

## Características técnicas



**ECOTÈCNIA, s.coop.c.l.**

Roc Boronat, 78 - 08005 BARCELONA (España)  
Tel. +34 932 257 600  
Fax +34 932 210 939  
ecotecnia@ecotecnia.com

**ECOTÈCNIA France, s.a.s.**

281 Route d'Espagne - 31100 TOULOUSE (Francia)  
Tel. +33 (0) 534 630 360  
Fax +33 (0) 534 630 361  
ecotecnia@ecotecnia-france.com

**ECOTÈCNIA Italia s.r.l.**

Via di Vigna Murata, 40 - 00143 ROMA (Italia)  
Tel. +39 06 54832085  
Fax +39 06 54834000  
ecotecnia@ecotecnia-italia.com

Febrero, 2007



## Características principales

El aerogenerador ECOTECNIA 74 configurado con un diámetro del rotor de 74 m, ha sido diseñado siguiendo las especificaciones de la Clase II de la norma IEC-1400, apta para emplazamientos con una media anual de viento de hasta 8,5 m/s y una velocidad de ráfaga extrema con una frecuencia de repetición de 50 años de 60 m/s.

El aerogenerador dispone de una configuración mecánica especial basada en soportar el rotor directamente por medio del chasis, separando las tareas de soporte del mismo de las de transmisión de par. El tren de potencia dispone de un diseño cuidado que incluye flexibilidad controlada y control del par en cualquier situación. Ello, unido a la operación a velocidad variable, permite una disminución del número de ciclos y cargas extremas a los que se ve sometido el tren de potencia.

Este concepto de diseño mecánico, propio de ECOTÈCNIA, ha demostrado ampliamente su eficacia en sus aerogeneradores comerciales de menor potencia (640, 750 y 1300 kW), de los que se dispone de más de 900 unidades instaladas.

- **Concepto de diseño mecánico ECOTÈCNIA**

- Rotor directamente soportado por el chasis
- Tren de potencia flexible. Eje flotante
- Transmisión de esfuerzos directamente a la estructura
- Sistema de orientación mediante patines deslizantes



ECOTECNIA 74. Características técnicas

El aerogenerador ECOTECNIA 74, con una densidad de potencia de 2.57 m<sup>2</sup>/kW y mediante la incorporación de todo un conjunto de elementos y sistemas innovadores ha sido diseñado para aprovechar de manera óptima los emplazamientos de clase II.

- **Aspectos innovadores**

- Concepción modular del aerogenerador
- Cambio de paso independiente en cada una de las palas
- Sistema de control descentralizado
- Mantenimiento predictivo integrado

- **Optimización de las características del aerogenerador**

La incorporación de dichos sistemas al concepto tradicional de diseño de ECOTÈCNIA permite conseguir un rendimiento óptimo del aerogenerador y del parque eólico, que pueden resumirse en:

- Rentabilidad superior del aerogenerador
- Fiabilidad
- Integrabilidad en la red eléctrica
- Compatibilidad ambiental

## Concepto de diseño mecánico ECOTÈCNIA

ECOTÈCNIA dio comienzo al desarrollo de su primer aerogenerador en el año 1981. Como resultado de estos más de 25 años de experiencia se ha llegado a un avanzado concepto de aerogenerador en el que el multiplicador, mucho más protegido, soporta unos esfuerzos muy inferiores a las configuraciones normales, alargando su vida operativa:

- El rotor, apoyado directamente sobre el bastidor, no está soportado por el multiplicador, por lo que este componente no está sometido a la gran asimetría de esfuerzos que el viento causa sobre el rotor.
- La sujeción del rotor hace que los esfuerzos se desvíen hacia la torre originando que únicamente los esfuerzos útiles sean transmitidos al tren de potencia.

- La longitud del eje proporciona una significativa elasticidad al tren de potencia que evita picos de esfuerzo sobre el multiplicador.

La situación del multiplicador, separado de la estructura de soporte, evita que se vea sometido a esfuerzos derivados del comportamiento de ésta, como deformaciones o desplazamientos de grandes masas.

Estos esfuerzos pueden representar, en situaciones extremas, el origen de sobrecargas no previstas en la simulación y cálculo de cargas.

## Aspectos innovadores

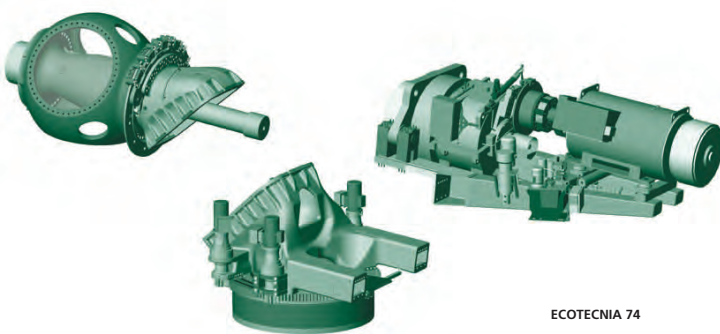
### • Concepción modular del aerogenerador

El aerogenerador está concebido de forma modular. La góndola está formada por tres módulos que integran los siguientes componentes:

Módulo 1: Rotor, rodamientos y eje

Módulo 2: Chasis principal, sistema de orientación y soporte cubierta

Módulo 3: Tren de potencia



Estos módulos integran tanto los componentes mecánicos como los sistemas de control con lo que permiten la verificación de forma independiente de su integridad y funcionamiento. Su fabricación es pues autónoma y son intercambiables.

El peso de estos módulos es reducido, al igual que sus dimensiones externas. Ello permite facilitar las tareas de transporte. Así mismo los módulos son montables en la parte superior de la torre con lo que las necesidades de grúas de montaje y elementos auxiliares se reducen.

La modularidad del aerogenerador ofrece las siguientes ventajas:

- Menor necesidad de infraestructura civil: el acceso con la góndola al emplazamiento se facilita al transportar solo componentes con un peso inferior a las 30 Tn.
- Facilidad de transporte: los módulos presentan un peso y unas dimensiones que permiten integrarlos en procedimientos estándar de transporte (containerización).
- Menor requerimiento de grúas: la instalación del aerogenerador, por el peso reducido de los módulos, permite su izado con grúas de la misma capacidad que la que se usa actualmente en máquinas de potencia inferior al MW. Ello también reduce en unas inferiores necesidades de infraestructura civil en el punto de emplazamiento.
- Mejor aprovechamiento de terrenos complejos por la facilidad de instalación.

### • Cambio de paso independiente en cada una de las palas

Respecto al aerogenerador tradicional la incorporación de cambio de paso independiente en cada una de las palas representa un avance importante a nivel de seguridad y regulación. El principio se basa en disponer tres sistemas de control de cambio de paso eléctricos e independientes para cada pala.

Las funciones del cambio de paso son seguir las consignas del sistema de control central al que comunica mediante un bus digital. La redundancia debida a la existencia de sistemas independientes en las tres palas permite mayor seguridad dado que una única pala en posición de bandera es capaz de mantener el rotor en situación segura.

Ventajas de la incorporación del sistema de cambio de paso:

- Control de la velocidad del rotor dentro del margen de regulación manteniendo la potencia constante en la red.
- Reducción de las cargas extremas en la estructura. Permite operar a vientos fuertes con las palas en

posición cerrada sin el riesgo de que la aparición de ráfagas de viento produzcan valores extremos de cargas en operación. En situación de máquina parada o de temporal, las cargas en la estructura de soporte y cimentación son más reducidas.

- Supresión del freno mecánico sin pérdida de seguridad. La actuación independiente asegura el frenado del aerogenerador en cualquier circunstancia. La avería de uno de los sistemas de cambio de paso no es crítica para la seguridad estructural del aerogenerador.
- Arranque a vientos bajos al permitir ofrecer un par significativo con velocidades de giro bajas.
- Mayor aprovechamiento en caso de suciedad en las palas al permitir buscar la posición de rendimiento óptimo aerodinámico.
- Amortiguamiento activo de la estructura en la dirección paralela al eje del rotor. El uso de señales de aceleración de la góndola y su inclusión en el bucle de control del cambio de paso permite amortiguar las oscilaciones de la estructura (góndola-torre) de forma activa reduciendo las cargas a fatiga.

#### • Sistema de control descentralizado

El sistema de control contempla una gran parte de las innovaciones que presenta el aerogenerador. Consta de un sistema descentralizado formado por elementos interconectados que desarrollan funciones especializadas, entre los que cabe destacar:

- Sistema de control de gestión (supervisión de los sistemas del aerogenerador y operación de elementos actuadores y sensores)
- Sistema de control de par (control vectorial del generador y su sincronización con la red)
- Sistema de control del ángulo de paso de la pala
- Sistema de monitorización de estado. Medición de vibraciones.
- Sistema ARGOS de monitorización y control del parque.

El control del tren de potencia de forma efectiva se basa en la capacidad de inyectar energía eléctrica en la red de forma controlada en un rango amplio de velocidades de giro. Este sistema de control



basado en DSP y electrónica de potencia es capaz de modelar los procesos electromagnéticos (control vectorial de la máquina eléctrica) del interior del generador en tiempo real. Ello permite, por ejemplo, inyectar una potencia constante en la red sin influencia de las variaciones de velocidad en el tren de potencia.

Las ventajas conseguidas mediante el control del par se traducen en:

- Incremento de la energía producida en todo el rango de velocidades de viento. A bajas velocidades por mejorar el rendimiento aerodinámico del rotor y a altas velocidades de viento por permitir un control eficiente de la potencia evitando las influencias externas de suciedad en las palas, cambios en la densidad y temperatura.
- Mejora de las condiciones de operación.
- Reducción de picos y oscilaciones en la producción de energía y de cargas extremas en el tren de potencia. Interconexión sin transitorios.
- Posibilidades de control de la potencia entregada a la red.

- Control de la potencia reactiva de forma dinámica con lo que se permite incluso una aportación de regulación a la red. Mejora de las características de la red en caso de redes débiles.
- Menor impacto ambiental al reducirse la velocidad de giro a velocidades bajas.
- Menor riesgo de colisión de las aves por la reducida frecuencia de paso de la punta de pala debido a la velocidad de giro reducida a bajos vientos.

#### • **Mantenimiento predictivo integrado (Opcional)**

La integración en los sistemas de control y monitorización del parque de sistemas de monitorización de estado de elementos del aerogenerador permite la realización del mantenimiento predictivo de forma automatizada o remota.

El mantenimiento predictivo se basa en el seguimiento del estado y condición de la maquinaria a lo largo de la vida de los equipos. Por lo general se basa en la medida de vibraciones que permiten el seguimiento de su operación en escalas temporales del orden de la vida del sistema completo.



ECOTECNIA 74. Características técnicas

La integración de medidas rápidas de vibraciones en los sistemas de control así como su tratamiento frecuencial directo permite la recogida periódica de datos para establecer la evolución del estado así como establecer alarmas o paradas que requieran una revisión del aerogenerador.

El análisis de datos se separa en dos rangos frecuenciales;

- Rango de bajas frecuencias (hasta 10 Hz) en el que se analiza el comportamiento de la estructura del aerogenerador. En este rango, el análisis se basa en los modos propios del aerogenerador, el objetivo es diagnosticar permanentemente el correcto estado de la estructura del aerogenerador. Este rango incluye también los elementos giratorios de baja velocidad (rotor).
- Rango de altas frecuencias de (10 a 4000 Hz) comprende el análisis de los elementos giratorios del tren de potencia. En este rango el análisis se basa en el seguimiento de las frecuencias múltiplos de la velocidad de giro y en una máquina de velocidad variable requiere un tratamiento frecuencial singular.

### **Optimización de las características del aerogenerador**

La aportación de todos los elementos anteriores al diseño del aerogenerador ECOTECNIA 74 ha permitido conseguir un rendimiento óptimo de las características funcionales del aerogenerador y del parque eólico, entre las que cabe destacar:

#### **Rentabilidad superior del aerogenerador**

- Optimización del aprovechamiento aerodinámico.
- Reducción importante de cargas medias y de picos en el tren de potencia
- Reducción de cargas extremas
- Reducción de cargas cíclicas por incorporación de amortiguamiento activo

#### **Fiabilidad**

- Recogida de datos permanente sobre el estado de los componentes giratorios
- Operación más segura debido a las reducidas variaciones de carga en el tren de potencia

### Integrabilidad en la red eléctrica

- Control de la potencia suministrada
- Reducidas variaciones de potencia
- Interconexión suave y sin transitorios incluso en vientos cercanos a la velocidad extrema de operación
- Capacidad de control de la potencia reactiva
- Aumento de la relación entre la potencia media y la potencia instalada
- Continuidad de suministro frente a huecos de tensión: cumplimiento entre otros P.O. 12.3 de España.

### Compatibilidad ambiental

- Elevada potencia unitaria por aerogenerador (1670 kW)
- Mejor aprovechamiento del recurso eólico, al estar el diseño del aerogenerador optimizado para los emplazamientos de clase II.
- Menores requerimientos de infraestructura civil, tanto para los caminos de acceso, como para los modelos de grúas necesarios para su instalación.
- Nivel de ruido excepcionalmente bajo, constituido en su mayoría por ruido aerodinámico. El especial diseño de la punta de la pala y del borde de fuga en la parte externa de la misma minimiza la emisión de ruido. La operación a velocidad variable reduce la intensidad de ruido generada a bajas velocidades de viento.

## Tabla de Características Técnicas

### • Descripción General

#### Características Generales

Clase aerogenerador según IEC-1400-1	II - A
Potencia nominal	1670 kW
Diámetro del rotor	74 m
Orientación del rotor	Barlovento
Número de palas	3
Alturas estándar del buje	60 m - 70 m - 80 m
Sistema de control de potencia	Velocidad variable con cambio de paso independiente en cada pala
Rango de velocidades	10 r.p.m. - 19 r.p.m.
Velocidad del viento de conexión y parada (media 10')	3 m/s y 25 m/s
Rango de temperaturas de operación	-10 °C a +40 °C

### • Especificaciones de Diseño

#### Especificaciones de Diseño

Clase aerogenerador según IEC-1400-1	II
Velocidad media anual de viento para la que es apta	8,5 m/s
Velocidad máx. (media 10')	42,5 m/s
Velocidad de ráfaga extrema (IEC)	59,5 m/s
Velocidad de conexión	3 m/s
Velocidad de parada	25 m/s
Velocidad de parada instantánea	34 m/s
Intensidad turbulencia	A
Velocidad vertical del viento durante toda la vida operativa del aerogenerador (IEC)	8°



## • Componentes y Sistemas principales



### Rotor

Orientación	Barlovento
Diámetro del rotor	74 m
Potencia nominal	1670 kW
Número de palas	3
Superficie barrida	4301 m <sup>2</sup>
Densidad de potencia	2.57 m <sup>2</sup> /kW
Rango de velocidades de giro	10 r.p.m. - 19 r.p.m. a potencia nominal
Velocidad de punta de pala	73,6 m/s
Fabricante de las palas	LM Glassfiber
Tipo de palas	LM 34.0

### Buje, Eje y Rodamientos

Material del buje	Fundición nodular EN-GJS400-18U-LT
Tipo de rodamientos principales	2 rodamientos de rodillos cónicos (delantero y trasero), alojados en el interior del buje
Fabricante rodamientos	FAG o equivalente
Material del eje de transmisión	F-1252 UNE 36-012-75
Longitud del eje cilíndrico	4,17 m
Sistema de acoplamiento Buje - Eje	Anillo de contracción y acoplamiento elástico

### Multiplicador

Tipo	Planetario + Ejes paralelos
Fabricante y modelo	Winergy PEAB 4390.2
Relación de multiplicación	94.63 (50 Hz)
Potencia mecánica	1790 kW
Par nominal	900 kNm
Sistema de refrigeración	Activa por medio de radiador con ventilación forzada.
Sistema de lubricación	Aceite mediante lubricación activa
Acoplamiento eje - multiplicador	Anillo de contracción
Acoplamiento multiplicador - generador	Anillo de contracción y acoplamiento elástico
Temperatura de operación	65° C con temperatura ambiente de 40°

### Generador

Tipo	Generador de rotor devanado con doble convertidor basado en tecnología IGBT
Fabricante	ABB, SIEMENS ó equivalente
Potencia nominal	1700 kW
Tensión nominal	690 ±10%
Velocidad de giro nominal	1800 r.p.m.
Ondulador de potencia	Bidireccional 750/400 kVA tecnología IGBT
Clase de protección	IP54
Rango cos fi a potencia nominal	0.95 inductivo - 0.95 capacitivo
Sistema de refrigeración	Aire/Aire



#### Torre

Tipo	Tubular tronco-cónica de acero
Altura	60m, 70 m, 80 m
Diámetro superior	2,13 m
Diámetro inferior (torre de 70 m.)	4,25 m
Color	RAL 7035

#### Sistema de Control

Tipo	Control de par y ángulo de paso DSP y electrónica de potencia
Control de par	
Control del ángulo de paso de la pala (pitch control)	Tres sistemas independientes para cada una de las palas controladas por micro-procesador. (Cambio de paso eléctrico)
Protocolos de interconexión y comunicación	Bus Device Net y TCP-IP
Monitorización	Sistema ARGOS con acceso remoto

#### Sistema de Orientación

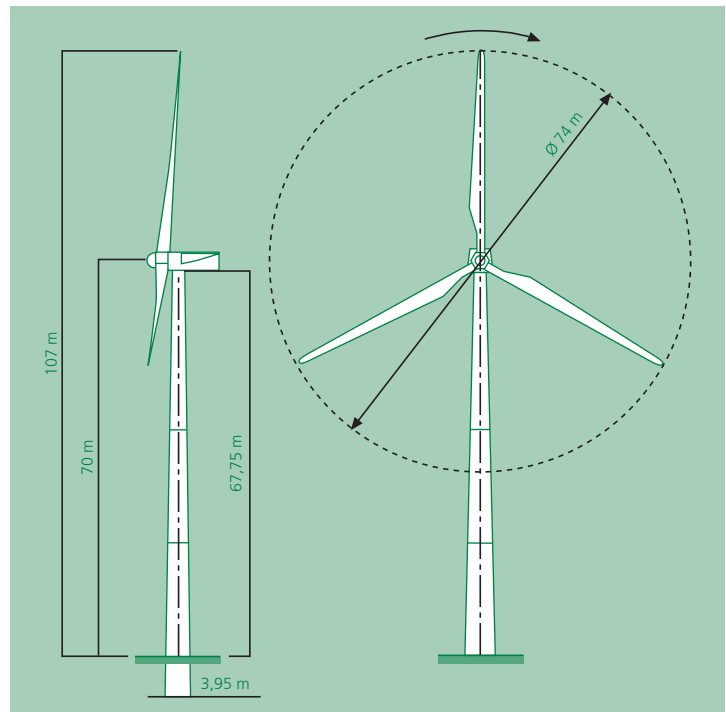
Tipo	Activo
Velocidad de orientación	0.47 °/s
Sistema de orientación	3 patines de polímero
Motor de orientación	4 motores eléctricos y engranajes tipo planetarios
Actuación	A frecuencia variable y control de par
Fabricante	Bonfiglioli o equivalente
Freno de orientación	2 zapatas de guiado actuando como pinzas, mediante sistema hidráulico de seguridad

#### Sistema de Frenado

Freno principal	Aerodinámico, mediante giro de las palas
Freno de parada (parking)	Freno de disco ubicado en el eje de alta velocidad

#### Dimensiones y Pesos

Góndola (incluyendo buje)	67.000 Kg
Torre de 70 m.	132.000 Kg
Palas (unidad)	5.600 Kg



## Curva de potencia

