Tecnologías Disruptivas Eólicas

Ignacio Cruz

CIEMAT

III CONGRESO SOBRE LAS ENERGIAS ALTERNATIVAS EN INSTALACIONES FIJAS DE LOS EJÉRCITOS

LA GENERACIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN INSTALACIONES DE DEFENSA.
CASO DE ESTUDIO: LA BASE LOGÍSTICA DEL EJÉRCITO DE TIERRA (BLET)

ACADEMIA CENTRAL DE LA DEFENSA (MADRID) 28 y 29 de Marzo de 2023

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE DEFENSA DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA

APTIE Tecnologías e Industrias Estratégicas

Índice

- Recurso eólico

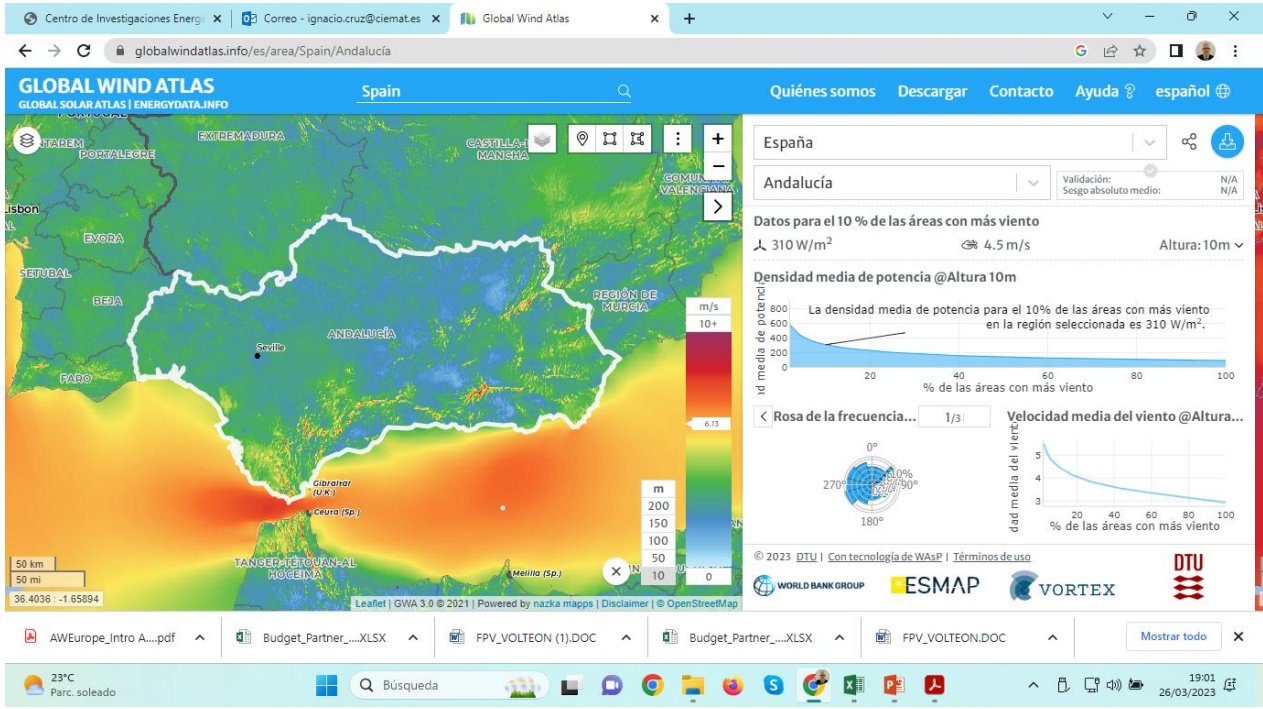
- Tecnologías disruptivas

  - Tecnología Eólica Aero-Transportada (TEA) (Airborne)

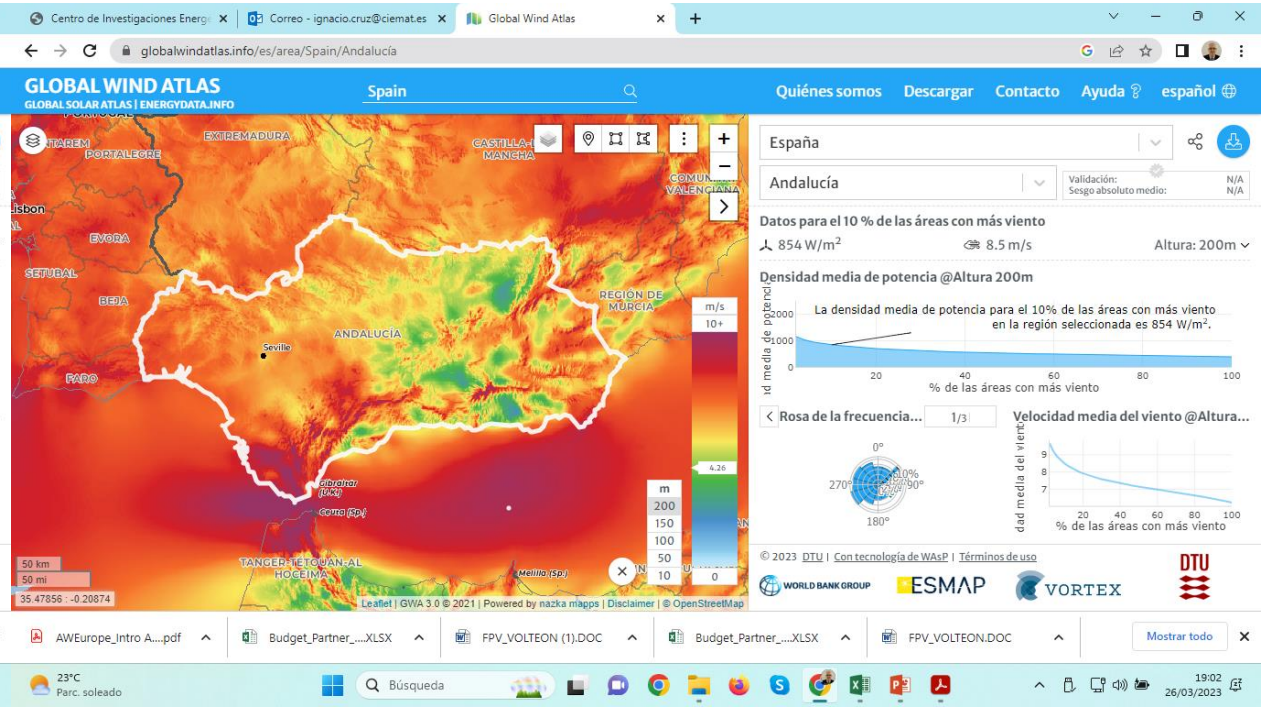
  - Aerogeneradores para bajo viento.

  - Aerogenerador sin pala (Vortex Bladeless)

Mejora del recurso eólico con la altura



10 metros



200 metros

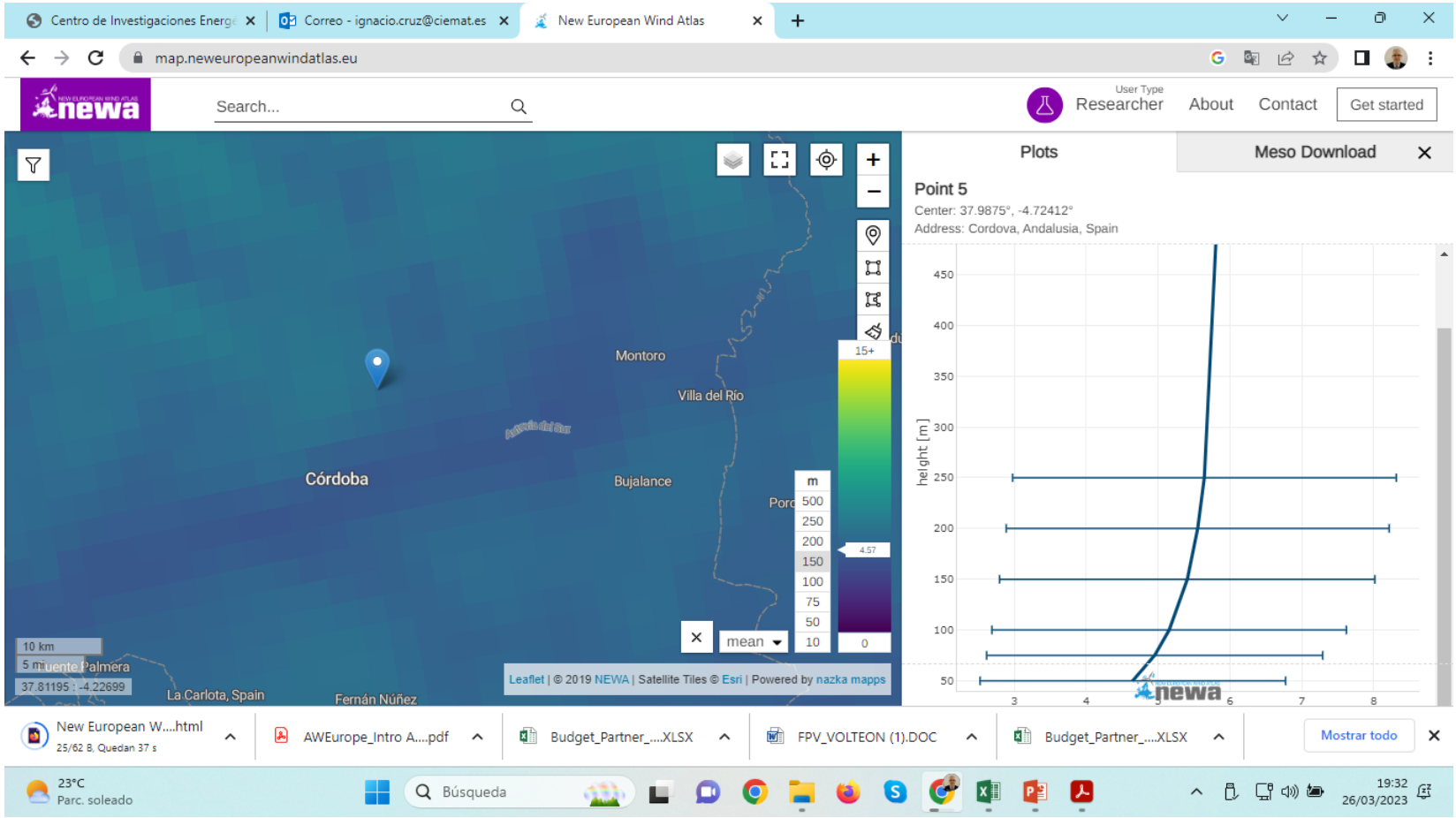
Fuente: Global Wind Atlas

Tecnología Eólica Aero-Transportada (TEA) (Airborne)

Recurso Eólico

Finca La Rinconada (Córdoba)

Latitud 27,93066 Longitud : -4,58908



Altura (m)	Velocidad media anual (m/s)
50	4,64
75	4,95
100	5,15
150	5,40
200	5,55
250	5,64
500	5,81

Fuente: NEWA

Recurso eólico en el emplazamiento de la BLET limitado a alturas entre 50 y 100 m.
Mejora en media anual en 1 m/s subiendo a 200 -250 m

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Principales conceptos actuales de tecnología eólica aerotransportada (Cometas flexibles y aeronaves rígidas)



SkySails



KITEPOWER™



EnerKite



KITEMILL



TWINGTEC
WIND ENERGY 2.0



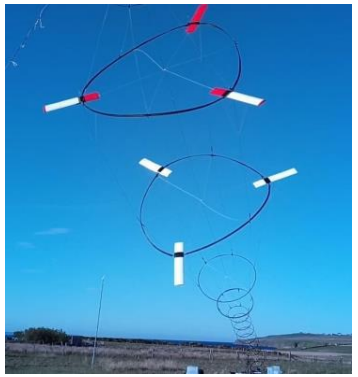
kitenrg



OCEANERGY



KITE//KRAFT

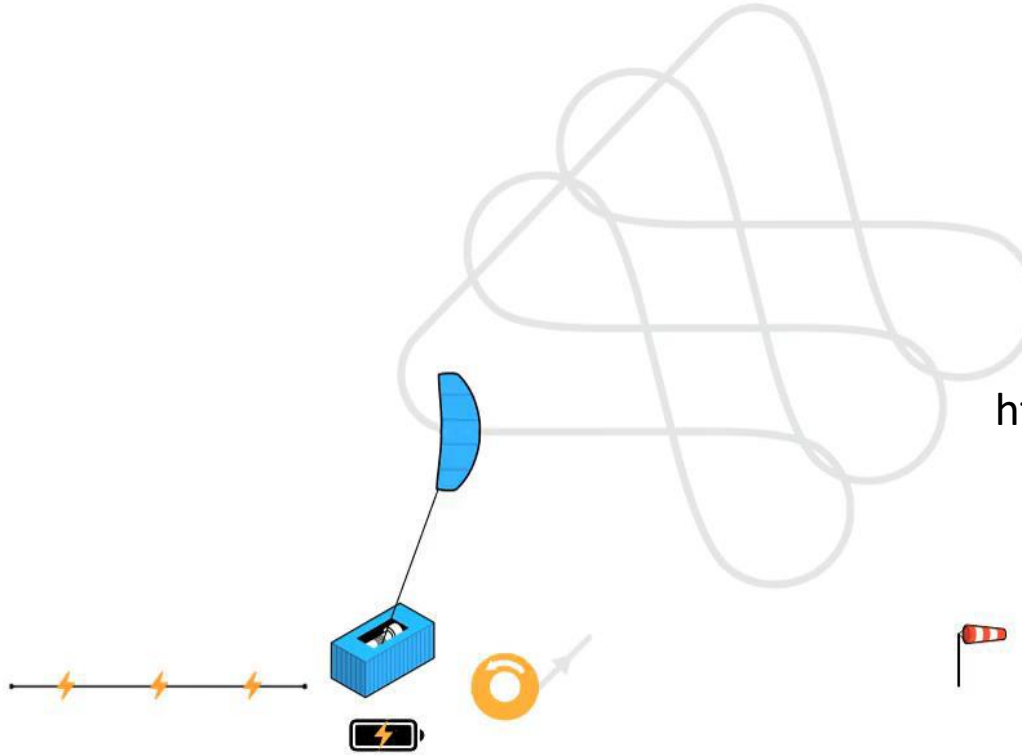


Windswept

Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Generación en tierra (Principio yo-yo)

- Dispone de un cable del cual tira el sistema de generación eólica aerotransportado en su ascenso accionando un generador en tierra
- Una vez completado el ascenso, el sistema de tierra recoge el cable bajando al sistema de generación eólica aerotransportado hasta la posición baja de partida para completar el ciclo.
- El despegue se hace desde un mástil en tierra desplegando la cometa cuando hay una velocidad de viento suficiente o con un lanzador.





SkySails

https://skysails-power.com/



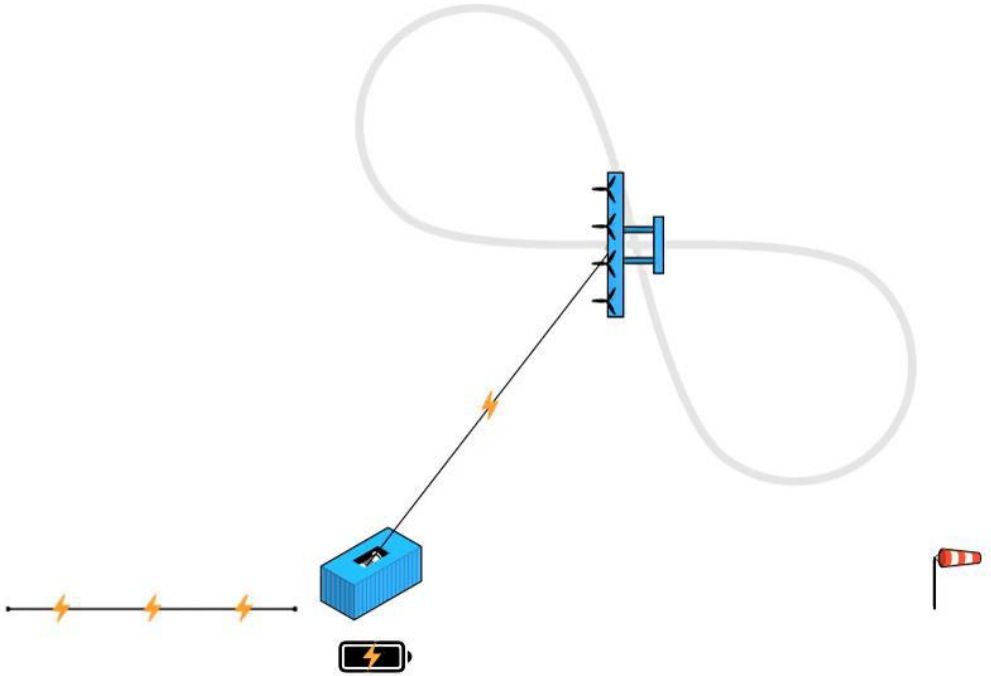
TWINGTEC WIND ENERGY 2.0

https://twingtec.ch/

Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Generación en el aire

- Generación aero transportada con evacuación de la energía mediante un cable





KITE//KRAFT

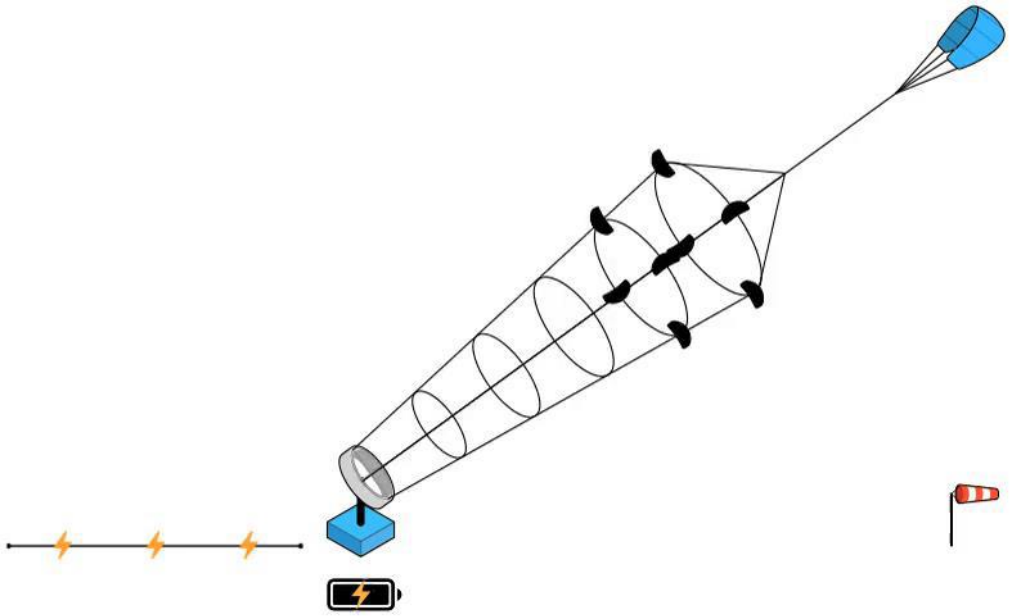
https://www.kitekraft.de/

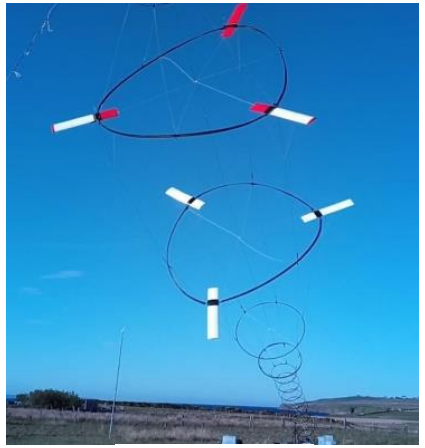


Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Generación en tierra con sistemas de rotación

- Un sistema de elevación basado en una cometa sostiene el Generación Eólico Aero-transportado en el aire.
- La potencia obtenida mediante la rotación se transmite mediante par a la estación de tierra





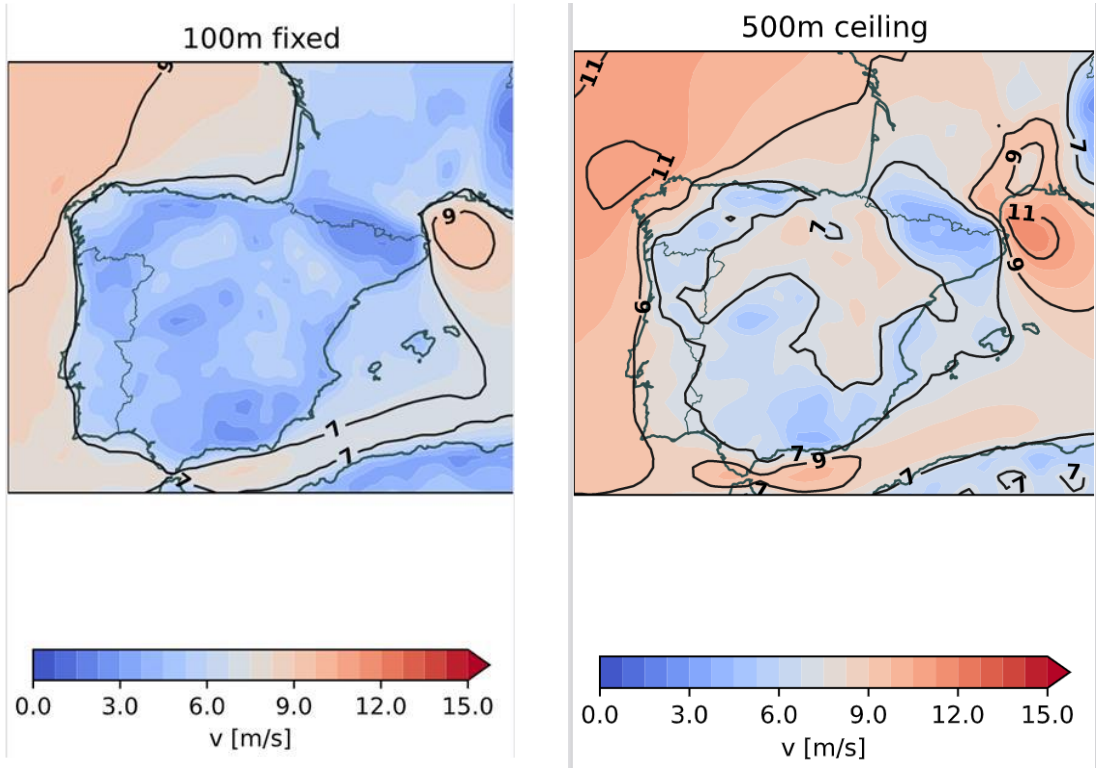
Windswept



Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Ventajas de la generación eólica aerotransportada

- Los sistemas de generación eólica aero transportada (AWES) necesitan hasta un 90% menos material que turbinas eólicas lo que supone un potencial para bajar costes y una cadena de suministro más segura.
- Estos sistemas operan entre 200 y 500 m, por lo que pueden aprovechar mejor el perfil vertical del viento. Mejor recurso.
- Huella de carbono pequeña, poco impacto visual, sistemas compactos, son móviles, permite uso temporal.
- Estos sistemas pueden llegar a mercados que no son accesibles para otras tecnologías renovables.
  - Emplazamientos con bajo recurso eólico a alturas normales (< 150 m).
  - Emplazamientos remotos con acceso muy complicado.



Source: Bechtle et. al., wind data: ERA5

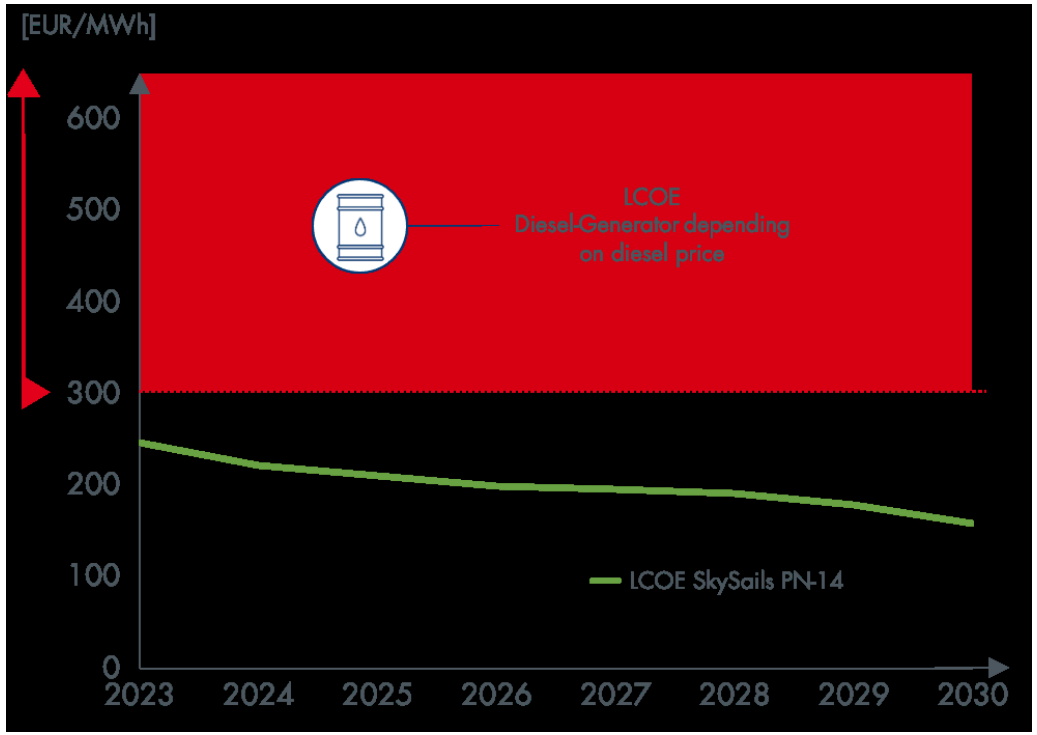
Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Sistemas comerciales

- 2008: Skysails 1 MW
- 2021: Skysails 150 kW

Sistemas probados mas de 100 horas:

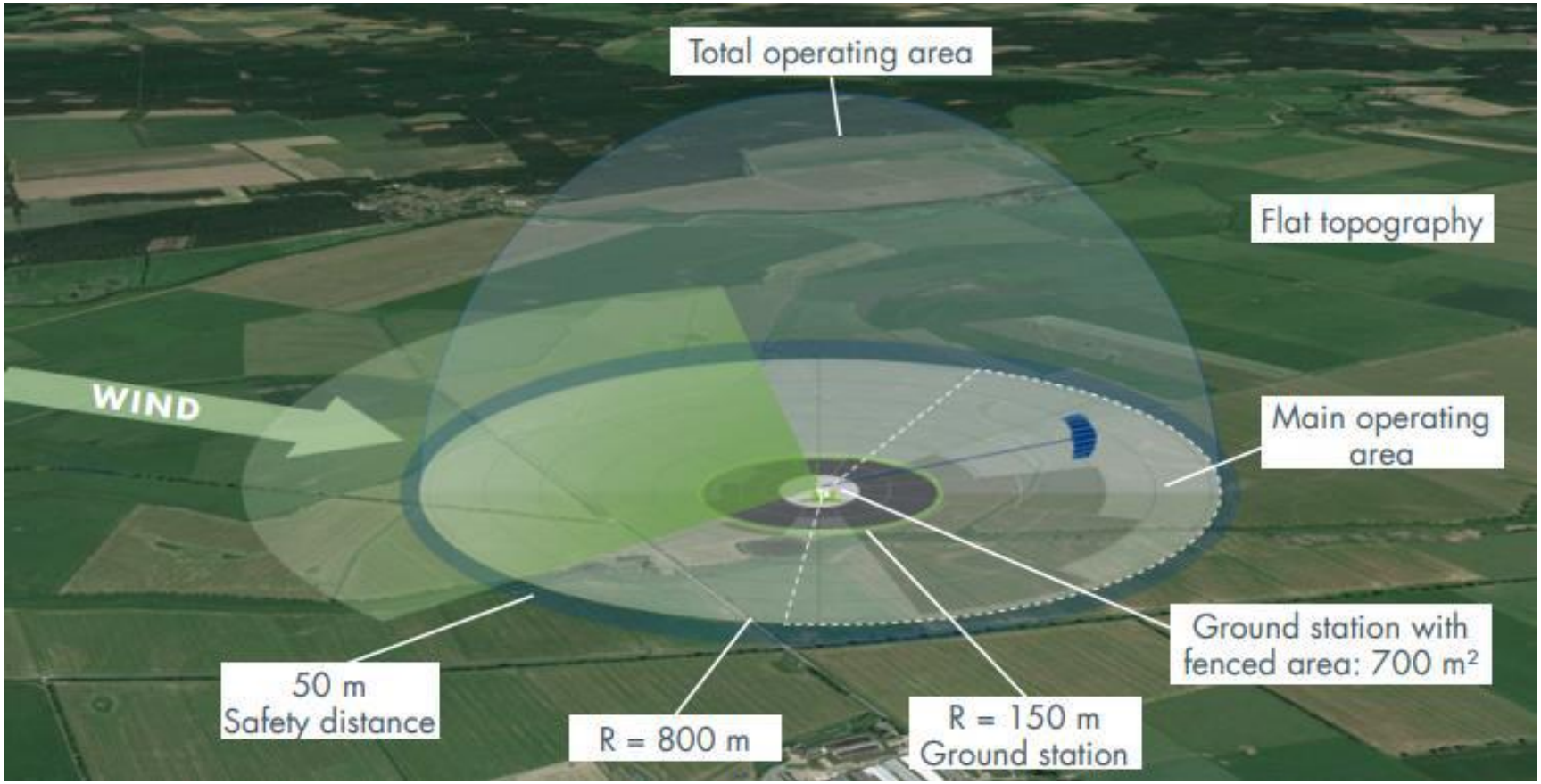
- 2018-2020: Kitepower
- 2020: Ampyx
- 2020: Kitemill



Comparación con los grupos Diesel

Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Requerimientos del emplazamiento



Ejemplo skysails: 800-1000m radio alrededor de la estación de base

Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Requerimientos entre estaciones base



Ejemplo Skysails: 400m entre estaciones de base

Fuente: AWE Airborne Wind Europe

Aerogeneradores para bajo viento

Objetivo: Solucion orientada a emplazamientos disponibles con bajos vientos
Como?: Compensando el bajo recurso mediante el aumento del diámetro del rotor y la altura de la torre, pero diseñando para cargas maximas a velocidades de viento menores
Cambios en la operación del aerogenerador:
Se opera solo de Vin a Vnominal o
De Vin a Vout con soluciones dsiruptivas

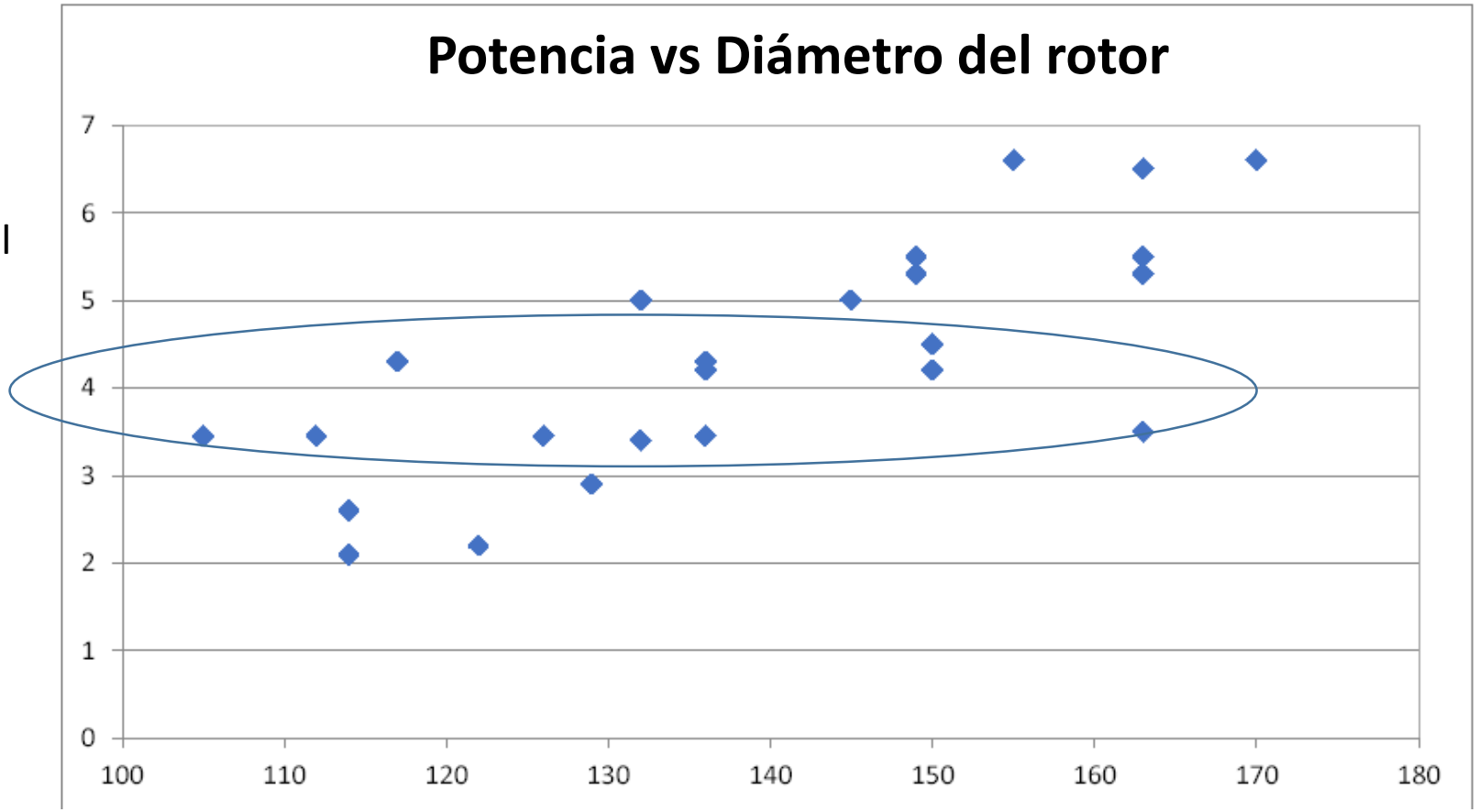
Definición de las clases viento segun IEC para la selección de aerogeneradores

Clases de viento segun la IEC			
	I Vientos altos	**II Vientos medios**	**III Vientos bajos**
Velocidad de viento de referencia (m/s)	50	42,5	7,5
Velocidad de viento media máxima (m/s)	**10**	**8,5**	**7,5**
Ráfaga de viento extrema a 50 años	70	59,5	52,5
Ráfaga de viento extrema a 1 año	52,5	44,6	39,4

Clases de viento segun la IEC	
Intensidad de turbulencia	
A	16%
B	14%
C	12%

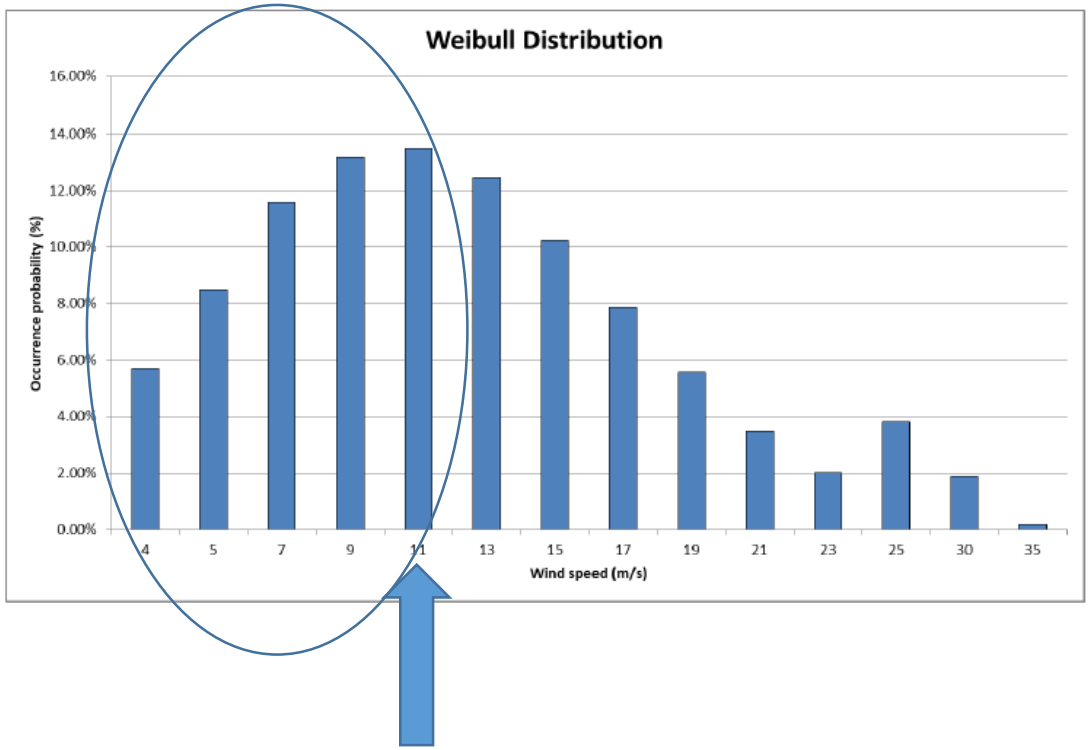
Fuente: CENER

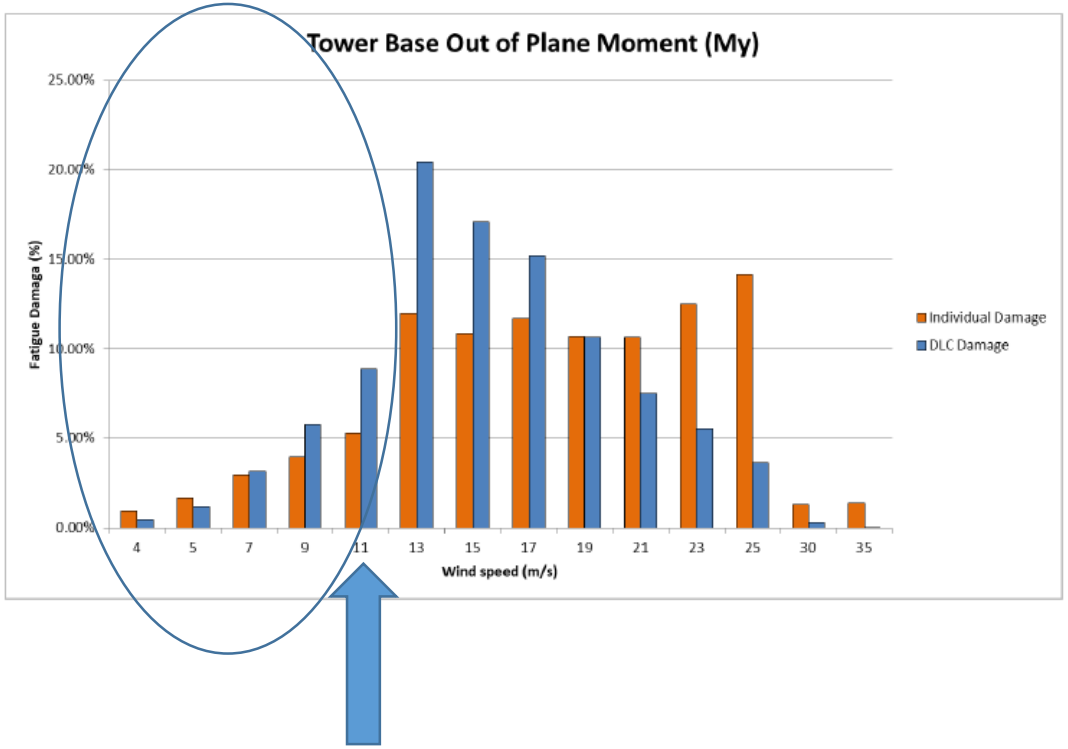
Relación Potencia/diámetro de aerogeneradores actualmente en el mercado



Fuente: CENER

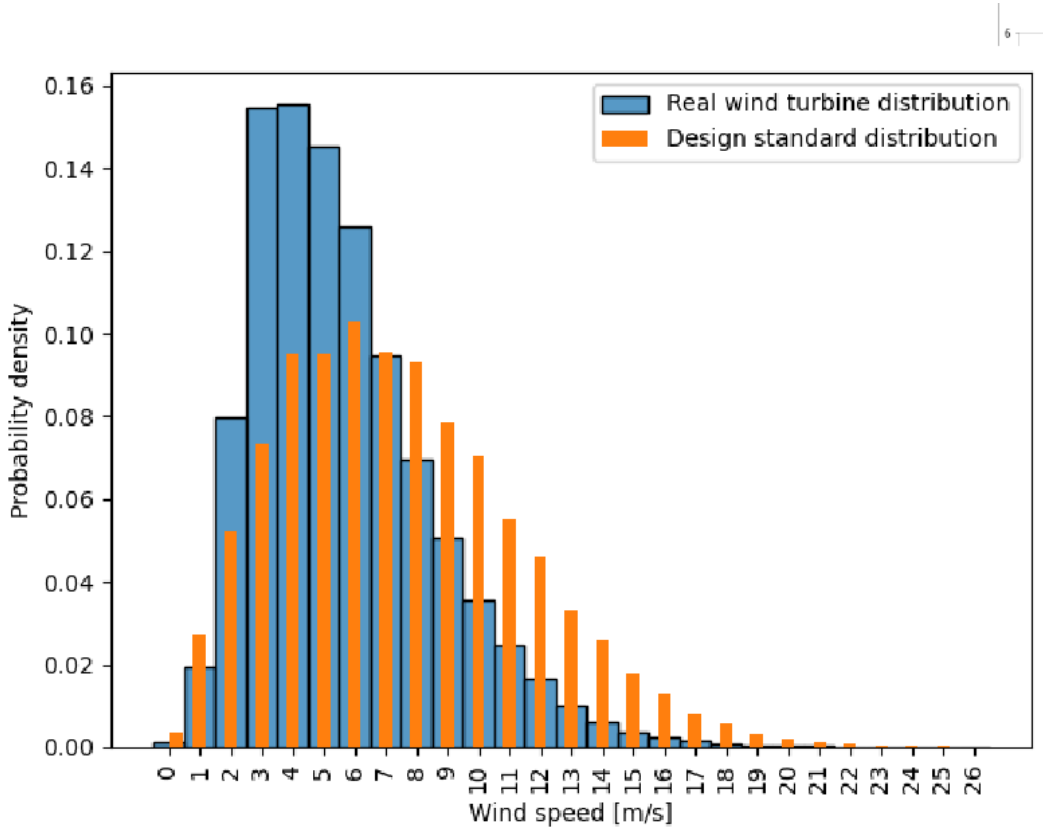
Cargas en base de la torre

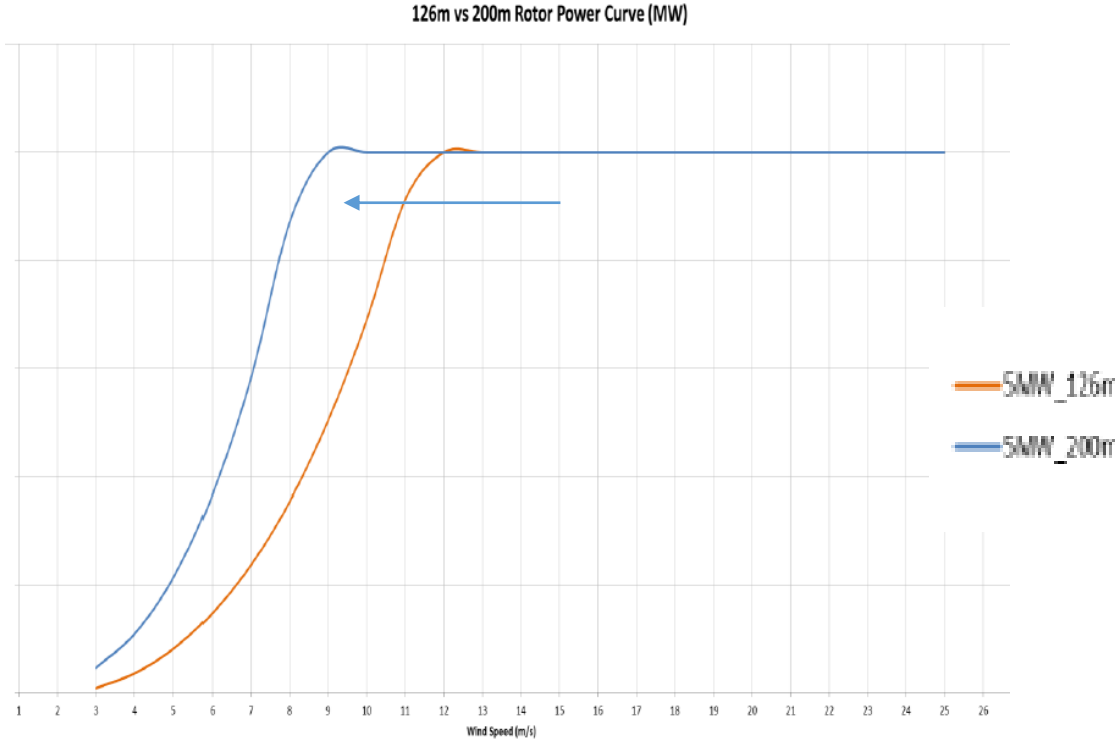




Fuente: CENER

Aerogeneradores para bajo viento

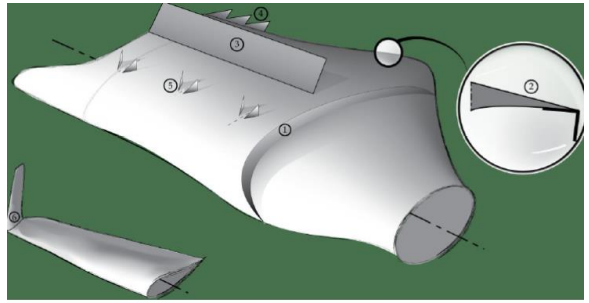




Dos conceptos técnicos disruptivos:

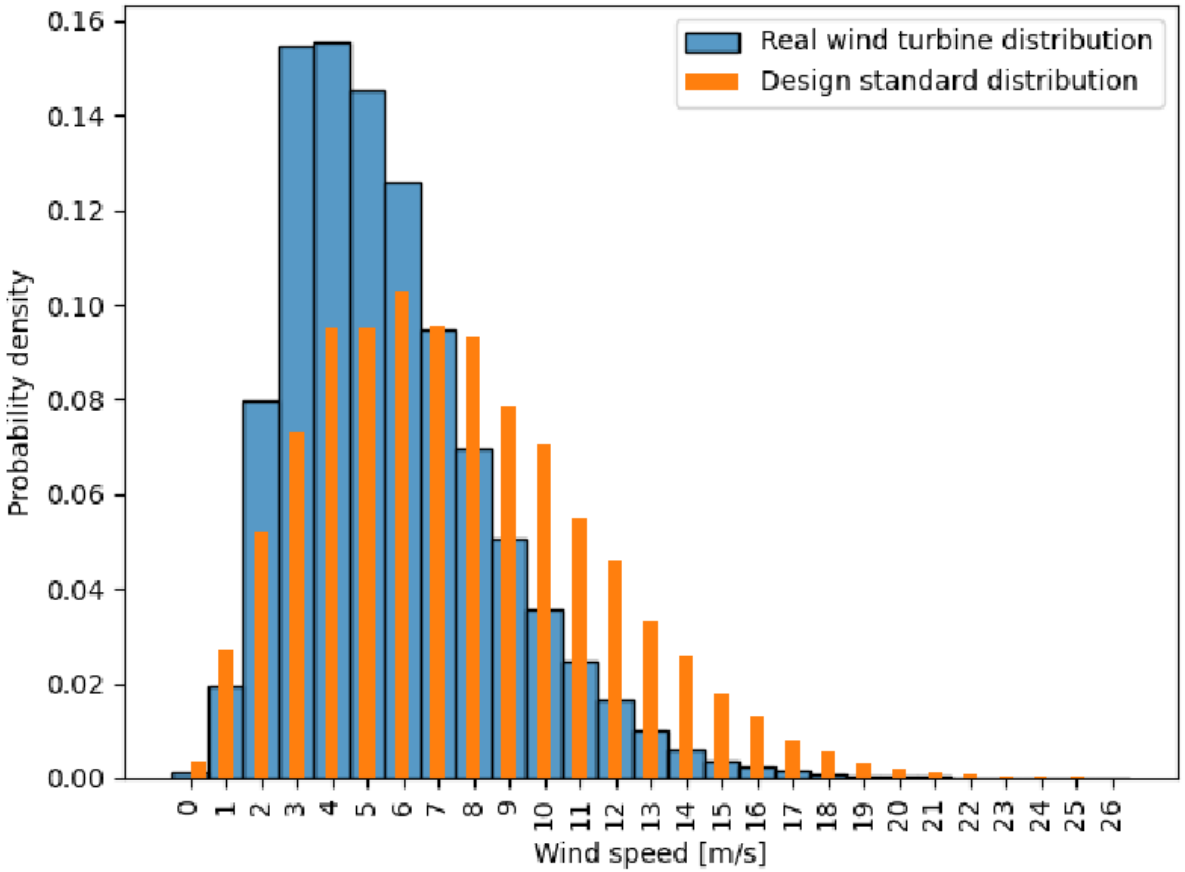
Mantener rango de operación Vin ➡ Vout

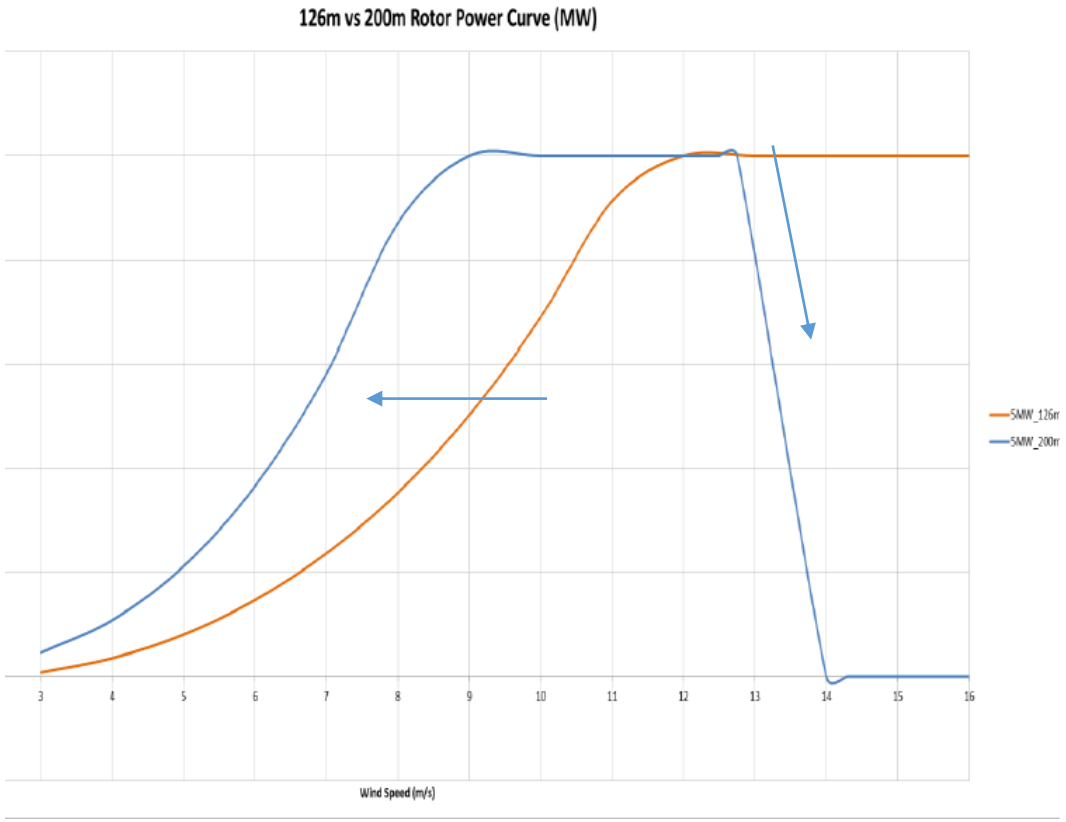
Aerodinámica/Control ➡ Por ejemplo mediante flaps en las palas



Fuente: CENER

Aerogeneradores para bajo viento





Dos corrientes para solucionar el problema:

Modificar el rango de operación: Vin ➡ Vnominal

Pérdida a pocas ocurrencias en favor de diseños mas económicos

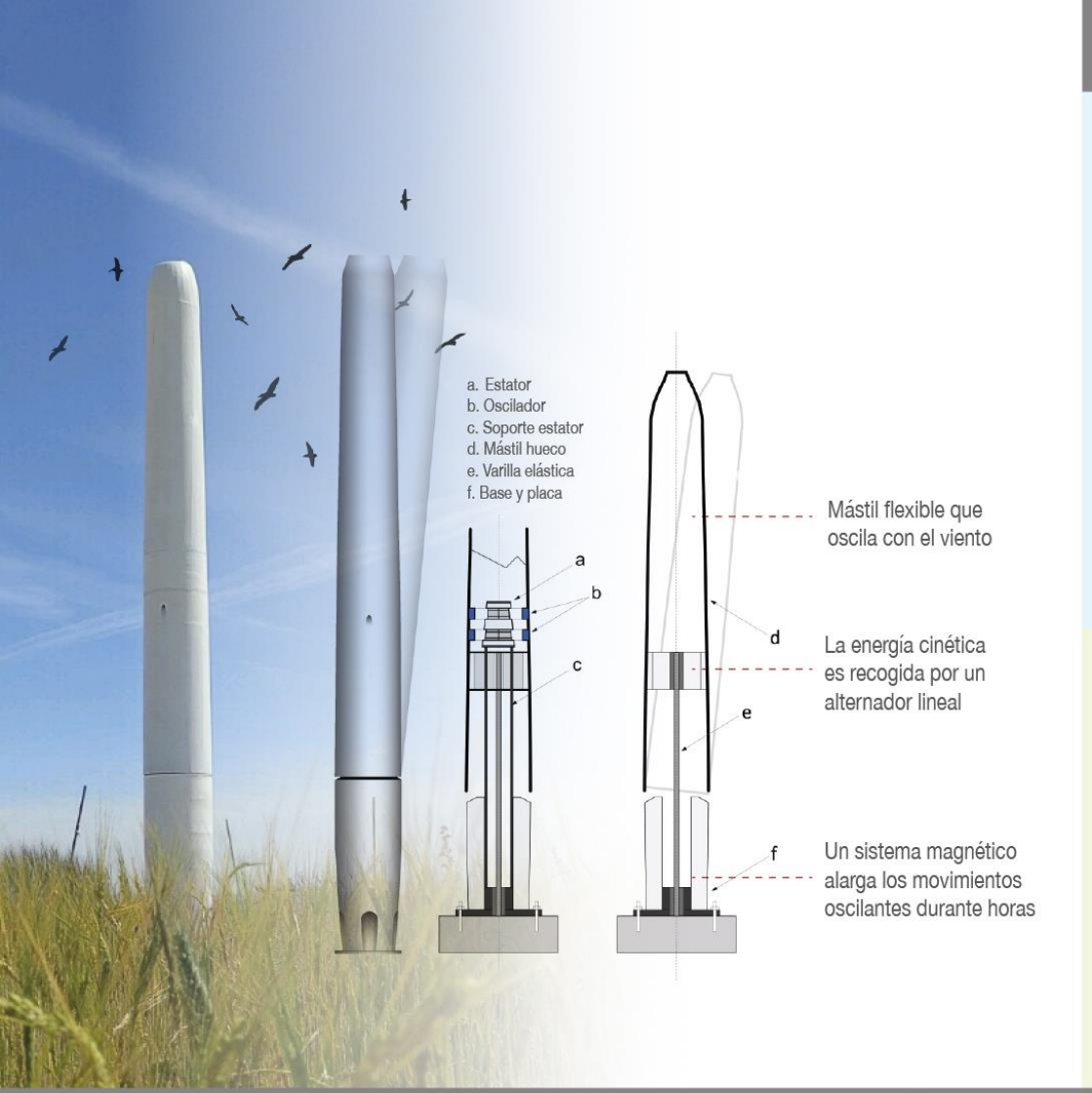
Fuente: CENER

VORTEX Bladeless

Aerogenerador sin palas

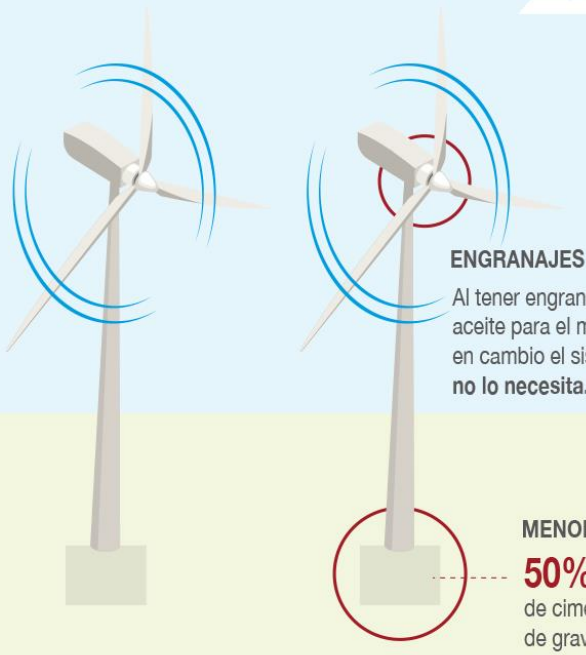


Fuente: VORTEX Bladeless



DIFERENCIAS CON LOS MOLINOS EÓLICOS TRADICIONALES

MOLINOS EÓLICOS TRADICIONALES



ENGRANAJES

Al tener engranajes, requiere aceite para el mantenimiento, en cambio el sistema **Vortex no lo necesita.**

SISTEMA VORTEX

FABRICACIÓN SENCILLA

53%

menos de costes de fabricación



MÁS LÍGERO

80%

menos de peso

MENOR CIMENTACIÓN

50%

de cimentación al tener el centro de gravedad en la base.

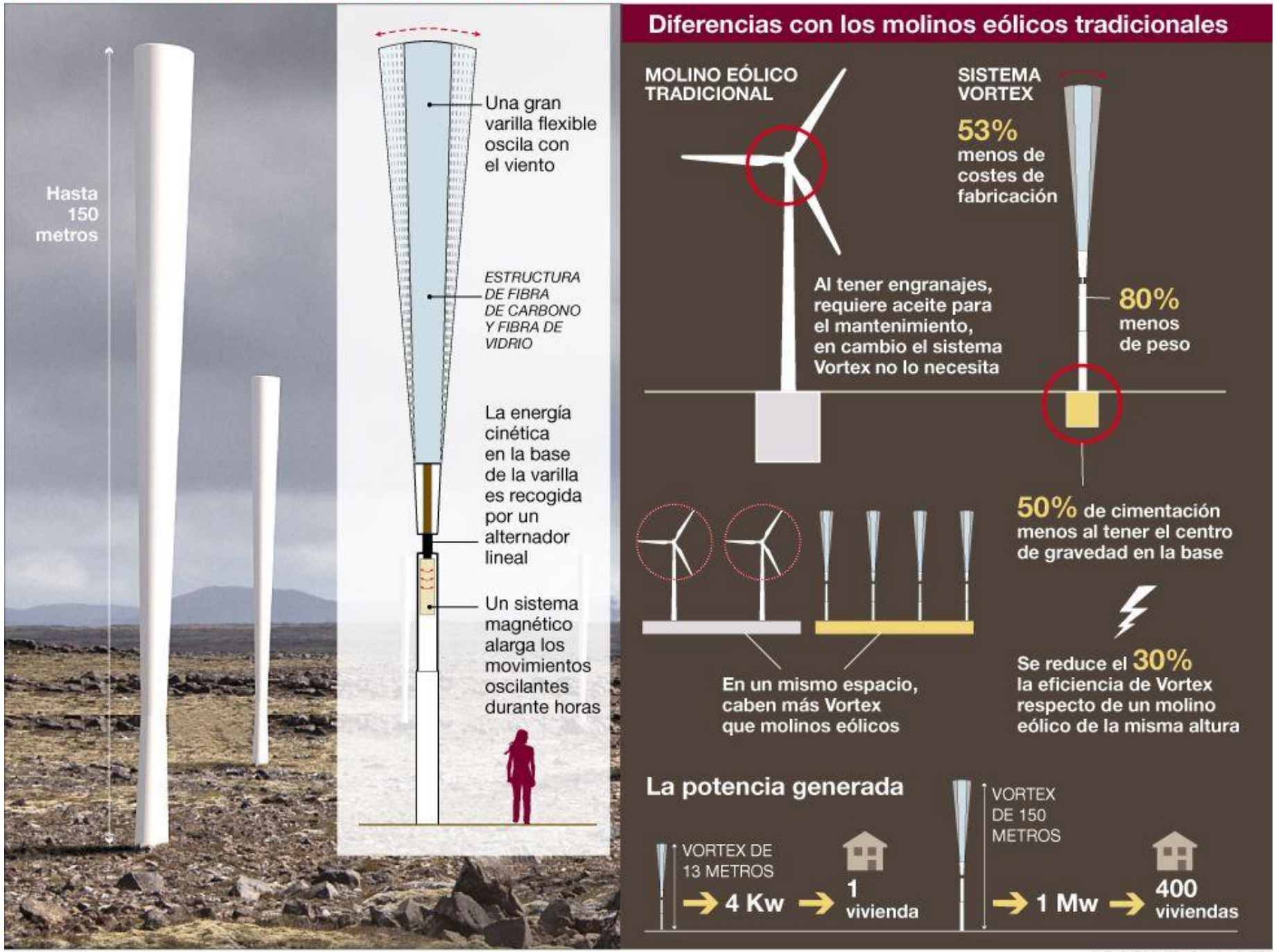
Se reduce el **30%** la eficiencia de Voltex respecto de un molino eólico de la misma altura, pero **en el mismo espacio caben más Vortex que molinos eólicos.**

POTENCIA GENERADA
VORTEX de 13 m → 4 kW 1 VIVIENDA

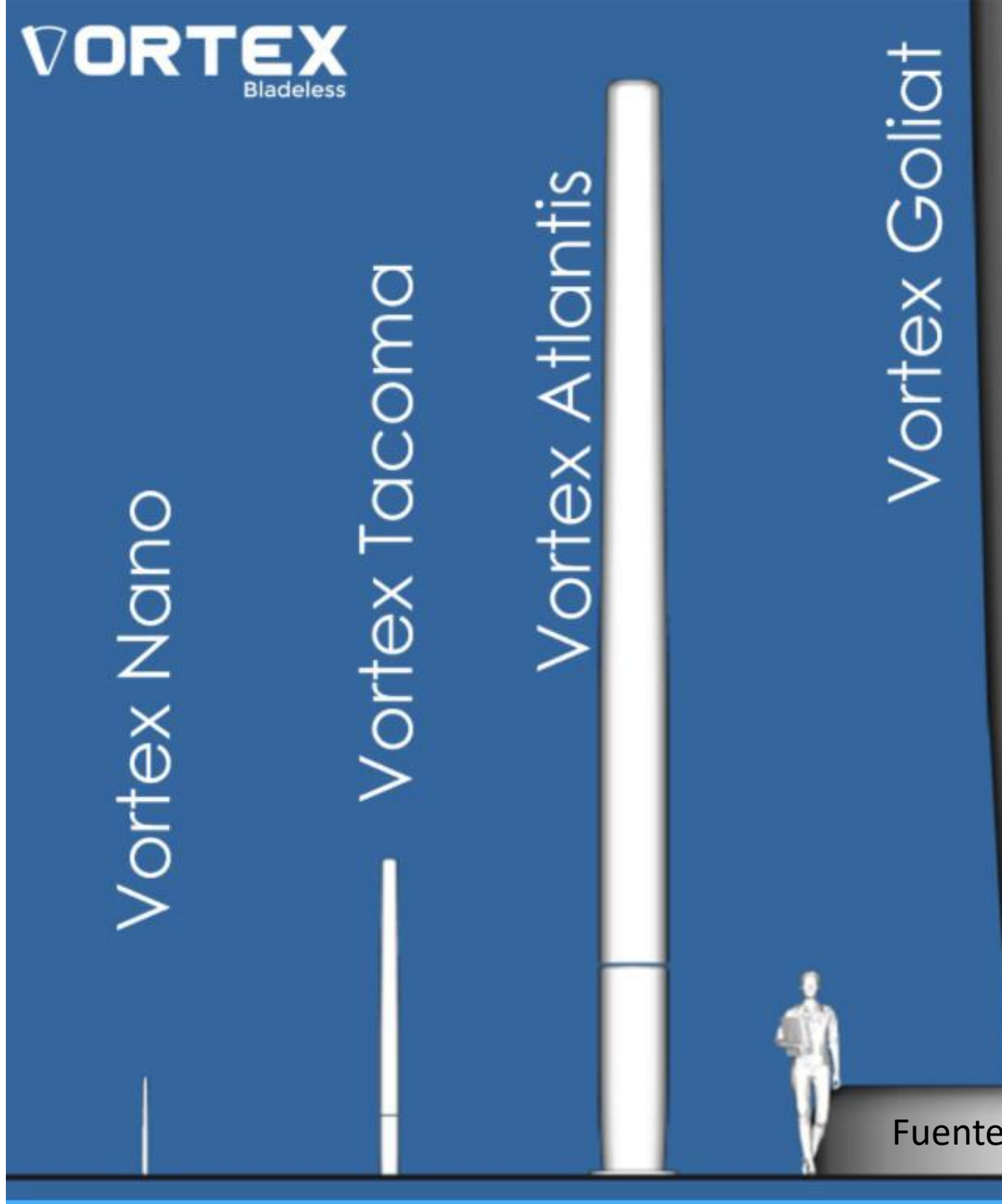
POTENCIA GENERADA
VOLTEX de 150 m → 1 MW 400 VIVIENDAS

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN · Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Fuente: VORTEX Bladeless



Fuente: VORTEX Bladeless





Fuente: VORTEX Bladeless

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

ignacio.cruz@ciemat.es

