

**JST** | SEGURIDAD EN  
EL TRANSPORTE

**BOLETÍN DE SEGURIDAD OPERACIONAL**

Modo: Aeronáutico



Sucesos en operaciones de

# TRABAJO AGROAÉREO



**Secretaría de Transporte**  
Ministerio de Economía

## INTRODUCCIÓN:

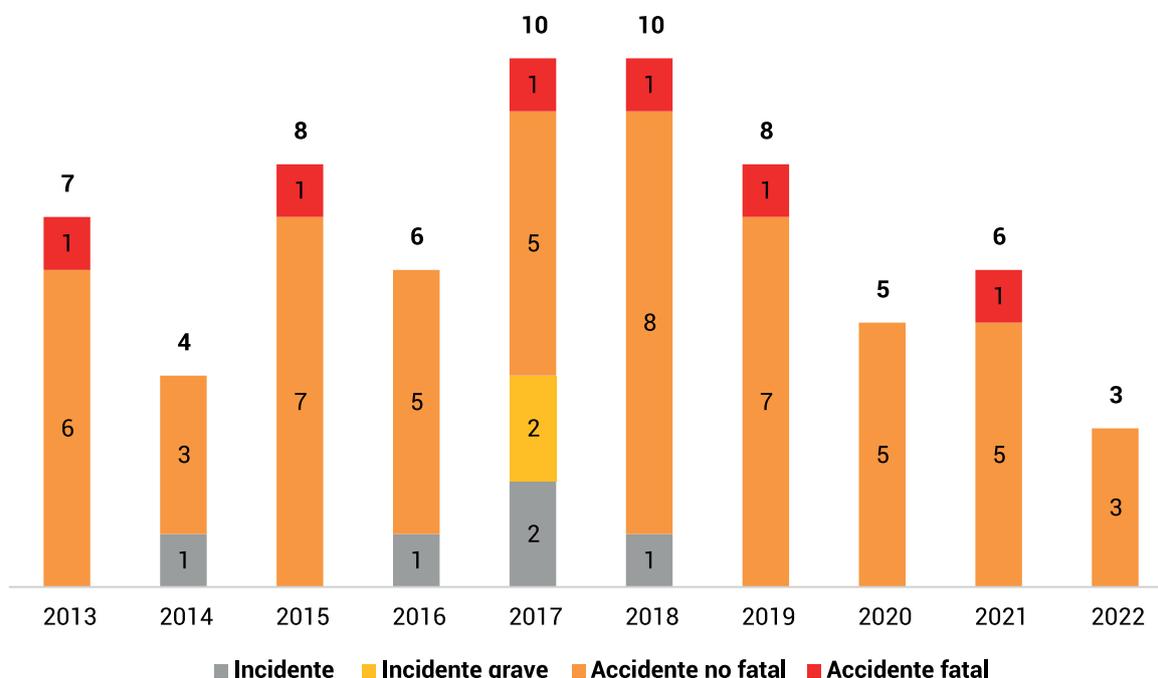
Las operaciones agroaéreas comprenden aquellas actividades en las que se utilizan aeronaves para la aspersión o lanzamiento de sustancias con el objetivo de proteger, beneficiar o fomentar la agricultura. Estas operaciones incluyen la aplicación aérea de fertilizantes, semillas y productos para la protección de cultivos, la preservación de los bosques o el control de plagas, malezas y hongos que afectan a la agricultura y a la horticultura.

Para este boletín, se realizó un análisis basado en una serie histórica que identificó y categorizó a los sucesos en operaciones de aeroaplicación en la República Argentina durante el periodo 2013-2022. Los datos se obtuvieron del sistema ADREP/ECCAIRS1 del repositorio institucional de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST).

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En total, se registraron 67 eventos relacionados con estas operaciones.

**Gráfico 1.** Serie anual de sucesos relacionados con operaciones de aeroaplicación en Argentina en el periodo 2013-2022.



Fuente: Sistema ADREP/ECCAIRS, repositorio de la JST.

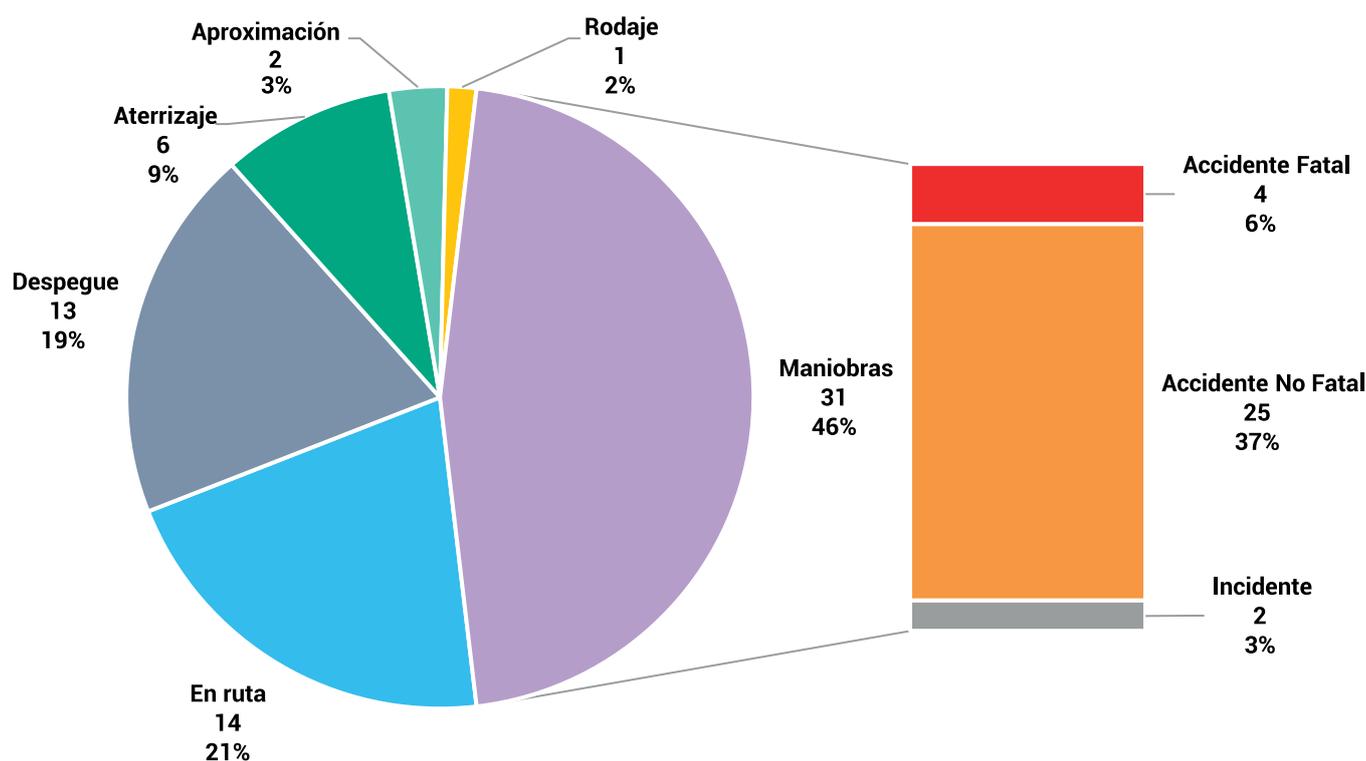
El ECCAIRS es un sistema desarrollado por la Unión Europea que permite, de manera estandarizada, recolectar, analizar y compartir información acerca de los sucesos (accidentes e incidentes) en un formato compatible con el Sistema de Notificación de Accidentes/Incidentes de Aviación (ADREP).

La mayor cantidad de sucesos se observa en la fase de vuelo maniobras (MNV), con 31 eventos (46%, casi 1 de cada 2). Durante esta fase, la aeronave opera de manera intencionada a baja altura, generalmente en áreas con obstáculos, tales como árboles, alambrados y tendidos eléctricos. Es por esto que la preparación y planificación previa al vuelo es una tarea fundamental.

La siguiente fase de vuelo que mayor cantidad de sucesos presenta es en ruta (ENR) con 14 eventos (21%, aproximadamente 1 de cada 5). Los motivos son análogos a la fase MNV, ya que comprende el trayecto desde la base de operaciones hasta el lugar donde se realizará el trabajo o viceversa.

La tercera fase de vuelo que presenta mayor cantidad de sucesos es el despegue (TOF) con 13 eventos (19% de los casos, aproximadamente 1 de cada 5).

**Gráfico 2.** Distribución por fases de vuelo de sucesos en operaciones de aeroaplicación en Argentina en el período 2013-2022.



Fuente: Sistema ADREP/ECCAIRS, repositorio de la JST.

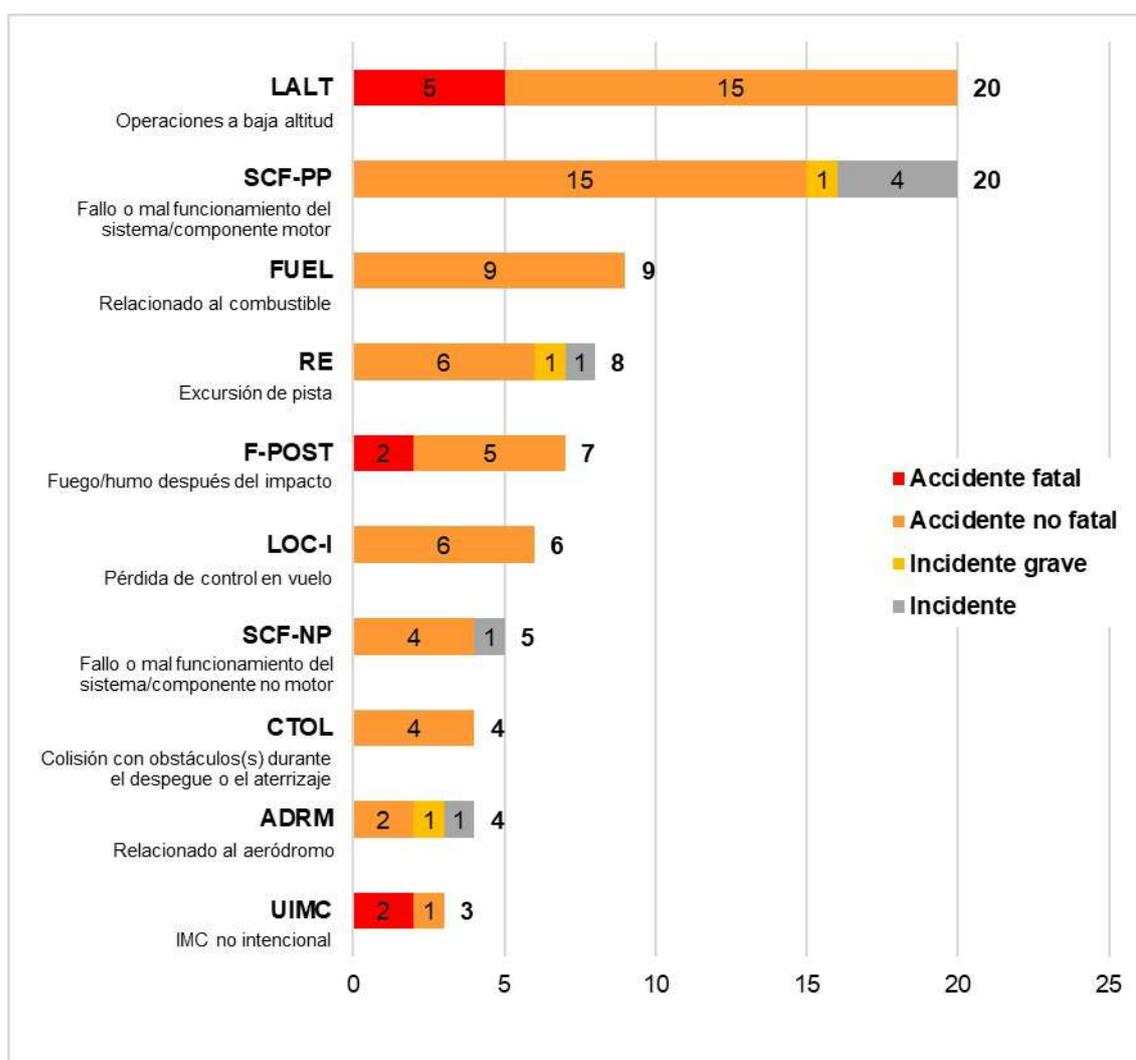
2. Las categorías de sucesos son establecidas por el equipo de seguridad operacional de aviación comercial y el equipo de taxonomía común de OACI (CAST/CICTT): <http://www.intlaviationstandards.org/Documents/OccurrenceCategoryDefinitions.pdf>

En cuanto a las categorías de sucesos, las dos que presentan mayor recurrencia y que a su vez, poseen la mayor cantidad de accidentes, son las operaciones a baja altitud (LALT) y el fallo o mal funcionamiento del motor (SCF-PP), por lo que el análisis se enfocará en ellas.

Le siguen otras 3 categorías con menor cantidad de ocurrencias: relacionados con el combustible (FUEL), excursiones de pista (RE) y pérdidas de control en vuelo (LOC-I).

En un mismo suceso pueden existir múltiples factores contribuyentes y, por lo tanto, es común que un suceso posea más de una categoría. Por esta razón, en el siguiente gráfico, la cantidad de sucesos por categoría es mayor a la cantidad de sucesos registrados.

**Gráfico 3.** Distribución por categorías de sucesos en operaciones de aeroplación en Argentina en el período 2013-2022.



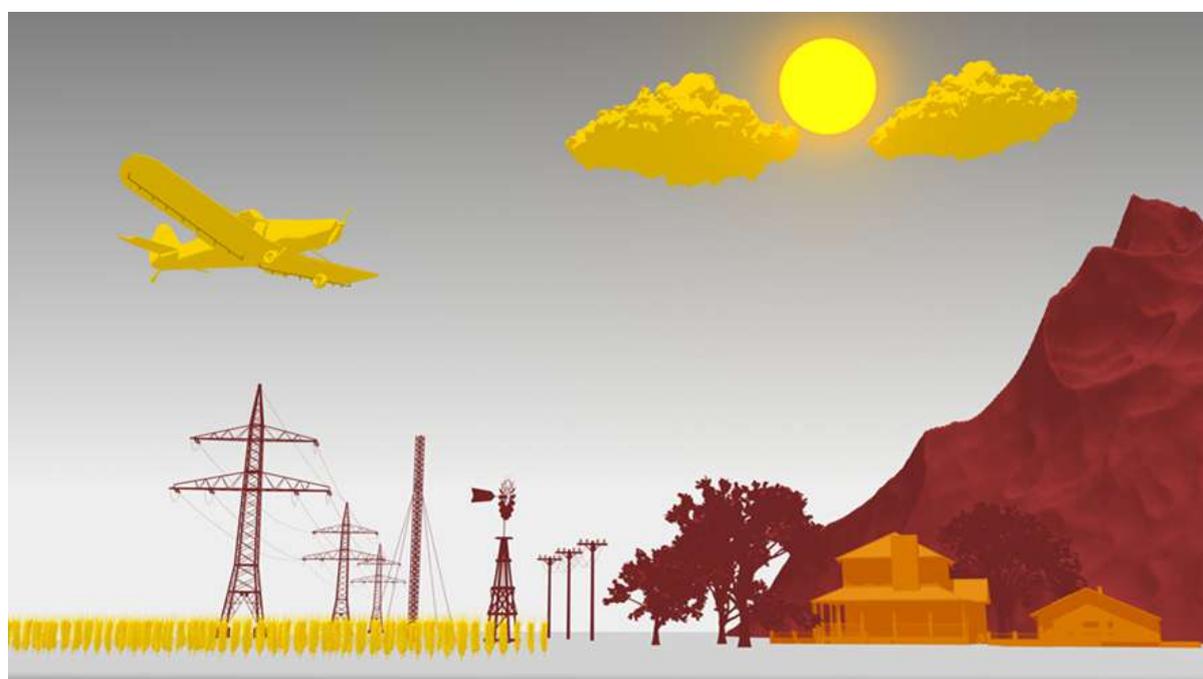
Fuente: Sistema ADREP/ECAIRS, repositorio de la JST.

## OPERACIONES A BAJA ALTITUD (LALT)

Esta categoría de suceso se define como la colisión o casi colisión con obstáculos, objetos o el terreno durante la operación intencional cerca de la superficie, excluyendo las fases de despegue y aterrizaje. Incluye diversas operaciones: exhibiciones aéreas, maniobras a baja altura, vuelos panorámicos y turísticos, inspección aérea, aplicación aérea, operaciones de búsqueda y salvamento, entre otras.

En el caso de las operaciones de trabajo agroaéreo registradas por la JST en los últimos 10 años, esta categoría representa aproximadamente el 30% de los sucesos, y en su mayoría, han resultado en accidentes. Los pilotos agrícolas deben operar su equipo dispensador y ajustar sus recorridos, mientras monitorean los recursos en la cabina para garantizar una cobertura eficiente. También, deben monitorear en el exterior una variedad de consideraciones como: fenómenos meteorológicos (que pueden afectar la visibilidad o la liberación del producto), los límites del área de trabajo, la presencia de obstáculos y las zonas que deben evitarse debido a la presencia de población, restricciones de ruido, presencia de ganado u otras medidas de seguridad. Estos peligros latentes propios de la actividad, la cual se desarrolla a baja altura, ya sea por separado o en combinación, pueden contribuir a la fatiga del piloto y otros efectos que podrían degradar su rendimiento.

**Figura 1.** Elementos que demandan la atención del piloto.



**Carga de trabajo en cabina:**  
● Precisión y control de deriva para la fumigación, control de la aeronave y estado de los sistemas, operaciones de equipos dispensadores, GPS, factores meteorológicos, carga horaria de trabajo.

**Áreas sensibles de evitar:**  
● Límites de áreas de trabajo, áreas pobladas, ganado.

**Riesgos de colisión:**  
● Árboles, terreno elevado, torres de energía, postes de teléfono, molinos.

Fuente: Elaboración propia

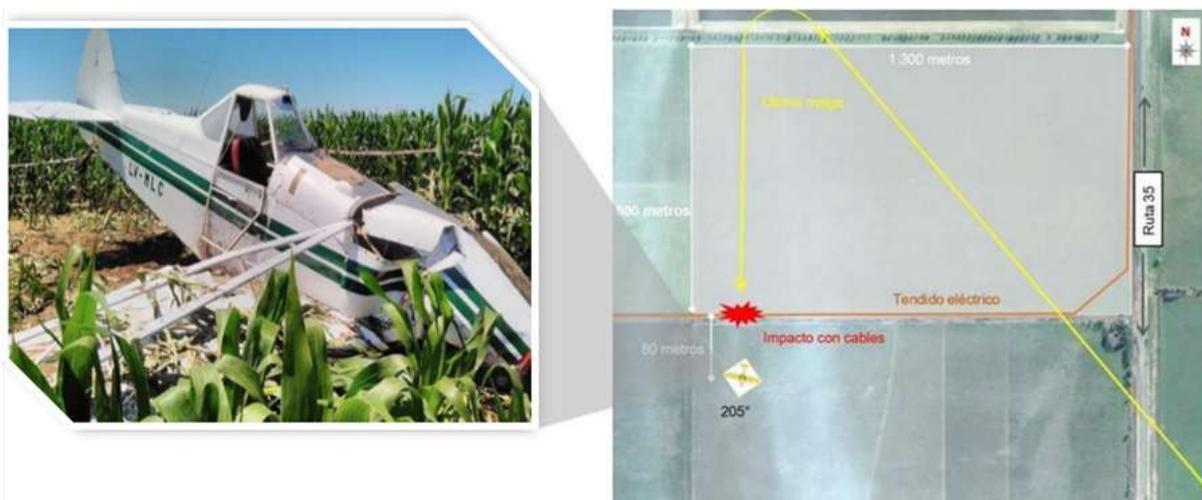
Por lo antes expuesto resulta importante destacar la planificación y preparación del vuelo en el sitio a realizar el trabajo, incluida la identificación de peligros y su análisis de riesgo. Deficiencias en estos aspectos pueden afectar la capacidad de ver, localizar, recordar o evitar obstáculos, con graves consecuencias. Por lo tanto, es imprescindible tener en cuenta que la fatiga, la carga de trabajo, la deshidratación, la mala alimentación, la automedicación, el calor y otros factores fisiológicos pueden afectar negativamente la concentración y la toma de decisiones. También es necesario conocer las limitaciones de la aeronave, controlar los equipos de comunicaciones y de navegación con especial atención a la carga de coordenadas.

## CASO DE EJEMPLO: SUCESO DEL LV-MLC

El 14 de febrero de 2019, la aeronave matrícula LV-MLC, un Piper PA-25-235, despegó del Aeródromo Huinca Renancó (provincia de Córdoba) para iniciar los trabajos de aeroaplicación sobre un campo de 1.300 metros de largo por 600 metros de ancho ubicado a 10 kilómetros. Este lindaba con un tendido eléctrico de media tensión ubicado a lo largo del límite sur.

El vuelo se realizó aprovechando el lado más largo del lote, es decir en sentido este-oeste/oeste-este, en los que los obstáculos fueron evitados exitosamente. Sin embargo, cuando la aeronave realizó la cabecera oeste en sentido norte-sur, en una trayectoria perpendicular al tendido eléctrico, impactó los cables de media tensión con el tren principal, esto provocó que se precipitara a tierra, a 80 metros del lugar del impacto. El tren principal colapsó y se desprendió de la aeronave.

**Figura 2.** Dinámica del vuelo.



Fuente: Investigación JST

La visualización tardía del tendido eléctrico pudo haber reducido el tiempo de reacción del piloto para evitar el impacto o conducido a una apreciación inadecuada de la separación vertical entre la aeronave y los cables.

**Figura 3.** Daños del tendido eléctrico.



Fuente: Investigación JST

**Enlace al informe de seguridad operacional del LV-MLC:** <https://so.jst.gob.ar/informe/?id=760>



## **FALLO O MAL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR (SCF-PP)**

Esta categoría de suceso se define como la falla o mal funcionamiento de un sistema o componente de la aeronave relacionado con los motores, incluyendo: hélices, rotores, governor<sup>3</sup> de las hélices, rotor principal (reducción o transmisión), reversores de empuje y controles del motor, así como partes o piezas del grupo motor que se desprendan de este. Los sucesos investigados por la JST categorizados como SCF-PP se encuentran entre los más frecuentes, especialmente para las operaciones de aviación general y de trabajo aéreo. En el caso de las operaciones de trabajo agroaéreo, representa aproximadamente el 30% de los sucesos, resultando en su mayoría en accidentes.

3. El *governor* es el dispositivo encargado de aumentar o disminuir la presión del sistema hidráulico de la hélice, y en consecuencia aumentar o disminuir el paso, en función de las RPM de esta.

Las épocas de siembra y aplicación, las condiciones climáticas, el potencial daño a los cultivos si hay retraso, la competencia por los contratos y otros factores pueden influir en la programación de los pilotos y operadores configurando cronogramas exigentes para completar una tarea. Las aeronaves y sus componentes resultan exigidas por la cantidad de horas de vuelo acumuladas en las campañas de trabajo y, por lo tanto, pueden ser afectados. Las bajas alturas a las que operan, por lo general otorgan a los pilotos un escaso margen para responder de manera segura, efectiva o satisfactoria en caso de anomalías o mal funcionamiento.

El mantenimiento es crítico, por lo tanto, las aeronaves están sujetas a requerimientos de inspección y mantenimiento acorde a esta exigencia. Cumplir con las verificaciones previas y posteriores al vuelo es fundamental para detectar y prevenir posibles fallas.



Resulta de importancia para la seguridad operacional promover un mantenimiento basado en las especificaciones del fabricante y las reglamentaciones de la autoridad aeronáutica. El mantenimiento preventivo, realizado regularmente, siguiendo pautas de calidad apropiadas y conforme a los lineamientos del fabricante, ayuda a reducir la probabilidad de fallas. Adicionalmente, es esencial asegurar que se realicen los procedimientos de inspección y control de mantenimiento.

Además, se recomiendan las siguientes buenas prácticas:

- Asegurar que la calidad del combustible a utilizar por las aeronaves no sea degradada por deficiencias en los procesos de abastecimiento y almacenaje. Esto permitirá que el motor de la aeronave tenga el rendimiento esperado de acuerdo con lo especificado por el fabricante.
- Verificar siempre el estado y funcionamiento de los equipos que integran a la aeronave, previo a la realización de los vuelos y después de estos.
- Cumplir con los tiempos de inspección y reemplazo de los elementos de seguridad de la aeronave (descarga rápida, matafuego, arneses) y del piloto (casco, máscara, etc.), para que cumplan correctamente la función para la cual fueron diseñados.

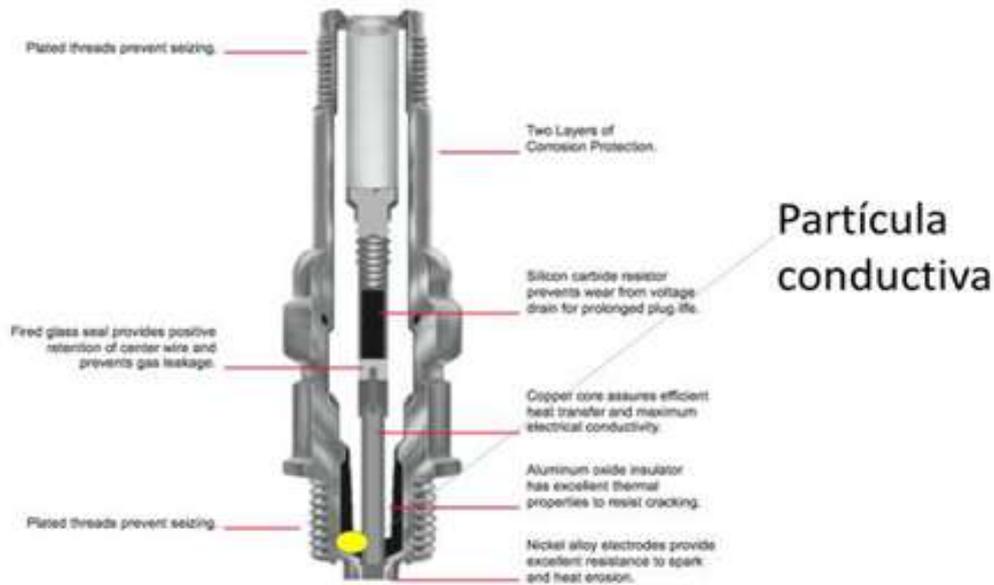
## **CASO DE EJEMPLO: SUCESO DEL LV-LXD**

En el año 2017, la aeronave PA-A-25-235, se encontraba a una altura de 500 pies en ruta de regreso a su base de operaciones en la localidad de Saira (provincia de Córdoba) luego de realizar un trabajo de aeroaplicación, cuando experimentó una pérdida parcial de potencia con una caída en el indicador de revoluciones por minuto (RPM). Las acciones adoptadas por el piloto no pudieron revertir la condición, por lo que decidió realizar un aterrizaje de emergencia en un lote sembrado con soja. Durante este, la aeronave recorrió aproximadamente 70 metros y luego capotó. El piloto abandonó la aeronave sin haber sufrido lesiones.

La investigación determinó que el motor no presentaba fallas de origen mecánico. Los comandos de accionamiento del acelerador, aire caliente y mezcla mostraban continuidad y libertad de movimientos. Por lo tanto, la investigación se enfocó en los sistemas de aire, el eléctrico y el de combustible.

En el curso de la investigación y los distintos ensayos realizados para determinar una posible falla de motor, se procedió al desmontaje y prueba en banco de los magnetos y bujías. Los magnetos evidenciaron un funcionamiento adecuado, mientras que de las 12 bujías, 3 estaban en corto. El modo de falla de las tres bujías fue similar, caracterizado por continuidad eléctrica entre ambos electrodos, el positivo y el conectado a masa. Asimismo, el origen de la falla también fue similar, ya que presentaban en su interior una partícula de material conductivo en forma de perla como deposición. Tras eliminarse la partícula, estas tres bujías volvieron a mostrar una buena condición.

**Figura 4.** Representación de la partícula que conectó eléctricamente a ambos electrodos.



Fuente: Investigación JST

**Figura 5.** Imágenes de una de las bujías que mostró falla.



Fuente: Investigación JST

Los electrodos dentro de los cilindros están expuestos a una atmósfera compuesta por partes de aire filtrado y un spray de combustible que forman una mezcla. Además, pueden estar presentes partículas resultantes del desgaste del motor y aceite de lubricación. La condición de las bujías es un buen indicador de la condición del motor, por esta razón, se puede indicar que el origen de las partículas observadas pudo estar en la calidad del combustible usado, en el desgaste del motor y en la relación de aire combustible (mezcla) seleccionada en la operación.

El sistema de encendido del motor está provisto de un doble encendido mediante dos magnetos y dos bujías por cilindro. En el caso de que una bujía o un cable de bujía falle, va a producirse como consecuencia que el frente de llama dentro del cilindro de la falla tenga una velocidad menor al resto. Esto, más la diferencia en la distribución de presiones sobre la cabeza del cilindro, produce un desbalanceo de todo el conjunto rotante y el desbalanceo una caída de las RPM del motor y, por lo tanto, una pérdida de potencia parcial en el motor.

La probabilidad de que 3 bujías fallen de manera repentina y simultánea es extremadamente baja, lo que permite suponer que la manifestación de la falla debió haber estado precedida por otras que no fueron identificadas y tratadas oportunamente, o bien desestimadas. Por esa razón, es importante resaltar la necesidad de atender cada situación anormal de acuerdo con las prácticas estándar.

**Enlace al informe de seguridad operacional del LV-LXD:** <https://so.jst.gob.ar/informe/?id=571>



Cabe destacar que el accidente no fue notificado a la JST inmediatamente ocurrido. La aeronave fue desarmada en el lugar del accidente y trasladada a instalaciones de la empresa propietaria, sin coordinación con esta Junta. Esta falta de coordinación, pudo causar dificultades para la recolección de evidencias y análisis de información.

**Enlace al formulario web para notificación de sucesos a la JST, cuenta con una guía de notificación de sucesos aeronáuticos:**

<https://www.argentina.gob.ar/jst/guia-de-notificacion-de-sucesos-aeronauticos>

