

IRATA Internacional Código de buenas prácticas.

Para el acceso mediante cuerdas en entornos industriales.



Anexo V

Guía IRATA para el acceso por cuerdas
sobre turbinas eólicas



Anexo V Contenido

1. Introducción	4
Alcance y objetivo	4
2. Documentos de referencia normativa.	6
Código de Buenas Prácticas Internacionales de IRATA [TC-102]	7
Esquema de formación, evaluación y certificación de IRATA [TC-101]	7
3. Términos, definiciones y acrónimos	8
4. Nomenclatura de las turbinas eólicas	10
5. Sistema de trabajo seguro	11
Planificación del proyecto	11
Selección del equipo humano	13
Tamaño del equipo	15
Gestión y supervisión del equipo	16
Selección, mantenimiento, cuidado e inspección del equipo	16
Permiso de trabajo	19
Sesión informativa previa al empleo	19
Consideraciones especiales: Comprobaciones previas al uso, Comprobaciones de un compañero	19
6. Riesgos y amenazas	20
Riesgos, peligros y medidas de control asociados con el acceso mediante cuerdas. Ejemplos de riesgos y peligros generales. Consideraciones para situaciones de emergencia y rescates.	20
Condiciones meteorológicas y otros peligros naturales.	23
Ejemplo de evaluación de riesgos	24
Control de los métodos de trabajo	25
7. Comunicación	26
8. Procedimiento de emergencia	28
Procedimientos de emergencia para el acceso mediante cuerdas	28
Procedimientos de emergencia específicos para turbinas eólicas	29
9. Publicaciones útiles	31



1. Introducción

Alcance y objetivo

La Asociación de Comercio de Acceso Industrial mediante Cuerdas (IRATA) es la principal autoridad mundial en acceso industrial mediante cuerdas. Desde su fundación hace más de 30 años, su Sistema de Trabajo Seguro ha establecido el estándar global para el trabajo seguro en altura. El esquema de certificación de técnicos de IRATA es reconocido como un estándar industrial internacional para técnicos de acceso mediante cuerdas.

IRATA agrupa a empresas miembros que operan a nivel global y en diversos sectores industriales, tales como petróleo y gas, construcción, geotecnia y energías renovables. El acceso mediante cuerdas se emplea tanto en alta mar como en tierra firme y suele ser el método más eficiente para acceder a áreas de difícil acceso en aerogeneradores, subestaciones y mástiles meteorológicos asociados a parques eólicos, permitiendo así la realización de trabajos de mantenimiento y reparación, como la reparación de palas, la pintura, la inspección y las pruebas no destructivas.

Este documento ofrece información y directrices sobre la ejecución de trabajos de acceso mediante cuerdas en la industria eólica, con el objetivo de ayudar a identificar los peligros y riesgos asociados, así como resaltar los requisitos de formación, equipos y permisos adicionales. Este documento debe ser leído en conjunto con el Código Internacional de Prácticas (ICOP) de IRATA [TC-102], el Esquema de Formación, Evaluación y Certificación (TACS) [TC-101] y otras publicaciones relevantes de IRATA.

Nota: La información contenida en este documento es orientativa y no exhaustiva; los usuarios deben cumplir con los requisitos y regulaciones legales aplicables en la región en la que operan.



"IRATA International ofrece directrices reconocidas a nivel mundial que respaldan el trabajo seguro y eficiente en altura en toda la industria de la energía eólica."

2. Documentos normativos de referencia



Código de Buenas Prácticas Internacionales de IRATA 'ICOP'

Este documento proporciona recomendaciones y directrices sobre la utilización del Sistema de Trabajo Seguro de IRATA y los métodos de acceso mediante cuerdas para aplicaciones industriales, como el acceso a edificios o estructuras terrestres o marinas, así como a elementos naturales, como acantilados, donde las cuerdas constituyen el principal medio de acceso, salida o apoyo, así como el principal recurso de protección contra caídas.

<https://irata.org/downloads/2055>

Programa de Capacitación, Evaluación y Certificación 'TACS' de IRATA

La competencia del personal que emplea métodos de acceso mediante cuerdas es un componente fundamental del Sistema de Trabajo Seguro de IRATA. Este documento técnico (TC-101) especifica los requisitos de certificación para los técnicos de acceso mediante cuerdas de IRATA. El esquema posee la acreditación ISO/IEC 170241.

<https://irata.org/downloads/2059>

¹ ISO/IEC 17024 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los organismos que llevan a cabo la certificación de personas.

3. Términos, definiciones y acrónimos

Cuchillas	los componentes aerodinámicos conectados al rotor de una turbina eólica. Las palas están diseñadas para capturar la energía cinética del viento y transformarla en energía rotacional.
Descensor de velocidad controlada (CRD)	un dispositivo de rescate de emergencia que desciende automáticamente a una persona a una velocidad constante y controlada.
Sistema de apoyo para ascensos	un mecanismo mecánico o eléctrico concebido para asistir a los técnicos y trabajadores en la ascensión por las escaleras internas de las turbinas eólicas.
Zona de exclusión	el área designada alrededor de un sitio o estructura donde el acceso está restringido o prohibido para salvaguardar la seguridad de los trabajadores y terceros.
Gran centro comercial	Organización Mundial del Viento. la parte central de una turbina eólica, donde se montan las palas y que es responsable de transmitir la energía rotacional generada por las palas al eje de transmisión.
Aislamiento	el Código de Prácticas Internacionales IRATA [TC-102]. la separación de sistemas o componentes eléctricos o mecánicos para prevenir el flujo de corriente eléctrica o el movimiento no deseado.
ICOP	abreviado como "LOTO". Un procedimiento de seguridad diseñado para asegurar que la maquinaria y las fuentes de energía potencialmente peligrosas se apaguen de manera adecuada y no puedan reactivarse durante las labores de mantenimiento o reparación.
S.L.	
Bloqueo/Etiquetado	
Góndola	La estructura situada en la parte superior de una torre de turbina eólica que alberga componentes esenciales para la generación de electricidad.
Subestación offshore	Una estructura marina encargada de recolectar, transformar y transmitir la electricidad generada por las turbinas eólicas a la red terrestre.
PFPE	Equipo de protección personal contra caídas.
PLB	Baliza de localización personal.
RASS	Supervisor de seguridad de acceso por cuerda capacitado bajo el Esquema de capacitación, evaluación y certificación de supervisores de seguridad de acceso por cuerda IRATA [TC-401].

Sistema de trabajo seguro.

Zona de

salpicaduras del

cono rotatorio/nariz

SRL TACS

Pieza de transición
(PT)

un procedimiento para eliminar o reducir los riesgos asociados a una operación la cubierta en forma de cúpula instalada sobre el buje un área específica que se expone intermitentemente al agua debido a las olas y las salpicaduras Línea de vida autorretráctil (también conocida como "carrete de inercia") el Esquema de evaluación y certificación de capacitación IRATA [TC-101] un componente estructural que conecta la torre de la turbina eólica a su cimentación, especialmente en turbinas eólicas marinas la estructura vertical que sostiene la góndola y el rotor de una turbina eólica

Torre

4. Nomenclatura de las turbinas eólicas

La ilustración que se presenta a continuación detalla los componentes esenciales que constituyen una turbina eólica, los cuales se mencionarán a lo largo de este documento.

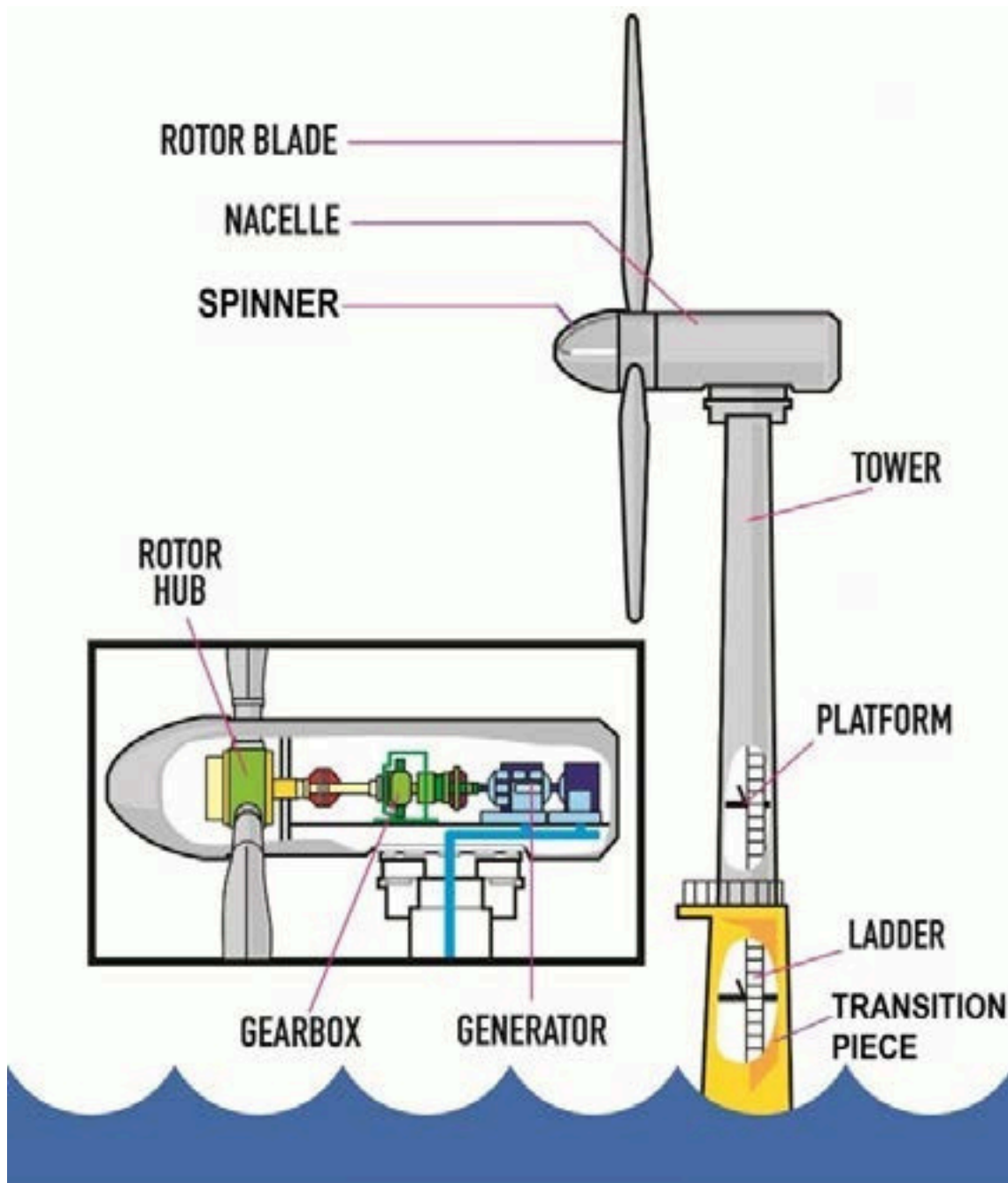


Figura 1 - Elementos fundamentales de una turbina eólica marina.

5. Sistema de trabajo seguro.

Un Sistema de Trabajo Seguro se define como un conjunto de procedimientos que ofrecen instrucciones y documentación del sitio con el objetivo de minimizar los riesgos.

involucrado en una operación. Esta sección resalta los elementos fundamentales que deben implementarse para establecer un Sistema de Trabajo Seguro, que abarca una planificación, gestión y supervisión efectivas, así como la capacitación, el equipo y la selección de personal idóneos. Esta lista no es exhaustiva y pueden ser requeridos otros elementos, dependiendo de la tarea específica que se ejecute y la situación laboral.

Planificación de proyectos

El objetivo primordial de la planificación y gestión eficaces de los proyectos de acceso mediante cuerdas es establecer un entorno laboral que optimice la seguridad y reduzca al mínimo el riesgo de errores, incidentes y lesiones, es decir, ofrecer un Sistema de Trabajo Seguro («ICOP» [TC-102]).

Los trabajos de acceso mediante cuerdas deben ser planificados y gestionados por una o varias personas designadas, quienes son responsables de mantener un sistema de trabajo seguro.

Debido a la complejidad inherente y la ubicación remota de los proyectos de acceso mediante cuerdas en la industria eólica, puede ser necesario llevar a cabo una planificación adicional, así como evaluaciones de riesgos y procedimientos más elaborados, en comparación con otros sectores industriales. Tanto los proyectos terrestres como los marinos enfrentan desafíos comunes en la producción de energía, como el incremento de los controles regulatorios y las estrictas limitaciones de tiempo, lo que hace que la planificación y la programación sean esenciales tanto por razones de seguridad como financieras. Los responsables de la planificación de operaciones en aerogeneradores deben consultar las normas y directrices del fabricante correspondientes al tipo específico de aerogenerador.

"Una planificación, gestión y supervisión efectivas son los fundamentos de un sistema de trabajo seguro, que asegura el control de los riesgos y la primacía de la seguridad en cada fase de un proyecto de acceso mediante cuerdas."



Al planificar un proyecto de acceso mediante cuerdas, es fundamental considerar lo siguiente:

OBJETO / ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Análisis preliminar del trabajo	Se debe llevar a cabo un análisis previo documentado para determinar si los métodos de acceso mediante cuerdas son adecuados para la tarea; por ejemplo, debido al tamaño y la complejidad de la reparación en una pala de turbina eólica, otros métodos de acceso, como una plataforma suspendida, podrían resultar más apropiados. Al seleccionar un equipo de trabajo, es fundamental
Selección de personal	asegurarse de que todo el personal posea las cualificaciones, competencias y capacidad física necesarias para desempeñar su función. Los miembros del equipo pueden requerir formación adicional, por ejemplo, en el uso de equipos específicos y en la familiarización con el entorno laboral. Dentro de un Sistema de Trabajo Seguro IRATA, es imperativo que los trabajos de acceso mediante cuerdas sean supervisados directamente por al menos un Supervisor de Seguridad en Acceso mediante Cuerdas, con el fin de garantizar la seguridad, competencia y rescate. Antes de
Evaluación de riesgos.	iniciar la labor, es necesario llevar a cabo una evaluación de riesgos que documente todos los peligros potenciales identificados y las medidas que se implementarán para controlarlos o eliminarlos. En caso de que esto no sea factible, se deberá establecer cómo se pueden mitigar los peligros a un nivel aceptable, por ejemplo, mediante la creación de zonas de exclusión. Consulte la sección 6 para obtener información sobre peligros y riesgos.
Requisito de atención primaria.	Como parte de la planificación, es fundamental llevar a cabo una evaluación exhaustiva de las necesidades para determinar si la provisión de primeros auxilios para la operación es adecuada en función de la ubicación, el tamaño del equipo y las actividades operativas que se realizan. Se
Selección de dispositivos	deben tener en cuenta los requisitos regionales, locales, legales y específicos del sitio para asegurar que los técnicos cuenten con el Equipo de Protección Personal (EPP) y el Equipo de Protección Personal contra Caídas (EPPC) apropiados. Cuando se realicen trabajos en el agua, también se deben tener en cuenta los requisitos de equipo de supervivencia marítima y proporcionar el equipo adecuado, como chalecos salvavidas, balizas de localización personal (PLB) y trajes de supervivencia/transferencia. Para obtener más información, consulte la Parte 3, Anexo S: Trabajos en el agua, sección 5.5 del documento «ICOP» [TC-102], relacionado con la selección de equipos. En tierra: El planificador del proyecto debe considerar la cantidad y la idoneidad de los
Transporte	vehículos requeridos para acceder al sitio, incluyendo su tamaño, capacidad todoterreno y la posible necesidad de utilizar una moto de nieve. Trabajo en alta mar: Existen requisitos obligatorios de capacitación y EPI (Equipos de Protección Individual) para los equipos que operan en alta mar, los cuales deben cumplirse
Declaración del procedimiento	antes de que se inicie cualquier labor. Antes de comenzar, es fundamental identificar, revisar y registrar los procedimientos que se seguirán durante la ejecución del trabajo. Asimismo, para evitar sanciones y retrasos, el trabajo del proyecto solo debe iniciarse una vez que se hayan obtenido todos los permisos necesarios. Los requisitos de permisos varían entre diferentes países y regiones y pueden ser específicos para actividades sobre el
Plan de salvamento	agua. Antes de iniciar el trabajo, es esencial identificar y documentar los procedimientos y requisitos de rescate y emergencia. Debe existir un plan de rescate específico para la labor que se realiza, el cual debe estar incluido en el Sistema de Trabajo Seguro para cada ubicación del sitio. Para obtener más orientación, consulte la Parte 3, Anexo R: Planificación y Consideraciones de Rescate y Evacuación del ICOP [TC-102]. Se deben
Comunicación	identificar y documentar los métodos de comunicación específicos del sitio y adquirir el equipo adecuado. Además, la evaluación de riesgos, la declaración del método y el plan de rescate deben ser comunicados a las partes pertinentes.



Selección de personal

El acelerado crecimiento del sector de la energía eólica ha aumentado significativamente la necesidad de técnicos. Esta demanda requiere una mayor atención para asegurar que los nuevos técnicos reciban la formación adecuada, se adapten a las condiciones laborales y sean supervisados y orientados de manera efectiva en sus funciones operativas.

Capacitación y habilidades

La competencia del personal que emplea métodos de acceso mediante cuerdas es un componente fundamental de un Sistema de Trabajo Seguro. Para ser considerado competente, un técnico debe poseer una formación profesional o técnica adecuada, así como conocimientos y experiencia práctica suficientes ('ICOP' [TC-102]).

IRATA proporciona formación, evaluación y certificación conforme al 'TACS' [TC-101]; a través del cual los técnicos de acceso por cuerda pueden obtener la certificación en tres niveles técnicos distintos, según su experiencia y grado de evaluación.

Encontrará información adicional sobre IRATA TACS aquí: 'TACS' [TC-101].

La capacitación de IRATA es proporcionada por las empresas miembros de IRATA, que se encuentran en la página web de IRATA (www.irata.org).

Nota: Para obtener información adicional sobre los requisitos y niveles de certificación de técnico de acceso por cuerda de IRATA, consulte el documento 'TACS' [TC-101] y el documento 'ICOP' [TC-102], cláusula 2.5.2.

Debido a los riesgos inherentes a la industria de generación de energía eólica, los técnicos de acceso mediante cuerdas que operan en turbinas eólicas, estructuras asociadas y transporte pueden necesitar capacitación y certificación especializadas adicionales proporcionadas por GWO y otras organizaciones, que incluyen, entre otras:

a. Sistemas de prevención de caídas y asistencia para escalada: Es posible acceder a la góndola de una turbina eólica escalando por ella.

escalera interna o externa, o mediante un ascensor de servicio interno. Las escaleras internas están dotadas de un sistema de detención de caídas y pueden incluir un sistema de asistencia para el ascenso en ausencia de un ascensor de servicio. La inspección básica previa al uso y la utilización de sistemas fijos de detención de caídas (basados en rieles rígidos y cables) se abordan durante la capacitación básica en trabajo en altura en la industria de la energía eólica. No obstante, debido a la amplia variedad de marcas y modelos, puede ser necesaria formación o familiarización adicional.

b. Bloqueo/Etiquetado (LOTO): Las turbinas eólicas son sistemas electromecánicos bastante complejos y contienen

Peligros inherentes. Al trabajar en aerogeneradores, los técnicos deben protegerse de los riesgos asociados al sistema electromecánico. Esto se logra mediante el aislamiento de los componentes eléctricos y las piezas móviles, el drenaje de la presión hidráulica, la disipación de la energía almacenada y la garantía de que estos sistemas no puedan reactivarse accidentalmente ni por personal no autorizado (seguridad del sistema). El aislamiento del sistema se logra siguiendo procedimientos documentados y aplicando el procedimiento LOTO. LOTO es un protocolo de seguridad que asegura que la maquinaria peligrosa y las fuentes de energía estén debidamente apagadas y no puedan reactivarse durante las labores de mantenimiento o reparación, y debe ser ejecutado únicamente por personal capacitado y autorizado.

c. Formación básica y avanzada en seguridad específica de la industria: Esta formación ofrece conocimientos y habilidades para

Trabajo en altura, manipulación manual de cargas, prevención de incendios, supervivencia en el mar y, en caso de emergencia, evacuación, rescate y capacitación en primeros auxilios.

Algunos escenarios de rescate y emergencia en el interior de una turbina eólica pueden demandar la aplicación de técnicas y formación de rescate sin acceso mediante cuerdas; algunos ejemplos incluyen, entre otros:

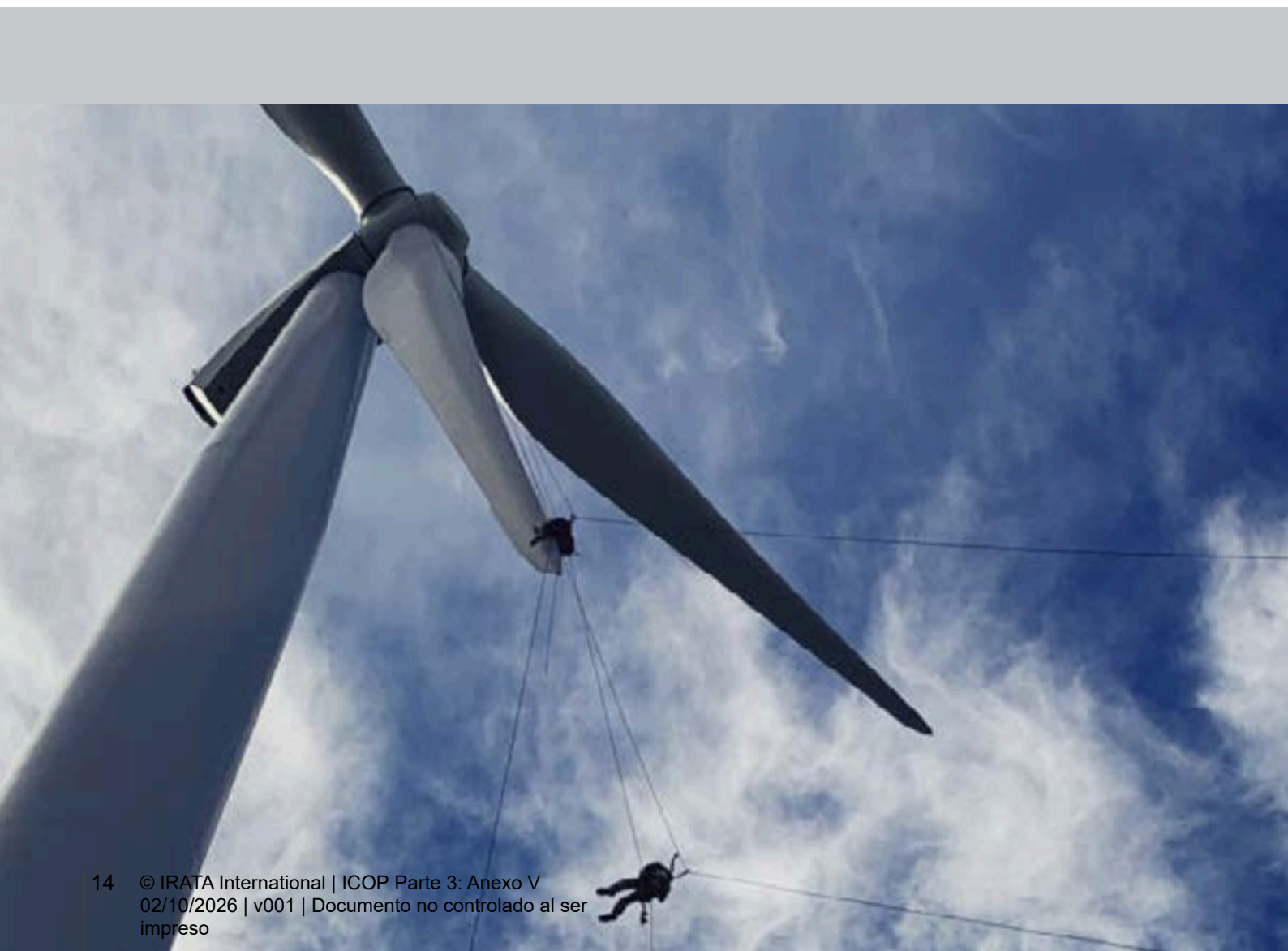
- rescate desde el núcleo (formación avanzada en rescate);
- rescate desde la escalera (formación fundamental para trabajos en altura);
- Rescate desde el interior de la pala de la turbina eólica (formación especializada en rescate);
- evacuación de aerogeneradores (formación fundamental para trabajos en altura); y acceso a espacios confinados.

d. Capacitación técnica:

- reparación de hojas
- ensayos no destructivos
- (END);
- pintura y chorro de arena.
- eléctrico; y mecánico.

Antes de iniciar el trabajo:

- Es necesario identificar y cumplir con los requisitos de capacitación y certificación para el acceso mediante cuerdas. Asimismo, se deben identificar y documentar otros requisitos de capacitación y certificación específicos del trabajo (industria, sitio, equipo, etc.). A los técnicos de acceso mediante cuerdas solo se les deben asignar tareas que correspondan a su nivel de capacitación y competencia.



Tamaño del grupo

El Sistema de Trabajo Seguro de IRATA establece que un equipo de acceso mediante cuerdas debe estar formado por un mínimo de dos técnicos, de los cuales uno debe poseer la certificación IRATA de Nivel 3. No obstante, hay numerosas situaciones que requieren un equipo de acceso mediante cuerdas compuesto por más de dos personas, lo cual puede depender de la naturaleza del trabajo, las condiciones del entorno, la competencia del equipo y los posibles escenarios de rescate.

Debido a la distancia y las condiciones laborales típicas en las turbinas eólicas, es crucial tener en cuenta el tamaño mínimo adecuado de los equipos. Un tamaño de equipo apropiado para las operaciones es esencial para la mitigación y prevención de incidentes, así como para la eficiencia operativa.

'ICOP' [TC-102], cláusula 2.11.6.3:

"Un equipo de acceso por cuerda compuesto por dos personas solo debe considerarse en circunstancias en las que la recuperación y el rescate por parte de"

El rescate de un técnico de acceso mediante cuerdas a un compañero de trabajo puede llevarse a cabo de manera rápida y sin la asistencia de terceros, por ejemplo, cuando cualquier posible rescate implique el descenso directo de la víctima a un lugar seguro. Siempre que el rescate potencial de la víctima no requiera dicho descenso directo, se debe considerar un equipo de tres técnicos de acceso mediante cuerdas como el tamaño mínimo habitual del grupo, a menos que existan otros acuerdos específicos que hayan sido probados y verificados por los técnicos de acceso mediante cuerdas.

La capacitación, las habilidades, la experiencia y la magnitud del equipo de trabajo deben ser apropiadas para abordar cualquier emergencia, incluidas aquellas que puedan surgir del acceso y la salida de la turbina eólica o de áreas específicas de la misma, por ejemplo:

el centro, las plataformas de la pieza de transición, dentro de la torre, dentro de la pala. Estas consideraciones pueden ser pasadas por alto durante la planificación y en las evaluaciones de riesgos, los procedimientos y los planes de rescate. Por ejemplo, si el equipo de trabajo solo consta de un técnico de acceso por cuerda de Nivel 1 y un técnico de Nivel 3, el técnico de Nivel 1 nunca debería encontrarse en una posición donde un rescate esté más allá de sus capacidades; por ejemplo, el programa de estudios de Nivel 1 de IRATA no incluye un "rescate desde el ascenso", por lo que los técnicos de Nivel 1 no están capacitados ni evaluados para rescatar a una víctima inconsciente mientras está suspendida en un dispositivo de ascenso.

Esta y otras posibles deficiencias de competencia deben ser consideradas y mitigadas en la fase de planificación, por ejemplo, a través de capacitación adicional o manteniendo el Nivel 3 en modo de descenso de manera continua.

Antes de que inicie el trabajo:

- Se debe identificar a la persona encargada de la gestión del proyecto de acceso mediante cuerdas.
- Se debe identificar a la(s) persona(s) encargada(s) de supervisar la seguridad en el acceso mediante cuerdas.
- Es necesario identificar e implementar el tamaño y la composición del equipo requeridos; además, los técnicos de acceso mediante cuerdas deben ser físicamente aptos para llevar a cabo las tareas exigidas y estar libres de cualquier discapacidad que pueda obstaculizar su capacidad para trabajar de manera segura (se debe considerar la sensibilidad al mareo por movimiento en los proyectos en alta mar).

A pesar de las buenas prácticas, en los parques eólicos es habitual operar con equipos de dos personas. No obstante, los procedimientos internos de emergencia y rescate específicos del sitio pueden establecer que, en caso de rescate o emergencia, equipos adicionales de los aerogeneradores adyacentes pueden ofrecer asistencia. En tales circunstancias, la planificación de la ubicación de los equipos de trabajo, la comunicación y la comprensión de los procedimientos de rescate y emergencia son fundamentales.

Nota: Es posible que ninguno de los miembros del equipo de acceso mediante cuerdas esté debidamente capacitado y cualificado para garantizar la seguridad del sistema (operar la turbina eólica y establecer los aislamientos/bloqueo/etiquetado necesarios). En tales situaciones, se podrá incorporar un técnico externo (no acreditado por IRATA) al equipo de acceso mediante cuerdas para llevar a cabo dichas tareas. Este técnico asumirá la responsabilidad de la seguridad de todos los trabajadores en la turbina eólica; no obstante, el supervisor IRATA Nivel 3 seguirá siendo responsable de todas las actividades relacionadas con el acceso mediante cuerdas y de la seguridad de los técnicos durante el acceso y en caso de rescate.

Gestión y supervisión de grupos de trabajo

Gestión

Los entornos laborales que emplean acceso mediante cuerdas requieren la supervisión tanto de la seguridad del acceso como del proyecto en sí. Estas dos modalidades de supervisión pueden recaer en individuos distintos o en una única persona. Es imprescindible contar con un profesional competente, como una Autoridad Técnica o un Responsable de Acceso mediante Cuerdas, que se encargue de certificar que el acceso mediante cuerdas constituye un método de trabajo adecuado, así como de definir, planificar, implementar y revisar el funcionamiento de un Sistema de Trabajo Seguro.

Supervisión

El supervisor IRATA Nivel 3 es responsable de la seguridad en el acceso mediante cuerdas en los proyectos laborales. Debe garantizar que todos los miembros del equipo comprendan los procedimientos de trabajo, rescate y emergencia para lograrlo. El supervisor Nivel 3 solo debe ser responsable de la seguridad de los equipos que supervisa ('ICOP' [TC-102], sección 2.6).

Selección, mantenimiento, cuidado e inspección de equipos.

Antes de cada trabajo, es necesario llevar a cabo una evaluación para seleccionar el equipo más apropiado para las tareas a realizar. Se debe elegir un equipo que cumpla con los requisitos legales del país de uso y con las especificaciones particulares del propietario del activo; por ejemplo, puede que no se autorice el uso de mosquetones de cierre de rosca, que exista un requisito específico para los chalecos salvavidas o que los ganchos anticaídas deban ser capaces de soportar cargas en cualquier dirección, no únicamente a lo largo de su eje principal.

Arneses, cordones y conectores.

En la mayoría de los parques eólicos, los técnicos que trabajan en altura mediante acceso por cuerda deben portar equipo adicional. Aunque parte de este equipo no se emplea comúnmente en las actividades regulares de acceso por cuerda, puede ser fundamental para acceder a la góndola, a una plataforma inferior o para llevar a cabo un rescate de manera segura.

Se pueden emplear arneses de acceso mediante cuerda para acceder a las turbinas eólicas y a las subestaciones, siempre que se cumplan los requisitos locales de protección contra caídas y que el propietario de la instalación autorice su uso.

El equipo complementario para trabajos en altura que puede ser necesario incluye, entre otros:

- cordones anticaídas (los equipos anticaídas pueden requerir el cumplimiento de estándares específicos, distintos a los aplicados en otras industrias);
- cordones de colocación laboral
- Dispositivos anticaídas empleados para integrarse al sistema anticaídas incorporado; y conectores
- especializados utilizados para facilitar una conexión y desconexión rápidas a las líneas de vida autorretráctiles (SRL) durante las transferencias en alta mar.

Dispositivos de prevención de caídas

En la mayoría de los países, es un requisito legal que las turbinas eólicas cuenten con un sistema de protección contra caídas, el cual previene que un técnico se caiga de la escalera de acceso interna de la turbina (que en algunos modelos más antiguos puede estar en el exterior), garantizando un acceso seguro a las plataformas internas y externas de la torre, al sótano y a la góndola.

Generalmente, se identifican dos tipos principales de dispositivos anticaídas:

a. sistemas basados en cables; y b. sistemas de rieles rígidos.

Puntos de anclaje para la detención de caídas y la evacuación

Además del sistema de protección contra caídas en las escaleras internas, las turbinas eólicas cuentan con múltiples puntos de anclaje anticaídas.

Algunos de los lugares habituales para los puntos de anclaje de detención de caídas son: al lado de la escalera de acceso interno o en la pared/brida de la torre de la turbina eólica, para ofrecer un acceso seguro a la

- plataformas internas al desvincularse del sistema de protección contra caídas de
- b. la escalera interna; en el interior y exterior del ascensor de servicio;
- c. sótano de la torre;
- d. góndola;
- e. o hélice.

Los puntos de anclaje anticaídas no están diseñados ni destinados a ser utilizados como anclajes de acceso mediante cuerdas ni como anclajes de evacuación, a menos que el fabricante o el propietario del activo lo indiquen y lo permitan específicamente. Los puntos de anclaje designados para dispositivos de evacuación deben ser identificados en el plan de rescate y evacuación específico del sitio y comunicados a los miembros del equipo.

Puntos de anclaje para acceso por cuerdas

IRATA sugiere que la resistencia mínima de un anclaje para acceso mediante cuerda (o la resistencia combinada de un sistema de anclaje para acceso mediante cuerda) sea de 15 kN. Este aspecto debe considerarse al identificar posibles puntos de anclaje en aerogeneradores, subestaciones marinas o mástiles meteorológicos.

Nota: Para obtener información adicional, consulte 'ICOP' [TC-102] y la Parte 3, Anexo F de 'ICOP': Consideraciones de seguridad al instalar o colocar dispositivos de anclaje para su uso en acceso mediante cuerdas.

Los puntos de anclaje apropiados para el montaje de líneas de acceso mediante cuerda deben ser identificados durante la fase de planificación del proyecto y documentados en el método de trabajo y el plan de rescate. Los puntos de anclaje inapropiados para el montaje de líneas de acceso mediante cuerda pueden ser incluidos en la evaluación de riesgos para aumentar la concienciación sobre el peligro o, si es necesario, señalizados físicamente.

La elección del punto de anclaje debe ser llevada a cabo por una persona que no solo posea competencia y esté informada sobre los requisitos de anclaje, sino que también cuente con conocimientos sobre la idoneidad de las ubicaciones de anclaje y los requisitos para la gestión de bordes y posibles rescates.

Ejemplos de posibles puntos de anclaje apropiados en una turbina eólica:

- a. los ojales de elevación de la caja de cambios (ubicados en el interior de la góndola);
- b. los ojales de elevación del generador (ubicados en el interior de la góndola); o c. el
- armazón metálico interno de la góndola (solo algunos fabricantes emplean este tipo de góndola).

Nota: Los puntos de elevación de la caja de engranajes o del generador pueden alcanzar temperaturas elevadas, lo cual debe considerarse durante la evaluación de riesgos y al seleccionar el dispositivo de anclaje adecuado, como eslingas de cable en lugar de eslingas de cinta.

Nota: Algunos propietarios y operadores de activos emplean marcas amarillas para destacar los puntos de anclaje; una persona competente debe verificar la idoneidad de dichas marcas.

Ascendentes motorizados

Un ascensor motorizado es un equipo que permite al técnico ascender o descender por una cuerda mediante un mecanismo, reduciendo así el esfuerzo físico requerido para el ascenso. El dispositivo puede operar con electricidad o combustible y debe utilizarse como parte de un sistema de doble cuerda.

Si se emplean ascensores motorizados para operaciones de acceso mediante cuerdas, la mayoría de los lugares exige una cualificación/formación acreditada, así como una evaluación de riesgos exhaustiva y un plan de rescate para la utilización de estos dispositivos.

La evaluación de riesgos debe considerar lo siguiente:

- uso previsible inadecuado;
- probabilidad de uso indebido previsible;
- consecuencias de dicho uso indebido; y medidas de control y prevención (identificar y aplicar medidas de control específicas, como la selección de equipos alternativos, formación adicional, modificación de las prácticas laborales, mayor supervisión o una combinación de estas).

Los riesgos comunes asociados con el uso de ascensores motorizados (lista no exhaustiva) pueden incluir:

- Carga inadecuada de la cuerda en el ascensor motorizado.
- desgaste en parte(s) del dispositivo; o el propio dispositivo ocasionando daños a la cuerda;
- técnico siendo impactado por el dispositivo mientras se encuentra suspendido (en caso de una falla en la línea principal);
- dedos, guantes o prendas siendo atraídos hacia el dispositivo;
- enganchar la carga (objeto o persona) durante el ascenso o el descenso;
- selección inadecuada de la cuerda que provoca daños en la cuerda y/o fallo de la línea principal;
- uso inadecuado por parte de un técnico no cualificado e incompetente; y sobrecarga durante el rescate o debido a equipo adicional.

Nota: Para obtener información adicional y estudios de caso, consulte el Boletín de Seguridad n.º 49 de IRATA:

<https://irata.org/downloads/4841>

Inspección, atención y mantenimiento de los equipos.

Para la inspección, el cuidado, el mantenimiento y la retirada del servicio de los equipos de acceso mediante cuerdas y de trabajo en altura, se deben seguir los procedimientos establecidos por la empresa empleadora. Las actividades de mantenimiento e inspección deben ser documentadas y los registros deben estar accesibles en el lugar de trabajo.

Nota: Los equipos de seguridad específicos para turbinas eólicas y otros dispositivos especializados, como sistemas de evacuación, camillas de rescate, kits de rescate avanzados, botiquines de primeros auxilios, extintores y capuchas antihumo, pueden ser instalados de manera permanente en las turbinas eólicas.

La inspección, el cuidado y el mantenimiento de los equipos instalados de forma permanente en las turbinas eólicas son responsabilidad del propietario del activo. No obstante, la verificación de la etiqueta de inspección y la constancia de la inspección del equipo pueden recaer en el personal que opera en la turbina eólica.

Nota: Para obtener información adicional sobre la selección y el mantenimiento de los equipos, consulte el documento 'ICOP' [TC-102] y la Parte 3 del Anexo H de 'ICOP': Lista de verificación de inspección de equipos.

Antes de que inicie el trabajo:

- El tipo y la marca adecuados (compatibles con el sistema instalado) del dispositivo anticaídas, que se conectará al sistema anticaídas interno de la escalera, deben ser identificados en la fase de planificación y estar disponibles para los técnicos en el lugar; el EPI/EPP correcto y necesario (específico para el país, la región, el sitio y la tarea) debe haber sido identificado y estar accesible; asegúrese de que las inspecciones de EPI/EPP estén actualizadas, documentadas y que la documentación esté disponible a solicitud;
- Asegúrese de que se hayan identificado y documentado los puntos de anclaje apropiados para el acceso mediante cuerdas.
- Asegúrese de que los técnicos hayan finalizado cualquier inducción necesaria en el sitio y cualquier formación específica del lugar, como la capacitación en grúas TP o de góndola, formación en elevación, CRD y capacitación en asistencia de escalada;
- Asegúrese de que los técnicos hayan leído, comprendido y firmado toda la documentación de seguridad, incluyendo la evaluación de riesgos, la declaración del método, el plan de rescate y los planes de evacuación/emergencia.
- El supervisor del equipo puede necesitar solicitar una zona de exclusión por radio, ya sea a través del centro de control o comunicándose con todas las embarcaciones en el área, en un canal abierto. Las herramientas adecuadas, necesarias para completar la tarea, deben haber sido identificadas y adquiridas, cumpliendo con los requisitos locales y específicos del sitio, así como con los requisitos de prueba. Además, es fundamental garantizar que los técnicos posean la capacitación, el conocimiento y la experiencia apropiados para el uso seguro de las herramientas proporcionadas. Son conscientes de los riesgos asociados con dichas herramientas y están informados sobre los procedimientos de seguridad y cuarentena pertinentes.

Permiso laboral

Si se necesita un permiso de trabajo, este debería haberse obtenido y verificado previamente. Los permisos de trabajo son un medio eficaz para garantizar el aislamiento de un peligro antes de iniciar las obras y para asegurar que se mantenga aislado durante su ejecución y hasta que todos hayan salido de la zona de riesgo.

Reunión informativa antes del trabajo

Al inicio de cada jornada, y de acuerdo con las condiciones variables del entorno, el equipo de trabajo debe evaluar los riesgos que podrían comprometer la seguridad, eficiencia y efectividad del trabajo. Esta sesión informativa previa a la labor debe referirse al procedimiento de seguridad, la evaluación de riesgos y el plan de rescate previamente elaborados, así como al papel de cada integrante del equipo.

Consideraciones particulares

Se deben adoptar todas las precauciones especiales necesarias (por ejemplo, notificar a la embarcación de reserva; verificar la radio; revisar el gas; comprobar la presencia de sustancias químicas tóxicas; trabajar sobre o cerca de superficies calientes). La planificación anticipada para las comunicaciones en condiciones meteorológicas adversas y la evaluación del lugar de trabajo son fundamentales. Todos los integrantes del equipo deben estar autorizados para interrumpir las labores si las condiciones ambientales o de cualquier otra índole han cambiado y podrían comprometer la seguridad de los involucrados.

Controles previos al uso, controles entre pares

Los equipos de acceso mediante cuerdas y de trabajo en altura deben ser inspeccionados antes del primer uso diario (revisión previa al uso), lo que implica una inspección visual y táctil. Es responsabilidad del supervisor de seguridad de acceso mediante cuerdas garantizar que se lleven a cabo las revisiones previas al uso.

Además, otro integrante del equipo debería llevar a cabo una revisión adicional, denominada verificación entre compañeros, para garantizar, por ejemplo, que las hebillas del arnés de cada persona estén debidamente abrochadas y ajustadas, que los cordones de los dispositivos y los cordones de anclaje estén correctamente asegurados y que los conectores estén adecuadamente fijados.

6. Riesgos y amenazas

Ejemplos de riesgos, peligros y medidas de control asociados con el acceso mediante cuerdas.

PELIGRO	RIESGO
Aparejo y protección de cuerdas inadecuados.	El uso de anclajes inadecuados o la falta de protección adecuada para las líneas de anclaje pueden tener consecuencias devastadoras. Solo deben emplearse puntos de anclaje y dispositivos de anclaje apropiados para fijar las líneas de anclaje de acceso por cuerda. Es fundamental considerar los bordes afilados y otros peligros potenciales para las líneas de anclaje, evaluando la trayectoria de las mismas desde el punto de montaje hasta el suelo. El borde de salida de la pala de la turbina eólica puede ser lo suficientemente afilado como para dañar o cortar las líneas de anclaje o el equipo de posicionamiento. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado para proteger estos elementos al desplazarse alrededor de la pala de la turbina eólica. Los peligros, los riesgos y los controles adecuados deben identificarse en la evaluación de riesgos específica del trabajo. <i>Nota: Para obtener información adicional, consulte la Parte 3, Anexo P de la 'ICOP': Medidas recomendadas para la protección de las líneas de anclaje.</i>
Posicionamiento o inapropiado y desviaciones	El sistema o método empleado para posicionar al técnico o desviar las líneas de anclaje puede interferir con el plan o método de rescate mediante acceso con cuerda si no se evaluó y controló durante la fase de planificación. Dado que las palas de las turbinas eólicas no son paralelas a la torre de la turbina y considerando la forma y el tamaño potenciales de la propia torre, es práctica habitual que los técnicos de acceso con cuerda utilicen algún tipo de desviación temporal (de posicionamiento) al trabajar en turbinas eólicas. Algunos ejemplos de estas son: • ventosas con cordón ajustable para una mejor colocación en la pala de la turbina eólica; • línea ajustable (también conocida como 'cuerda de anillo') que rodea la pala o se extiende entre dos • técnicos ubicados en lados opuestos de la pala de la turbina eólica; un 'sistema de correas' con mosquetones, asegurado alrededor de la pala de la turbina eólica (de manera semipermanente) para desviar la trayectoria de las líneas de anclaje; • Se emplean imanes o ventosas unidos a cordones ajustables para asegurar al técnico en su posición mientras trabaja en el exterior de la torre del aerogenerador; además, se utilizan escaleras de acceso u otras estructuras internas para desviarse al trabajar dentro de la torre del aerogenerador.
Columpios descontrolados	La pérdida de conexión con la pala o la torre, al desviarse de la trayectoria natural de los cables de anclaje, puede ocasionar un balanceo incontrolable que resulte en lesiones al personal o daños al equipo o a la infraestructura. Para prevenirlo, es fundamental supervisar las desviaciones y/o el equipo de anclaje utilizado, garantizando que sean apropiados e incluyan la redundancia necesaria para mitigar este riesgo.

	RIESGO
enredo de hilo	Las cuerdas de acceso pueden enredarse en la torre o engancharse en soportes, antenas, árboles y estructuras en el suelo. Esto puede dificultar o incluso imposibilitar el descenso en rápel por las cuerdas, así como tener un efecto negativo en cualquier posible rescate. Los cabos de anclaje sin control pueden ser arrastrados por el viento sobre una vía de servicio, enredándose en vehículos o maquinaria, lo que puede provocar la rotura o tensión de la línea y, en consecuencia, lesiones. Para prevenir que las líneas de anclaje se enreden, algunos ejemplos de medidas de control posibles son: Fije las líneas a las bolsas de peso (el extremo de las cuerdas a nivel del suelo), a los pernos de cimentación en el suelo o al pasamanos de la plataforma de transferencia en alta mar. Si las cuerdas están fijas (en la parte inferior de la turbina eólica), se debe dejar suficiente holgura en las líneas para que los técnicos puedan descender en rápel sin limitaciones, alcanzar toda la longitud de la pala de la turbina eólica sin restricciones y llevar a cabo un rescate sin impedimentos. Coloque cualquier exceso de línea de anclaje para el descenso en una bolsa y suspéndala debajo del técnico de acceso por cuerda. Las bolsas utilizadas para contener y suspender líneas de anclaje (así como otros equipos) en altura deben estar dotadas de puntos de fijación adecuados y deben poseer la resistencia suficiente para asegurar que no fallen al ser sometidas a las cargas previstas. Los técnicos de acceso por cuerda deben adoptar precauciones para evitar que las bolsas se enganchen en objetos, lo que podría incrementar la carga en los puntos de fijación de la bolsa. Deben implementarse controles para garantizar que las cuerdas embolsadas tengan una longitud adecuada y que cualquier nudo de tope necesario esté correctamente colocado y verificado antes de su uso. Se puede emplear personal adicional para la gestión de las cuerdas; esta persona no necesariamente tendría que ser un técnico especializado en acceso mediante cuerdas, pero podría estar capacitada y ser capaz de colaborar en la gestión de las cuerdas, la conexión de herramientas y equipos a las cuerdas, así como en la asistencia durante operaciones de rescate y comunicaciones.
Peso de las cuerdas y del equipo adicional	El peso de la cuerda situada debajo del descensor puede incrementar considerablemente la carga del sistema, así como la fricción y la fatiga del operador, lo que disminuye el control y agrava los efectos ambientales, como el viento. Esto exige una evaluación y un control adecuados para asegurar que los técnicos no operen con cargas excesivas, y puede requerir la utilización de aparejos adicionales para reducir el peso que soporta el técnico. Las cuerdas tensadas pueden complicar el descenso desde la parte superior de la góndola y por el lateral. La fricción interna y la presión de la leva disminuyen la suavidad y el control preciso, incrementando la probabilidad de movimientos bruscos o descontrolados, lo que dificulta iniciar y realizar un descenso fluido y controlado. Además, se necesita mayor fuerza para accionar la manivela del descensor, lo que puede provocar una activación más intensa de las funciones antipánico en algunos dispositivos. Estos factores pueden resultar en: • una velocidad de descenso reducida; • control limitado durante el descenso; • incremento de la fatiga física (particularmente en las manos y los antebrazos); • mayor agotamiento mental debido a los constantes ajustes de control; • mayor dificultad en los rescates; y menor confianza en la seguridad general del sistema de cuerdas (especialmente para técnicos con menos experiencia). El peso significativo de los técnicos, las cargas de rescate y/o la carga lateral de las cuerdas debido al viento, junto con cuerdas mojadas, de mayor diámetro o contaminadas, pueden ocasionar sobrecalentamiento en descensos prolongados, vitrificación de la funda de la cuerda o una disminución de la eficacia de frenado si no se manejan de manera adecuada.
Daños ocasionados por contaminación química	Muchas de las labores que llevan a cabo los técnicos de acceso mediante cuerdas en aerogeneradores y subestaciones implican el uso de productos químicos, como aquellos destinados a la reparación de palas, pintura, disolventes y desengrasantes. Los daños ocasionados por la contaminación química a menudo no son fácilmente detectables, por lo que se recomienda encarecidamente realizar inspecciones frecuentes y exhaustivas al trabajar en áreas donde exista un riesgo potencial de contaminación química.

PELIGRO	RIESGO
Estiramiento de la cuerda	El acceso a los aerogeneradores mediante cuerdas generalmente implica descensos y ascensos prolongados. Debido al creciente tamaño y altura de las turbinas, el estiramiento de las cuerdas empleadas en las operaciones puede ser significativo en comparación con descensos más breves. Esto puede influir en la posición de trabajo y contribuir a la fatiga del técnico, dado el mayor esfuerzo requerido para cambiar de posición. El tramo incorporado en la línea principal, una vez cargado, no se habrá incluido en la línea de reserva, lo que, en caso de una transferencia o fallo en la línea principal, podría resultar en una caída con consecuencias potencialmente adversas. Los técnicos deben considerar lo siguiente: • Utilizar dos dispositivos de descenso apropiados en caídas prolongadas para equilibrar la carga en las líneas; y precargar las líneas siempre que sea factible para reducir al mínimo el estiramiento.

Riesgos y peligros generales.

OBJETO /	DESCRIPCIÓN
Eléctrico	Tanto los sistemas de baja tensión como los de alta tensión pueden provocar daños significativos a un técnico a través de descargas eléctricas o electrocuciones si entran en contacto con sistemas activos o energizados.
Mecánico	Las turbinas eólicas cuentan con numerosos componentes mecánicos móviles que pueden ocasionar lesiones a los técnicos o dañar sus equipos de acceso mediante cuerdas si entran en contacto con ellos.
Hidráulico	Los sistemas hidráulicos de alta presión son fundamentales para el funcionamiento de una turbina eólica. No obstante, también suponen un riesgo significativo para los técnicos que laboran en ellas o en sus proximidades.
sustancias químicas	Aceites, fluidos refrigerantes, grasas, entre otros, se encuentran en grandes cantidades en las turbinas eólicas. Estos pueden ser nocivos para la salud y perjudicar o afectar el rendimiento de los equipos de acceso mediante cuerdas. Los aceites y la grasa generan superficies resbaladizas, lo que incrementa la probabilidad de resbalones y caídas.
Espacios confinados y acceso restringido con calefacción.	Las superficies calientes pueden provocar quemaduras o daños en los cabos de anclaje y el equipo de aparejo. La labor en espacios confinados o su acceso, así como en áreas de acceso restringido como el cubo, las plataformas inferiores de la pieza de transición y el interior de la pala, debe ser evaluada adecuadamente en términos de riesgo y controlada de manera efectiva. Trabajar en estas zonas puede requerir formación adicional en rescate y entrada a espacios confinados, y puede ser necesario contar con equipo especializado adicional.
Manipulación manual.	Las turbinas eólicas, especialmente los modelos más antiguos, pueden presentar un espacio muy limitado para el movimiento y el transporte de equipos y mercancías. Esta situación incrementa el riesgo de manipulación manual, lo que a su vez eleva la probabilidad de lesiones.
Fuego	Debido a la presencia de componentes eléctricos y superficies calientes, así como a la acumulación de materiales altamente inflamables en grandes cantidades, como aceites, grasas, fibra de vidrio y productos químicos para la reparación o pintura de las palas, es fundamental considerar el riesgo de incendio tanto en las turbinas eólicas como en las subestaciones. Se debería contemplar la posibilidad de ofrecer formación adicional sobre cómo actuar en caso de incendio en aerogeneradores y sobre los procedimientos de evacuación, dado que la mayoría de los parques eólicos requieren un plan de rescate y evacuación adecuado.
Transporte	El acceso a los aerogeneradores terrestres se lleva a cabo mediante caminos de servicio. Aunque estos caminos suelen estar en buen estado, pueden resultar peligrosos debido a condiciones climáticas adversas, como nieve, hielo o superficies embarradas. No supere el límite de velocidad establecido por el propietario del parque e informe a la administración sobre cualquier condición peligrosa de la vía.
Transferencia	El traslado a plataformas marinas constituye una actividad de alto riesgo que demanda formación especializada. Los técnicos deben adherirse en todo momento a las instrucciones y orientaciones de la tripulación del buque, evaluar las condiciones y actuar en consecuencia.
Comunicación	Es fundamental tener en cuenta cualquier interrupción o fallo en la comunicación y establecer los controles pertinentes para prevenir problemas como el agotamiento de las baterías en radios y otros dispositivos.

Consideraciones en situaciones de emergencia y rescate

- Las turbinas eólicas terrestres situadas en áreas remotas pueden carecer de cobertura telefónica, lo que complica el contacto con los servicios de emergencia, la obtención de asistencia adicional en caso de un rescate complejo o la dependencia de fuentes externas para monitorear las condiciones meteorológicas, como tormentas eléctricas, vientos y precipitaciones. Un medio de comunicación confiable es fundamental para las operaciones y las emergencias, y debe considerarse en la fase de planificación y verificarse antes del inicio de las obras.
- a.
- Las turbinas eólicas marinas pueden resultar de difícil acceso debido a su ubicación y a las condiciones ambientales. Si se requiere asistencia adicional para un rescate, siempre se debe tener en cuenta el posible cambio en las condiciones meteorológicas y sus efectos en los tiempos y capacidades de respuesta ante emergencias durante la evaluación de riesgos y la planificación del rescate. El supervisor de acceso mediante cuerdas en el lugar debe supervisar continuamente las condiciones meteorológicas y tomar decisiones en consecuencia.
- b.
- c. Las turbinas eólicas pueden ubicarse en áreas remotas.
y entornos que obstaculizan la respuesta ante emergencias.
y transporte; por ello, se debe tener en cuenta la disponibilidad de provisiones de emergencia, refugio, suministros y equipos de primeros auxilios apropiados.

El clima y otros riesgos naturales

Los vientos intensos y las ráfagas pueden complicar los rescates y la evacuación, volviéndolos más difíciles o peligrosos.

Viento y cizalladura del viento:

Es incluso imposible. Puede afectar negativamente la capacidad del técnico para concentrarse o llevar a cabo su tarea, por lo que debe gestionarse mediante el uso de vestimenta adecuada o la suspensión de las actividades de acceso mediante cuerdas hasta que las condiciones mejoren. Los posibles efectos del viento en los técnicos y sus habilidades, así como las medidas de control pertinentes, deben ser considerados en la fase de planificación y supervisados durante toda la jornada laboral por el supervisor en obra.

- b. Las temperaturas extremas, ya sean frías o cálidas, pueden impactar de manera adversa la salud, el bienestar y la capacidad del técnico para concentrarse y llevar a cabo su labor o un rescate de manera segura. Incluso condiciones de temperatura moderada, combinadas con vientos intensos, pueden hacer que los técnicos experimenten frío y pierdan la concentración. Es fundamental considerar e implementar medidas de control adecuadas durante la fase de planificación, tales como: vestimenta adecuada, descansos regulares y la provisión de bebidas frías o calientes. El supervisor en el lugar de trabajo debe monitorear la temperatura a lo largo de toda la jornada laboral.

Biológico: Las plataformas de tratamiento marinas pueden albergar cantidades considerables de guano de aves, lo que representa un riesgo para la salud de los técnicos. Este riesgo debe ser gestionado mediante el uso del equipo de protección personal (EPP) adecuado y/o la limpieza de la plataforma antes de iniciar el trabajo.

d. Fauna salvaje:

Las turbinas eólicas terrestres pueden atraer fauna silvestre, como avispas, arañas, serpientes, alces, osos y lobos. Esta fauna puede representar un riesgo considerable para la salud y la seguridad, por lo que es necesario identificarla y controlarla mediante una evaluación de riesgos y procedimientos adecuados que se comunicarán a los equipos de trabajo.

Resbalones y caídas: Debido a su exposición, las turbinas eólicas pueden presentar superficies resbaladizas, como hielo, algas marinas, niebla, lluvia o salpicaduras de agua de mar. El riesgo de resbalones y caídas debe ser considerado en la evaluación de riesgos, controlado y comunicado a los equipos de trabajo durante la reunión informativa previa al inicio de las labores.

Nota: Para obtener información adicional, consulte la Parte 3 del IRATA 'ICOP', Anexo S: Trabajos en el agua y Anexo O: Protección de los técnicos frente a las condiciones ambientales.

Anexo S: <https://irata.org/downloads/25780>

Ejemplo de evaluación de riesgos.

Potencial Peligro	A qué afecta	Cómo puede afectar	A quién afecta	Control potencial
Sistemas eléctricos, mecánicos e hidráulicos.	Aislamientos inadecuados que permiten que el sistema se active o se reactive prematuramente por personal no autorizado.	Las palas de la turbina eólica comienzan a girar o la turbina comienza a "guiñar" mientras los técnicos continúan trabajando, o las líneas de anclaje aún están situadas sobre las partes móviles.	Personal Equipos de acceso mediante cuerdas y líneas de anclaje El activo Propietario del activo Técnicos	Aislamientos que deben ser aplicados y retirados por personal cualificado y autorizado, siguiendo un procedimiento documentado. Formación adecuada para todos los técnicos involucrados, como el Control de Energías Peligrosas (CoHE). Capacitación e instrucción adecuadas en el manejo y trabajo con materiales peligrosos. Familiarización con los materiales peligrosos presentes en las turbinas eólicas. Suministro y uso correcto del equipo de protección individual (EPI) adecuado.
Productos químicos (incluidos materiales para la reparación y limpieza de herramientas de corte)	Contaminación que provoca lesiones o daños.	Las fugas de fluidos del sistema hidráulico o de refrigeración de la turbina eólica pueden generar problemas de salud o perjudicar el equipo de acceso mediante cuerdas. El contacto con productos químicos empleados en la reparación de las palas, la limpieza de la torre, la pintura, entre otros, puede ocasionar lesiones y/o daños al equipo de acceso mediante cuerdas.	Personal Equipos de acceso por cuerdas El entorno Técnicos	<i>Véase también: «ICOP» [TC-102], Parte 3, Anexo J: Resistencia a productos químicos y otras características de ciertas fibras artificiales empleadas en la fabricación de equipos de acceso mediante cuerdas.</i>
Manipulación manual.	Mover materiales sin emplear técnicas o equipos de manipulación manual apropiados.	Lesiones a corto plazo, tales como cortes, esguinces y contusiones. Lesiones a largo plazo, como fracturas, lesiones musculoesqueléticas y problemas de salud. Pérdida de ingresos ocasionada por lesiones. Pérdida de producción derivada de daños en la turbina eólica.	Técnicos Propietarios del activo Personal	Capacitación e instrucción adecuadas en la manipulación manual. Empleo de dispositivos mecánicos para el traslado de objetos pesados y voluminosos.

Potencial Peligro	A qué afecta	Cómo puede afectar	A quién afecta	Control potencial
Fuego	Manipulación inadecuada de los productos químicos para la reparación de cuchillas.	Se puede generar un calor excesivo cuando las resinas empleadas en la reparación de las palas reaccionan con el agente de curado (endurecedor), lo que puede provocar quemaduras o incendios.	Técnicos del equipo de acceso por cuerda El activo	Capacitación adecuada y formación en seguridad Supervisión adecuada EPI adecuado Plan y equipo de rescate y evacuación apropiados Buen orden y limpieza Manipulación cuidadosa de materiales y herramientas Mantenimiento de herramientas y equipos
	Batería de la herramienta eléctrica defectuosa o dañada	Las baterías dañadas pueden inflamarse, lo que, combinado con los materiales inflamables de la turbina eólica o la subestación, puede representar un riesgo considerable.		
Clima	Efectos perjudiciales de las condiciones meteorológicas adversas	La lluvia, el viento, el hielo y la nieve pueden influir en las condiciones de trabajo de la turbina, tanto interna como externamente. Los vientos y olas intensos hacen que las	Personal técnico	Los efectos climáticos que deben tenerse en cuenta en la evaluación de riesgos. Formación adecuada para transferencias en alta mar, como el GWO Sea Survival. Siga las indicaciones de la tripulación del buque. Rechace la transferencia si las condiciones no son seguras. Asista y apoye a los técnicos menos experimentados. Utilice vestimenta y EPI apropiados para las condiciones.
		transferencias en alta mar sean menos seguras o incluso peligrosas. Las temperaturas extremas pueden afectar las		
		capacidades físicas de los técnicos y/o su capacidad para concentrarse en la tarea, lo que incrementa el riesgo de lesiones o accidentes.		

Nota: Para obtener información adicional, consulte: 'ICOP' Parte 3, Anexo A: Evaluación de riesgos y Anexo B: Declaraciones de métodos de seguridad.

Control de los métodos laborales

El control de los métodos de trabajo abarca una planificación adecuada para incidentes y emergencias. Las zonas de exclusión resguardan a los técnicos, las líneas de anclaje, a terceros, otros bienes y el uso de los equipos de trabajo.

Consideraciones previas al inicio de los trabajos:

- Se identifican y documentan los requisitos de la zona de exclusión; además, se obtienen y
- disponen los materiales necesarios para dicha zona, como cinta de barrera, barrera rígida, entre otros (exclusivamente en tierra firme).

Es necesario identificar el requisito para establecer una zona de exclusión en alta mar y documentar el procedimiento para su implementación, comunicándolo a los técnicos y a todas las partes interesadas.

7. Comunicación

Una comunicación adecuada es fundamental para la seguridad, la eficiencia operativa y la coordinación efectiva. Los sistemas de comunicación empleados en los parques eólicos se pueden clasificar en internos (entre equipos de trabajo, centro de control del sitio, equipos de trabajo y embarcaciones, etc.), externos (servicios de emergencia, guardacostas, servicios de búsqueda y rescate, etc.) y comunicación con equipos (para monitoreo y control). Los métodos de comunicación y los requisitos de protocolo varían y pueden ser específicos del sitio; estos deben documentarse en la declaración del método de acceso por cuerda y el plan de rescate, y comunicarse a todos los miembros del equipo de acceso por cuerda durante las sesiones informativas previas al trabajo.

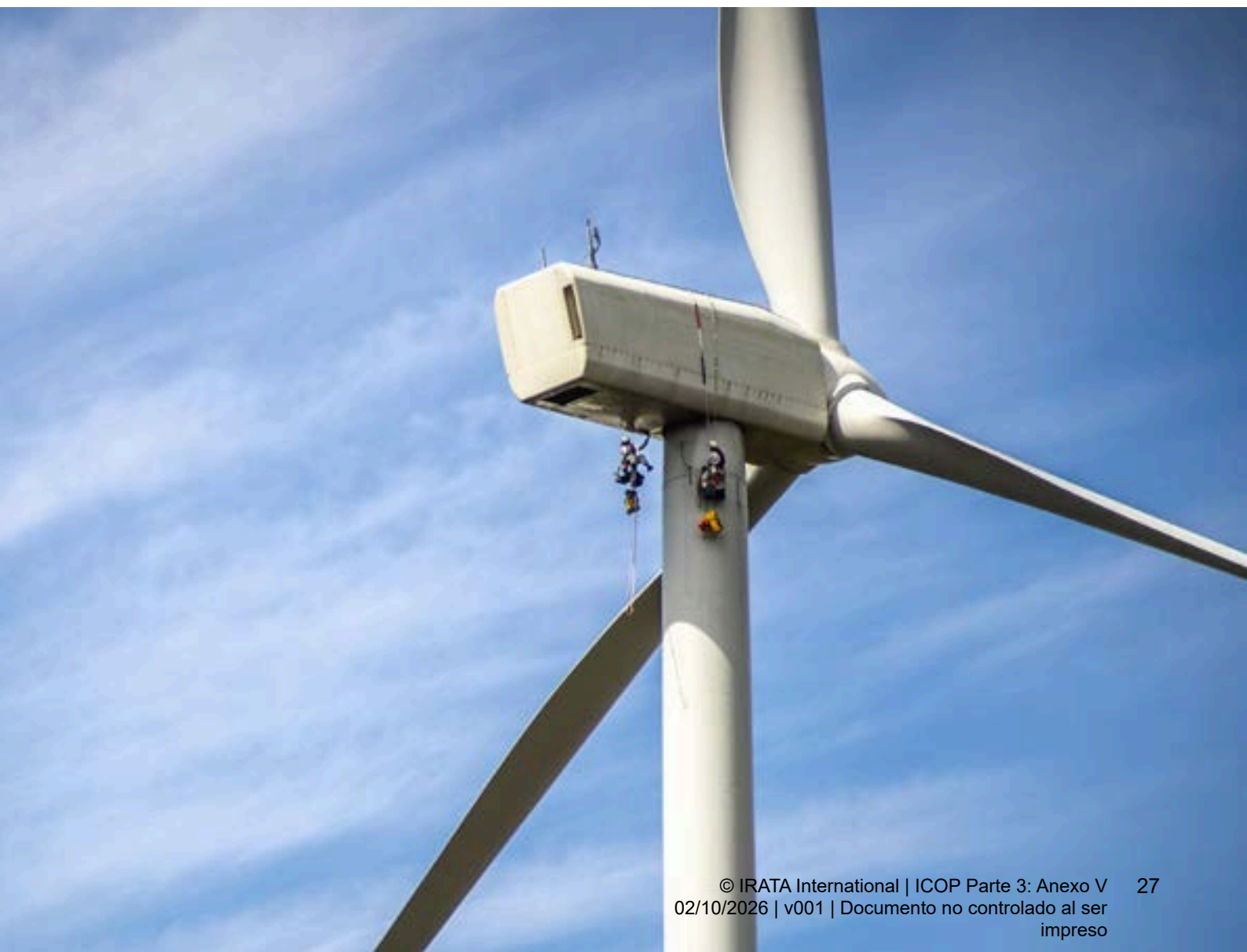
Ejemplos de comunicación:

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
Radio bidireccional	Sistemas manos libres o de pulsar para hablar. Comunicación de largo alcance que opera incluso en condiciones climáticas extremas.
Teléfono celular / Red	Cuando las redes móviles están disponibles, pueden complementar la comunicación por radio, especialmente para comunicaciones de larga distancia o con gran volumen de datos (como videollamadas, intercambio de imágenes o correos electrónicos).
Sistemas de control y adquisición de datos (SCADA) para satélites.	Los parques eólicos suelen situarse en áreas remotas donde la cobertura de la red móvil puede ser limitada. Monitoreo, control y gestión de turbinas eólicas y operaciones de parques eólicos. Los sistemas SCADA proporcionan datos en tiempo real sobre el rendimiento de la turbina (por ejemplo, velocidad del rotor, generación de energía y condiciones mecánicas) a los operadores, tanto en el sitio como de forma remota. SCADA utiliza redes cableadas o inalámbricas (por ejemplo, fibra óptica,
	Ethernet, satélite o microondas) para transmitir datos a los centros de control. Para parques eólicos en ubicaciones extremadamente remotas o en alta mar, donde la infraestructura de comunicación terrestre no está disponible, los satélites pueden ofrecer comunicación de voz y datos, proporcionando un método confiable para transmitir información desde los parques eólicos a centros de control remotos.
Red Wi-Fi	Estos sistemas son altamente confiables, aunque las redes Wi-Fi son costosas y susceptibles a la latencia o interrupciones relacionadas con el clima. Proporcionan un medio alternativo para conectar equipos, sensores y personal dentro del parque eólico, permitiendo la transmisión de datos en tiempo real.
Comunicación VHF marítima (para parques eólicos offshore)	Son esenciales para que los parques eólicos marinos se comuniquen con embarcaciones, otras instalaciones marinas y operaciones terrestres. Las radios VHF son fundamentales para la navegación, la seguridad y la coordinación con el tráfico marítimo. Proporcionan comunicación de largo alcance y son utilizadas por operadores de parques eólicos, buques de mantenimiento y barcos en la zona. Los
Señales visuales y sonoras	indicadores visuales (como luces o banderas) y las alarmas acústicas (sirenas) pueden emplearse para la comunicación de seguridad en el lugar, especialmente en situaciones de emergencia o condiciones peligrosas. Estas señales alertan a los trabajadores o a los buques de transporte sobre peligros inmediatos, como fallos en las turbinas, condiciones meteorológicas adversas (bocina de niebla) u operaciones de mantenimiento. Son sencillas y eficaces en situaciones donde la comunicación verbal es complicada debido al ruido o a las condiciones meteorológicas.

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
Sistemas de sonorización (PA)	En los parques eólicos más grandes, especialmente en las plataformas marinas, los sistemas de megafonía pueden emplearse para anuncios o notificaciones de emergencia. Esto es habitual en los buques de transporte de personal (CTV), buques de operaciones de servicio (SOV), buques de alojamiento y plataformas de alojamiento. Los sistemas de megafonía transmiten mensajes a múltiples personas simultáneamente, lo que asegura una rápida difusión de información crucial. Son eficaces para informar a todos los trabajadores sobre actualizaciones en el sitio, peligros de seguridad u órdenes de evacuación.
Videovigilancia y cámaras de vigilancia remotas	Para el monitoreo visual de turbinas y operaciones del sitio (frecuentemente en tiempo real), se utilizan cámaras para supervisar equipos en busca de fallas, verificar actividades de mantenimiento y proporcionar retroalimentación visual en las salas de control. Esto resulta especialmente útil para parques eólicos marinos, donde la inspección in situ es más complicada. La señal de vídeo se transmite comúnmente a través de redes de alta velocidad como fibra óptica o satélite.

Se debe implementar un sistema de comunicación eficaz entre todos los técnicos de acceso mediante cuerdas y, cuando sea necesario, con terceros (por ejemplo, centinelas o la sala de control, si se trabaja en alta mar). Este sistema debe ser acordado y configurado antes de que inicie el trabajo y debe mantenerse vigente a lo largo de toda la jornada laboral.

Muchos propietarios y operadores de parques eólicos exigen la utilización de dos sistemas de comunicación independientes durante las labores en las turbinas eólicas, ambos capaces de notificar a los servicios de rescate externos desde el equipo de trabajo.



8. Protocolo de emergencia

Procedimientos de emergencia para el acceso mediante cuerdas

- a. Todas las actividades de acceso por cuerda deben contar con un plan de rescate como parte del procedimiento de seguridad, el cual debe ser mencionado en la sesión informativa previa al trabajo. [ICOP].
- b. El plan de rescate con acceso mediante cuerdas debe ser específico para cada ubicación, identificando las necesidades de equipo, los métodos de rescate y comunicación, así como las funciones asignadas a cada técnico durante la operación. Este plan debe incluir el acceso mediante escalera con equipo anticaídas, así como los métodos de acceso mediante cuerdas. Alternativamente, debe abarcar todos los métodos de trabajo en altura dentro de las instalaciones. Además, el plan debe especificar la colaboración entre el equipo de rescate con acceso mediante cuerdas y la embarcación de apoyo cuando se opere en alta mar. Para obtener más información, consulte: «ICOP», Parte 3, Anexo R: Planificación y Consideraciones de Rescate y Evacuación. <https://irata.org/downloads/25779>

Si el plan de rescate se basa en un buque de reserva durante las operaciones en alta mar, la tripulación de dicho buque debe familiarizarse con el plan y las funciones que se les asignarán.

Los técnicos deben estar al tanto de los canales de comunicación con el buque de reserva, el centro de control y los servicios de emergencia. Estos canales de comunicación deben integrarse en el procedimiento de seguridad, el plan de rescate y la sesión informativa previa a la tarea.

Es fundamental prestar atención a la realización de simulacros de rescate en entornos laborales o similares, dado que las condiciones, como la altura de trabajo y la elasticidad de la cuerda, pueden diferir significativamente de las experimentadas durante la formación.

Procedimientos de emergencia específicos para aerogeneradores

Los parques eólicos pueden contar con procedimientos y métodos de rescate específicos, tales como rescate en el buje, rescate en espacios confinados, rescate con elevador y evacuaciones. Los técnicos deben estar familiarizados con los procedimientos de rescate y los métodos requeridos para cada tipo de turbina eólica y ubicación, lo cual se logra generalmente a través de inducciones en el sitio y cursos en línea.

El equipo especializado de rescate y evacuación, como los dispositivos de rescate en vuelo (CRD), las camillas de rescate y las capuchas de humo, que no se contemplan en la formación IRATA para el acceso mediante cuerdas en entornos industriales, es esencial para la operación de aerogeneradores. Los técnicos deben haber recibido la capacitación adecuada en el uso de dicho equipo y estar familiarizados con su ubicación.

El equipo de rescate y evacuación generalmente se suministra en kits completos que se colocan de manera permanente en la zona de trabajo o que el equipo traslada al lugar. Estos kits se almacenan en una bolsa sellada u otro contenedor. Es fundamental proporcionar un número adecuado de kits para las personas presentes en el lugar. No obstante, si se anticipa la llegada de más personas, puede ser necesario facilitar kits de rescate temporales adicionales.

Algunos propietarios u operadores de activos requieren un «kit de evacuación personal». Estos kits generalmente incluyen un descensor, que se sujeta al arnés del usuario y desciende por una cuerda fijada a un anclaje adecuado (a diferencia de la mayoría de los sistemas o dispositivos de evacuación, donde el dispositivo se ancla y la cuerda pasa a través de él antes de conectarse al arnés del técnico). Existe una amplia variedad de dispositivos de evacuación personal, y estos deben ser entregados únicamente a técnicos que hayan recibido la formación adecuada y estén familiarizados con la marca y el modelo específicos. Aunque la configuración y los principios de funcionamiento de estos dispositivos de evacuación son similares a los del uso de equipos de acceso por cuerda, los técnicos de acceso por cuerda deben haber recibido la formación pertinente sobre el uso del dispositivo de evacuación personal que se les proporcionará.

Los equipos de rescate y evacuación deben ser apropiados para el entorno al que están destinados y considerar lo siguiente:

- tipos de rescates para los cuales pueden utilizarse;
- lugares desde los cuales las personas podrían requerir ser rescatadas;
- alturas a las que una víctima puede ser elevada o descendida;
- potencial para laborar en un espacio confinado;
- número de personas que podrían requerir evacuación utilizando el/los kit(s);
- tipos de sistemas de anclaje a los que puede ser necesario fijar el kit;
- capacidad de instalar el equipo manteniéndose en un lugar seguro;
- tiempo disponible para la evacuación
- lugar donde las personas pueden aterrizar; y variedad de EPI que pueden estar en uso.



La evacuación se puede definir como la salida de un usuario atrapado de una situación remota o peligrosa, como en el caso de un incendio o a causa de una lesión o condición médica.

Las evacuaciones se pueden clasificar en dos categorías:

1. Autoevacuación: en la que el técnico tiene la capacidad de evacuar por sus propios medios.

por sí mismo, sin la asistencia (o con asistencia limitada) de otros. La autoevacuación puede ser tan sencilla como que el técnico lesionado (indispuesto) descienda por la escalera de acceso sin ayuda o con ayuda limitada de los demás, o utilice un dispositivo de escape, como un CRD, para llegar a un lugar seguro; y

2. rescate (evacuación): donde un técnico o técnicos asumen el papel de la víctima o víctimas, que pueden estar conscientes o inconscientes, y requieren que otros los trasladen (evacúen) a un lugar seguro.

Consideraciones para el rescate (lista no exhaustiva):

- Bajar a una víctima sin acompañante, en lugar de que el rescatador descienda con ella, no exige que el rescatador abandone un lugar seguro.
- Elevar a una víctima en una zona remota demanda más tiempo y esfuerzo que descenderla; además, la condición médica o el estado emocional de la víctima pueden exigir que el rescatador la acompañe durante el rescate o la evacuación.

Si el propietario del activo ha establecido métodos operativos de comunicación y rescate, estos deben incluirse en la declaración del método de seguridad para el acceso mediante cuerdas y en el plan de rescate, y deben ser seguidos.

Nota: Es posible que algunas turbinas eólicas no dispongan de equipos de seguridad instalados de manera permanente, como kits de evacuación, kits de rescate avanzados, camillas de rescate o botiquines de primeros auxilios. La necesidad de contar con equipo específico adicional debe establecerse en la fase de planificación y considerarse adecuadamente.



9. Publicaciones

relevantes

[Código de Buenas Prácticas Internacionales de IRATA \[TC-102\]](#)

[Esquema de formación, evaluación y certificación de IRATA \[TC-101\]](#)

'ICOP' Parte 3, Anexo O Protección de los técnicos de acceso mediante cuerdas frente a las condiciones ambientales

'ICOP' Parte 3, Anexo P: Administración de bordes

'ICOP' Parte 3, Anexo R: Planificación y consideraciones para el rescate y la evacuación

'ICOP' Parte 3, Anexo S: Proyectos sobre el agua

Estándares de GWO: Normas de formación de GWO



**IRATA Internacional Sede de I
RATA**

Moat Way, Ashford, Kent TN24
0TT, Reino Unido

Tel.: +44 (0) 1233 754600 Correo electrónico: info@irata.org

Sitio web: www.irata.org

El contenido de este documento está protegido por derechos de autor © 2026 IRATA International. Se prohíbe su reproducción, copia, edición o publicación sin la autorización escrita del titular de los derechos. Para cualquier consulta o duda sobre su uso permitido, comuníquese con info@irata.org. Todos los derechos reservados.