



Drones: utilización en la inspección de una línea eléctrica aérea

*Drones: use in power line inspection
Drones: utilisation pour l'inspection des lignes électriques*

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Ana Sánchez Sauce

Servicios Centrales - Subdirección técnica (INSST)

Juan Carlos Bajo Albarracín

AMPELL CONSULTORES ASOCIADOS

En esta NTP se expone un caso práctico en el que se utiliza un dron para la inspección de una línea eléctrica aérea detallando los requisitos preventivos y aeronáuticos que deben cumplirse para desarrollar los trabajos de forma que se garantice la seguridad y salud de las personas trabajadoras.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El uso profesional de drones es cada vez más relevante en España ya que, en muchos casos, supone una reducción de tiempo y de costes en la realización de determinadas actividades comparado con la manera “convencional” de llevarlo a cabo. Además, su utilización puede conllevar una ventaja preventiva al eliminar o reducir la exposición de las personas trabajadoras a determinados riesgos que, en caso de materializarse, podrían tener consecuencias graves e incluso mortales. No obstante, su uso puede generar nuevos riesgos que deben ser identificados y controlados para garantizar la seguridad y salud de las personas trabajadoras. Así mismo, hay que tener en cuenta que su utilización implica que la aeronave está volando dentro del espacio aéreo y que, en consecuencia, puede generar un riesgo de colisión con otra aeronave o impacto contra una infraestructura o persona ajena a la operación de vuelo. Por todo ello, la utilización de los drones a nivel laboral requiere el cumplimiento, no solo de la normativa laboral, sino también de la normativa de seguridad aeronáutica.

A continuación, se expone un caso práctico donde una empresa eléctrica emplea un dron para realizar una inspección previa de un tramo de una línea eléctrica aérea señalando los requisitos normativos que debe tener en consideración para garantizar la seguridad y salud de las personas trabajadoras y, al mismo tiempo, asegurar que no se generen riesgos a otras aeronaves con las que comparten el espacio aéreo ni a personas ajenas a la actividad laboral durante la operación de vuelo. Para ello, se ha tomado como referencia el documento *Drones: prevención de riesgos laborales y seguridad aeronáutica* elaborado por el INSST en donde puede encontrarse más información sobre dichos requisitos.

2. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS

La realización de los trabajos de manera segura implica un estudio y análisis previo del tipo de vuelo que se va a realizar y de los riesgos que pueden ocasionarse, así como las características de la zona en donde se realiza y de las personas implicadas en la operación de vuelo. Ello permite categorizar el vuelo de acuerdo con la normativa de seguridad aeronáutica y, además, obtener la información necesaria para identificar los riesgos y determinar las medidas preventivas más adecuadas para garantizar la seguridad y salud y, con todo ello, realizar una adecuada gestión preventiva de la actividad.

2.1. Tipo de actividad a realizar durante el vuelo y tipo de dron

La finalidad de la operación de vuelo determina tanto el tipo de dron como los equipos o dispositivos (cámaras, sensores, etc.) que son acoplados a este y que se denominan *carga de pago*. El peso de la carga de pago y del propio dron son uno de los aspectos fundamentales para categorizar la operación de vuelo; cuanto mayor es el peso, más restrictivos son los requisitos normativos que cumplir.

CASO PRÁCTICO:

La finalidad del vuelo es realizar una inspección previa de un tramo de un tendido eléctrico, constituido por una línea eléctrica de 220 kV y torres eléctricas de 25 m de altura. Esta inspección se hace con un dron equipado con una cámara termográfica para la toma de fotografías y un sensor LiDAR (Light Detection and Ranging) para la medición de distancias y, así, obtener información que sirva para saber si es necesario realizar algún trabajo de mantenimiento sobre ella.

Teniendo en cuenta lo establecido en el Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, las características de diferentes drones existentes en el mercado y las operaciones a desarrollar, se selecciona un dron multirroto con las siguientes características:

- Peso con baterías = 3,6 kg
- Carga máxima útil (peso máximo que puede transportar) = 2,7 kg
- Masa máxima al despegue = 9 kg
- Dimensión máxima = 0,90 m
- Velocidad = 18 m/s
- Energía cinética = 1.472,93 J
- Autonomía = 31 min
- Tipo de batería: LiPo 12 S
- Peso de baterías de LiPo (polímero de litio) = 1,35 kg aprox.
- Energía de las baterías: 227 Wh
- Etiqueta de clase: C3

El peso de los dos dispositivos que se acoplan al dron son:

- Cámara termográfica = 830 g
- Sensor LiDAR = 900 g

Esto supone que el peso total de la carga de pago es 1,73 kg (830 g+900 g) y, por tanto, puede acoplarse al dron ya que es inferior a su carga máxima útil (2,7 Kg).

Asimismo, el dron cumple con los requisitos del Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión de 12 de marzo de 2019 sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas.

La empresa cuenta con un programa de mantenimiento de los equipos de manera que se garantiza que es revisado y mantenido adecuadamente teniendo en cuenta el manual de instrucciones.

Por último, se conoce la distancia máxima a la que el piloto es capaz de ver el dron. Esta distancia, denominada alcance visual¹, es de 500 m.

2.2. Características de la zona de vuelo

Las características de la zona de vuelo (proximidad de los edificios, presencia de personas, orografía, etc.) y la altura del vuelo deben ser conocidas para poder determinar la categoría operacional de vuelo, planificar la operación y evitar accidentes. Además, es necesario conocer las posibles restricciones o limitaciones de uso del espacio aéreo a través de la [aplicación](#) de ENAIRE e informar de ello a la persona que operará el dron (piloto a distancia) antes de comenzar la operación. En general, está prohibido la realización de vuelos dentro de la zona de seguridad de cualquier aeropuerto o aeródromo, salvo que se acuerde un procedimiento de coordinación² con el correspondiente proveedor de servicio de tránsito aéreo. Los procedimientos de coordinación acordados deben documentarse y la empresa debe mantenerlos a disposición de la Agencia Estatal de Seguridad Aeronáutica (AESA).

Cuando se sobrevuelan espacios naturales protegidos, es necesario solicitar previamente un permiso a la comunidad autónoma correspondiente.

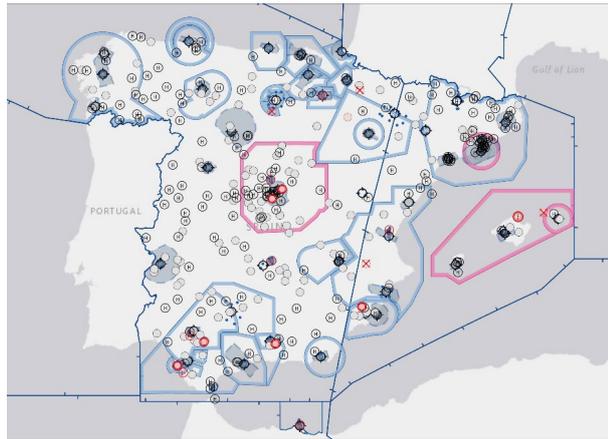


Figura 1: Prohibiciones, restricciones, zonas peligrosas y otras alertas del espacio aéreo. Fuente: Aplicación ENAIRE.

CASO PRÁCTICO:

El tramo de la línea eléctrica que se va a inspeccionar, situada en el norte de la Comunidad de Madrid, se extiende entre dos torres eléctricas idénticas de 25 m de altura. Una de ellas se encuentra próxima a la subestación La Cereal (40°35'56.4"N 3°43'21.9"W) y la otra en el punto de coordenadas 40°35'35.8"N, 3°43'21.9"W, existiendo una distancia entre ellas de 620 m aproximadamente (véase figura 2).



- Torre eléctrica
- Zona de pilotaje
- Zona de acopio de material
- Zona de despegue-aterrizaje

Figura 2: Imagen aérea de la zona donde se encuentra el tramo de la línea eléctrica aérea.

Teniendo en consideración esto, se determina la zona de pilotaje, la zona de despegue-aterrizaje y la zona de acopio de material (véase figura 2).

¹ El Reglamento 2019/947 no especifica cuál es la distancia máxima del alcance visual. No obstante, el Real Decreto 1036/2017, que regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, establece el alcance visual del piloto en 500 metros de manera que puede tomarse como referencia dicha distancia para saber si la operación se realiza o no dentro del alcance visual.

² Para más información véase [Coordinación de operaciones con UAS | AESA | Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento \(seguridad-aerea.gob.es\)](#)

La zona de pilotaje se fija de manera que se pueda visualizar el dron durante el vuelo en todo momento, incluso en el momento de despegue y aterrizaje.

La zona de aterrizaje-despegue se encuentra aproximadamente a 10 m de la de pilotaje (véase figura 3) y está libre de ramas, piedras, etc. impidiendo que estas puedan ser proyectadas por el aire generado por el movimiento de las hélices del dron. En esta zona, el dron se coloca de manera que alrededor de él haya un espacio mínimo de 3 m libre de obstáculos.

La zona de acopio de material (maletines de transporte, sillas, mesas, etc.) está alejada de las zonas de pilotaje y despegue-aterrizaje con el fin de evitar tropiezos y caídas durante la operación y se garantiza que se mantiene ordenada en todo momento. A esta zona se accede a pie fácilmente desde el lugar donde se deja el vehículo utilizado para el traslado de todo el material que se encuentra almacenado en una nave que tiene la empresa en Alcobendas. Dicho vehículo, con ITV en vigor, tiene un mantenimiento de acuerdo con el manual de instrucciones. La distancia desde el vehículo hasta la zona de acopio de material es de aproximadamente 46 m (véase figura 3). El traslado de material hasta la zona de acopio se realiza conjuntamente entre el piloto a distancia y la persona encargada de conducir el vehículo, la cual se queda en la zona de acopio de material durante toda la operación de vuelo.



-  Zona de pilotaje
-  Zona de acopio de material
-  Zona de despegue-aterrizaje
-  Zona de aparcamiento

Figura 3: Distancia entre la zona de pilotaje y la zona de despegue-aterrizaje y entre la zona de acopio de material y el aparcamiento.

Haciendo uso de la [aplicación](#) de ENAIRE, se conocen los siguientes datos de la zona de operación de vuelo:

- A efectos de la calificación del riesgo de la operación (metodología SORA³), es clasificada como “escasamente poblada” al ser una zona agrícola.

- La única infraestructura próxima a la línea es una vía de ferrocarril que está a 171,31 m.
- Se encuentra en el espacio aéreo controlado CTR MADRID (véase figura 4) cuyo proveedor de servicios de tránsito aéreo es ENAIRE. Esto supone que la empresa realice una Evaluación y Atenuación del Riesgo Operacional (EARO) específica coordinada con ENAIRE para lo cual se sirve de los [modelos de “EARO”](#) disponibles en la propia web de ENAIRE. Para saber qué modelo utilizar, la empresa ha tenido que enmarcar primeramente el vuelo en una categoría operacional (véase apartado 3). En dicho modelo se describen las instrucciones, ordenadas cronológicamente, que la empresa debe seguir para llevar a cabo la operación de vuelo. Entre dichas instrucciones se encuentran, por ejemplo, remitir con un mínimo 10 días hábiles antes de la operación el modelo A y presentar un plan de vuelo para los servicios de tránsito aéreo según la [guía de ENAIRE](#) disponible en su web. La empresa presenta esta EARO ante AESA
- Está próxima al Aeródromo-base aérea de Colmenar Viejo. Esto implica que se trata de una zona de protección de planes de vuelo (en inglés, Flight planning Buffer Zone- FBZ-)⁴ correspondiente a LED17 COLMENAR VIEJO (Madrid) (véase figura 5). Por ello, durante la fase de planificación del vuelo, la empresa elabora un procedimiento de coordinación con dicho aeródromo, donde se establecen las limitaciones/restricciones durante la operación de vuelo, tomando como base el [Modelo de acuerdo de coordinación entre aeródromos y helipuertos de uso restringido y operador UAS](#) disponible en la web de AESA.. La empresa mantiene siempre este procedimiento a disposición de AESA.
- Se sobrevuela la zona protegida de la Cuenca alta del Manzanares⁵ siendo necesario solicitar un permiso a la Comunidad de Madrid a través de su [página web](#) para poder realizarlo (véase figura 6).

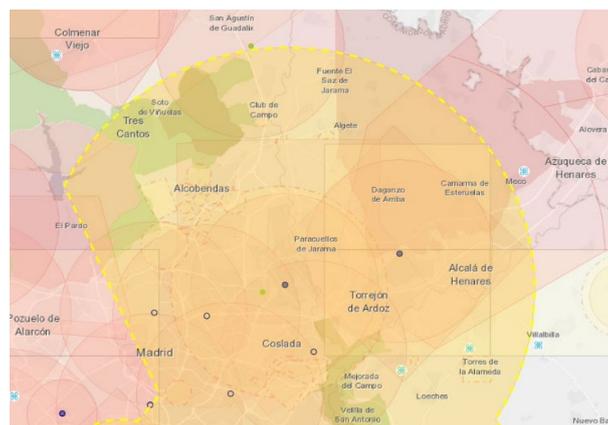


Figura 4: Espacio aéreo controlado CTR Madrid cuyo proveedor de servicios de tránsito aéreo es ENAIRE. Fuente: ENAIRE.

³ La metodología SORA (Specific Operations Risk Assessment) es una metodología de evaluación de riesgos que la AESA ha publicado como medio aceptable de cumplimiento del artículo 11 del Reglamento (UE) 2019/947.

⁴ Para más información sobre zonas prohibidas, restringidas, peligrosas y de protección de planes de vuelo, así como espacios aéreos temporalmente reservados y segregados véase [LE ENR 5_1 en.pdf \(enaire.es\)](#)

⁵ La información de los espacios naturales puede consultarse en la plataforma [Red Natura 2000](#) o en los [visores geográficos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico](#), donde se recoge el tipo de protección y datos de contacto de los responsables. No obstante, también se encuentran reflejadas en la aplicación [ENAIRE Drones](#) mediante las capas “espacios naturales protegidos” y “zonas de especial protección para las aves”.

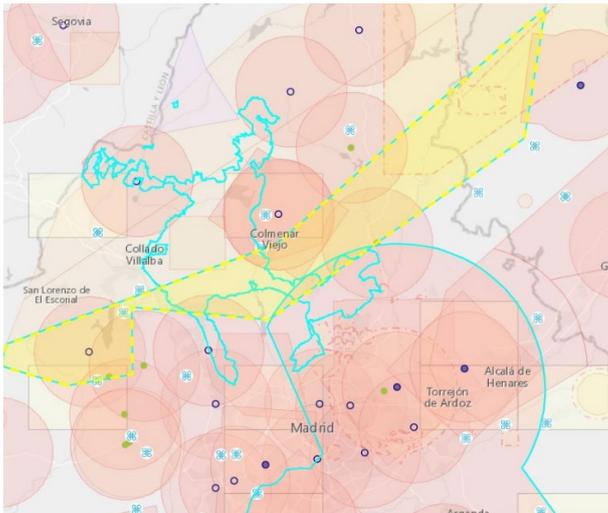


Figura 5: Zona de protección de planes de vuelo correspondiente a LED17 COLMENAR VIEJO (Madrid) controlado y gestionado por organismos del Ministerio de Defensa. Fuente: ENAIRE.

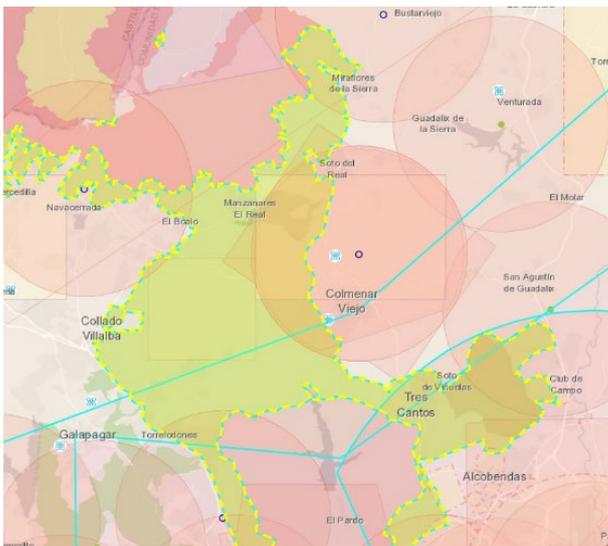


Figura 6: Detalle de la zona protegida de la Cuenca alta del Manzanares. Fuente: ENAIRE.

2.3. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas deben ser conocidas con antelación para evitar realizar cualquier operación de vuelo en situaciones adversas que puedan suponer un riesgo para las personas trabajadoras o la estabilidad e integridad del dron teniendo en cuenta lo recogido en el manual de instrucciones. Dichas previsiones meteorológicas pueden conocerse a través de la página web de la Agencia Estatal de Meteorología (<https://www.aemet.es/es/portada>). No obstante, si en el momento de realizar la operación de vuelo las condiciones meteorológicas no son óptimas, la operación no debe ser realizada.

CASO PRÁCTICO:

A través de la página de AEMET, se obtienen las condiciones meteorológicas para los posibles días de la operación de vuelo (véase tabla 1 y tabla 2).

	Temperatura			
	Martes 16 de julio	Miércoles 17 de julio	Jueves 18 de julio	Viernes 19 de julio
8:00	14º	13º	14º	15º
14:00	33º	34º	38º	38º
20:00	20º	20º	19º	20º

Tabla 1: Temperaturas previstas en los días posibles de la operación del vuelo.

Valores de Viento	Martes 16 de julio	Miércoles 17 de julio	Jueves 18 de julio	Viernes 19 de julio
Racha máxima	15 m/s	10 m/s	9,5 m/s	11 m/s
Hora Racha	14:45	15:16	14:05	14:50
Velocidad Media	5,7 m/s	3 m/s	3,5 m/s	5 m/s

Tabla 2: Velocidad del viento prevista en los días posibles de la operación del vuelo.

De los cuatro posibles días, se elige el día 17 de julio por ser el óptimo para realizar el vuelo desde el punto de vista de la seguridad y la salud en el trabajo. Además, se comprueba que no hay impedimento para usar el dron en el día elegido teniendo en consideración las limitaciones de utilización del dron recogidas en el manual de instrucciones del fabricante (véase la tabla 3). No obstante, se solicitan los permisos y autorizaciones señaladas en apartados anteriores para los días 17, 18 y 19 de julio en previsión de que puedan cambiar.

Limitaciones de velocidad del viento	15 m/s
Resistencia a la lluvia, granizo, nieve, etc.	Cuenta con un nivel de protección IP45 que le permite salpicaduras de líquidos en todas direcciones (resistencia al agua) No será utilizado con lluvia, granizo o nieve.
Condiciones mínimas de visibilidad	5 km
Límites de la temperatura del aire	-20 a 50 °C
Formación de hielo en vuelo	Con temperaturas inferiores a -0 °C y humedad relativa superior a 80% no se podrá volar el dron.

Tabla 3: Limitaciones de uso del dron que aparecen en el manual de instrucciones del fabricante.

Por otro lado, se decide que la operación de vuelo se realice a primera hora de la jornada laboral (7:00 h) con el objetivo de que las personas trabajadoras no se vean expuestas a altas temperaturas ni a una elevada radiación solar.

2.4. Formación e información

Sin perjuicio de la formación e información preventiva que se tiene que garantizar de acuerdo con la normativa de seguridad laboral (véase apartado 4), las personas trabajadoras que intervienen durante la operación de vuelo deben disponer de la formación de capacitación adecuada a la categoría operacional del vuelo (Reglamento 2019/947) y estar informadas de las posibles limitaciones o restricciones existentes para la operación de vuelo prevista. Asimismo, cuando existan procedimientos de coordinación con un proveedor de servicio de tránsito aéreo, se debe garantizar que el piloto disponga de la formación específica indicada en los mismos (véase apartado 2.2).

CASO PRÁCTICO:

El piloto a distancia dispone de la capacitación de nivel 0, 1, 3 y 4 regulada en el Reglamento 2019/947 y los certificados de dichas formaciones están en vigor. Esto supone que puede realizar vuelos que se encuadren en cualquier categoría operacional salvo en la Categoría abierta- subcategoría A2.

Asimismo, con base en los procedimientos de coordinación establecidos, se garantiza que el piloto dispone de la formación específica indicada en los mismos como, por ejemplo, tener una formación acreditada de radiofonista. Además, se le informa de todas las restricciones y limitaciones del vuelo que debe cumplir durante el vuelo del dron de acuerdo con lo establecido en los procedimientos de coordinación (véase apartado 2.2).

En este caso no interviene ninguna persona con funciones de asistencia al piloto de drones durante el vuelo, pero sí una persona trabajadora (conductor) que conduce el vehículo y ayuda al piloto en el traslado de material desde el aparcamiento hasta la zona de acopio de material. Dicha persona debe disponer del carné de conducir B en vigor para conducir el monovolumen de la empresa.

3. GESTIÓN AERONAUTICA. CARACTERIZACIÓN OPERACIONAL DEL VUELO

Tras el análisis y la planificación de los trabajos se conoce las características de la zona de vuelo y las tareas a realizar durante el vuelo que, junto con el tipo de dron, son datos necesarios para que la empresa categorice⁶ la operación de vuelo y pueda registrarse como operadora de drones ante la AESA a través de su [sede electrónica](#). En el registro de la operación de vuelo ante la AESA es importante tener en cuenta que el dron o drones especificados, sean los mismos que aparecen en los posibles permisos solicitados (véase apartado 2.2). El número de registro digital es único y debe figurar en el dron o drones registrados.

Además, la empresa debe contratar una póliza de seguro que cubra la responsabilidad civil frente a terceros por daños que puedan surgir durante y por causa de la ejecución de cada vuelo que se realice.

⁶ Para más información sobre las categorías de vuelo, véase el anexo II del documento DRONES. Prevención de riesgos laborales y seguridad aeronáutica. A partir del 1 de enero de 2024, en la categoría específica, tanto en régimen declarativo (escenarios estándar nacionales y europeos) como en régimen de autorización operacional, se requiere que los drones estén equipados con un sistema de identificación a distancia directa (por sus siglas en inglés DRI: Direct Remote Identification).

CASO PRÁCTICO:

La empresa teniendo en cuenta que la masa máxima al despegue del dron es menor de 25 kg, la altura de vuelo requerida es 15 m por encima de la altura de los postes de la línea, es decir: $25 \text{ m} + 15 \text{ m} = 40 \text{ m}$, y no se sobrevuela ninguna aglomeración de personas, decide enmarcar la operación de vuelo dentro de la [categoría abierta- subcategoría A3](#) de entre las posibles categorías en las que podría enmarcarse el vuelo.

Determinada la categoría operacional, la empresa realiza el registro ante la AESA. En este caso, en el registro únicamente se hace referencia a un único dron por lo que, si en el momento de realizar la operación el dron no se encuentra en condiciones adecuadas, la operación deberá ser cancelada.

4. GESTIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES

La operación de vuelo con drones, aunque suponga una ventaja preventiva, puede dar lugar a una serie de riesgos para la seguridad y la salud de las personas trabajadoras que deben ser evaluados de acuerdo con el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y con el capítulo II del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Los trabajos de planificación de la operación de vuelo junto con el cumplimiento de los requisitos determinados por la normativa de seguridad aeronáutica, concretamente los del Reglamento 2019/947, repercuten positivamente en la propia gestión preventiva. Ello es debido a que el análisis del tipo de vuelo a realizar y el cumplimiento de los requisitos para la gestión de la seguridad aeronáutica, contienen información que sirven para identificar los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores y establecer las medidas preventivas más adecuadas para su eliminación y control. Por tanto, una adecuada gestión integral permitirá garantizar la seguridad y salud tanto de las personas implicadas del vuelo como de las personas ajenas a la operación, además de evitar daños a edificios y bienes.

Quienes intervengan en la operación de vuelo deben ser informados de los riesgos a los que están expuestos y de las medidas de prevención y protección adoptadas frente a ellos, incluidas las medidas de emergencia de acuerdo con el artículo 20 de la LPRL. Igualmente, se debe garantizar que reciban una formación adecuada en materia de prevención de riesgos laborales conforme al artículo 19 de la LPRL sin perjuicio de la formación e información necesaria para utilizar adecuadamente los equipos de trabajo (artículo 5 del RD 1215/1997).

CASO PRÁCTICO:

Se evalúan los riesgos de la operación de vuelo teniendo en cuenta toda la información recogida durante el análisis de la tarea (véase apartado 2) para así establecer las medidas de prevención y protección más adecuadas.

A continuación, se citan algunos de los riesgos a los que se encuentra expuesto el **piloto a distancia** y las posibles medidas preventivas frente a ellos:

- **Riesgos ergonómicos** consecuencia del traslado de material necesario para la operación del vuelo desde el área de aparcamiento hasta las zonas de acopio de material y de despegue-aterrizaje establecidas (véase apartado 2.2). A pesar de que las distancias a recorrer son cortas (inferiores a 50 m) y que la carga es inferior a 15 kg, pueden producirse trastornos musculoesque-

léticos, principalmente dorsolumbares. La orografía impide el uso de maletines con ruedas o el uso de una carretilla para transportar el material. Por ello, se le forma de cómo realizar un correcto levantamiento⁷ y transporte de los materiales.

Además, durante la operación del vuelo, el piloto realiza movimientos repetitivos al manipular el mando de control del dron y debe mantener una postura semiestática. Ello hace que se determine la necesidad de realizar ejercicios de estiramientos antes y después del manejo del dron con el objetivo de reducir posibles lesiones en las extremidades superiores. Asimismo, el mando de control dispone de una correa para ser colgado al cuello y así minimizar el peso mantenido del mando durante la operación de vuelo.

El calzado del piloto dispone de absorción de energía del tacón adecuado para largos periodos de bipedestación con el objetivo de minimizar las consecuencias de mantener una postura de pie semiestática. También se pone a disposición del piloto una silla para poder sentarse en los momentos en donde no requiera estar de pie.

- **Riesgos psicosociales** relacionados con la carga mental y estrés⁸, consecuencia del trabajo de precisión necesario para evitar que el dron choque con la línea o una torre eléctrica.

Una formación adecuada sobre el uso del dron hace que el piloto adquiera una sensación de control y dominio de su trabajo reduciendo el estrés y ansiedad durante el vuelo. Asimismo, es recomendable otorgar al piloto autonomía para poder parar la operación de vuelo y poder realizar un descanso si lo considera necesario y oportuno.

- **Riesgo de corte con las hélices** durante las tareas de comprobación del estado del dron, de mantenimiento o de sustitución de componentes siendo necesario por ello, el uso de guantes en dichas tareas además de seguir siempre las instrucciones del fabricante.
- **Riesgos de caída al mismo nivel** consecuencia de la orografía de la zona. Por ello, se determinó como zona de pilotaje un área libre de obstáculos, lo más horizontal posible y lejos de desniveles para evitar caídas o tropezos del piloto durante la operación de vuelo.

En relación con el calzado, además de la suela con absorción de energía, este tiene también protección del tobillo para minimizar posibles daños por tropezos.

- **Riesgo eléctrico** por la proximidad a una línea eléctrica área. Ante ello, la ubicación de la zona de pilotaje, de la zona de acopio de material y de la zona de despegue-aterrizaje se han determinado a gran distancia de las torres eléctricas de manera que en ningún momento se invade la zona de proximidad ni la zona de peligro establecidas en Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, eliminando el riesgo en su origen.
- **Riesgo de incendio o explosión** consecuencia

de la propia batería del dron o del choque de este contra la línea eléctrica.

Las baterías de litio pueden dañarse como consecuencia de una sobrecarga eléctrica (durante la carga o la descarga), un sobrecalentamiento (causada por fuentes externas de calor o de energía) o por impactos y, por tanto, incendiarse o explosionar. Se comprueba que se dispone de todos los dispositivos necesarios para realizar la carga de las baterías en condiciones de seguridad y esta se realiza, al igual que su mantenimiento, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Las baterías, durante el traslado y cuando no sean utilizadas, se deben guardar en su correspondiente maletín (estación de baterías inteligentes) con el fin de que no se deterioren o dañen.

En el caso de que la batería esté dañada o defectuosa, no se debe utilizar y se debe desechar correctamente.

- **Riesgos higiénicos** asociados a las condiciones meteorológicas a la que está expuesto el piloto a distancia durante la operación y al ruido generado por el movimiento de las hélices o de las aeronaves procedentes del aeropuerto y aeródromo. Se comprueba que no existe ninguna alerta/aviso meteorológico en las posibles fechas de operación de vuelo. Asimismo, teniendo en cuenta las previsiones meteorológicas de la fecha de operación de vuelo elegida (17 de julio), se planifica para que se realice a primera hora de la jornada laboral para evitar las horas centrales del día en las que se prevé las temperaturas más elevadas. Se determina también la necesidad usar protección solar, gafas de sol y protección para la cabeza. Asimismo, se recomienda que el piloto lleve una vestimenta holgada, ligera y transpirable. Además, el piloto debe llevar un protector auditivo como medida de protección frente al ruido generado por las hélices del dron en funcionamiento y se le dota de agua para evitar una posible deshidratación.

En relación con el **conductor**, algunos a los riesgos a los que se encuentra expuesto y las posibles medidas preventivas derivadas de la correspondiente evaluación de riesgos son:

- **Riesgos asociados a la seguridad vial** ya que para acceder a la zona de vuelo conduce un monovolumen con fecha de matriculación en el año 2018 perteneciente a la empresa. Por ello, es necesario que se realice un adecuado mantenimiento y tenga la correspondiente ITV en vigor. Además, se debe garantizar una formación relativa a seguridad vial⁹ y que se disponga del carné de conducir acorde al tipo de vehículo, en este caso el carné tipo B.
- **Riesgos ergonómicos** consecuencia de la conducción del vehículo como, al igual que el piloto a distancia, de la manipulación manual del material desde el área de aparcamiento hasta la zona de acopio de material. Por lo que para evitar trastornos musculoesqueléticos se garantiza que el conductor recibe una formación preventiva en materia de manipulación manual de cargas⁷. Por otro lado, puesto que el conductor durante la operación del vuelo no realiza ninguna actividad, se le dota de una silla

⁷ Para más información sobre manipulación manual de carga, véase la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.

⁸ Para más información sobre la prevención de carga mental y el estrés en el trabajo, diríjase al portal Riesgos Psicosociales del INSST.

⁹ Para más información, diríjase al portal Seguridad Vial Laboral del INSST.

para poder sentarse durante el tiempo de duración de la operación de vuelo.

- **Riesgos higiénicos** asociados a las condiciones meteorológicas a la que está expuesto mientras que se realiza la operación de vuelo. Del mismo modo que en el caso del piloto, teniendo en cuenta la previsión meteorológica se define la necesidad de llevar una vestimenta holgada, ligera y transpirable y usar protección solar, gafas de sol y protección para la cabeza. También se le proporciona una pequeña carpa/sombrilla donde resguardarse del sol y protectores auditivos como medida de protección frente al ruido generado por las hélices del dron en funcionamiento y se le dota de agua para poder hidratarse.

En relación con las medidas de emergencias, se debe disponer de un extintor portátil para caso de pequeños conatos de fuego y de un teléfono para llamar a los servicios de emergencia en caso de que el incendio se propague. Tanto el piloto como el conductor son formados para un uso correcto del extintor portátil.

El piloto y el conductor son informados de los riesgos a los que pueden estar expuestos y reciben la información y formación correspondiente a las medidas de prevención y protección adoptadas, así como de las medidas de emergencia.

Por último, el piloto recibe una formación específica sobre la utilización correcta del dron y de los equipos que se acoplan a este.

5. OPERACIÓN DE VUELO

La operación de vuelo con drones debe realizarse bajo la categoría operacional y con el tipo de dron para el que se encuentra registrado ante la AESA y, en su caso, cumplir con las limitaciones/restricciones establecidas en los procedimientos de coordinación (véase apartado 2.2).

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, a las personas implicadas en la operación se las debe de dotar de todas las medidas de prevención y protección necesarias, así como informarlas y formarlas de los riesgos a los que pueden verse expuestos y cómo utilizar adecuadamente dichas medidas.

CASO PRÁCTICO:

Antes de realizar la operación de vuelo, se comprueba que se dispone de toda la documentación aeronáutica necesaria (permisos y autorizaciones) para poder realizar el vuelo. Además, se verifican aspectos como que:

- Las condiciones meteorológicas son adecuadas y no suponen ningún riesgo para la seguridad y salud de las personas trabajadoras.
- Las personas trabajadoras disponen de la formación e información necesaria y adecuada para desarrollar la operación de vuelo en condiciones seguras.
- Los equipos de trabajo están en buenas condiciones y se dispone de todos los medios de prevención y protección necesarios y en buen estado.
- El dron, tras su montaje, se encuentra en condiciones de operar. En caso de que no se encuentre en condiciones adecuadas, la operación debe ser cancelada ya que, en los procedimientos de coordinación, permisos y en el registro ante la AESA únicamente se ha identificado dicho dron (véase apartados 2.2 y 3).
- La zona de vuelo, de acopio de material y de despe-

gue-aterrizaje coincide con las características para las que se planificó la operación y no existen riesgos que no se hubieran tenido en cuenta durante la planificación como consecuencia de cambios en la zona como, por ejemplo, otros tendidos eléctricos, presencia de personas en la zona, etc.

- La zona de pilotaje cumple con los requisitos determinados en la planificación de la operación de vuelo, está libre de obstáculos y permite la visibilidad del dron en todo momento.
- La comunicación con los proveedores de servicio de tránsito aéreo es adecuada de acuerdo con los procedimientos de coordinación establecidos. En caso de no poderse comunicar con alguno de ellos, no se realiza la operación.

Verificados los requisitos previos a la operación del vuelo y colocados todos los equipos de protección, el piloto pone en funcionamiento el dron. En este momento, únicamente el piloto debe encontrarse en la zona de despegue-aterrizaje. Este comprueba que existe señal entre el dron y el mando de control remoto (emparejamiento del dron) de manera que, en caso contrario, procede a su emparejamiento. A continuación, el piloto debe dirigirse a la zona de pilotaje definida e iniciar el despegue del dron elevándolo a una altura aproximada de 2 m y mantenerlo en posición estacionaria durante, al menos, 30 segundos para comprobar su correcto funcionamiento y estabilidad. Tras ello, el piloto debe hacer volar el dron haciendo el recorrido de toda la línea eléctrica para realizar su inspección tomando fotografías que se analizarán posteriormente. Durante esta operación, el piloto debe ser consciente en todo momento de la situación, estando alerta ante cualquier obstáculo o cambio en las condiciones climáticas que puedan afectar al vuelo del dron o a su propia integridad. Asimismo, durante el vuelo, no debe haber pérdida de comunicación entre el dron y todos los dispositivos que participen en el vuelo (seguridad de la red) conocido como "C2 Link"¹⁰.

Finalizada la toma de fotografías en toda la línea objeto de la inspección, el piloto aterriza el dron en la zona de despegue-aterrizaje establecida. A dicha zona no debe acceder nadie hasta que se haya procedido a la parada total de las hélices. Tras lo cual, se apaga el dron y se informa a los proveedores de servicio de tránsito aéreo de la finalización de la operación.

6. CONCLUSIONES

Las tareas con drones en el ámbito laboral cada vez son más frecuentes como consecuencia de las diversas ventajas, económicas al reducir el coste y tiempo de ejecución de una tarea, de eficacia al poder utilizarse en zonas de muy difícil acceso e incluso preventivas al facilitar el cumplimiento de algunas de las obligaciones establecidas en el marco de la normativa de prevención de riesgos laborales. Su utilización también permite reducir o eliminar la exposición a determinados riesgos laborales como en el caso práctico expuesto en esta NTP donde se evita tener que subir a una torre eléctrica para conocer el estado de una línea eléctrica, sino que la inspección del estado de la línea se realiza con un dron equipado con una cámara lo que permite eliminar riesgos como, por

¹⁰ Este tipo de seguridad impide que terceras personas puedan utilizar sistema de comunicaciones y tomar control o manipular la configuración del dron, creando una situación de riesgo durante la ejecución del vuelo.

ejemplo, caída en altura o contacto eléctrico cuyas consecuencias pueden ser muy graves e incluso mortales. Sin embargo, su utilización supone el uso del espacio aéreo teniendo que cumplir con la normativa de seguridad aeronáutica y puede ocasionar la aparición de riesgos que deben ser evaluados y controlados. Ello implica aplicar dos marcos normativos diferentes, el de prevención de riesgos laborales y el de seguridad aeronáutica, para poder realizar una adecuada gestión preventiva y garantizar así la seguridad y la salud.

Una adecuada gestión preventiva de las actividades laborales con drones supone un análisis concreto del tipo de vuelo y conocer detalladamente la zona donde se va a ejecutar, así como de la clase de dron a utilizar. Esto permite, desde el punto de vista de la seguridad aeronáutica, enmarcar la operación en una de las posibles categorías de vuelo y, con ello, entre otros requisitos, fijar

la formación de capacitación necesaria del piloto y las posibles limitaciones o restricciones de vuelo. Desde el punto de vista de la seguridad laboral, permite conocer la tarea y las condiciones de trabajo existentes para evaluar los posibles riesgos y adoptar las medidas preventivas y de protección más adecuadas para garantizar la seguridad y salud de las personas trabajadoras, además de la información y formación preventiva específica y necesaria para ejecutar la tarea en condiciones de seguridad.

Por último, en relación con las responsabilidades de las personas trabajadoras que intervienen en operaciones de vuelo, la normativa aeronáutica fija una serie de obligaciones en función de la categoría operacional del vuelo estando algunas de ellas recogidas también en la normativa de prevención de riesgos laborales como, por ejemplo, usar adecuadamente los equipos de trabajo o paralizar la tarea en caso de riesgo grave e inminente.

BIBLIOGRAFÍA

[Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.](#)

[Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.](#)

[Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.](#)

[Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.](#)

[Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifican el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea.](#)

[Reglamento de Ejecución \(UE\) 2019/947 de la Comisión de 24 de mayo de 2019 relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.](#)

[Reglamento Delegado \(UE\) 2019/945 de la Comisión, de 12 de marzo de 2019, sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas.](#)

Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Artículo: [España termina 2023 con más de 94.000 operadores de drones registrados en AESA](#)

Aplicación web [ENAIRES Drones](#).

Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Disponible en: [Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España 2018-2021 | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana \(mitma.gob.es\)](#)

Plataforma Red Natura 2000. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Disponible en: [Red Natura 2000 \(miteco.gob.es\)](#)

Visores geográficos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Disponible en: [Acceda a nuestros visores geográficos \(miteco.gob.es\)](#)

Sede electrónica de la Comunidad de Madrid: [Autorización de actividades y obras en el medio natural y espacios protegidos. Actividades y obras espacios naturales.](#)

Web de la Agencia Estatal de Meteorología: <https://www.aemet.es/es/portada>

Guía sobre requisitos y limitaciones al vuelo de UAS en función del lugar de operación (zonas geográficas de UAS). Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Disponible en: [Coordinación de operaciones con UAS | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento \(seguridadaerea.gob.es\)](#)

Guía evaluación de riesgo operacional. Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Disponible en: [UAS-OPR-P01-DT07 Ed.1 Guia.evaluación.riesgo \(seguridadaerea.gob.es\)](#)

Sede electrónica Registro de operadores de UAS. Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

Guía sobre el contenido del Manual de Operaciones. Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Disponible en: [Operaciones con UAS/Drones - Categoría Específica | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - Ministerio de Fomento \(seguridadaerea.gob.es\)](#)

[Explanatory Note to Decision 2022/002/R - Regular update of the acceptable means of compliance and guidance material to Regulation \(EU\) 2019/947 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft.](#)

Cuestionario de categorización de operaciones. Agencia Estatal de Seguridad Aérea. Disponible en: [cuestionario](#)

Drones:prevención de riesgos laborales y seguridad aeronáutica-Año 2023. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/drones-prevencion-de-riesgos-laborales-y-seguridad-aeronautica-2023>

[Portal Riesgos Psicosociales](#) del INSST.

[Portal Seguridad Vial Laboral](#) del INSST.

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSST. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relativos-a-la-manipulacion-manual-de-cargas>