

**CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR AWEC - 60**

por:

F. Avia

**CENTRO DE INVESTIGACIONES  
ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS**

**MADRID, 1992**

## CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES

170600

WIND POWER

WIND ENERGY

ELECTRIC GENERATORS

WIND TURBINES

POWER POTENTIAL

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Este trabajo se ha recibido para su impresión en Marzo de 1992

Depósito Legal M-12740-1992  
ISBN 84-7834-147-1  
ISSN 614-087-X  
NIPO 238-92-019-8

IMPRIME CIEMAT



## INDICE

1. INTRODUCCION .....	7
2. DATOS DISPONIBLES .....	7
3. CORRECCION DE LOS DATOS .....	8
4. CURVAS DE POTENCIA .....	12
5. ESTUDIO COMPARATIVO .....	22
6. CONCLUSIONES .....	30
7. REFERENCIAS .....	31



## **1.- INTRODUCCION**

El aerogenerador experimental AWEC-60 fue desarrollado para evaluar las posibilidades de los grandes aerogeneradores, tanto desde el punto de vista técnico como económico. El proyecto fue desarrollado por un grupo hispano-alemán, integrado por Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie y el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, comenzando la operación durante el año 1990.

Se presenta en esta trabajo la obtención de la curva de potencia del aerogenerador, obtenida de acuerdo con las recomendaciones del grupo de expertos del Comité Ejecutivo de Investigación y Desarrollo en Energía Eólica, de la Agencia Internacional de la Energía (Ref. 1).

Utilizando los datos de funcionamiento del aerogenerador, correspondientes al primer trimestre del año 1991, se han obtenido las curvas de potencia y se han comparado los resultados con las curvas teóricas, así como con las curvas medidas en otros grandes aerogeneradores similares.

## **2.- DATOS DISPONIBLES**

El Sistema de Adquisición de Datos (DAS) del proyecto AWEC-60 queda descrito en diferentes informes de proyecto (Ref. 2). Durante la operación de la planta, el Proceso Rutinario de Adquisición de Datos (PRAD), graba archivos correspondientes a periodos de diez minutos, en los que se registran los valores estadísticos de diferentes variables de operación del aerogenerador. Para la realización del presente estudio se han utilizado los archivos obtenidos durante el primer cuatrimestre del año 1991. El número total de datos procesados ha sido de más de 15.000, de los cuales aproximadamente un diez por ciento de los mismos corresponde a periodos de operación de la máquina, lo que viene a contabilizar un periodo de casi trescientas horas de operación continuada, cubriéndose todo el entorno de funcionamiento del aerogenerador, entre la velocidad de conexión y la de corte.

Se ha cubierto con creces el número de datos requeridos según las citadas recomendaciones de la AIE para la obtención de la curva de potencia del aerogenerador.

Los periodos, en los que la máquina no ha funcionado continuamente (cuando el periodo de medida corresponde con una parada o un arranque), se eliminaron. Los datos en que el aerogenerador estuvo generando con unas condiciones diferentes de las normales de funcionamiento (p. e. con un set point de potencia diferente de los 1200 kWe), también fueron eliminados. Todo el periodo estudiado corresponde con el funcionamiento del aerogenerador en el modo eléctrico de velocidad variable y

recuperación de energía a través de la cascada hipersíncrona. Los datos se clasificaron por intervalos de direcciones para poder realizar los estudios necesarios.

### **3.- CORRECCION DE LOS DATOS**

Los datos registrados deben recibir un pretratamiento, aplicándoseles una corrección de acuerdo con las recomendaciones de la AIE, en función de las variaciones de la densidad del aire en el emplazamiento, y en función de las diferencias de velocidad medida en las torres meteorológicas y la existente en el rotor del aerogenerador. Particularmente importante ha resultado este último punto, según se dedujo de las medidas realizadas en el emplazamiento correlacionando los datos medidos en las torres anemométricas y los medidos en los anemómetros de la góndola del aerogenerador. Como resultado de los estudios realizados en este aspecto, se corrobora la opinión ya expresada por otros investigadores sobre las limitaciones de las recomendaciones de la AIE en este punto.

#### **3.1.- Medida de los Datos de Viento**

La descripción de la instrumentación existente en la planta eólica viene ampliamente descrita en previos documentos del proyecto (Ref. 3 y 4). Consta esencialmente de dos torres meteorológicas de 80 m de altitud situadas a dos diámetros del aerogenerador (120 m.) en las direcciones predominantes (NNE Y SSW), con cinco niveles de velocidades de viento (10, 17, 46, 60 y 75 m.), tres niveles de dirección de viento (10, 46 y 75 m.) en cada torre.

En la primera fase de realización del estudio se siguieron las recomendaciones de la AIE, descartándose los datos en los que los anemómetros se encontraban dentro de la estela del aerogenerador, verificándose una gran dispersión en los datos medidos. Por ello se procedió a realizar un programa específico para determinar otros factores que perturbaban las medidas realizadas, siendo los principales la interferencia de los soportes de los instrumentos sobre los mismos y la interferencia de las torres meteorológicas. Dicho estudio (Ref. 5) puso de manifiesto la existencia de direcciones de viento en las que las medidas quedaban perturbadas en ambas torres. Como conclusión del mismo se realizaron las siguientes acciones:

- Modificar los soportes de la instrumentación existente, acción que fue realizada en Mayo del año 1991.
- Duplicar los sensores en el nivel del buje del aerogenerador (46m.), acción realizada en Mayo 1991.



- Eliminar los datos correspondientes a direcciones perturbadas para la realización del estudio presente.

Así mismo, y de acuerdo con las conclusiones de otros estudios similares (Ref. 6), se procedió a la realización de un programa específico de medidas, que permitiese correlacionar las medidas realizadas en las torres meteorológicas con las medidas realizadas en góndola del aerogenerador, con el aerogenerador parado. El resultado del estudio mostró una alta correlación en las dos direcciones predominantes, detectándose una aceleración de la corriente en ambas direcciones (es decir, la velocidad en el rotor del aerogenerador a la altura del buje es mayor que la medida en las torres meteorológicas), que permite fijar la corrección adecuada con vistas a obtener las velocidades reales a partir de las velocidades medidas en las torres meteorológicas. Se utilizaron programas teóricos para intentar ajustar estos coeficientes de corrección medidos experimentalmente, con vistas a su validación, llegándose a resultados similares, pero con valores menores, si bien dichos programas resultaban simplificaciones, que no permitían augurar un resultado muy preciso. Como conclusión de los estudios realizados, se verifica la opinión ya expresada por otros trabajos de la necesidad de realizar medidas en campo, como método más exacto que la utilización de modelos, o la utilización de maquetas en túneles aerodinámicos para predecir estas variaciones espaciales de las velocidades de viento.

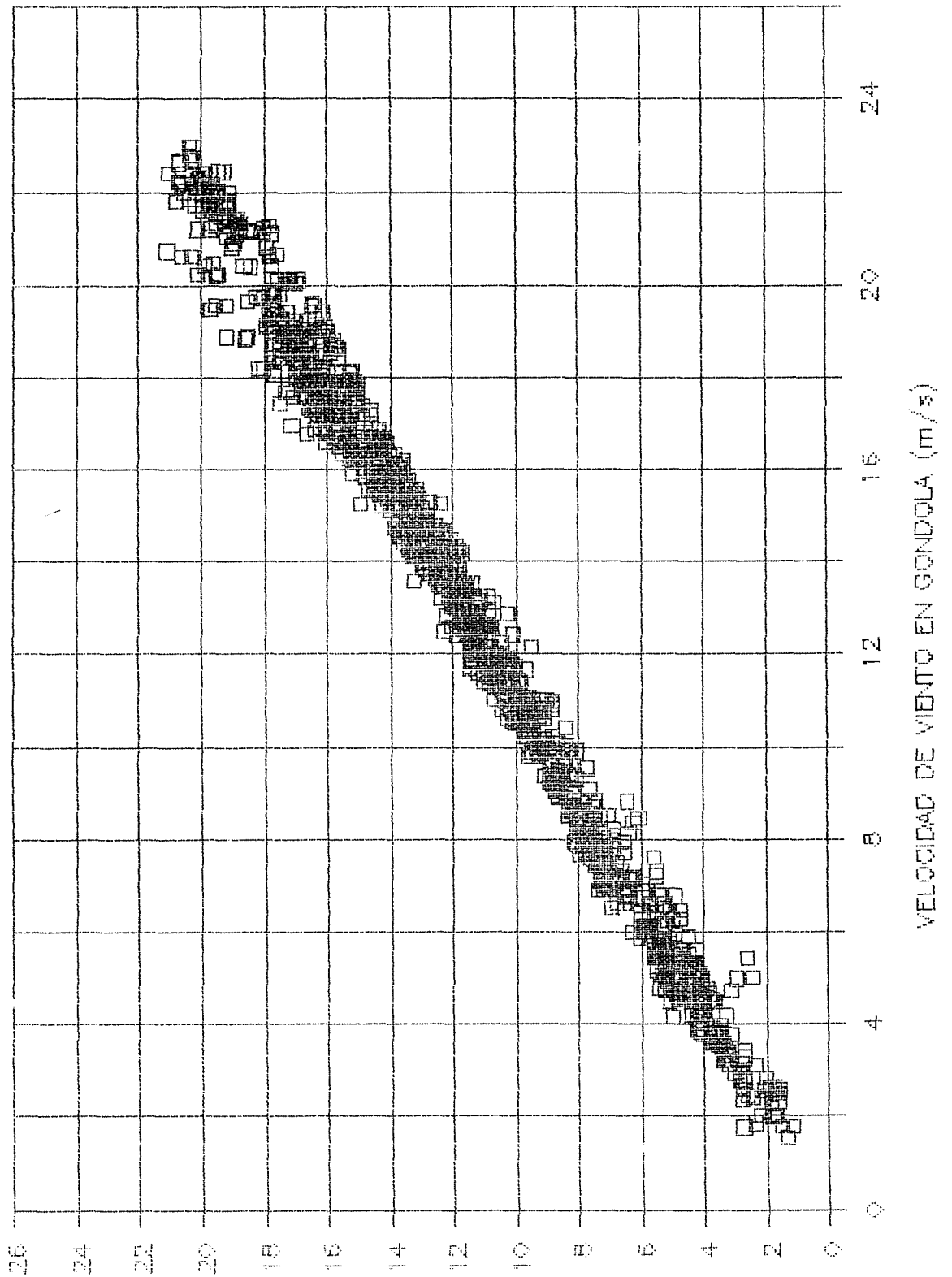
En las gráficas adjuntas se presenta la relación medida entre las velocidades de viento en góndola y en los mástiles 1 y 2. Las expresiones obtenidas del análisis de los datos para la corrección de las velocidades de viento en las direcciones predominantes son:

$$\text{TORRE 1: Dirección NNE } V_{\text{corr.}} = V_{\text{med}} * 1.0828 + 0.076$$

$$\text{TORRE 2: Dirección SSW } V_{\text{corr.}} = V_{\text{med}} * 1.0524 + 0.033$$

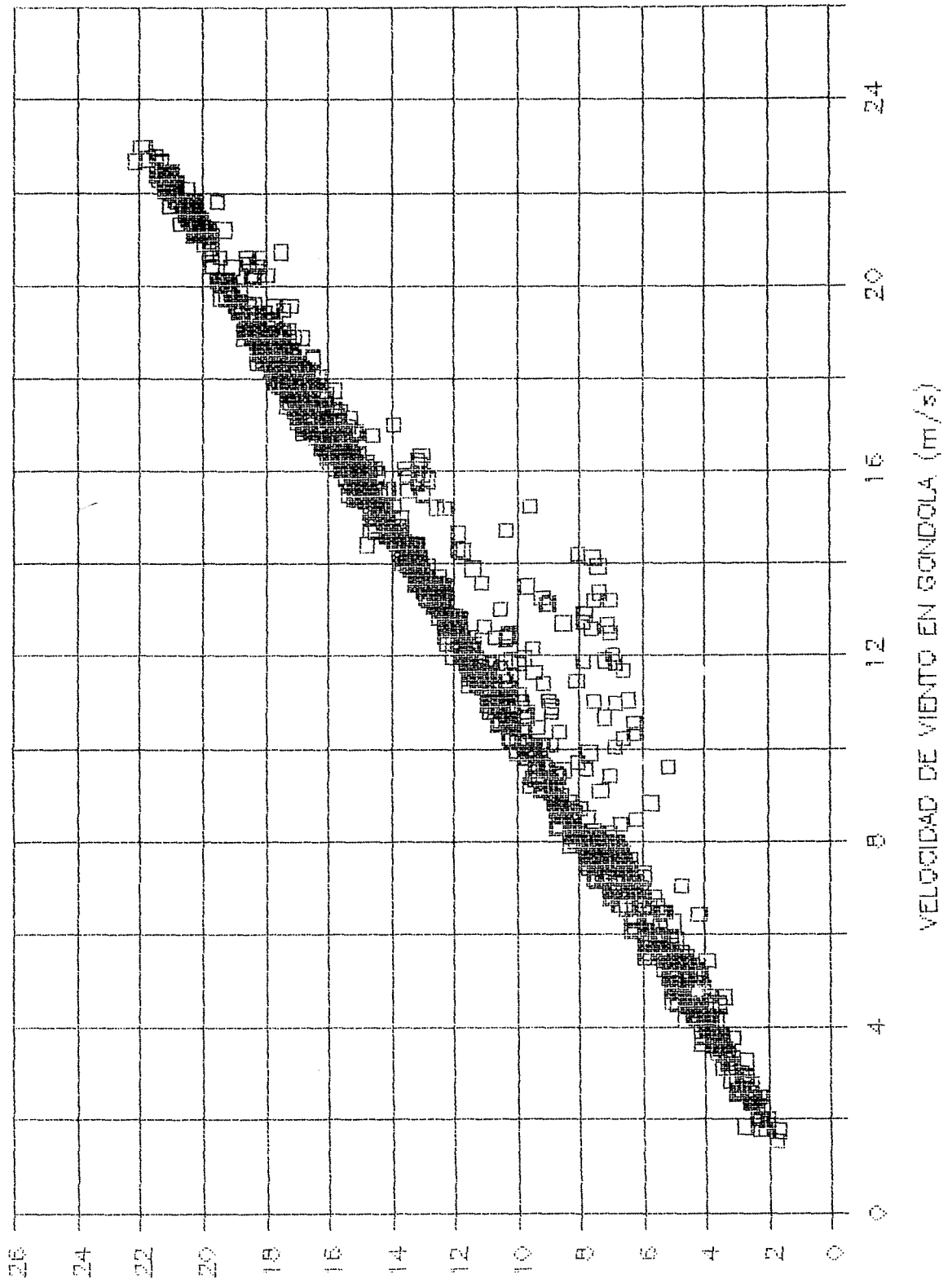
# AWEC-60 \* MAQUINA PARADA \*

RELACION DE VELOCIDADES DE VIENTO



# AWEC-60 \* MAQUINA PARADA \*

RELACION DE VELOCIDADES DE VIENTO



#### **4.- CURVAS DE POTENCIA**

Se ha utilizado el Método de los Intervalos para obtener las curvas de potencia. Se ha considerado una anchura del intervalo de 0,5 m/s hasta la velocidad nominal del aerogenerador, y a partir de ese punto hasta la velocidad de corte, intervalos de 1 m/s de anchura.

Se han calculado dos curvas, utilizando como referencia los datos de viento medidos en las torres meteorológicas 1 y 2, y una tercera utilizando los datos medidos en el anemómetro de góndola.

##### **4.1.- Curva de potencia respecto al mástil 1**

Para realizar la curva de potencia respecto al mástil 1, se utilizó el siguiente procedimiento.

- 1) Se descartaron los datos en los que la torre meteorológica 1 quedaba dentro de la estela del aerogenerador, que corresponde con las direcciones comprendidas entre 135° y 225°.
- 2) Se descartaron los datos en que existía perturbación en los anemómetros debido a la propia torre meteorológica, lo que corresponde con las direcciones entre 110° y 170° para la zona 1 (torre delante de los anemómetros) y entre 285° y 345° para la zona 2 (anemómetros delante de la estructura de la torre).
- 3) Se realizó la corrección en las velocidades de viento, medidas por sectores, según lo especificado en el apartado anterior.

Se aplicó el Método de los Intervalos a los datos restantes, obteniéndose el resultado mostrado en la tabla adjunta.

Se observa que el número de muestras en cada intervalo es superior al mínimo solicitado según las recomendaciones de la AIE, con lo que se cumple con creces los requerimientos de validez de la curva obtenida. El número total de datos correspondientes a periodos de 10 minutos fue de 341 lo que corresponde a un funcionamiento continuado de más de cincuenta horas.

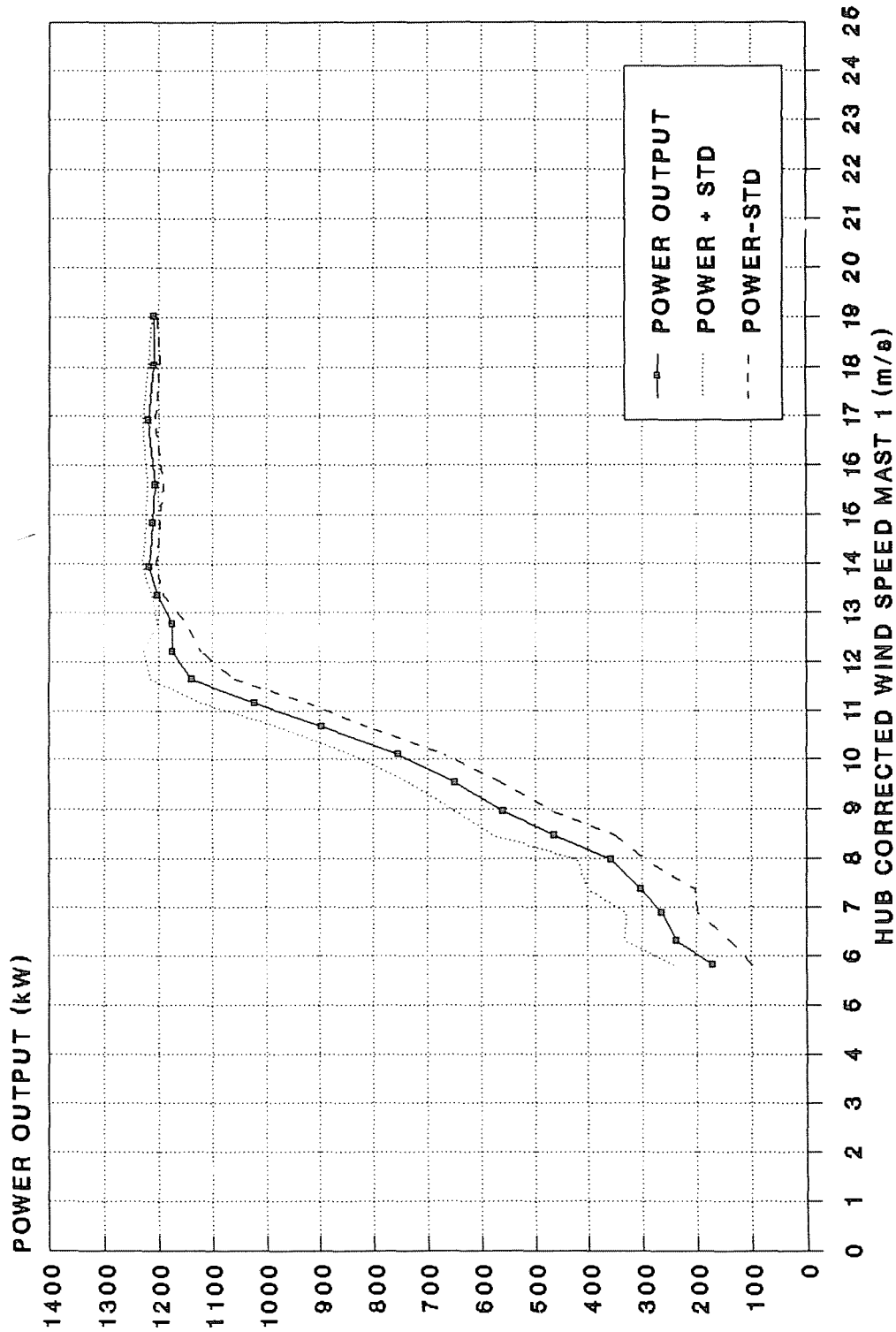
Las desviaciones estándar de velocidad de viento y potencia están, así mismo, en concordancia con los valores esperados y medios en plantas similares.

Se adjunta, así mismo, un gráfico en el que se presentan los datos medios respecto al mástil 1 con los teóricos del proyecto.

**AWEC-60**  
**CURVA DE POTENCIA MASTIL 1**  
**PRIMER TRIMESTRE AÑO 1991**

BIN	V. MEDIA	N· DATOS	V. CORREGIDA	P.MEDIA	STD-V	STD-P
	(m/s)		(m/s)	(kW)	(m/s)	(kW)
1	---	---		---	---	---
2	5.3	4	5.82	170.20	0.12	72.10
3	5.76	16	6.32	235.10	0.10	96.50
4	6.28	27	6.88	263.90	0.12	66.80
5	6.73	26	7.37	301.90	0.13	98.90
6	7.28	38	7.96	357.60	0.14	62.60
7	7.73	24	8.45	462.60	0.17	114.04
8	8.18	15	8.94	558.50	0.16	158.50
9	8.73	14	9.53	649.30	0.10	85.40
10	9.26	24	10.11	753.90	0.14	87.10
11	9.79	19	10.68	896.10	0.14	83.70
12	10.25	27	11.18	1021.40	0.13	98.30
13	10.69	7	11.66	1137.10	0.20	77.60
14	11.21	6	12.22	1174.10	0.18	53.00
15	11.73	7	12.78	1174.70	0.06	28.20
16	12.27	14	13.37	1202.90	0.17	10.30
17	12.78	12	13.92	1217.70	0.11	12.70
18	13.63	22	14.84	1210.80	0.24	13.00
19	14.33	12	15.60	1205.80	0.23	14.50
20	15.53	9	16.90	1218.10	0.30	11.80
21	16.59	13	18.04	1209.20	0.22	10.50
22	17.51	5	19.04	1207.30	0.34	6.20

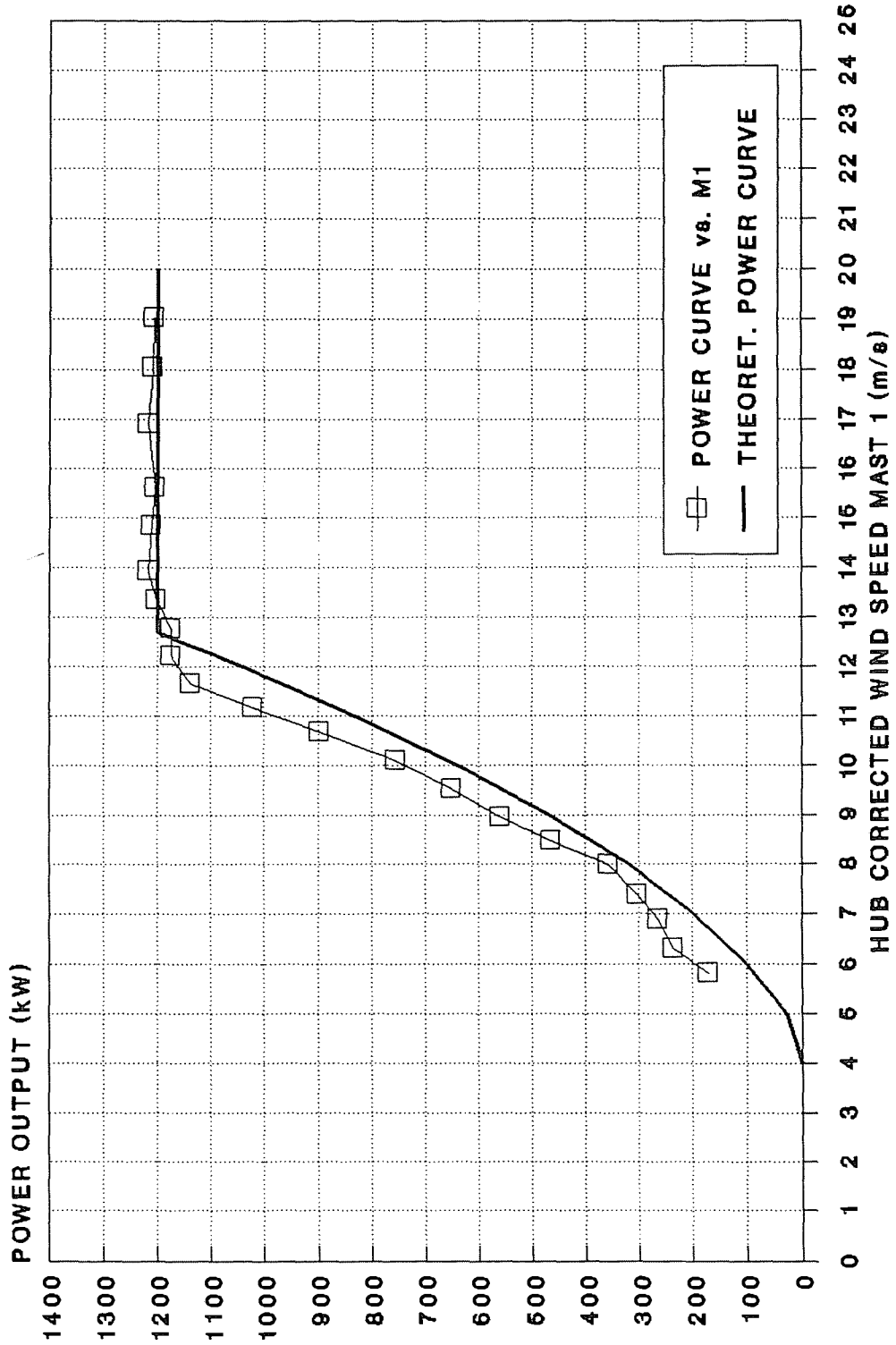
# AWEC-60 FIRST QUART 1991 POWER CURVE vs. HUB WIND SPEED MAST 1



IER-CIEMAT. November 1991

# AWEC-60 FIRST QUART 1991

## POWER CURVE vs. HUB WIND SPEED MAST 1



IER-CIEMAT. November 1991

#### **4.2.- Curva de potencia respecto al mástil 2**

Utilizando los datos disponibles se realizó similar procedimiento al descrito en el 4.1, descartándose los datos correspondientes a las siguientes direcciones:

- Estela del aerogenerador. Se eliminan datos entre 0-45° y 315-360°
- Zona 1 de perturbación de anemómetros. Se eliminan datos entre 300 y 340°
- Zona 2 de perturbación de anemómetros. Se eliminan datos entre 120-155°

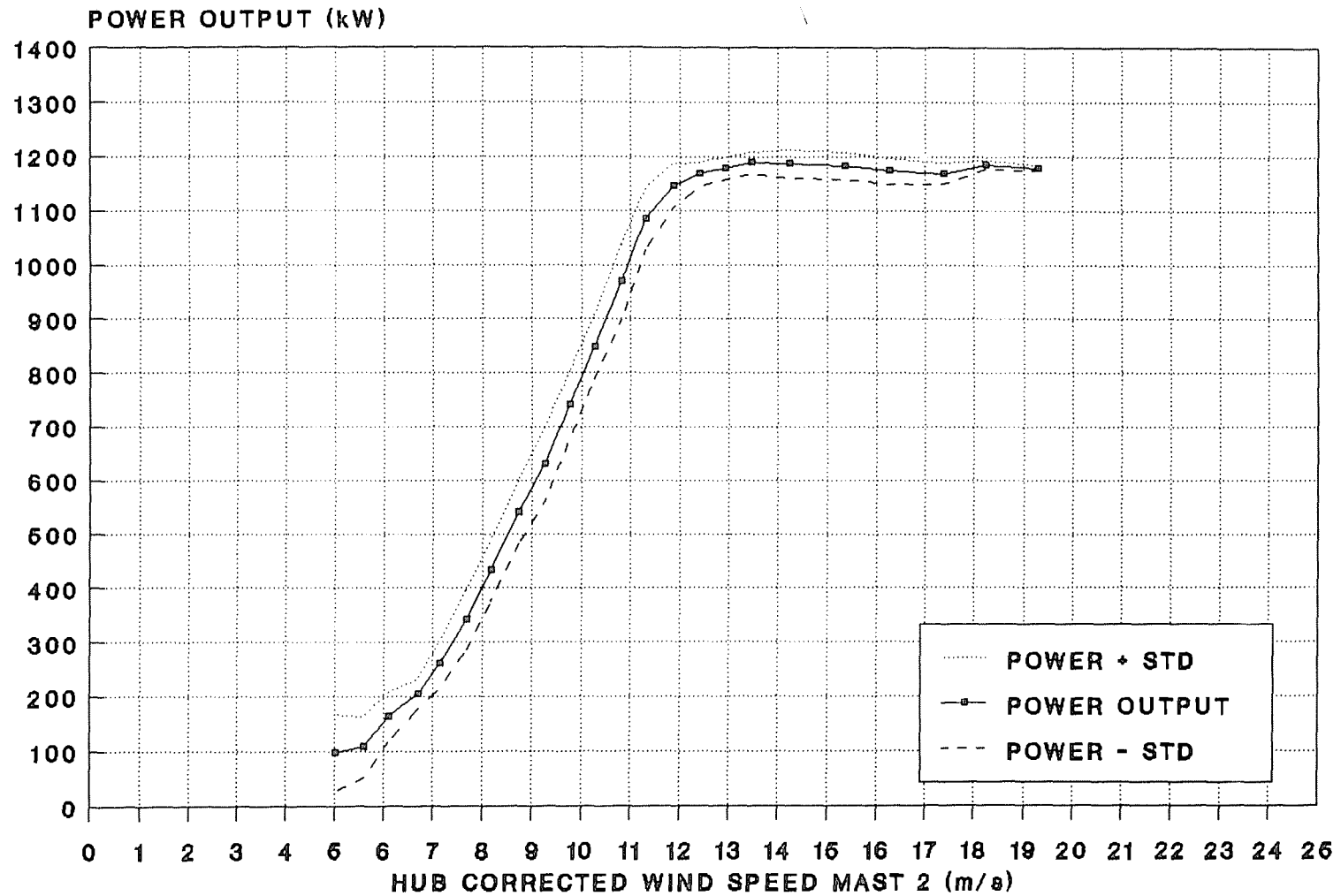
Los resultados obtenidos para la curva de potencia respecto al mástil 2, vienen presentados en la tabla adjunta. El número de datos disponibles es aún mayor que para la torre 1, con un total de 795 periodos de diez minutos, cubriendo todo el entorno de funcionamiento del aerogenerador. En la gráfica adjunta se muestra la curva de potencia medida.



**AWEC-60**  
**CURVA DE POTENCIA MASTIL 2**  
**PRIMER TRIMESTRE AÑO 1991**

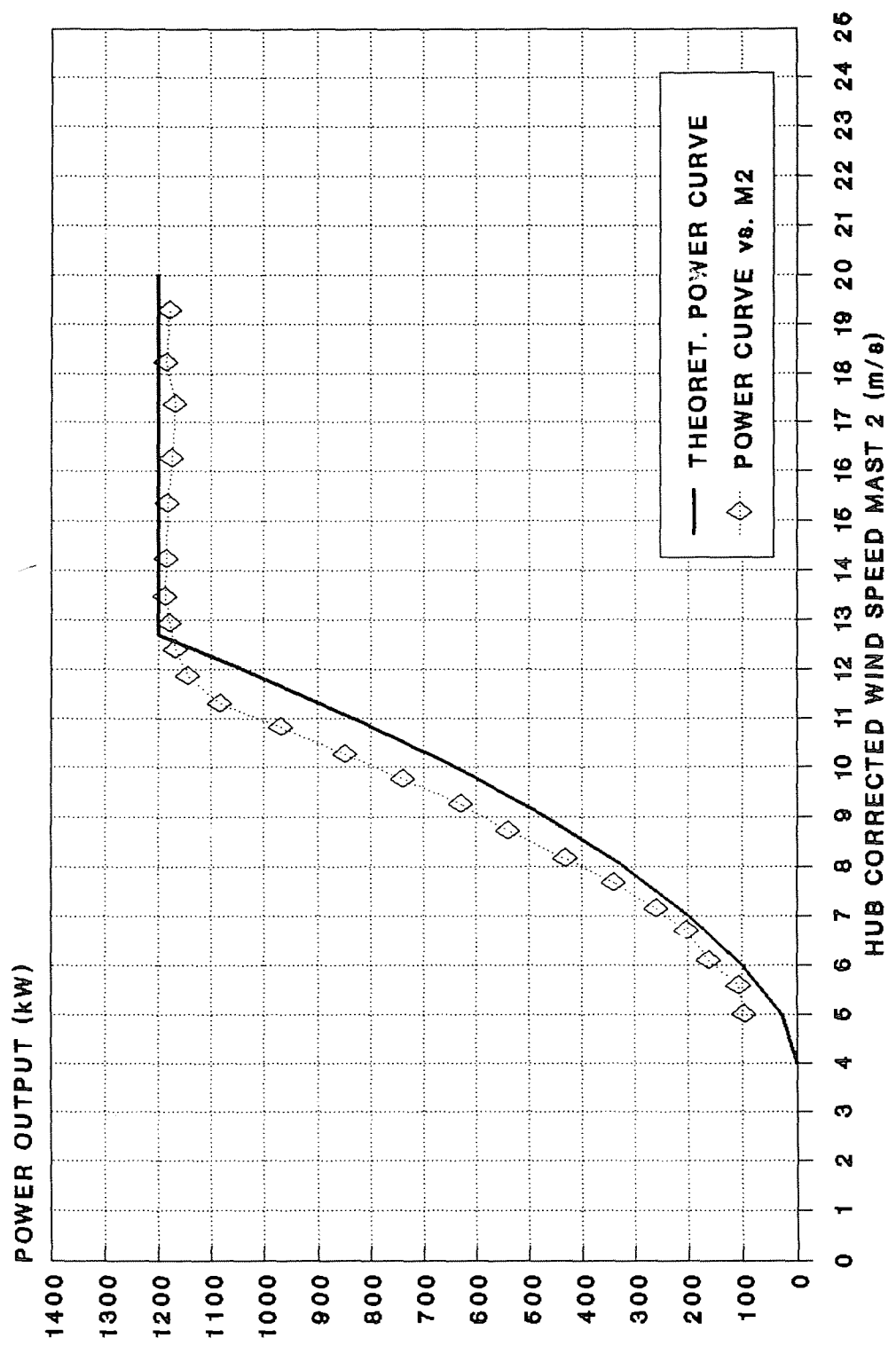
BIN	V. MEDIA	N. DATOS	V. CORREGIDA	P.MEDIA	STD-V	STD-P
	(m/s)			(kW)	(m/s)	(kW)
1	4.73	4	5.01	97.2	0.22	70
2	5.27	14	5.58	107.2	0.14	57.3
3	5.76	14	6.09	162.5	0.13	45.6
4	6.33	30	6.69	203.8	0.12	27.1
5	6.76	73	7.14	259.2	0.15	44.2
6	7.26	68	7.67	340.4	0.13	55
7	7.72	41	8.15	431.7	0.13	55.8
8	8.26	40	8.72	538.6	0.14	58.4
9	8.75	43	9.24	628.7	0.14	70.4
10	9.24	56	9.75	739.4	0.14	62.3
11	9.72	46	10.26	848	0.14	59.9
12	10.25	35	10.82	968.4	0.15	69.6
13	10.73	22	11.32	1084.3	0.17	57.5
14	11.25	30	11.87	1144.8	0.15	41.6
15	11.74	25	12.39	1167.3	0.17	22.7
16	12.27	18	12.94	1177.9	0.15	21.6
17	12.77	28	13.47	1188.3	0.12	19.9
18	13.49	61	14.23	1186.4	0.28	26.7
19	14.56	49	15.35	1182.6	0.29	26.3
20	15.42	41	16.26	1173.6	0.29	24.4
21	16.48	37	17.37	1168.7	0.27	20.9
22	17.29	14	18.23	1184.4	0.22	9
23	18.31	6	19.30	1179.3	0.21	5.7

# AWEC-60 FIRST QUART 1991 POWER CURVE vs. HUB WIND SPEED MAST 2



# AWEC-60 FIRST QUART 1991

## POWER CURVE vs. HUB WIND SPEED MAST 2



IER-CIEMAT. November 1991

#### **4.3.- Curva de potencia respecto al anemómetro de góndola**

Se ha obtenido la curva de potencia respecto al anemómetro de góndola. En este caso lógicamente la velocidad de viento medida es aguas abajo del disco del rotor, y por tanto es una velocidad menor que la correspondiente a la velocidad sin perturbar de viento incidente.

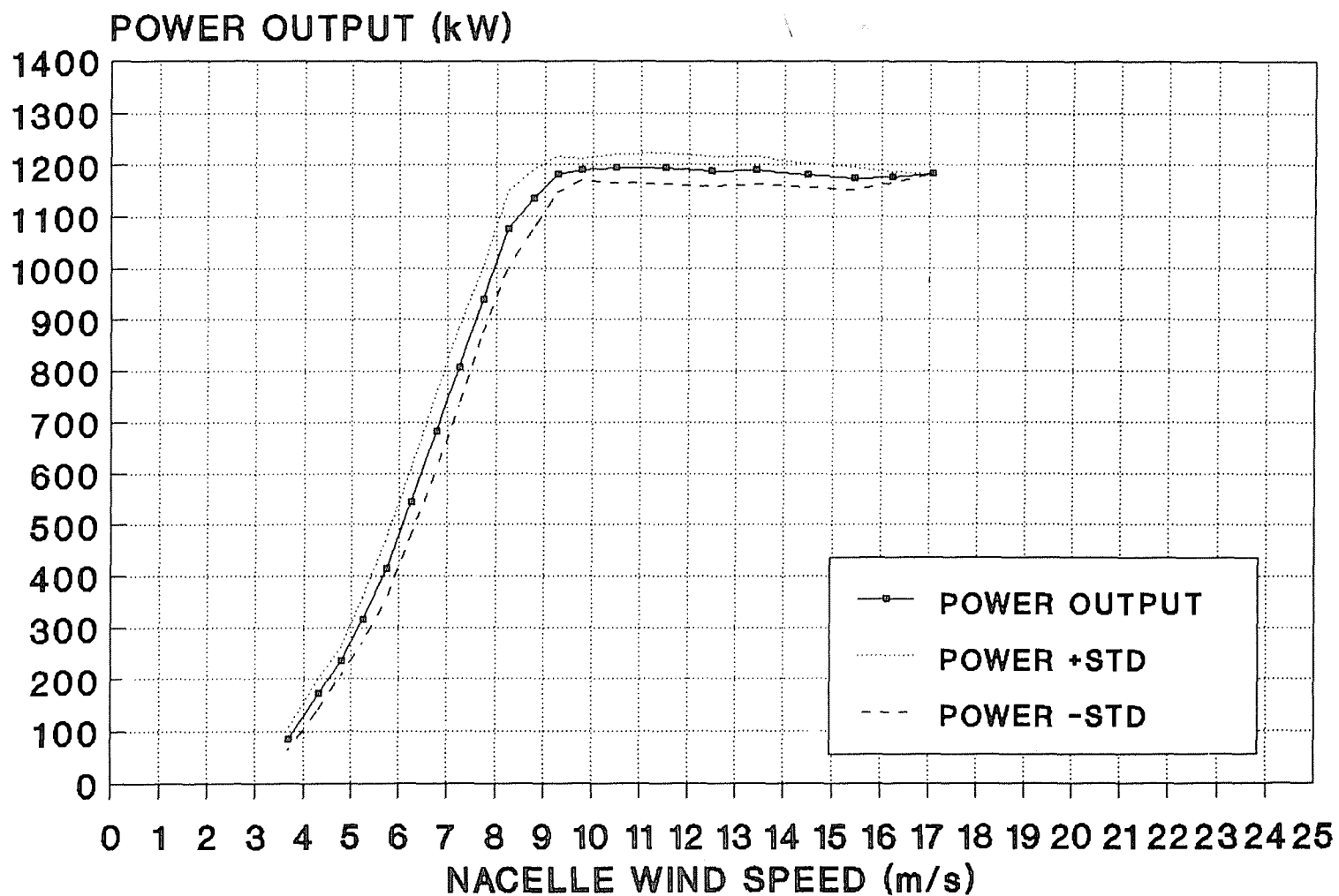
Esta curva resulta de interés para comparar resultados medidos con valores teóricos calculados.

Para la obtención de esta curva de potencia se utilizaron todos los datos disponibles, sin descartar ninguna dirección, y los datos de velocidad de viento no fueron lógicamente corregidos.

En la gráfica y tabla adjunta se presentan los resultados obtenidos.

Es importante resaltar la menor dispersión existente en los datos con valores menores de las desviaciones típicas de potencia.

# AWEC-60 FIRST QUART 1991 POWER CURVE vs. NACELLE WIND SPEED



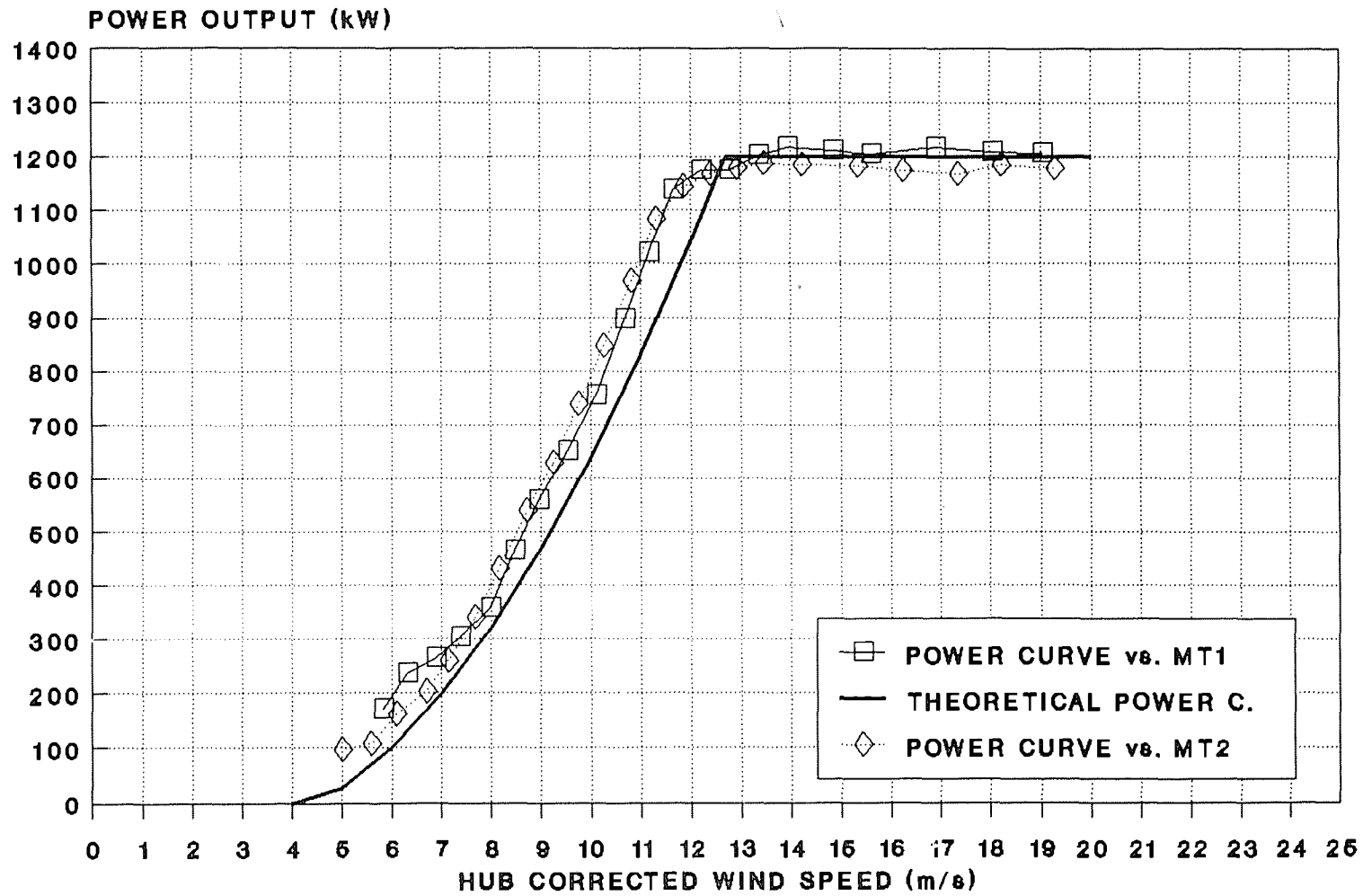
## **5.- ESTUDIO COMPARATIVO**

En las gráficas adjuntas se presentan los valores medidos para las curvas de potencia respecto a los mástiles 1 y 2, y la teórica del proyecto.

Por un lado se observa una perfecta concordancia entre las curvas medidas en ambos mástiles, lo que corrobora el proceso seguido en todo el tratamiento de datos. Por otro, se observan unos valores medios ligeramente superiores a los calculados teóricamente. Esto es debido a que el programa de cálculo es conservador, utilizando valores de las características de los perfiles inferiores a los reales.

# AWEC-60

## POWER CURVES - FIRST QUART 1991



### **5.1.- Comparación con la curva de potencia del aerogenerador WKA-60**

Se ha realizado un gráfico en el que se muestran las curvas de potencia medidas de los aerogeneradores AWEC-60 y KWA-60.

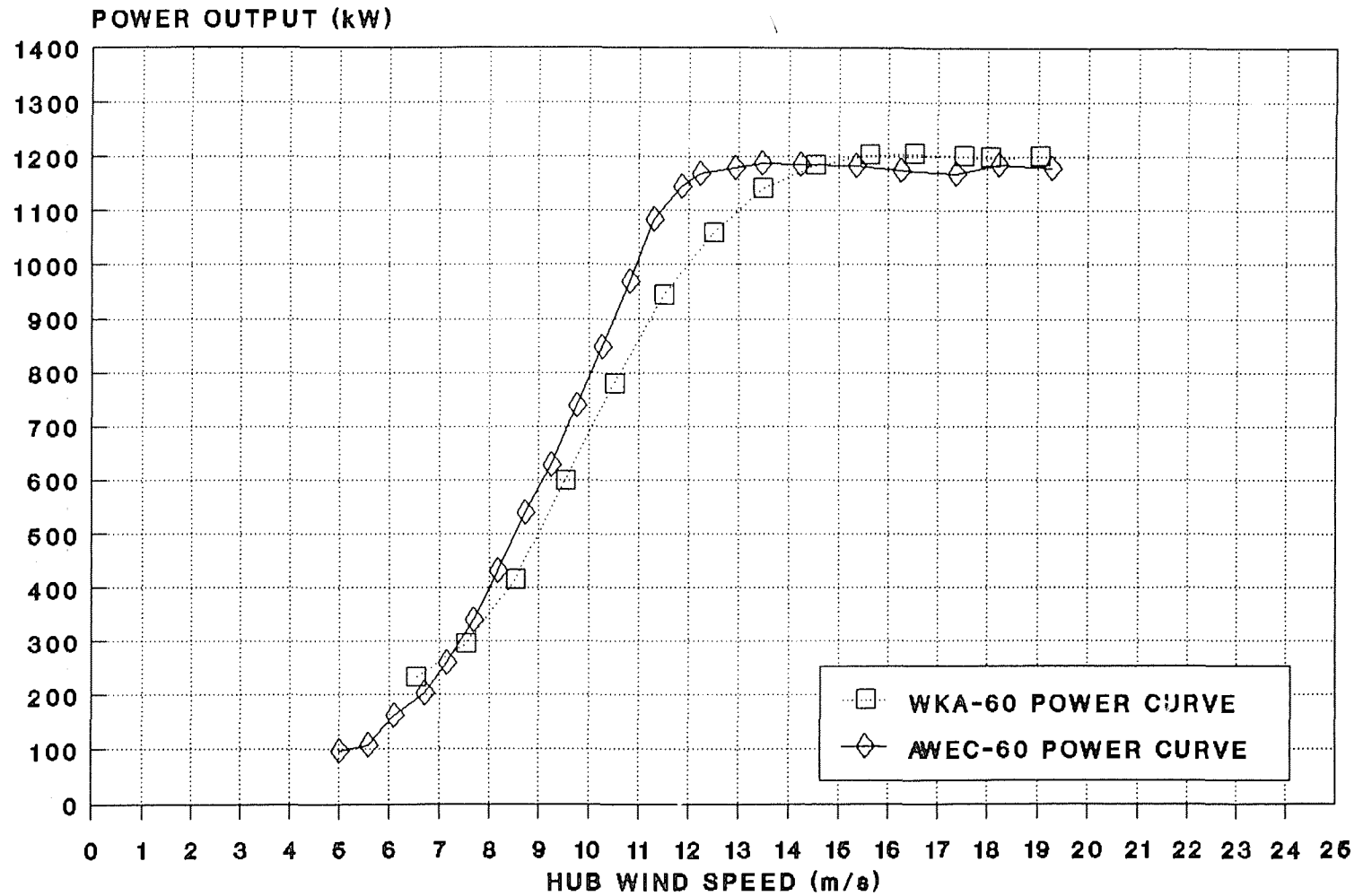
Se observa una discrepancia entre los datos medidos en ambos aerogeneradores, especialmente en la zona próxima a la velocidad nominal de los aerogeneradores (entre 10 m/s y 14 m/s).

Los aerogeneradores tienen diferentes palas y diferentes sistemas eléctricos, lo que también influye en la lógica de control, siendo tal vez esto último la razón más probable de las diferencias obtenidas.

En cualquier caso, y no conociendo las características del sistema de medida del aerogenerador WKA-60, situación de la torre anemométrica respecto al aerogenerador, y proceso seguido para la obtención de los datos presentados, no se puede hacer un análisis de las razones por las que se presentan las desviaciones detectadas.

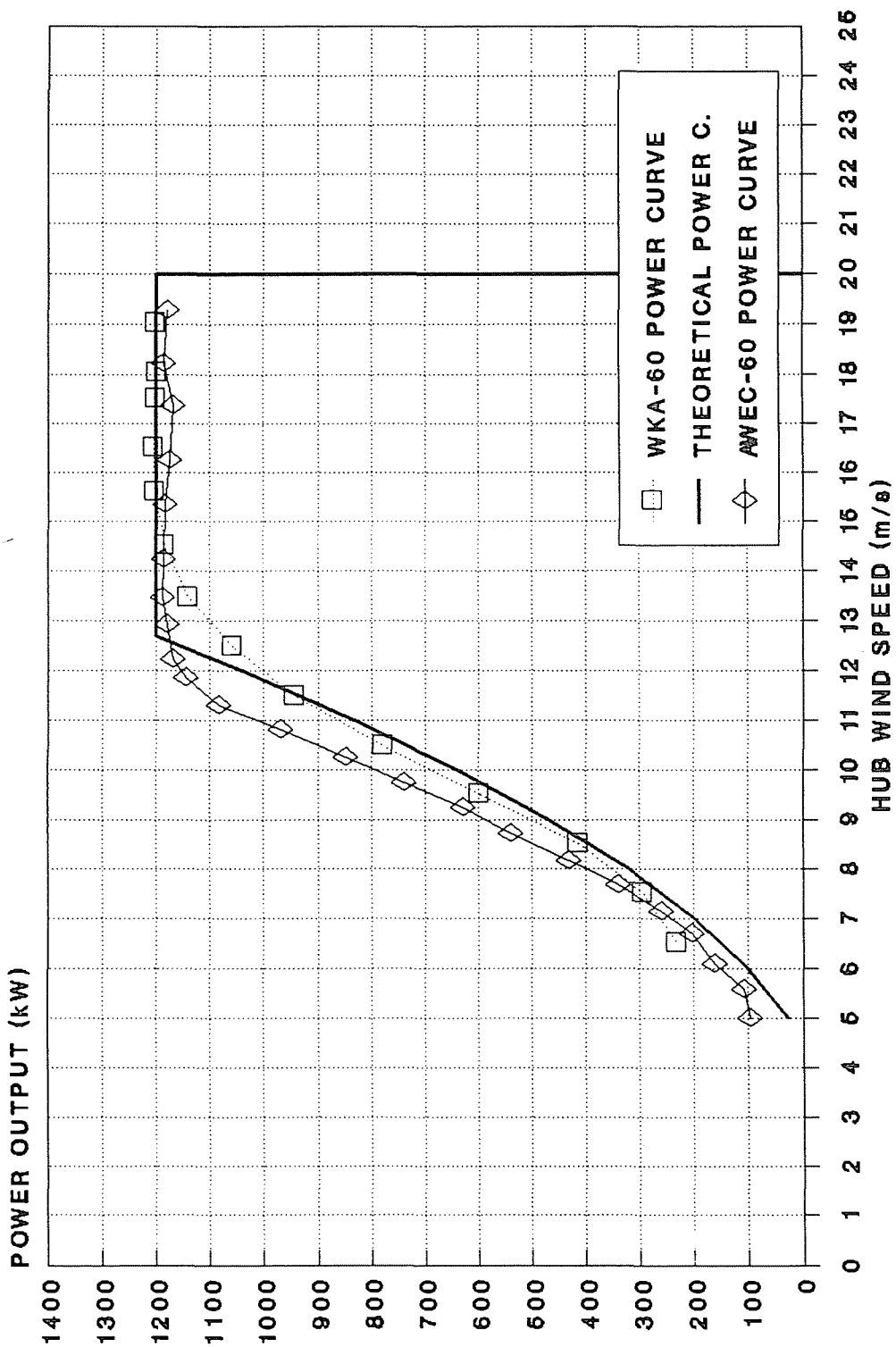


# AWEC-60 \*\*\* WKA-60 POWER CURVES



25

# AWEC-60 \*\*\* WKA-60 POWER CURVES



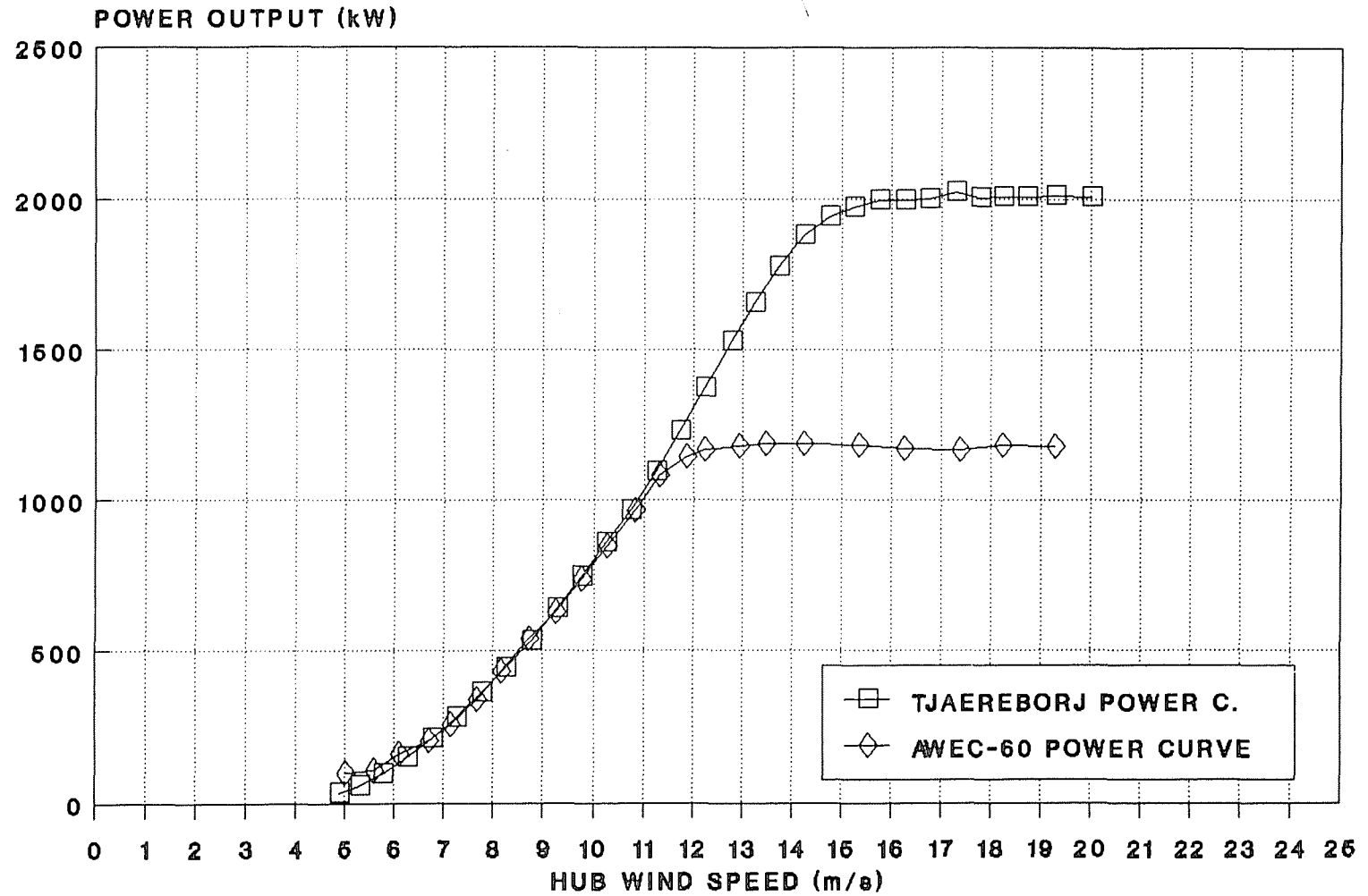
IER-CIEMAT. November 1991

## **5.2.- Comparación con la curva de potencia del aerogenerador Tjaereborj 2000**

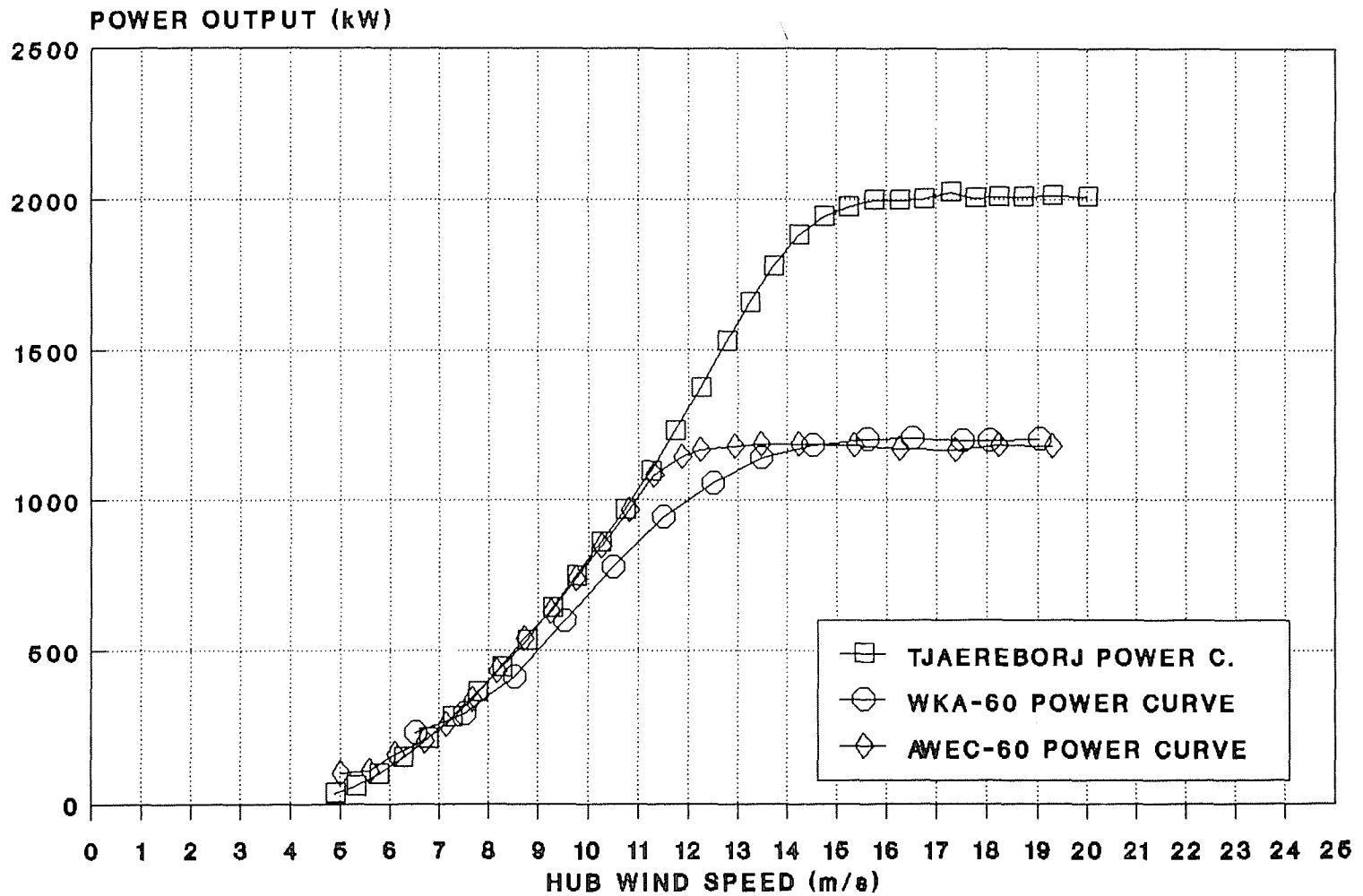
El aerogenerador Tjaereborj 2000 monta palas iguales a las del aerogenerador WKA-60, muy similares a las del AWEC-60, siendo sus velocidades de giro muy próximas (23,0 r.p.m. y 22,36 r.p.m. respectivamente), por lo que es de esperar curvas de potencia muy próximas hasta la velocidad nominal del AWEC-60 (12,2 m/s).

En el gráfico adjunto se presentan las curvas medidas en ambos aerogeneradores (Ref. 6) que presentan, como era previsible, valores coincidentes.

# AWEC-60 \*\*\* TJAEREBORG POWER CURVES



# AWEC-60 \* WKA-60 \* TJAEREBORG POWER CURVES



## **6.- CONCLUSIONES**

Se ha obtenido la curva de potencia del aerogenerador AWEC-60.

Durante el proceso seguido para su cálculo, de acuerdo con las recomendaciones de la AIE, se ha detectado una limitación en las mismas en la medida de las velocidades de viento que aconseja una mejora del método, observación ya detectada en otros estudios realizados similares.

Los valores medidos son ligeramente superiores a los calculados teóricamente en el proyecto, si bien ya se conocía que el programa de cálculo utilizado (EOLO) era conservador en el cálculo de las actuaciones de los aerogeneradores. En la actualidad el programa ha sido mejorado (EOLO-T), ajustándose los valores que calcula a los medidos.

## REFERENCIAS

- 1.- "Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation". Power Performance Testing. 2nd Edition 1990. Executive Committee of the International Energy Agency Programme for Research and Development on Wind Energy Conversion Systems.
- 2.- AWEC-60 Sistema de Toma de Datos. Ref. M.O. 3051/89 S.A.C. Abril 1989.
- 3.- AWEC-60 Aerogenerador Avanzado en el rango de un Megawatio. Diseño Básico. Marzo 1987.
- 4.- AWEC-60 Study of Wind Conditions in Cabo Villano. F. Avia, June 1987.
- 5.- Informe sobre la inspección visual realizada a las torres meteorológicas del proyecto AWEC-60. Febrero de 1991. F. Avia. IER-CIEMAT.
- 6.- Accuracy of Power Curve Measurements C.J. Christensen et a (Riso, etc.). Report prepared under the auspices of the IMTS and supported by EEC, DG XVII, RISO National Lab. November 1986.
- 7.- Evaluation of Power Performance Testing Procedures. T. Friis Pedersen et al. RISO National Lab. 1989.





**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR AWEC-60**

Avia,F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

El aerogenerador experimental AWEC-60 fue desarrollado para evaluar las posibilidades de los grandes aerogeneradores, tanto desde el punto de vista técnico como económico. El proyecto fue desarrollado por un grupo hispano-alemán, integrado por Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie y el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, comenzando la operación durante el año 1990.

Se presenta en este trabajo la obtención de la curva de potencia del aerogenerador, obtenida de acuerdo con las recomendaciones del grupo de expertos del Comité Ejecutivo de Investigación y Desarrollo en Energía Eólica, de la Agencia Internacional de la Energía.

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR AWEC-60**

Avia,F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

El aerogenerador experimental AWEC-60 fue desarrollado para evaluar las posibilidades de los grandes aerogeneradores, tanto desde el punto de vista técnico como económico. El proyecto fue desarrollado por un grupo hispano-alemán, integrado por Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie y el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, comenzando la operación durante el año 1990.

Se presenta en este trabajo la obtención de la curva de potencia del aerogenerador, obtenida de acuerdo con las recomendaciones del grupo de expertos del Comité Ejecutivo de Investigación y Desarrollo en Energía Eólica, de la Agencia Internacional de la Energía.

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR AWEC-60**

Avia,F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

El aerogenerador experimental AWEC-60 fue desarrollado para evaluar las posibilidades de los grandes aerogeneradores, tanto desde el punto de vista técnico como económico. El proyecto fue desarrollado por un grupo hispano-alemán, integrado por Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie y el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, comenzando la operación durante el año 1990.

Se presenta en este trabajo la obtención de la curva de potencia del aerogenerador, obtenida de acuerdo con las recomendaciones del grupo de expertos del Comité Ejecutivo de Investigación y Desarrollo en Energía Eólica, de la Agencia Internacional de la Energía.

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR AWEC-60**

Avia,F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

El aerogenerador experimental AWEC-60 fue desarrollado para evaluar las posibilidades de los grandes aerogeneradores, tanto desde el punto de vista técnico como económico. El proyecto fue desarrollado por un grupo hispano-alemán, integrado por Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie y el Instituto de Energías Renovables del CIEMAT, comenzando la operación durante el año 1990.

Se presenta en este trabajo la obtención de la curva de potencia del aerogenerador, obtenida de acuerdo con las recomendaciones del grupo de expertos del Comité Ejecutivo de Investigación y Desarrollo en Energía Eólica, de la Agencia Internacional de la Energía.

Utilizando los datos de funcionamiento del aerogenerador, correspondientes al primer trimestre del año 1991, se han obtenido las curvas de potencia y se han comparado los resultados con las curvas teóricas, así como con las curvas medidas en otros grandes aerogeneradores similares.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

Utilizando los datos de funcionamiento del aerogenerador, correspondientes al primer trimestre del año 1991, se han obtenido las curvas de potencia y se han comparado los resultados con las curvas teóricas, así como con las curvas medidas en otros grandes aerogeneradores similares.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

Utilizando los datos de funcionamiento del aerogenerador, correspondientes al primer trimestre del año 1991, se han obtenido las curvas de potencia y se han comparado los resultados con las curvas teóricas, así como con las curvas medidas en otros grandes aerogeneradores similares.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

Utilizando los datos de funcionamiento del aerogenerador, correspondientes al primer trimestre del año 1991, se han obtenido las curvas de potencia y se han comparado los resultados con las curvas teóricas, así como con las curvas medidas en otros grandes aerogeneradores similares.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**POWER CURVE OF THE AWEC - 60 WIND TURBINE**

Avia, F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

The experimental windturbine AWEC-60 was developed to evaluate the possibilities of the Large Windturbines, from the technical and economical point of view. The project was developed by a spanish-german group, integrated by Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie and the Instituto de Energías Renovables from CIEMAT, starting the operation during the year 1990.

In this paper, the obtention of the windturbine's power curve is presented, which has been obtained in agreement with the "Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation" from the Executive Committee for the Research and Development on Wind Energy, of the International Energy Agency (AIE).

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**POWER CURVE OF THE AWEC - 60 WIND TURBINE**

Avia, F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

The experimental windturbine AWEC-60 was developed to evaluate the possibilities of the Large Windturbines, from the technical and economical point of view. The project was developed by a spanish-german group, integrated by Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie and the Instituto de Energías Renovables from CIEMAT, starting the operation during the year 1990.

In this paper, the obtention of the windturbine's power curve is presented, which has been obtained in agreement with the "Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation" from the Executive Committee for the Research and Development on Wind Energy, of the International Energy Agency (AIE).

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**POWER CURVE OF THE AWEC - 60 WIND TURBINE**

Avia, F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

The experimental windturbine AWEC-60 was developed to evaluate the possibilities of the Large Windturbines, from the technical and economical point of view. The project was developed by a spanish-german group, integrated by Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie and the Instituto de Energías Renovables from CIEMAT, starting the operation during the year 1990.

In this paper, the obtention of the windturbine's power curve is presented, which has been obtained in agreement with the "Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation" from the Executive Committee for the Research and Development on Wind Energy, of the International Energy Agency (AIE).

**CIEMAT 698**

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas  
Instituto de Energías Renovables

**POWER CURVE OF THE AWEC - 60 WIND TURBINE**

Avia, F.

31 pp.; 11 Fig.; 7 Ref.

The experimental windturbine AWEC-60 was developed to evaluate the possibilities of the Large Windturbines, from the technical and economical point of view. The project was developed by a spanish-german group, integrated by Unión Fenosa, Asinel, M.A.N. Neue Technologie and the Instituto de Energías Renovables from CIEMAT, starting the operation during the year 1990.

In this paper, the obtention of the windturbine's power curve is presented, which has been obtained in agreement with the "Recommended Practices for Wind Turbine Testing and Evaluation" from the Executive Committee for the Research and Development on Wind Energy, of the International Energy Agency (AIE).

Using the functioning data of the windturbine correspondig to the first quarter of the year 1991, the power curves have been obtained, and the results have been compared with the curves measured in other similar Large windturbines.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

Using the functioning data of the windturbine correspondig to the first quarter of the year 1991, the power curves have been obtained, and the results have been compared with the curves measured in other similar Large windturbines.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

Using the functioning data of the windturbine correspondig to the first quarter of the year 1991, the power curves have been obtained, and the results have been compared with the curves measured in other similar Large windturbines.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential

Using the functioning data of the windturbine correspondig to the first quarter of the year 1991, the power curves have been obtained, and the results have been compared with the curves measured in other similar Large windturbines.

CLASIFICACION DOE Y DESCRIPTORES: 170600, Wind power, Wind energy, Electric generators, Wind turbines, Power potential