

ASEGURAMIENTO DE PARQUES EÓLICOS



Nacional de Reaseguros S.A.

INTRODUCCIÓN

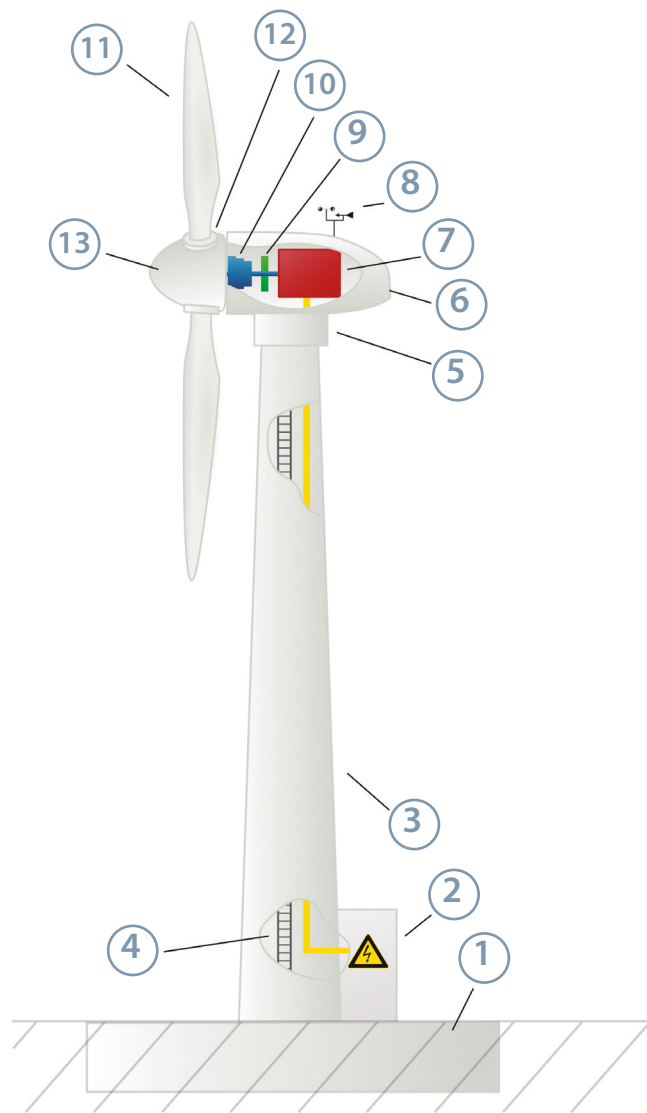
La implantación y consolidación de la potencia instalada eólica a nivel mundial ha promovido unas necesidades específicas aseguradoras para este tipo de operaciones. A día de hoy existen soluciones aseguradoras adaptadas tanto a la fase de construcción de un parque eólico como a su operación, precisando para ello disponer de unos conocimientos técnicos mínimos relativos al funcionamiento de este tipo de instalaciones. El seguro adaptado a esta actividad debe comprender la prestación de cobertura específica a los daños materiales que puedan acaecer, pérdida de beneficios derivada de la ocurrencia de un siniestro, así como los gastos derivados por las labores de restitución del daño.

ELEMENTOS DE UN PARQUE EÓLICO

Elementos físicos

El aerogenerador

Un aerogenerador es un generador de electricidad activado por la acción del viento. El viento mueve la hélice y a través de un sistema mecánico de engranajes hace girar el rotor de un generador, que produce la corriente eléctrica.



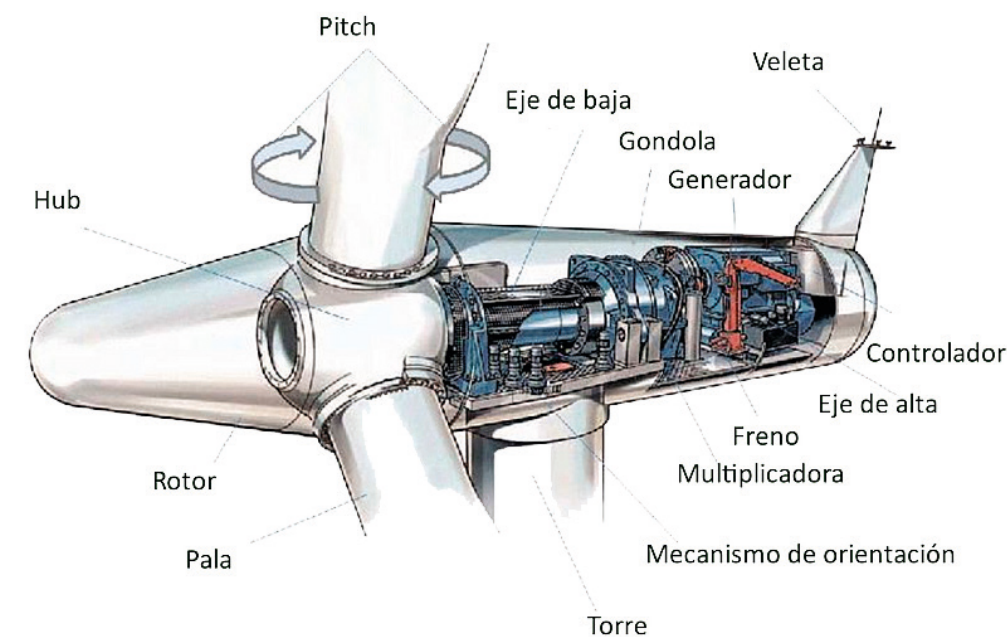
Principales componentes

- **Cimentación:** consta del anclaje y la zapata.
- **Transformador eléctrico:** eleva el potencial eléctrico desde baja a media tensión. Normalmente se encuentra ubicado en la góndola o en la torre.
- **Torre:** de acero u hormigón, soporta la góndola y el rotor. A mayor altura de la torre, la velocidad del viento aumenta.
- **Escalera de acceso o elevador.**
- **Mecanismo de orientación:** controlado electrónicamente, orienta la góndola en función de la dirección del viento.
- **Góndola:** es la carcasa que protege los componentes que componen la turbina.
- **Generador eléctrico:** es la parte del aerogenerador que convierte la energía en electricidad. Unidad de refrigeración: ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico
- **Anemómetro y veleta:** son los instrumentos que proporcionan los datos de dirección y velocidad de viento.
- **Freno:** Situado en el eje de alta velocidad, consiste en un freno de disco

mecánico. Se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico o durante el proceso de mantenimiento de la turbina.

Transmisión:

- **Eje de baja velocidad:** conecta el buje del rotor al multiplicador, a una velocidad de giro lento.
- **Eje de alta velocidad:** gira más rápido que el eje de baja velocidad, lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico.

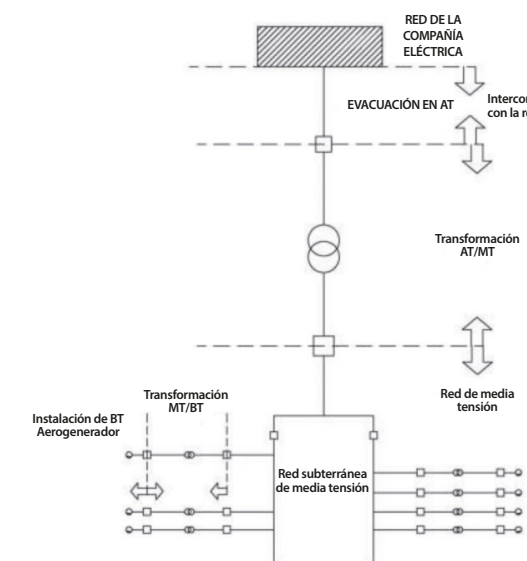


- **Multiplicadora:** Conecta el eje de baja velocidad (bujes) con el de alta velocidad (generador), a una determinada relación de giro. En algunos diseños se elimina este componente, quedando el generador conectado directamente al buje a través de un único eje.

- **Palas del rotor:** capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje.
- **Inclinación de la pala.**
- **Buje:** es un elemento que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.

Red de evacuación y Subestación

El sistema eléctrico de un parque eólico tiene por objeto la transferencia de la energía producida por cada aerogenerador hasta la red de la compañía eléctrica. Está compuesto por los siguientes elementos:



- **Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT):** Consiste en unos circuitos internos que conectan la salida del generador con el transformador, y que eleva el potencial eléctrico de salida desde Baja Tensión hasta Media Tensión. Este transformador suele ser de tipo seco, al estar localizado dentro de la torre o la góndola.



- **Red subterránea de Media Tensión (MT):** Conecta los aerogeneradores entre sí así como a la subestación del parque eólico.
- **Toma de tierra:** Cada aerogenerador debe estar provisto de una toma específica para la red de tierra.
- **Subestación colectora:** transforma los niveles de MT de las líneas de transmisión del parque en valores de tensión superiores. De este modo, las medidas de energía eléctrica generada en el parque (MT) se ajustan con las necesarias para su vertido a la red de la compañía distribuidora de electricidad (AT).
- **Evacuación en Alta Tensión (AT):** la forma más eficiente de evacuar la energía producida por el parque eólico es la Alta Tensión, ya que disminuyen las pérdidas a causa de caídas de tensión por resistencia y reactancia.

Contratos de Garantía. Contratos de Operación y Mantenimiento

Quién puede prestar el servicio de mantenimiento

- El servicio técnico del suministrador o fabricante del aerogenerador.
- La ingeniería encargada del proyecto y/o de la construcción del parque.
- Empresas especializadas en mantenimiento de aerogeneradores en general, sin importar quién es el suministrador o el fabricante.
- Empresas de mantenimiento generalistas, no especializadas ni en una tecnología ni en una marca concreta de equipos.

Alcance del Contrato

Los proveedores suelen ofrecer sus servicios a través de una gama de opciones que van desde las más básicas a las más amplias. Por ello, resulta fundamental el análisis en cada caso del alcance del contrato en vigor, el cual puede incluir:

- Operación.
- Mantenimiento programado.

- Mantenimiento correctivo.
- Servicio telefónico 24h.
- Materiales (para mantenimiento programado o todo incluido).
- Garantía de disponibilidad.
- Servicios especiales (termografías, análisis de vibraciones, grúas y medios de elevación, calibración de instrumentación, revisiones legales de alta tensión, auditorías de gestión/técnicas/energéticas, informes de optimización, etc.).



RIESGOS PRINCIPALES Y RECOMENDACIONES POR LÍNEA DE NEGOCIO

Línea de Negocio	Riesgos principales	Recomendaciones
Construcción	Colapso de la torre	Informe geotécnico y descripción de la cimentación; el método de anclaje debe ser precisado.
	Error de Diseño	Certificación del aerogenerador. Nota de cálculo (equipos y obra civil); descripción del método por el que se echa el hormigón u otros materiales ; examen del efecto de la corrosión.
	Colapso de equipos como turbina o transformadores	Procedimiento de acarreo.
	Siniestros en serie	Medidores de sensores de estrés y vibraciones supervisados permanentemente con alarmas e inspección visual por parte del equipo de mantenimiento.
Responsabilidad Civil (RC) de Construcción y Explotación	Salud y seguridad: personas heridas	Organización de la salud y seguridad y formación del personal. Equipos de autoprotección.
	Impacto sobre la flora/fauna y contaminación	Exámenes de protocolo de intervención.
Avería de Maquinaria	Avería de la multiplicadora/sistemas de lubricación	Mantenimiento y análisis de ruidos, vibraciones y aceite.
	Avería del generador	Control anual de los sistemas de seguridad (sobretensión, sobrecorriente, vibraciones, pérdida de aislamiento, rodamientos y rotor), índice de polarización anual.
	Avería del transformador y principal conexión a la red eléctrica	Control anual de la cantidad de gas disuelto. Control de la presión y sistemas de alarma.
	Cimentaciones	Control y seguimientos de posibles grietas de fundación y pares de apriete.
	Palas	Control y seguimiento de fisuras / grietas, decoloraciones, rugosidades y estado de borde de ataque.
	Eje principal y rodamientos	Comprobación de la alineación del eje principal y control y seguimientos del engrase y estado del rodamiento del eje principal.

Línea de Negocio	Riesgos principales	Recomendaciones
Incendio y Explosión	Incendio/explosión de equipos eléctricos como transformadores principales o multiplicadoras. Incendio en armarios eléctricos o galerías de cables	Eliminación en la medida de lo posible de materiales inflamables en la góndola y limitación de las fuentes de ignición (recubrimiento del disco de freno). Extinción de gas automática; detectores de incendios con alarmas a la sala de control.
Riesgos de la Naturaleza	Inundación	Control de la humedad en las subestaciones eléctricas y parada automática de dispositivos de distribución en caso de nivel de agua elevado.
	Terremoto	Apagado automático en caso de aceleración o vibraciones superiores a los niveles aceptables según la especificación del fabricante.
	Viento	Limitación de efecto dominó por la distancia entre aerogeneradores (3 veces la longitud de las palas de ancho y 10 de profundidad) y sistemas de seguridad en términos de control de ángulo de giro
	Rayo	Protecciones contra impacto directo de rayo en palas y góndola, así como su verificación periódica.

CONSIDERACIONES DE SUSCRIPCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

Información requerida

- Detalles específicos del proyecto: inversión, presupuesto desglosado y cobertura de seguro requerida.
- Localización y condiciones del lugar en relación con el suelo, clima, etc.
- Contratista principal y subcontratistas.

- Fabricante y modelo de las turbinas.
- Medidas de protección y gerencia de riesgos.
- Cronograma.
- Ley y jurisdicción aplicables.
- En caso de solicitar ALOP (Pérdida de Beneficios Anticipada por pérdidas de margen bruto o neto por retraso en la finalización de los trabajos), tiempo de reemplazo de equipos críticos.

- En caso de solicitar transporte terrestre, localización de origen de transporte y comprobación de ruta planificada.

Parámetros a considerar para el cálculo de las Condiciones

Los siguientes factores pueden influir en las tasas a cotizar:

- Potencia y tipo de tecnología del aerogenerador elegido.
- Cronograma sin desviaciones atípicas.

- Cimentaciones adaptadas al tipo de suelo existente.
- Riesgo del Fabricante, en base a LEG2 (cobertura de las consecuencias de un defecto, pero no de su rectificación).
- Riesgo de huelga, motín y conmoción civil.
- Cuellos de botella para el riesgo de ALOP.
- Características del transporte terrestre.
- Riesgos de la Naturaleza como terremoto, viento e inundación.

Coberturas y Exclusiones

- Franquicia obligatoria.
- Mantenimiento: extendido hasta 24 meses.
- Cláusula de Siniestros en Serie.
- En caso de turbinas sin certificación de tipo, añadir exclusión de prototipos y error de diseño LEG 1 (exclusión del defecto y sus consecuencias).
- Conjuntamente con el proyecto de construcción (nunca por separado) se puede cubrir RC general, ALOP y Transportes consecutivos a un daño material asegurado que afecte a los bienes asegurados.

- Considerar las acumulaciones para riesgos de la naturaleza a efectos de establecer la responsabilidad máxima.

CONSIDERACIONES DE SUSCRIPCIÓN EN OPERACIÓN

Información requerida

- Antigüedad de los parques y porcentaje bajo la garantía del fabricante.
- Fabricante y modelo los aerogeneradores.
- Problemas conocidos del modelo a asegurar (cimentaciones, generadores, bastidores, palas, rodamientos, etc.).
- Experiencia de los diseñadores y de las partes interesadas que permitan una disponibilidad anual elevada (cercana al 100%).
- Alcance del contrato de mantenimiento y confirmación de que será mantenido sin cambios durante el periodo asegurado.
- Periodicidad del control, mantenimiento y supervisión.
- Control de la exposición y acumulación de los riesgos de la naturaleza.

Parámetros a considerar para el cálculo de las Condiciones

- Potencia y tipo de tecnología de los aerogeneradores.
- Antigüedad del parque eólico.
- Disponibilidad de garantía de fabricante en los equipos.
- Empresa mantenedora y alcance del contrato de mantenimiento, verificando si se incluye el gran correctivo (reposición de todos los grandes elementos).
- Política y disponibilidad de piezas de recambio.
- Posibilidades de repuesto para transformadores.
- Periodo de Indemnización.
- Riesgos de la naturaleza.

Coberturas y Exclusiones

- Cláusula de Siniestros en Serie.
- Cláusula de Prototipos: exclusión para aquellos modelos que no cuenten con certificado de tipo.
- Error de diseño (LEG3: cobertura de las consecuencias del defecto, así como su corrección).



ESTÁNDARES DE PROTECCIÓN

Incendio

Por encima del estándar		Estándar	Por debajo del estándar
Material de construcción	Sin material combustible adicional; adecuada separación espacial.	Ningún material combustible adicional en el molino.	Material combustible adicional en el molino.
	Aceite dieléctrico < 1 tonelada.	Separación espacial adecuada.	Sin separación espacial adecuada.
	Aceite lubricante en góndola <250 l. Sin fluidos de lubricación combustible.		
Protección pasiva	Muro cortafuegos de separación con resistencia 4h entre el edificio y los transformadores.	Muro cortafuegos de separación con resistencia superior a 2h.	Sin indicación de muros cortafuegos.
	Baja cantidad de material compuesto en la góndola.		Sin distancia suficiente entre los transformadores. Gran cantidad de material compuesto en la góndola.
Protección activa	Protección automática contra incendios diseñada de acuerdo a la NFPA para la subestación eléctrica, transformadores y góndolas.	Protección automática contra incendios diseñada de acuerdo con la norma NFPA para la subestación eléctrica y transformadores.	Sin protección automática contra incendios o con ella, pero con un diseño desconocido.
Supervisión y alarmas	Alarmas de detección de incendios en todas las góndolas y en la subestación conectadas con sala de control permanente; disparo de la turbina (procedimiento de parada de emergencia).	Alarmas de detección de incendios en todas las góndolas y subestación, sin disparo automático, transmisión de alarmas a sistemas como teléfono móvil u ordenador sin atención permanente.	Sin transmisión externa, no hay detectores de incendios en las góndolas.
Interdependencia	El parque eólico, la subestación y el cable de evacuación pertenecen al mismo un dueño (más de una subestación o cable).	Diferentes propietarios para subestación, parque eólico y cable de evacuación (más de una subestación o cable).	Diferentes propietarios para subestación, parque eólico y cable de evacuación (una subestación o cable).

Avería de Maquinaria

Por encima del estándar		Estándar	Por debajo del estándar
Fiabilidad de la maquinaria	Prototipo y/o máquina sin certificación de tipo.		Prototipo y/o máquina sin certificación de tipo.
Especificación de los equipos	Diseño conocido.	Diseño conocido.	Diseño desconocido o cuestionable.
	Antigüedad de los equipos inferior a 5 años.	Antigüedad de los equipos entre 5 años y 10 años.	Antigüedad de los equipos superior a 10 años.
	Diseño de las turbinas para velocidad del viento elevadas.	Diseño de las turbinas para velocidad del viento elevadas.	Diseño de las turbinas para velocidad del viento medias o bajas.
Elementos Humanos	Exámenes no destructivos anuales formalizados para los equipos mecánicos en góndolas.	Pruebas y controles mecánicos formalizados anualmente con al menos barrido infrarrojo.	Sin métodos regulares o son cuestionables.
	Sensores de seguridad.	Análisis de aceite dieléctrico.	Sin análisis de aceite dieléctrico.
	Barrido infrarrojo anual.	Análisis de aceite mecánico.	Sin análisis regular del aceite.
	Análisis de aceite dieléctrico.	Prueba de sensores de seguridad	
	Celdas cada 5 años.		
	Examen visual de torre y cimentación.		
	Prueba anual de la función de protección contra la corrosión catódica.		
	Prueba trianual de protección de corrosión catódica.		
	Inspecciones visuales anuales de las palas.		
	Prueba regular de protección contra rayos.		



	Por encima del estándar	Estándar	Por debajo del estándar
Protección instalada	Alarmas técnicas instaladas como control de la vibración, nivel del tanque de aceite y temperatura, rodamientos, velocidad del viento, velocidad de rotación, potencia desarrollada, dirección de góndola, temperatura exterior, humedad, anti-hielo en palas.	Con protección por encima del estándar pero con defectos menores.	Alarmas técnicas estratégicas como vibraciones, velocidad de rotación, temperatura rodamientos, temperatura aceite dieléctrico.
	Protección eléctrica para el generador, nivel y temperatura del aceite dieléctrico en transformadores, sobretensión/sobrecorriente.		Sin información de las condiciones climáticas externas
	Transmisión de alarmas a una sala de control permanentemente asistida y que disparan la turbina o subestación.		

SINIESTROS: PRINCIPALES ESCENARIOS Y CAUSAS

Principales escenarios

	Origen más probable	Daños materiales	Tiempo de reemplazo
Incendio en aerogenerador	- Avería mecánica en multiplicadora o freno mecánico. - Fallo eléctrico en generador o transformador. - Impacto de rayo.	Pérdida total del aerogenerador.	De 9 a 12 meses.
Incendio en subestación del parque eólico	Fallo eléctrico en transformador.	Pérdida total del transformador y afección de instalaciones anexas.	En función de la potencia del transformador, puede llegar a los 15 meses.
Avería de Maquinaria	- Avería mecánica en multiplicadora. - Fallo eléctrico en generador o transformador. - Daño estructural en cimentaciones.	En función del elemento dañado, oscila entre el 7% y el 30% del valor del aerogenerador.	Si no es un elemento estructural, de 10 a 45 días. En caso contrario, puede llegar hasta los 6 meses.
Daños externos	- Impacto de rayos. - Tormenta. - Otros fenómenos meteorológicos.	El elemento dañado más habitual será la pala. En función del daño, puede oscilar entre una reparación en parque o la sustitución del rotor.	Si es una reparación, inferior a un mes. Si es una sustitución, puede llegar hasta los 4 - 6 meses.

Causas principales

Durante la operación, el mayor número de incidentes se produce en los principales componentes del rotor, multiplicadora y generador:

- Multiplicadoras

- Manchas grises debido a cargas elevadas y tipo de aceite de lubricación inadecuado, así como diseño inadecuado de las correcciones de flanco del diente que provocan grietas en los mismos.
- Partículas extrañas (por ejemplo de los cojinetes gastados) se adhieren a las superficies de los dientes.
- Inclusiones en piezas fundidas o forjadas que provocan grietas.
- Rodamientos de engranajes fallan debido a la fatiga causada por la elevada carga axial y tangencial, torsión y flexión de la caja así como lubricación inadecuada
- Engranajes y dientes rotos debido al endurecimiento de las imperfecciones de los engranajes e inclusiones de piezas fundidas en ellos.

- La calidad del aceite así como su distribución en la multiplicadora no se adecúa a la carga operativa.
- Falta de monitorización del estado o interpretación errónea de los datos que provoca la destrucción total de la multiplicadora.

Generadores

- Cortocircuito del anillo colector causado por falta de mantenimiento.
- Daños eléctricos en los rodamientos debido a falta o daños de la capa aislante.

- Aislamiento de bajo coste en los bobinados que provoca un fallo mucho antes del final de su vida útil.
- Daños por vibraciones a otros componentes debido a alineación defectuosa del generador con la multiplicadora.

Transformadores

- Sin protección contra sobretensiones.
- Falta de monitorización de temperatura que provoca sobrecalentamiento.



A photograph of several white wind turbines standing in a green field with small purple flowers. The sky is blue with some clouds. The image is partially cut off by the right edge of the page.

NACIONAL DE REASEGUROS EN EL SEGURO DE PARQUES EÓLICOS

Nacional de Reaseguros ha desempeñado un papel activo en el desarrollo del aseguramiento de parques eólicos tanto en España como a nivel internacional, adaptándose a las necesidades específicas derivadas de su naturaleza y los avances tecnológicos.

Nuestra entidad mantiene una posición de liderazgo en este tipo de seguros, disponiendo para ello de un equipo de profesionales con amplia experiencia en el sector asegurador y, en concreto, en el ámbito de la energía eólica.

Nacional de Reaseguros pone a disposición de sus cedentes su contrastada experiencia con el fin de ofrecer soluciones a las exigencias de mercado, aportando un valor añadido en la suscripción, tarificación, tramitación de siniestros, inspección de riesgos, así como en cualquier otro aspecto en el que nuestros clientes requieran de nuestra colaboración.

Domicilio Social

Zurbano, 8 - 28010 Madrid

Tel. +34 913 081 412 -Fax + 34 913 199 543

nr@nacionalre.es

www.nacionalre.es



Nacional de Reaseguros S.A.