



# Improving the wind

Robotics technology to improve wind turbines performance



## Tecnologías y recomendaciones de inspección para la Extensión de Vida de palas 2021

Grupo Trabajo Extensión de Vida

Juan Rivas  
Responsable de Desarrollo de Negocio

## ANÁLISIS VIDA DEL AEROGENERADOR

- **Información técnica** del aerogenerador
- **Información climática** y datos del emplazamiento
- **Histórico de operaciones** (SCADA, informes de producción)
- **Mantenimiento e histórico de trabajo** de campo en inspecciones
- **Mediciones e instrumentación** (CMS)
- **Datos geométricos** específicos e **información de materiales**

## INSPECCIONES ESTRUCTURA DEL AEROGENERADOR

- Determinación del **estado general** de la **turbina**, en especial, sistemas de seguridad (extintores, setas de seguridad, bulones, luminarias...)
  - **Palas**
  - **Eje principal y multiplicadora**
  - **Cimentaciones**
  - **Torre**
  - **LPS**

# Inspección externa de palas



- Cámaras automatizadas
- Cámaras visual + termográfica
- Drones
- Drones con vuelo automático
- UAVs
- Robots succión
- Robots magnéticos

## Detalle de daños

---



## OBJETIVOS COMUNES

- **Calidad** de fotografía → calidad de diagnóstico
- **Registro** de la pala completa
- **Software reconstrucción/stitching**
- **Plataforma** de gestión inspecciones → más info. y más accesible
- **Ubicación y dimensión** de los **daños**
- **Seguridad** para los técnicos
- **IA** → reconocimiento automático daños

## DIFERENCIAS

- **Restricciones:** altura vuelo, permisos, curso especializado, diferentes legislaciones
- **Limitaciones viento**
- **Autonomía**
- **Tiempos de operación**
- **Reporting** → plataforma de gestión
- **Complemento información** → inspecciones internas, chequeo LPS, informes anteriores
- **Precio**

## PROBLEMÁTICA

- **Pocas opciones** técnicas disponibles
- **Palas** cada vez más **grandes y complejas**
- **Limitación por personal** especializado disponible
- **Seguridad:** espacio confinado, temperatura, atmósfera, rescate
- **Limitación de acceso físico**
- **Coste**

## OBJETIVOS

- **Sistematizar la inspección y registro de pala completa**
- **Máxima longitud de pala** inspeccionada
- **Seguridad** → evitar trabajadores dentro de la pala
- **Plataforma de gestión inspecciones** → más info y más accesible
- **Complemento información** → inspecciones externas, LPS, informes anteriores
- **Software reconstrucción / stitching**
- **IA** → reconocimiento automático daños

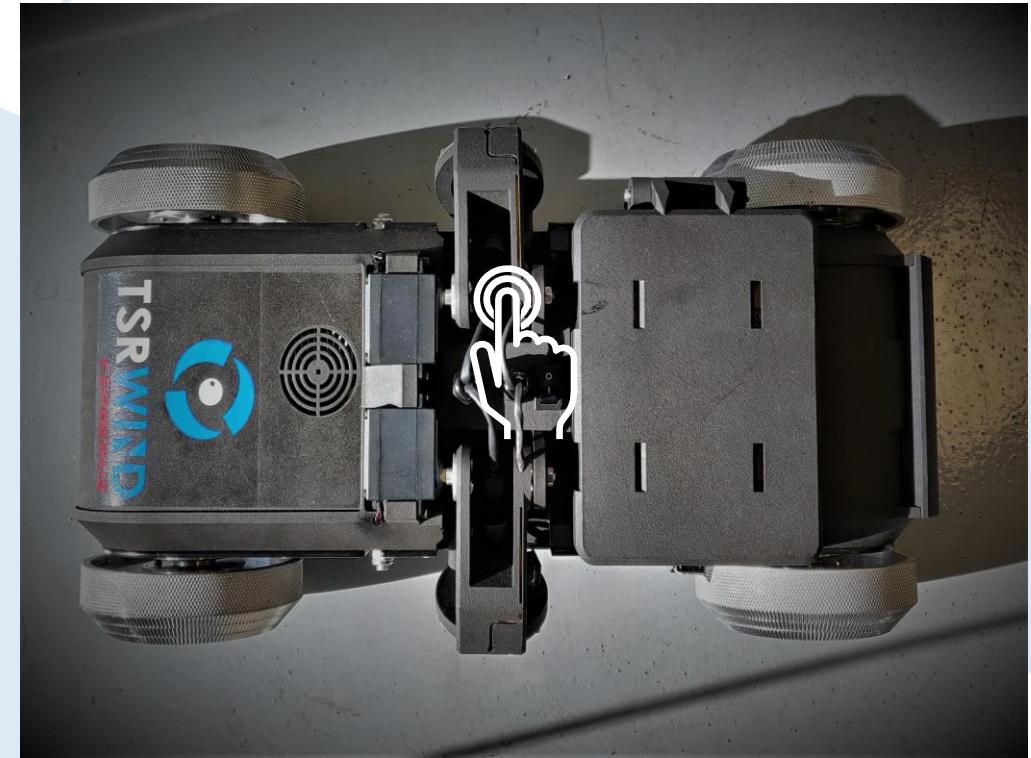
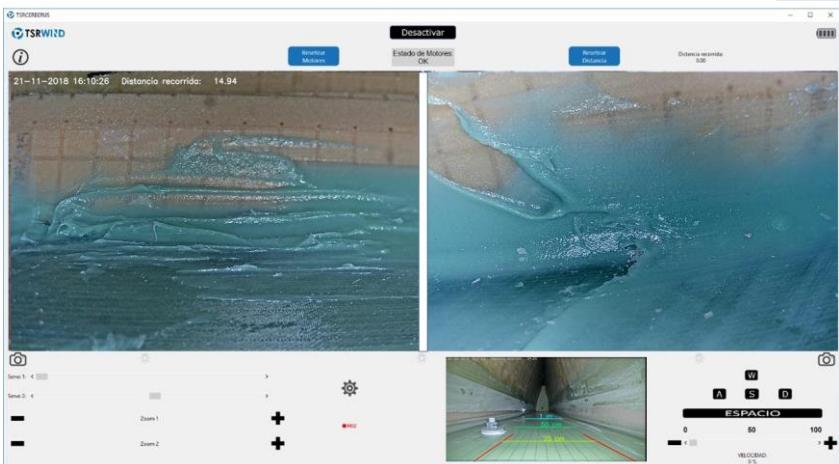
# Inspección interna de palas



Robot Cerberus



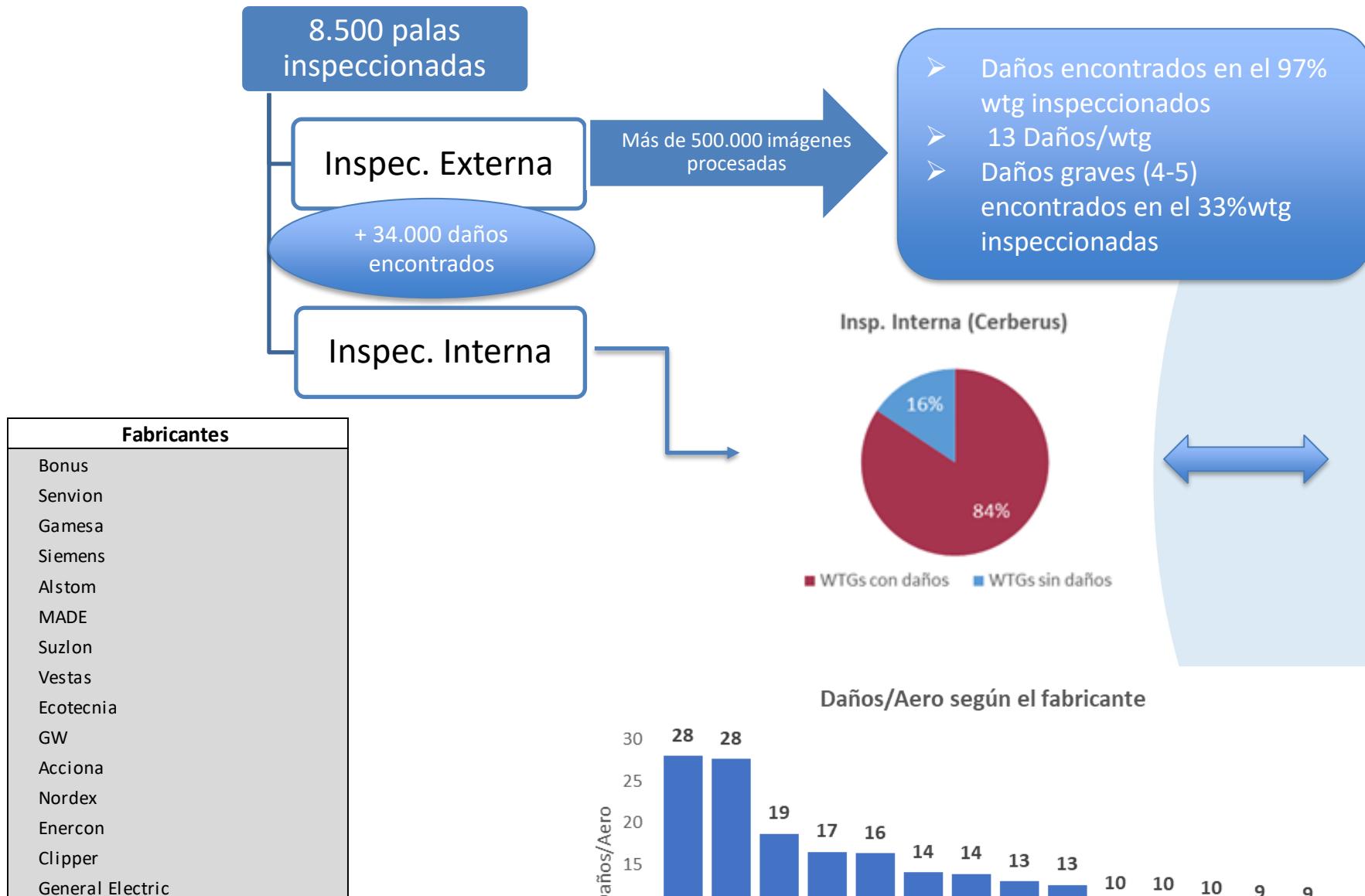
Software TSR



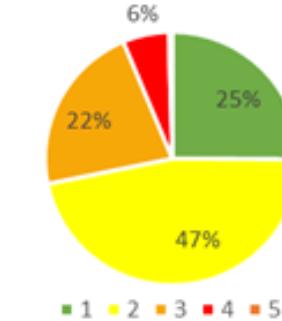
# Ejemplos cámara Cerberus



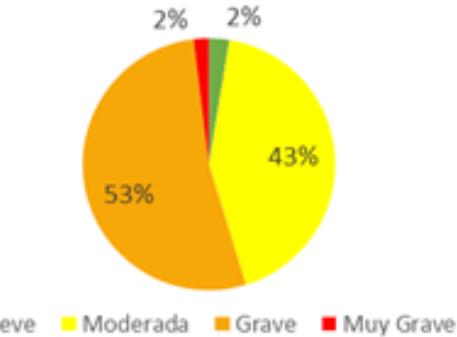
# Estadísticas



Gravedad daños Insp.Externa (%)



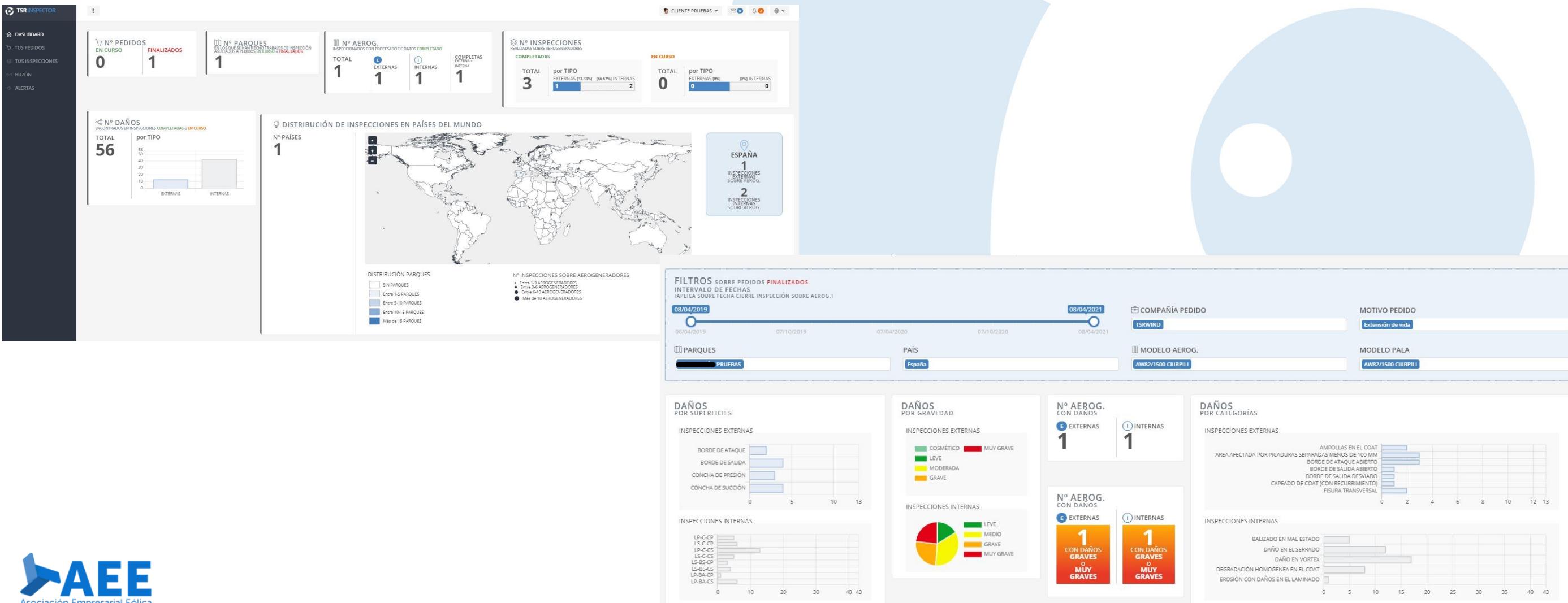
Gravedad de los daños Insp. Interna (%)



# Plataformas de gestión

## Nuestra plataforma web - TSR Inspector

TSR Inspector es un software de procesamiento de imágenes desarrollado por TSR en colaboración con la UPM y, a su vez es una plataforma web exclusiva para clientes donde éstos pueden acceder a las imágenes reconstruidas y descargar el informe de daños.



# TSR Inspector

## Inspección externa de palas

**DETALLE - PALA B - CONCHA DE SUCCIÓN**

INSPeCCIÓN EXTERNA CON REFERENCIA: 01GuinNpBNcOTN  
FECHA APERTURA INSPECCIÓN | 2021-04-05 14:21:26

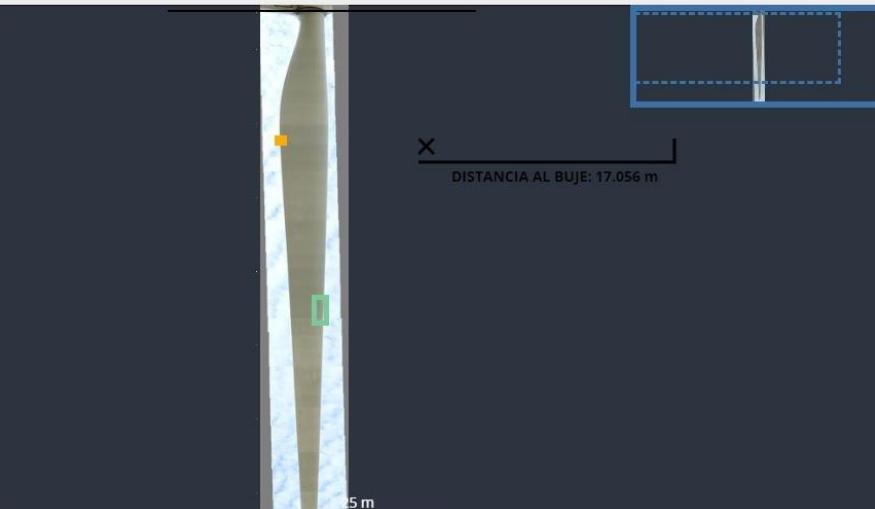
ESTADO: COMPLETADA

PARQUE [REDACTADO] PRUEBAS  
CÓDIGO AEROGENERADOR | 98765432-0  
LONGITUD DE LA PALA | 80m

**RELACIÓN DE DAÑOS**

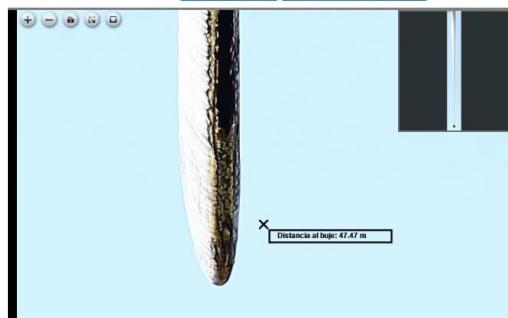
DISTANCIA AL BUJE	GRAVEDAD	CATEGORÍA
40m.	COSMÉTICO	Borde de ataque abierto
17m.	GRAVE	Borde de salida desviado

**BORDE DE ATAQUE**



DISTANCIA AL BUJE: 17.056 m

**CONCHA DE PRESIÓN**



DISTANCIA AL BUJE: 47.47 m

**CONCHA DE SUCCIÓN**

Uso de trabajo: 3  
Superficie: Borde de ataque  
Longitud: 47.5 m  
Pala: B  
Aerogenerador: 1  
Parque: Demostración

Inspección y anotación de daños [Imagenes sin reales](#) [Marcar Inspección como terminada](#)

**AEE**  
Asociación Empresarial Eólica

**INFORME**  
INSPECCIÓN EXTERNA en [REDACTADO] PRUEBAS  
AEROGENERADOR CÓD.: 98765432-0  
FECHA EMISIÓN DEL INFORME: ABRIL 2021

**TSRWIND**

**BORDE DE ATAQUE**



0-8m. 8-16m. 16-24m. 24-32m. 32-40m. 40-48m. 48-56m. 56-64m. 64-72m. 72-80m.

**BORDE DE SALIDA**



0-8m. 8-16m. 16-24m. 24-32m. 32-40m. 40-48m. 48-56m. 56-64m. 64-72m. 72-80m.

**CONCHA DE PRESIÓN**



0-8m. 8-16m. 16-24m. 24-32m. 32-40m. 40-48m. 48-56m. 56-64m. 64-72m. 72-80m.

**CONCHA DE SUCCIÓN**



0-8m. 8-16m. 16-24m. 24-32m. 32-40m. 40-48m. 48-56m. 56-64m. 64-72m. 72-80m.

**COSMÉTICO** **LEVE** **MODERADA** **GRAVE** **MUY GRAVE**

# TSR Inspector

## Inspección interna de palas

D7	CONCHA DE SUCCIÓN CON LARGUERO SECUNDARIO DESDE CENTRAL	12m.	Daño en vortex	kkkkkk
D8	CONCHA DE PRESIÓN CON LARGUERO PRINCIPAL DESDE CENTRAL	13m.	Daño en el serrado	bbbbbbbbbb
D9	CONCHA DE SUCCIÓN CON LARGUERO PRINCIPAL DESDE CENTRAL	20m.	Daño en el serrado	nnnnnnnn
D10	CONCHA DE SUCCIÓN CON LARGUERO SECUNDARIO DESDE BORDE DE SALIDA	21m.	Degradoación homogénea en el coat	gggggggggg
D11	CONCHA DE PRESIÓN CON LARGUERO SECUNDARIO DESDE BORDE DE SALIDA	22m.	Daño en vortex	
D12	CONCHA DE PRESIÓN CON LARGUERO SECUNDARIO DESDE CENTRAL	26m.	Degradoación homogénea en el coat	0000000

Tabla 3: Resumen de daños. PALA A



INSPECCIÓN INTERNA CON REFERENCIA: YhvN52sbFVuzEya  
FECHA APERTURA INSPECCIÓN | 2021-04-07 15:36:35  
ESTADO: COMPLETADA

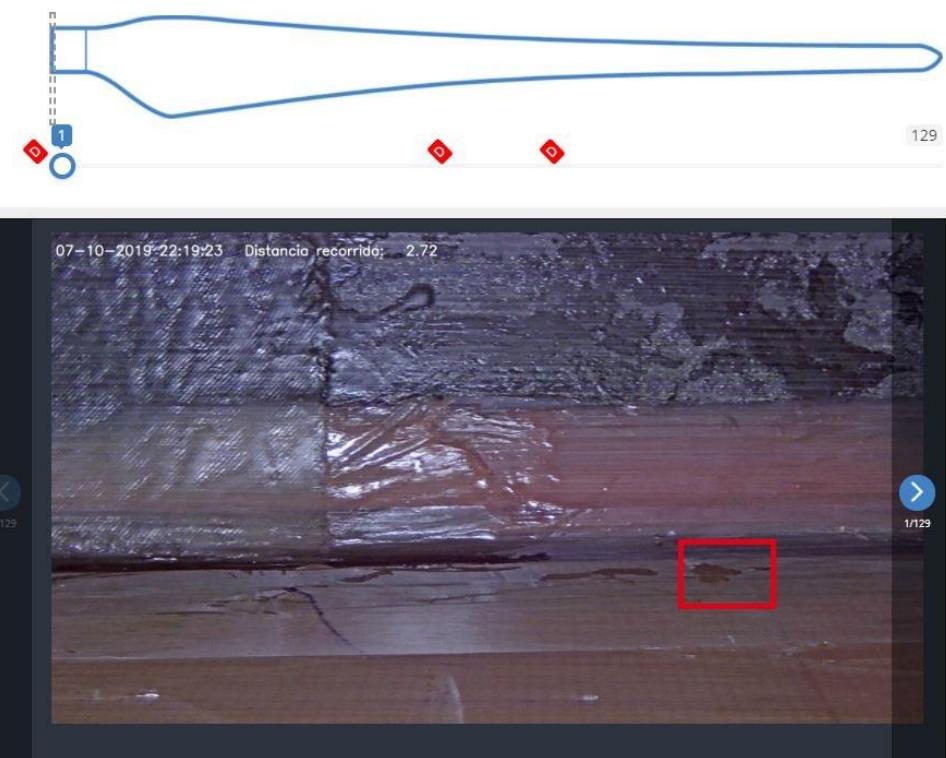
PARQUE [REDACTADO]  
PRUEBAS  
CÓDIGO AEROGENERADOR | 98765432-0



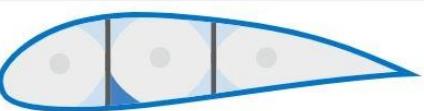
RELACIÓN DE DAÑOS POR IMAGEN 1 RELACIÓN DE DAÑOS POR SUPERFICIE 3

IMAGEN N.º	DISTANCIA	GRAVEDAD	CATEGORÍA
1	3m.	MUY GRAVE	Balizado en mal estado

< ANTERIOR SUPERFICIE > SIGUIENTE SUPERFICIE



PRINCIPAL SECUNDARIO FRONTAL  
CONCHA DE PRESIÓN CONCHA DE SUCCIÓN  
BORDE DE ATAQUE CENTRAL BORDE DE SALIDA



AEROGENERADOR CÓD: 98765432-0  
FECHA EMISIÓN DEL INFORME: ABRIL 2021

**D6** MEDIO

UBICACIÓN  
PALA C [Nº SERIE 55555-C]

SUPERFICIE  
CONCHA DE SUCCIÓN CON LARGUERO SECUNDARIO DESDE BORDE DE SALIDA

DISTANCIA CATEGORÍA TIEMPO DE REPARACIÓN  
6m. Degradación homogénea en el coat 02:00:00

DESCRIPCIÓN  
hhhhhh

RECOMENDACIÓN  
hhhhhh

07-10-2019 22:43:10 Distancia recorrida: 5.69

INSPECCIÓN DE PALAS DEL AEROGENERADOR A03  
PARQUE (ÓLICO)  
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:  
PÁGINA 3 DE 16 | 20200706

### 1. RESUMEN EJECUTIVO.

El resumen de los daños identificados en las palas del aerogenerador número A03 del parque eólico [REDACTADO] es:

Aero	Pala	Gravedad de daños
1	2	2
2	1	3
3	2	4

Tabla 1: Resumen de daños

Durante la inspección de la pala completa se han detectado daños y defectos que se han clasificado según la categorización de daños de TSR Wind.

Categoría	Urgencia en reparación	Descripción	Necesidad de parada	Acción recomendada
1	Ninguna	La pala está en buenas condiciones de trabajo, acorde a su velocidad.	Continuar operando	Ninguna
2	Ninguna	La pala presenta indicios de deterioro.	Continuar operando	Realizar seguimiento y reparar antes de 12 meses.
3	Escasa	La pala presenta indicios de deterioro y ya que están visibles.	Continuar operando	Realizar seguimiento y reparar antes de 6 meses.
4	Media	La pala presenta avanzados signos de daños y ya que están visibles, cuanto antes, sur reparación.	Continuar operando	Realizar seguimiento y reparar antes de 3 meses.
5	Alta	La pala ha de ser reparada inmediatamente, parar antes de reparación.	Detener operación	Reparar inmediatamente.

Tabla 2: Categorización de daños

## Recomendaciones

---

- ✓ Conseguir histórico informes inspección  datos vs informes
- ✓ Conseguir histórico reparaciones
- ✓ Análisis de datos
- ✓ Insp externa de “calidad”  palas completas y todas las palas
- ✓ Inspección interna  Total vs muestreo
- ✓ Análisis de resultados  Acciones correctivas
- ✓ Conclusiones  DECISIONES
- ✓ Seguimiento

# Contacto

---



## Offices

Avenida de la Técnica 33  
28522 Rivas-Vaciamadrid (Madrid)  
T: +34 810 52 56 61  
Mail: [info@tsrwind.com](mailto:info@tsrwind.com)  
Website: [www.tsrwind.com](http://www.tsrwind.com)

## Follow us



## Business Development Manager

Juan Rivas  
T: +34 674 256 722  
Email: [j.rivas@tsrwind.com](mailto:j.rivas@tsrwind.com)