



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2015 / 2016

AEROGENERADOR DE EJE VERTICAL

DOCUMENTO 8: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

DATOS DE LA ALUMNO

NOMBRE: ENEKO

APELLIDOS: GALÍNDEZ FERNÁNDEZ

FDO.:

FECHA:

DATOS DEL DIRECTOR

NOMBRE: ERIK

APELLIDOS: MACHO MIER

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

Índice

8.1. Estudio de seguridad y salud	2
8.1.1. Acciones preventivas	3
8.1.1.1. Señales lumínicas	4
8.1.1.2. Señales en forma de panel	7
8.1.1.2.1. Tipos de señales	8
8.1.1.2.1.1. Señales advertencia	8
8.1.1.2.1.2. Señales de prohibición	9
8.1.1.2.1.3. Señales de obligación	9
8.1.1.2.1.4. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios	10
8.1.1.2.1.5. Señales de salvamento o socorro	10
8.1.1.2.2. Resumen	11
8.1.1.3. Señales luminosas y acústicas	12
8.1.1.3.1. Características y requisitos de las señales	12
8.1.1.3.2. Características y requisitos de uso de las señales acústicas	13
8.1.1.3.3. Disposiciones comunes	13
8.1.2. Señales en aerogenerador	14
8.2. Estudio de impacto ambiental	16
8.2.1. Visual	16
8.2.2. Acústico	16
8.2.3. Conclusión	17



8.1. Estudio de seguridad y salud

En esta apartado enumeraremos una serie de acciones preventivas a realizar cuando estemos cerca del aerogenerador, así como, acciones a tener en cuenta para mantener una seguridad frente a futuros peligros personales.



8.1.1. Acciones preventivas

En este apartado expondremos los pasos a seguir para evitar acciones que puedan recaer en peligros innecesarios para el personal que transite cerca del aerogenerador.

Debido a que el aerogenerador contiene partes móviles a las cuales se puede acceder sin la necesidad de desmontar ninguna parte fija del mismo, se deberá tener precaución a la hora de acercarse a los álabes del estator.

Se delimitará una zona de seguridad debido al RD 485/1997, que establece que toda acción que conlleve un movimiento de un objeto se ha de cercar dicha zona mediante señales lumínicas, señales en forma de panel y señales luminosas y acústicas.



8.1.1.1. Señales lumínicas

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos.
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puesto de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

Tabla 1. Colores de seguridad y sus significados y sus indicaciones.

Cuando el color de fondo sobre el que se tenga que aplicar el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

Tabla 2. Tabla de colores de contraste.

El color es, junto con el ojo humano, el otro elemento fundamental de la señalización óptica. La señalización queda determinada cuantitativamente mediante, estos aspectos:

- El **tono** o variación cualitativa del color, caracterizado por la longitud de onda dominante
- La **saturación** o pureza, que es la cantidad de blanco y/o negro añadido al tono.
- La **luminosidad** o capacidad de reflejar la luz blanca que incide sobre el color, que se está determinada por el valor del flujo luminoso.

Según la CIE (Comisión Internacional de la Iluminación), cada color se puede identificar por las cantidades relativas de los tres colores primarios necesarios para obtenerlos (Magenta, Cian, Amarillo). Estas tres cantidades son los llamados **valores triestímulos** que se pueden representar en un gráfico característico.

Como los colores no se representan en la realidad de forma única, sino en combinación con otros, se tiene que valorar su apreciación en función también del color de que se trate.

Según la experimentación realizada por el American National Standard Institute (ANSI), considerando la apreciación de cada color en función de un color de fondo, se puede establecer una clasificación de mayor a menor apreciación.

Nº	Color de Base		Fondo	Nº	Color de Base		Fondo
1	Negro	<i>Sobre</i>	Amarillo	8	Blanco	<i>Sobre</i>	Rojo
2	Verde	<i>Sobre</i>	Blanco	9	Blanco	<i>Sobre</i>	Verde
3	Rojo	<i>Sobre</i>	Blanco	10	Blanco	<i>Sobre</i>	Negro
4	Azul	<i>Sobre</i>	Blanco	11	Rojo	<i>Sobre</i>	Amarillo
5	Blanco	<i>Sobre</i>	Azul	12	Verde	<i>Sobre</i>	Rojo
6	Negro	<i>Sobre</i>	Blanco	13	Rojo	<i>Sobre</i>	Verde
7	Amarillo	<i>Sobre</i>	Negro				

Tabla 3. Orden de apreciación de cada color en función de color de fondo (Tabla ANSI).

Los colores de seguridad son aquellos que por sus especiales características se destinan a usos especiales y restringidos, cuya finalidad es la de señalar la presencia o ausencia de peligro, facilitar indicaciones de equipos y/o materiales o bien indicar obligaciones a cumplir.

Debido a que para el ojo humano los colores presentan distintas sensibilidades, no todos ellos resultan igualmente válidos para su empleo en seguridad, debiéndose utilizar en señalización solo aquellos que atraen lo más rápidamente posible la atención de las personas a las que van dirigidos.

De entre la gama de colores base existentes se han seleccionado cuatro para su uso específico en seguridad, que se denominan “Colores de Seguridad”. Estos colores son: Rojo, Verde, Azul y Amarillo y, como colores de contraste, el Blanco y el Negro.

Todos estos colores, aplicados sobre una serie de formas determinadas, dan lugar a la aparición de las Señales de Seguridad.

Las especificaciones del Real Decreto coinciden plenamente con lo indicado en la tabla de la ANSI(ver Tabla 3), expuesta anteriormente, correspondiendo a los números 2, 3, 4 y 7 de la misma los colores de base (señalados con un asterisco), y los de contraste, a los números 5 y 6.

Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación: en las señales de prohibición el color rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie total de la señal. En los casos de señales de advertencia, obligación, lucha contra incendios y salvamento, los colores de fondo respectivos son: amarillo, azul, rojo y verde, y deberán cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

Siempre que existan dudas en los colores empleados en las señales, se puede recurrir a su determinación colorimétrica, pudiendo así exigir al proveedor su adecuación. En el Anexo A de la norma UNE-1115:1985 Colores y señales de seguridad, se definen los siguientes conceptos:

- **Límites colorimétricos:** Línea (recta) que separa la zona de los colores admitidos de la de los colores no admitidos sobre el diagrama de cromaticidad de la Comisión Internacional de Iluminación [CIE] (CIE 45.15.200).
- **Factor de luminancia** en un punto sobre la superficie de un cuerpo no radiante por sí mismo, en una dirección dada y para condiciones de iluminación determinadas, es la relación entre la luminancia del material considerado y la de un difusor-reflector de reflexión perfectamente iluminado de forma idéntica (CIE 45.20.200).
- **Coefficiente de retrorreflexión (R')** de una superficie retrorreflectante plana: cociente entre la intensidad luminosa (I) del material retrorreflectante, en la dirección de observación, y el producto de la iluminación (E1) sobre la superficie retrorreflectante, sobre un plano perpendicular a la dirección de la luz incidente, por la superficie (A).
- **Materiales ordinarios:** Materiales que no son ni retrorreflectantes ni fluorescentes.



8.1.1.2. Señales en forma de panel

Se definen como las señales que tienen una determinada forma junto con una serie de determinados colores. A partir de aquí se definen una características intrínsecas, que son:

- La forma y colores de estas señales se definen en el apartado 3 de este anexo, en función del tipo de señal de que se trate.
- Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.
- Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.
- Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

También se requiere de una serie de requisitos de utilización:

- Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
- El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.
- Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.



8.1.1.2.1. Tipos de señales

8.1.1.2.1.1. Señales advertencia

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

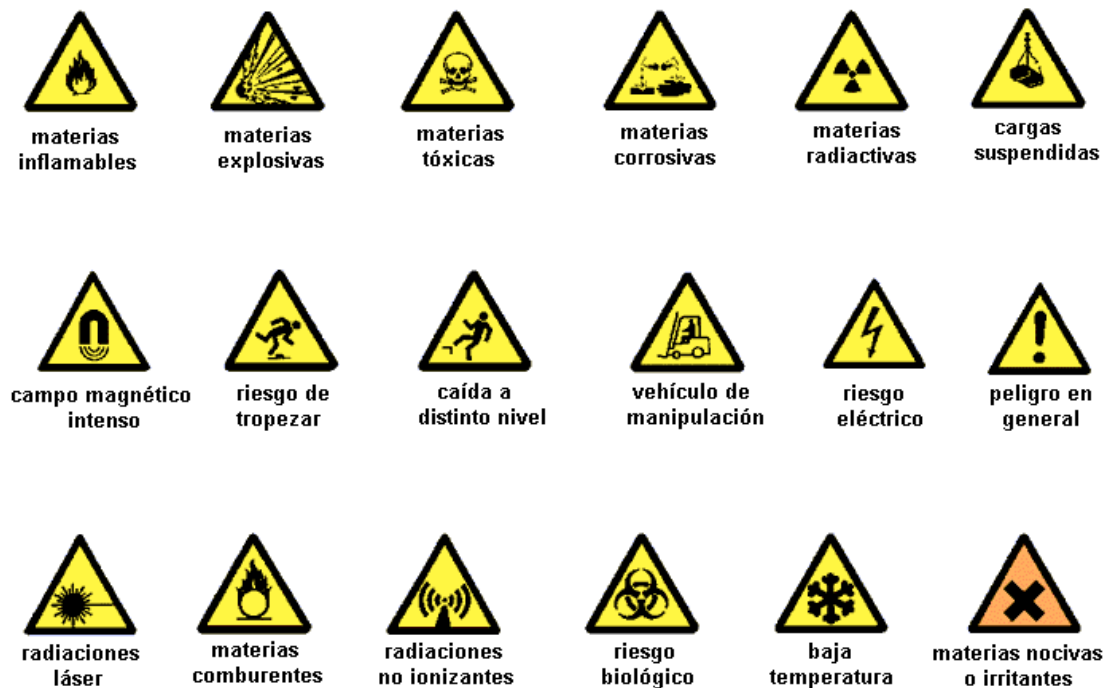


Figura 1. Señales de advertencia triangulares.

Como excepción, el fondo de la señal sobre «materias nocivas o irritantes» será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

8.1.1.2.1.2. Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 2. Señales de prohibición.

8.1.1.2.1.3. Señales de obligación

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 3. Señales de obligación.

8.1.1.2.1.4. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 4. Señales lucha contra incendios.

8.1.1.2.1.5. Señales de salvamento o socorro

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 5. Señales de socorro o auxilio.

8.1.1.2.2. Resumen

En determinados campos (etiquetado de materias peligrosas, señalización relativa a la circulación en obra, etc.) los colores y las señales de seguridad difieren en algunos puntos del Real Decreto.

El desarrollo tecnológico actual ha provocado la aparición, implantación y utilización de una serie de señales nuevas o generalizado el uso de otras, en correspondencia directa con las nuevas situaciones de riesgo emergente en la industria. Con el fin de poder señalar estas situaciones, muchas empresas han diseñado y adoptado una gama de señales no regladas, para su aplicación en principio dentro del más estricto ámbito empresarial, si bien algunas de estas señales, las que reflejan los riesgos, situaciones u obligaciones más habituales, han pasado a ser de uso prácticamente común

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles que puedan dificultar o enmascarar su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el subapartado anterior, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente la comprensión de su significado.

Las señales estarán fabricadas con materiales y pinturas que resistan lo mejor posible los golpes y las agresiones medioambientales, sin que las mismas se degraden fácilmente.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual teniendo en cuenta posibles obstáculos en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse y, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizaran colores o materiales fluorescentes. Todas las señales utilizadas se mantendrán en perfectas condiciones, debiendo revisarse periódicamente y, en su caso, sustituirse siempre que presenten deterioros que comprometan su localización, identificación, interpretación o puedan provocar situaciones de riesgo.



Tipo de señal de seguridad	Forma geométrica	Color			
		Pictograma	Fondo	Borde	Banda
ADVERTENCIA	TRIANGULAR	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	-
PROHIBICIÓN	REDONDA	NEGRO	BLANCO	ROJO	ROJO
OBLIGACIÓN	REDONDA	BLANCO	AZUL	BLANCO O AZUL	-
LUCHA CONTRA INCENDIOS	RECTANGULAR O CUADRADA	BLANCO	ROJO	-	-
SALVAMIENTO O SOCORRO	RECTANGULAR O CUADRADA	BLANCO	VERDE	BLANCO O VERDE	-

Tabla 4. Relación entre el tipo de señal, su forma geométrica y colores utilizados.

8.1.1.3. Señales luminosas y acústicas

8.1.1.3.1. Características y requisitos de las señales

- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
- La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el apartado 2.1. ; En el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel definidas en apartado 2.2.4.
- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.



Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

8.1.1.3.2. Características y requisitos de uso de las señales acústicas

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
- El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales. No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.
- Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida. El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

8.1.1.3.3. Disposiciones comunes

- Una señal luminosa o acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad. Al finalizar la emisión de una señal luminosa o acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.
- La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas y acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio, y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.
- Las señales luminosas y acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.



8.1.2. Señales en aerogenerador

Debido a las características de nuestro aerogenerador se deberán colocar una serie de señales de advertencia con referencia a las mencionadas en el apartado 2.

Debido a que nuestro aparato es de posición estática, se colocará una franja amarilla y negra alrededor en el suelo para prevenir a toda persona que se acerque de que es peligroso.



Figura 6. Franja amarilla y negra.

Además se podría colocar una barandilla rodeando el aparato para evitar un acercamiento innecesario del personal no autorizado, colocando en ésta varios carteles de advertencia, como “*riesgo de atrapamiento*”, “*solo personal autorizado*”, “*uso obligatorio de equipo individual de protección*”.



Figura 7. Señales a colocar en barandilla.

Además se realizará un protocolo de actuación para el momento de acercamiento al aparato. Se añadirán varios apartados, entre los que se encuentran el de determinar el equipo de protección individual que se ha de llevar puesto a la hora de acercarse al aparato. Así como las maniobras que ha de realizar el operario para evitar lesiones. Puesto que el aparato se ha diseñado para la colocación de este las azoteas, el operario ha de estar provisto de arnés así como del correspondiente anclaje de seguridad al suelo (anclaje de vida).

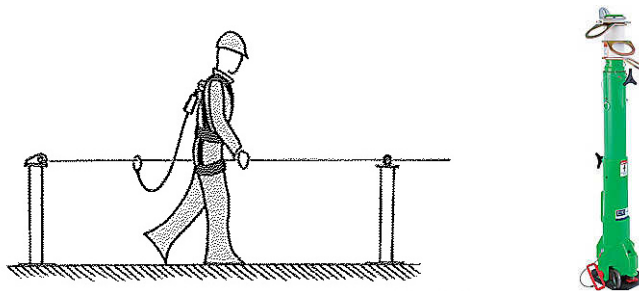


Figura 8. Línea de vida horizontal y pilar de vida.

8.2. Estudio de impacto ambiental

8.2.1. Visual

Comenzando por el lugar, se colocaría en la azotea de los edificios por lo que a impacto ambiental sería visual, no entorpecería el ritmo de la vida cotidiana. Por otro lado es posible colocarlo en viviendas aisladas, en este caso sí habría un impacto visual.

El único impacto que se puede generar es por las aves, ya que estas pueden golpearse con el aparato.

8.2.2. Acústico

Debido a que para este caso requerimos de un prototipo para el cálculo aproximado del ruido provocado por nuestro aerogenerador nos basaremos en modelos parecidos al nuestro, con datos aproximados a:

- Señal de ruido a 5 m/s es de 25 dB a 4 metros de distancia
- Señal de ruido a 8 m/s es de 35 dB a 4 metros de distancia
- Señal de ruido a 15 m/s es de 47 dB a 4 metros de distancia
- Señal de ruido a 20 m/s es de 58 dB a 4 metros de distancia



Figura 9. Niveles de ruido.

Como se aprecia en la figura, el nivel de ruido no es excesivamente alto por lo que el impacto acústico en el ambiente también será casi inapreciable.

8.2.3. Conclusión

Como hemos observado, los impactos ambientales que origina el aerogenerador son mínimos. No se generan impactos del ámbito de la contaminación, como la acústica o de la polución ni de la visual. Sí se genera ruido pero no lo suficiente para molestar al oído humano, ya que la fuente de generación está colocada a la suficiente distancia para que se disipe esta. Contaminación de polución no hay ya que a este tipo de energía se la considera limpia por qué no disipa ningún tipo de gases o desechos en la generación de energía eléctrica. Por último el impacto más importante es el visual, aunque está colocado en la azotea del edificio, las aves pueden ser propensas a golpearse contra el aerogenerador.



