

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE ELECTRICIDAD

<b>INSTRUCCIÓN TÉCNICA</b>	<b>: RGR N° 03/2016.</b>
<b>MATERIA</b>	<b>: DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN EÓLICAS CONECTADAS A REDES DE DISTRIBUCIÓN.</b>
<b>REGLAMENTO</b>	<b>: D.S. N°71 REGLAMENTO DE LA LEY N° 20.571, QUE REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES.</b>
<b>FUENTE LEGAL</b>	<b>: LEY N° 20.571; REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES.</b>
<b>RESOLUCIÓN EXENTA</b>	<b>: N° 15535, de fecha 06.10.2016.</b>

### 1 OBJETIVOS

Acota los requerimientos que se deben observar para el diseño, ejecución, inspección y mantención de las instalaciones eléctricas de generación eólica que se comunican a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para ser conectadas a la red de distribución, con el fin de entregar un servicio eficiente y de salvaguardar la seguridad de las personas que las operan o hacen uso de ellas, así como la integridad física y operacional de la red de distribución eléctrica.

### 2 ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Las disposiciones de esta sección aplican al diseño, ejecución, inspección y mantenimiento de las instalaciones eléctricas del tipo eólicas conectadas a la red de distribución, cuya potencia máxima no sobrepase lo estipulado en la ley 20.571 y lo indicado en el correspondiente reglamento.

### 3 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las referencias normativas mencionadas en este documento son parte integrante del presente pliego técnico.

3.1	IEC 60204-1	2005	Seguridad de las máquinas – Equipo eléctrico de las máquinas
3.2	IEC 61000-6.1	2007	Compatibilidad electromagnética (CEM) - Inmunidad en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera
3.2	IEC 61000-6.2	2006	Compatibilidad electromagnética (CEM) - Inmunidad en entornos industriales
3.3	IEC 61400-2	2006	Requisitos de diseño para aerogeneradores pequeños
3.4	IEC 61400-11	2004	Técnicas de medida de ruido acústico
3.5	IEC 61400-12	2005	Medidas del rendimiento de la producción de potencia
3.6	IEC 61643-11	2011	Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión
3.7	Norma técnica	2014	Norma técnica de conexión y operación de equipamiento de generación en baja tensión, emitida por la Comisión Nacional de Energía y Reconstrucción, sus modificaciones o disposición que lo reemplace.
3.8	NCh Elec. 4	2003	Instalaciones de Consumo en Baja Tensión, declarada Norma Chilena Oficial de la República mediante Decreto Supremo N° 115, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sus modificaciones o disposición que lo reemplace.

## 4 TERMINOLOGÍA

- 4.1 Anti-isla: Uso de relés o controles para protección contra funcionamiento de isla.
- 4.2 Conductor: Para los efectos de esta instrucción técnica se entenderá por hilo metálico, de cobre de sección transversal frecuentemente cilíndrico o rectangular, destinado a conducir corriente eléctrica. De acuerdo a su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular sólida única, barra si se trata de una sección rectangular o conductor cableado si la sección resultante está formada por varios alambres iguales de sección menor.
- 4.3 Circuito de salida de la turbina eólica. Conductores del circuito entre los componentes internos de una turbina eólica pequeña (la cual puede incluir un alternador, rectificador integrado, controlador y/o inversor) y otros equipos.
- 4.4 Circuito de salida del inversor: Los conductores entre un inversor y un tablero de alumbrado y control de corriente alterna para sistemas autónomos, o los conductores entre un inversor y equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, tales como el concesionario del servicio público para una red de distribución eléctrica.
- 4.5 Potencia máxima de salida: Promedio máximo, de un minuto, de potencia de salida producida por la operación de una turbina eólica en estado estable normal (la potencia de salida instantánea puede ser más alta).
- 4.6 Potencia nominal: Potencia de salida de la turbina eólica a una velocidad de viento de 11 metros/segundo. Si una turbina produce más potencia a menor velocidad del viento, la potencia nominal es la potencia de salida de la turbina eólica a una velocidad del viento menor que 11 metros/segundo que produce la mayor potencia de salida.
- 4.7 Protección de Red e Instalación (Protección RI): Protección que actúa sobre el Interruptor de Acoplamiento, cuando al menos un valor de operación de la red de distribución, se encuentra fuera del rango de ajuste de esta protección.
- 4.8 Sistema de turbina eólica: Un sistema pequeño de generación eléctrica con viento.
- 4.9 Torre: Un poste u otra estructura que soporta una turbina eólica.
- 4.10 Tensión máxima: La máxima tensión que la turbina eólica produce en operación, incluyendo condiciones de circuito abierto.
- 4.11 Área de barrido: Área proyectada perpendicular a la dirección del viento que describirá un rotor durante una rotación completa.

## 5 EXIGENCIAS GENERALES

- 5.1 Toda instalación eléctrica de un sistema de generación eólica conectada a la red de distribución, deberá ser proyectada y ejecutada en estricto cumplimiento con las disposiciones de esta Instrucción Técnica y en las normativas vigentes.
- 5.2 Todo equipo de generación basado en instalaciones eólicas deberá ejecutarse de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, el cual deberá asegurar que la instalación no presenta riesgos para operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir modificaciones o ampliaciones con facilidad
- 5.3 El funcionamiento de un sistema de generación eólica, no deberá provocar averías en la red, disminuciones de las condiciones de seguridad, calidad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa vigente.
- 5.4 Las instalaciones eléctricas de un sistema de generación eólica conectado a la red de distribución, que se acojan a la Ley N° 20.571, deberán dimensionarse para que su potencia máxima no supere la potencia del empalme eléctrico y/o que la suma de sus potencias nominales no exceda la potencia estipulada en la ley.

- 5.5 Toda instalación eléctrica de un equipo de generación eólica conectada a la red debe ser proyectada y ejecutada bajo la supervisión directa de un Instalador Electricista autorizado, clase A o B.
- 5.6 La instalación de los equipos eólicos debe ser instalada considerando un mantenimiento seguro y no debe afectar de forma adversa las disposiciones del fabricante del equipo de generación permitiendo un mantenimiento y servicio seguro.
- 5.7 En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones eléctricas de un sistema de generación no deberán mantener tensión en la línea de distribución, ni dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 5.8 Toda instalación eólica conectada a la red deberá realizarse utilizando inversores o convertidores estáticos para su conexión. (Ver figura 1)

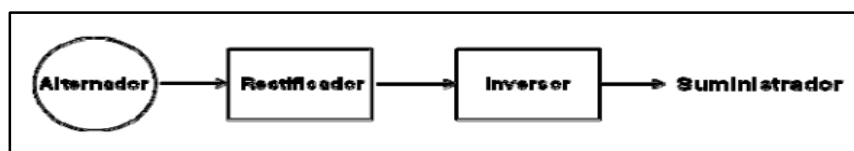


Figura 1: Identificación de componentes de un sistema eólico pequeño

- 5.9 Solo se permitirá que el sistema de generación eólica funcione en paralelo con un grupo electrógeno o que se conecten a una misma barra cuando se cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:
- 5.9.1 Cuando el grupo electrógeno cuente con una protección de potencia inversa.
- 5.9.2 Se demuestre técnicamente que la operación en paralelo de estas unidades de generación es compatible ante cualquier circunstancia y cuando el fabricante del grupo electrógeno lo especifique.
- 5.9.3 El sistema eólico cuente con un sistema de bloqueo que impida que ambas unidades funcionen en paralelo.
- 5.10 Los equipos, elementos y accesorios eléctricos utilizados en la unidad de generación eólica deben ser diseñados para soportar la tensión máxima generada por ella.
- 5.11 Durante todo el período de explotación u operación de las instalaciones eléctricas, sus propietarios u operadores deberán conservar los diferentes estudios y documentos técnicos utilizados en el diseño y construcción de las mismas y sus modificaciones, como asimismo los registros de las auditorías, certificaciones e inspecciones de que hubiera sido objeto, todo lo cual deberá estar a disposición de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en adelante Superintendencia.
- 5.12 En materias de diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación, inspección y término de operación, la Superintendencia podrá permitir el uso de tecnologías diferentes a las establecidas en la presente instrucción técnica, siempre que se mantenga el nivel de seguridad que el texto normativo contempla. Estas tecnologías deberán estar técnicamente respaldadas en normas, códigos o especificaciones nacionales o extranjeras, así como en prácticas recomendadas de ingeniería internacionalmente reconocidas. Para ello el interesado deberá presentar el proyecto y un ejemplar completo de la versión vigente de la norma, código o especificación extranjera utilizada debidamente traducida, cuando corresponda, así como cualquier otro antecedente que solicite la Superintendencia.
- 5.13 Las disposiciones de esta Instrucción Técnica están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados; no debe entenderse este texto como un manual.
- 5.14 De acuerdo a lo establecido en la Ley N° 18.410, cualquier duda en cuanto a la interpretación de las disposiciones de esta Instrucción Técnica será resuelta por la Superintendencia.

## 6 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.

- 6.1 La instalación de los equipos debe facilitar el mantenimiento seguro y no debe afectar de forma adversa las disposiciones del fabricante del equipo eólico para permitir un mantenimiento y servicio seguro.
- 6.2 Para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión del generador de la red.
- 6.3 Los conductores o cables del aerogenerador deberán ser seleccionados e instalados de forma que se reduzca al máximo el riesgo de falla a tierra o de cortocircuito.
- 6.4 El aerogenerador deberá contar con las respectivas señaléticas de seguridad que indiquen los riesgos de la instalación.

## 7 ESTRUCTURA DE SOPORTE.

- 7.1 La estructura de soporte del aerogenerador deberá satisfacer las normativas vigentes en Chile, en cuanto a edificación y diseño estructural para los efectos del viento, nieve, y sismos.
- 7.2 Para turbinas con área de barrido inferior o igual a  $2 \text{ m}^2$ , deberá seleccionarse una estructura de soporte apta para el funcionamiento seguro de la turbina. Esto debe incluir los siguientes aspectos, pero no limitarse a ellos, las cuales deberán estar incluida en la memoria del proyecto:
  - 7.2.1 Detalles de la conexión mecánica entre turbina y torre.
  - 7.2.2 Detalles de la conexión eléctrica entre turbina y torre.
  - 7.2.3 Espacio libre mínimo entre la pala y la torre.
  - 7.2.4 Deflexión máxima permitida en la punta de la torre.
  - 7.2.5 Cargas máximas en la punta de la torre.
- 7.3 Para turbinas con área de barrido superior a  $2 \text{ m}^2$ , el instalador en la memoria del proyecto deberá especificar los requisitos de la cimentación incluyendo la distribución, la ubicación de los tirantes de anclaje con recomendaciones para la ubicación de la tensión máxima y mínima, y requisitos para la instalación de los tirantes de anclaje según corresponda. También debe suministrar dibujos detallados de un sistema de cimentación de muestra y de las condiciones adecuadas del suelo, según corresponda, así como las cargas de diseño para la cimentación.
- 7.4 Se deberá estudiar la frecuencia de resonancia de la estructura de soporte del aerogenerador para evitar el funcionamiento continuo con frecuencias de resonancia del sistema de turbinas que ocasionan vibraciones excesivas. Se debe tener especial consideración de este punto si la estructura de soporte es una edificación habitada.
- 7.5 La estructura de soporte del aerogenerador (incluyendo los tirantes de anclaje) debe estar conectada a tierra de manera correcta para reducir el daño debido a las descargas atmosféricas.
- 7.6 Se deben tener en cuenta las cargas de diseño que se producen por el mantenimiento normal de la turbina, incluyendo la escalada, la elevación y el descenso de la torre. Estas cargas deben ser consistentes con los procedimientos de acceso a la turbina que se especifican en los manuales correspondientes.
- 7.7 En los aerogeneradores y torres en los que no se puedan descender con seguridad hasta el suelo para su mantenimiento, deberán poseer un sistema que detenga las caídas al ascender, descender y trabajar en la punta de la torre.

## 8 AEROGENERADOR

- 8.1 Todos los aerogeneradores deberán satisfacer las especificaciones técnicas de diseño descritas en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivas. En ausencia de estos, se deberá cumplir las normas IEC 61400-2, IEC 61400-11, IEC 61400-12, IEC 61000-6.1 y IEC 61000-6.2 o equivalentes.
- 8.2 El aerogenerador deberá llevar de forma claramente visible e indeleble, la información técnica especificadas en el anexo 1.
- 8.3 No se podrán instalar aerogeneradores que presenten defectos, producto de la fabricación o del traslado de éstos, como roturas o fisuras.
- 8.4 Todo componente eléctrico debe poder soportar las condiciones ambientales de diseño estipuladas en la norma IEC 61400-2, o equivalente, así como los esfuerzos mecánicos, químicos y térmicos a los cuales se puede ver sometido el componente durante el funcionamiento.

## 9 ARREGLOS Y CONEXIÓN ELÉCTRICA.

- 9.1 El sistema eléctrico del aerogenerador y todos los componentes eléctricos usados en él como controladores, generadores o similares, deben cumplir las exigencias descritas en los protocolos de análisis y/o ensayos de seguridad de productos eléctricos respectivos. En ausencia de estos, se deberá aplicar la norma IEC 60204-1 o equivalente.
- 9.2 Todo componente eléctrico seleccionado con base en sus características de potencia debe ser adecuado para el trabajo que se requiere en el equipo, teniendo en cuenta las hipótesis de carga de cálculo que se pueden producir, incluyendo las condiciones de falla. Sin embargo, si un componente eléctrico, por su diseño, no tiene las propiedades correspondientes a su uso final, se puede usar en la condición en la que proporcione protección adicional adecuada como parte del sistema eléctrico completo del aerogenerador.

## 10 DIMENSIONADO DE CIRCUITOS Y CORRIENTE

- 10.1 La corriente máxima para un circuito se debe calcular de acuerdo con lo siguiente:
  - 10.1.1 Corrientes de salida del circuito de la turbina. La corriente máxima deberá basarse en la corriente del circuito de la turbina eólica operando a la potencia máxima de salida.
  - 10.1.2 Corriente de salida del circuito inversor. La corriente de salida máxima será la corriente nominal de salida del inversor.
  - 10.1.3 Tamaño de conductores y dispositivos de sobrecorriente. Los conductores del circuito y dispositivos de sobrecorriente se deben dimensionar para conducir no menos que el 125% de la corriente máxima como se calcula en el punto 10.1.1. El valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente se permitirá de acuerdo con el punto 10.1.2, la cual no podrá ser inferior a la capacidad de corriente del conductor seleccionado.

## 11 CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN.

- 11.1 Todos los conductores deberán ser canalizados en conformidad a los métodos establecidos en la norma NCh Elec. 4/2003 o las disposiciones que la reemplacen, y deberán soportar las influencias externas previstas, tales como viento, formación de hielo, temperaturas y radiación solar.
- 11.2 Los conductores de un aerogenerador deben tener los valores nominales para la aplicación particular con respecto a la temperatura, la tensión, la corriente, las condiciones ambientales y la exposición a degradantes (aceite, exposición ultravioleta, etc.), los conductores deberán ser instalados respetando lo indicado en la norma NCh Elec. 4/2003.

- 11.3 Se deberá tomar en consideración los esfuerzos o tensiones mecánicas, incluyendo aquellos causados por la torsión, a los cuales pueden estar sujetos los conductores durante la instalación y el funcionamiento. Los conductores se deben instalar de acuerdo con la norma IEC 60204-1, o equivalente y lo indicado en la norma NCh Elec. 4/2003 o las disposiciones que la reemplacen.
- 11.4 Los cables de un aerogenerador que estén expuestos a esfuerzos mecánicos deben ser del tipo cables flexibles de uso móvil para trabajo extra pesado y los demás conductores que no estén sometidos a esfuerzos mecánicos deberán ser del tipo RV-K, RZ1 o RZ1-K, con excepción a lo indicado en el punto 11.5.
- 11.5 Cuando existe una probabilidad de que los roedores u otros animales dañen los cables, deben utilizarse cables o conductores blindados. Los cables subterráneos deben cumplir con las disposiciones de canalizaciones subterráneas de acuerdo a lo indicado en la norma NCh Elec. 4/2003. Los cables subterráneos deben estar marcados con cubiertas de cables o con cinta de marcar adecuada.
- 11.6 Los límites de la protección deben estar diseñados de manera tal que todo exceso de tensión transferido al componente eléctrico no exceda los límites establecidos por los niveles de aislamiento de los equipos.
- 11.7 Los conductores utilizados de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión entre el punto de conexión a la red y la protección RI sea inferior del 3 %.

## 12 PROTECCIONES

- 12.1 El sistema eléctrico de un aerogenerador debe incluir dispositivos apropiados que aseguren la protección contra el mal funcionamiento, ya sea del aerogenerador o del sistema eléctrico externo que pueda conducir a un estado o condición de inseguridad. Esto se debe hacer de conformidad con las especificaciones de los apartados 7.1 al 7.5 y 7.8 de norma IEC 60204-1, o equivalente. Tales como dispositivos fusibles para protección de sobrecorriente, los termistores para temperatura, etc.
- 12.2 Los aerogeneradores deben estar protegidos contra las sobretensiones atmosféricas o de maniobra por pararrayos. En los casos de espacio limitado en un aerogenerador, tales equipos pueden instalarse en armarios separados en el exterior del aerogenerador.
- 12.3 Debe ser posible la desconexión del sistema eléctrico de un aerogenerador de todas las fuentes eléctricas de energía, según se requiera para el mantenimiento o el ensayo. Los dispositivos de semiconductores no deben utilizarse por sí solos como dispositivos de desconexión.
- 12.4 El sistema de protección debe tener la capacidad de operar satisfactoriamente cuando la turbina está en control manual o automático.
- 12.5 Se deben tomar medidas para evitar el ajuste accidental o no autorizado del sistema de protección.
- 12.6 Para turbinas con un área de barrido superior o igual a 40 m<sup>2</sup>, debe poseer un botón/interruptor de parada manual y procedimientos de parada. Este botón/interruptor debe anular al sistema de control automático y hacer que la máquina quede detenida para todas las condiciones de funcionamiento normal.
- 12.7 El botón o interruptor de parada manual debe ser accesible a nivel del suelo para el personal autorizado, y junto al botón de parada debe estar en forma visible el procedimiento de parada.
- 12.8 Para las turbinas con un área de barrido inferior a 40 m<sup>2</sup>, no se requiere el botón/interruptor de parada manual, pero se deben especificar procedimientos de parada.
- 12.9 Todo aerogenerador deberá contar con protecciones contra la sobre velocidad a la velocidad de viento de diseño o por encima.
- 12.10 Todo aerogenerador deberá contar con protecciones contra vibraciones excesivas.



- 12.11 En general, se deben proteger los circuitos de salida de la turbina, los circuitos de salida del inversor, los conductores del circuito de baterías y los demás equipos que conforman un aerogenerador.
- 12.12 Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.
- 12.13 Las instalaciones eólicas conectadas a la red, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial e interruptor magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.
- 12.14 La protección diferencial indicada en el punto 12.13, para unidades de generación de potencia instalada inferiores 10kW, deberán ser tipo A o B y de una corriente diferencial no superior a 30mA. En unidades de generación de potencia instalada igual o superior a 10KW deberá utilizar una protección diferencial con intensidad diferencial no superior a 300 mA.
- 12.15 El interruptor general magnetotérmico y el diferencial indicado en el punto 12.13 deberán estar instalados y claramente identificados en el tablero de distribución o general de la instalación de consumo.
- 12.16 El interruptor general magnetotérmico indicado en el punto 12.13 debe ser un interruptor termomagnético que permita la desconexión del generador eólico de la red. La calibración del dispositivo de sobrecorriente se determinará en función de la potencia máxima que resulte de la salida del inversor o del corrientes de salida del circuito de la turbina deberá cubrir con las siguientes especificaciones:
- a) Ser manualmente operable.
  - b) Contar con un indicador visible de la posición "On-Off".
  - c) Contar con la facilidad de ser enclavado mecánicamente en posición abierto por medio de un candado o de un sello de alambre.
  - d) Tener la capacidad interruptiva requerida de acuerdo con la capacidad de cortocircuito de la línea de distribución.
  - e) Debe ser operable sin exponer al operador con partes vivas.
- 12.17 Toda unidad de generación eólica deberá contar con una protección anti-isla en conformidad a lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión o las disposiciones que la reemplacen.
- 12.18 Las instalaciones de aerogeneradores conectadas a la red deberán contar con una protección de red (RI), en conformidad a lo establecido en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión o las disposiciones que la reemplacen.
- 12.19 Los ajustes de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia de la protección de red (RI), serán establecidos en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión o las disposiciones que la reemplacen
- 12.20 Todos los circuitos del sistema de protección de la turbina que posiblemente se vean afectados por descargas atmosféricas y otras condiciones de sobretensión transitoria deben estar protegidos según la norma IEC 61643-11 o equivalente.
- 12.21 Todos los dispositivos de protección contra peaks de tensión usados en el aerogenerador deben cumplir lo indicado en la norma IEC 61643-11 o equivalente.

### **13 MEDIOS DE DESCONEXIÓN.**

- 13.1 Se proporcionarán medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente de fuentes de energía eléctrica eólica, de todos los otros conductores de un edificio u otra estructura. No será necesaria la instalación de un desconectador, interruptor automático u otro dispositivo, ya sea de corriente alterna o de corriente continua, en un conductor puesto a tierra.
- 13.2 El dispositivo de protección de falla a tierra deberá ser capaz de detectar una falla, interrumpir el flujo de corriente de falla, y dar una indicación que ocurrió la falla.

- 13.3 Los conductores activos de la fuente en que ocurrió la falla serán desconectados en forma automática. Si se desconecta el conductor de tierra del circuito en que ocurrió la falla, todos los demás conductores del circuito con falla abrirán en forma automática y simultánea. Se permitirá la desconexión del conductor de tierra del circuito o la desconexión de las secciones de la instalación que presenten la falla con la finalidad de interrumpir la vía de corriente de falla a tierra.
- 13.4 Los medios de desconexión de sistemas eléctricos eólicos pequeños serán instalados en un lugar de fácil acceso ya sea en la torre del aerogenerador, o en la fachada de un edificio o casa.
- 13.5 Los medios de desconexión para los conductores activos consistirán de interruptores operados manualmente o interruptores automáticos fácilmente accesibles.
- 13.6 Se deben proporcionar medios de desconexión para equipos, tales como inversores, controladores, de todos los conductores de fase de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deberán agruparse e identificarse.
- 13.7 Todos los equipamientos, protecciones, interruptores y terminales deben estar rotulados.
- 13.8 Todas las cajas de conexión de CC y CA asociadas a la instalación eólica, deberán contar con un etiquetado de peligro indicando que las partes activas dentro de la caja están alimentadas por el aerogenerador y que pueden todavía estar energizadas tras su aislamiento o apagado del inversor y la red pública

#### **14 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS.**

- 14.1 Cada aerogenerador debe incluir un sistema local de electrodos de puesta a tierra para cumplir con los requisitos definidos en la norma NCh Elec. 4/2003 o las disposiciones que la reemplacen.
- 14.2 La instalación, disposición y selección del equipo de puesta a tierra debe concordar con la aplicación del aerogenerador para la protección contra descargas atmosféricas.
- 14.3 El rango de condiciones del suelo para que el sistema de puesta a tierra sea el adecuado debe indicarse en la documentación de instalación, junto con las recomendaciones necesarias si se encuentran otras condiciones del suelo.
- 14.4 Las partes metálicas expuestas no conductoras de corriente de torres, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de la propiedad. Las partes metálicas ensambladas, tales como las palas de la turbina y colas que no tienen una fuente de energización eléctrica, no se requerirá que sean conectados a los conductores de puesta a tierra de la propiedad, sin embargo deberá tener una continuidad con la puesta a tierra del equipo.
- 14.5 Será puesto a tierra en forma sólida un conductor en sistemas monofásicos sobre 50 V y el conductor de neutro de un sistema trifásico del circuito de salida del sistema eólico.
- 14.6 En los sistemas de dos conductores, uno de ellos será conectado al terminal del conductor de tierra del sistema de cableado de la propiedad.
- 14.7 En los sistemas de tres conductores, el conductor de neutro será conectado al terminal del conductor de tierra del sistema de cableado de la propiedad.

#### **15 MARCACIÓN**

- 15.1 Se deberán marcar en forma visible e indeleble todos los puntos de interconexión del sistema con otras fuentes, en un lugar accesible, en los medios de desconexión y con el valor nominal de corriente alterna de salida y la tensión de operación nominal de corriente alterna.
- 15.2 Se instalará una placa de apagado de emergencia de manera indeleble en la ubicación del aerogenerador, o adyacente a éste, proporcionando instrucciones básicas para la desactivación del equipo.
- 15.3 Se deberá contar con una señal de advertencia montado sobre los medios de desconexión, la cual deberá ser claramente legible y tendrá las siguientes palabras:



**ADVERTENCIA  
PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA - NO TOCAR - TERMINALES ENERGIZADOS  
EN POSICIÓN DE ABIERTO –SISTEMA EÓLICO**

- 15.4 Los aerogeneradores deberán ser identificados con carteles de advertencia ubicados en lugares visualmente destacados. Los carteles de advertencia deberán ser legibles desde el área segura y del área de acceso público.
- 15.5 El tamaño de la señal de advertencia indicado en 15.3 y el cartel de advertencia indicado en 15.4 serán como mínimo 100 mm por 200 mm. La inscripción será indeleble, inscrita por ambos lados de la señal y cartel de advertencia y tendrán una altura de cómo mínimo 25 mm.

El cartel de advertencia deberá tener el siguiente texto:

**PRECAUCIÓN AEROGENERADOR ENERGIZADO.**

- 15.6 Toda instalación que cuente con una unidad de generación eólica, deberá estar claramente identificada mediante una placa ubicada a un costado del equipo de medida, donde se indique claramente que dicha propiedad cuenta con una unidad de generación eólica.

## **16 CONEXIÓN CON OTROS CIRCUITOS**

- 16.1 Se necesitará un interruptor de transferencia en sistemas de red no interactiva que se utilizan respaldo. El interruptor de transferencia mantendrá separación entre la red de generación y distribución eléctrica y el sistema de celda eólico.
- 16.2 La salida del sistema eólico que opere en paralelo con otro sistema de potencia será compatible con la tensión, forma de onda y frecuencia del sistema con el cual está conectado.
- 16.3 El sistema eólico estará dotado de un medio que detecte la condición cuando la red de distribución eléctrica pierda su energía y no permita alimentar esta red en el punto de conexión durante esta condición. El sistema eólico permanecerá desconectado hasta que se restablezca la tensión de la red de distribución eléctrica.

## **17 INTERFAZ CON RED**

- 17.1 El aerogenerador deberá conectarse en paralelo con la red y contribuir a abastecer el suministro de energía a la red. Si existe una carga local en el inmueble, ésta debe ser alimentada por cualquiera de las dos fuentes, por ambas simultáneamente u otro medio interno.
- 17.2 Cualquier sistema eléctrico que pueda por sí mismo autoexcitar el aerogenerador debe desconectarse automáticamente de la red y quedar desconectado de forma segura en el caso de pérdida de energía de la red.
- 17.3 Si un banco de condensadores se conecta en paralelo con un aerogenerador conectado a la red, se requiere de un interruptor apto para desconectar el banco de condensadores siempre que exista una pérdida de energía de la red, para evitar la autoexcitación del generador eléctrico del aerogenerador. De forma alternativa, si los condensadores son aptos, es suficiente mostrar que éstos no pueden causar autoexcitación. Se debe disponer de medios para descargar los condensadores en el evento de que el banco de condensadores no se pueda desconectar.
- 17.4 Los componentes tales como inversores, controladores eléctricos de potencia, y compensadores estáticos VAR, se deben diseñar de manera tal que los armónicos de la corriente de línea y la distorsión de la forma de onda de la tensión no interfieran con el relé de protección de la red eléctrica. Específicamente, para aerogeneradores conectados a la red, los armónicos de la corriente generados por el aerogenerador deben ser tales que la distorsión global de la forma de onda de tensión en el punto de conexión a la red no exceda el límite superior aceptable para la red eléctrica.

## 18 MEDIDORES

- 18.1 Los generadores eólicos conectados a la red deberán contar con un único equipo de medida con registro bidireccional que permita diferenciar claramente las inyecciones y consumos de energía en forma independiente.
- 18.2 El medidor bidireccional deberá contar con su respectivo certificado de comercialización y el certificado de verificación primaria (exactitud de medida) en ambos sentidos, emitido por un organismo OLCA, con el propósito de garantizar el correcto registro del consumo e inyección para la correspondiente facturación por parte de la empresa distribuidora.
- 18.3 En los casos que el medidor existen utilizados para registrar los consumos, tenga la capacidad de registro bidireccional que permita diferenciar claramente las inyecciones y consumos de energía en forma independiente, este podrá ser reprogramado.

## 19 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

- 19.1 Los sistemas de generación eólica conectados a la red de distribución, deberán cumplir con las exigencias de calidad de suministro y parámetros de seguridad establecida en la norma técnica correspondiente, dictada por la comisión nacional de energía.

## 20 PRUEBAS, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

- 20.1 La puesta en marcha inicial sólo puede ser realizada por instalador eléctrico autorizado por la Superintendencia y personal de la empresa distribuidora de energía eléctrica.
- 20.2 Será responsabilidad del instalador realizar todas las pruebas necesarias para garantizar la seguridad de la instalación del generador eólico.
- 20.3 El fabricante debe proporcionar documentación para la inspección y el mantenimiento del aerogenerador. Esta documentación debe proveer una descripción clara de la inspección, el procedimiento de parada, y los requisitos de mantenimiento de rutina para el equipo del aerogenerador.
- 20.4 Los movimientos del rotor y de orientación se deben llevar a un estado de parado antes de realizar el mantenimiento. El fabricante debe proporcionar procedimientos para llevar la turbina al estado detenido.
- 20.5 El descenso de un aerogenerador pequeño en una torre que permite inclinación es un procedimiento aceptable para llevar la turbina al estado detenido.
- 20.6 El mantenimiento para aerogeneradores pequeños en torres que permiten inclinación se puede realizar en el suelo. Si el mantenimiento se realiza en la punta de la torre, entonces debe haber medios para evitar el movimiento de orientación en el rotor antes del realizar el mantenimiento.
- 20.7 Todo aerogenerador previo a su puesta en servicio deberá contar con un informe de verificación inicial, que describa las inspecciones, verificaciones y ensayos de seguridad siguientes:
  - 20.7.1 Verificación del control de potencia y velocidad.
  - 20.7.2 Verificación del control del sistema de orientación (Alineación con respecto al viento).
  - 20.7.3 Verificación de la pérdida de carga.
  - 20.7.4 Verificación Protecciones contra la sobre velocidad a la velocidad de viento de diseño o por encima.
  - 20.7.5 Verificación Arranque y parada por encima de la velocidad de viento de diseño.

- 20.7.6 Verificación de protecciones contra vibraciones excesivas.
- 20.7.7 Verificación de canalizaciones conductores y torsión de cables.
- 20.7.8 Los tableros cumplen con el grado IP para el lugar donde se encuentran instalados.
- 20.7.9 Los cables utilizados en el equipo del aerogenerador son del tipo cables flexibles de uso móvil para trabajo extra pesado.
- 20.7.10 Verificar que la capacidad del conductor, sea superior a la capacidad de la protección de sobrecorriente.
- 20.7.11 Verificar que la capacidad de generación no sea mayor que la capacidad de su empalme, y alimentador.
- 20.7.12 Verificación de polaridad.
- 20.7.13 Verificación de resistencia de aislamiento.
- 20.7.14 Continuidad del sistema de puesta a tierra y/o red equipotencial.
- 20.7.15 Medición de puesta a tierra y verificar que los valores de tierra de servicio y protección cumplen con la norma NCh 4/2003.
- 20.7.16 Medición de parámetros eléctricos del aerogenerador, corriente, tensión y frecuencia.
- 20.7.17 Verificar que la unidad de generación cuenta en el tablero general o distribución con un automático y diferencial no superior a 300mA destinados a la UG. (de 30 mA para el caso de instalaciones menores o iguales a 10kW)
- 20.7.18 Pruebas aerogenerador. Comprobar la correcta operación del aerogenerador según manual de instalación del producto. Las pruebas mínimas son:
  - a) Arranque y paro automático.
  - b) Prueba Básica Anti-Isla, desconectar automático del empalme y verificar que la unidad de generación se desconecte en forma automática.
  - c) Verificación de funcionamiento de parada de emergencia
- 20.7.19 Verificación de protección RI, parámetros de frecuencia, voltaje y ajuste de protecciones en conformidad a la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión
- 20.7.20 Verificar existencias de procedimientos de apagado de emergencia en el emplazamiento.

## 21 SEGURIDAD EN LAS LABORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- 21.1 Las intervenciones en instalaciones deberán ser ejecutadas y mantenidas de manera que se evite todo peligro para las personas y no ocasionen daños a terceros.
- 21.2 Las intervenciones en instalaciones se deberán efectuar con medios técnicos que garanticen seguridad tanto para el personal que interviene como para las instalaciones intervenidas.
- 21.3 Los trabajos en instalaciones eléctricas, aun cuando no estén con presencia de tensión, deberán ser ejecutados por personal preparado y premunido de equipos y elementos de protección personal apropiados.
- 21.4 A cada persona que intervenga en instalaciones eléctricas deberá instruírsele en forma clara y precisa sobre la labor que le corresponda ejecutar y sus riesgos asociados. Además, deberá mantenerse una adecuada supervisión a las labores que se ejecutan en las instalaciones.
- 21.5 Las herramientas que se utilicen para trabajos con energía, con método de contacto, deberán ser completamente aisladas y acordes al nivel de tensión en el cual se esté interviniendo. Si se detecta cualquier defecto o contaminación que pueda afectar negativamente las cualidades de aislamiento o la integridad mecánica de la herramienta, ésta deberá ser retirada del servicio.

## ANEXO 1 INFORMACIÓN TÉCNICA DEL AEROGENERADOR (Norma IEC 61400-2)

### Especificación Técnica de Placa

La siguiente información técnica debe ser suministrada por el fabricante:

- a) El Fabricante
- b) El Modelo
- c) La descripción general de los principales componentes
- d) La potencia de referencia (W o KW) debiéndose indicar solo después de la realización de los ensayos
- e) La energía anual de referencia
- f) El diámetro del rotor (M) si es Aplicable
- g) El área barrida (m<sup>2</sup>)
- h) El número de palas
- i) El rotor a sotavento o a barlovento (si es aplicable)
- j) Aerogenerador vertical (VAWT) u horizontal(HAWT) u otro
- k) El peso de la parte superior de la torre (kg)
- l) Descripción del sistema de protección y de parada
- m) Descripción del sistema de orientación
- n) La dirección de rotación
- o) La velocidad del rotor y/o el mango de velocidad periférica (r.p.m, y/o m/s) debiéndose indicar solo después de la realización de los ensayos
- p) La velocidad de arranque
- q) La velocidad de corte (m/s)
- r) La Velocidad del viento extrema (ráfaga de 3 s con un periodo de recurrencia de 50 años, m/s
- s) La clase de AP ( según diseño y si está disponible según ensayo)
- t) La forma de potencia
- u) La potencia de salida máxima.
- v) La tensión de salida máxima.
- w) La corriente (s) de salida máxima.
- x) El nivel de potencia acústica declarada con una velocidad del viento de 8 m/s (dB(A)) debiéndose indicar solo después de la realización de los ensayos
- y) El rango de temperaturas de funcionamiento (°C)
- z) Las estructuras de soporte disponibles
- aa) La vida media de diseño (años)