Metodología de parques digitales y caso práctico para evaluar escenarios futuros de estado de salud y desempeño

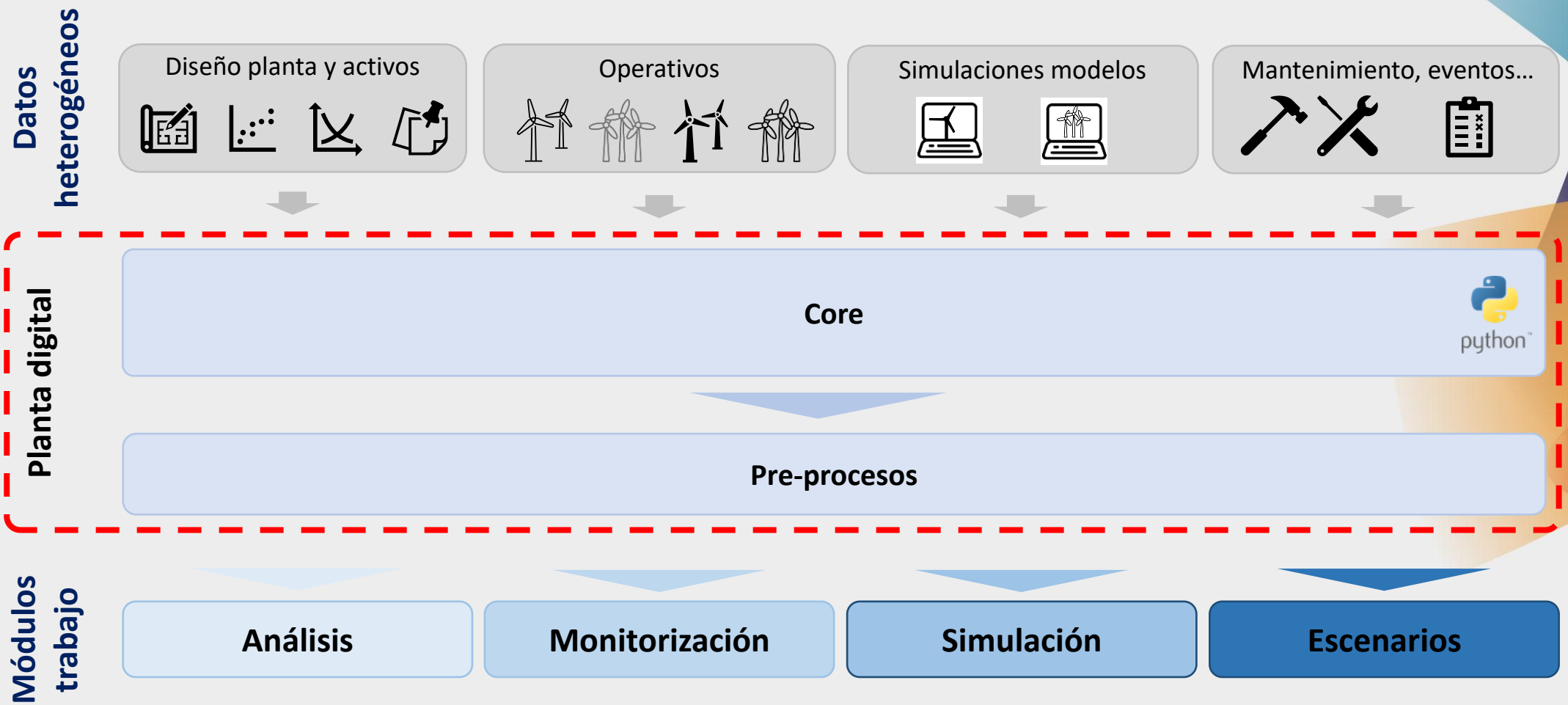
Alvaro González Salcedo

AEE WindOps 2026 - Valladolid

CENER | NATIONAL RENEWABLE ENERGY CENTRE

GOBIERNO DE ESPAÑA · VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat · Gobierno de Navarra Nafarroako Gobernua

Digitalización de plantas eólicas



wendy

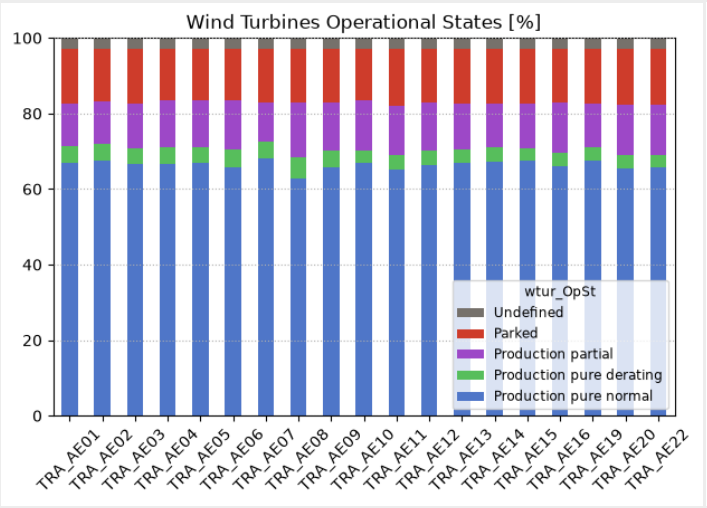
CENER | NATIONAL RENEWABLE ENERGY CENTRE

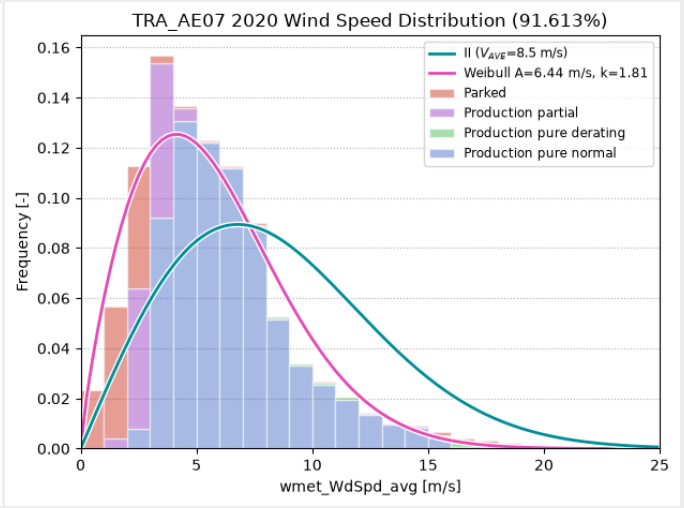
GOBIERNO DE ESPAÑA · VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat · Gobierno de Navarra Nafarroako Gobernua

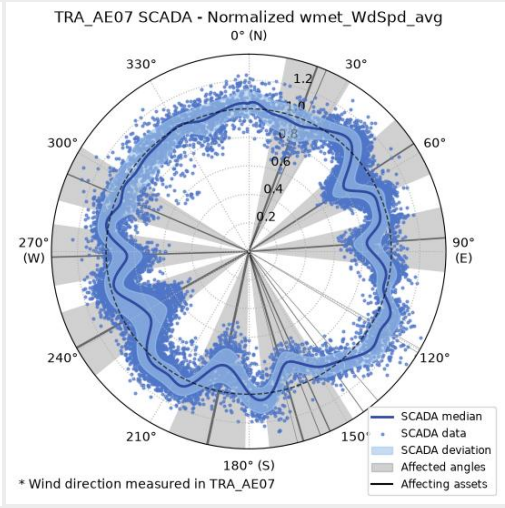
Análisis y monitorización: Desarrollo de funcionalidades

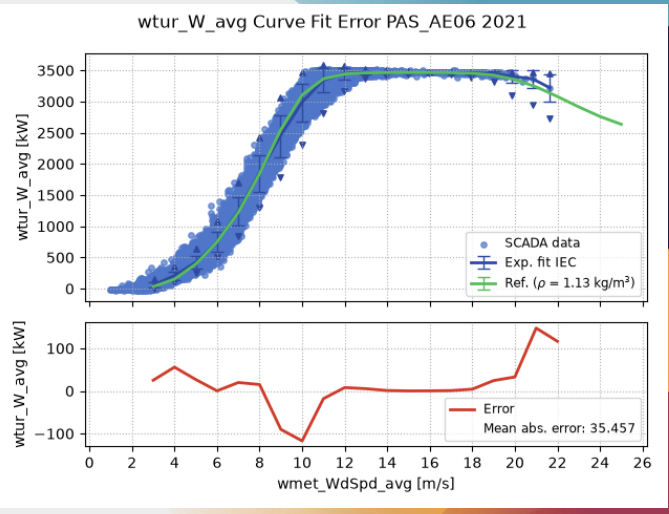
- **Ejemplos de utilidades relevantes:**
  - Análisis meteorológico y operacional
  - Detección de anomalías y diagnóstico
  - Análisis de desempeño e indisponibilidades
  - Monitorización:
    - Cargas
    - Vida remanente
    - Variables de funcionamiento
- **Buenas prácticas:**
  - Potencialmente ilimitadas, desarrollar con criterio práctico
  - Opción de funcionamiento con un mínimo de datos de entrada (los típicamente disponibles)
  - Opciones con más datos para aumentar fiabilidad
  - Robustas, escalables e integrables
  - La IA es una herramienta, no una funcionalidad

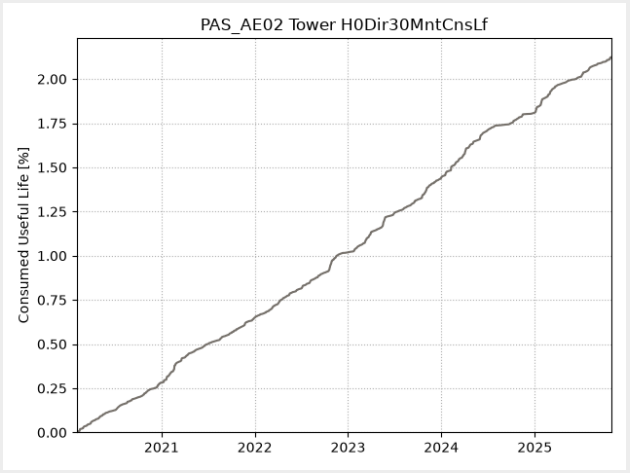
Análisis y monitorización: Ejemplo de funcionalidades

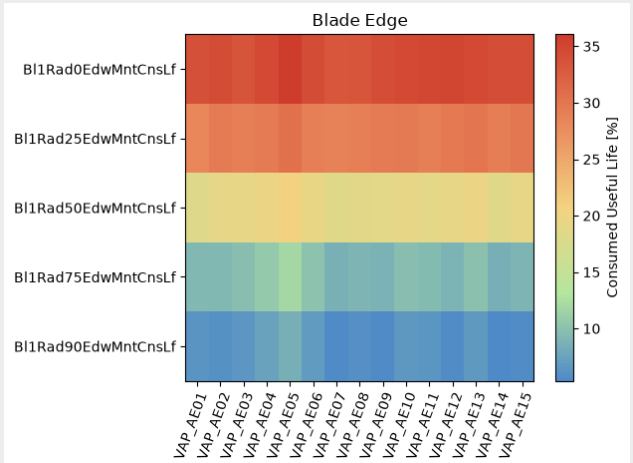


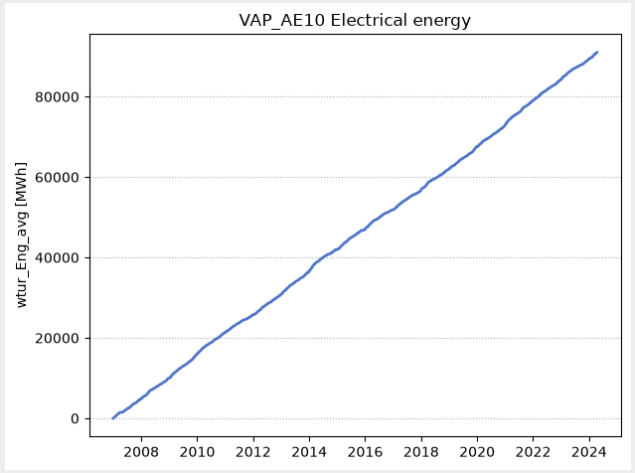


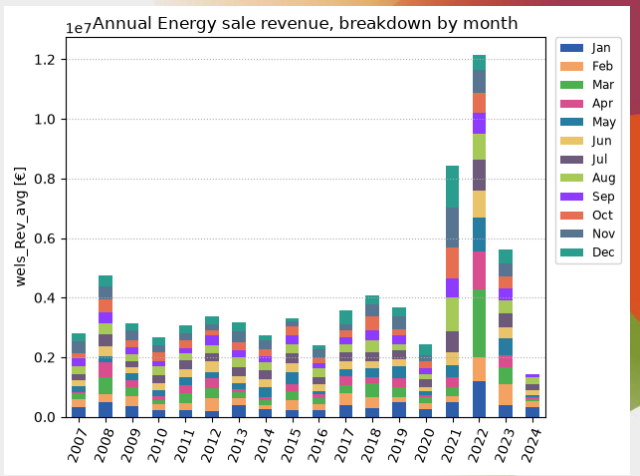








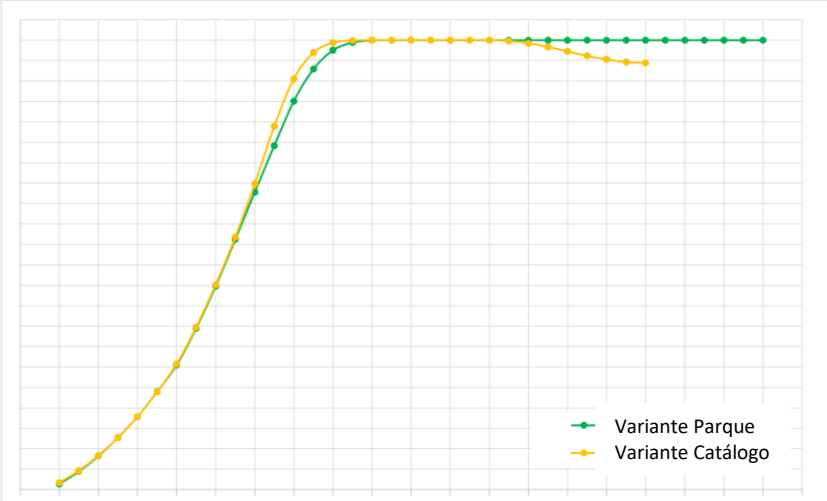




Caso práctico evaluación escenarios

DESCRIPCIÓN

- 3 parques con 52 aerogeneradores de 2.2MW
- 2 variantes de funcionamiento: parque vs catálogo (escenarios de estudio)
- Desde puesta en marcha en 2020 hasta mediados de 2041
- Impacto en producción e ingresos y consumos de vida

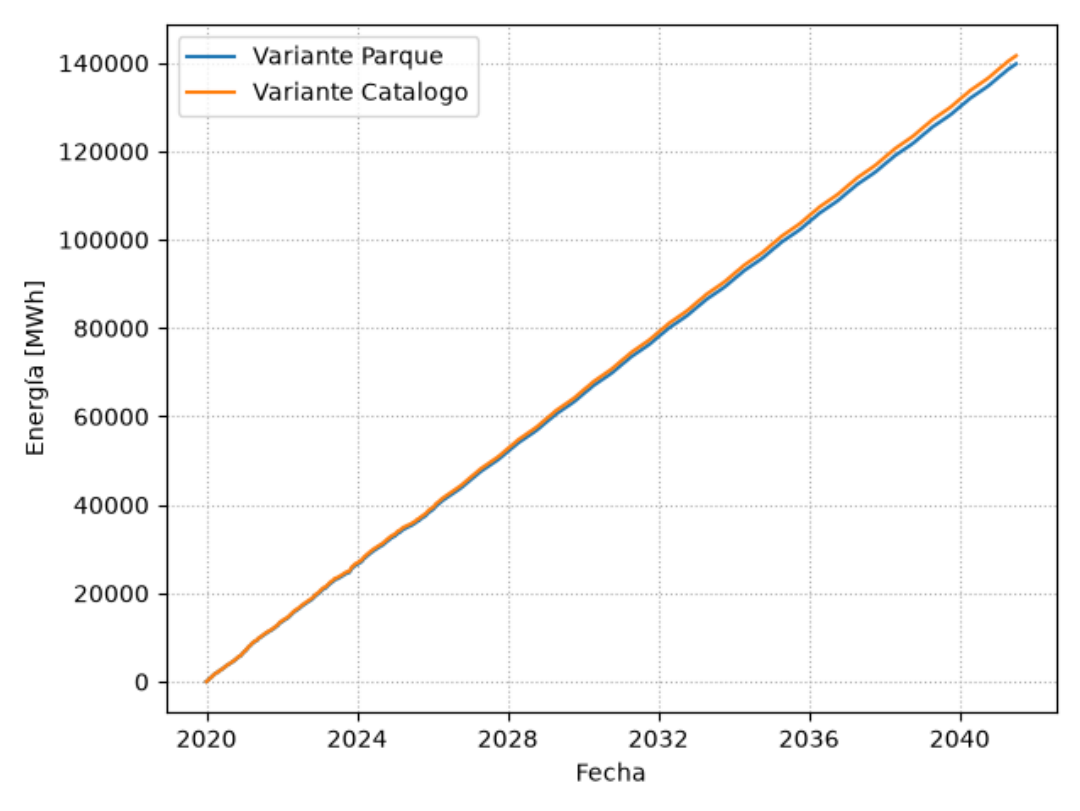


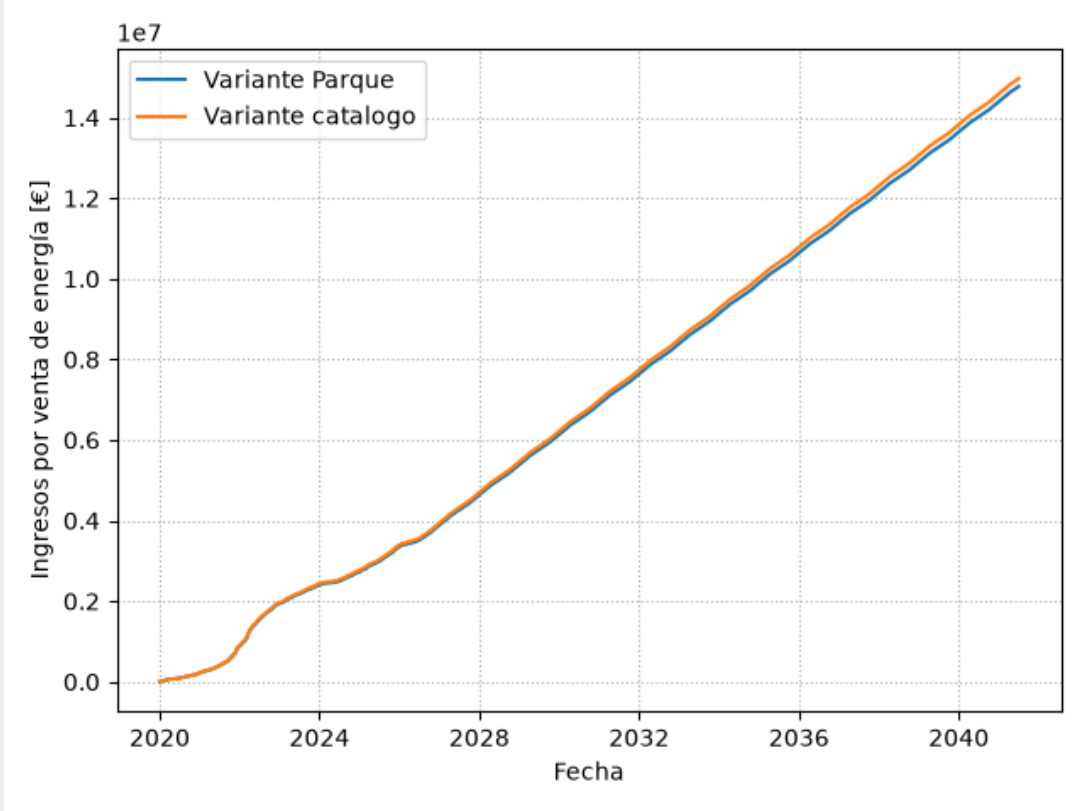
CONSIDERACIONES

- Desarrollo de modelos aeroelásticos Variante Parque y Variante Catálogo
- Validación frente a datos experimentales de parque
- Se consideran históricos 10-minutales detallados para cada activo (principalmente SCADA)
- Se asegura la calidad de los datos disponibles (limpieza, curado, rellenado de huecos…)
- Estudio inicial prospectivo:
    - No se tienen en cuenta condiciones de potencia limitada
    - Los promedios mensuales del periodo de datos disponible se consideran válidos como condiciones futuras
    - No se ha incluido incertidumbre en los cálculos

Caso práctico: Impacto en producción e ingresos

EJEMPLO PARA UN AEROGENERADOR





RESULTADO PARA LOS 3 PARQUES, TODO EL PERIODO DE ESTUDIO (VARIANTE CATÁLOGO VS PARQUE):

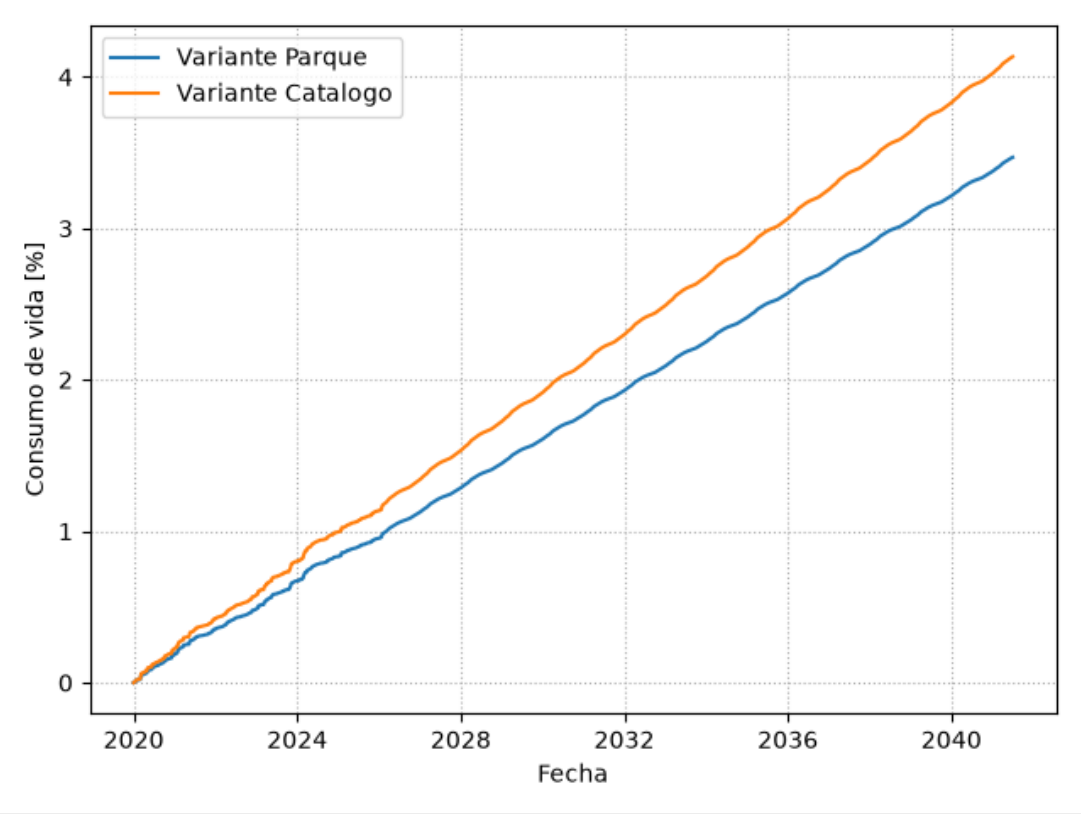
- **INCREMENTO PRODUCCIÓN ENERGÍA: 1.06%**
- **INCREMENTO INGRESOS: 1.1% (≈ 9M€)**

CENER | NATIONAL RENEWABLE ENERGY CENTRE

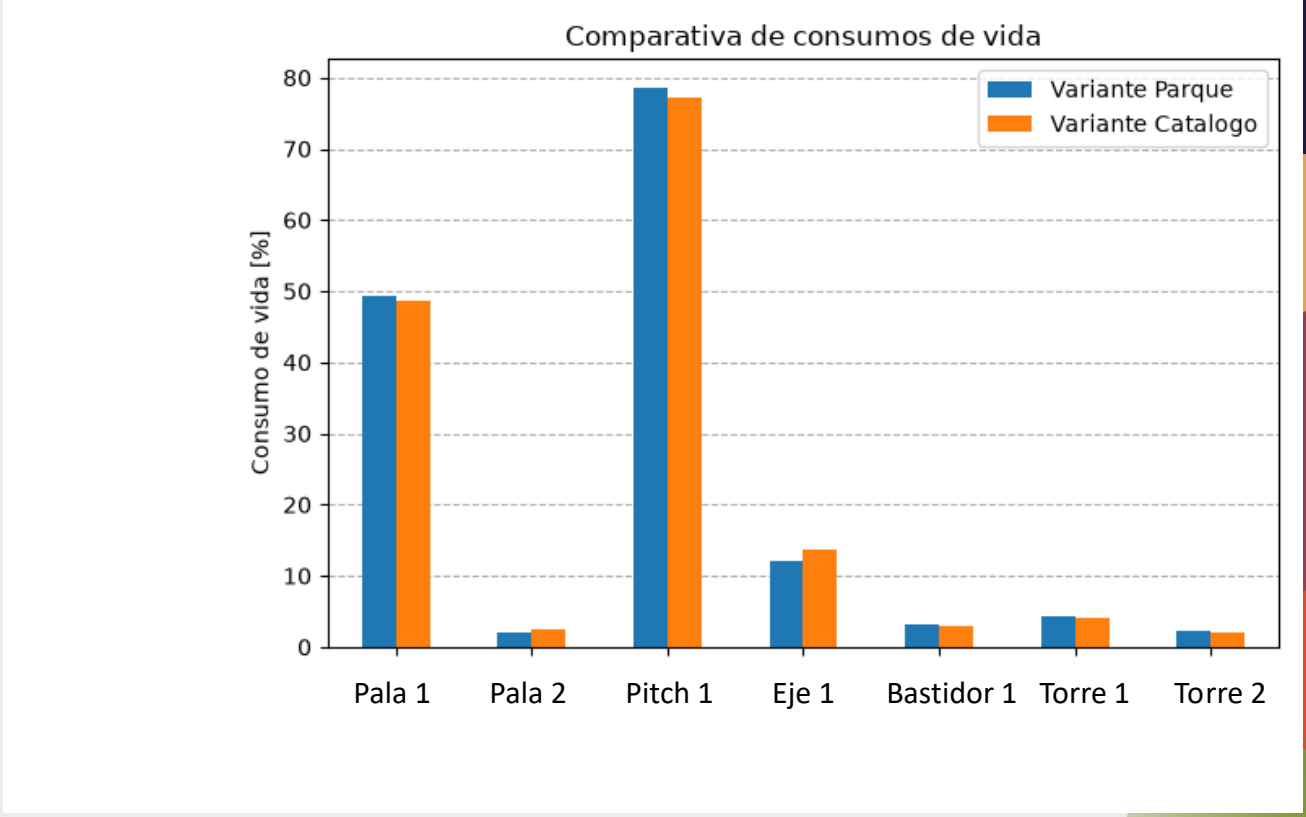
GOBIERNO DE ESPAÑA · VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat · Gobierno de Navarra Nafarroako Gobernua

Caso práctico: Impacto en consumos de vida

EJEMPLO PARA UN PUNTO DE CONTROL DE UN AERO



PROMEDIOS EJEMPLO PARA UNO DE LOS PARQUES



RESULTADOS GENERALES PARA LOS 3 PARQUES EN EL PERIODO DE ESTUDIO:

- INCREMENTOS DE CONSUMO DE VIDA CON VARIANTE CATÁLOGO EN PUNTOS MUY SOBRE-DIMENSIONADOS
- NINGÚN PUNTO AL LÍMITE EN EL PERIODO DE ESTUDIO

CENER | NATIONAL RENEWABLE ENERGY CENTRE

GOBIERNO DE ESPAÑA · VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat · Gobierno de Navarra Nafarroako Gobernua

Conclusiones

Recomendación general	• Internalizar e integrar metodologías de gestión y explotación de datos
Parque digital	• Estructuración, jerarquización y estandarización • Calidad datos: limpieza, curado, huecos - no usar datos incorrectos
Funcionalidades	• Disponibilidad de información crítica, pero explorar mínimos • Pautar desarrollo con criterios prácticos
Estudio de escenarios	• Tener conectados datos, modelos, funcionalidades… • Entender limitaciones de la metodología empleada • Identificar y considerar potenciales aspectos relevantes