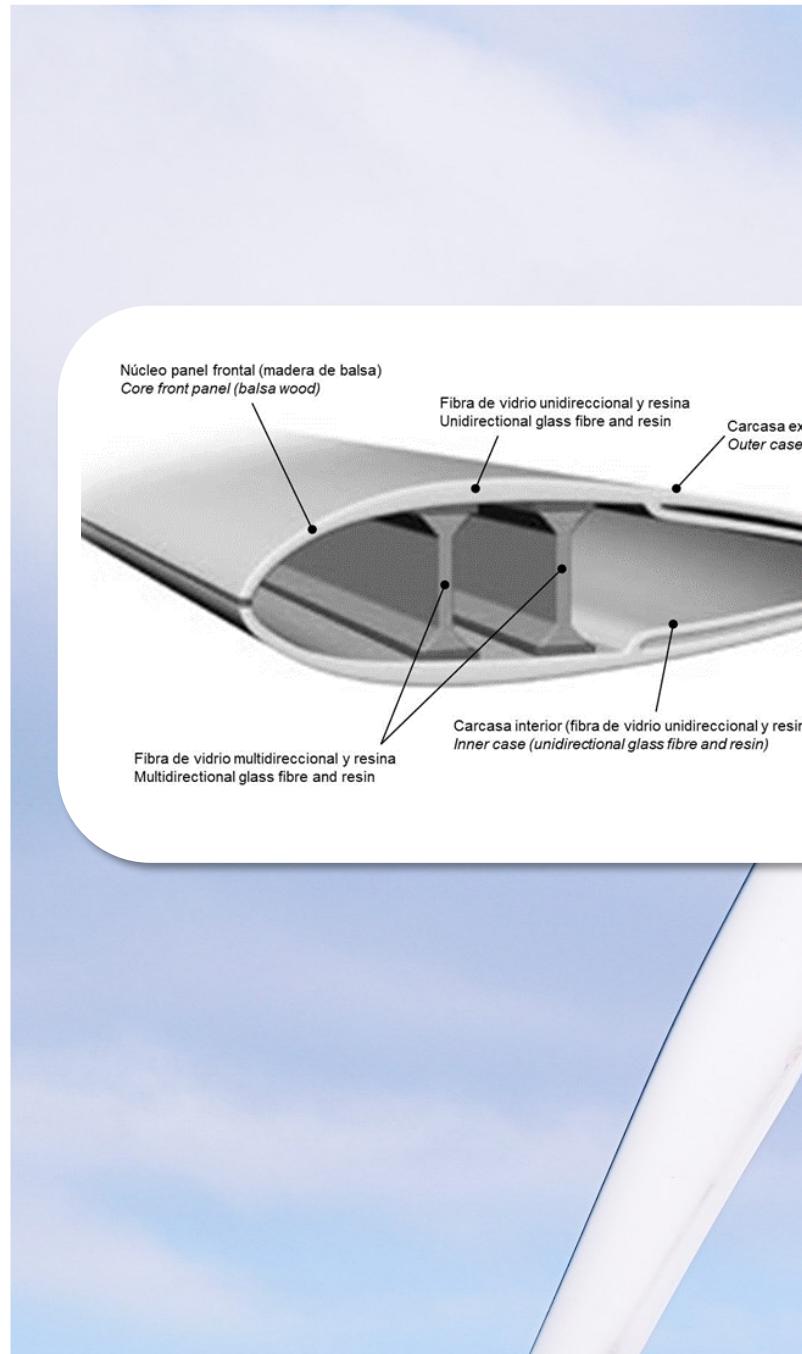


## Palas de aerogenerador\_

Como ejemplo, en el caso de un aerogenerador tipo de 2 MW, consta de 3 palas, con un diámetro total de 90 metros, las cuales tienen un peso de 6 toneladas cada una de ellas, haciendo un total de 18 toneladas de residuo por aerogenerador.

Aun así, hay que indicar que esta cantidad está aumentando exponencialmente en los últimos años, dato que beneficia a la implantación industrial del proyecto, ya que algunos aerogeneradores instalados en 2018 llegan a tener capacidades de 6,8 MW. Hasta ahora, la turbina más grande instalada ha sido en Reino Unido, con una potencia de 8,8 MW y un diámetro de palas de 164 metros. Por lo tanto, con estas cantidades tan elevadas, nos podemos hacer a la idea de la gran cantidad de residuos valiosos que van a parar a vertedero y no son revalorizados.

Según la caracterización realizada a las palas acopiadas en el proyecto, un 67% de su peso corresponde a fibras de vidrio, por lo que un aerogenerador tipo de 2 MW tendrá 12,06 toneladas de fibra de vidrio. También está formado por madera de balsa (30%) y otros componentes (3%) como por ejemplo metales, etc.





## Wind turbine blades\_

In the case of a wind turbine of 2 MW, it consists of 3 blades with a total diameter of 90 meters. Each blade weighs 6 tons, making a total of 18 tons of waste per wind turbine.

Even so, this amount has been increasing exponentially in recent years, a figure that benefits the industrial implementation of the project. Some wind turbines installed in 2018 have capacities of 6,8 MW. So far, the largest turbine installed has been in the UK with a power of 8,8 MW and a blade diameter of 164 meters. Therefore, with these amounts, we can get used to the idea of the large amount of valuable waste that currently goes to landfill and are not recovered.

According to the characterization of the blades collected in the project, 67% of their weight corresponds to glass fibres, so a 2 MW type wind turbine will have 12,06 tons of glass fibre. Also they are made up of balsa wood (30%) and other components (3%) such as metals, etc.

### III. PROBLEMÁTICA DE LAS PALAS

### III. BLADES PROBLEM





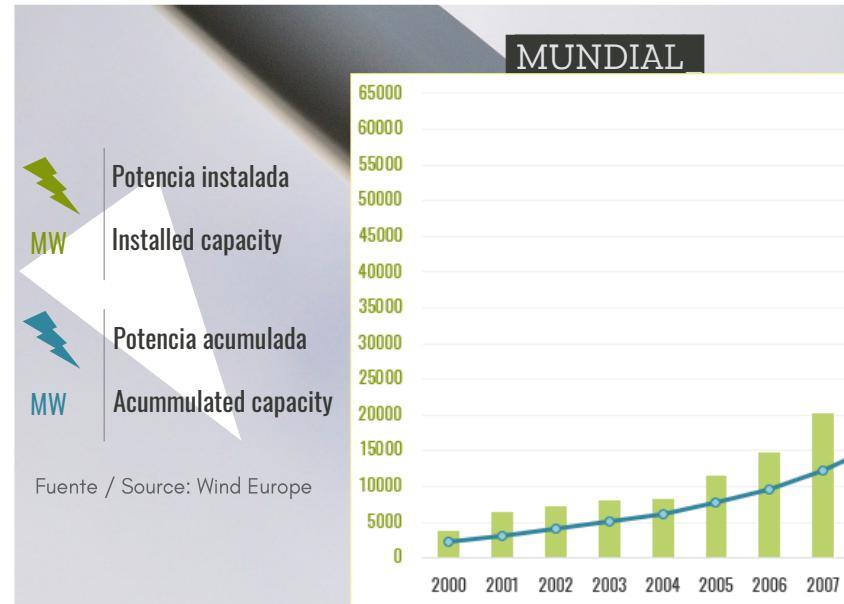
## Problemática de las palas\_

La potencia eólica mundial total instalada en 2018 ha sido de 51,3 GW con un total acumulado de 591 GW. Los países con más potencia acumulada mundial son China, EEUU, Alemania, India y España.

En Europa, en 2018 se instalaron 11,7 GW de nuevos aerogeneradores suponiendo una acumulación total de 189 GW. El ranking de países por potencia acumulada en Europa es Alemania, España, Reino Unido, Francia e Italia. Esto supone que esos 5 países tienen instalada el 68% de toda la potencia eólica europea.

En España, a finales de 2018 había instalados 1123 parques eólicos, lo cual supone un total de 20.306 aerogeneradores, con una potencia eólica acumulada de 23,5 GW. A pesar de haber tenido un parón entre 2013 y 2017 debido a la crisis, **España es el quinto país a nivel mundial y el segundo a nivel europeo con más cantidad de potencia eólica instalada en 2018**, lo cual indica que se dispone de una gran cantidad de palas de aerogenerador que se convertirán en residuo en cuanto lleguen al final de su vida útil en unos 20-25 años.

Si cada MW supone 9 toneladas de palas de aerogenerador, los datos anteriores arrojan que **en el año 2018 a nivel mundial había un total de 5,4 millones de toneladas de palas instaladas, en Europa 1,7 millones de toneladas y en España 0,2 millones de toneladas**.



## EUROPA\_

20000

18000

16000

14000

12000

10000

8000

6000

4000

2000

0

## EUROPE\_

200000

180000

160000

140000

120000

100000

80000

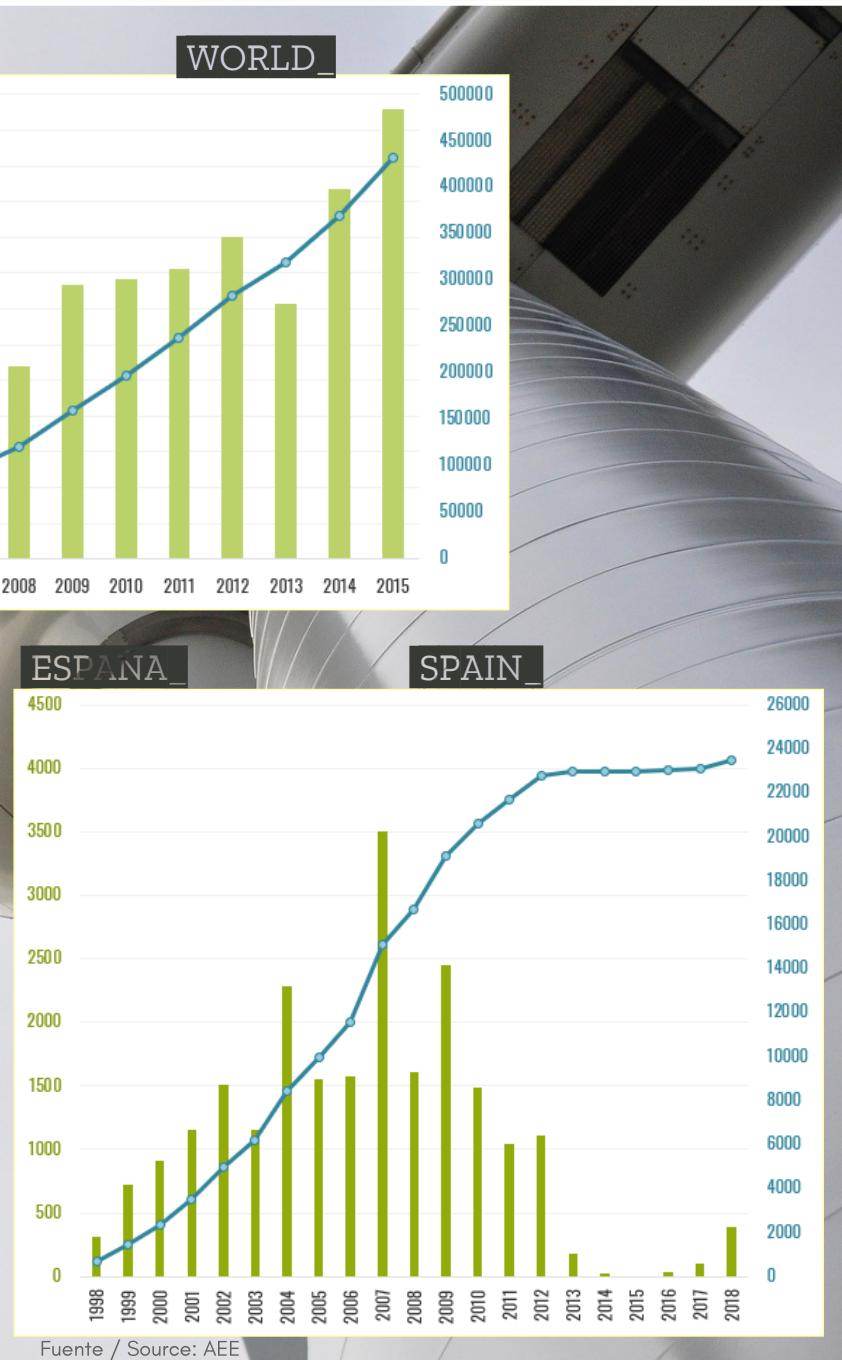
60000

40000

20000

0

Fuente / Source: Wind Europe



## Blades problem\_

The total installed capacity wind energy worldwide in 2018 was 51,3 GW with an accumulated capacity of 591 GW. The countries with the most accumulated capacity are China, USA, Germany, India and Spain.

In Europe, in 2018, 11,7 GW of new wind turbines were installed, assuming an accumulated capacity of 189 GW. The ranking of countries by accumulated capacity in Europe is Germany, Spain, United Kingdom, France and Italy. This supposes that these 5 countries have 68% of all European installed capacity.

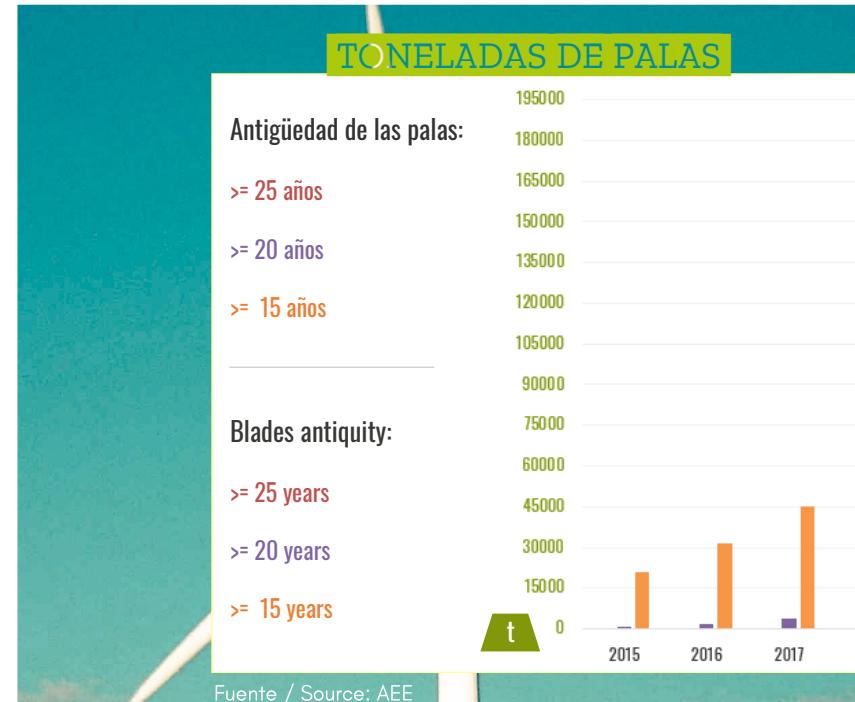
In Spain, at the end of 2018, 1123 wind farms had been installed with a total of 20.306 wind turbines, and an accumulated wind capacity of 23,5 GW. Despite having had a break between 2013 and 2017 due to the crisis, **Spain is the second European country and fifth worldwide with more installed wind capacity**. These data indicate that there are a large number of wind turbine blades that will become waste when they reach the end of their useful life in 20-25 years.

If each MW represents 9 tons of wind turbine blades, the previous data show that **in 2018 there were a total of 5,4 million tons of installed blades worldwide, in Europe 1,7 million tons and in Spain 0,2 million tons**.

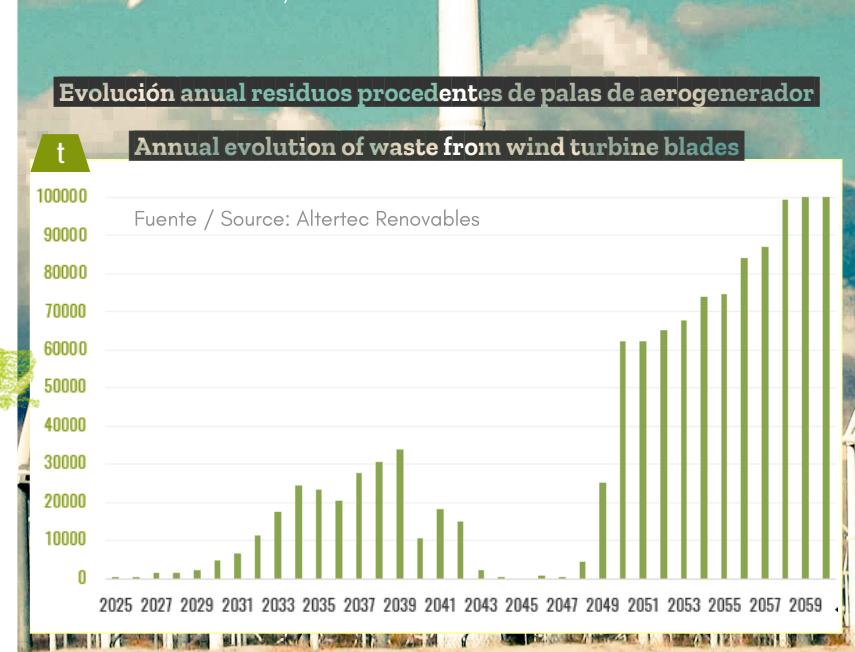
## Problemática de las palas

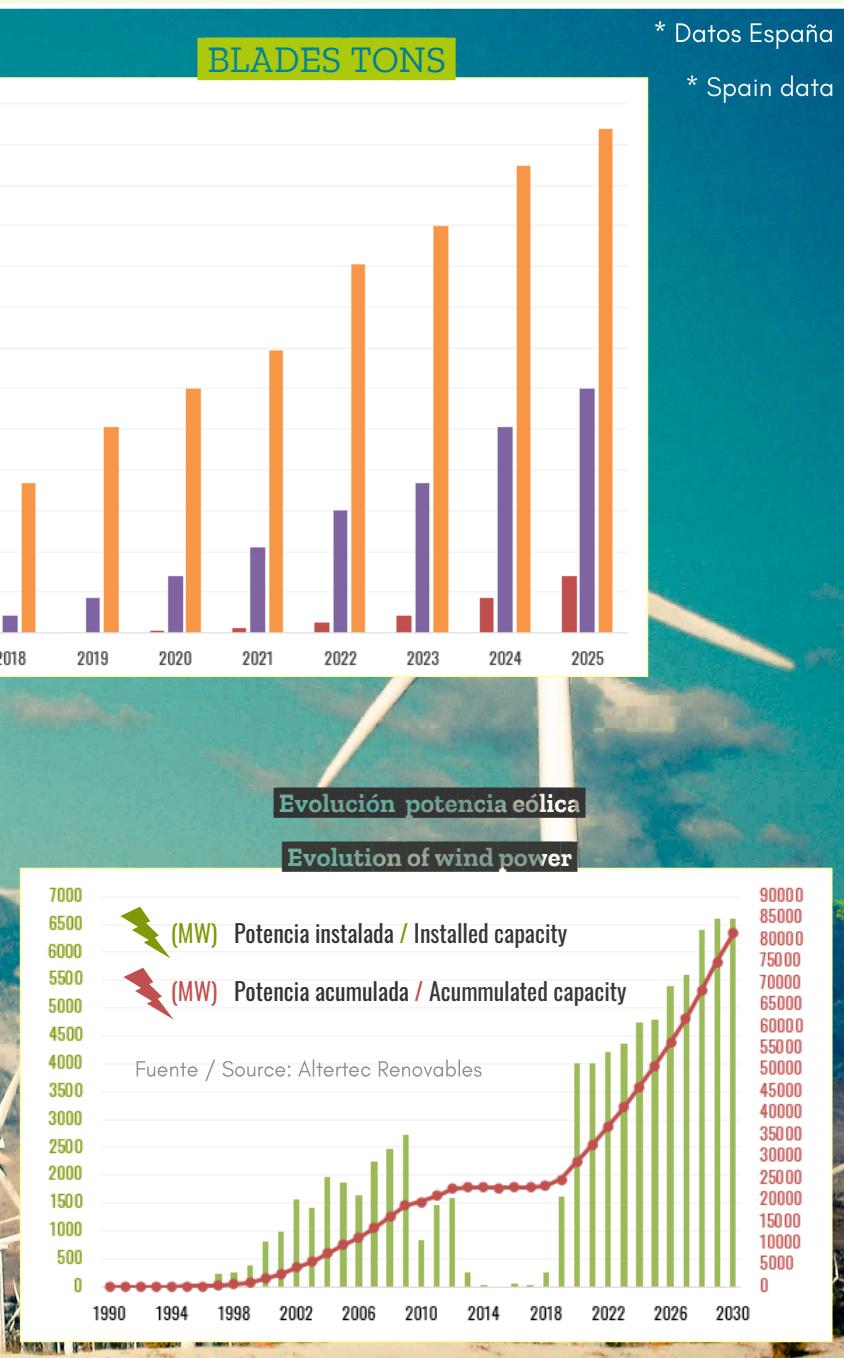
En 2018, fueron decomisionados 421 MW en toda Europa (3800 toneladas de palas), y 683 MW en 2017 (6150 toneladas de palas). A parte de esos 421 MW, otro gran número fue repotenciado, el cual llegará pronto a su fin de vida. La cantidad de aerogeneradores decomisionada por el momento no es muy elevada debido a que la mayoría de ellos se arreglan y a que se están decomisionando los instalados en el año 2000, cuya cantidad instalada todavía era muy baja en comparación a los instalados en los últimos años. Pero mirando hacia el futuro en España, se espera que en los próximos años la instalación de potencia eólica siga aumentando exponencialmente. Este hecho preocupa ya que se generará mucha cantidad de residuos, que habrá que gestionar. Se espera que en el año 2030 haya instalada una potencia total acumulada de casi 85 000 MW, correspondiendo a 765 000 toneladas de palas.

Por lo tanto, con esto queda demostrado el problema existente, para el cual el prototipo de reciclado desarrollado dentro del proyecto LIFE REFIBRE es la solución ideal.



Fuente / Source: AEE





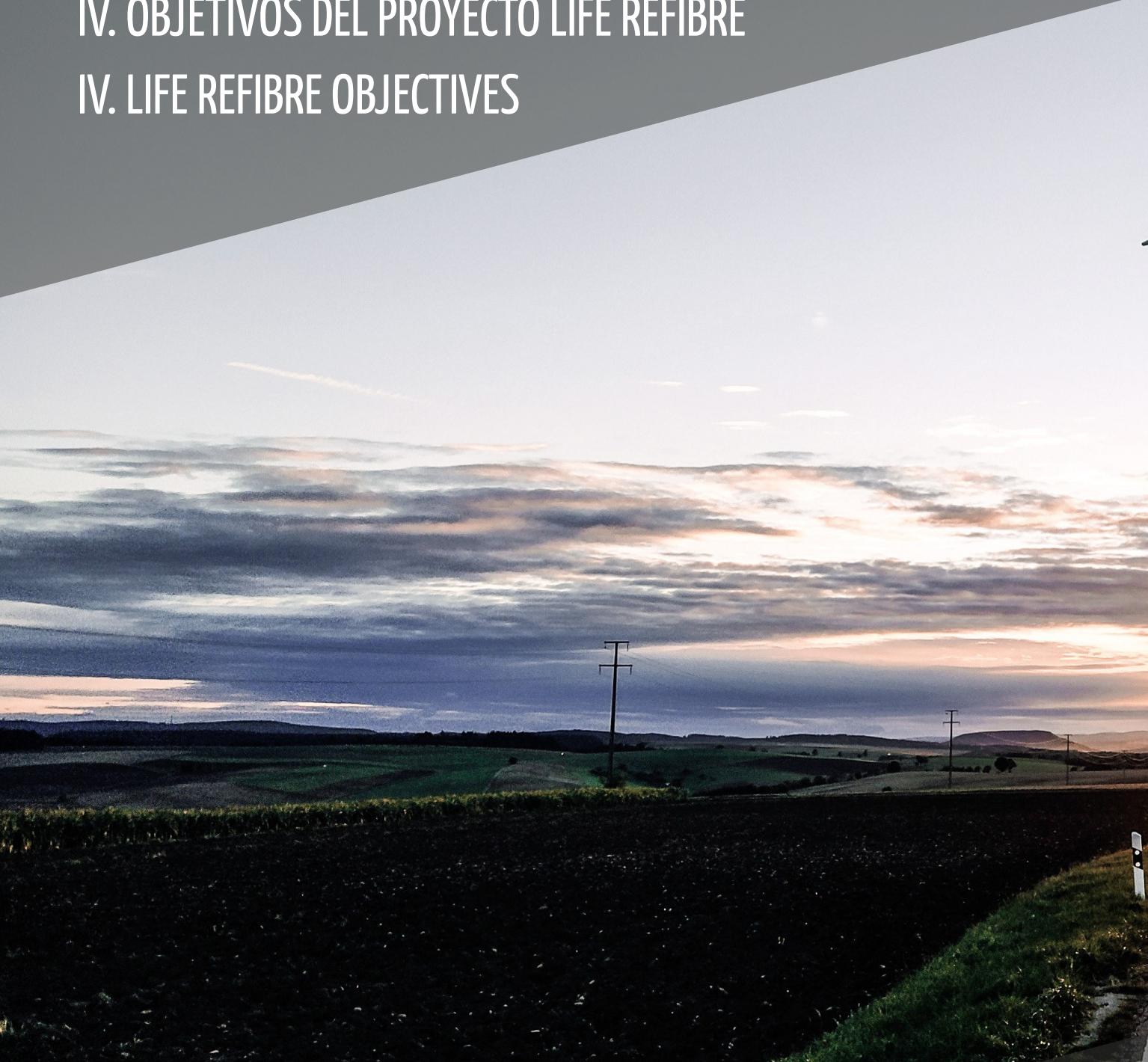
## Blades problem\_

In 2018, 421 MW were decommissioned across Europe (3.800 tons of blades), and 683 MW in 2017 (6.150 tons of blades). Apart from those 421 MW, another large number was repowered, which will soon reach its end of life. The number of wind turbines decommissioned at the moment is not very high because most of them are being repowered and because those installed in 2000 are being decommissioned whose installed number was still very low compared to those installed in recent years. But looking to the future in Spain, it is expected that in the coming years the installation of wind power will continue to increase exponentially, which is worrying since it will generate a lot of waste, which will have to be managed. It is expected that by 2030, a total accumulated power of almost 85.000 MW will be installed, which corresponds to 765.000 tons of blades.

Therefore, this demonstrates the existing problem, for which the recycling prototype developed within the LIFE REFIBRE project is the ideal solution.

## IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO LIFE REFIBRE

## IV. LIFE REFIBRE OBJECTIVES





## Objetivos del proyecto LIFE REFIBRE

El objetivo del proyecto **LIFE REFIBRE** es promover la gestión integrada de los residuos plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV) que conforman las palas de aerogeneradores una vez finalizada su vida útil, promoviendo la reciclabilidad completa y de alta calidad de su compuesto mayoritario, la fibra de vidrio (67% total del peso), favoreciendo la recuperación de estos residuos en pro de una reducción de su presencia en vertederos y dotándoles de un segundo ciclo de vida para una aplicación de alto valor añadido: su incorporación a aglomerado asfáltico.

-  Estudio y optimización del método logístico y de gestión de acopio de los residuos de palas de aerogenerador.
-  Pre-tratamiento de los residuos en el parque eólico para favorecer su transporte.
-  Diseño y construcción de un prototipo innovador de reciclado de palas de aerogenerador.
-  Recuperación de las fibras de vidrio presentes en las palas.
-  Estudio de diferentes dosificaciones de fibra de vidrio en las mezclas asfálticas que cumplan con todos los requisitos técnicos.
-  Construcción de un tramo demostrador de carretera de 1500 metros.
-  Monitorización del tramo de carretera para el estudio de la mejora de las propiedades mecánicas.
-  Paralelamente, se realizará la evaluación de la futura implantación y replicación industrial, así como la evaluación del impacto ambiental y socioeconómico del proyecto.

Mediante todos estos objetivos se va a conseguir **cerrar el ciclo de vida de estos residuos, dotando de un gran valor añadido tanto al residuo como al nuevo producto resultante**.





## LIFE REFIBRE objectives\_

The **LIFE REFIBRE** objective is to promote the integrated management of glass fibre reinforced plastic waste (GFRP), which make up the wind turbine blades once their useful life is finished, promoting the complete and high quality recyclability of their major compound, the glass fibre (64% of the total weight), favouring the recovery of this waste in favour of reducing its presence in landfills and providing them a second life cycle for a high added value application: its incorporation to asphalt pavements.

- Study and optimization of the logistic method and management of waste collection from wind turbine blades.
- Pre-treatment of waste in the wind farm to favor its transport.
- Design and construction of an innovative prototype for recycling wind turbine blades.
- Recovery of the glass fibres present in the blades.
- Study of different dosages of glass fibres in the asphalt mixtures that meet with all the technical requirements.
- Construction of 1500 meters of a road demonstration section.
- Monitoring of the road section to study the improvement of the mechanical properties.
- In parallel, the evaluation of the future industrial implantation and replication will be carried out, as well as the evaluation of the environmental and socioeconomic impact of the project.

By means of all these objectives, **the life cycle of these wastes will be closed, providing great added value to both the waste and the resulting new product.**

# V. ACCIONES

# V. ACTIONS





## Acciones\_

La duración del proyecto LIFE REFIBRE ha sido de 3 años y 3 meses (01/09/2017 - 31/12/2020) y está estructurado en 5 tareas de implementación, 2 tareas de monitorización del impacto de las acciones del proyecto, 1 paquete de 2 tareas de comunicación y diseminación, y 2 tareas relacionadas con la gestión y coordinación del proyecto:

B1\_Acopolio, logística y pretratamiento de residuos de palas de aerogeneradores.

B2\_Diseño y construcción del prototipo de reciclado de los residuos de palas de aerogeneradores.

B3\_Incorporación de las fibras de vidrio recicladas al aglomerado asfáltico.

B4\_Realización de los tramos demostradores de la carretera.

B5\_Viabilidad de la implantación industrial.

C1\_Monitorización del impacto ambiental de las acciones del proyecto ACV.

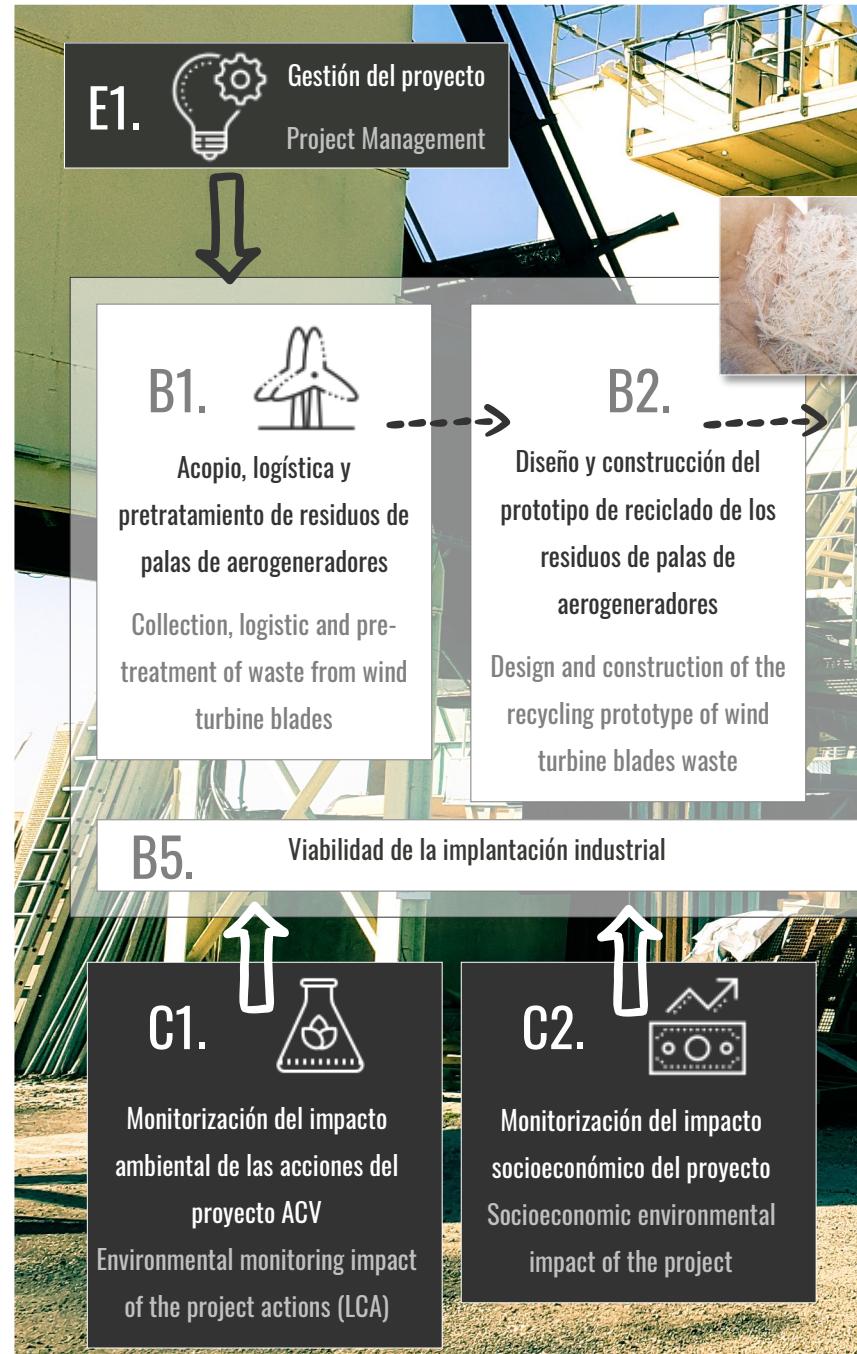
C2\_Monitorización del impacto socioeconómico del proyecto.

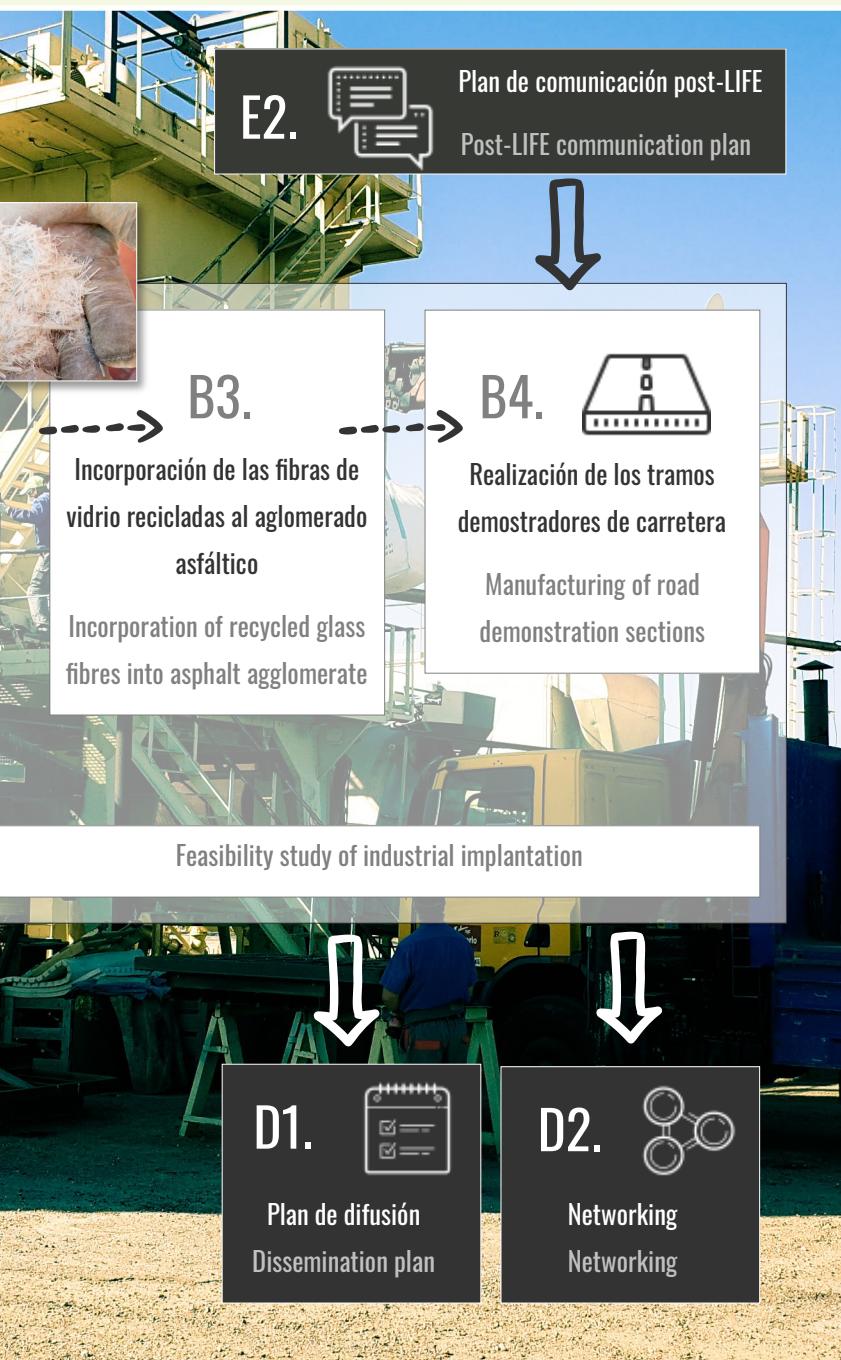
D1\_Plan de difusión.

D2\_Networking

E1\_Gestión del proyecto.

E2\_Plan de comunicación post-LIFE.





## Actions\_

The duration of REFIBRE LIFE project is 3 years and it is structured on 5 implementation tasks, 2 tasks of monitoring the impact of the project actions, 2 tasks of communication and dissemination and 2 tasks related to the management and coordination of the project:

**B1**\_Collection, logistic and pre-treatment of waste from wind turbine blades.

**B2**\_Design and construction of the recycling prototype of wind turbine blades waste.

**B3**\_Incorporation of recycled glass fibres into asphalt agglomerate.

**B4**\_Manufacturing of road demonstration sections.

**B5**\_Feasibility study of industrial implantation.

**C1**\_Environmental monitoring impact of the project actions (LCA).

**C2**\_Socioeconomic environmental impact of the Project.

**D1**\_Dissemination plan.

**D2**\_Networking.

**E1**\_Project management.

**E2**\_Post-LIFE communication plan.

# VI. ACTIVIDADES TÉCNICAS REALIZADAS

# VI. TECHNICAL ACTIVITIES CARRIED OUT





## Actividades técnicas realizadas\_

### 01. Acopio, estudio y pretratamiento de las palas de aerogenerador

Se han gestionado 12 palas de aerogenerador, lo cual supone 40 toneladas de residuo tratado y evitado de enviar a vertedero.

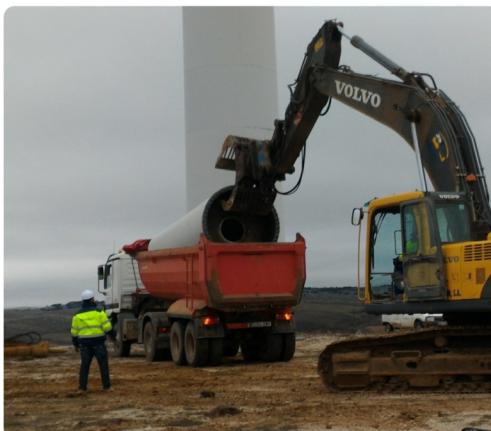
Se realiza un pretratamiento de las palas en el mismo parque eólico para reducir su tamaño y facilitar el transporte a la planta de reciclado.

Se realiza una caracterización en conjunto de las palas para conocer su forma y composición interna. Se obtiene que están formadas por un 67% de fibra de vidrio reforzada, un 30% de madera de balsa y un 3% de otros componentes.

La composición de la pala es diferente según la parte de su estructura que corresponda. Hay partes que todo es fibra de vidrio, hay partes que todo es madera, y a hay partes con mitad de fibra de vidrio y mitad de madera. Esto hace que dependiendo de la parte a tratar, las condiciones de operación del reciclado sean diferentes.

Por último, antes del reciclado, se realiza otro pretratamiento ya en planta, que vuelve a consistir en reducir más su tamaño hasta 50x50 cm aproximadamente para facilitar su entrada en el equipo de reciclado.





## Technical activities carried out\_

### 01. Collection, study and pretreatment of waste from wind turbine blades

Twelve wind turbine blades have been managed, which represents 40 tons of waste treated and avoided from being sent to landfill.

The blades are pretreated in the wind park to reduce their size and facilitate their transport to the recycling plant.

A characterization of the blades is carried out to know their shape and internal composition. It is obtained that they are made up of 67% reinforced glass fibre, 30% balsa wood and 3% other components.

The composition of the blade is different depending on the part of its structure that corresponds. There are parts that are all glass fibre, there are parts that everything is wood, and there are parts that are half glass fibre and half wood. This means that depending on the part to be treated, the recycling operating conditions are different.

Finally, before recycling, another pre-treatment is carried out in the plant, which again consists of reducing its size further to approximately 50x50 cm to facilitate its entry into the recycling equipment.

## Actividades técnicas realizadas\_

### 02. Diseño y construcción de una planta prototipo de reciclado de palas de aerogenerador

Dentro del proyecto se ha diseñado y construido una **planta prototípico de reciclado mecánico de palas de aerogenerador**. Este proceso de reciclado consta de cuatro fases y está formado por dos equipos.

El primero de ellos es un **molino de martillos**, donde el diseño más importante se ha centrado en los martillos, su forma y disposición.

El segundo es una **mesa vibrante** compuesta por dos distribuciones diferentes, un **sistema de barras** con un tamaño y distancia definida entre ellas y un **sistema de tamices** con diferentes luces de malla, todo ello con un movimiento vertical continuo.





## Technical activities carried out\_

### 02. Design and construction of the recycling prototype of wind turbine blades waste

Within the project, a **prototype mechanical recycling plant of wind turbine blades** has been designed and built. This recycling process consists of four phases. This recycling process consists of two prototypes.

The first of them is a **hammer mill**, where the most important design has focused on the hammers, their shape and arrangement.

The second is a **vibrating table** composed of two different distributions, a **bars system** with a defined size and distance between them and a **sieves system** with different mesh size, and all with a continuous vertical movement.

## Actividades técnicas realizadas\_

### 02. Diseño y construcción de una planta prototipo de reciclado de palas de aerogenerador

#### FASE 1 / PHASE 1

Molino de martillos  
Hammer mill



Trozos de palas  
Pieces of Blades



Madera de balsa  
y fibra de vidrio  
separados

Separated balsa  
wood and glass  
fibres



#### FASE 2 / PHASE 2

Mesa vibrante  
Vibrating table



Madera de balsa  
Balsa wood



Fibra de vidrio  
Glass fibre



#### FASE 1

La primera fase, la **trituración primaria**, se lleva a cabo en el **molino de martillos** donde se produce la **rotura de la estructura de la pala**, consiguiendo separar los materiales mayoritarios que conforman la pala, rompiendo la unión entre la madera de balsa y la fibra de vidrio



#### PHASE 1

The first phase, the **primary crushing**, is carried out in the **hammer mill** where the **blade structure is broken**, achieving the separation of the majority materials that make up the blade, breaking the union between the balsa wood and the glass fibre

#### FASE 2

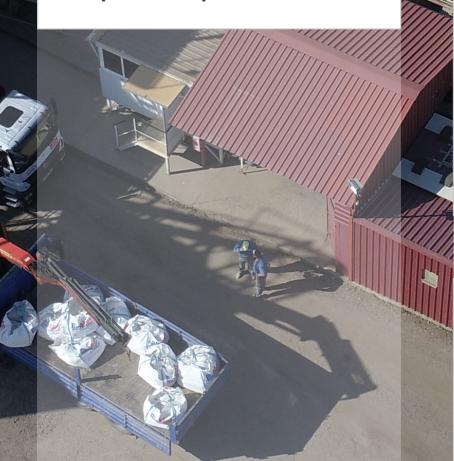
En la segunda fase se realiza la **separación de componentes** obtenidos. Para ello, la **fibra de vidrio** y la **madera de balsa** pasan a través de la **mesa vibrante** con la **distribución de barras**, donde la fibra de vidrio queda retenida encima de las barras por su gran tamaño, y la madera de balsa cae hacia abajo entre las barras, logrando su separación

#### PHASE 2

In the second phase, the **separation of components** obtained is carried out. For this, the **glass fibre** and **balsa wood** pass through the **vibrating table** with the **distribution of bars**, where the glass fibre is retained on top of the bars by its large size, and the balsa wood falls down between the bars, achieving their separation

**FASE 3****FASE 4**

En la tercera fase se lleva a cabo una **trituración secundaria** para **reducir el tamaño de la fibra de vidrio** obtenida en la fase anterior. Para ello se vuelve a utilizar el **molino de martillos** con otras condiciones de operación optimizadas

**PHASE 3****PHASE 4**

In the third phase, a secondary crushing is carried out to **reduce the size of the glass fibre** obtained previously. For this, the **hammer mill** is used again with other optimized operation conditions.

En la cuarta fase, se realiza la **separación por tamaños** en la mesa vibrante con la distribución de un sistema de tres **tamices** con diferente luz de malla, donde la fibra se va separando por tamaños a través de los tamices. Según los estudios previos realizados en mezclas bituminosas, el **tamaño óptimo de la fibra de vidrio** tiene que ser menor de 2 cm

The **size separation** is carried out on the **vibrating table** with the **distribution of a system of three screens** with different mesh size, where the fibre is separated by size through the screens. According to previous studies carried out on bituminous mixtures, the **optimal size of the glass fibre** has to be less than 2 cm.

**Technical activities carried out\_**

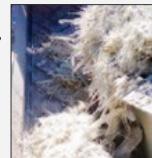
**02. Design and construction of the recycling prototype of wind turbine blades waste**

**FASE 3 / PHASE 3**

Molino de martillos  
Hammer mill



Fibra de vidrio  
Glass fibre



Fibra de vidrio  
triturada  
Crushed glass  
fibre

**FASE 4 / PHASE 4**

Mesa vibrante  
Vibrating table



Fibra de vidrio de  
tamaño óptimo  
Optimal size glass  
fibre



## Actividades técnicas realizadas\_

### 03. Introducción de la fibra de vidrio en mezclas asfálticas

Se han estudiado diversas fórmulas de trabajo, variando la combinación de betún asfáltico, áridos con granulometría continua, polvo mineral y fibra de vidrio recuperada de las palas de aerogenerador, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante.

Se ha realizado un amplio estudio basándose en el método volumétrico y analizando los parámetros y características obtenidos para un amplio rango de variación de varios de los componentes (tamaño de fibra, porcentaje de fibra, porcentaje de betún). A las diversas fórmulas de trabajo, se les ha realizado sus correspondientes grupos de probetas Marshall para la realización de los ensayos.

Estos ensayos y sus resultados, tras compararlos con los requisitos técnicos de asfaltado según Normativa Española así como las especificaciones técnicas de la Junta de Castilla y León, se decide acotar un **máximo de un 1% de porcentaje de fibras de vidrio a introducir**, con un **tamaño inferior a 2 cm**.





## Technical activities carried out\_

### 03. Introduction of recycled glass fibres into asphalt agglomerate

Various working formulas have been studied, varying the combination of asphalt bitumen, aggregates with continuous granulometry, mineral powder and glass fibres recovered from the wind turbine blades, so that all the particles in the aggregate are covered by a homogeneous binder film.

An extensive study has been carried out based on the volumetric method and analyzing the parameters and characteristics obtained for a wide range of variation of several of the components (fibre size, fibre percentage, bitumen percentage). To the various working formulas, their corresponding groups of Marshall test tubes have been made to carry out the tests.

After analyzing the results and after seeing the technical requirements for asphalting according to Spanish standards and according to the specifications of the Junta de Castilla y León, it may be decided to limit a **maximum of 1% of the percentage of glass fibres to be introduced**, with a size less than 2 cm.

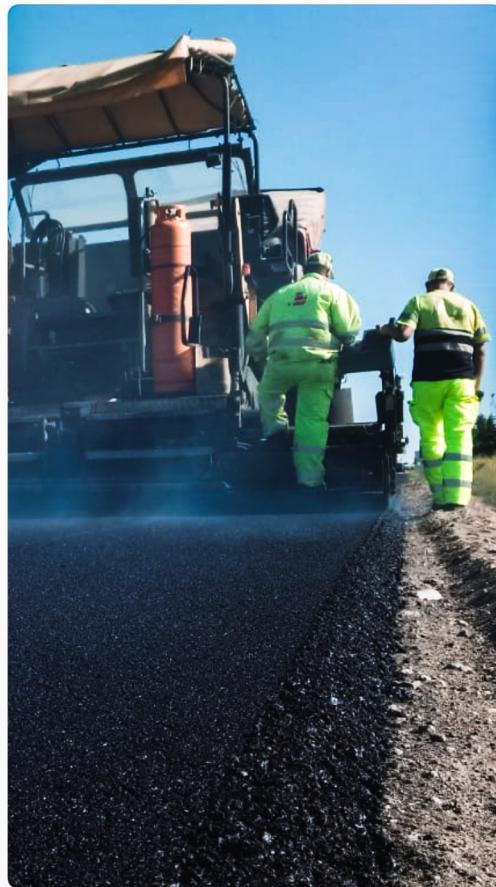
## Actividades técnicas realizadas

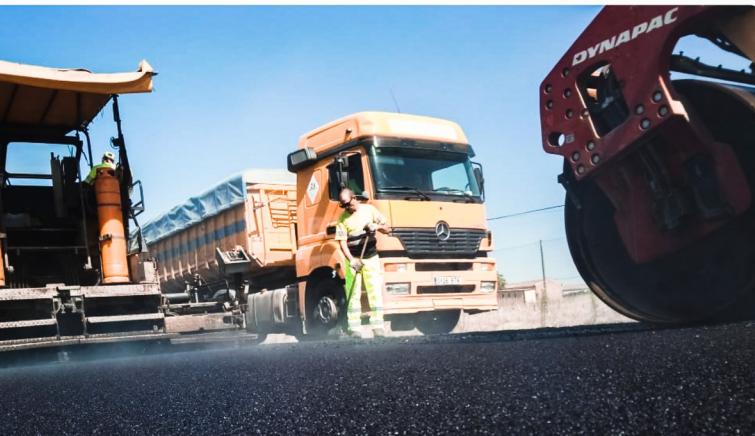
### 04. Realización de los tramos demostradores de carretera

Las fibras de vidrio han sido agregadas a la mezcla en el proceso de fabricación de aglomerado asfáltico cuando los áridos ya se han clasificado y dosificado de acuerdo con la fórmula de trabajo optimizada y antes de mezclarlos con el betún. Para ello, la planta de aglomerado asfáltico ha hecho modificaciones en sus instalaciones para poder introducir la fibra de vidrio.

Con la fórmula de trabajo optimizada, **se construye un tramo demostrador de carretera de 1500 metros de largo y 8 metros de ancho** para probar el resultado final del proyecto ( $12.000\ m^2$ ). El tramo demostrador está dividido en **5 secciones diferentes de 300 metros de longitud** cada una, y a las que se han agregado **diferentes cantidades de fibra de vidrio** para comparar los resultados entre ellas (**0%, 0,5%, 0,75%, 0,85% y 1%**).

El tramo es el que discurre entre los p.k. 0+440 al 1+940 de la carretera ZA-705, que une la A11 con la entrada a la localidad de Toro.





## Technical activities carried out\_

### 04. Manufacturing of road demonstration sections

Glass fibres have been added to the mix in the asphalt agglomerate manufacturing process when the aggregates have already been classified and dosed according to the optimized working formula and before mixing them with the bitumen. To do this, the asphalt agglomerate plant has made modifications in its facilities to be able to introduce the glass fibre.

With the optimized work formula, a **1500 meter long and 8 meter wide road demonstration section is built** to test the final result of the project (12.000 m<sup>2</sup>). The demonstration section is divided into **5 different sections of 300 meters in length each**, and to which **different amounts of glass fibres** have been added to compare the results between them (**0%, 0.5%, 0.75%, 0.85% and 1%**).

The section is the one that runs between the p.k. 0+440 to 1+940 of the ZA-705 highway, which joins the A11 with the entrance to the town of Toro.

## Actividades técnicas realizadas\_

### 05. Monitorización del tramo demostrador de carretera

Este tramo demostrador de carretera ha estado monitorizado durante un año para ver el comportamiento y mejora de las propiedades mecánicas de la carretera mediante la realización de multitud de ensayos bajo normativa.

Se han obtenido las siguientes mejoras con la adición de un 1% de fibra de vidrio:

Mejora de la trabajabilidad de la mezcla con fibras de vidrio incorporadas, consiguiendo mayores densidades de la muestra y mejores cualidades mecánicas y mayor durabilidad.

Aumento en la durabilidad de la carretera debido a la menor aparición de agrietamientos al tener menor fatiga.

Aumento de la resistencia a la deformación de un 23,5%.

Aumento de la resiliencia de un 5,5%.

Aumento de la resistencia a la fatiga de un 12,2%.

Incremento de la rigidez en un 16,6%.

Mejora de su comportamiento a altas temperaturas, de manera que se producen menos grietas por fatiga.

Pequeña mejora de las cualidades acústicas de la carretera debido al incremento del porcentaje de huecos producido por las fibras de vidrio introducidas.





## Technical activities carried out\_

### 05. Manufacturing of road demonstration sections

This demonstration section of the road has been continuous monitored for a year to see the behavior and improvement of the mechanical properties of the road by conducting a multitude of tests under regulations.

The following improvements have been obtained with the addition of 1% glass fibre:

Improvement of the workability of the mixture with incorporated glass fibres, achieving higher sample densities, better mechanical qualities and greater durability.

Increase in the durability of the road due to less cracking because of less fatigue.

Increase in resistance to deformation of 23.5%.

Resilience increase of 5.5%.

Increase in fatigue resistance of 12.2%.

Increase in stiffness by 16.6%.

Improved behavior at high temperatures, so that less fatigue cracks occur.

Small improvement in the acoustic qualities of the road due to the increase in the percentage of gaps produced by the glass fibres introduced.

## VII. RESULTADOS OBTENIDOS

## VII. RESULTS OBTAINED





## Resultados obtenidos

Los resultados del proyecto LIFE REFIBRE son:

Creación de un modelo logístico y de acopio de residuos de palas de aerogeneradores para el adecuado transporte hasta el prototipo de reciclado.



**Acopio de 12 palas de aerogenerador** fuera de uso que suponen **40,2 toneladas** evitadas de enviarse a vertedero.



**Diseño** y construcción de un prototipo innovador de reciclado mecánico de palas de aerogeneradores, única en Europa, con una capacidad de **100 kg/h** de residuo y un **rendimiento del 59%**, demostrando a escala preindustrial la eficiencia y efectividad del proceso de reciclado.

**Recuperación del 59% de las fibras de vidrio** presentes en las palas, **16 toneladas**.



Estudio de diferentes **dosificaciones de fibra de vidrio en la formulación asfáltica** para que cumplan con los requisitos técnicos mínimos necesarios según el reglamento asfáltico.



**Introducción de 14,3 toneladas de fibras de vidrio en un tramo demostrador de carretera de 1500 metros** (12.000 m<sup>2</sup> de superficie), con 5 tramos de estudio diferentes con **porcentajes de fibra de 0%, 0,5%, 0,75%, 0,85% y 1%**.

Se consigue **evitar la emisión de 97 toneladas de CO<sub>2</sub>,equivalente**, al reciclar esas palas y no enviarlas a vertedero, introduciendo la fibra de vidrio obtenida en el tramo demostrador.



Se consigue **evitar la emisión de 131 toneladas de CO<sub>2</sub>,equivalente**, al reciclar esas palas y no realizar su incineración, introduciendo la fibra de vidrio obtenida en el tramo demostrador.



El **coste de recuperar un kilo de fibra de vidrio** en una planta industrial de reciclado de palas (1500 t/año) es de **0,99 €/kg**.



**Cerrar el ciclo de vida de estos residuos, consiguiendo una economía circular recuperando la fibra de vidrio de las palas, la cual es válida para su introducción y mejora de carreteras.**

**Mejora** de las propiedades mecánicas en el tramo demostrador construido al añadir fibra de vidrio reciclada, **aumentando su durabilidad**, y propiedades mecánicas como aumento de la resistencia a la deformación, resistencia a la deformación, resiliencia, etc.



Alta replicabilidad del proyecto que evitará cantidades importantes de fibras de vidrio enviadas a vertedero, aportándoles a las mismas un segundo ciclo de vida.



Resultados fácilmente extrapolables al resto de España y otros países europeos, debido a la extensa red de carreteras existente en toda Europa, así como al elevado número de parque eólicos existentes.



## Results obtained

The results of LIFE REFIBRE Project are:

Creation of a logistic model of wind turbine blades for the suitable transport to the prototype plant for recycling them.

**Collection of 12 wind turbine blades** out of use, representing **40,2 tons** avoided sending to landfill.

**Design and construction of an innovative prototype for mechanical recycling of wind turbine blades**, unique in Europe, with a capacity of **100 kg/h** and a **yield of 59%**, demonstrating on a pre-industrial scale the efficiency and effectiveness of the recycling process.

**Recovery of 59% of the glass fibres** present in the blades, **16 tons**.

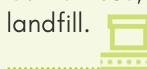
Study of different **dosages of glass fibres in the asphalt formulation** so that they fulfil the minimum technical requirements necessary according to the asphalt regulations.

**Introduction of 14,3 tons of glass fibres in a 1500 meter of road demonstration section** (12.000 m<sup>2</sup> of surface), with 5 different study sections with glass fibres percentages of **0%, 0,5%, 0,75%, 0,85% y 1%**.

**Avoid the emission of 97 tons of CO<sub>2</sub>,equivalent**, by recycling these blades and not sending them to landfill, introducing the glass fibres obtained in the demonstration section.



**Avoid the emission of 131 tons of CO<sub>2</sub>,equivalent**, by recycling these blades and not incinerating them, introducing the glass fibres obtained in the demonstration section.



Improvement of the mechanical properties in the demonstrator section by adding recycled glass fibre, **increasing its durability, and mechanical properties** such as increased resistance to deformation, resistance to deformation, resilience, etc.

The **cost of recovering a kilogram of glass fibre** in an industrial recycling plant (1500 t/year) is **0,99 €/kg**.



**Close the life cycle of this waste, achieving a circular economy, recovering glass fibres from blades valid for its introduction and improvement of roads.**



High replicability of the project that will avoid significant amounts of glass fibres sent to landfill, giving them a second life cycle.



Results easily extrapolated to the rest of Spain and other European countries, due to the extensive existing road network throughout Europe, as well as the high number of existing wind farms.





VIII. BUENAS PRÁCTICAS

VIII. BEST PRACTICES



## Buenas prácticas\_

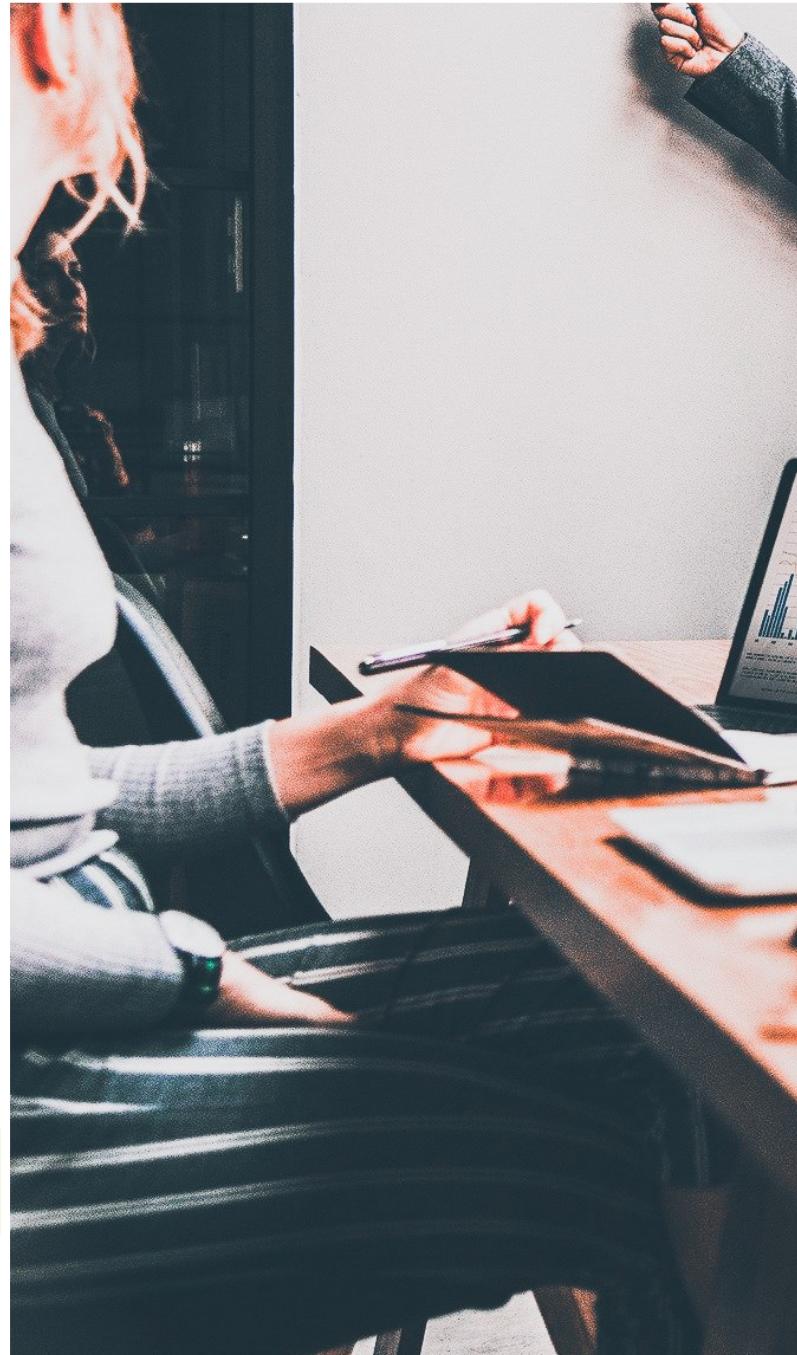
### 01. Uso de herramientas ambientales

La herramienta ambiental Análisis del Ciclo de Vida (ACV), permite evaluar el impacto ambiental de un producto, proceso o servicio a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida que lo componen, permitiendo identificar dónde están ubicados los principales impactos y cuáles son los puntos estratégicos donde es recomendable proponer alternativas de mejora.

La aplicación de esta herramienta, así como todo el trabajo realizado y toda la experiencia obtenida durante la realización del proyecto LIFE REFIBRE, ha permitido disponer de la información necesaria para saber dónde es más relevante actuar desde un punto de vista ambiental.

Mediante la realización de un detallado ACV al proceso REFIBRE, gracias a la utilización de la fibra de vidrio recuperada como materia prima en el tramo demostrador de carretera, se han evitado 97 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al no enviar las palas a vertedero y 131 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al no incinerar estas palas.

El uso de herramientas ambientales es totalmente transversal a cualquier tipo de actividad industrial, por lo que se recomienda su aplicación, ya que para actuar lo primero es conocer.





## Best practices\_

### 01. Use of environmental tools

The environmental tool Life Cycle Assessment (LCA), allows an environmental evaluation of a product, process or service along all the stages included in the complete life cycle, identifying the main environmental impacts.

It also enables the identification of the hot spots, in order to propose new strategies to improve the global environmental results.

The use of this tool has provided information in order to select the most appropriate actions to minimize the environmental impacts of the asphalt mixture.

After developing a detailed LCA of the REFIBRE process, thanks to the use of recovered glass fibre as raw material in the road demonstrator section, it has avoided the emission of 97 tons of CO<sub>2</sub> equivalent in the case of not disposal blades in landfill and 131 tons of CO<sub>2</sub> equivalent due to not incinerate the blades.

The use of environmental tools has a great importance in every industrial process, whatever the product is. In order to act, first of all its fundamental to know.

## Buenas prácticas\_

### 02. Proveedores de residuos

Es importante realizar una prospección de la disponibilidad de residuos de palas en la zona en la que se pretende acometer el reciclado de estas palas para poder asegurar de residuo a la planta de reciclado a instalar. En el caso del proyecto LIFE REFIBRE, se han identificado en España 7333 toneladas de palas que llegarán a su fin de vida en los próximos años. Viendo los datos se asegura un suministro estable, incluso en aumento, a lo largo de los años.

Realizar un estudio previo de los parques eólicos instalados en la zona donde se vaya a implantar la planta de reciclado, así como su antigüedad.

Compromiso por parte de los proveedores de suministrar la cantidad de residuo necesario, en función de las necesidades de la planta.

Necesario ser gestores de residuos para poder recoger las palas y reciclarlas.

Las palas son un residuo con muy baja densidad, muy voluminoso y por tanto de escaso peso, lo que dificulta el transporte de las piezas completas. Es imprescindible a nivel de viabilidad económica, realizar un pretratamiento en el parque eólico que reduzca este gran volumen y facilitar su transporte hasta la planta.

Realizar un dimensionado correcto de los medios de transporte necesarios.

El radio de acción competitivo se encuentra en 400 km, no superando esta distancia para que la logística de las palas hacia la planta de reciclado sea rentable.





## Best practices\_

### 02. Waste suppliers

It is important to conduct a research on the availability of blades waste in the area where it is intended to build the recycling of these blades in order to provide waste to the recycling plant to be installed. In the case of LIFE REFIBRE project, 7333 tons of blades have been identified in Spain that will reach their end of life in the coming years. So, looking at the data, a stable supply, even increasing, is ensured throughout the years.

Carry out a preliminary study of the wind farms installed in the area where the recycling plant will be implemented, as well as their age.

Commitment by suppliers to supply the necessary amount of waste, depending on the needs of the plant.

It is necessary to be waste managers to be able to collect the blades and recycle them.

The blades are a waste with a very low density, very bulky and therefore with low weight, which make difficult to transport the complete pieces. It is essential, at the level of economic viability, carry out a pre-treatment in the wind farm to reduce this large volume and facilitate its transport to the plant.

Carry out a correct dimensioning of the necessary means of transport.

The competitive radius of action is 400 km, not exceeding this distance so that the logistics of the blades to the recycling plant are profitable.

## Buenas prácticas\_

### 03. Operación de la planta de reciclado

Es importante realizar un escalado correcto de la planta prototipo implantada en el proyecto LIFE REFIBRE. Para ello, según los residuos disponibles se fijará la capacidad de la planta, adaptando el diseño a las necesidades particulares de cada emplazamiento.

Previamente a la operación, es necesario ajustar correctamente las condiciones de operación para conseguir un rendimiento óptimo con la cantidad y tamaño de fibra necesario.

Optimización del proceso de reciclado mecánico mediante un proceso de clasificación previo según la tipología estructural de la pala de aerogenerador.

Importante la adecuación de la planta de reciclado mecánico a la normativa de PRL, poniendo especial énfasis en las medidas colectivas de protección relacionadas con la generación de polvo de fibra de vidrio durante el proceso de reciclado, con la incorporación de un sistema de filtro de mangas para su recogida.

Interesante encontrar un nuevo uso para los materiales auxiliares que componen la estructura de la pala de aerogenerador, y que a través del proceso de reciclado han sido separados, como la madera de balsa.

Considerar la evolución de la tecnología y los materiales en el proceso de fabricación de las palas de aerogenerador. La continua evolución en este campo puede dar lugar a la necesidad de adaptar el proceso de reciclado a dichos materiales.





## Best practices\_

### 03. Operation of the recycling plant

It is important to correctly scale the prototype plant implemented in the LIFE REFIBRE project. To do this, according to the available waste, the capacity of the plant will be set, adapting the design to the particular needs of each location.

Before operation, it is necessary to adjust the operating conditions to achieve optimum performance with the amount and size of glass fibre required.

Optimization of the mechanical recycling process through a previous classification process according to the structural typology of the wind turbine blade.

It is important to adapt the mechanical recycling plant to the LRP regulations, placing special emphasis on collective protection measures related to the generation of glass fibre dust during the recycling process, with the incorporation of a bag filters system for collection.

It is interesting to find a new use for the auxiliary materials that make up the structure of the wind turbine blade, and which have been separated through the recycling process, such as balsa wood.

Consider the evolution of technology and materials in the manufacturing process of wind turbine blades. The continuous evolution in this field may lead to the need to adapt the recycling process to these materials.

## Buenas prácticas\_

### 04. Tipologías de mezclas asfálticas

Durante el proceso de optimización de las distintas mezclas se ha realizado una batería de ensayos estandarizados a cada materia prima que componen la mezcla (arena, grava, betún, filler y fibra de vidrio) para comprobar las propiedades intrínsecas de cada una de ellas y el cumplimiento de los estándares marcados para cada uno de ellos, concretamente para las materias primas tradicionales.

Una vez realizado el proceso de caracterización de las materias primas, se fabricaron a escala laboratorio distintas formulaciones las cuales fueron sometidas a ensayos normalizados que permitieran conocer su comportamiento. Gracias a este trabajo, se consiguió conocer las propiedades de cada una de estas mezclas eligiendo las cuatro mezclas que serían aplicadas en el tramos demostrador. Concretamente, las mezclas asfálticas que han sido testadas en el proyecto LIFE REFIBRE, han sido:

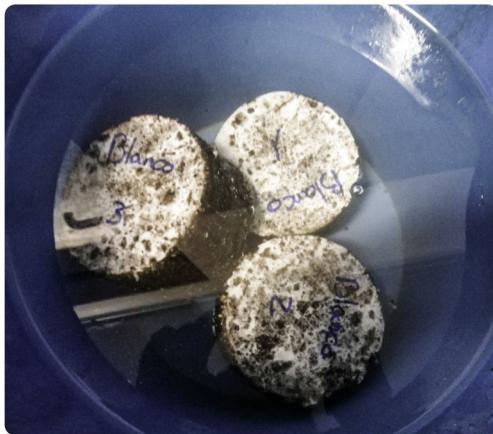
**Mezclas incorporando 0,5% de fibra de vidrio reciclada**

**Mezclas incorporando 0,75% de fibra de vidrio reciclada**

**Mezclas incorporando 0,85% de fibra de vidrio reciclada**

**Mezclas incorporando 1% de fibra de vidrio reciclada**





## Best practices\_

### 04. Types of asphalt mixtures

During the optimization process of the different mixtures, a battery of standardized tests has been carried out on each raw material that makes up the mixture (sand, gravel, bitumen, filler and glass fibre) to verify the intrinsic properties of each one and the compliance with the standards set for each of them, specifically for traditional raw materials.

Once the raw materials characterization process had been carried out, different formulations were manufactured at laboratory scale which were subjected to standardized tests that allowed us to know their behavior. Thanks to this work, it was possible to know the properties of each of these mixtures by choosing the four mixtures that would be applied in the demonstrator sections. Specifically, the asphalt mixtures that have been tested in the LIFE REFIBRE project have been:

Bituminous mixtures incorporating **0.5%** of recycled glass fibre

Bituminous mixtures incorporating **0.75%** of recycled glass fibre

Bituminous mixtures incorporating **0.85%** of recycled glass fibre

Bituminous mixtures incorporating **1%** of recycled glass fibre

## Buenas prácticas\_

### 05. Planificación de la intervención en la planta de aglomerado asfáltico

El proceso de incorporación de la fibra de vidrio en la planta asfáltica, conlleva tomar ciertas determinaciones y consideraciones pensando en el proceso de instalación. Los responsables deben valorar qué tipo de intervención desean realizar:



Diseñar los equipos necesarios para poder incorporar la fibra a la mezcla en el proceso de fabricación de aglomerado asfáltico. Se tiene que incorporar cuando los áridos ya han sido clasificados y dosificados de acuerdo con la fórmula de trabajo optimizada y antes de mezclarlos con el betún.



Desde dirección y en cooperación con el personal técnico, debe realizarse una valoración atendiendo a factores como el coste de equipos, disponibilidad espacial, coste de operación, etc.





## Best practices\_

### 05. Planning of the intervention in the asphaltic plant

The process of glass fibre incorporation into the asphaltic plant, requires a preliminary planning process. The responsible agents must evaluate what kind of intervention is going to be developed:



Design the necessary equipment to incorporate the glass fibre into the mix in the asphalt agglomerate manufacturing process. It must be incorporated when the aggregates have already been classified and dosed according to the optimized working formula and before mixing them with the bitumen.



From the management and in cooperation with the technical staff, an assessment must be made taking into account factors such as the cost of equipment, space availability, operating cost, etc.

## Buenas prácticas\_

### 06. Diseminación y comunicación de actividades realizadas

El proyecto LIFE REFIBRE ha seguido la estrategia de comunicación y difusión indicada en el plan de comunicación elaborado al comienzo del proyecto, el cual se basa en la identificación adecuada de los actores más relevantes.

A lo largo del desarrollo del proyecto se han acudido a congresos, ferias, eventos, etc., en temáticas relacionadas con residuos, medio ambiente, economía circular, carreteras.

La aplicabilidad en el sector de la carretera va a depender del desarrollo de legislación específica en el ámbito de la contratación pública (especialmente de las administraciones públicas de origen local o regional), que permita la utilización de este material como materia prima en las mezclas de aglomerado asfáltico. Si el mercado demanda reducir la huella de carbono, el uso habitual de esta técnica tiene un amplio campo de aplicación.

Es complejo que los resultados sean aplicables a otros sectores industriales. Pero sí es posible la transferibilidad a otros de usos similares, como es el hormigón.

La replicación europea es posible, sobre todo en las zonas donde el sector de la energía eólica esté fuertemente implantado y tenga una potencia acumulada que se encuentre cercana a su fin de vida.





### Best practices\_

#### 06. Dissemination and communication of activities carried out

LIFE REFIBRE project has followed the communication and dissemination strategy pointed out at the beginning of the project in the Communication Plan. The strategy is based on the adequate identification of the most relevant stakeholders.

Throughout the development of the project, congresses, fairs, events, etc. have been attended on issues related to waste, the environment, the circular economy, and roads.

The applicability in the road sector will depend on the development of specific legislation in the field of public procurement (especially of local or regional public administrations), which allows the use of this material as raw material in mixtures of asphalt agglomerate. If the market demands to reduce the carbon footprint, the habitual use of this technique has a wide field of application.

It is complex that the results are applicable to other industrial sectors. But it is possible to transfer it to others with similar uses, such as concrete.

European replication is possible, especially in areas where the wind energy sector is strongly established and have an accumulated capacity that is close to its end of life.

## Buenas prácticas\_

### 07. Compromiso y estrecha comunicación con las administraciones públicas

Un mercado en el que casi el 100% de los clientes son Administraciones Públicas (Ayuntamientos, Diputaciones, Comunidades Autónomas o Ministerio de Fomento), y donde las normativas existentes marcan el desarrollo de las tecnologías, hace que el contacto con los responsables técnicos de dichas Administraciones sea crucial.

Hay que recordar que el mercado donde se aplica el desarrollo del proyecto está monopolizado por Administraciones Públicas.

La aplicabilidad en el sector va a depender del desarrollo de la contratación pública ecológica, especialmente de las Administraciones Públicas de orden regional o local.

Esta técnica tiene un amplio campo de aplicación si:

Si el mercado demanda reducir la huella de carbono.

Si se aplican nuevas leyes en cuanto a la limitación o prohibición del depósito en vertedero de estos residuos.

Si se premia la construcción de carreteras con materiales reciclados.

Se desarrolla normativa específica en el sector de las infraestructuras viarias que permita la utilización de este material





### Best practices\_

#### 07. Commitment and close communication with the public administrations

A market in which almost 100% of the clients are Public Administrations (Municipalities, Provincial and Regional Administrations or Infrastructure Ministry), where the existing normative highlights that the development of technologies is crucial, make the contact with the technical responsible of the Administration so crucial.

It is important that the market where the development of the Project is applied is monopolized by the Public Administrations.

The applicability in the sector will depend on how the ecologic public procedure develops, especially in Public Administrations with a regional or local character.

The use of this technique has a great area of applicability if:

If the market demands to reduce the carbon footprint.

If new laws are applied regarding the limitation or prohibition of landfilling of this waste.

If the construction of roads with recycled materials is rewarded.

Specific regulations are developed in the road infrastructure sector that allow the use of this material.



## Buenas prácticas\_

### 08. Actividades post-LIFE

Para evitar que tras la finalización del proyecto sea difícil seguir manteniendo su visibilidad, se mantendrá la página web operativa, así como un cuestionario online para todo aquel que necesite información y ayudar al proyecto con actividades similares. De esta forma la trazabilidad del proyecto estará mantenida.

Además, se creará una empresa para la implantación de la tecnología desarrollada en el proyecto LIFE REFIBRE en el mercado y así conseguir su replicación.

Se hará un especial seguimiento de noticias relacionadas con el proyecto que permitan facilitar la implantación en el mercado de la tecnología desarrollada.

WEB.....

WWW. LIFEREFIBRE.EU



@liferefibre.....





## Best practices\_

### 08. Post-LIFE Activities

To avoid that after the end of the project it is difficult to continue maintaining its visibility, the operational website will be maintained, as well as an online questionnaire for anyone who needs information and helps the project with similar activities. In this way the traceability of the project will be maintained.

In addition, a company will be created to implement the technology developed in the LIFE REFIBRE project in the market and thus achieve its replication.

Special monitoring of news related to the project will be carried out to facilitate the implementation in the market of the technology developed.

..... MAIL\_  
[info@liferefibre.eu](mailto:info@liferefibre.eu)

..... Youtube\_

# IX. RESUMEN AMBIENTAL

# IX. ENVIRONMENTAL SUMMARY





## Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Siguiendo la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (CV) se ha evaluado el impacto ambiental del proceso de reciclado mecánico llevado a cabo dentro del marco del proyecto.

Casi un 60 % de las emisiones de gases efecto invernadero del proceso corresponden a la etapa de tratamiento de la pala de aerogenerador en desuso en la propia planta de reciclado por lo que es necesario prestar especialmente atención a esta etapa del proceso de valorización.

Gracias al proceso de valorización de la fibra de vidrio contenida en las palas de aerogenerador fuera de uso mediante el proceso de reciclado reciclado mecánico han conseguido dos objetivos:

 Gestión sostenible de las palas de aerogenerador en desuso evitando los impactos asociados a los actuales sistemas de tratamiento de las mismas.

 Obtención de un producto de alto valor añadido que posteriormente será introducido, en las mezclas de aglomerado asfáltico.

**La valorización de la fibra de vidrio reciclada evita un gran impacto ambiental, aproximadamente del 75%, asociado a la fabricación de la misma.**



### Impacto ambiental reciclado mecánico

Tratamiento "in situ"

Treatment in place



Transporte a planta de tratamiento

Transport to the treatment plant



Pretratamiento en planta de tratamiento

Pretreatment in the plant



Reciclado mecánico en planta de tratamiento

Mechanical recycling in the plant

Embosulado  
Bagged



Disposición final a vertedero

Final disposal landfill



Tratamiento final  
Final treatment

Fabricación de fibra  
Fibre manufacturing

4.42 Kg CO<sub>2</sub> eq / kg pala tratada  
treatment blade

3.52 Kg CO<sub>2</sub> eq / kg pala tratada  
treatment blade

0,876 Kg CO<sub>2</sub> eq / kg pala tratada  
treatment blade



## Life Cycle Assessment (LCA)

According to Life Cycle Assessment (LCA) methodology, the environmental profile of the mechanical recycling process carried out within the framework of the project have been evaluated.

Almost 60% of the greenhouse gas emissions from the process correspond to the treatment of the useless wind turbine blade in recycling plant facilities, thus it is necessary to pay special attention to this stage of the recovery process.

Due to the recovery process of the glass fibre contained in useless wind turbine blades LIFE REFIBRE has achieves two objectives:

Sustainable management of useless wind turbine blades, avoiding the impacts associated with their current treatment systems.

Obtaining a product with high added value that will later be introduced into asphalt agglomerate mixtures.

**Recycling of glass fibre contained in useless wind turbine blades avoids a great environmental impact**, approximately an 75%, associated with its manufacture.

## Emisiones de gases

El último paso ha sido obtener la emisiones de gases efecto invernadero de las mezclas de aglomerado asfáltico desarrolladas dentro del marco del proyecto considerando todas las etapas del ciclo de vida que la conforma además de, incorporar los procedimiento de gestión de las palas de aerogenerador en desuso evaluado previamente.

El proceso global evaluado dentro del proyecto LIFE REFIBRE, el cual incluye la valorización de la fibra de vidrio y su uso como materia prima en las mezclas de aglomerado asfáltico origina una menor emisión de gases efecto invernadero en comparación con los escenarios de referencia considerados, vertedero e incineración.

Por tanto, considerando las más de 13 toneladas de fibra de vidrio han sido incorporadas en el procesos de fabricación de los 4 tramos demostradores, cada uno con una dosificación de fibra de vidrio distinta (0,5%, 0,75%, 0,85% y 1,0%), de promedio, se ha conseguido evitar un total de:

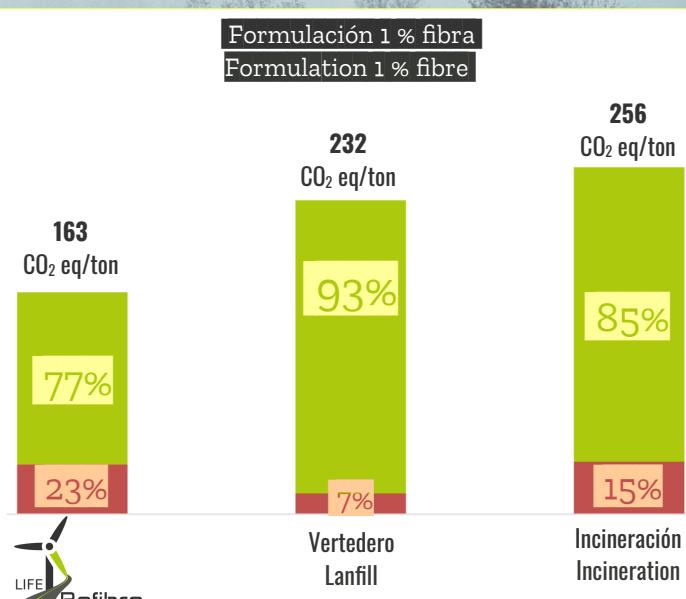
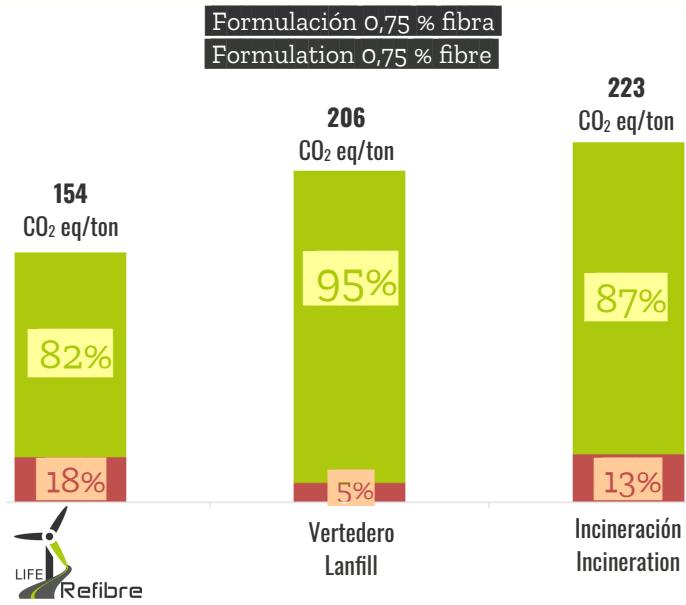
**131 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. si se compara con el escenario tradicional de la incineración**

**97 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. si este escenario se compara con la disposición en vertedero.**

Tratamiento palas / Blades treatment



## Fabricación aglomerado / Agglomerate manufacturing



## Gas emissions\_

The last step has been to obtain greenhouse gas emissions from the asphalt agglomerate mixtures developed within the framework of the project, considering life cycle of it, as well as, the management procedures for useless of wind turbine blades, previously evaluated.

The global process evaluated within the LIFE REFIBRE project, which includes the valorisation of glass fibre from useless wind turbines and its incorporation as raw material in asphalt agglomerate mixtures, results in a lower greenhouse gas emission compared to the reference scenarios considered, landfill an incineration.

Therefore, considering that more than 13 tons of glass fibre have been incorporated into the manufacturing process of the 4 demonstration sections, each with a different glass fibre dosage (0.5%, 0.75%, 0, 85% and 1.0%), in average, LIFE REFIBRE has achieved to avoid a total of:

**131 tons CO<sub>2</sub> eq. by comparision with the incineration managment**

**97 tons CO<sub>2</sub> eq. by comparision with landfill managment**

X. AGRADECIMIENTOS

X. ACKNOWLEDGMENTS







## Agradecimientos\_



Programa Europeo LIFE  
*European LIFE Programme*  
<https://ec.europa.eu/easme/en/life>



**Junta de  
Castilla y León**

Consejería de Fomento  
y Medio Ambiente

Junta de Castilla y León  
<https://jcyt.es>



European Commission  
EASME – Executive Agency  
for SMEs  
<https://ec.europa.eu/easme/>



GE Renewable Energy  
<https://ge.com>

## Acknowledgments\_



Diputación de Zamora  
Consejería de Fomento y Medio Ambiente  
<http://www.diputaciondezamora.es/>



Monitoring LIFE Projects and  
Communicating about the LIFE  
Programme  
<https://neemo.eu>



EDP Renovable  
<https://edp.com>

**SIEMENS Gamesa**

Siemens Gamesa  
<https://siemensgamesa.com>





## ¿Y ahora qué?\_

Aunque el proyecto LIFE REFIBRE ya ha finalizado, la planta de reciclado de palas de aerogenerador seguirá operativa en su ubicación actual en Fresnillo de las Dueñas (Burgos) a modo de demostrador para administraciones, empresas y cualquier otro colectivo técnico que quiera comprobar "in situ" el buen funcionamiento de la tecnología desarrollada.

Por otro lado, el tramo demostrador de carretera seguirá construido para poder seguir analizando su comportamiento con el paso de los años.

Además, el proyecto LIFE REFIBRE seguirá acudiendo a eventos de networking, difusión, y cualquier evento en general en el que se pueda transferir y replicar la tecnología a stakeholders y actores interesados, permitiendo la extrapolación de los resultados a otras zonas.

Gracias a los resultados obtenidos, se ha comenzado con los trámites necesarios para lograr que esta nueva materia prima para las mezclas de aglomerado asfáltico, la fibra de vidrio, consiga la regulación necesaria para poder ser utilizada de forma normalizada, como ocurrió con el caso de los Neumáticos fuera de uso (NFU).

La metodología del proyecto así como sus avances tecnológicos están listos para ser transferidos y replicados a otras ubicaciones, es por ello que se están dando los pasos necesarios para combatir con las principales barreras legales encontradas y así poder replicar el proyecto LIFE REFIBRE por toda Europa.

## And now, what?\_

Although LIFE REFIBRE project has already finished, the wind turbine blade recycling plant will continue operating in its current location in Fresnillo de las Dueñas (Burgos) as a demonstrator for administrations, companies and any other technical group that wants to check "in situ" the proper functioning of the developed technology.

On the other hand, the road demonstration section will also continue built in order to continue analyzing its behavior over the years.

In addition, LIFE REFIBRE project will continue attending networking events, dissemination, and any event that may be interesting to transfer and replicate the technology to stakeholders and target audience, allowing the extrapolation of the results to other areas.

Thanks to the results obtained, the necessary procedures have been started to ensure that this new raw material for asphalt agglomerate mixtures, glass fibre, achieves the necessary regularization to be able to be used in a standardized way as happened in the case of the end of life tires.

The project methodology as well as its technological advances is ready to be transferred and replicated to other locations, which is why the necessary steps are being taken to fight against the main legal barriers encountered and thus be able to replicate the LIFE REFIBRE project throughout Europe.



# WWW. LIFEREFIBRE.EU



@liferefibre



Este Proyecto ha sido  
realizado gracias a la  
contribución económica del  
Programa LIFE

This Project has been  
developed with the financial  
contribution of the European  
LIFE Programme



SOCIOS  
PARTNERS

**BLASGON**

blasgon.es

CENTRO  
TECNOLOGICO

**CARTIF**

cartif.es



INSTITUTO DE LA  
CONSTRUCCION  
DE CASTILLA Y LEON

iccl.es

**incosa**

INVESTIGACION Y CONTROL DE CALIDAD S.A.U.

incosa.es



sangregorioconstruccion.es