

4.—Únicamente podrán ponerse en servicio los aparatos si no se ha detectado ninguna anomalía.

5. El agente que realice la puesta en marcha de la instalación vendrá obligado a conservar copia de la documentación emitida durante un periodo de 6 años a partir de la fecha de puesta en marcha de la instalación. En cualquier caso, dicha documentación contendrá los datos del instalador autorizado (o Servicio de Asistencia Técnica). En el caso de cesar en el ejercicio de la actividad, deberá remitir dicha documentación al Servicio Provincial competente en materia de industria.

*Artículo 7.—Inspecciones y revisiones periódicas de las instalaciones y aparatos a gas.*

1. Todas las instalaciones receptoras deberán ser inspeccionadas y revisadas en la forma y plazos establecidos en la normativa vigente. Adicionalmente, y con el objeto de asegurar el cumplimiento en cuanto a seguridad de las instalaciones de la presente Orden, la revisión deberá incluir la realización de las pruebas indicadas en la norma UNE 60670 parte 13, debiendo quedar recogido el resultado de la misma en el certificado correspondiente.

En el caso de que se observara alguna anomalía principal o secundaria de las descritas en la norma UNE 60670 parte 13, se actuará conforme a lo previsto con el Reglamento de Instalaciones de Gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales para defectos mayores o menores respectivamente.

2. La empresa suministradora deberá llevar un registro de datos de las inspecciones periódicas realizadas en el que consten los defectos detectados, así como que el usuario dispone del correspondiente certificado de revisión periódica y, en su caso, de los documentos justificantes de la corrección. En caso de carecer del mismo o, en su caso de los documentos justificantes, o de no haber subsanado los defectos que en la revisión periódica hubieran sido detectados la empresa suministradora lo pondrá en conocimiento del Servicio Provincial competente en materia de industria a los efectos oportunos.

*Disposición transitoria primera.—Instalaciones de circuito abierto de tiro natural existentes.*

Los aparatos a gas de calefacción y agua caliente sanitaria de circuito abierto de tiro natural instalados con anterioridad a la entrada en vigor de esta orden y que con posterioridad al 1 de enero de 2002 no lo hubieran hecho, deberán comprobar y certificar la no existencia de anomalías descritas en la UNE 60670 13. Dicho certificado se realizará de acuerdo a lo expuesto en el artículo 5 de la presente Orden. Una copia quedara en poder del agente que realice la revisión y otra en poder del titular.

En el caso de detectarse alguna anomalía referente a la norma UNE 60670 Parte 13 durante el funcionamiento simultáneo del aparato a gas y extractor de aire se comprobará si son causadas como consecuencia del funcionamiento simultáneo del extractor de aire y aparato a gas, en cuyo caso se deberá instalar un dispositivo que impida el funcionamiento simultáneo de ambos equipos. En el certificado emitido se deberá hacer constar los resultados obtenidos en ambas situaciones.

*Disposición transitoria segunda.—Comprobación de la combustión higiénica.*

En el plazo de un año desde la entrada en vigor de la presente Orden los aparatos a gas tipo B existentes deberán contar con un dispositivo que permita una fácil comprobación de la combustión higiénica.

Durante el plazo de vigencia de la presente disposición transitoria y en aquellas instalaciones que no cuenten con un dispositivo que permita una fácil comprobación de la combustión higiénica quedarán exentas de dicha comprobación según el apartado 3.2.4. de la norma UNE 60670 parte 13 al objeto

del cumplimiento del artículo 7 referente a inspecciones y revisiones periódicas.

*Disposición adicional única.*

1.—A los efectos previstos en la presente Orden, se entenderá por edificio de nueva construcción, todo aquel cuyo proyecto de ejecución del edificio se haya visado con posterioridad a la entrada en vigor de la misma.

2.—Las referencias a normas que se efectúan en la presente disposición, se entenderán modificadas en caso de que aquellas sean objeto de revisión.

3.—A los efectos de esta orden se considerara instalación de un aparato a gas la sustitución de este por otro igual o de similares características.

*Disposición derogatoria única.*

Queda derogada la Orden de 10 de diciembre de 2002 del Departamento del Departamento de Industria, Comercio y Desarrollo, por la que se regula en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Aragón las condiciones técnicas para la correcta evacuación de los productos de la combustión, la puesta en marcha y la revisión e inspección periódica de las instalaciones y aparatos a gas en especial los de circuito abierto de tiro natural, en instalaciones individuales de calefacción y/o agua caliente sanitaria

*Disposición final primera.—Habilitación de instrucciones de ejecución y aplicación.*

Se faculta al Director General competente en materia de industria para dictar cuantas instrucciones sean necesarias para la ejecución y aplicación de lo previsto en la presente Orden.

*Disposición final segunda.—Entrada en vigor.*

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial de Aragón».

En Zaragoza, a 14 de junio de 2004.

**El Consejero de Industria, Comercio  
y Turismo,  
ARTURO ALIAGA LOPEZ**

**1970** *ORDEN de 6 de julio de 2004, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se desarrolla el procedimiento de toma de datos para la evaluación del potencial eólico en el procedimiento de autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón.*

En la actualidad el aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica es ya una realidad en la Comunidad Autónoma de Aragón, y además evidencia el elevado potencial todavía pendiente de utilizar de esta fuente renovable.

El Decreto 279/1995, de 19 de diciembre, por el que se regula el procedimiento para la autorización de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, y el Decreto 93/1996, de 28 de mayo, por el que se regula el procedimiento de autorización de instalaciones de innovación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón, constituyen las dos normas básicas que el Gobierno de Aragón aprobó con la doble finalidad de contribuir a la promoción de esta actividad y poner las condiciones para la obtención del máximo valor añadido en favor de la sociedad aragonesa.

En los procedimientos que se definen en ambas normas se establece la necesidad de incluir en los proyectos de los parques eólicos la descripción de los recursos eólicos, sobre la base de datos históricos suficientes y modelizaciones fiables. En el tiempo transcurrido desde la publicación de estas normas se ha avanzado en la definición de los procedimientos para la

captación de parámetros eólicos, para la posterior evaluación del potencial eólico.

Esta realidad junto al objetivo siempre deseable de profundizar en el conocimiento de la eficiencia de los proyectos de parques eólicos, factor clave en la planificación energética regional, pone de manifiesto la necesidad de seguir avanzando en la racionalización de los procedimientos administrativos, y en concreto, en la mejora de la descripción de los recursos eólicos, concretamente en lo referente a la toma de datos para la evaluación del potencial eólico, que en la actualidad se recoge en el artículo 12, apartado 1.c, del Decreto 279/1995, y en el artículo 5, apartado 3.c, del Decreto 93/1996.

En virtud de lo expuesto, y de acuerdo con la Disposición final segunda del Decreto 279/1995, de 19 de diciembre, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón, y la Disposición final segunda del Decreto 93/1996, de 28 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se regula el procedimiento de autorización de instalaciones de innovación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón, por las que se faculta al Consejero competente en materia de energía para dictar cuantas disposiciones fueran necesarias para el desarrollo y ejecución de los citados Decretos, dispongo:

*Artículo 1.*

La descripción de los recursos eólicos a los que se refiere el artículo 12, apartado 1.c, del Decreto 279/1995, y el artículo 5, apartado 3.c, del Decreto 93/1996, por los que se establecen los procedimientos de autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, deberán realizarse de acuerdo con la metodología que se define en el Anexo sobre el procedimiento de toma de datos eólicos para la evaluación del potencial eólico.

*Artículo 2.*

Podrán autorizarse otros procedimientos equivalentes de toma de datos eólicos para la evaluación del potencial eólico, previa solicitud a la Dirección General de Energía y Minas, que deberá acompañarse de una descripción motivada entre ese procedimiento y el contenido en el Anexo. Resolverá la Dirección General de Energía y Minas con un informe de la Dirección General de Industria y de Pequeña y Mediana Empresa.

*Disposición transitoria primera.*

Las instalaciones en trámite a la entrada en vigor de esta Orden, no tendrán obligación de cumplir los requisitos establecidos en esta Orden.

*Disposición transitoria segunda.*

Aquellos promotores que acrediten que están realizando mediciones de recursos eólicos desde un periodo de tiempo superior a seis meses, podrán quedar exentos de cumplir los requisitos establecidos en esta Orden siempre que así lo soliciten en el plazo de un mes desde su entrada en vigor, acreditando el procedimiento de toma de datos de sus mediciones y la descripción de las mismas, y mediante resolución expresa de la Dirección General de Energía y Minas.

*Disposición final única.—Entrada en vigor.*

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial de Aragón».

Zaragoza, 6 de julio de 2004.

**El Consejero de Industria, Comercio  
y Turismo,  
ARTURO ALIAGA LOPEZ**

ANEXO

PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS DE VIENTO  
PARA LA EVALUACION DEL POTENCIAL EOLICO

1. OBJETO
2. ALCANCE
3. REFERENCIAS
4. EQUIPOS DE MEDIDA
  - 4.1 VELOCIDAD DEL VIENTO
  - 4.2 DIRECCION DEL VIENTO
  - 4.3 TEMPERATURA AMBIENTE
  - 4.4 PRESION ATMOSFERICA
  - 4.5 HUMEDAD RELATIVA
  - 4.6 PRECIPITACION
  - 4.7 CALIBRACION DE SENSORES
  - 4.8 DENSIDAD DEL AIRE
  - 4.9 EQUIPO REGISTRADOR
5. TORRE
  - 5.1 CARACTERISTICAS
  - 5.2 UBICACION
  - 5.3 INSTALACION
  - 5.4 DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS EN LA TORRE
6. PROCEDIMIENTO DE MEDIDA
  - 6.1 INTRODUCCION
  - 6.2 REGISTRO DE LOS DATOS
  - 6.3 CORRECCION DE LOS DATOS
  - 6.4 RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS
  - 6.5 REGISTRO DE INCIDENCIAS
7. INFORMES
8. APENDICE

*1. Objeto.*

El objeto de este procedimiento es establecer la metodología a utilizar para la realización de la adquisición de los datos necesarios que permitan evaluar el potencial eólico de una zona determinada.

*2. Alcance.*

Este documento describe el procedimiento experimental de selección, instalación y operación de los equipos utilizados para la adquisición de datos encaminados a la evaluación del potencial eólico de una zona prefijada. Dicha adquisición de datos consiste en la lectura simultánea de medidas de la velocidad y dirección del viento, temperatura y presión atmosféricas durante un periodo de tiempo lo suficientemente amplio como para establecer una base de datos estadísticamente significativa. Se recomienda además la medida de la humedad relativa y la precipitación atmosférica como datos complementarios. Todas las magnitudes medidas se monitorizan mediante los equipos de adquisición adecuados. En el documento se establecen además los criterios necesarios para la validación de los datos obtenidos.

*3. Referencias.*

- \* Documento CGA-ENAC-LEC «Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma UNE EN-ISO / IEC 17025»
- \* Organización Meteorológica Mundial: «Guía de instrumentos y métodos de observación nº 8»
- \* UNE - EN 61400 - 12: 1999: «Aerogeneradores: Ensayo de la curva de potencia «
- \* AWS Scientific Inc: «Wind resource assessment handbook»
- \* UNE 28 - 533 - 85: «Atmósfera Normal»
- \* UNE 21 185: «Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales»

\* UNE 500520: «Redes de estaciones meteorológicas automáticas. Criterios de localización de emplazamientos e instalación de sensores. Características de adquisición y muestreo»

\* EPA 600 R94 038d: «Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems» Volume IV: «Meteorological Measurements»

\* EPA - 454/R - 99 - 005: «Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modelling Applications»

#### 4. Magnitudes y equipos de medida.

##### 4.1. Velocidad del viento.

La velocidad del viento es el indicador más importante para evaluar el potencial eólico.

La medida de esta magnitud ha de realizarse como mínimo a dos alturas distintas, siendo recomendable la obtención de datos a una tercera altura. Estas alturas son las siguientes:

\* Una primera a la altura del buje del aerogenerador a instalar en la zona de estudio. Esta altura viene impuesta por la curva de potencia del aerogenerador según se indica en la Norma UNE - EN 61400 - 12. El mínimo será de 40 metros. La posición exacta estará comprendida entre 40 y 65 metros permitiéndose un margen de error del  $\pm 10\%$  respecto a la altura estimada para el aerogenerador a instalar en la zona estudiada. Esta altura viene determinada por la altura del buje del

\* Una segunda altura situada a 10 metros. Esta altura es la que se utiliza como estándar para las medidas de velocidad de viento, Organización Meteorológica Mundial: «Guía de instrumentos y métodos de observación nº 8». En el caso de que algún obstáculo (vegetación, bosques...) interfiera a esta altura, se tomará un punto alternativo 10 metros por encima de los obstáculos.

\* Una tercera altura opcional situada a un mínimo de 25 metros. El valor de esta altura vendrá determinado por el punto mínimo que alcancen las palas del aerogenerador que se prevea instalar en la zona estudiada con un margen de error de  $\pm 10\%$ .

La velocidad del viento se medirá, en cada altura indicada anteriormente, con un anemómetro de cazoletas caracterizado por una constante de distancia inferior a 5 metros, de acuerdo con los criterios indicados por la Norma UNE - EN 61400 - 12 y la Organización Meteorológica Mundial. El anemómetro deberá mantenerse calibrado durante el periodo de medida. Para ello, se realizará una calibración antes del comienzo del ensayo y otra a la finalización. Estas dos calibraciones se realizarán respecto a un anemómetro de cazoletas calibrado tomado como referencia.

En el caso en que el periodo de medida supere un año, deberá realizarse una calibración «in situ» del anemómetro antes de transcurrir dicho tiempo. Para esta calibración se realizará una intercomparación con otro anemómetro de referencia previamente calibrado, montado a una distancia comprendida entre 1,5 y 2 metros del anemómetro a calibrar y con una configuración similar. En los resultados de la calibración será necesario tener en cuenta la incertidumbre del anemómetro de referencia.

##### 4.2. Dirección del viento.

Las medidas de la dirección del viento se realizarán mediante veletas situadas a las mismas alturas a las que se mide la velocidad. La desviación máxima en la altura de cada veleta no podrá superar el 10% respecto al anemómetro correspondiente.

Las veletas se situarán en la torre de forma que no se produzcan interferencias con los anemómetros debidas a turbulencias de viento.

La precisión absoluta en la medida de la dirección del viento será mejor que 5°, como se indica en la Norma UNE - EN 61400 - 12 y en el documento de la Organización Meteorológica Mundial citado previamente.

##### 4.3. Temperatura ambiente.

La temperatura ambiente se obtendrá con un único sensor.

Dicho sensor se instalará al menos a 10 metros de altura sobre el nivel del suelo. Cuando sea posible, se recomienda situarlo cercano a la altura máxima a la que se miden la velocidad y la dirección del viento. Se instalará dentro de un escudo protector que lo resguarde de la radiación solar y de la suciedad.

##### 4.4. Presión atmosférica.

La presión atmosférica se obtendrá con un único sensor instalado en la torre meteorológica, en el interior del armario que aloja el equipo registrador con el objeto de protegerlo de las fluctuaciones de presión que se pueden producir debido a turbulencias de viento. Los datos de presión atmosférica registrados se corregirán en altura mediante lo dispuesto en la Norma UNE 28 - 533 - 85 para obtener el valor de la presión a la altura máxima a la que se miden la velocidad y la dirección del viento.

##### 4.5. Humedad relativa.

La humedad relativa no es un parámetro imprescindible pero se recomienda su medida con el objeto de corregir los resultados de la densidad del aire a altas temperaturas. Se obtendrá de un único sensor instalado lo más cerca posible de la altura máxima a la que se miden la velocidad y dirección del viento.

##### 4.6. Precipitación.

Se recomienda utilizar un sensor de precipitación atmosférica con el objeto de poder diferenciar entre los datos obtenidos en presencia de lluvia de los obtenidos en condiciones no lluviosas. El sensor se colocará sobre la torre a una altura que permita su limpieza y mantenimiento.

##### 4.7. Precisión y calibración de sensores.

Los requisitos mínimos de precisión de los sensores meteorológicos vendrán determinados, en la medida en que sea técnicamente posible, por las directivas dadas por la Organización Meteorológica Mundial en el documento «Guía de instrumentos y métodos de observación nº 8». Como orientación, en la Tabla 1 se presentan los requisitos de precisión recomendados para este tipo de mediciones en el documento de AWS Scientific Inc: «Wind resource assessment handbook».

Especificación	Anemómetro	Veleta	Termómetro	Barómetro	Higrómetro
Precisión recomendada	$\leq 3\%$	$\leq 5^\circ$	$\leq 1^\circ\text{C}$	$\leq 10\text{ hPa}$	$\leq 5\%$
Resolución recomendada	$\leq 0.1\text{ ms}^{-1}$	$\leq 1^\circ$	$\leq 0.1^\circ\text{C}$	$\leq 2\text{ hPa}$	$\leq 1\%$

Tabla 1. Características de precisión y resolución recomendadas para los sensores.

Respecto a la calibración, salvo el caso particular del anemómetro que deberá calibrarse al comienzo y al final del ensayo, todos los sensores deberán estar calibrados con una periodicidad anual. En el caso de que se supere el plazo de validez de calibración de alguno de los sensores durante la realización del ensayo, se deberá realizar una calibración «in situ» del mismo, colocando un sensor de referencia calibrado en la torre en una configuración similar y lo más cercano posible al sensor a calibrar.

##### 4.8. Densidad del aire

La densidad del aire se obtiene con la medida de la temperatura ambiente y la presión atmosférica, mediante la siguiente expresión

$$r = \frac{B}{R \times T}$$

Donde

$r$ : densidad del aire [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ];

$B$ : Presión del aire medida [Pa];

$R$ : constante de gas perfecto 287,05 [J/(Kg.K)];

$T$ : Temperatura absoluta medida [K];

A altas temperaturas se recomienda corregir los resultados de la densidad del aire con las medidas de humedad relativa.

#### 4.9. Equipo registrador.

Para el registro de todas las magnitudes y su posterior preprocesado y almacenamiento se utilizará un sistema digital de adquisición de datos que disponga de una velocidad de muestreo por canal de al menos 0,5 Hz según lo indicado en la Norma UNE - EN 61400 - 12.

Se ubicará sobre la torre meteorológica, en el interior de un armario que lo aisle de la humedad y protegido contra las inclemencias meteorológicas o acciones vandálicas.

Este equipo se calibrará para cada señal al comienzo y a la finalización del ensayo. Si el registro de datos dura más de un año, deberá realizarse una calibración «in situ» del equipo. La incertidumbre del sistema de adquisición de datos deberá ser despreciable en comparación con la incertidumbre de los sensores.

#### 5. Torre.

##### 5.1. Características.

Existen dos tipos básicos de torres: tubulares y en celosía. Para las nuevas ubicaciones se recomiendan las torres tubulares ya que permiten montar todos los sensores con la torre en posición horizontal y a nivel de tierra para ser posteriormente izada. Además requieren un mínimo acondicionamiento del terreno y presentan un coste relativamente bajo.

La torre deberá cumplir los siguientes requisitos:

\* Tener altura suficiente para colocar los sensores a la altura deseable.

\* Resistir las condiciones más desfavorables de viento o hielo de la zona en la que se encuentra ubicada.

\* Ser estructuralmente estable para resistir y minimizar las vibraciones producidas por el viento.

\* Contar con cables de seguridad, con el anclaje apropiado en función de las características del terreno.

\* Estar equipada con pararrayos y toma de tierra.

\* Poseer medidas de seguridad apropiadas para evitar el vandalismo.

\* Estar protegida frente a los efectos ambientales como puede ser la corrosión.

\* Contar con protección contra animales como puede ser el ganado.

##### 5.2. Ubicación.

Al situar la torre se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

\* Se debe colocar la torre lo más alejada posible de cualquier obstáculo para el viento.

\* El lugar elegido debe ser representativo de las condiciones reinantes en la mayor parte del área objeto del estudio.

Situar la torre en las proximidades de obstáculos, como edificios o árboles, podría afectar negativamente a los datos recogidos. Como regla general, si no se puede evitar colocar la torre en las proximidades de un obstáculo, se guardará una distancia horizontal mínima de diez veces la altura máxima del obstáculo en la dirección principal del viento.

##### 5.3. Instalación.

La torre debe estar diseñada basándose en unas consideraciones básicas de seguridad y con el fin de facilitar su montaje. Las torres pueden ser erigidas en cualquier terreno pero la tarea resulta mucho más sencilla si se trata de una superficie plana y libre de obstáculos como árboles o edificios. Si se monta sobre una superficie irregular puede ser necesario instalar los cables de sujeción al mismo tiempo que se coloca la torre.

Si las direcciones principales del viento están claramente determinadas podemos instalar todos los sensores con la torre en posición horizontal, antes de ser levantada. Al izar la torre siguiendo la dirección principal del viento conseguimos la máxima estabilidad al mantener los cables de sujeción en tensión constantemente.

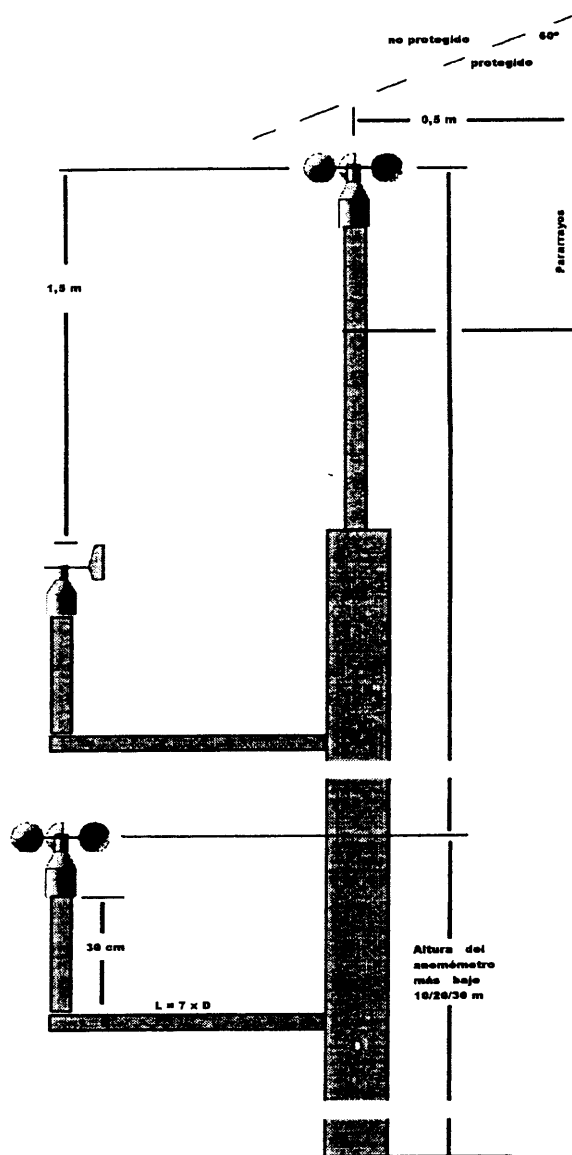
El sistema de anclaje que se elija para la sujeción de la torre dependerá de las características del terreno seleccionado. Este se determinará mediante un estudio previo del terreno: tipo de suelo, tipo de anclaje a utilizar y el método que se seguirá para su instalación.

Los cables de anclaje deben ser ajustados de forma coordinada y progresiva para evitar sobretensiones que puedan dañarlos de forma permanente. Si la torre se encuentra en una zona de pasto de animales la instalación estará protegida con una valla que impida el acceso del ganado hasta los cables.

En el caso de que los sensores se instalen en la torre después de haberla izado, deberán extremarse las precauciones. La colocación de cada sensor deberá estar decidida y estudiada, no siendo tarea del instalador decidir donde se ubica cada instrumento en el momento de la instalación. El equipo encargado de su colocación estará formado por personal cualificado y correctamente equipado. Antes de escalar a la torre se comprobará la integridad estructural de la misma para evitar posibles accidentes durante la instalación.

##### 5.4. Disposición de los elementos en la torre.

Los sensores deben montarse en la torre de manera que se minimice cualquier influencia de ésta sobre los mismos.



**Figura 1:** Distancias mínimas entre los sensores en la torre meteorológica.

Para conseguir que la torre de medición quede instalada en óptimas condiciones, tal como muestra la Figura 1, deben considerarse las siguientes pautas:

—Todos los sensores deben instalarse de tal forma que queden en posición vertical.

—Los travesaños posicionan los sensores a la mayor distancia posible de la torre. Así evitaremos cualquier efecto de sombra o posibles turbulencias. Además, hay que cerciorarse de que los travesaños no puedan balancearse, inclinarse o girar.

—La longitud de los travesaños ha de ser de, por lo menos, 7 veces el diámetro de la torre. Si en lugar de una torre tubular se emplea un mástil de celosía (anchura 30 cm), se escogerá una longitud de travesaño de aproximadamente 1 m.

Sensores de velocidad y dirección del viento:

—El anemómetro que vaya a instalarse en la parte más alta de la torre ha de situarse justo en el centro de la misma. El último tramo de la torre (mínimo 0,5 m.) debe tener un diámetro similar al de la carcasa del sensor. Al lado del anemómetro sólo debe quedar la correspondiente varilla del pararrayos.

—Los otros dos anemómetros se instalarán en un travesaño de cuyo extremo sobresalga el tubo vertical al que se acoplará el sensor, de forma que el anemómetro quede a una altura de 30 a 60 cm por encima del travesaño. Así se evitará que este último pueda influir en la medición.

—El travesaño debe formar un ángulo de 45°, aproximadamente, con respecto a la dirección principal del viento.

—Se prestará especial interés en su colocación para evitar turbulencias del viento entre las veletas y los anemómetros. La

veleta más alta ha de quedar a una distancia de, al menos, 1,5 m por debajo del anemómetro más alto. Para orientar la veleta es necesaria la utilización de una brújula.

Sensores de temperatura y humedad relativa:

Estos sensores se colocarán a una distancia de la torre equivalente a dos diámetros de la misma y se orientarán según la dirección principal del viento para favorecer una ventilación adecuada.

Sensor de presión atmosférica:

El sensor de presión atmosférica se situará en el interior del armario donde se coloca el equipo registrador con el objeto de protegerlo de las posibles fluctuaciones de presión debidas a las turbulencias del viento.

Sensor de precipitación:

El sensor de precipitación se colocará fuera del cuerpo de la torre mediante un sistema de sujeción horizontal mediante travesaño.

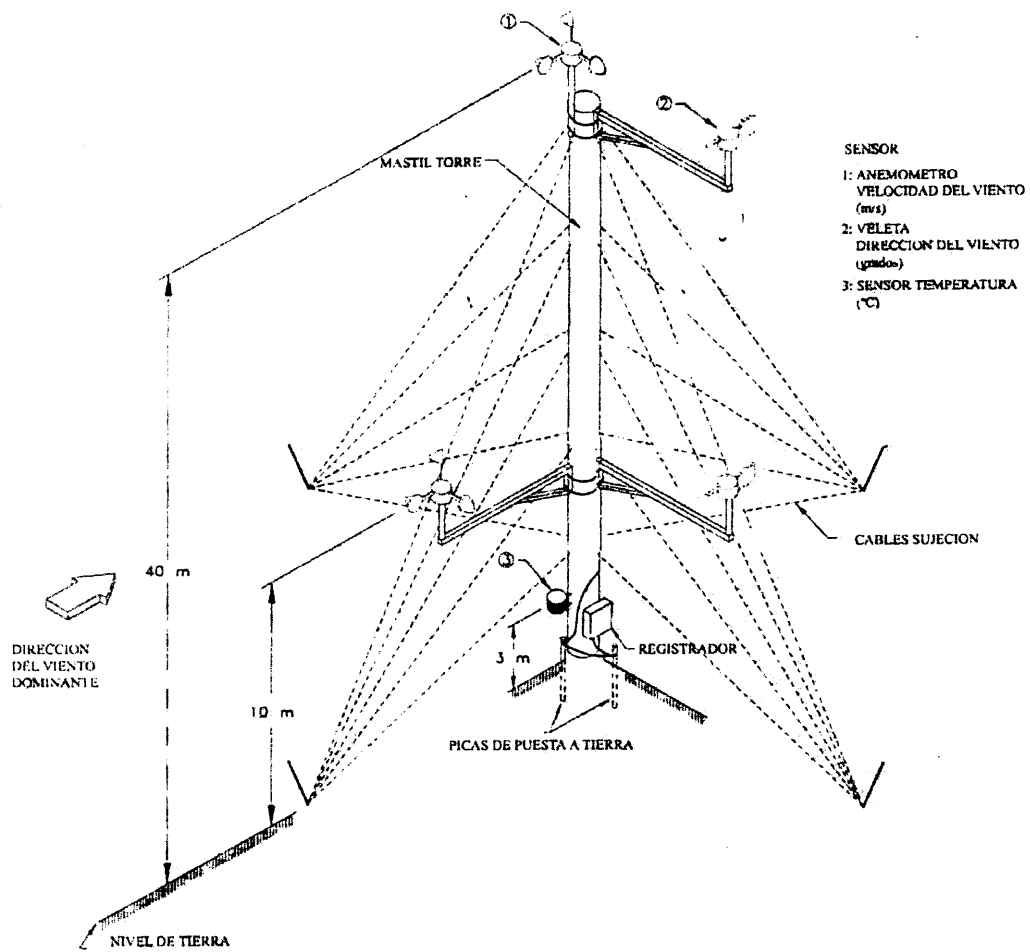
Equipo registrador:

El equipo, así como sus conexiones y sistema de telecomunicaciones, se encontrará cerrado y protegido contra la humedad.

Se colocará a una altura suficiente para evitar quedar enterrado por las nevadas o verse afectado por algún acto vandálico.

En caso de ser necesario instalar paneles solares para asegurar la alimentación del equipo registrador, éstos se colocarán por encima del mismo y orientados al sur para evitar sombras y aprovechar al máximo los rayos solares durante el invierno.

Si procede, orientar la antena de comunicaciones a una altura de difícil acceso.



**Figura 2.** Disposición de los sensores en la torre

#### Conexiones y cableado:

Los cables deberán estar protegidos de la radiación solar. El lugar más adecuado para alojar los cables es el interior de la torre. Para evitar que el propio peso de los cables pueda dañar los equipos o sensores deberán fijarse a los travesaños y a la torre evitando que algún cable quede suelto a merced del viento. La distancia mínima entre las bridas que fijan los cables será tal que estén protegidos de las posibles vibraciones ocasionadas por el viento; como referencia se realizarán aproximadamente cada 30 cm. Asimismo, deberá tenerse la precaución de que los cables no entren en contacto con bordes afilados. Toda tensión en los cables, por pequeña que sea, puede provocar algún daño

#### Pararrayos y puesta a tierra:

La varilla del pararrayos, con un grosor de 2 cm, deberá quedar a una distancia de 50 cm del anemómetro, ajustándose de forma que esté libre de posibles vibraciones. Asimismo, deberá sobrepasar el anemómetro más alto, de tal manera que forme con él un ángulo imaginario de 60°.

En instalaciones ya existentes se puede unir la puesta a tierra del equipo registrador con la de la propia torre (si es adecuada). La pica utilizada para la puesta a tierra tendrá un diámetro no inferior a 12,5 mm, y una longitud de 2,4 m. Su extremo superior deberá quedar protegido contra posibles daños personales.

Se determinará la resistividad del terreno para calcular la puesta a tierra necesaria, de acuerdo con la norma de UNE 21 185

En la Figura 2 se muestra la disposición recomendada de los distintos elementos en la torre.

#### 6. Procedimiento de medida.

##### 6.1. Introducción.

Una vez obtenidos los datos «in situ» hay que acondicionarlos, para ello se seguirán los siguientes pasos:

- \* Registro de los datos
- \* Selección de los datos
- \* Corrección de los datos
- \* Almacenamiento de los datos

##### 6.2. Registro de los datos.

Los datos se registrarán de forma continua siguiendo las directrices de la Norma UNE - EN 61400 - 12. La frecuencia de muestreo de datos será de 0,5 Hz o superior. La temperatura ambiente, presión atmosférica, humedad relativa y precipitación se podrán registrar con una frecuencia menor, pero al menos una vez por minuto.

El sistema de adquisición de datos calculará valores promedio y desviación típica de todas las magnitudes medidas cada 10 min.

##### 6.3. Recogida y almacenamiento de los datos.

Dependiendo de la capacidad de memoria propia del registrador se programarán las recogidas. Si la disponibilidad de la misma es tal que puede almacenar datos sin sobrescribir durante más de un mes, se realizará al menos una recogida mensual de los datos.

El procedimiento de recogida de los mismos se podrá realizar de dos maneras alternativas:

Una primera en la que una persona cualificada se desplazará hasta la ubicación de la torre. Dependiendo del registrador realizará la recogida de datos ya bien sea reemplazando la memoria por otra, o bien descargará los datos almacenándolos en un ordenador portátil.

Una segunda opción será realizar la descarga mediante un modem. Se establecerá comunicación entre el equipo registrador y un terminal ubicado en el laboratorio.

Una vez descargados los datos se rellenará un registro donde se citará el período de medida, así como las posibles anomalías detectadas.

Como medida de seguridad los datos recogidos se almacenarán en soportes informáticos alternativos, según la política de copias de seguridad.

#### 6.4. Corrección de los datos.

Aplicación de la calibración de los sensores. Los sensores utilizados pueden presentar errores de precisión y exactitud. Para paliar dichos errores debemos aplicar a los datos las ecuaciones de calibración proporcionadas por los ensayos de calibración de dichos sensores.

#### 6.5. Registro de incidencias.

Durante el proceso de toma de datos se deberá confeccionar un registro de incidencias que deberá contemplar los siguientes puntos:

—Fecha de comienzo, recogida de datos y fin del proceso de medida.

—Registro de anomalías detectadas durante el procedimiento de medida. Estas anomalías pueden ser tanto técnicas (error en la lectura de datos, ubicación incorrecta de la torre meteorológica, etc.) como físicas (rotura de instrumento de medida, condiciones de viento desfavorables, etc.)

#### 7. Informes.

Durante el período de duración de la toma de datos deberán realizarse los siguientes informes:

\* Informe de instalación.

El informe de instalación deberá contener al menos la siguiente información:

—Localización torre de medida.

—Ubicación sensores en la torre.

Un posible formato de informe de instalación se muestra en el Apéndice.

\* Informes de mantenimiento.

Se programarán revisiones de mantenimiento mensuales. Además se realizarán revisiones no programadas siempre que se detecte alguna anomalía cuando se realicen las recogidas de datos.

Tras toda revisión se preparará un informe de mantenimiento. Un posible formato de informe de mantenimiento se muestra en el Apéndice.

\* Informes de recogida de datos.

Tras toda recogida de datos se preparará un informe, que contendrá la información de la recogida de datos y de la inspección del equipo registrador. Un posible formato de informe de recogida de datos se muestra en el Apéndice.

\* Informes mensuales de la toma de datos.

Se realizarán informes mensuales de la recogida de datos que contendrán información de las velocidades y direcciones de viento a las distintas alturas, temperatura ambiente y presión atmosférica de forma diaria.

Un posible formato de informe de mantenimiento se muestra en el Apéndice.

\* Informe final.

El informe final contendrá una síntesis de los distintos informes realizados con anterioridad, y además deberá contener los certificados de calibración de los sensores.



## 8 APENDICE

Localización torre de medida:

Descripción ubicación torre de medida	
Designación lugar	
Localización	
Elevación	
Fecha instalación	
Tipo de terreno	
Descripción alrededores	
Dirección viento dominante	
Declinación	

Ubicación equipos de medida:

Listado equipos instalados					
Descripción Equipo	Altura de Montaje [m]	Número de Serie	Offset del Sensor	Número Terminal del Registrador	Dirección Principal

Informe Mantenimiento:

**A. INFORMACIÓN GENERAL:**

<b>Designación</b>		
<b>Lugar</b>		
<b>Localización</b>		
<b>Fecha(s)</b>		
<b>Hora</b>	<b>Llegada:</b>	<b>Salida:</b>
<b>Tipo de visita</b>	<b>Programada</b> <input type="checkbox"/>	<b>No programada</b> <input type="checkbox"/>
<b>Trabajo programado</b>		

**B. ACTIVIDADES GENERALES A REALIZAR**• **Inspección Visual**

- Área libre de vandalismo: Si  No
- Torre recta: Si  No
- Sistema de sujeción correcto: Si  No
- Panel solar limpio y correctamente orientado: Si  No
- Presencia de nieve o hielo en sensores, panel solar antena: Si  No
- Puesta a tierra intacta: Si  No

Incidencias/Acciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

• **Actividades Generales**

- Cableado sensores y puesta a tierra correctamente sujetos: Si  No
- Sujeción sensores correcta: Si  No
- Orientación ángulo muerto veleta como el indicado: Si  No
- Orientación y nivel de los sensores correcto: Si  No
- Conexiones de sensores correctas y selladas con silicona: Si  No
- Señales de sensores correctas: Si  No
- Señales salida sensores correctas y funcionando correctamente: Si  No
- Número serie sensores igual al de información del emplazamiento: Si  No
- Reemplazamiento de sensores o equipo registrador: Si  No

En caso afirmativo:

## i. Sensores:

- (1) Sensor: \_\_\_\_\_ Número Serie: \_\_\_\_\_ Offset: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_
- (2) Sensor: \_\_\_\_\_ Número Serie: \_\_\_\_\_ Offset: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_
- (3) Equipo Registrador: \_\_\_\_\_ Número Serie: \_\_\_\_\_

Incidencias/Acciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Informe descarga y registro incidencias:

## A. INFORMACIÓN GENERAL:

<b>Designación</b>		
<b>Lugar</b>		
<b>Localización</b>		
<b>Fecha(s)</b>		
<b>Hora</b>	<b>Llegada:</b>	<b>Salida:</b>
<b>Tipo de visita</b>	<b>Programada</b> <input type="checkbox"/>	<b>No programada</b> <input type="checkbox"/>
<b>Trabajo programado</b>		

## B. REGISTRO INCIDENCIAS

• **Adquisición datos:**

Método de descarga

Manual  Remoto 

Anomalías durante la descarga

Si  No 

En caso afirmativo registrar las anomalías.

Incidencias/Acciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

• **Inspección equipo registrador (comprobar después de adquisición)**

Registrador operando correctamente

Si  No 

En caso de mal funcionamiento, comprobar información siguiente:

 Voltaje sistema de memoria: \_\_\_\_\_ Fecha visualizada: \_\_\_\_\_: Actual: \_\_\_\_\_ Correcta: Si  No  Hora visualizada: \_\_\_\_\_: Actual: \_\_\_\_\_ Correcta: Si  No 

Comprobación valores sensores. Son razonables:

Si  No 

En caso negativo registrar anomalías:

Incidencias/Acciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**C. FORMATO HOJA DESCARGA**

Nombre Fichero	Fecha comienzo descarga	Fecha finalización descarga	Hora comienzo descarga	Hora finalización descarga	Modo de transferencia	Transferencia válida (Si/No)	Datos guardados (Si/No)	Nombre archivo copia seguridad

Formato Informe Mensual:

Día	Velocidad viento a $h_1$ [m/s]	Velocidad viento a $h_2$ [m/s]	Velocidad viento a $h_z$ [m/s]	Wind Shear ( $h_1/h_2$ )	Densidad de Potencia de Viento $h_z$ [ $W/m^2$ ]	Intensidad Turbulencia $h_z$	Temperatura [ $^{\circ}C$ ]
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
Media							

Wind – Shear	Densidad de Potencia	Intensidad Turbulencia
$\alpha = \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{v_2}{v_1} \right]}{\text{Log}_{10} \left[ \frac{h_2}{h_1} \right]}$ <p>donde:  <math>v_2, v_1</math> velocidad viento a las alturas <math>h_2, h_1</math> respectivamente</p>	$WPD = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (\rho)(v_i^3)$ <p>donde:  <math>n</math>: número de datos en el intervalo de medida.  <math>\rho</math>: densidad del aire [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>]  <math>v_i</math>: velocidad media <math>i</math>-ésima de viento [<math>\text{m}/\text{s}</math>]</p>	$TI = \frac{\sigma}{V}$ <p>donde:  <math>\sigma</math>: desviación estándar  <math>V</math>: velocidad media viento [<math>\text{m}/\text{s}</math>]</p>

Realizar representación gráfica de la evolución temporal de los distintos parámetros