



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

DISEÑO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR EÓLICO

DOCUMENTO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

DATOS DEL ALUMNO

NOMBRE: RICARDO

APELLIDOS: RUIZ NIETO

FDO.:

FECHA: 10-09-2015

DATOS DEL DIRECTOR

NOMBRE: ERIK

APELLIDOS: MACHO MIER

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

ÍNDICE

7. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA	434
7.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	434
7.2. LOS REPRESENTANTES DE PERSONAL	436
7.3. RESPONSABILIDAD EN EL AMBITO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR	437
7.4. MEMORIA DESCRIPTIVA	438
7.4.1. Accesos a la obra	438
7.4.2. Circulación en la obra	439
7.4.3. Seguridad durante los trabajos	440
7.4.4. Equipos de protección individual (EPI)	440
7.4.5. Máquinas	442
7.5. RIESGOS GENERALES EN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y MONTAJE DEL AEROGENERADOR	444
7.5.1. Riesgo de origen mecánico	444
7.5.2. Riesgo de origen eléctrico	446
7.5.3. Riesgo por manejo de herramienta	447
7.5.4. Riesgos asociados a sustancias y materiales peligrosos	450
7.5.5. Riesgos por trabajos en altura	451

7.5.6. Riesgos por condiciones climatológicas	456
7.5.7. Riesgo por exposición al ruido	457
7.5.8. Elevación de cargas	458
7.5.9. Transporte y desplazamiento de las partes del aerogenerador	459
7.5.10. Montaje de la góndola	461
7.5.11. Montaje de las palas	463
7.6. SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN	465
7.7. ELEVADORES	468
7.7.1. Elevadores de tracción por cable	468
7.7.2. Elevadores guiados por cremalleras	469
7.8. PLAN DE EMERGENCIA	470
7.8.1. Plan de evacuación	472
7.8.2. Plan en caso de accidente personal	473
7.8.3. Manejos de extintores	475

7. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

7.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

La importancia de la gestión de la Coordinación de Actividades Empresariales en las empresas radican en dos aspectos; por un lado, se trata de una obligación legal que toda empresa debe cumplir, por otro lado, es una actividad operativa para la Prevención de Riesgos Laborales.

La obligación legal parte desde la ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales en su artículo 24, donde ya se planteaban los principios a tener en cuenta para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores de diferentes empresas que realizan trabajos en el mismo centro de trabajo.

La necesaria Coordinación de las Actividades Empresariales se puso también de manifiesto en el artículo 17 del convenio número 155 de la Organización Internacional del Trabajo de 1981.

Más allá de una obligación legal, la necesidad de Coordinación de Actividades Empresariales es una necesidad operativa, es decir, que el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de coordinación quede bien contemplado y se integre en la gestión de la prevención en la empresa.

Garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en las instalaciones eólicas es una gestión que puede ser compleja en la medida en que pueden coincidir un número elevado de empresas externas, pueden existir diferentes tipos de relación contractual: empresas subcontratadas, autónomos, etc., y las actividades que se desarrollan pueden conllevar diferentes tipos de peligros.

La finalidad de este Estudio es establecer, durante la ejecución de las obras correspondientes al presente proyecto, las previsiones respecto a Prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados del trabajo de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de

garantía.

Este estudio sirve para dar unas directrices básicas a la empresa, así como al Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, para llevar a cabo la redacción del Plan de Seguridad y Salud, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio.

7.2. LOS REPRESENTANTES DE PERSONAL

La Ley 31/95 otorga a los Representantes de Personal las siguientes competencias:

- Mejorar la acción preventiva, colaborando con la empresa en todas las actuaciones que intervengan la seguridad y salud del personal trabajador.
- Promocionar la cooperación de los trabajadores en el cumplimiento de la normativa de Prevención de Riesgos Laborales.
- Serán consultados previamente a la ejecución de las acciones que puedan afectar a la seguridad y salud.
- Vigilancia y control.

Para el adecuado desarrollo de estas competencias, los Representantes de Personal y los trabajadores deben participar en las siguientes funciones:

- Planificación de las actividades.
- Además de participar en las reuniones del Comité de Seguridad y Salud, deben participar en las reuniones iniciales para la planificación de las tareas, reuniones periódicas y reuniones extraordinarias.
- Deben tener acceso a toda la documentación preventiva y recibir toda la información necesaria para velar por la Seguridad y Salud de los trabajadores.
- Deben participar en la elección de los equipos de trabajo, maquinaria y los equipos de protección individual.
- Deben intervenir en las inspecciones de seguridad para la vigilancia y el control del cumplimiento de la normativa en materia preventiva y las condiciones de trabajo.
- Deben evaluar los riesgos, las normas de seguridad, el plan de seguridad y salud etc.
- Deben participar en el establecimiento de las medidas preventivas y correctivas.
- Deben participar en la planificación formativa, establecimiento de necesidades formativas, contenidos.
- Deben investigar los accidentes e incidentes.

7.3. RESPONSABILIDAD EN EL AMBITO ADMINISTRATIVO SANCIONADOR

El Real Decreto Ley 5/2000, establece que son sujetos responsables de infracciones los empresarios titulares de centros de trabajo, los promotores y promotoras de obras, así como el personal trabajador por cuenta propia (autónomos) que incumplan las obligaciones que se deriven de la normativa de Prevención de Riesgos Laborales.

El artículo 24.3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales dice que la empresa principal que contrate a otras empresas para la realización de actividades correspondientes a la propia actividad y que se desarrolle en el parque eólico de la empresa principal, habrá de vigilar el cumplimiento por parte de las empresas contratistas y subcontratistas en materia preventiva.

Se determina que la empresa principal responderá solidariamente con los contratistas y subcontratistas del cumplimiento de las obligaciones del personal trabajador perteneciente a las empresas concurrentes, siempre que la infracción se produzca en el parque eólico principal, de forma que se puede exigir hacer frente al cumplimiento a cualquiera de las empresas.

Recae en todos los empresarios que infringen la obligación de coordinación de actividades cuando no se produce la cooperación y coordinación necesaria en materia preventiva, sin que llegue a producir daño alguno al trabajador.

Como se ha comentado anteriormente, el deber de cooperación entre los empresarios que comparten un espacio físico se aplica también a los autónomos, por lo que se consideran infracciones laborales en materia de Prevención de Riesgos Laborales las acciones u omisiones de estos.

7.4. MEMORIA DESCRIPTIVA

Memoria descriptiva de los trabajos a realizar en los diferentes capítulos, con sus riesgos evitables y sus correspondientes medidas técnicas; riesgos no eliminables, medidas preventivas y protecciones personales o colectivas, así como valoración de la eficacia de protecciones y medidas preventivas.

7.4.1. Accesos a la obra

- El perímetro de la obra se acotara adecuadamente.
- No se debe utilizar como vallas las láminas de plástico naranja, ya que tienen poca estabilidad, a no ser que se utilicen como vallas complementarias a las metálicas a las cuales se sujeten.
- Cuando se trabaje de noche los operarios deben llevar: chalecos, manguitos, paletas reflectantes o banderines o cintas adhesivas reflexivas.
- En la entrada a la obra se colocaran carteles de señalización donde consten las siguientes indicaciones:



Figura 1. Cartel de obra

7.4.2. Circulación en la obra

Se adoptaran las siguientes medidas para evitar el acercamiento de personas y vehículos a las zonas de peligro:

- Se acotara debidamente la zona de peligro. Se organizarán los trabajos para que no interfieran personal con maquinaria.
- El acceso del personal no podrá ser por las mismas vías designadas para el paso de vehículos.
- La ropa de alta visibilidad será obligatoria para el personal.
- En las situaciones de volcado de materiales cuando los vehículos deban acercarse a los terraplenes, serán dirigidas desde el suelo por una persona experta.
- Las rampas para la circulación de vehículos serán como mínimo de 4,5 metros, ampliándose en las curvas y las pendientes no serán mayores de 12% en los tramos rectos y 8% en los curvos. Para asegurar el agarre de los vehículos en rampas que superen dichas pendientes se echará soleras de hormigón.
- En los caminos de circulación se cubrirán los baches, se eliminará los blandones y se compactará con escoria o materiales similares.
- Los arranques o esperas de ferralla que presenten riesgo se protegerán con capuchón, o se doblarán o cortarán.

7.4.3. Seguridad durante los trabajos

- Todos los materiales se colocarán a distancia suficiente de los bordes de la excavación para que no suponga una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos a corrimientos de tierras en los taludes.
- Los vehículos pesados no podrán acercarse a menos de 4 metros del borde de excavación.
- Si no es posible se reforzaran las entibaciones o se dispondrán rodapiés que eviten la caída de dichos materiales sobre los operarios durante la excavación.
- Se colocarán entibaciones o pantallas cuando el ángulo que forman las paredes sea igual o superior al del talud natural o en las proximidades haya construcciones, maquinaria de obra, filtraciones, etc.
- Se utilizarán testigos para advertir de cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.
- Si se encuentra alguna parte de los taludes que represente un riesgo será retirado con máquina.
- Se suspenderán los trabajos si hay postes de teléfono cercanos, telégrafos o de las compañías eléctricas que no sean firmes. Y si la entibación no ofrece garantías de estabilidad también se suspenderán los trabajos.

7.4.4. Equipos de protección individual (EPI)

Tanto el trabajo de campo como el estudio cualitativo realizados en este Proyecto, ponen de manifiesto que las empresas del sector entregan al personal trabajador los equipos de protección individual a los que hace referencia la evaluación de riesgos de su puesto de trabajo, certificando dicha entrega mediante la firma del trabajador.

TAREAS	EPIS (*)												
	Casco de seguridad	Calzado seguridad antideslizante	Guantes Protección	Guantes dieléctricos	Guantes protección Química	Chaleco reflectante	Sistema anticaídas (**)	Pantalla facial	Gafas	Gafas antideslumbramiento	Mascarilla con filtro adecuado	Mono protección química	Protección auditiva
Obra													
Mantenimiento e instalación de turbinas													
Trabajos eléctricos(***)													
Trabajos con plataformas elevadoras													
Trabajos de reparación de fibra													

■ (*): Consultar la Evaluación de Riesgos del Puesto de Trabajo
 ■ (**): El Sistema anticaída se compone de arnés, doble cabo de anclaje con absorbedor y dispositivo de bloqueo automático deslizante para la línea de vida.
 ■ (***) Además de todos los Equipos de Protección Individual utilizados en los trabajos con riesgo eléctrico, las herramientas y equipos (*accesorios para el recubrimiento de partes activas o masas, útiles y otros dispositivos como banquetas, alfombras, escaleras, cuerdas, herramientas aisladas....*): **deben ser "aislantes"**.

Figura 2. Equipos de Protección Individual.

Se han redactado los Protocolos de Actuación con dos tipos de formatos que incluyen la entrega de los equipos de protección individual:

- Documentación del Personal trabajador.
- Justificante de entrega de equipos de protección individual.

En la elección de dichos equipos deben participar los delegados de Prevención, para realizar una selección más adecuada en función de los factores de riesgos identificados en la evaluación de Riesgos, que no hayan podido evitarse o prevenirse mediante medidas de protección colectiva, según queda recogido en el artículo 33.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

7.4.5. Máquinas

- Es obligatorio que las maquinas utilizadas en la excavación de los terrenos estén sometidas a un mantenimiento apropiado. Tendrá su correspondiente cabina o pórtico de seguridad y el maquinista deberá utilizar siempre el cinturón de seguridad. Dispondrá de girofaro y sonido de retroceso.
- El maquinista deberá tener la formación y experiencia para el manejo de la máquina.
- Se evitará la presencia de personas dentro del radio de acción de las maquinas, mientras duren los trabajos.
- Las maquinas no se utilizarán para el transporte de personas o elementos como vigas o postes. Se dispondrá de una copia del manual de instrucciones de la máquina.
- Las maquinas ligeras no podrán acercarse al borde de la excavación menos de 3 metros y los vehículos pesados a 4 metros.

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA REPARACION DE MAQUINAS.

- Antes de realizar la reparación de una máquina se aislará eléctricamente, apagando la tensión en el interruptor principal y comprobando positivamente que no existe tensión en el área de trabajo.
- Si existieran elementos neumáticos se cortará el aire procediendo a la descarga del circuito. Al realizar reparaciones en sistemas hidráulicos, estos habrán de permanecer bajados o en su punto de reposo. Si hubieran de permanecer elevados, deberán usarse topes adecuados, de suficiente resistencia, que eviten su caída imprevista.
- Las operaciones de engrase o limpieza se efectuarán durante la detección de los motores, transmisiones y máquinas.
- Cuando se deba realizar alguna maniobra en los mecanismos de la máquina se pondrán de acuerdo el responsable de la reparación con la persona que tenga que dirigir la maniobra. Se avisará previamente a los operarios que

intervengan en la reparación antes de proceder a la maniobra, cerciorándose que no exista peligro ninguno al realizarla.

- Una vez terminada la reparación, y alejado el personal que la efectuó, se retirarán el enclavamiento de la máquina o las tarjetas de seguridad que se hayan colocado, así como las herramientas y piezas sobrantes.

7.5. RIESGOS GENERALES EN LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y MONTAJE DEL AEROGENERADOR

Dadas sus peculiaridades, el trabajo de montaje y operación en un parque eólico implica una serie de riesgos que habrá que tener en cuenta siempre. El primero de ellos es de origen mecánico. Los dispositivos de transmisión de la energía capturada por las palas hasta el generador eléctrico implica la utilización de un importante equipo mecánico que además es de grandes dimensiones. Los operarios deberán estar familiarizados con las características específicas de cada turbina eólica para localizar las áreas de mayor riesgo.

Los posibles accidentes en la torre como consecuencia de atrapamientos en escaleras, ascensores, trampillas y puertas también habrá que considerarlos.

El riesgo eléctrico ocupa el segundo puesto en cuanto a causante de posibles accidentes dentro del parque eólico. Tanto el trabajo a baja como a alta tensión será algo rutinario dentro del parque. Por lo tanto, los trabajadores deberán tener formación genérica y específica relacionada con este tipo de actividad profesional, conociendo los riesgos implícitos y los modelos de protección que deben considerar para evitarlo.

Las actividades de operación y mantenimiento exigen, además el uso de herramientas, manejo manual y automático de cargas, trabajar con sustancias y materiales peligrosos, así como trabajos con mucha altura y bajo condiciones climáticas adversas.

7.5.1. Riesgo de origen mecánico

La operación con cualquier tipo de maquinaria entraña un peligro en sí mismo. En el caso de la energía eólica la máquina se ha diseñado para transformar la energía del viento en energía mecánica primero y energía eléctrica después.

Sin embargo, sus elementos móviles crean muchos riesgos como es el caso del producido en las correas de transmisión, poleas, engranajes y cadenas. Por lo tanto, debemos exigir al fabricante que establezca los sistemas de protección más adecuados a la

máquina que suministrará al parque eólico teniendo en cuenta las posteriores actividades de operación y mantenimiento.

Las maquinas deberán disponer de resguardos que aislen al trabajador de las partes móviles más peligrosas. Pueden clasificarse como se detalla a continuación:

- Resguardos fijos: son resguardos cerrados, se clasifican en:
 - Envolvertes, encierran completamente la zona peligrosa.
 - Distanciadores, no encierran totalmente la zona peligrosa pero por sus dimensiones y distancia a la zona, la hace inaccesible.
- Resguardos móviles: son resguardos articulados o guiados, para garantizar su eficacia protectora deben ir asociados a un dispositivo de enclavamiento con o sin bloqueo.
- Resguardos regulables: son resguardos fijos o móviles que son regulables en su totalidad o que incorporan partes regulables. Cuando se ajustan a una cierta posición, sea manualmente o automáticamente permanecen en ella durante una operación determinada.
- Apartacuerpos y apartamentos. Son resguardos asociados y sujetos a los elementos en movimiento de la máquina y funcionan de tal forma que alejan o separan físicamente de la zona de peligro cualquier parte de una persona expuesta al mismo.
- Resguardo de ajuste automático. Es autoregurable y evita el acceso accidental de una persona a un punto o zona de peligro. Sin embargo, permite la introducción de la pieza con la que se necesite trabajar, la cual actúa parcialmente de medio de protección. El resguardo volverá automáticamente a la posición de seguridad cuando finalice la operación.

Existen 4 tipos de dispositivos de seguridad:

1. Dispositivo detector de presencia, se acciona cuando una persona franquea el límite de la zona de seguridad de un maquina en funcionamiento y detiene la maquina o invierte su movimiento, reduciendo al mínimo el riesgo de accidente.

2. Dispositivo de movimiento residual o de inercia, que está diseñado para evitar el acceso a las partes o elementos mecánicos que se mantienen en movimiento, por inercia, una vez cortado el suministro de energía.
3. Dispositivo de retención mecánica, retiene mecánicamente una parte peligrosa de una máquina que pueda comenzar a funcionar en caso de fallo de los circuitos eléctricos o mecanismos de mando de la máquina.
4. Dispositivo de mando a dos manos, requiere el uso de las dos manos para poder accionar la máquina, de forma que tiene una medida de protección que solo es válida para el operario que maneja directamente la máquina.

7.5.2. Riesgo de origen eléctrico

Los accidentes eléctricos son poco frecuentes, pero producen en la mayoría de los casos lesiones graves o mortales.

Dos serán los tipos de accidentes eléctricos:

- Accidente por cebamiento de un arco eléctrico por contacto de elementos a diferente potencial (herramienta- fase, masa-fase, etc.).
- Accidente por paso de corriente por el organismo (contacto eléctrico). Este último caso se denomina electrocución.

Una vez se ha producido el accidente, el herido como consecuencia de actos involuntarios derivador del propio accidente eléctrico, se puede lesionar por otra serie de circunstancias como son las caídas al vacío, a distinto nivel, golpes y por atrapamiento en maquina en funcionamiento.

Las medidas de Prevención de Riesgos Laborales para los operarios que trabajen en el mantenimiento o instalación eléctrica del parque eólico, relacionadas con la protección del contacto directo serán las siguientes:

- Separación de elementos activo mediante una distancia de seguridad correcta.
- Interposición de obstáculos o barreras.
- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para los contactos eléctricos indirectos se establecen dos clases distintas:

- **PROTECCIÓN CLASE A**, evitan el contacto o en el caso de que se produzca no supondrá ningún peligro para el operario.
 - Doble aislamiento.
 - Separación de circuitos.
 - Inaccesibilidad simultanea entre parte conductoras y masas.
 - Recubrimientos de las masas con aislamientos de protección.
 - Conexiones equipotenciales.
- **PROTECCION CLASE B**, no evitan el contacto eléctrico pero hacen que se desconecte el circuito si en este aparecen intensidades peligrosas para la persona.
Entre los más usados están:
 - Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
 - Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
 - Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

7.5.3. Riesgo por manejo de herramienta

Tanto el montaje como el posterior mantenimiento del parque eólico requerirán el uso de herramientas manuales necesarias para las actividades de reparación de roturas, montaje y desmontaje de equipos mecánicos y eléctricos, mantenimiento programado, etc.

Los riesgos más habituales que conlleva el uso de herramientas son los provocados por cortes, pinchazos y golpes, proyección de partículas y posibles explosiones o incendios si saltan chispas en ambientes hostiles.

Antes de usarlas habrá que inspeccionar con detenimiento los mangos, partes móviles y cortantes y zonas de ajuste.

Si se va a utilizar alargadores o multiplicadores deberá comprobarse previamente que estos conectores soportan la potencia de la herramienta a la que se conectan. Además, se conectará siempre la herramienta al alargador y después al enchufe, no a la inversa. Las modernas herramientas eléctricas disponen de conexión a tierra, dicha toma no sirve de nada si el alargador o el enchufe en el que se conecta no dispone de esta toma.

Cinceles y punzones.

Antes de usarlos se deberá comprobar el estado de las cabezas. Si se aprecian rebabas o fisuras deberán desecharse. Para evitar su deterioro se transportarán y guardarán en funda portaherramientas diseñadas para ellos.

Estas herramientas solo se afilarán si el fabricante indica la posibilidad de que pueda hacerse. Para mantener el filo en buen uso deberán usarse las herramientas para los fines para los que fueron diseñadas.

Estas herramientas no son palancas, por lo que su uso para estos fines está totalmente prohibido.

Destornilladores.

De forma alternativa a los destornilladores tradicionales se comercializan otros con cabezas intercambiables que ofrecen mayor versatilidad de uso.

Para evitar su deterioro deberán transportarse y guardarse en fundas adecuadas. Nunca se llevarán sueltos en los bolsillos, sobre todo en los delanteros de los pantalones, porque pueden producir heridas al moverse el cuerpo.

El mantenimiento de estas herramientas implica un buen amolde de las caras de las puntas y una buena sujeción de la hoja y la cabeza del destornillador. Además, cuando se utilicen no se debe girar el vástago del destornillador con alicates y mantenerlo

perpendicular a la superficie del tornillo.

Evitar apoyar el peso del cuerpo sobre la herramienta y sujetar con la mano la pieza a atornillar, ya que en caso de que se escapara el destornillador podría clavarse en la mano del trabajador.

Martillos.

Habrán que rechazar los que tengan el mango defectuoso. El golpe o será solo en la cabeza del martillo, descartando cualquier otro tipo de uso. Si el mango está rajado no se intentará una preparación “casera”. Un mango defectuoso originará una proyección inesperada de la cabeza del martillo en cualquier momento. Esto puede originar un grave accidente para cualquier componente del equipo de instalación o mantenimiento del parque eólico.

Si se detecta que la cabeza no está bien fija al mango o que tiene holgura no deberá utilizarse un martillo.

Si hubiera que dejar el martillo a otro operario se hará cogiéndolo por la cabeza. No se lanzará el martillo ni se dejará caer de cierta altura a otro operario que trabaje en un nivel inferior.

Si al golpear materiales que se puedan fragmentar despidiendo pequeños cuerpos que puedan dañar la cara con cualquier otra parte del cuerpo del trabajador, se deberá utilizar el equipo de protección individual adecuado.

En ambientes explosivos o inflamables no podrán utilizarse martillos tradicionales ya que el contacto con superficies metálicas originará chispas que pueden provocar una explosión inmediata. En estos ambientes se deberán usar martillos de cabeza de madera o poliéster.

Llaves.

En el mercado existen distintos tipos de llaves que se han diseñado con el objetivo

de poder acceder a todas las tuercas que se encargan de realizar uniones de componentes en un aerogenerador. Estos diseños son necesarios porque en algunas circunstancias la accesibilidad de una tuerca debido a las características de diseño de la maquinaria, es muy complicada. No obstante su utilización implica una serie de riesgos comunes a todas ellas y que se deberá tener en cuenta cuando se esté trabajando.

Habrà que tenerlas siempre limpias y sin grasa acumulada. No deben usarse como palanca o para dar martillazos.

Si la llave a utilizar es una llave inglesa se tendrá en cuenta que la parte que soporta el esfuerzo cuando se apriete o afloje debe ser fija. Se empleará siempre la llave del diámetro adecuado a la tuerca que se pretende apretar o aflojar, no debiendo emplearse y cuñas para adaptar la llave.

7.5.4. Riesgos asociados a sustancias y materiales peligrosos

Las sustancias peligrosas generan distintos riesgos que actúan sobre las personas y los materiales que toman contacto con ellos. La clasificación de estos riesgos podemos realizar la de la siguiente forma:

- **Riesgo Químico:** riesgo de incendio, toxicidad, corrosividad, explosión radiactividad química. Por lo tanto, algunos materiales pueden presentar más de un riesgo durante un accidente.
- **Riesgo Biológico:** son los provocados por organismos vivos que pueden causar enfermedades a las personas expuestas. A estos seres vivos se les conoce con el nombre de virus, bacterias, hongos, parásitos o toxinas.
- **Riesgo de Radiación:** algunos materiales original emisiones de partículas Alfa o Beta o electromagnéticas Gamma. Estas partículas pueden presentar distintos efectos perniciosos sobre ser humano pudiendo ser mortales.

Las vías de ingreso de las sustancias peligrosas al organismo son tres pudiendo protegerse de una de ellas o de todas, variando lógicamente el grado de contaminación.

- Vía Dérmica: dependen del tipo de contaminantes y el grado de exposición.
- Vía Respiratoria: por medio de las vías aéreas superiores (fosas nasales) los contaminantes ingresa al organismo, alcanzando los pulmones, cuya superficie de exposición es mayor que en cualquier otro órgano. esta circunstancia puede provocar lesiones permanentes o temporarias, agudas o crónicas. de acuerdo al toxico inalado se pueden clasificar al mismo tiempo por sus efectos.
 - Asfixiantes: nitrógeno, helio, etc.
 - Asfixiantes Químicos: monóxido de carbono, cianuro de hidrogeno, etc.
 - Irritantes: cloro, cloruro de hidrogeno, etc.
 - Productos de Necrosis: ozono, dióxido de nitrógeno, etc.
 - Productos de Fibrosis: silicatos. Asbestos. Berilio, etc.
 - Productores de Alergias: dióxido de azufre.
 - Cancerígenos: humo de cigarrillo, emisiones de asbestos.

- Vía Digestiva por haber ingerido alimentos contaminados que se hayan encontrado en el lugar del siniestro o en las cercanías del mismo.

Es importante destacar que los lugares elegidos por los materiales peligrosos para alojarse son el hígado, riñones, pulmones, torrente sanguíneo, sistema reproductor, etc., provocando efectos cancerígenos.

7.5.5. Riesgos por trabajos en altura

La prevención de riesgos laborales para las caídas de distinto nivel, serán otros de los aspectos fundamentales que deberá considerar el promotor o el gestor del parque eólico.

Por caída a distinto nivel entenderemos la que se produce cuando un operario del parque eólico tras perder el equilibrio se precipita de un punto situado a una altura determinada a otra inferior. Las causas por las que se puede producir esta caída son varias.

Las más importantes son pérdida de la conciencia o desmayo, tropiezo con algún objeto o u obstáculo y choque con otras personas, materiales con maquinaria que estuviera realizando operaciones de montaje o mantenimiento.

Las consecuencias de la caída estarán directamente relacionadas con la altura desde la que se produce y el estado físico del trabajador. Caídas leves se saldarán con contusiones y fracturas, siendo las consecuencias de una caída a bastante altura más graves, ya que pueden llegar a producirse politraumatismos, invalidez temporal o permanente y fallecimiento.

Las medidas preventivas que deben promoverse en el parque eólico, pasan por la utilización de banderillas, rejas y resguardo similares, así como pisos de andamios y del propio aerogenerador antideslizante.

Además la altura de las barandillas debe ser de 90 centímetros y se deberá utilizar equipos de protección individual contra caídas de altura.

En cuanto a los equipos que pueden utilizarse para proteger al trabajador que trabaja en alturas, debemos diferenciar:

- Sistemas de retención. Limitan el acceso del trabajador a zonas con riesgos, previniendo su caída.
- Sistemas de posicionamiento. Tiene como objetivo la sujeción del trabajador a una estructura.
- Sistema de detección. Una vez que se produce la caída reducen las consecuencias de la misma.

La utilización de un equipo de control de caídas debe realizarse dentro del Plan de Emergencias de la empresa ya que el rescate del trabajador accidentado debe ser rápido y con garantías de seguridad. Por lo tanto, no se concibe la utilización de este equipo sin un plan de rescate del trabajador accidentado cuando se produce la caída.

Cada tipo de tarea trabajo (fuera-dentro de la góndola con espacios confinados, dentro de la torre, trabajo suspensión de las palas, en el buje con planos inclinados, etc.)

requiere un estudio minucioso en cuanto a desplazamiento de los trabajadores. Las condiciones ambientales como el calor o frío extremos, humedad, velocidad del viento elevada, deben ser analizados para determinar el riesgo que supone trabajar cuando se presentan factores extremos.

El anclaje del equipo de sujeción siempre se debe realizar en un punto seguro la estructura. Por ejemplo, en los modernos aerogeneradores se dispone de una guía en toda la superficie de la góndola. A esta guía debe permanecer enganchado en todo momento el trabajador que se encuentre fuera de la góndola.

Los puntos de anclaje deben cumplir tres requisitos:

1. Deben resistir una carga mayor o igual a 2,230 kg (22kN) por cada trabajador que se enganche.
2. Deben ser totalmente independientes de otros anclajes. Por ejemplo: andamios para mantenimiento y limpieza de palas en aerogeneradores.
3. Deben ser específicos para el tipo de trabajo que se va a desarrollar y las partes de la maquina en las que estén colocadas.

Un sistema de protección individual contra caídas de altura (sistema anticaídas) garantiza la parada segura de una caída, de forma que:

- La distancia de caída del cuerpo sea mínima,
- La fuerza de frenado no provoque lesiones corporales,
- La postura del usuario, una vez producido el frenado de la caída, sea tal que permita al usuario, dado el caso, esperar auxilio.

Un sistema anticaídas está formado por:

- Un arnés anticaídas,
- Una conexión para unir el arnés anticaídas a un punto de anclaje seguro. Esta conexión puede efectuarse utilizando un dispositivo anticaídas o un absorbedor de energía.

Hay que recalcar que un cinturón no protege contra las caídas de altura y sus efectos.

Arnés anticaídas

Dispositivo de presión del cuerpo destinado a parar las caídas. El arnés anticaídas puede estar constituido por bandas, elementos de ajuste y de enganche y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta.



Figura 3. Arnés anticaídas.

Dispositivo anticaídas retráctil

Equipo provisto de una función de bloqueo automático y un mecanismo automático de tensión y de retroceso para el elemento de amarre retráctil.

Dicho elemento de amarre retráctil puede ser un cable metálico, una banda o una cuerda de fibras sintéticas.

El dispositivo anticaídas retráctil puede llevar incorporado un elemento de disipación de energía, bien en el propio dispositivo anticaídas o en el elemento de amarre retráctil.

Dispositivo anticaídas deslizante

Dispositivo provisto de una función de bloqueo automático y un elemento de guía. El dispositivo anticaídas deslizante se desplaza a lo largo de la línea de anclaje, acompaña al usuario sin requerir intervención manual durante los cambios de posición hacia arriba o

hacia abajo y se bloquea automáticamente sobre la línea de anclaje cuando se produce una caída.

Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje rígida

Equipo formado por una línea de anclaje rígida y un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje rígida.

Dicha línea de anclaje rígida puede ser un raíl o un cable metálico y se fija en una estructura de forma que queden limitados los movimientos laterales de la línea.

Un elemento de disipación de energía puede estar incorporado en el dispositivo anticaídas deslizante o en su línea de anclaje.

Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible

Equipo formado por una línea de anclaje flexible y un dispositivo anticaídas deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje flexible.

Dicha línea de anclaje flexible puede ser una cuerda de fibras sintéticas o un cable metálico y se fija a un punto de anclaje superior.

Un elemento de disipación de energía puede estar incorporado en el dispositivo anticaídas deslizante o en su línea de anclaje.

Absorbedor de energía

Equipo que, mediante su deformación o destrucción, absorbe una parte importante de la energía desarrollada en la caída.

Conector

Equipo que permite unir entre sí los diferentes componentes que forman el sistema anticaídas, y a este sistema con el punto de anclaje estructural. Dispone de cierre automático y de bloqueo manual o automático.

7.5.6. Riesgos por condiciones climatológicas

Los parques eólicos se encuentran en zonas apartadas de los grandes núcleos de población. Esta circunstancia origina que las condiciones climáticas, en las cuales los trabajadores realizan su trabajo, suelen ser extremas, sobre todo en los meses de invierno y verano. A estas afecciones habrá que sumarles las provocadas por el normal funcionamiento de los aerogeneradores, las radiaciones naturales y las generadas por el hombre.

La empresa gestora del parque eólico deberá tener esta circunstancia presente para habilitar mecanismos de protección adecuados para evitar los riesgos relacionados con las condiciones climatológicas extremas. Las afecciones ambientales más importantes que pueden afectar a los trabajadores de un parque eólico son las siguientes:

- Afecciones provocadas por movimientos mecánicos. Los más importantes serán el ruido y las vibraciones.
- Afecciones provocadas por energía térmica. Calor y fríos extremos.
- Afecciones provocadas por las radiaciones ionizantes. Estarán compuestas por los rayos X y las radiaciones Gamma.
- Afecciones provocadas por radiaciones no ionizantes. Estas son la luz, las microondas, etc.

El confort térmico en un puesto de trabajo es esencial para desarrollar la actividad laboral con la mayor eficacia, pero dicho confort tiene unas características altamente subjetivas, tal como se puede comprobar recabando la opinión de las distintas personas que se hallan en un local en un momento determinado.

Con el fin de racionalizar el concepto de confort térmico, haciéndolo admisible para el mayor número de personas, la legislación vigente ha definido los parámetros que lo componen y sus magnitudes, de tal manera que una adecuada interrelación entre ellos garanticen un ambiente térmico satisfactorio y/o no lesivo para mayor número de trabajadores.

Podríamos decir que existe «confort térmico» cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan. Por lo tanto, podríamos asegurar que el “confort térmico” es un concepto subjetivo.

7.5.7. Riesgo por exposición al ruido

La exposición a los ruidos en el puesto de trabajo puede provocar daños auditivos irreversibles, accidentes laborales y contribuir a que surjan otros problemas de salud.

Los trabajadores pueden estar expuestos no sólo al ruido producido por el trabajo que realizan, sino también a ruidos ambientales o de fondo procedentes de otras tareas efectuadas en la obra.

Entre las principales fuentes de ruido en la construcción se encuentran:

- Las herramientas percutoras (como las taladradoras de hormigón, martillo picador).
- El uso de explosivos (como las voladuras, las herramientas que usan explosivos).
- Las herramientas neumáticas.
- Los motores de combustión interna.
- La maquinaria rotativa (sierra circular, cortadora de material cerámico, rozadoras etc.).

Entre las medidas de protección y control del ruido se deben incluir las siguientes:

- Aislar los procedimientos ruidosos y limitar el acceso a las zonas ruidosas,
- Interrumpir la vía de difusión del ruido transmitido por el aire mediante el uso de recintos y barreras de aislamiento sonoro,
- Utilizar materiales absorbentes para reducir la reflexión del sonido,

- Controlar los ruidos y vibraciones transmitidos por el suelo mediante la instalación de planchas flotantes,
- Organizar el trabajo de forma que se limite la presencia en zonas ruidosas,
- Distribuir los trabajos ruidosos para que el menor número de trabajadores quede expuesto al ruido,
- Aplicar esquemas de trabajo que controlen la exposición al ruido.

El equipo personal de protección auditiva debe ser el último recurso. Si se utiliza dicho equipo:

- Debe ser adecuado para el trabajo, tipo y nivel de ruido, y compatible con el resto de los equipos de protección.
- Los trabajadores deben poder elegir una protección auditiva adecuada para encontrar la que les resulte más cómoda.
- Debe impartirse formación sobre cómo utilizar, almacenar y mantener el equipo de protección auditiva
- Por encima de los 80 dBA de ruido, se proveerá a los operarios afectados de protectores auditivos.
- Por encima de los 90 dBA (de nivel diario equivalente) o 140 dB de nivel de Pico será obligatorio el uso de protectores auditivos por todo el personal afectado.

7.5.8. Elevación de cargas

El empleo de maquinaria de elevación de cargas para la construcción y posterior mantenimiento del parque eólico es fundamental ya que se requiere movilizar grandes pesos a grandes alturas y con la mayor rapidez posible.

En primer lugar habrá que explicar lo que se entiende por maquinaria de elevación

de carga y los distintos tipos disponibles al mercado. De esta forma un equipo de elevación de carga será aquel capaz de desplazar una carga entre cotas diferentes distinguiendo entre:

- Grúas móviles.
- Grúa torres.
- Puentes grúa.
- Polipasto.
- Carretillas elevadoras.

Los cables de la grúa deben inspeccionarse de forma periódica, ya que su rotura originaría la caída inmediata de la carga y la posible desestabilización de todo el conjunto.

En todo caso habrá que comprobar que no se supera la carga máxima admisible para la grúa y que se utiliza todo el equipo de protección individual necesario para cada trabajo.

El ascenso y descenso de la carga se deberá realizar una vez que ésta quede debidamente empaquetada. Por lo tanto, no se desplazarán cargas sueltas bajo ningún concepto.

Una grúa puede volcar por la nivelación defectuosa, un fallo en el terreno o por sobrepasar el límite de carga permitido. Por lo tanto, habrá que comprobar que el terreno, donde vamos a efectuar la elevación de la carga, tiene consistencia suficiente para los apoyos se utilizan durmientes para poder realizar un correcto reparto de la carga y se evita trabajar en pendientes y en terrenos irregulares. La existencia de brazos estabilizadores es imprescindible para esta maquinaria, así como no sobrepasar la carga máxima admisible.

7.5.9. Transporte y desplazamiento de las partes del aerogenerador

Los transportes de las distintas partes del aerogenerador se realizan desde las fábricas de origen hasta el parque eólico mediante camiones de transporte especial que deben cumplir toda la normativa de aplicación. El recorrido hasta el vial de acceso al

parque eólico discurre a través de la red nacional de carreteras sin que presente ningún punto de riesgo significativo.

La descarga de la góndola se realiza mediante el desacople hidráulico de las plataformas delantera y trasera del sistema “noteboom” que constituye el soporte sobre el que se apoya la góndola. Esta maniobra no presenta riesgos significativos.

Descarga de palas

Las palas del aerogenerador se transportan individualmente en camiones. Para la descarga de las palas en el parque se utilizan dos grúas que sujetan la pala una de ellas por el extremo raíz y la otra por un punto intermedio indicado en la propia pala.

Descarga y montaje de tramos de torre

Los tramos de torre se transportan individualmente en camiones. Para la descarga de los tramos de torre se utiliza la grúa de 600 toneladas y la grúa auxiliar de 160 toneladas que sujetan los tramos por los extremos mediante accesorios colocados en las bridas. La grúa de 600 tn sujeta el tramo de torre por la parte superior para realizar su izado. Los tramos de torre no son acoplados sobre el terreno, sino que se procede a su montaje directamente. En una primera fase se procede a elevar los tramos de torre en su posición horizontal y en caso de ser necesario se procede a su limpieza y repintado de posible desperfectos causados en el transporte.

Ensamblaje de los tramos de la torre

En esta operación hay tres operarios situados en la plataforma superior de cada tramo de torre, que dirigen la aproximación del tramo suspendido a la brida de la torre. La operación de izado y aproximación de los tramos de torre se realiza con la grúa de 600 Tn. El gruista, el ayudante de grúa y los operarios en la torre se coordinan comunicándose por radio. Una vez acoplados los tramos de torre se procede al apriete de los pernos. Los principales riesgos en esta operación son los derivados del apriete hidráulico de pernos y del trabajo bajo el tramo de torre suspendido.

Movimiento de la maquinaria especial

Se utilizará para el montaje de los aerogeneradores una grúa de 600 toneladas. La altura de esta grúa podría llegar a interferir con los cables de alta tensión con el consecuente riesgo de contacto eléctrico directo. Para evitar este riesgo será necesario desmontar la pluma de la grúa y los contrapesos. Estos elementos se transportarán en camiones y la grúa circulará por el vial de manera autónoma.

7.5.10. Montaje de la góndola

El montaje de la góndola en la torre se realiza mediante la grúa de gran tonelaje, 600 Tn. La maniobra es dirigida mediante cabos que se controlan desde el suelo. El proceso de montaje de la góndola también comprende la preparación de ésta en el suelo y el ensamblaje del buje, previamente a su izado y ensamblaje a la torre.

Toda la operación se realiza en la plataforma del aerogenerador, que dispone de las medidas mínimas para la maniobra segura de las grúas y es totalmente plana.

La posición de los aerogeneradores está lo suficientemente alejada de las líneas de alta tensión, como para que no haya posibles interferencias entre la maniobra de la grúa y la línea de alta tensión.

Preparación del buje

Antes del ensamblaje del buje a la góndola, en el suelo, se realizan una serie de preparaciones tanto en el exterior del buje como en el interior. No existen otros riesgos en esta operación, más que los propios del trabajo mecánico de montaje. El buje es izado para la colocación del “cono” en su parte inferior. Existe un riesgo por trabajo en proximidad de carga izada.

Ensamblaje del buje a la góndola

En esta operación se eleva el buje y se voltea hasta la posición horizontal mediante una grúa y el útil de izado de buje. El buje es aproximado a la góndola y se ensambla a la brida del eje principal mediante unos pernos que son finalmente reapretados con la máquina de apriete hidráulico. Los riesgos en esta operación son los propios del montaje mecánico, destacando el riesgo de atrapamiento por el ensamblaje y apriete hidráulico de partes mecánicas.

Preparación de la góndola

Para el montaje de la góndola una vez se encuentra acopiada en las inmediaciones de la zona de montaje, en primer lugar es necesaria la retirada de 2 pequeñas cubiertas en la zona superior de la misma, para la introducción de las eslingas. Estas eslingas se anclaran a través de grilletes tipo lira a los puntos indicados (observados en las fotografías). Los principales riesgos en esta operación son los derivados del acceso a la escotilla de la góndola.

Una vez anclado se han enganchado las eslingas, se procede a la instalación de cuerdas guías para la orientación de la góndola en su ascenso, y depósito sobre la torre previamente instalada. Los principales riesgos en esta operación son los derivados del acceso a la escotilla de la góndola.

Izado de la góndola y desensamblaje de la estructura de transporte

En esta fase se procede al izado de la góndola con la grúa de 600 Tn. Se vuelve a depositar en el suelo para compensar las cargas de la elevación y desacoplar la góndola de la estructura de transporte. Se vuelve a izar la góndola a unos 1,5 m para que un operario proceda al desengrasado del anillo de giro y a colocar los bulones para la retenida, en la parte inferior de la góndola. Los principales riesgos en esta operación son los derivados del acceso a la escotilla de la góndola y del trabajo bajo la góndola.

Ensamblaje de la góndola al tramo superior de torre

En esta operación hay tres operarios situados en la plataforma superior de la torre, que dirigen la aproximación de la góndola a la brida de la torre. La operación de izado se realiza con la grúa de 600 Tn. El gruista, el ayudante de grúa y los operarios en la torre se coordinan comunicándose por radio.

Durante la aproximación, la góndola es orientada hacia la correcta posición. Una vez orientada se apoya sobre la torre y se procede a la colocación de pernos, aproximación y apriete de tuercas con la herramienta eléctricas, e hidráulicas respectivamente.

Una vez colocados todos los pernos de sujeción de la nacelle sobre la torre, se procede al desanclaje de las eslingas y reposición de las cubiertas de los huecos de entrada de las mismas. Para el posterior montaje de las palas, la nacelle debe ser orientada de manera que quede de cara a la grúa. Para ello se conectarán los motores de giro. Los principales riesgos en esta operación son los derivados del apriete hidráulico de pernos y del trabajo bajo la góndola.

7.5.11. Montaje de las palas

Una vez estén las palas descargadas en el área de instalación del aerogenerador correspondiente, en primer lugar se debe retirar los marcos que sirven de apoyo para el acopio estable de la pala en el terreno. Para ello previamente la pala habrá sido enganchada a la grúa, para evitar su deslizamiento al retirar dichos marcos.

Una vez retirados se dejará descansar la pala sobre palets de madera, porexpan... de manera que garantice la estabilidad de la pala, para posteriormente comenzar las preparaciones para el izado y su ensamblaje.

En la preparación de la pala se procede al limado de la superficie donde quedan localizados los huecos para la introducción de los espárragos, con el fin de eliminar rebabas, o imperfecciones que eviten un correcto atornillamiento de los espárragos y un

posterior ensamblaje inadecuado. Atornillados los espárragos se procede a la instalación del collar de la pala.

Una vez la pala queda preparada, se colocan los útiles de izado, previamente chequeados, para el inicio del izado y se da comienzo al ensamblaje con la ayuda de la misma grúa autoportante utilizada para el ensamblaje de los diferentes elementos principales...

Durante la aproximación se procede junto con la grúa, a la orientación mediante cuerdas guía que operarios desde el terreno manejan, para el correcto ensamblaje de la misma atendiendo a las indicaciones que dos personas desde el suelo les dicen. Éstos así mismo se ayudan de una bomba hidráulica para hacer uso del sistema de pitch y orientarlo de manera que los espárragos de una vez queden insertando la pala en su posición, se procede a la aproximación de tuercas y posterior apriete con las herramientas eléctrica e hidráulica respectivamente.

Posteriormente, al apriete, una vez la pala se encuentra ya fijada en el rotor, el gruista acerca el extremo de la raíz del útil de elevación a un operario que desde el exterior lo suelta de manera que el otro es extraído con habilidad por el operario de la grúa. Para colocar la siguiente pala, es necesario girar el rotor 120°. Esta operación se realiza con la “turning gear”, de giro lento

7.6. SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina una serie de garantías básicas, así como las responsabilidades precisas para establecer un nivel adecuado de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo que éstos realizan.

La señalización de seguridad tendrá como objetivo llamar la atención de los trabajadores de un riesgo o una prohibición, además informarle de las rutas de evacuación o disponibilidad de equipos de primeros auxilios. No obstante, la señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad.

Para elegir el tipo de señal que se utilizará, así como su número y emplazamiento se seguirán criterios de eficacia teniendo en cuenta:

- a. Las características de la señal.
- b. Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- c. La extensión de la zona a cubrir.
- d. El número de trabajadores afectados.

Como requisitos de utilización de las señales, habrá que tener en cuenta una serie de factores entre los que destacarán los siguientes:

- La instalación de las señales será a una altura y a 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.
- La iluminación del emplazamiento de la señal deberá ser buena en todo momento. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

- No se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí con el objeto de no disminuir la eficacia de la señalización.
- Las señales sólo están visibles mientras exista la situación que las justifica.

Los distintos paneles de señales que deben utilizarse son:

- Señales de advertencia



Figura 4. Señales de advertencia.

- Señales de prohibición



Figura 5. Señales de prohibición.

- Señales de obligación



Figura 6. Señales de obligación.

- Señales de salvamiento o socorro

Indican salidas de evacuación o lugares de confinamientos seguros dentro del recinto.



Figura 7. Señales de socorro.

7.7. ELEVADORES

Tal es la importancia de este servicio que la Unión Europea ya está contemplando la posibilidad de establecer la exigencia por norma de instalación de elevadores de servicio en torres que tengan una altura superior a los cincuenta metros. Como es obvio, la instalación de torres de mayor altura que las actuales repercutirán en la colocación casi generalizada de elevadores en todos los nuevos aerogeneradores que se promocionen a partir de 2011.

Los elevadores que se han diseñado para la industria eólica tienen unas características que los hacen únicos, ya que tienen que adaptarse a entornos de dimensiones muy reducidas y variable debido a la forma troncocónica de la torre del aerogenerador tampoco es fácil porque tanto el hueco disponible como la posición del mazo de cables, altura e iluminación son factores limitantes.

Los elevadores disponibles en el mercado son de varias tecnologías.

7.7.1. Elevadores de tracción por cable

- Tracción por cable guiado por escalera o guías fijas. Constan de una cabina guiada por dos cables tendidos a lo largo de todo el recorrido del elevador. Los cables están fijados a una viga en la parte superior de la torre y unos anclajes especiales en el foso del elevador. Este tipo de elevador suele usar un hueco distinto al de la escalera de servicio del aerogenerador.
- Tracción por cable guiado por sirgas. Son casi idénticos a los utilizados en los montacargas o levadores de personal de mantenimiento usados en el campo de la construcción. En estos elevadores se incluyen elementos auxiliares como seguridad adicional como cerramientos para que puedan ser adaptados a las torres de los aerogeneradores.

7.7.2. Elevadores guiados por cremalleras

En estos casos el propio elevador viene premontado de fábrica y puede utilizarse a partir de la instalación del primer tramo de la torre eólica. En este aparato elevador la tracción la realiza directamente el piñón motriz del grupo tractor engranado sobre una cremallera fijada sobre la torre, mástil o estructura, en toda la altura del recorrido.

La instalación de un elevador dentro de una torre eólica implica el cumplimiento de la normativa europea marcada por la Directiva de Maquinas 2006/42/CE y el Real Decreto 1644/2008. Todos los elevadores deben cubrir aspectos relacionados con la seguridad de la suspensión ya que es obligada la utilización de cables o cadenas para suspender el habitáculo, requiriéndose al menos dos cables o cadenas independientes, cada uno de los cuales debe disponer de su propio sistema de anclaje.

Para evitar daños durante el uso de los elevadores deben tenerse en cuenta una serie de precauciones:

- a. La instalación y mantenimiento del elevador de servicio, así como su uso, deben ser efectuados exclusivamente por personal cualificado.
- b. El personal debe tener dieciocho años como mínimo. La plantilla debe estar familiarizada con todas las instrucciones relevantes sobre prevención de accidentes y deberán haber recibido formación sobre las mismas.
- c. El personal que vaya a utilizar el elevador debe tener disponible siempre el manual de uso y funcionamiento del elevador. por lo tanto, un ejemplar del manual debe ser entregado el personal laboral y debe permanecer siempre a su disposición para consulta.
- d. Si en dichas operaciones interviene más de una persona el encargado debe nombrar un supervisor responsable de las mismas.

7.8. PLAN DE EMERGENCIA

La ley de Prevención de Riesgos Laborales en sus artículos 20 y 21 establece que toda empresa con algún centro de trabajo que desarrolle actividades con un determinado riesgo, está obligada a adoptar las medidas necesarias para la evacuación, primeros auxilios y actuaciones en caso de emergencia.

Las empresas cuya actividad profesional consiste en el montaje y explotación de un parque eólico deben contar con un plan de emergencia donde quedan definidas las políticas de autoprotección y evacuación del parque eólico en caso necesario.

El plan de emergencia incluirá los siguientes apartados:

- a. La evaluación del riesgo. Se enumeran todos los riesgos detectados y se realizará una valoración de los mismos.
- b. En medios de protección. Se describirán las características de los equipos y las funciones de cada uno, así como su utilización.
- c. Desarrollo del plan de emergencia y evacuación. se establecerán los protocolos ante las diferentes emergencias catalogadas.
- d. Implantación del plan divulgando los aspectos que lo caracterizan, las acciones de formación que se llevarán a cabo y el programa de simulacros.

El plan de emergencias se elaborará con el objetivo de proteger la vida humana, controlar cualquier emergencia que pudiera producirse, minimizar los daños en las instalaciones del parque y al medio ambiente y evacuar el personal implicado en un accidente mayor brevedad posible.

El manual básico de seguridad se les entregará al todos los trabajadores que intervienen el montaje y mantenimiento del parque eólico.

Para establecer el plan de emergencia de un parque eólico se realizará una clasificación de las distintas emergencias que pueden ocurrir en el propio parque:

Conato de emergencia. Es el incidente que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida como el personal y medios de protección del propio parque eólico.

Emergencia parcial. Es el incidente que para ser controlado requiere la actuación de los medios humanos de la zona donde se ha producido la emergencia (aerogenerador, centro de control etc.). Los efectos de la emergencia parcial quedarán limitados a esta zona y no afectarán a otras instalaciones del parque eólico ni a terceras personas.

Emergencia General. Es el incidente que precisara de la ayuda de los servicios de socorro exteriores al parque, además de la actuación de todos los equipos y medios de protección del parque eólico. La emergencia general comportará la evacuación de todo el parque eólico. Un ejemplo sería un buen efecto incendio forestal que rodeará el parque.

Los componentes de los equipos de prevención deberán:

- a. Tener amplia formación de los riesgos potenciales a que está sometido el parque eólico.
- b. Tener conocimiento de la existencia y forma de uso de los medios materiales de autoprotección de que se dispone.
- c. Hacer constar las anomalías que detecten en su trabajo rutinario y verificar que han sido subsanadas pasado un periodo de tiempo desde la comunicación de las mismas.
- d. Están capacitados para subsanar las causas que puedan provocar cualquier anomalía, mediante una acción indirecta (por ejemplo avisando a las personas designadas en el Plan de Emergencia) o mediante una acción directa (poner en parada un aerogenerador, desconectar el parque de la red eléctrica, cerrar suministro de gas, aislar materias inflamables, etc.).
- e. Coordinarse con los miembros de otros equipos para anular los efectos de los posibles incidentes o reducirlos al mínimo.

7.8.1. Plan de evacuación

Tipo de evacuación		
En función del tiempo disponible	Evacuación sin urgencia	• Cuando la situación permite disponer de tiempo suficiente para intentar no sólo salvar vidas, sino también los bienes (valores económicos, documentales, etc.); es decir, cuando es posible realizar "parada segura" de la actividad.
	Evacuación con urgencia	• Cuando el riesgo requiere evacuar inmediatamente la zona afectada, atendiendo únicamente a salvar el mayor número de vidas posible.
En función de la extensión del área afectada	Evacuación parcial	• Cuando se precisa desalojar áreas más o menos amplias del Parque Eólico, sin necesidad de desalojarlo en su totalidad.
	Evacuación general	• Cuando la magnitud del siniestro requiere el completo desalojo del Parque Eólico.

Figura 8. Tipos de evacuación.

Como criterio general, ante una situación de emergencia, la responsabilidad de ordenar la evacuación general y comprobar la realización del aviso a los Servicios de Ayuda Exterior recaerá en el responsable del Parque Eólico en ese momento.

Como no es posible determinar con absoluta certeza la evolución del siniestro, es necesario conocer con anterioridad todas las posibles vías de evacuación; para en el momento de la emergencia definir si son todas de aplicación o por el contrario debe excluirse alguna.

En caso de parada segura el aviso será verbal o telefónico. Recibido el aviso: se comunicará a la zona la necesidad de finalizar rápidamente las operaciones que realicen, al objeto de desalojar el área afectada de forma tranquila e intentar al mismo tiempo salvar los bienes. • Se procederá a la parada controlada de equipos.

En el caso de evacuación urgente el aviso será verbal o telefónico, por señal de alarma o por megafonía. Una vez recibido el aviso: se transmitirá la orden de evacuación al personal de la zona, atendiendo únicamente a salvar la integridad de las personas. Se procederá a la parada de equipos utilizando los sistemas de paro de emergencia (si la situación lo permite).

En el proceso de evacuación se realizará un barrido del área comprobando que no

quedan rezagados, canalizando el flujo hacia las salidas del Parque Eólico practicables. Se procederá al desalojo de las zonas de servicios y al control y manejo de las instalaciones generales. Finalizada la transmisión de la alarma, se procederá a realizar un barrido descendente de comprobación de las zonas evacuadas.

La persona responsable de dirigir la emergencia se desplazará a un lugar visible entre el Punto de Reunión y el acceso principal del Parque Eólico; al objeto de coordinar las acciones oportunas, verificar la evacuación efectiva y recibir los Servicios de Ayuda Exterior.

Una vez finalizada la emergencia y previo informe favorable de los Servicios de Ayuda Exterior, se transmitirá al personal la orden de restablecer los trabajos, procediendo al retorno al Parque Eólico y vuelta a la normalidad.

IMPORTANTE:

En todo caso, el responsable operativo realizará un informe al objeto de adoptar las medidas correctoras necesarias para evitar la repetición del suceso.

7.8.2. Plan en caso de accidente personal

Se debe realizar una evaluación del lugar del accidente y detectar posibles peligros que pudieran existir, bien para el accidentado o para la persona que va a socorrerlo, de esta forma se evita que el socorrista se convierta en una víctima más (por ejemplo, si se trata de una electrocución, no toque a la víctima hasta no se proceda al corte de la corriente eléctrica).

Se procederá a socorrer a la víctima, determinando que tipo de lesiones tiene. Para ello realizaremos la exploración del accidentado.

Exploración primaria:

- Nivel de consciencia, hablando o tocando al accidentado.
- Respiración: si se nota o se siente el paso del aire o la elevación del pecho.
- Pulso: si presenta pulso carotídeo.

Exploración secundaria:

- exploración general desde la cara y cabeza hasta las extremidades para descartar otras lesiones (hemorragias, contusiones).

Si se trata de pequeñas lesiones, las primeras curas serán suministradas por el personal formado en primeros auxilios con el material del botiquín existente en el Parque Eólico / la obra, y se procederá al traslado al centro de salud más cercano indicado. Para la intervención facultativa ante siniestros con lesiones de más consideración se dará aviso a los Servicios de urgencia, indicando el estado del herido, dando comienzo la secuencia de acciones para el soporte vital básico correspondiente según la tipología de las lesiones, hasta la llegada de los mismos.

Para cualquier accidente / incidente, se deberá realizar una investigación detallada para:

- Descubrir las causas que posibilitaron su origen, propagación y consecuencias.
- Analizar el comportamiento de las personas y los equipos.
- Redactar un informe que recoja los resultados de la investigación realizada incluyendo las medidas correctoras necesarias. Si se considerase necesario, se remitirá copia de dicho informe al Cuerpo de Bomberos de la zona y a los Servicios de Protección Civil.

Todos los datos de interés de los servicios de urgencia estarán expuestos en el Parque Eólico en sitio bien visible en la entrada, en tablón de anuncios y frente al teléfono del Parque Eólico.

7.8.3. Manejos de extintores

Se deberá utilizar el extintor adecuado al tipo de fuego.

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO				
	A	B	C	D	E
Agua Pulverizada	Muy adecuado	Aceptable (combustibles líquidos no solubles en agua, gas-oil, aceite...)			Peligroso
Agua a Chorro	Adecuado				Peligroso
Polvo BC (convencional)		Muy adecuado	Adecuado		
Polvo ABC (polivalente)	Adecuado	Adecuado	Adecuado		
Polvo Específico Metales				Adecuado	
Espuma Física	Adecuado	Adecuado			Peligroso
Anhidrido Carbónico (CO ₂)	Aceptable (Fuegos pequeños. No apaga las brasas)	Aceptable (Fuegos pequeños)		Aceptable	Aceptable (Excelente para salas de ordenadores)
Hidrocarburos halogenados	Aceptable (Fuegos pequeños)	Aceptable (Fuegos pequeños)			Aceptable

Figura 9. Clases de extintores.






	Fuegos de materiales sólidos, principalmente de tipo orgánico. La combustión se realiza produciendo brasas. Madera, papel, cartón, tejidos...
	Fuegos de líquidos o de sólidos que con calor pasan a estado líquido. Alquitrán, gasolina, aceites, grasas..
	Fuegos de gases. Acetileno, butano, propano, gas ciudad...
	Fuegos de metales y productos químicos reactivos, como el carburo de calcio, metales ligeros, etc. Sodio, potasio, aluminio pulverizado, magnesio, titanio, circonio..
	Fuegos en presencia de tensión eléctrica superior a 25 KV. Conviene diferenciarlos del resto por la importancia y diferencia de actuaciones a los mismos

Figura 10. Clases de fuegos.

Para utilizar un extintor se procederá de la siguiente manera:

1. Quitar el precinto de seguridad y tirar de la anilla enérgicamente.
2. Coger la maneta y presionar la palanca de disparo. Apretar la válvula de disparo.
3. Dirigir el agente extintor al fuego. Dirigir el chorro a la base de las llamas. Evitar que una presión excesiva propague el fuego a otras zonas. Mover la maneta en zigzag barriendo la superficie incendiada. Asegurar siempre un camino de repliegue.
4. Recargar tras su uso. Una vez utilizado, recargarlo inmediatamente y volver a colocarlo en su sitio.

1. TELÉFONOS DE INTERÉS		
	URGENCIAS	112
	BOMBEROS	080
	EMERGENCIAS	112
	PROTECCIÓN CIVIL	085
	GUARDIA CIVIL	062
 T Tóxico T+ Muy tóxico	INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA	915 620 420

Figura 11. Teléfonos de interés.