



**RECOMENDACIONES
INTERNACIONALES
DE 13 PAÍSES**

Las mejores prácticas,
técnicas y tácticas de los
usos de los drones para las
operaciones de bomberos y
rescate en 2020

**MEJORES PRÁCTICAS
CON DRONES
2020**

International Emergency Drone Organization





IEDO INFORME DE MEJORES PRÁCTICAS CON DRONES

| Versión | Fecha | Página | Objeto |
|---------|--------------------|--------|----------|
| 2020 | 1 de marzo de 2021 | Todas | Creación |

* Versión en español, traducida por José Luis Calvete, Coordinador Nacional IEDO España.

Aviso legal

Este documento ha sido redactado por los miembros de la Junta Directiva de IEDO, con contribuciones de miembros individuales de IEDO y otros colaboradores, y representa las opiniones de IEDO.

Este documento se publica únicamente con fines informativos y no constituye una declaración o interpretación de la legislación nacional de ningún Estado. El presente documento se entiende sin perjuicio de las opiniones de las autoridades legales nacionales competentes y de sus funciones y poderes legales, en virtud de la legislación nacional de los estados. En consecuencia, ninguna de las partes puede basarse en este documento de acuerdo o no con las leyes aplicables. Este documento tampoco puede ser invocado con respecto a la adecuación o funcionalidad de cualquier especificación técnica o cualquier otro asunto tratado en el mismo. Se puede solicitar asesoramiento jurídico, técnico y de otro tipo, según proceda



1. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría dar las gracias a todos los colaboradores y editores que han trabajado juntos para reunir los conocimientos y los datos necesarios para la creación de este documento de recomendaciones internacionales sobre las mejores prácticas en materia de drones para todos los servicios y asociaciones que participan en las misiones de bomberos y rescate.

Este documento fue redactado por las siguientes personas y compilado, sintetizado y editado por **Mikael ASPELIN (Suecia), Junior FERREIRA (Portugal) y Vendelin CLICQUES (Francia).**

COLABORADORES

| NOMBRE | FUNCIÓN | ORGANIZACIÓN | PAÍS |
|---------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| Nico Van De Kerkof | Coordinador nacional | Drones de emergencia regionales Noord-Limburg - Policía | Bélgica |
| Pascal Osselaer | Colaborador | Policía federal belga Bruselas | Bélgica |
| Bob Mestdagh | Colaborador | Policía local PZ Arro leper | Bélgica |
| Filip Bollen | Colaborador | Drones regionales de emergencia Noord-Limburg - Policía | Bélgica |
| Nenad Popovic | Coordinador nacional | Banja Luka Mountain Rescue Service | Bosnia y Herzegovina |
| Toni Matijević | Colaborador | BiH Association of Mountain Rescue Services | Bosnia y Herzegovina |
| Jasmin Ibraković | Colaborador | Protección civil federal | Bosnia y Herzegovina |
| Dragan Savanović | Colaborador | Cuerpo de bomberos profesional Banja Luka | Bosnia y Herzegovina |
| Lt Pedro Reis | Coordinador Nacional | Bomberos del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Diego Hemkemeter | Colaborador | Instituto Ambiental del Estado de Santa Catarina | Brasil |

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|---|----------------|
| Cabo Stuepp | Colaborador | Ambiental Policía Militar del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Cabo Masnik | Colaborador | Cuerpo de Bomberos Militar del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Soldado Mertins | Colaborador | Cuerpo de Bomberos del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Teniente Milson | Colaborador | Cuerpo de Bomberos Militar del Estado de Goiás | Brasil |
| Soldado Cechinel | Colaborador | Cuerpo de Bomberos Militar del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Soldado Luis Fernando | Colaborador | Cuerpo de Bomberos Militar del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Mayor Hérlon | Colaborador | Policía Militar del Estado de Bahía | Brasil |
| Soldado Ruza | Colaborador | Policía Militar del Estado de Santa Catarina | Brasil |
| Mayor Marcelo | Colaborador | Policía Militar del Estado de Rondônia | Brasil |
| Bruno Kekez | Coordinador Nacional | Unidad Estatal de Intervención de Protección Civil | Croacia |
| Demir Ferhatović | Colaborador | Bomberos de Rijeka | Croacia |
| Mislav Sajatovic Suba | Colaborador | Bomberos voluntarios Črnomerec | Croacia |
| Mario Marioca | Colaborador | Bomberos voluntarios Kurilovec | Croacia |
| Dario Dodig | Colaborador | Bomberos voluntarios de Prečko | Croacia |
| Luka Bratković | Colaborador | Bomberos voluntarios de Prečko | Croacia |
| Tomislav. | Colaborador | Bomberos voluntarios Sesevski Karaljevec | Croacia |



| | | | |
|--|--------------------------------------|--|------------------|
| Bojan Žigniċ | Colaborador | Bomberos de Zagreb | Croacia |
| Harley Peter Poulsen | Coordinador nacional | Brand & Redning Sønderjylland | Dinamarca |
| Lt Vendelin Clicques | Coordinador nacional Servicio | Departamento de bomberos y rescate 78 | Francia |
| Sra. Manon Herbain | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 02 | Francia |
| Lt Romain Benoit Servicio | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 06 | Francia |
| Antoine Terrible | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 19 | Francia |
| Cdt Michael Guet | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 44 | Francia |
| Lt Frédéric Petit | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 54 | Francia |
| Lt Bernard Caille | Colaborador | Departamental de bomberos y salvamento Servicio 60 | Francia |
| Sergent Axel Goes | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 60 | Francia |
| Suboficial Jefe de Jean-Luc Redondo | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 65 | Francia |
| Capitán Pierre Cluzel | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 77 | Francia |
| Suboficial de Emmanuel Ferrain | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 79 | Francia |
| Oficial Experto Olivier Devin | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 80 | Francia |
| Teniente Coronel Christophe Guichard-Nihou | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 91 | Francia |
| Sr. Frédéric Weinum | Colaborador | Departamento de bomberos y rescate 973 | Francia |



| | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|---|----------------------|
| Capitán Patrick Duchamp | Colaborador Servicio | Departamental-Metropolitano de Bomberos y Rescate | Francia |
| Onofrio Lorusso | Coordinador nacional | Corpo Nazionale dei Vigilo del Fuoco | Italia |
| Junior Ferreira | Coordinador nacional | SARTeam | Portugal |
| José Filipe Cunha Rodrigues | Colaborador | SARTeam | Portugal |
| Francisco Rocha | Colaborador | SARTeam | Portugal |
| Changsik Heo | Coordinador nacional | Servicio de Bomberos de Seúl | Corea del Sur |
| José Luis Calvete Aguilar | Coordinador nacional | Servicio de Bomberos de la Diputación Provincial de Zaragoza | España |
| Mikael Aspelin | Coordinador nacional | Cuerpo de Bomberos del Gran Estocolmo | Suecia |
| Lee Newman | Coordinador nacional | London Fire Brigade | UK |
| Neville Mooney | Colaborador | Bedfordshire Fire Rescue Service | UK |
| Chris Fells | Colaborador | British Transport Police | UK |
| Richard Cooper | Colaborador | Hereford & Worcester Fire Rescue Service | UK |
| Jon Cawthra | Colaborador | Humberside Fire Rescue Service | UK |
| Simon Stretch | Colaborador | London Fire Brigade | UK |
| Tom Nash | Colaborador | SAR Aerial Association Escocia | Reino Unido |
| Travis Calendine | Coordinador Nacional | Town of Little Elm Fire Department PSURT North Texas | EE.UU. |



| | | | |
|---------------|--------------|--|---------|
| COITT Kessler | colaborador | Departamento de Bomberos de Austin | EE.UU. |
| David Phelan | colaborador | Retirado de bomberos de Bergenfield | EE.UU. |
| Sean Qualy | colaborador | Sheriff del Condado de Dakota | EE.UU. |
| Kyle Neal | colaborador | DFW Policía del Aeropuerto | EE.UU. |
| Paul Vavra | colaborador | Departamento de Bomberos de | EEUU. |
| Iain Waldrum | Colaborador | East Hanover Oficina de Manejo de Emergencias. | EEUU. |
| Brian Downs | Colaborador | Fresno Fire Department. | EEUU. |
| William Kohut | Colaborador | Halmiton Fire Department. | EEUU. |
| Allen Newland | Colaborador | Equipo de Gestión de Incidentes del Condado de Haywood | EE. UU. |
| Jack White | Con tributor | Mansfield Police Department | USA |
| Tom Fitzhenry | Colaborador | Minnesota Wing Civil Air Patrol | USA |
| Michael Leo | Colaborador | New York City Fire Department | USA |
| David Dean | Colaborador | North Central Texas Emergency Communications District | USA |
| Rich Gatani | Colaborador | Southern Manatee Fire Department | USA |
| Scott Mlakar | Colaborador | Willoughby Fire Department | USA |

PATROCINADORES

También queremos agradecer a nuestros **patrocinadores** que apoyan la publicación de este informe en el proceso global de compartir conocimientos más allá de las fronteras para ayudarnos a salvar más vidas con los drones.

Les damos las gracias no sólo por su apoyo financiero, sino también por su confianza, por su generosidad hacia nuestra asociación.

Una relación en la que todos ganan se basa en el respeto mutuo y recíproco y para nosotros eso tiene valor, así que **GRACIAS**.



Continuamos buscando nuevos patrocinadores, así que si estás interesado en apoyarnos, contáctanos:

info@iedo-drone.org

25 de febrero de 2021

Carta de apoyo

CTIF, la Asociación Internacional de Servicios contra Incendios y de Rescate, apoya firmemente el desarrollo de la tecnología, los nuevos enfoques y las visiones sobre cómo los servicios contra incendios y rescate pueden ejecutar sus misiones de forma más rápida, eficiente y segura.

Esto lleva a la firma de un Memorando de Entendimiento entre el CTIF y la asociación IEDO. La tecnología de los drones se utiliza en los servicios de emergencia desde hace años, pero aún es bastante reciente. No todos los servicios de seguridad pública la utilizan hoy en día. La innovación tecnológica y la regulación de los drones siempre han estado en constante evolución y adaptación, pero mucho más rápido que el desarrollo de las mejores prácticas en materia de drones. Hoy en día, los servicios de emergencia muestran muchas diferencias en el uso de drones, entre los que se han convertido en expertos y los que están lanzando su programa de drones.

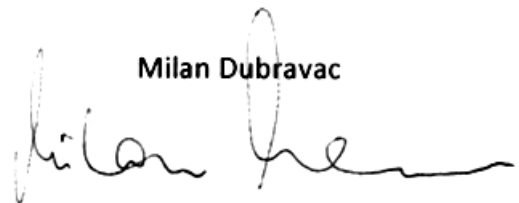
El Comité Ejecutivo del CTIF ha sido informado del programa IEDO Tactical, que resume las mejores prácticas del uso de drones en 2020 en lo que respecta a las misiones de rescate y lucha contra incendios. Al recopilar, explotar, analizar, sintetizar y difundir las buenas prácticas de uso de drones en el ámbito de la gestión de catástrofes y crisis, se creará un documento muy valioso, y ello en beneficio de todos los servicios de emergencia.

Con esta carta, nos gustaría expresar nuestro pleno apoyo a este programa. Estamos deseando leer el resultado y ofrecer nuestra ayuda en la difusión.

Saludos cordiales

Presidente de CTIF

Milan Dubravac





IEDO
International Emergency Drone Organization
Leadership Board

Prefacio

Desde 2017, los drones han salvado más de 400 vidas en todo el mundo. Muchos servicios de bomberos y rescate y asociaciones SAR han adaptado esta nueva tecnología para ser más eficientes y oportunos en la toma de decisiones.

Implementar y volar una aeronave sin piloto a bordo es un conocimiento técnico y específico. Llevar a cabo este pilotaje a distancia para una misión de rescate o de extinción de incendios en un contexto de emergencia y de estrés requiere un gran rigor y unos conocimientos específicos. Para adquirirlas, hay que prepararse, entrenarse y practicar para mantener los logros.

También entra en juego otro factor: la experiencia. Un piloto de drones experimentado es aquel que ha multiplicado las operaciones, los fracasos, los éxitos, los diversos contextos y los entornos. La suma de las lecciones aprendidas construye la experiencia. Cuando ésta se comparte, del piloto experimentado al piloto novato, ayuda a construir el conocimiento, a modificar el comportamiento del inexperto desarrollando su atención, su prudencia, su confianza en sí mismo.

Así pues, tras destacar las buenas prácticas del dron en una situación de rescate o de lucha contra incendios, este informe pretende en particular ofrecer los conocimientos necesarios y útiles para un piloto de dron de un servicio de bomberos o de una asociación de búsqueda y rescate (SAR), independientemente del país y del idioma.

Este informe pretende arrojar luz sobre las posibilidades de uso táctico de un equipo de drones de un servicio de emergencias, pero también sobre todas las misiones que puede realizar un dron para un profano.

Por lo tanto, pretende difundir el estado de la técnica de las prácticas con drones en las misiones de rescate y también promover el uso del dron por parte de todos los servicios de emergencia, rescate y extinción de incendios y organizaciones de gestión de crisis.

Presidente de IEDO

Vendelin CLICQUES



2. RESUMEN

De acuerdo con la filosofía de la asociación IEDO, basada en el intercambio y la divulgación internacional, este informe resume las mejores prácticas de los drones en 2020 en relación con las misiones de bomberos y rescate.

Estas diversas prácticas son la síntesis de las lecciones aprendidas sobre el terreno, las iniciativas locales emergentes y las prácticas comunes generalizadas de 62 servicios de bomberos y rescate, servicios policiales (actores SAR) y asociaciones de rescate de 13 países del mundo.

Este informe no es exhaustivo, pero ilustra una buena parte de los usos tácticos del dron en 2020 para salvar y preservar a las personas, los bienes y el medio ambiente.

La divulgación y el intercambio de estos conocimientos están dirigidos a todos los agentes de rescate que utilizan la tecnología de los drones o que desean iniciar un programa de drones.



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. AGRADECIMIENTOS | 2 |
| 2. RESUMEN | 10 |
| 3. PRESENTACIÓN | 13 |
| A. Presentación de la asociación | 13 |
| B. El objetivo principal del programa táctico de IEDO | 15 |
| C. Descripción del proyecto | 16 |
| D. Glosario | 18 |
| 4. ORGANIZACIÓN DE UN EQUIPO DE DRONES | 19 |
| A. Organización administrativa | 19 |
| B. Organización operativa | 21 |
| C. Safety management | 30 |
| 5. CAPACIDADES OPERACIONALES | 35 |
| A. CAPACIDAD ELECTRO ÓPTICA | 36 |
| B. CAPACIDAD DE ZOOM | 38 |
| C. CAPACIDAD TÉRMICA | 39 |
| D. CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN DE VIDEO EN DIRECTO | 42 |
| E. CAPACIDAD DE ILUMINACIÓN | 43 |
| F. CAPACIDAD DE CARGA ÚTIL | 44 |
| G. CAPACIDAD SONORA | 44 |
| 6. TÉCNICAS BÁSICAS | 45 |
| A. RECOGIDA DE INFORMACIÓN AÉREA | 46 |
| 1. TÉCNICA DE VUELO EN ESPIRAL | 46 |
| 2. TÉCNICA DE ROTACIÓN 360° | 47 |
| 3. TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO INTERIOR | 48 |
| 4. TÉCNICA DE MAPEO CARTOGRÁFICO | 49 |
| 5. TÉCNICA DE EVALUACIÓN GEOMÉTRICA | 50 |
| 6. TÉCNICA DE EMISIÓN DE VIDEO EN DIRECTO, "STREAMING" | 51 |
| 7. TÉCNICA DE BÚSQUEDA DE PELIGROS INMINENTES | 52 |
| 8. TÉCNICA DE BÚSQUEDA DE PUNTOS SENSIBLES | 53 |
| 9. TÉCNICA DE CONTROL DE EVOLUCIÓN DE SINIESTROS | 54 |
| 10. TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE EFICACIA DE LA ACCIÓN | 54 |



| | |
|--|------------|
| B. ACTIVIDAD AÉREA | 55 |
| 1. TÉCNICA DE DIFUSIÓN DE SONIDO | 55 |
| 2. TÉCNICA DE ILUMINACIÓN | 56 |
| 3. TÉCNICA DE GUIADO DE EFECTIVOS | 57 |
| 4. TÉCNICA DE LIBERACIÓN DE OBJETOS | 58 |
| 5. TÉCNICA DE SEÑALAMIENTO DE OBJETIVOS | 61 |
| 6. TÉCNICA DE ESCOLTA DE SEGURIDAD | 62 |
| 7. TÉCNICAS ESPECÍFICAS | 63 |
| A. BÚSQUEDA DE VÍCTIMAS (SAR) | 63 |
| 1. ENTORNO URBANO | 64 |
| 2. ENTORNO RURAL | 65 |
| 3. ENTORNO MONTAÑOSO | 69 |
| 4. ÁREAS ACUÁTICAS | 70 |
| B. TÉCNICAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS | 72 |
| 1. INCENDIOS ESTRUCTURALES E INDUSTRIALES | 72 |
| 2. INCENDIOS FORESTALES | 77 |
| C. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS | 83 |
| D. PREVENCIÓN DE INCENDIOS / TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE LA LEY | 86 |
| E. TÉCNICAS DE GESTIÓN DE INUNDACIONES | 89 |
| F. TÉCNICAS PARA COLAPSO DE ESTRUCTURAS | 92 |
| G. TÉCNICAS ECBRN (NRBQ) / MATERIAS PELIGROSAS | 94 |
| 1. TÉCNICAS DE INCIDENTES HAZMAT | 94 |
| 2. TÉCNICAS DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN ACUÁTICA | 98 |
| 8. TECNOLOGÍAS PARA SER DESARROLLADAS | 100 |
| 9. CONCLUSION | 101 |
| 10. ANEXOS TÉCNICOS | 102 |

3. PRESENTACIÓN

A. Presentación de la asociación

IEDO, la Organización Internacional de Drones de Emergencia, es **una asociación internacional sin fines de lucro** con aprobación de interés general. Tiene su sede en Francia, en la comuna de Versailles, en las oficinas del Servicio Departamental de Bomberos y Rescate de Yvelines. Fue creado el 10^{de junio} de 2018.

Reúne a **especialistas en primera intervención con drones y pilotos remotos** de varios países, procedentes de diversos organismos o asociaciones de seguridad pública.



FIREFIGHTERS



POLICEMEN



SAR VOLUNTEERS



DOCTORS &
PARAMEDICS

Esta comunidad tiene más de **600 miembros** (bomberos, policía, paramédicos, médicos, guardacostas, voluntarios SAR) de **42 países**.



PRINCIPALES OBJETIVOS DE IEDO:

- Desarrollar el intercambio de **conocimientos** y experiencias entre los equipos de drones de emergencia de todo el mundo, compartir comentarios para mejorar la calidad operativa de cada uno;
- Mejorar la **eficiencia de los drones** mediante la creación de grupos de trabajo sobre los **usos tácticos** de los drones y experimentos de campo;
- Desarrollar un sistema de capacitación y certificación para **equipos internacionales de drones de rescate**.

Nuestra voluntad se basa en el desarrollo de intercambios de manera transversal y poder discutir problemas locales, soluciones e iniciativas, los mejores usos del dron para salvar vidas.

Todas estas acciones son llevadas a cabo por los miembros voluntarios del IEDO de forma colaborativa.



IEDO es una comunidad de drones de servicios de emergencia, para los servicios de emergencia.

www.iedo-drone.org

B. El objetivo principal del programa táctico de IEDO

La tecnología de los drones lleva años siendo utilizada por los servicios de emergencia, pero aún es bastante reciente. No todos los servicios de seguridad pública la utilizan hoy en día. La innovación tecnológica y la regulación de los drones siempre han estado en constante evolución y adaptación, pero mucho más rápido que el desarrollo de las mejores prácticas en materia de drones.

Hoy en día, los servicios de emergencia muestran muchas diferencias en el uso de drones, entre los que se han convertido en expertos y los que están lanzando su programa de drones.



El Programa Táctico IEDO, lanzado el 1 de diciembre de 2020, es un proyecto internacional cuyo principal objetivo es reunir, explotar, analizar, sintetizar y difundir las mejores prácticas para el uso de drones en el ámbito de la gestión de desastres y crisis.

La divulgación de estos conocimientos sobre los usos de los drones en las misiones de rescate o contra incendios permitirá a todos los servicios de emergencia (bomberos, servicios policiales, asociaciones SAR y organismos de emergencia) conocer mejor las capacidades de los drones y también mejorar la eficacia de sus misiones.

Y cada organismo de seguridad pública podrá acceder a sus mejores prácticas, aprender, mejorar sus capacidades operativas y ser más eficiente.

C. Descripción del proyecto

Paso 1

El primer paso fue reunir conocimientos a nivel de país. El personal de IEDO ha identificado a 13 personas que son miembros de IEDO y también participan activamente en la operación de drones de seguridad pública.

Se les ha encomendado, en calidad de coordinadores del grupo de trabajo nacional, la tarea de recopilar conocimientos sobre el terreno a través de la experiencia, los comentarios o las lecciones aprendidas de su red en su país (miembro de IEDO o no).

Se ha creado un formulario para recoger todos los datos en el mismo marco. Este formulario ha sido utilizado por todos los coordinadores de los grupos de trabajo de su red para gestionar los datos.

En la primera fecha límite, el 1 de abril de 2020, los 13 coordinadores de grupos de trabajo empezaron a redactar un informe nacional que resumía el estado del arte del uso táctico de los drones en su país.

Debido a la pandemia de COVID19, el calendario del proyecto se ha retrasado de forma bastante justificada. Ya que no debemos olvidar que nuestros coordinadores nacionales son los primeros en responder que han estado en primera línea. Todos los informes se entregaron en octubre de 2020.

| Countries involved | National coordinator |
|---|---------------------------|
|  | Nico Van De Kerkof |
|  | Nenad Popovic |
|  | Lt Pedro Reis |
|  | Bruno Kekez |
|  | Harley Peter Poulsen |
|  | Onofrio Lorusso |
|  | Lt Vendelin Clicques |
|  | Junior Ferreira |
|  | Changsik Heo |
|  | José Luis Calvete Aguilar |
|  | Mikael Aspelin |
|  | Lee Newman |
|  | Travis Calendine |

| | |
|--------------------------------------|--|
| 1 de diciembre de 2019 | Creación de 13 grupos de trabajo. |
| De diciembre de 2019 a marzo de 2020 | 13 coordinadores de grupos de trabajo que recopilan las mejores prácticas. |
| 1 de octubre de 2020 | Entrega de 13 informes nacionales. |

Paso 2

El paso 2 consiste en fusionar todos los datos de 13 países en un documento.

Para resumir los 13 informes nacionales, se necesita un grupo de trabajo físico. Es por eso que IEDO trató de reagrupar a los 13 coordinadores del grupo de trabajo en un solo lugar para intercambiar ideas y trabajar juntos con el fin de resumir y escribir un informe internacional con todos los datos.

Este taller internacional sobre mejores prácticas fue la oportunidad de compartir conocimientos y experiencias.

Una vez más, debido a COVID19, el taller presencial se pospuso varias veces y finalmente quedó cancelado para el año 2020. La Junta Directiva de IEDO ha hecho todo lo posible por adaptarse a esta situación. Se crearon varios pequeños grupos de trabajo temáticos en solo unas pocas semanas para analizar los datos de los 13 informes.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Noviembre de 2020 a enero de 2021 | Se crearon 7 grupos de trabajo temáticos |
| Enero a febrero de 2021 | Síntesis y redacción del informe de Mejores Prácticas |
| 1 de marzo de 2021 | Publicación del Informe de Mejores Prácticas de IEDO 2020 |

Paso 3

IEDO actualizará cada año el informe sobre las mejores prácticas de los 13 grupos de trabajo nacionales.

Por supuesto, la Junta Directiva espera que este enfoque se extienda a muchos otros usuarios de muchos países, y anima a todos los equipos de primera intervención que utilicen drones a participar para compartir su experiencia y conocimientos con nuestra comunidad global.

El objetivo es elevar colectivamente el nivel de capacidades de cada usuario de drones de seguridad pública en todo el mundo.

D. Glosario

| Abreviatura | Breve descripción |
|--------------------|---|
| BVLOS | Beyond the Visual Line Of Sight |
| ECBRN | Explosive, Chemical, Biological, Radiological and Nuclear |
| ELA | Emergency Landing Area |
| FD | Fire Department |
| GDRP | General Data Protection Regulation |
| GPS | Global Positioning System |
| HazMat | Hazardous Materials |
| IC | Incident Commander |
| PD | Police Department |
| RPIC | Remote Pilot In Command |
| RTH | Return To Home |
| SAR | Search & Rescue |
| TOLA | Take-Off and Landing Area |
| UAS | Unmanned Aircraft System |
| VLOS | Visual Line Of Sight |
| VO | Visual Observer |

| Abreviatura | Breve descripción |
|--------------------|--|
| BVLOS | Más allá de la línea de vista |
| ECBRN | Explosivo, químico, biológico, radiológico y nuclear |
| ELA | Área de aterrizaje de emergencia |
| FD | Departamento de bomberos |
| GDRP | Regulación general de protección de datos |
| GPS | Sistema de posicionamiento global |
| HazMat | Materiales peligrosos |
| IC | Comandante de incidentes |
| PD | Departamento de policía |
| RPIC | Piloto remoto en Comando |
| RTH | Regreso a Inicio |
| SAR | Búsqueda y Rescate |
| TOLA | Área de despegue y aterrizaje |
| UAS | Sistema de aeronaves no tripuladas |
| VLOS | Línea visual de visión |
| VO | Observador visual |

4. ORGANIZACIÓN DE UN EQUIPO DE DRONES

A. Organización administrativa

El organigrama del equipo depende de las funciones administrativas y de gestión implementadas: operación, formación, seguridad, técnica y normativa.

Jefe de equipo de drones

Todos los equipos tienen un jefe de programa o jefe a cargo. Este jefe a veces es un piloto de drones, pero no es obligatorio. Más importante aún, él o ella tiene influencia sobre los responsables en la organización. Este jefe es la mayoría de las veces también el jefe de operaciones de drones.

Jefe de operaciones / Jefe de planificación de respuesta / Director de operaciones con drones

Esta persona es responsable de las operaciones con drones y los procedimientos operativos estándar. Define cómo se deben realizar las operaciones. También puede participar en la planificación de vuelos.

Responsable de formación

La mayoría de los equipos de drones cuentan con un servicio interno de instrucción y/o formación. El responsable de formación planifica la formación inicial y continua con un grupo de instructores de drones.

Jefe de seguridad / Oficial de seguridad aérea

Se requiere un jefe de seguridad para asesorar al Jefe de drones sobre la política de prevención de accidentes aéreos (implementación de un sistema de gestión de seguridad de vuelo), la prevención de factores humanos y la realización de investigaciones de accidentes.

Jefe Técnico

Un jefe técnico puede ser útil para asegurar las funciones de vigilancia tecnológica, compra, mantenimiento de sistemas y accesorios de drones. La obsolescencia de los drones y la innovación tecnológica es tan rápida que se necesita una persona o un pequeño equipo técnico para monitorear la evolución del mercado.

Responsable de Legislación

Un especialista en normativa y regulaciones de drones también es muy útil en el equipo. Esto último es cada vez más importante ahora que las normas nacionales e internacionales sobre drones aéreos se están desarrollando y cambiando con relativa regularidad. Y los servicios de emergencia a menudo tienen un estatus especial con respecto a la exención de vuelo. Además, los temas de respeto a la intimidad y privacidad, así como a los datos personales (ejemplo: el RGPD en Europa) son muy sensibles. Una persona dedicada a la observación de la normativa y a la organización de la gestión de

los datos es una forma de que un servicio de seguridad pública no se exponga legalmente y tranquilice al público.

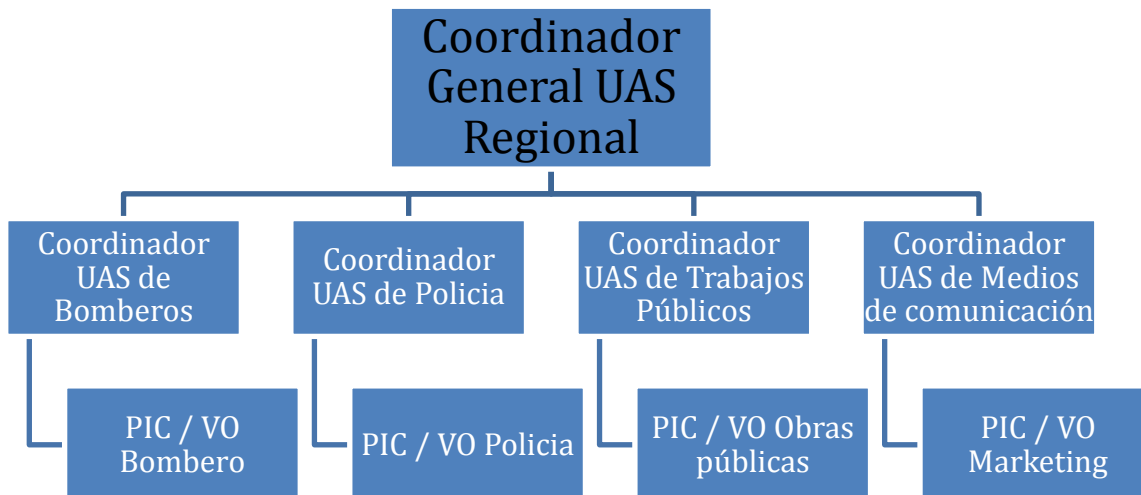
Piloto principal o piloto jefe

El piloto jefe suele ser un piloto de drones experimentado y curtido. Dirige el equipo de pilotos. Es responsable de las siguientes tareas:

- Garantizar que el dron se opere con el máximo nivel de seguridad y que todos los miembros de la tripulación mantengan un nivel profesional en todo momento.
- Supervisar el cribado, la selección y el seguimiento de los candidatos a piloto de drones.
- Proporcionar información a los pilotos y a la tripulación.
- Programar a los pilotos para los vuelos planificados.
- Trabajar en coordinación con el Director de formación y supervisar el estado de las cualificaciones de los miembros de la tripulación.

Coordinador regional de drones

En algunos países, por ejemplo, en los EE. UU., hay una función especial: el coordinador regional de drones. Supervisa todas las operaciones del programa de seguridad pública de aeronaves no tripuladas para la región. También pueden coordinar la capacitación para operaciones de aeronaves comerciales no tripuladas dentro de otros departamentos.



Las responsabilidades de esta persona son:

- Garantizar que las tripulaciones de vuelo cumplen con todos los requisitos de la Aviación Civil.
- Mantener una lista actualizada de los miembros de la tripulación certificados.
- Establecer y desarrollar Coordinadores departamentales de drones dentro de la Jurisdicción.
- Supervisar y registrar el estado, el mantenimiento y los registros de vuelo de todos los drones y equipos asociados.

- Realizar informes mensuales de Aviación Civil y tareas de gestión de registros.
- Garantizar que las habilidades de vuelo mensuales y la formación en el aula se completan en todos los departamentos.

Una buena idea: la puesta en común

Una buena práctica interesante, observada en el Reino Unido, consiste en la puesta en común de recursos humanos y materiales entre varios departamentos (por ejemplo, policía y bomberos) para compartir y reducir costos (equipo y tripulación).

La tripulación de drones puede ser mixta (1 policía y 1 bombero) pero para las operaciones policiales, es de hecho un policía a cargo de la operación, y de manera similar un bombero al mando de una operación de bomberos.

B. Organización operativa

Recursos humanos

La mayoría de los equipos operan con al menos una tripulación de 2 personas, formada por un piloto y un observador / jefe de equipo. Si tenemos en cuenta las numerosas tareas que hay que realizar para trabajar con seguridad (pilotaje, seguridad aérea, seguridad terrestre, gestión de la misión, análisis de imágenes, gestión de la radio y del comandante de incidentes), se recomienda encarecidamente una tripulación de 2 personas para evitar accidentes, desgraciadamente muy a menudo debidos al factor humano.

RPIC, Piloto remoto al mando (*Remote Pilot in Command*)

El piloto es el miembro de la tripulación que tiene la autoridad y la responsabilidad final de la operación y la seguridad del vuelo. Posee la formación de piloto y la calificación de tipo adecuadas. El piloto también está capacitado para recoger imágenes (imágenes/vídeos electro-ópticos o térmicos) y para operar una carga útil para realizar una acción (buscar una víctima, llevar iluminación, designar un punto, soltar un objeto, emitir un mensaje de audio). Es capaz de realizar tanto vuelos visuales como encubiertos. Es responsable de su equipo; tiene la autoridad y la responsabilidad de su vuelo y de la seguridad correspondiente.

VO, Observador Visual (*Visual Observer*)

El Observador Visual ayuda al piloto a localizar y evitar otro tráfico aéreo u objetos en el aire o en tierra. Por otro lado, el observador puede tener algún entrenamiento de piloto o al menos estar familiarizado con la tecnología de drones. Evidentemente, debe disponer de un medio de comunicación por radio para coordinarse con el piloto.

Líder del Equipo Dron

El jefe de equipo de drones representa a su organización y es responsable del equipo de drones y de la tripulación mientras se encuentra en el lugar del incidente. En algunos países, este puesto también puede denominarse Jefe Aéreo. El jefe del equipo de drones mantiene un rango de control adecuado

para el equipo y proporciona un único punto de contacto para las operaciones con drones / procesamiento de datos a los líderes del incidente en el campo. Dependiendo del país, los organismos y el dron, las responsabilidades tácticas del Jefe de Equipo de drones pueden incluir, pero no se limitan a lo siguiente:

- Recibir las asignaciones de misiones y transmitir esas asignaciones al piloto.
- Gestionar el área de despegue/aterrizaje (TOLA).
- Gestionar las normas de garantía de separación del espacio aéreo entre las aeronaves, para incluir las operaciones tripuladas y no tripuladas.
- Gestionar la vigilancia de seguridad en tierra .
- Operar la carga útil (cámara térmica / zoom, auriculares, luces).
- Sirve de enlace con el comandante del incidente (comunicación e información).

Responsable de área de despegue / aterrizaje (*Take-Off / Landing Area -TOLA*)

El responsable del área de despegue/aterrizaje es un puesto necesario siempre que haya dos o más aeronaves no tripuladas volando desde la misma zona de despegue/aterrizaje. Esta persona supervisa la zona de despegue/aterrizaje, coordina la separación de altitud entre las aeronaves y gestiona las operaciones de despegue y aterrizaje del tráfico aéreo. El responsable del área de despegue/aterrizaje recibe las asignaciones de misiones y las asigna a los equipos de drones adecuados.

Técnico o especialista en datos

El especialista o técnico de datos trabaja como miembro del equipo con el piloto para generar los datos necesarios para la planificación, evaluación o toma de decisiones a nivel táctico o estratégico. El Especialista en Datos es necesario sobre todo cuando la misión está relacionada con el cálculo del perímetro a gran escala y/o con operaciones complejas y a largo plazo que generan un gran volumen de datos. Esta persona puede ser un informático, un especialista en SIG o un piloto formado en esta tecnología. El técnico de datos se especializa en lo siguiente:

- Realiza comprobaciones de seguridad antes y después del vuelo de los equipos de recopilación y transmisión de datos a bordo.
- Garantiza que el flujo de datos, el registro de datos y el equipo de streaming estén operativos antes del vuelo, durante el vuelo y después del vuelo para lograr los objetivos de la misión.
- Convierte los datos en un conjunto de datos pre-procesados o en un producto de precisión, como mapas georreferenciados, ortofotos, modelos digitales de elevación o modelos 3D del terreno.

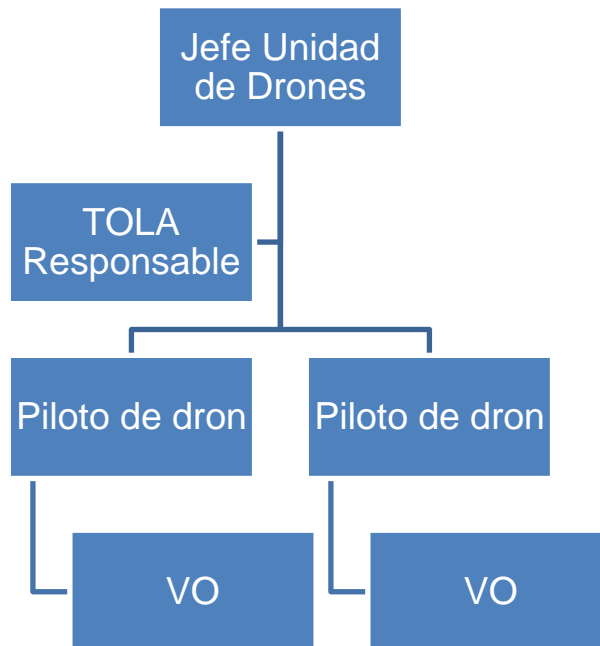
Organización del equipo

Existen varias organizaciones.

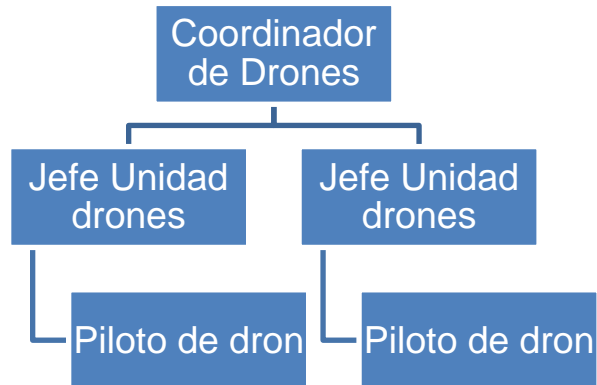
La opción 1 es una tripulación que consta de al menos 2 personas, un piloto de drones y un líder de equipo o un observador visual (VO)



La opción 2 consiste en al menos un piloto de drones, un observador visual, un líder de equipo de drones y posiblemente un Especialista en datos o Responsable de TOLA.



En el caso de una operación de varios drones, un asesor técnico de drones coordina dos equipos y actúa como responsable de la zona de despegue y aterrizaje (TOLA). El observador visual y técnico de datos son opcionales.



Sea cual sea la organización operativa del equipo, las funciones esenciales para llevar a cabo una operación de drones aéreos no cambian y deben ser realizadas por el equipo. Todo es cuestión de distribución de tareas:

- Pilotando el dron
- Seguridad aérea (visual)
- Seguridad terrestre (visual)
- Monitorización de frecuencias aeronáuticas
- Gestión de misión
- Monitorización de la frecuencia del comandante de incidentes
- Análisis y uso de datos
- Gestión de equipos y baterías

Siendo esta lista larga, es por ello que no se recomienda pilotar un dron solo en un incidente. El factor de riesgo de accidente aumenta drásticamente.

Las encuestas realizadas por nuestros grupos de trabajo nacionales han demostrado que los equipos de drones cuentan con una media de 8 pilotos para garantizar la permanencia 24/7. La mayoría de los equipos proceden de un servicio o agencia de seguridad pública. Sin embargo, a veces, cuando estas agencias son pequeñas, podemos observar que las tripulaciones de drones son proveedores externos y privados, pero no tienen la cultura de las operaciones de seguridad pública.



Recursos materiales

Después de haber encuestado a los participantes de los diferentes grupos de trabajo, resulta que la mayoría de los equipos tienen una media de 4 drones en servicio, en su mayoría de cuatro rotores, ya sea varios drones pequeños de menos de 2 kg / 4lb, o un dron "pesado" de más de 2 kg / 4lb.

La comunicación del equipo está garantizada por la red de radio que suele utilizar la organización de rescate y salvamento. Sin embargo, algunos equipos también cuentan con equipos de radio aeronáuticos para garantizar el seguimiento y / o coordinación.

No todos los equipos de drones usan siempre un casco protector. Los pilotos que no los llevan se justifican explicando que el dron no sobrevuela. Los pilotos que usan cascos se justifican explicando que es difícil pedir a los equipos de rescate en tierra (cerca de drones) que usen sus cascos si ellos mismos no lo están. Solo queda una certeza, el riesgo de caída (incluso bajo) existe cerca de los pilotos durante el despegue / aterrizaje, pero también cerca de los equipos de tierra.

Por eso recomendamos que todos usen cascos, porque la seguridad es una preocupación de todos.

Vehículo dron

Para desplegar el equipo de drones, son posibles varias opciones. Pero antes de describirlos, debemos comprender las necesidades operativas y logísticas de un equipo de drones. Las necesidades se orientan principalmente al apoyo logístico para el transporte, pero también a la gestión energética: baterías. Debe entenderse que la capacidad de recargar las baterías en el campo es fundamental. Además, para mantenerlos en su óptimo uso, debes evitar el frío y el calor. Además, también existe una fuerte necesidad de comunicación, transmisión de la información recopilada y, por tanto, pantallas. Una pantalla grande proporcionará una comodidad innegable para compartir una situación táctica.

Varias soluciones son posibles para desplegar un equipo de drones:

- Ya sea mediante un vehículo de emergencia convencional (el equipo del dron se coloca en el maletero), con la opción de posicionar una gran pantalla de televisión se instala en el maletero con una fuente de alimentación alimentada por un transformador eléctrico conectado a la batería del vehículo), esta configuración permite transportar el equipo, el dron y los accesorios, y además de compartir la visualización de la pantalla del piloto. Sin mencionar que el transformador eléctrico también se puede utilizar para recargar las baterías.



Foto cortesía de SDIS 77

- O mediante un vehículo de emergencia ligero (coche) dedicado únicamente al equipo de drones con un acondicionamiento más desarrollado y definitivo.

El diseño incluye:

- una pantalla central en el maletero para visualización en vivo para el control de incidencias
- de un sistema de alimentación para la pantalla y las baterías
- de un sistema de transmisión (varias radios)



O por un vehículo específico y dedicado al equipo de drones, una configuración aún más avanzada que requiere una furgoneta o un pequeño furgón.



Foto cortesía de DEMA Emergency Services

Esta última configuración permite transportar varios drones y equipo pesado. Tenga cuidado, sin embargo, de no confundirlo con un puesto de mando clásico, es solo una camioneta que permite usar las imágenes y brindar apoyo logístico al equipo de drones.



Estas furgonetas están equipadas con:

- Uno o más drones (de ala fija o rotatoria)
- Una o varias pantallas para la visualización en directo (para el orden del incidente en el exterior o en el interior para trabajar en las fotos)
- Un sistema eléctrico para cargar numerosas baterías (ya sea con un transformador eléctrico o directamente con baterías de alto voltaje)
- Un generador eléctrico portátil
- Un sistema de aire acondicionado (para las baterías)
- Un sistema de transmisión celular o por satélite
- Un posible punto de acceso Wi-Fi
- Una oficina equipada con ordenadores
- Una impresora en color.



Photo Courtesy of MEKS Emergency Drones

No es de extrañar que la mayoría de los vehículos sean de tracción 4x4; esto mejora enormemente el alcance del equipo de drones incluso en terrenos difíciles.

Mochila táctica

Además, en situaciones de terreno abrupto que implican una marcha de aproximación, la solución de la mochila táctica, compuesta por un pequeño dron compacto y el mínimo de equipo esencial, puede permitir al equipo de drones mantener un despliegue y una movilidad rápidos.



Foto cortesía de SDIS 78

C. Safety management

La seguridad es un tema importante y esencial para un equipo de drones. Patrimonio de la cultura aeronáutica, los accidentes aéreos deben evitarse a toda costa. Y si es inevitable, el responsable de seguridad del equipo debe poner en marcha un procedimiento de investigación, una investigación y un análisis de seguridad para recoger los datos y comprender las causas del accidente. Y ello para evitar que se vuelvan a dar las condiciones favorables a un accidente.

Volar un avión no tripulado (de varios kilos o libras) en una situación de emergencia, de estrés y de forma espontánea requiere una cultura y unos procedimientos relacionados con la seguridad. Necesita un marco que permita la mitigación y el control de los riesgos que debe tener como objetivo reducir la probabilidad de accidentes.

La evaluación de riesgos debe generar una serie de medidas de seguridad preventivas. Estas medidas se dividen en 3 fases: antes, durante y después de cada vuelo.

ANTES DE VOLAR

Entrenamiento

Entrenar mucho facilita el trabajo, pero sobre todo permite mantener el rigor de la seguridad. Con este espíritu, el equipo de drones debe optar siempre por reproducir misiones realistas en entornos controlados y simuladores para mantener sus habilidades.

Los simuladores son una buena forma de volar un dron cuando el tiempo no lo permite o de poner en práctica procedimientos de emergencia como:

- Fallo del motor;
- Pérdida de la conexión de la cámara;
- Deterioro de las condiciones meteorológicas (viento, lluvia, niebla, otros);
- Interferencias electromagnéticas

Análisis topográfico y aéreo

Los objetivos de esta evaluación son:

- analizar la viabilidad de la operación aérea
- conocer el entorno en el que operará el equipo de drones

Este análisis inicial consiste en el estudio cartográfico de los siguientes elementos:

- Tamaño y posición de la zona del incidente.
- Planimetría, los estudios de:
 - Carreteras, vías férreas, vías fluviales, lagos, ríos
 - Actividades humanas (acampadas, conciertos, excursionistas, etc.)
 - Cobertura vegetal (campos, bosques, matorrales)
 - Puntos sensibles (escuelas, hospitales, centros comerciales, bases militares...)
- Nivelación (pendiente, curvas, terrenos irregulares, líneas de cresta y taludes).
- Obstáculos (Líneas eléctricas de alta tensión, torres de transmisión, antenas diversas, repetidores de radio, grúas, aerogeneradores y cables suspendidos).
- Viviendas y arquitectura.

- Zonas y espacios aéreos (todas las zonas y espacios aéreos afectados, así como el protocolo aéreo del CTR que debe activarse)

Análisis de las condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas se estudiarán a través de sitios web o aplicaciones de previsión meteorológica que pueden proporcionar información sobre boletines METAR y TAF.

- **Calendario**

Se trata de prestar atención a la fecha y la hora. La fecha permite contextualizar tanto las condiciones meteorológicas probables (inviernos, etc.) como el carácter diurno/nocturno que repercute en la misión.

Las condiciones de tráfico para el tránsito también son diferentes según la hora y el día.

- **Temperatura**

La temperatura permite prever un calentamiento necesario de las baterías (temperaturas frías) pero también condiciones especiales de uso de la cámara térmica (contraste de temperatura).

Las condiciones abrasadoras también tienen un impacto en las baterías pero también en la misión en términos de aerología (corriente ascendente caliente sobre los campos).

- **Las precipitaciones**

Evidentemente, las condiciones de lluvia impiden toda operación aérea en ausencia de un avión sellado.

Hay que implementar de antemano qué hacer en caso de chubascos durante el vuelo.

- **Viento**

La fuerza del viento ocupa un lugar importante en el estudio de la zona ya que puede provocar la anulación de la misión si supera las limitaciones de la aeronave. La dirección del viento rige la elección de la ubicación de la TOLA.

- **Previsiones**

Si es importante el estudio de las condiciones meteorológicas en el momento de la alerta. También es imprescindible ampliar este estudio a una previsión de + 4h como mínimo.

El estudio de las previsiones meteorológicas debe realizarse de forma periódica en las operaciones a largo plazo.

- **Condición magnética**

Es imprescindible comprobar las condiciones magnéticas antes de cada despliegue.

Las tormentas magnéticas crean un alto riesgo de "fly-away" y perturbaciones durante el vuelo.

- **Condiciones especiales**

Es necesario estudiar la zona con la tipología del siniestro como prisma.

Un potente incendio forestal puede generar una gran columna de humo y corrientes de viento perturbadoras. La presencia de productos químicos gaseosos, por ejemplo, requiere un enfoque aéreo diferente y medidas de seguridad especiales.

Análisis de riesgos

El objetivo es realizar un reconocimiento al llegar a la zona del incidente para analizar todos los riesgos presentes que puedan influir en la operación aérea.

Riesgos terrestres

Los riesgos terrestres son múltiples y dependen de varios factores:

- Naturales y artificiales
- Obstáculos
- Perturbaciones magnéticas (masa metálica)
- Flujos de transporte

Riesgos aéreos

El riesgo aéreo se refiere a todos los elementos que pueden contribuir a un accidente aéreo:

- Aeronaves tripuladas (civiles y militares)
- Aeronaves no tripuladas (civiles y militares)
- Paracaidistas, parapentes
- Aves

Además, todas las personas implicadas en la zona del incidente (bomberos, médicos, policías) deben llevar un casco de protección mientras sobrevuelan el dron. Es responsabilidad del orden del incidente.

Riesgos humanos

El riesgo humano tiene 2 componentes:

- Perturbación externa.
El equipo de drones debe estar atento para evaluar el riesgo de perturbación humana durante la operación aérea. Esto podría ser la entrada de una persona externa (público) en la zona del incidente o en la TOLA durante el vuelo.
- Factor humano del piloto del dron.
El piloto del dron debe estar en plena posesión de sus facultades. No debe:
 - Haber consumido alcohol durante las 8 horas previas al vuelo
 - Estar enfermo, bajo tratamiento farmacológico específico.
 - Estar en un estado de estrés cualquiera que sea.
 - Carecer de horas de sueño (al menos 6 horas de sueño).

Cada uno debe ser responsable de su capacidad para pilotar la aeronave. Dentro del equipo de drones, el jefe de equipo o el observador visual deben realizar un control cruzado.

Existe un efecto túnel "cabeza arriba" que afecta al piloto del dron. Durante el vuelo, se centra en la espacialización de las acciones realizadas en los controles de vuelo. Su atención disminuye y deja de ser consciente de su entorno inmediato. Por lo tanto, el jefe de equipo o el observador visual deben protegerlo de cualquier solicitud o interacción externa.

Riesgos técnicos

Si el dron no se mantiene o revisa adecuadamente, puede haber riesgo de colisión, caída o accidente en general.

Para controlar este riesgo técnico, la mayoría de los equipos de drones han establecido una lista de verificación previa al vuelo para comprobar el dron y los sistemas asociados. Se trata de una lista de puntos técnicos a comprobar (baterías, RTH, número de satélites recibidos, ajustes, prueba de la carga útil, etc.).

Con el fin de proporcionar un marco para el briefing previo al vuelo del equipo de drones, algunos equipos utilizan el acrónimo **AWARE -Aircraft-Weather-Airfield-Routes-Extra-**:

- Las aeronaves deben tener un mantenimiento regular y listas de comprobación para estar siempre en su mejor rendimiento y que el dron responda a las órdenes del piloto como se espera.
- La meteorología es un factor que puede afectar externamente al vuelo y debe tenerse siempre en cuenta al preparar un vuelo.
- La información del aeródromo proporciona al equipo de drones la información y la frecuencia de radio que debe utilizar para la coordinación aérea
- Se deben planificar las rutas para predecir los posibles obstáculos y la zona de aterrizaje de emergencia (ELA *emergency landing area*) si es necesario.
- Lo extra se refiere a todo lo que no está en los puntos anteriores, pero es importante que se mencione en el briefing, como las medidas de seguridad adicionales, otros drones o vehículos aéreos en la zona.

EN VUELO

Tras el despegue, el equipo de drones debe seguir los procedimientos y mantenerse centrado en la misión y la seguridad. Para ello, debe definirse un perímetro de seguridad de vuelo para evitar que la población interfiera o distraiga al equipo de drones, este perímetro de vuelo puede corresponder al perímetro de seguridad del incidente.

Deben comprobarse periódicamente las actualizaciones meteorológicas y no deben pasarse por alto en ningún momento los cambios en el espacio aéreo (otros vehículos aéreos o aves), ya que podrían cambiar en una ocasión y sin previo aviso.

Los pilotos deben conocer siempre todos los procedimientos de emergencia que deben aplicarse en caso de peligro o de acontecimientos imprevisibles.

Saber cómo reaccionar ante cada tipo de evento puede ayudar a prevenir lesiones a las personas y a reducir los daños al equipo. Esto sólo es posible si los diferentes tipos de procedimientos están escritos y se conocen.

Hay algunos puntos clave importantes que deben tenerse en cuenta a bordo para minimizar el riesgo de accidente, y que el equipo debe abordar:

- Evaluar la altura y la posición del obstáculo más alto;
- Definir una altura mínima de trabajo;
- Dar prioridad al vuelo visual (VLOS) en la medida de lo posible;

- Prestar atención a los mensajes de alerta (nivel de batería, avisos, interferencias);
- Ser consciente de la fatiga de los miembros del equipo, especialmente de los pilotos.

POST VUELO

Tras el aterrizaje, el equipo debe centrarse en los procedimientos que permiten conservar el dron (para un nuevo vuelo que podría tener lugar unos minutos después del aterrizaje o para su almacenamiento), tales como

- Sustituir y cargar la batería;
- Comprobar cualquier signo de daño o deterioro;
- Recuperar todos los datos relacionados con el vuelo (imágenes, vídeos);
- Redactar un informe de vuelo detallado
- Realizar un mantenimiento preventivo si es necesario.

Para preservar el piloto, del mismo modo, se puede cambiar el piloto si es posible.

Para concluir este capítulo sobre seguridad, los puntos más importantes que hay que recordar son:

- ✓ Mantener una comunicación robusta dentro del equipo, con el comandante del incidente y los servicios de control de tráfico aéreo y los pilotos de las aeronaves tripuladas.
- ✓ Minimizar la exposición a los riesgos de cada fase.
- ✓ Tratar de anticipar todo para evitar el sobresalto en caso de una sorpresa.

5. CAPACIDADES OPERACIONALES

Todo el mundo ha oído el término "dron". Es una forma cada vez más popular de referirse a los pequeños aparatos parecidos a un helicóptero que pilotan millones de personas en todo el mundo. Sin embargo, hay muchos otros términos que se utilizan para describirlos.

¿Dron? ¿UAS? ¿UAV? ¿RPAS? ¿UA?

Un UAV o dron se define como "un vehículo aéreo motorizado que no lleva un operador humano, que utiliza fuerzas aerodinámicas para elevar el vehículo, que puede volar de forma autónoma o ser pilotado a distancia, y que puede llevar una carga útil".

"Aeronave no tripulada": cualquier aeronave que funcione o esté diseñada para funcionar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo;

Esta definición incluye todos los tipos de aeronaves sin piloto a bordo, incluidos los modelos de vuelo por radiocontrol (ala fija con motor, helicópteros, planeadores), tengan o no una cámara a bordo.

La normativa de la UE utiliza el término UAS, sistema de aeronaves no tripuladas, para referirse a un dron, su sistema y todos los demás equipos utilizados para controlarlo y operarlo, como la unidad de mando, la posible catapulta para lanzarlo y otros. Los RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) son una subcategoría de los UAS, que incluye tanto los RPAS como los UAS totalmente autónomos. Los UAS totalmente autónomos vuelan completamente por sí mismos sin necesidad de la intervención de ningún piloto.

Esta terminología de UAS es la utilizada por la Administración Federal de Aviación (FAA - Estados Unidos), la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) y la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido (CAA).

La denominación RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) es utilizada por organismos internacionales de aviación civil como Eurocontrol, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Autoridad de Seguridad de la Aviación Civil (CASA - Australia), la Autoridad de Aviación Civil (CAA - Nueva Zelanda)

El dron, el UAV, este vehículo aéreo se compone de:

- Un bastidor que soporta la carga útil, el motor y los sistemas de a bordo;
- Una sustentación que generalmente es proporcionada por un ala fija o rotatoria;
- Un motor (motores eléctricos, rotores);
- Hélices, que producen empuje;
- Baterías.

Sistemas de ala fija

El término "aeronave de ala fija" es un término utilizado para definir las aeronaves que utilizan alas fijas y estáticas combinadas con la velocidad del aire hacia adelante para generar sustentación.

Sistemas multirrotor

El término "sistema multirrotor" se utiliza para definir las aeronaves que utilizan alas giratorias para generar sustentación. Un ejemplo popular de aeronave de rotor es el helicóptero tradicional. El helicóptero puede tener uno o más rotores. Cuando añadimos los siguientes elementos a un UAV, hablamos de dron, UAS o sistema RPAS:

- Reguladores electrónicos de velocidad (ESC), gestionan la velocidad, la dirección y la rotación de los motores;
- Una carga útil a menudo colocada debajo de la estructura para la adquisición de datos, mediante sensores electro-ópticos o térmicos capaces de reproducir imágenes.
- Un sistema de control de vuelo (estación de tierra o cabina) por telemetría.

Cuando el dron está equipado con una carga útil específica, se abre entonces un nuevo abanico de misiones multiplicando las actividades y, por tanto, las capacidades. He aquí algunas de esas capacidades descritas bajo el espectro de las misiones de rescate y lucha contra incendios.

A. CAPACIDAD ELECTRO ÓPTICA

Hoy en día, la gran mayoría de los drones están equipados con una cámara, un sensor electro-óptico.

Resolución de la cámara:

La resolución de la cámara es la cantidad de píxeles que el sensor mapea. El rango aproximado de la cámara de los UAV hoy en día varía entre 2 y 50 Mpx. Una cámara de alta resolución proporciona una mayor distancia de muestreo del terreno (GSD) para un sensor de cámara de igual tamaño en comparación con una resolución menor.

La GSD es el tamaño real de un píxel en las fotos que establece un límite físico en la precisión de la toma. Si su GSD es de 5 cm, el mapa del producto será preciso hasta 5cm/2 pulgadas.

La GSD se mide en cm/píxel y suele oscilar entre 1 y 5 para las fotos aéreas.

La distancia de muestreo del suelo se define por varias variables:

- ❖ Altitud de la captura de la imagen
- ❖ Apertura
- ❖ Tamaño del sensor de la cámara.

- ❖ Resolución de la cámara
- ❖ Longitud focal del objetivo de la cámara

Sin embargo, una mayor resolución de la cámara no significa necesariamente una ventaja absoluta. Una alta resolución también supone un almacenamiento mucho mayor y, por tanto, tiempos de transferencia más largos.

Tamaño del sensor

Los sensores están disponibles en diferentes tamaños estándar:

- 2/3"
- 1"
- Micro 4/3 rds,
- APS-C,
- Full frame.

Los sensores más grandes tendrán mayor capacidad para captar la luz a las mismas resoluciones, mientras que los sensores más pequeños requerirán más tiempo de exposición para lograr el mismo resultado.

Apertura de la cámara

La apertura define la exposición a la luz del sensor. Si el valor de apertura, marcado con f , es fijo, afecta directamente a las imágenes captadas por una cámara.

Las cámaras de los drones suelen tener un valor de apertura fijo bajo (ejemplo: $f / 2$) que coloca todos los objetos a pocos metros de la cámara en una zona de enfoque infinita.

Distancia focal

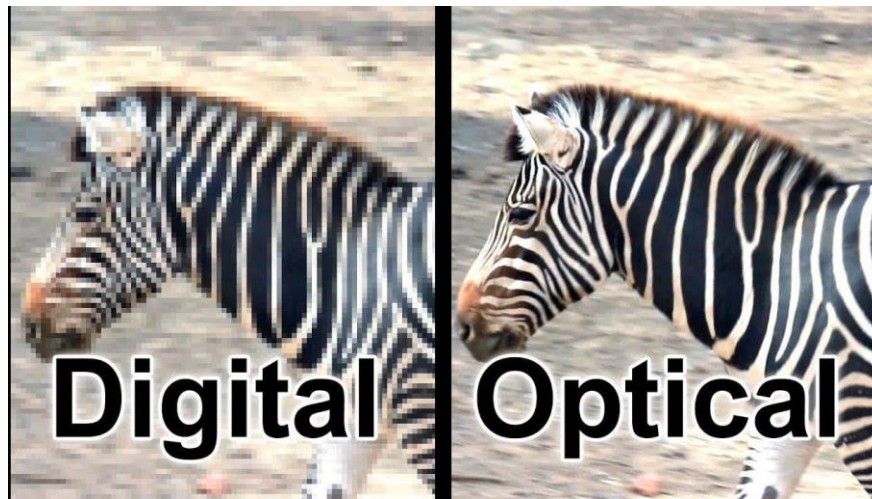
La distancia focal es una combinación del tamaño del sensor, la distancia efectiva de los espejos dentro del objetivo y la curvatura del cristal.

Las cámaras para drones ofrecen varias opciones de objetivos que pueden abarcar desde 10 mm hasta 1.200 mm de distancia focal efectiva. Las distancias focales largas, normalmente asociadas a una menor resolución y utilizadas para fines de inspección visual, no son adecuadas para una necesidad de inspección de alta resolución.

B. CAPACIDAD DE ZOOM

A veces, un dron no puede acercarse a una zona peligrosa o de difícil acceso. En ambos casos, la capacidad de zoom parece ser una solución adecuada. Existen dos tecnologías de zoom: el zoom óptico y el zoom digital.

- **Zoom óptico:** este zoom es un verdadero objetivo zoom, como el que se utiliza en una cámara de cine. Producen imágenes de mucha mejor calidad.



- **Zoom digital:** consiste en un cierto procesamiento de la imagen en la cámara. Cuando utilizas el zoom digital, la cámara amplía el área de la imagen en el centro del encuadre y recorta los bordes exteriores de la imagen. El resultado es el mismo que cuando abres una imagen en tu programa de edición de fotos, recortas los bordes de la imagen y luego amplías la parte restante de la foto.

C. CAPACIDAD TÉRMICA

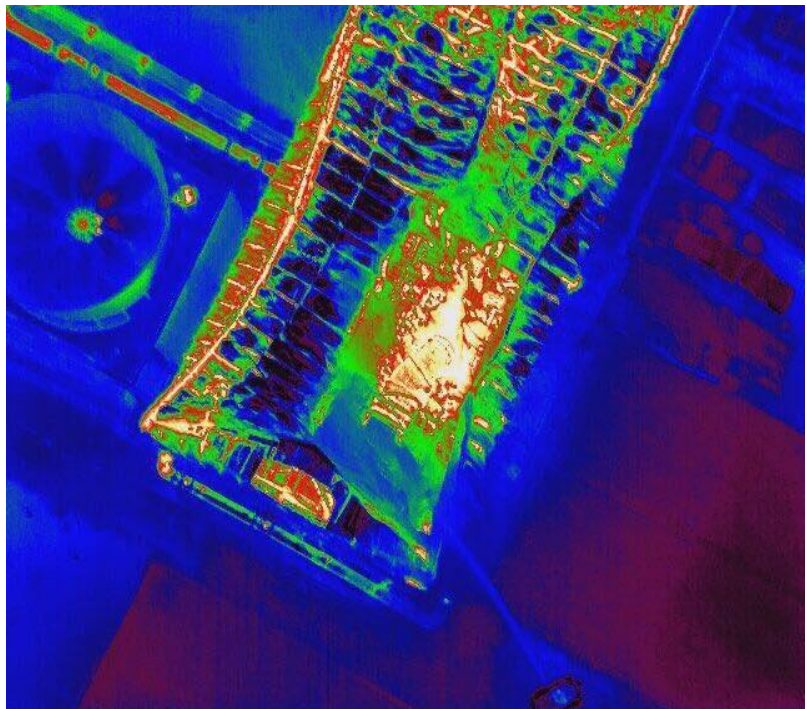
Una de las capacidades más importantes es la posibilidad de obtener imágenes térmicas. Las imágenes térmicas son de gran ayuda a la hora de encontrar personas, animales o puntos calientes, ya que la mayoría de las veces el cuerpo está más caliente que el entorno.

Las cámaras termográficas son dispositivos electrónicos diseñados para detectar la energía térmica.

El elemento clave de una cámara térmica es un sensor térmico unido a un tipo especial de lente, que luego se adapta para funcionar con tecnologías estándar de captura de imágenes.

La luz visible es sólo una pequeña parte del espectro electromagnético, y la única que podemos ver realmente. Cuando se apunta a un objeto o área, el sensor de una cámara de detección térmica permite al usuario ver el espectro infrarrojo, que de otro modo sería invisible, y que existe en longitudes de onda entre la luz visible y las microondas.

En una pantalla termográfica en color, los componentes o regiones más cálidos aparecerán como rojos, naranjas y amarillos, mientras que las partes más frías se mostrarán generalmente como violetas y azules (el verde suele indicar zonas que están aproximadamente a temperatura ambiente).



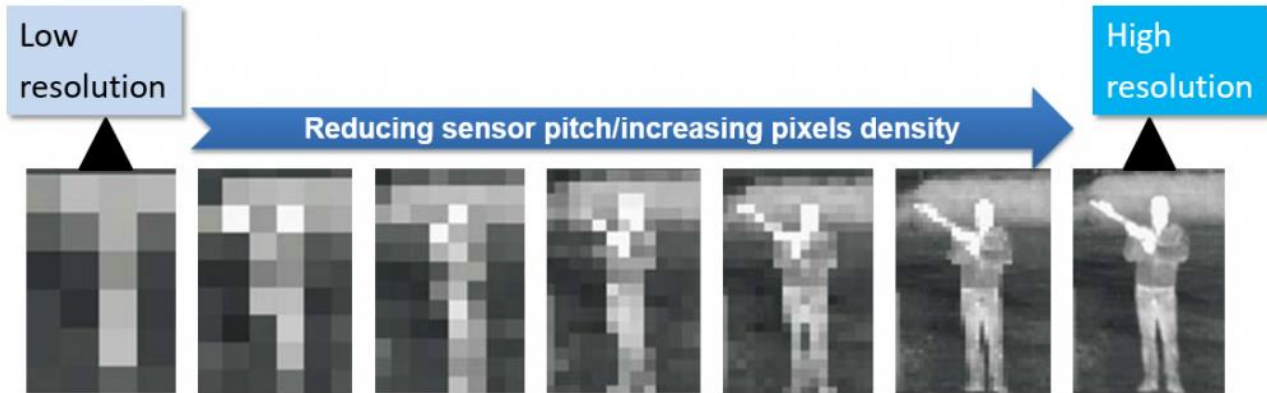
Dado que miden la radiación infrarroja, no la luz visible, las cámaras termográficas también son útiles para identificar fuentes de calor en entornos muy oscuros, como las condiciones nocturnas. Las cámaras termográficas tienden a funcionar mejor por la noche, pero eso no tiene nada que ver con el estado del entorno que sea brillante u oscuro. Esto se debe a que la temperatura ambiente es muy a menudo mucho más baja por la noche que durante las horas soleadas del día, los sensores de imagen térmica son capaces de mostrar las zonas calientes con mayor contraste.

Tamaño del sensor

A la hora de elegir una cámara, el tamaño del sensor que capta las imágenes es una especificación importante a tener en cuenta.

El formato del generador de imágenes es básicamente el número de píxeles de la matriz del sensor. Para determinar el formato del generador de imágenes de una cámara, se suele utilizar una matriz bidimensional estándar.

Las cámaras térmicas de alta resolución suelen tener un sensor de 640 x 480, que proporciona 307.200 píxeles; compárelo con los 76.800 de una cámara térmica con un sensor de 320 x 240. Los formatos estándar son 160 x 120 (19.600 píxeles), 384 x 288 (110.592 píxeles), 640 x 480 (307.200 píxeles). Pero para hacer misiones de búsqueda y rescate, un formato de 160 x 120 te obligará a volar a una altura máxima de 30 metros (100 pies) si quieres ser capaz de distinguir a una víctima. El mejor formato para SAR es al menos 640 x 480; te permitirá volar por encima de los 30 m /



100 pies.

Pero un formato de 160x120 es suficiente para visualizar y localizar un punto caliente.

Hay que tener en cuenta que un formato mayor de la cámara no mejora la visibilidad de un objeto (el objeto no es más grande, sino del mismo tamaño), sino que determina el tamaño de la escena o el alcance. Normalmente, cuanto mayor sea el formato, mayor será el alcance utilizable de la cámara.

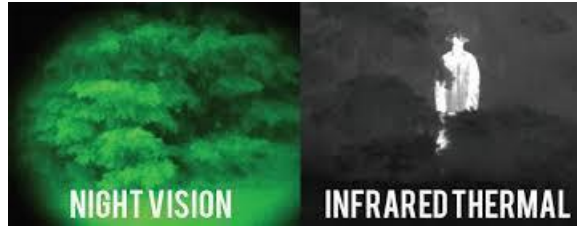
Tasa de fotogramas

Otra característica importante está relacionada con la capacidad de procesamiento de imágenes de una cámara. La frecuencia de imagen es la velocidad a la que una cámara actualiza su información de salida para mostrarla en una pantalla. Una cámara de 9 Hz lo hace 9 veces por segundo, y una de 60 Hz, 60 veces por segundo.

¿Cuál es la diferencia entre una cámara de infrarrojos y una cámara térmica?

Los sistemas IR activos utilizan luz infrarroja de longitud de onda corta para iluminar un área de interés. Parte de la energía infrarroja se refleja en una cámara y se interpreta para generar una imagen.

Los sistemas de imagen térmica utilizan energía infrarroja de longitud de onda media o larga. Las cámaras termográficas son pasivas y sólo detectan las diferencias de calor.



D. CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN DE VIDEO EN DIRECTO

Los sistemas de transmisión en directo de drones son una de las herramientas más interesantes, ya que permiten compartir la visión en tiempo real de las cámaras de a bordo. Esto hace posible, por ejemplo, compartir el incidente y ordenar una transmisión de vídeo en directo de la situación de crisis y las acciones en curso vistas desde el cielo. Así, el conocimiento de la situación es muy claro y acelera la toma de decisiones.

Algunos puntos clave del streaming son:

- La calidad de la imagen;
- La frecuencia de actualización de la imagen;
- La potencia de transmisión;
- La capacidad de grabación de vídeo y el almacenamiento;
- Una plataforma de consulta de vídeo web accesible desde ordenadores, tabletas y smartphones
- La seguridad de la plataforma de acceso (enlace URL, contraseña).

Atención, la distribución y el almacenamiento del vídeo en streaming deben cumplir con la legislación nacional de su país en lo que respecta a la privacidad y los datos personales. Si se difunde y almacena un rostro, una matrícula, un dato de identificación personal, hay que tener una política y una organización para el tratamiento de los datos, al igual que con las imágenes y los vídeos.

Sin embargo, sigue existiendo un riesgo al divulgar el flujo de datos en el centro de operaciones. Las partes interesadas podrían temer que los niveles jerárquicos superiores interfieran en su campo de acción. Un responsable de alto nivel podría, en función de las imágenes en bruto recibidas, tener la tentación de mandar directamente a los escalones tácticos o influir en su decisión sin estar en el lugar. Para remediar este problema, programar un ligero retraso en la emisión del flujo de vídeo al centro de operaciones puede permitir al comandante del incidente conservar la exclusividad del mando sobre el terreno.

E. CAPACIDAD DE ILUMINACIÓN

Fue en 2018 cuando apareció un nuevo elemento tecnológico en un dron, una tecnología de iluminación.

A priori sin embargo simple idea, pero la adición de esta capacidad técnica era necesario pensar en ello.

El reto reside sobre todo en la integración de focos lo suficientemente potentes como para iluminar a una altura de trabajo pero sin consumir demasiada energía para la batería del dron.

La capacidad de iluminación mejora las condiciones de funcionamiento nocturno y añade comodidad y seguridad al trabajo.

Dependiendo de la configuración del dron, podemos tener:

- O bien una carga útil de iluminación alimentada directamente por la batería del dron, la potencia es suficiente para iluminar a una altura de 30m / 100ft o incluso más pero hay menos autonomía de vuelo.
- O bien un sistema ligero y autónomo de iluminación auxiliar fijado en la estructura del dron, la potencia es menor pero suficiente para iluminar en interiores y no hay impacto en la autonomía del dron

F. CAPACIDAD DE CARGA ÚTIL

El peso máximo que puede transportar una aeronave pilotada por control remoto se expresa bajo el término "carga útil".

Las características y funciones de los drones pueden variar mucho de un modelo a otro y repercuten directamente en el peso máximo que son capaces de levantar y transportar.

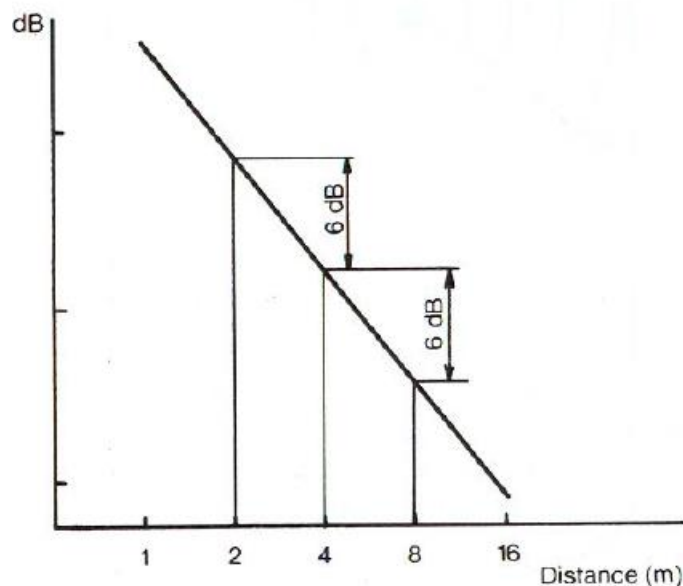
Estos drones son capaces de transportar cargas impresionantes, manteniendo una autonomía suficiente para llevar a cabo sus misiones, gracias a la capacidad de la batería de polímero de litio, así como a la potencia de su motorización y al número de estos motores, o rotores. Por ejemplo, un dron "pesado" puede despegar y volar con una carga útil de 6 kg, mientras que su propio peso es de sólo 10 kg, para un tiempo de vuelo de hasta 38 minutos.

Estamos asistiendo a una verdadera carrera para registrar las cargas útiles transportables por dron, pero siempre hay que poner estas cifras, que pueden llegar a más de 60 kg, porque la mayoría de las veces estos vuelos sólo duran unos segundos o minutos y se realizan únicamente a muy baja altura y a la vista.

G. CAPACIDAD SONORA

Desde 2018, algunos drones están equipados con altavoces que permiten emitir sonidos o mensajes desde el cielo. Esto establece un primer paso en la intercomunicación que por el momento sigue siendo unidireccional, ya que un micrófono en un dron no es posible hoy en día.

Esta capacidad depende de la fuerza de la señal sonora emitida en decibelios. Una onda sonora disminuye teóricamente en 6 dB al duplicar la distancia. Por lo tanto, hay que elegir la potencia del altavoz para que se escuche.



6. TÉCNICAS BÁSICAS

Partiendo de la base de que los servicios de bomberos y salvamento, así como las asociaciones SAR, se enfrentan a menudo a las mismas situaciones, a los mismos tipos de misión, podemos observar que las técnicas aéreas utilizadas son de hecho bastante similares. Se ha observado que varias organizaciones de socorro están en el origen de la misma técnica, por lo que no hemos mencionado el origen de estas técnicas básicas considerando que la paternidad es a menudo compartida. He aquí la descripción no exhaustiva de las buenas prácticas y técnicas básicas.

| CATEGORIA | ACTIVIDAD | TÉCNICA |
|-------------|----------------------------------|---|
| INFORMATION | Proveer de inteligencia Inicial | Espiral |
| | | Rotación 360° |
| | | Reconocimiento interior |
| | | Mapeo |
| | | Evaluación geométrica |
| | | Emisión de video en directo "streaming" |
| | Proveer de inteligencia continua | Búsqueda de peligros inminentes |
| | | Búsqueda de puntos sensibles |
| | | Control de la evolución de siniestros |
| | | Evaluación de eficacia |
| ACTUACIONES | Buscar | Técnica combinada |
| | | Atracción con luz |
| | Avisar | Difusión de sonido |
| | Iluminar | Iluminación |
| | Guiar | Guiado |
| | | Técnica del pastor |
| | Liberar | Liberación de objetos |
| | Designar | Señalamiento de objetivos |
| Controlar | Escolta de seguridad | |

A. RECOGIDA DE INFORMACIÓN AÉREA

1. TÉCNICA DE VUELO EN ESPIRAL

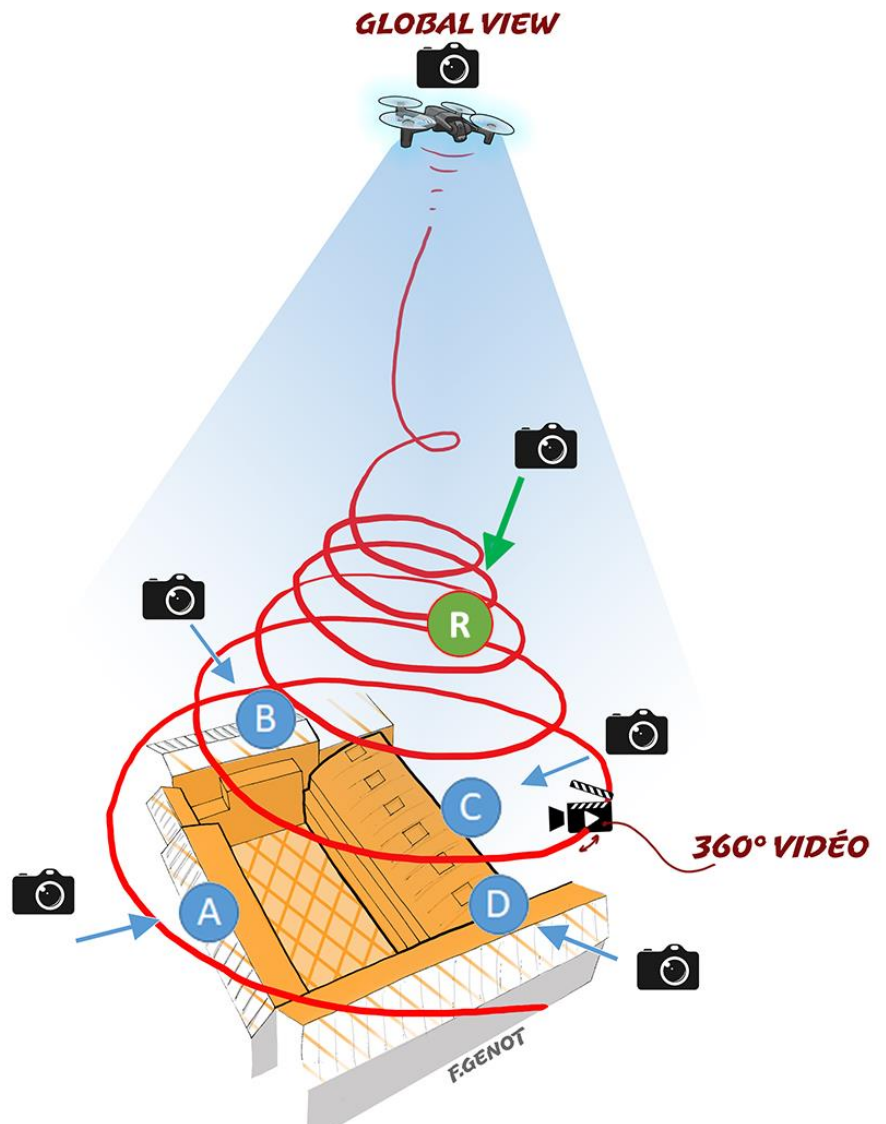
Cuando se despliega una aeronave pilotada a distancia para obtener imágenes de inteligencia sobre una situación inicial, la primera de las evoluciones aéreas es la que se asemeja a un vuelo orbital. Se trata de un movimiento circular centrado en el punto de interés con el fin de obtener todos los ángulos de visión posibles para recoger la mayor cantidad de información posible sobre la situación actual.

Esta técnica se denomina "espiral" y se descompone de la siguiente manera

- 1- Una trayectoria circular alrededor del edificio para recoger 4 fotos (fachadas ABCD)
- 2- Una evolución circular para capturar un video corto de las 4 fachadas del edificio
- 3- Un desplazamiento vertical centrado para capturar una foto del techo (R) y la situación táctica en su conjunto

Cada instantánea capturada con una cámara visible se puede duplicar con una cámara térmica en función de las necesidades del comandante del incidente.

El vídeo debe durar menos de un minuto si es posible por dos razones: un vídeo corto capta más la atención que uno largo y para minimizar la cantidad de almacenamiento de datos.



2. TÉCNICA DE ROTACIÓN 360°

En un primer proceso de recogida de información, el interés puede centrarse en el entorno periférico de la catástrofe.

Para captar este entorno inmediato, se puede utilizar la aeronave para realizar la técnica de rotación de 360°:

- 1- Encuadrar el campo de visión en altura.
- 2- Realizar una rotación de 360° grabando un vídeo corto

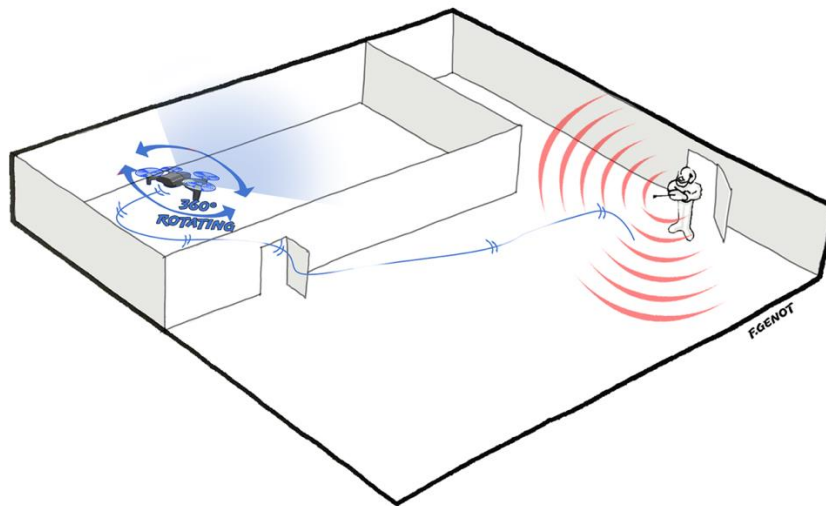


Si es posible, el vídeo debe ser inferior a 30 segundos por dos razones: un vídeo corto capta más la atención que uno largo y para minimizar la cantidad de datos almacenados.

3. TÉCNICA DE RECONOCIMIENTO INTERIOR

Se trata de realizar un reconocimiento en interiores en un edificio inaccesible o peligroso (zona de exclusión, riesgo de derrumbe, etc.). Este tipo de evolución en un entorno cerrado es muy difícil de realizar debido a que el dron ya no está estabilizado por una señal GPS y a que los obstáculos son numerosos.

La evolución debe producirse lo más lentamente posible a una distancia razonable del suelo. Es necesario separar las secuencias de movimiento (avance, rotación, traslación, etc.). Se puede aplicar la misma técnica de progresión que los equipos de ataque de los bomberos (seguir la pared a la derecha o a la izquierda).



Para reconocer una habitación, la aeronave:

- 1- se coloca en el centro de la habitación
- 2- realiza un giro de 360° para barrer toda la parte
- 3- puede acercarse a un punto de interés identificado durante la rotación de 360°.

La tripulación puede realizar un dibujo de la trayectoria del dron durante la evolución interior para producir un plano del edificio y puntos de interés para el comandante del incidente.

La estimación de las distancias se ve alterada, por lo que el riesgo de colisión es mucho mayor. Cuidado, la ausencia de señal GPS puede perturbar la aeronave, las características de RTH deben ser ajustadas para un aterrizaje o un vuelo en suspensión.

El uso de un punto de luz requiere un ajuste de profundidad, porque la luz tiene una fuerte reverberación en las partículas de polvo.

La TOLA no es necesaria si el vuelo se inicia en interiores. Si el vuelo comienza en el exterior, la TOLA es necesaria y la transición exterior/interior se realiza con cuidado y control del modo de vuelo (pérdida de GPS).

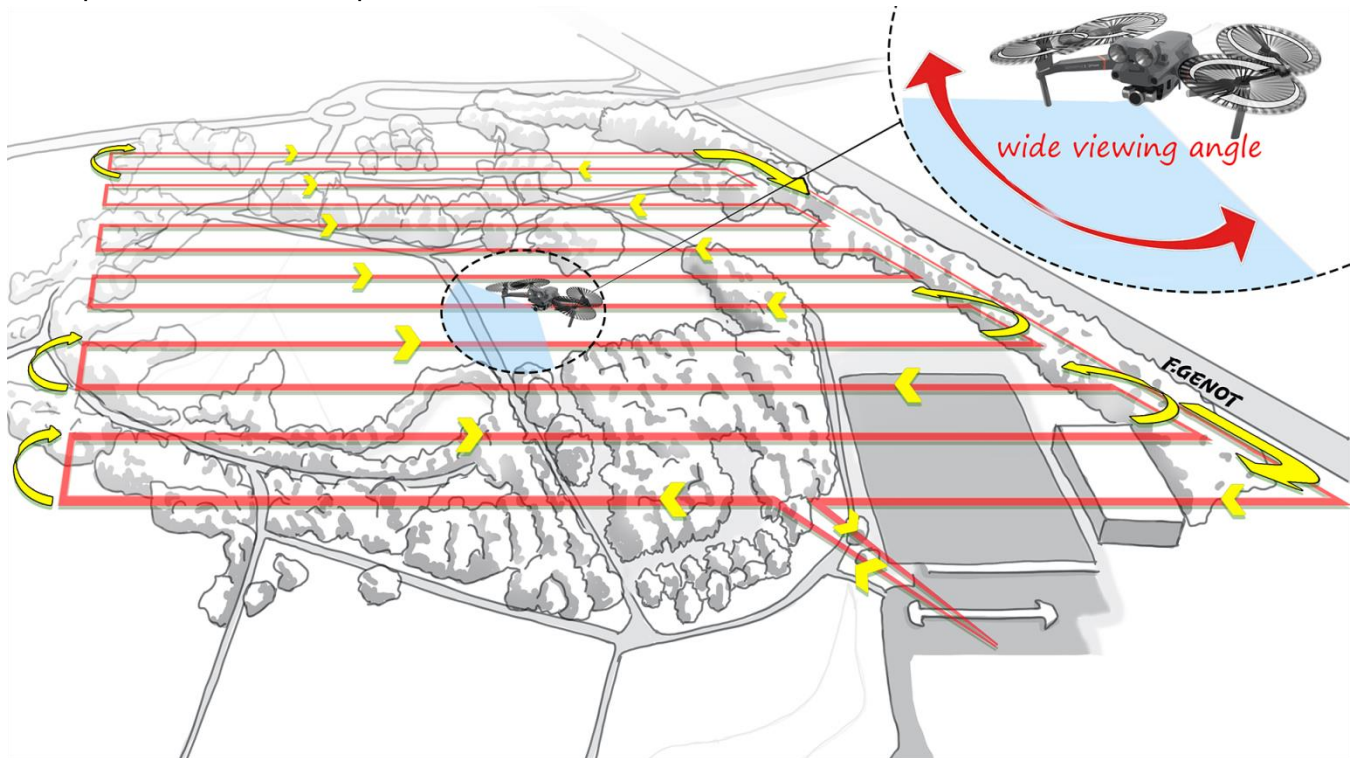
En caso de reconocimiento en el interior de un edificio, se puede utilizar un dron en lugar de personal para limitar la exposición al riesgo.

4. TÉCNICA DE MAPEO CARTOGRÁFICO

La elaboración de un mapa de catástrofes mediante fotogrametría (cartografía con drones) permite una evaluación extremadamente precisa de una zona y también la identificación y localización de riesgos y accesos. Este mapa también puede imprimirse en múltiples copias para su distribución a los equipos de tierra.

La técnica de cartografía consiste en

- 1- Programación de una cartografía del plan de vuelo de la zona.
- 2- Vuelo automático como seguimiento del piloto para capturar imágenes.
- 3- Recuperación de las imágenes capturadas.
- 4- Tratamiento de estas imágenes en un software de fotogrametría.
- 5- La producción de un mapa de mosaico de ortofotos en 2 dimensiones.



Estos mapas 2D pueden ser utilizados por un comandante de incidentes o un equipo de investigación de incendios.

Dependiendo del software, también se puede realizar el modelado en 3D.

Atención, dependiendo del software utilizado y de la potencia del ordenador, el procesamiento de las imágenes puede llevar varios minutos o varias horas.

5. TÉCNICA DE EVALUACIÓN GEOMÉTRICA

Se trata de medir una distancia, un área o un volumen.

Evidentemente, esta técnica sólo es útil para los equipos de drones que no disponen de un telémetro o de un software de cartografía.

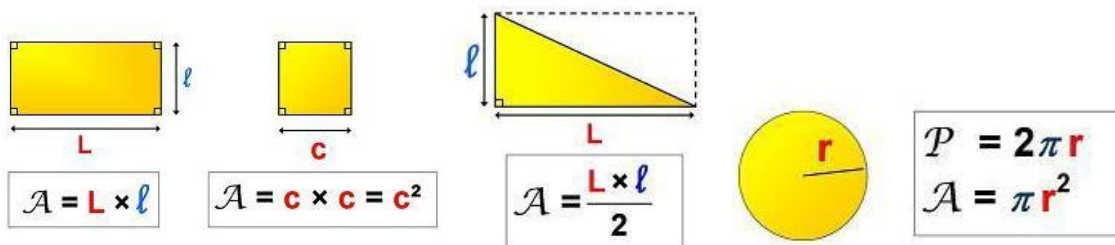
Medición de la distancia

El equipo de drones puede realizar una medición de la distancia. Por ejemplo, si el comandante del incidente quiere saber la distancia del punto A al punto B. La medición se realiza entre el radiocontrol y el dron.



Medición

El equipo de drones también puede medir un área o un volumen de la misma manera, realizando las mediciones necesarias para los cálculos.



6. TÉCNICA DE EMISIÓN DE VIDEO EN DIRECTO, “STREAMING”

Se trata de realizar una transmisión de vídeo en directo de la evolución aérea, principalmente para el director de la intervención. Por ello, es necesario conocer sus expectativas en función de los problemas de la situación para ofrecer el mejor punto de vista.

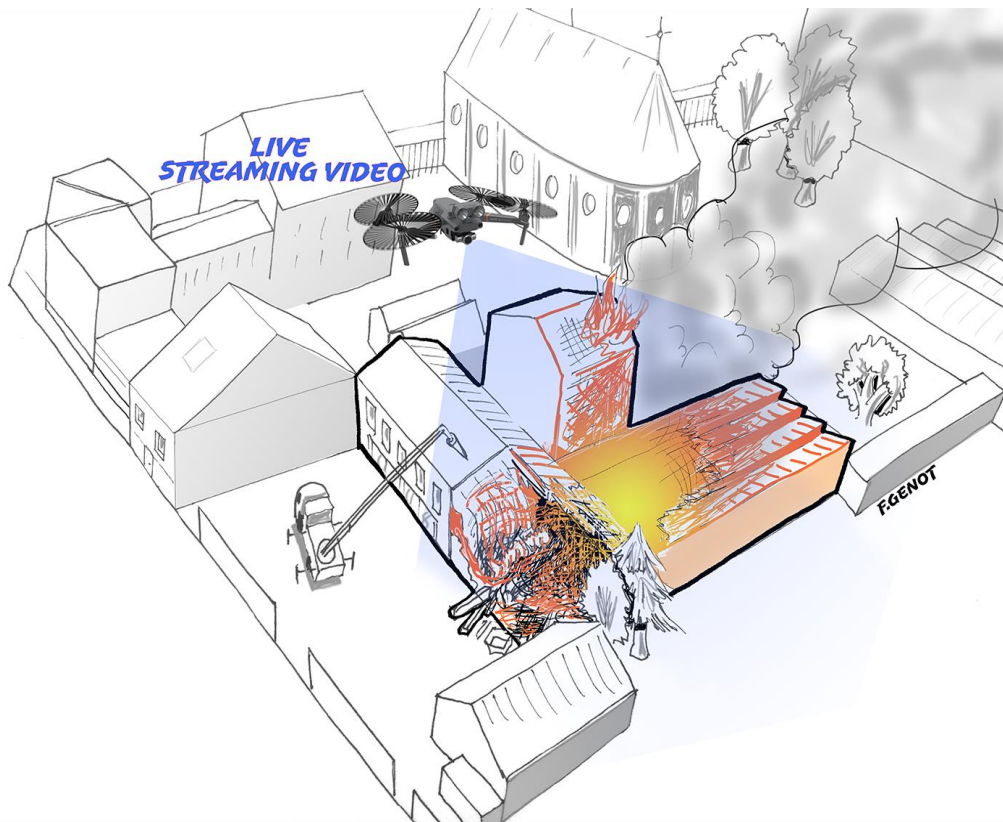
Esta técnica ayuda a:

- Proporcionar un mejor conocimiento de la situación.
- Visualizar el incidente con las fuentes de peligro, los flujos y los objetivos a proteger.
- Visualizar en tiempo real la ubicación de los equipos y su actuación.

Se debe prestar especial atención al encuadre y a la relevancia de las imágenes captadas. El equipo debe colocar el dron en una posición elevada para obtener la mejor visión de conjunto.

Se ha comprobado que la transmisión de vídeo en directo de una operación al centro de operaciones puede dar lugar a abusos. Las autoridades superiores pueden tener la tentación de imponer su mando desde la distancia, cuando muy a menudo sólo el mando del incidente en el lugar de la catástrofe tiene la responsabilidad de comandar y gestionar la situación.

Establecer la transmisión de vídeo con un retraso de unos minutos puede parecer una forma de mantener el mando sobre el terreno mientras se mantiene informada a la jerarquía en el centro de operaciones.



7. TÉCNICA DE BÚSQUEDA DE PELIGROS INMINENTES

Se trata de buscar fuentes de peligro o flujos de peligro con el fin de proporcionar información sobre el incidente que se va a ordenar.

El objetivo es realizar un vuelo efectuando un reconocimiento aéreo específico de cualquier forma de peligro en función del tipo y situación de la intervención:

- Zonas peligrosas;
- Humo;
- Propagación;
- Puntos calientes;
- Materiales peligrosos que están a punto de explotar;
- Agujeros o derrumbes, grietas en la estructura;
- Productos químicos;
- Cilindros de gas

Cualquier peligro o sospecha de peligro es identificado, localizado, evaluado, calificado y cuantificado con precisión mediante una instantánea y/o un vídeo, coordenadas GPS si es necesario y transmitido al mando de la intervención.

La dirección del viento se tendrá en cuenta en el análisis e identificación del peligro.

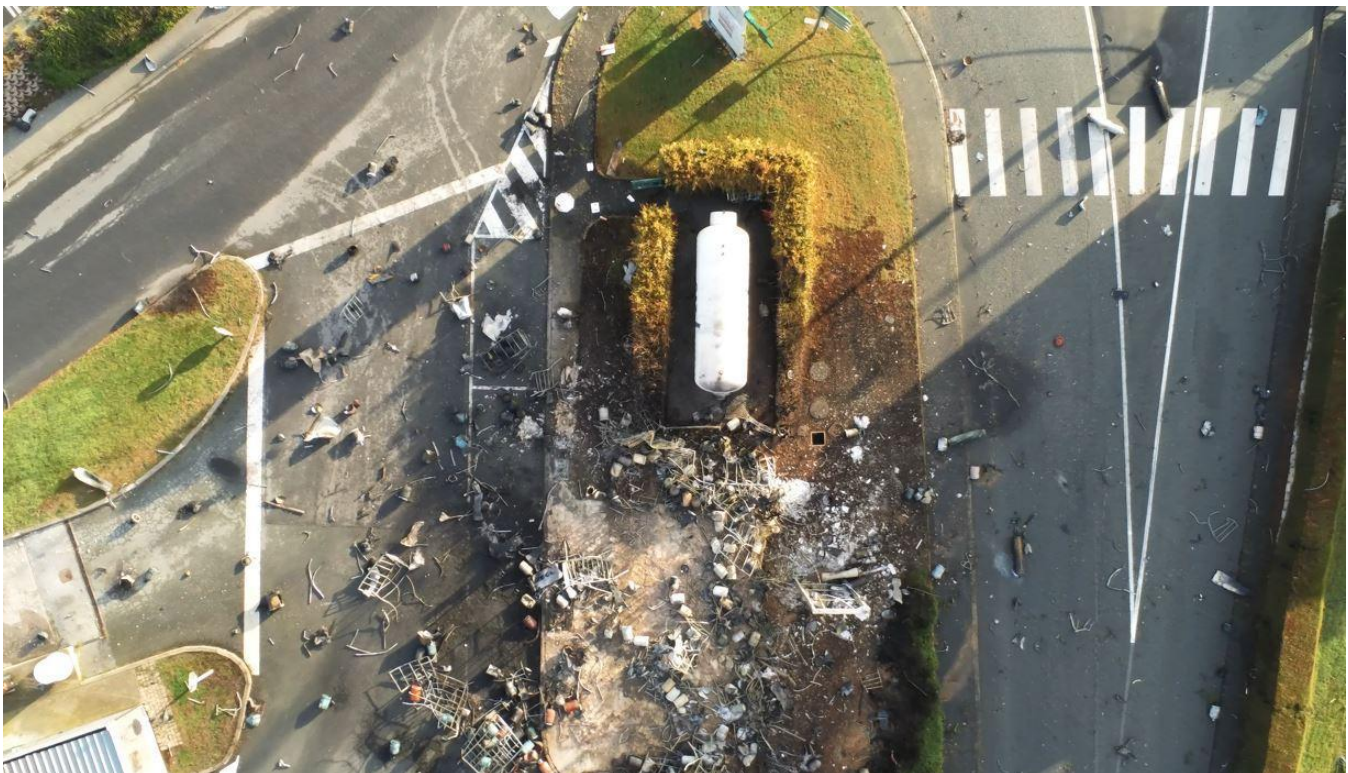


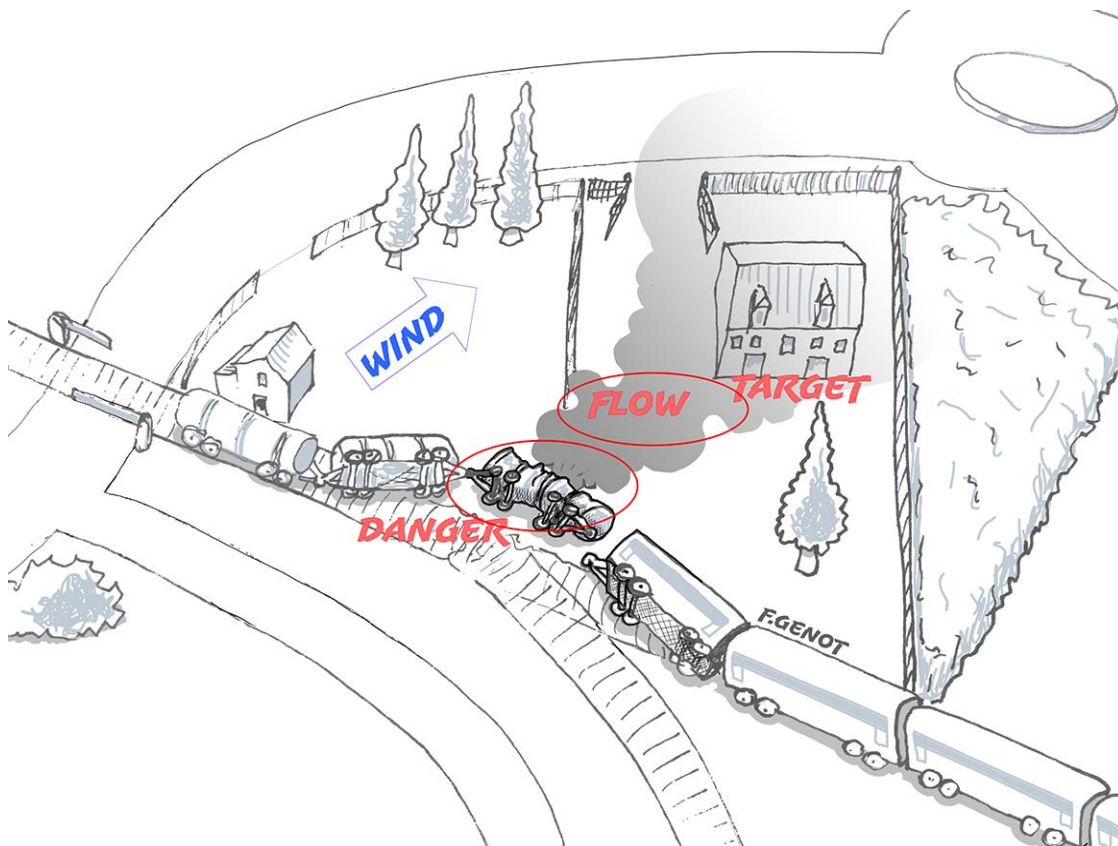
Photo courtesies of SDIS 22

8. TÉCNICA DE BÚSQUEDA DE PUNTOS SENSIBLES

El objetivo es realizar un reconocimiento aéreo específico de cualquier forma de punto sensible que represente un "objetivo" expuesto a un flujo de peligro o al peligro directamente según el tipo y la situación de la intervención.

- La población
 - Las personas
- Los bienes
 - Las viviendas
 - Los edificios
 - Los vehículos
 - La carretera, el ferrocarril, el aeropuerto
- El medio ambiente
 - Los ríos
 - El bosque
 - Los animales

Cualquier objetivo expuesto o potencialmente expuesto a un peligro es identificado y localizado con precisión mediante una instantánea y/o un vídeo, coordenadas GPS si es necesario, y transmitido al mando del incidente.



9. TÉCNICA DE CONTROL DE EVOLUCIÓN DE SINIESTROS

El objetivo es vigilar y controlar regularmente una catástrofe o situación para observar su evolución.

Son necesarios varios vuelos recurrentes, que pueden realizarse cada hora, cada dos horas, etc.

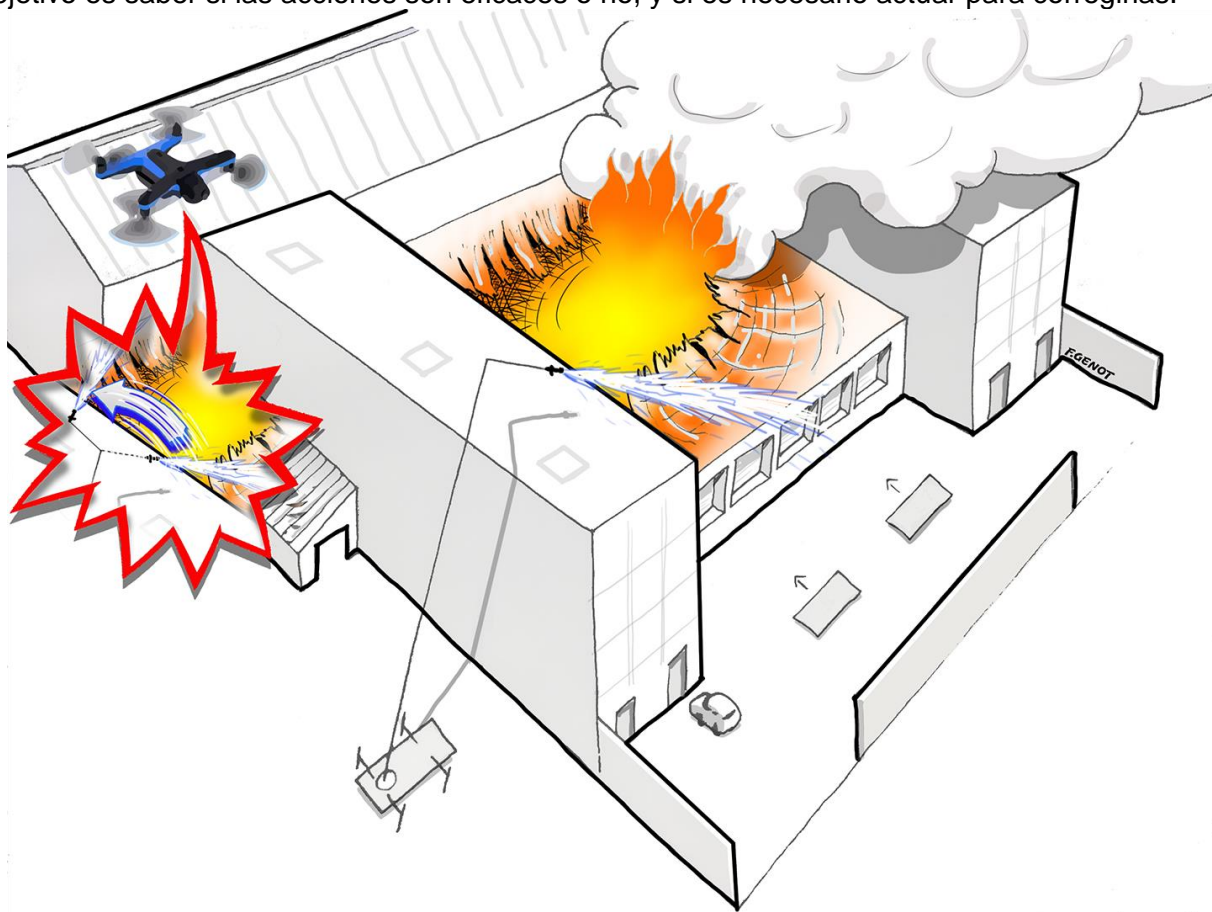
Los materiales recogidos se marcarán con un sello de tiempo con el fin de realizar una comparación para subrayar una evolución.

10. TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE EFICACIA DE LA ACCIÓN

Se trata de realizar una evaluación de las acciones decididas por el mando de la intervención.

Puede tratarse de evaluar mediante una foto o un vídeo el efecto causado por de las lanzas de extinción, la ventilación, una barrera anticontaminación, un perímetro de exclusión, etc.

El objetivo es saber si las acciones son eficaces o no, y si es necesario actuar para corregirlas.



B. ACTIVIDAD AÉREA

1. TÉCNICA DE DIFUSIÓN DE SONIDO

Algunos drones tienen la posibilidad de tener un altavoz como carga útil.

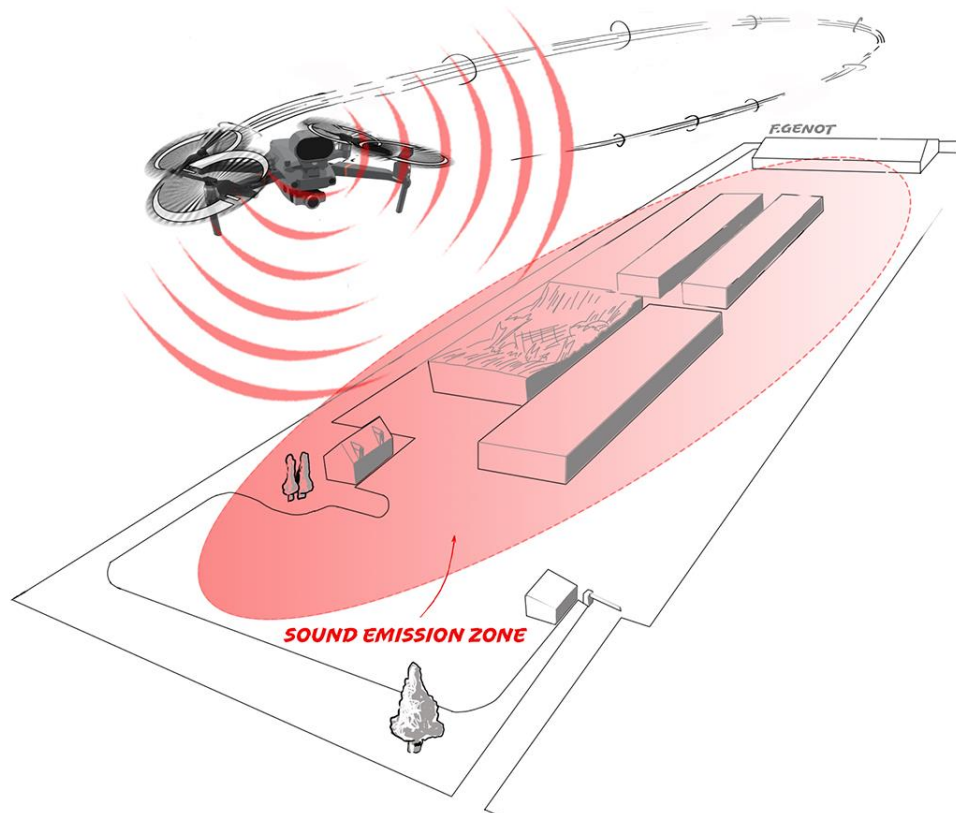
Con este equipo, es posible generar una alerta sonora o emitir un mensaje de información sonora a los intervinientes (bomberos, policía) en la zona del incidente, o a la población.

Los mensajes sonoros pueden ser variados:

- Información sobre el vuelo de un dron de bomberos.
- Orden de llevar el casco.
- Orden de evacuación.
- Orden de permanecer confinado, de cerrar las ventanas.

Es importante que el sonido producido sea entendido por la persona a la que va dirigido el mensaje. Se puede realizar una prueba de ajuste al inicio del vuelo.

Para una potencia de unos 100 dB, la altura efectiva es de 30 metros.



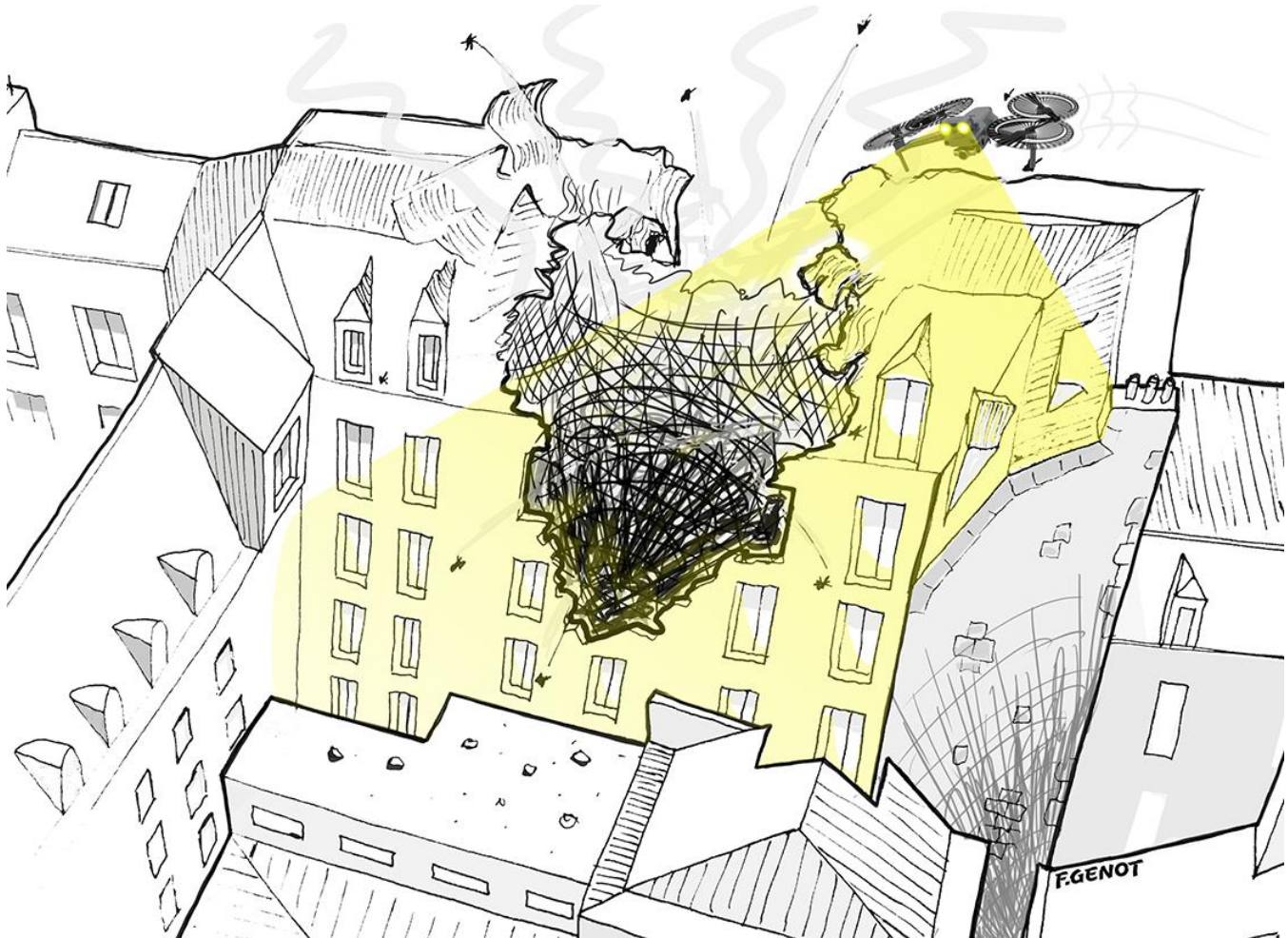
2. TÉCNICA DE ILUMINACIÓN

Los drones equipados con focos iluminan una zona de difícil acceso.

Previamente, el piloto debe ajustar el ángulo negativo de iluminación de los focos para optimizar la misión.

El equipo de drones posiciona la aeronave para iluminar la zona elegida. Habrá que estar atento al mayor consumo de las baterías en condiciones de vuelo nocturno.

Es necesario anticiparse al proceso de recarga. También será necesario prever que si se asigna un dron a esta misión, se puede considerar el despliegue de un segundo dron para realizar misiones de reconocimiento en paralelo.

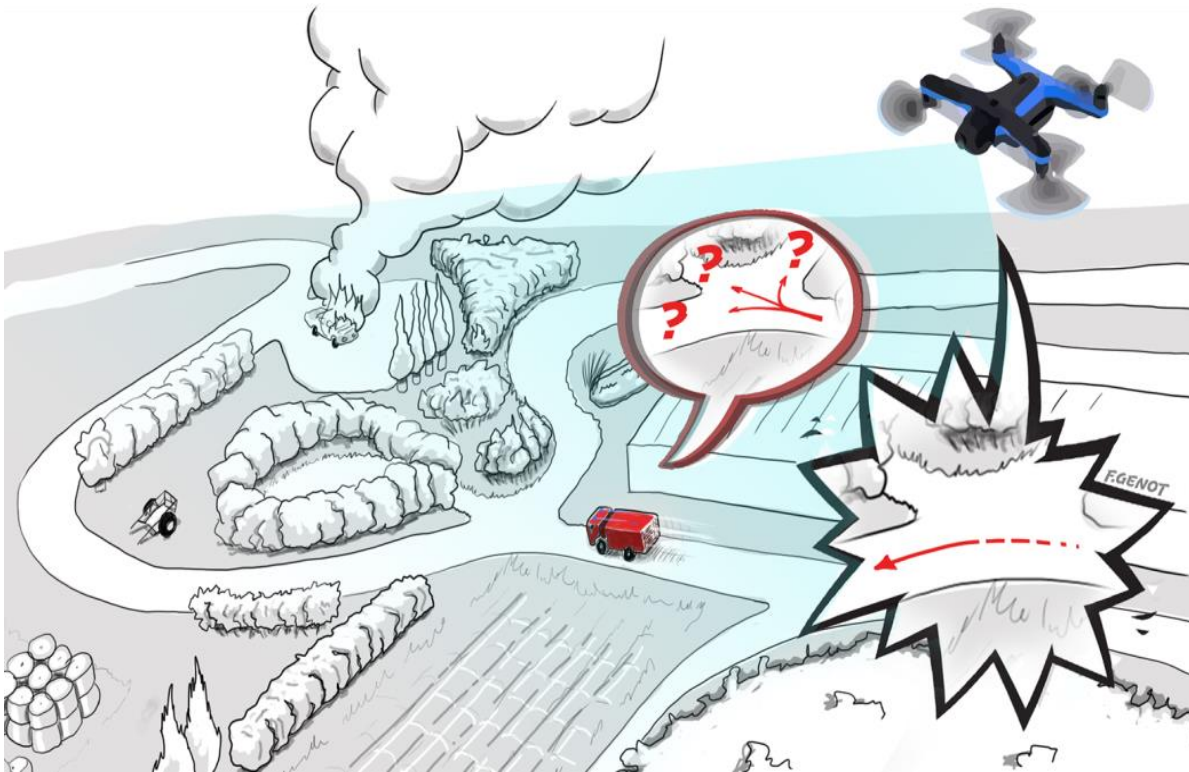


3. TÉCNICA DE GUIADO DE EFECTIVOS

El objetivo de esta técnica es guiar desde el cielo una acción sobre el terreno (ataque al fuego, movimiento, aproximación, etc.).

El equipo de drones se pone en contacto con el mando del siniestro o con un jefe de grupo. La coordinación y guía de la acción se realiza en el canal de radio táctico.

El equipo de drones transmite por radio las acciones que se van a llevar a cabo manteniendo la vista en el equipo de tierra.



4. TÉCNICA DE LIBERACIÓN DE OBJETOS

Algunos drones permiten soltar o dejar caer objetos. Para ello es necesario añadir un sistema de eslinga y liberación a bordo para transportar y soltar un objeto desde la aeronave.

En las zonas en las que el avance de los equipos de tierra es difícil, un dron puede proporcionar equipos esenciales para la supervivencia o el rescate de víctimas por aire y a gran velocidad (smartphone, radio, medicamentos, boya, dispositivo de flotación, botellas de agua, agua, una cuerda, etc.).

Hay que prestar especial atención al peso de la carga transportada, al equilibrio y al centrado de las masas, así como al consumo excesivo de las baterías. Para no sobrepasar la masa máxima de la carga útil (objeto) por el dron, una simple balanza de equipaje puede medir rápidamente la masa.

Entre las posibilidades (no exhaustivas):

- Soltar un objeto (boya, etc.);
- Instalación de un objeto (receptor transmisor, consumible, ...);
- Retirada de la cuerda del pasamanos, la tirolina o la cubierta del techo;
- Transporte de sensores (medición de muestras).

Restricción meteorológica

Cuando el viento alcanza el 75% del límite máximo del aparato, puede aparecer un desequilibrio (avión y eslinga) que crea un mayor riesgo de accidente.

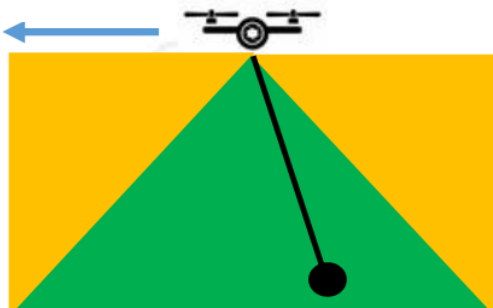
Longitud de la eslinga (cuerda)

Para evitar una colisión entre la carga útil y las hélices, se puede utilizar una eslinga de más de 120 cm o 4 pies.

Limitaciones del equilibrio de la carga útil

Dependiendo del viento, del peso de la carga útil, de la longitud de la eslinga y de las condiciones meteorológicas del momento, el piloto debe asegurarse de que la cuerda de la eslinga de la carga útil no forme un ángulo superior a 45° con respecto a la vertical. El piloto debe prestar especial atención durante las fases de despegue y aterrizaje con lastre. En todos los casos, evite girar los mandos a fondo o repentinamente, se recomienda giro suave.

Dirección de vuelo



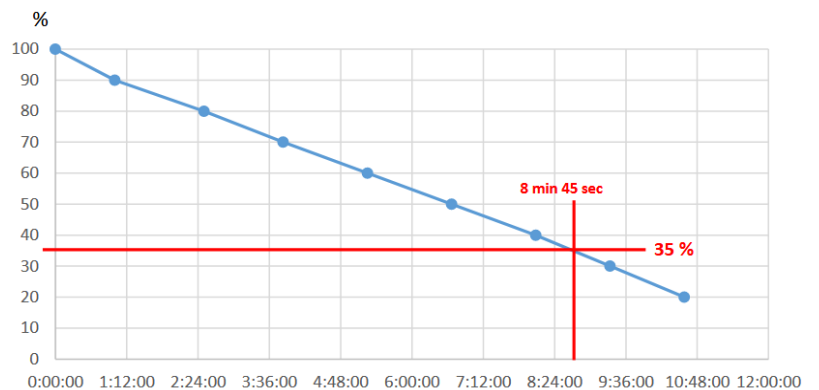
| Color | Posición de la cuerda de transporte |
|----------------|--|
| Zona Normal | desplazándose acelerando o frenando |
| Zona prohibida | |

Para minimizar los riesgos, los vuelos con eslinga pueden limitarse al vuelo visual y nunca debe superarse el peso máximo autorizado para un tipo de dron.

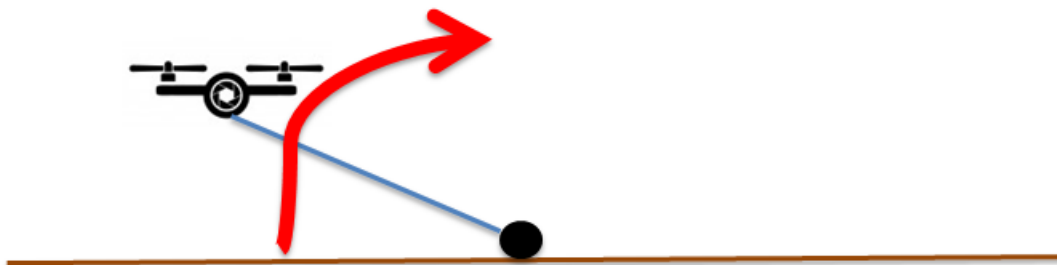
En cuanto despegue, el piloto debe prestar especial atención a su altura de vuelo porque su tamaño ha cambiado (dron + cuerda de eslinga + carga útil). El piloto debe mantener su cuerda de eslinga lo más ajustada posible. Por la misma razón, la longitud de la eslinga debe tenerse en cuenta a la hora de ajustar la altura del RTH (sistema de seguridad).

Llevar una carga útil en una eslinga influye mucho en la descarga de la batería, el piloto debe ser consciente de ello en todo momento. Para ahorrar energía, hay que evitar movimientos bruscos, las opciones que consumen energía (luces, altavoz y estroboscopio) y mantener las baterías calientes.

Este diagrama muestra la descarga muy rápida de la batería de un dron que alcanza su masa máxima. La anticipación del consumo de energía es esencial a la hora de aplicar la técnica de liberación. Los límites de alerta de la batería pueden reconfigurarse al alza. Sobre todo porque las estimaciones de tiempo restante que aparecen en los mandos a distancia suelen estar configuradas para la masa del dron pero no para su masa máxima (con eslinga y carga útil), por lo que esta estimación es engañosa, no debe tenerse en cuenta. para la autonomía restante.



Fase de despegue



El piloto despegue manteniendo la cuerda tensa. Coloca el dron por encima de la carga útil y, aplicando la potencia del motor, despegue la carga útil y la comprueba:

- El sistema de liberación permanece en su sitio;
- La carga útil permanece enganchada;
- El dron se mantiene estable sin la intervención del piloto remoto;
- Los controles del dron responden correctamente;
- La ausencia de un mensaje de alarma en el control remoto.
- El despegue se interrumpirá si uno de los puntos anteriores no se respeta.

Liberación de la carga útil:

Son posibles 3 tipos de maniobra en función de la misión y de la carga útil:

- Liberación de la carga útil;
- Retirada de la carga útil;

Liberación de la carga útil

El piloto posiciona el dron verticalmente hacia el objetivo. La altura del dron se elige teniendo en cuenta

- La seguridad alrededor del objetivo;
- La longitud de la cuerda de la eslinga de la carga útil;
- El tipo de carga útil;
- El efecto deseado con la carga útil.

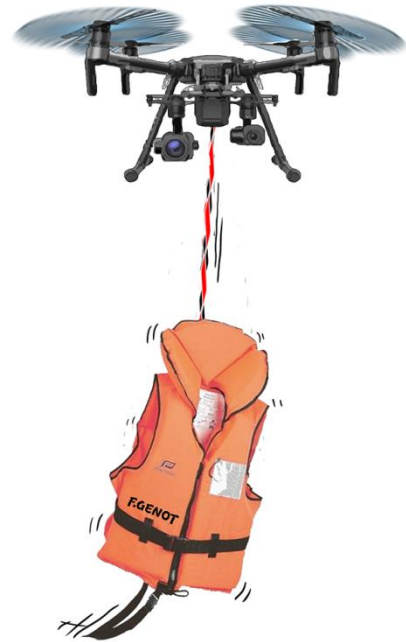
La suelta se realiza sin orden, o con una orden visual con retroalimentación de imagen, o auditiva por medio de una radio.

Retirada de la carga útil

El piloto remoto posiciona el dron verticalmente sobre el objetivo. La altura de aproximación del dron y de la carga útil es mayor que la del objetivo. Esta altura se elige teniendo en cuenta

- La seguridad alrededor del objetivo;
- La longitud de la cuerda de la eslinga de la carga útil;
- El tipo de carga útil.

El piloto remoto coloca la carga útil en el suelo o en la mano de una persona controlando el depósito mediante la retroalimentación de vídeo. La retirada se realiza sin orden, o con una orden visual con retroalimentación de imagen, o de audio por medio de una radio.



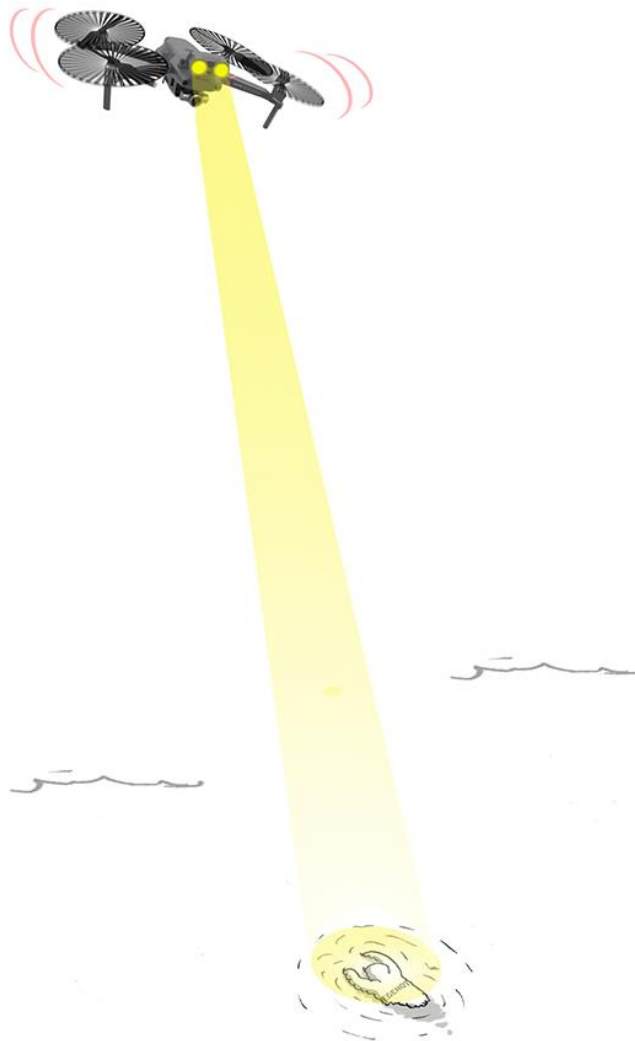
5. TÉCNICA DE SEÑALAMIENTO DE OBJETIVOS

Los drones también pueden utilizarse para señalar objetivos o puntos de interés.

El interés es poder realizar un marcaje, una designación rápida y a distancia desde el cielo para los equipos de tierra. El punto designado puede ser una víctima, un peligro, un acceso, un objeto particular, un punto caliente.

Esta designación puede realizarse de varias maneras:

- Físicamente, planeando sobre el punto de interés (de día).
- Con un marcaje luminoso, apuntando con un foco a un punto de interés designado (de noche).
- Dejando caer un objeto para marcar la ubicación del punto de interés (de día).



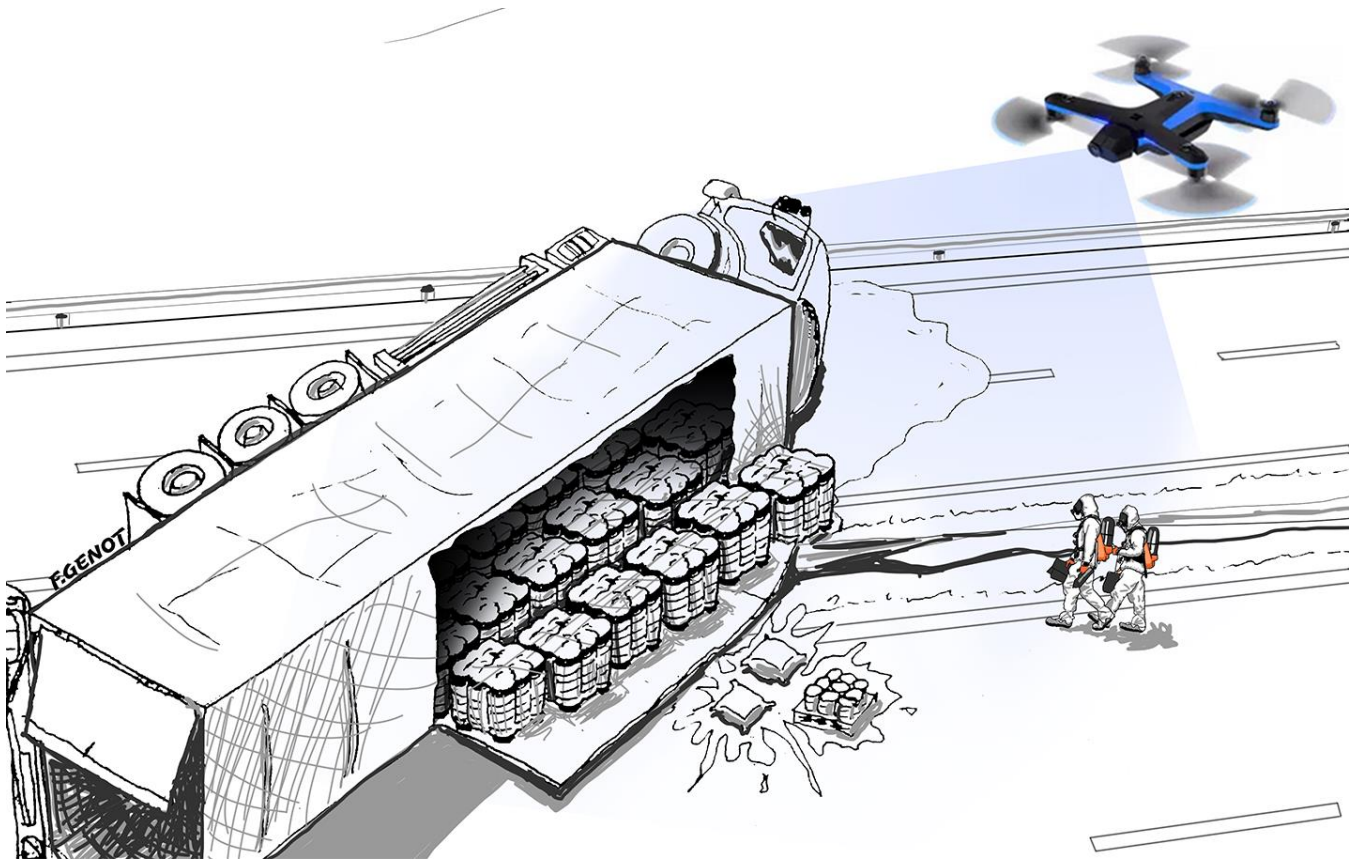
6. TÉCNICA DE ESCOLTA DE SEGURIDAD

Esta técnica se utiliza para realizar una "escolta" de seguridad de un equipo (o camión) sobre el terreno en movimiento que entra en una zona de exclusión o en una zona de peligro comprobado (riesgo EBCRN, Hazmat o de explosión, por ejemplo).

La evolución aérea se realiza a una altura adaptada al sujeto que se sigue y a la velocidad del mismo. La coordinación en un canal de radio es esencial para proporcionar una comunicación verbal a la información visual para el comandante del incidente o el comandante de la tripulación.

Incluso si el equipo avanza en la zona de peligro, la exposición del dron debe ser la más mínima (zona sucia o explosiva).

Esta técnica puede combinarse con una técnica de transmisión de vídeo.



7. TÉCNICAS ESPECÍFICAS

A. BÚSQUEDA DE VÍCTIMAS (SAR)

La búsqueda y el rescate (SAR) consisten en buscar y prestar asistencia a personas desaparecidas o en dificultades, en peligro inminente tras un accidente o una catástrofe natural.

Las personas desaparecidas pueden ser personas vulnerables como:

- Niños perdidos (discapacitados o no).
- Personas mayores con trastornos mentales.
- O personas suicidas que no desean ser encontradas.

Las personas desaparecidas pueden estar en peligro como consecuencia de accidentes de tráfico ("Expulsados" del accidente por la noche, por ejemplo).

Normalmente, la investigación se divide en diferentes áreas de especialización en función del entorno en el que se desarrolla la investigación:

- Urbano;
- Montañoso;
- Rural;
- Acuático;

Con cada tipo de área de búsqueda, los procedimientos utilizados también son diferentes y las misiones realizadas por los drones también varían.

En el agua, parece importante e imprescindible poder soltar un chaleco salvavidas o dispositivos de flotación, mientras que en las zonas urbanas, es más útil tener una buena calidad de vídeo y un zoom para distinguir a las personas.

En la montaña, se necesita un equipo (a ser posible térmico) capaz de soportar las bajas temperaturas y las duras condiciones meteorológicas.

Así pues, para cada tipo de zona de búsqueda hay que utilizar procedimientos y equipos específicos para optimizar la misión y aumentar la posibilidad de encontrar a la persona desaparecida.

El éxito de la búsqueda depende principalmente de que se inicie lo antes posible en el último lugar en el que se vio a la persona o en los lugares más probables en los que podría estar. Esto debe ir acompañado de una gran participación de equipos de investigación en tierra con; si es posible, equipos caninos porque son complementarios a los equipos de drones.

Siempre es importante mantener un buen flujo de información y una buena comunicación entre todos los equipos. Esta coordinación hace posible la realización de dudas por parte de los equipos terrestres / caninos sobre los rastros térmicos identificados.

1. ENTORNO URBANO

La investigación en las ciudades es un lugar difícil de llevar a cabo, especialmente si la misión es encontrar a una persona concreta, pero la mejor práctica es la acción rápida. Estos son algunos de los pasos que puedes dar para empezar:

- Reunir información sobre la víctima y los antecedentes;
- Comenzar la búsqueda desde el lugar donde la persona fue vista por última vez;
- Buscar metódicamente las zonas de vuelo autorizadas;

Recordatorios importantes

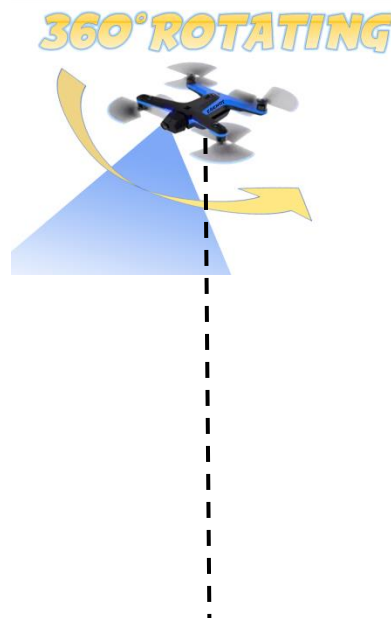
Según la normativa nacional sobre drones, el vuelo de drones urbanos puede estar prohibido incluso con una exención. Prevalece el principio de precaución y seguridad, volar sobre toda una ciudad en busca de una persona puede no ser una buena idea. Siempre hay que tener en cuenta el riesgo de caída del dron y, por tanto, evitar volar por encima de la cabeza.

Una técnica fácil, rápida y segura es la del ascenso vertical que se adapta al entorno urbano.

La técnica del ascenso vertical

Para evitar volar sobre las calles y el público y realizar un rápido reconocimiento inicial, puedes

- 1- Hacer un perímetro de seguridad de 5 a 10 metros para mantener alejado al público.
- 2- Despegar y realizar un ascenso vertical con el dron (sin desplazamiento).
- 3- Utilizar la técnica de rotación de 360° para observar el entorno circundante y buscar a la víctima cerca.



2. ENTORNO RURAL

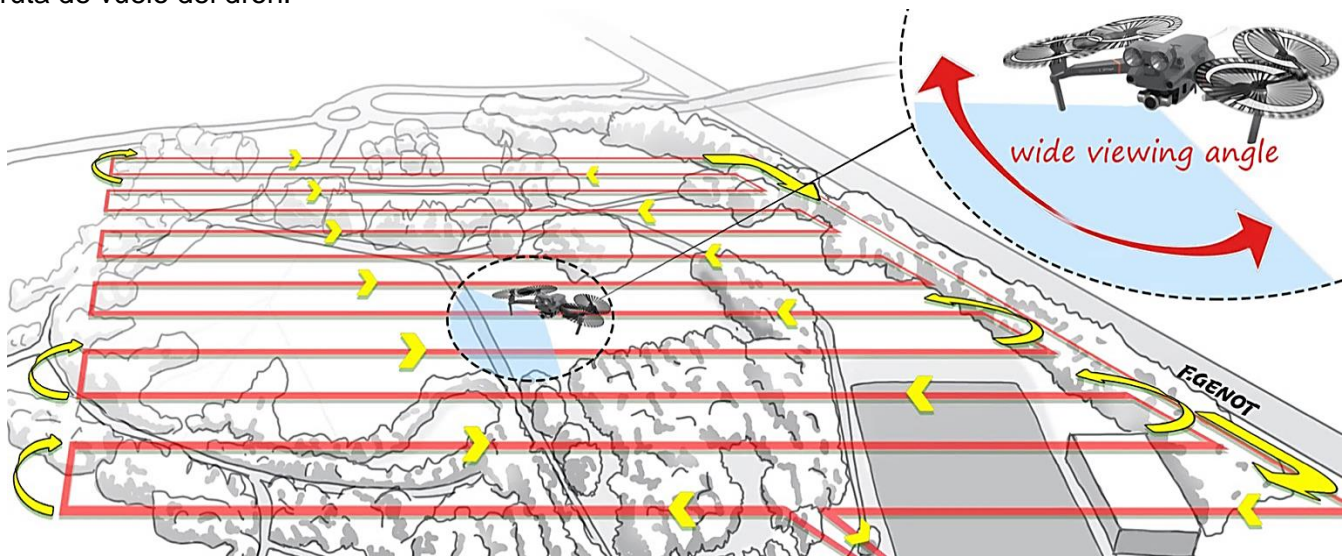
A diferencia de las zonas urbanas, las zonas rurales (en el campo) son mucho más propicias para la búsqueda de víctimas. Los vuelos son menos arriesgados y a veces es posible realizar una navegación fuera de la vista (BVLOS) con drones.

Sin ánimo de ser exhaustivos, he aquí algunas técnicas de búsqueda de víctimas:

La técnica del rastrillo

Después de delimitar la zona de búsqueda y la altura de búsqueda (libre de cualquier obstáculo), hacer una cuadrícula permite rastrillar la zona. Esta evolución puede hacerse manualmente (riesgo de búsqueda aleatoria y fatiga) o mediante un plan de vuelo automático preestablecido (menos fatiga y más concentración en el análisis de las imágenes) utilizando una carga útil electroóptica o térmica.

En caso necesario, el jefe del equipo puede solicitar el despliegue de observadores a lo largo de la ruta de vuelo del dron.



Las capacidades térmicas y de zoom son muy eficaces para identificar a las personas desaparecidas. El contraste térmico de la víctima con su entorno permite localizarla con bastante rapidez. El zoom permite plantear dudas a distancia sobre las firmas térmicas.

Antes de cualquier búsqueda de una víctima o persona mediante la cámara térmica, el piloto debe calibrar el rango de temperatura visible sobre sí mismo, con el fin de optimizar la visualización de los puntos calientes correspondientes a una firma térmica humana en las condiciones de la intervención.

En ausencia de una cámara térmica y de un zoom, la cámara visible es la principal herramienta para realizar búsquedas durante el día. Los mejores resultados de búsqueda se obtienen a una altura de 40 metros con una ligera inclinación de +/- 45° para visualizar mejor en profundidad.



Se puede utilizar un altavoz en el dron para decir el nombre de la persona desaparecida o para darle instrucciones.

La grabación de todo en vídeo puede permitir la revisión de las imágenes en alta calidad (en busca de pistas detalladas), si es posible mediante análisis de inteligencia artificial (IA).

Durante esta delicada fase de búsqueda, la visualización de la víctima en la pantalla de una tableta o un smartphone es bastante difícil de discernir.

Algunos equipos de drones realizan una transferencia de imágenes en una pantalla más grande (del tamaño de una pantalla de televisión o más grande, y si es posible en alta definición) con una persona dedicada al análisis de imágenes para beneficiarse de una "mejor visualización".

Técnica de iluminación

Como parte de una búsqueda nocturna de una persona perdida o de una víctima herida que está en contacto telefónico con el centro de llamadas de emergencia o con el piloto.

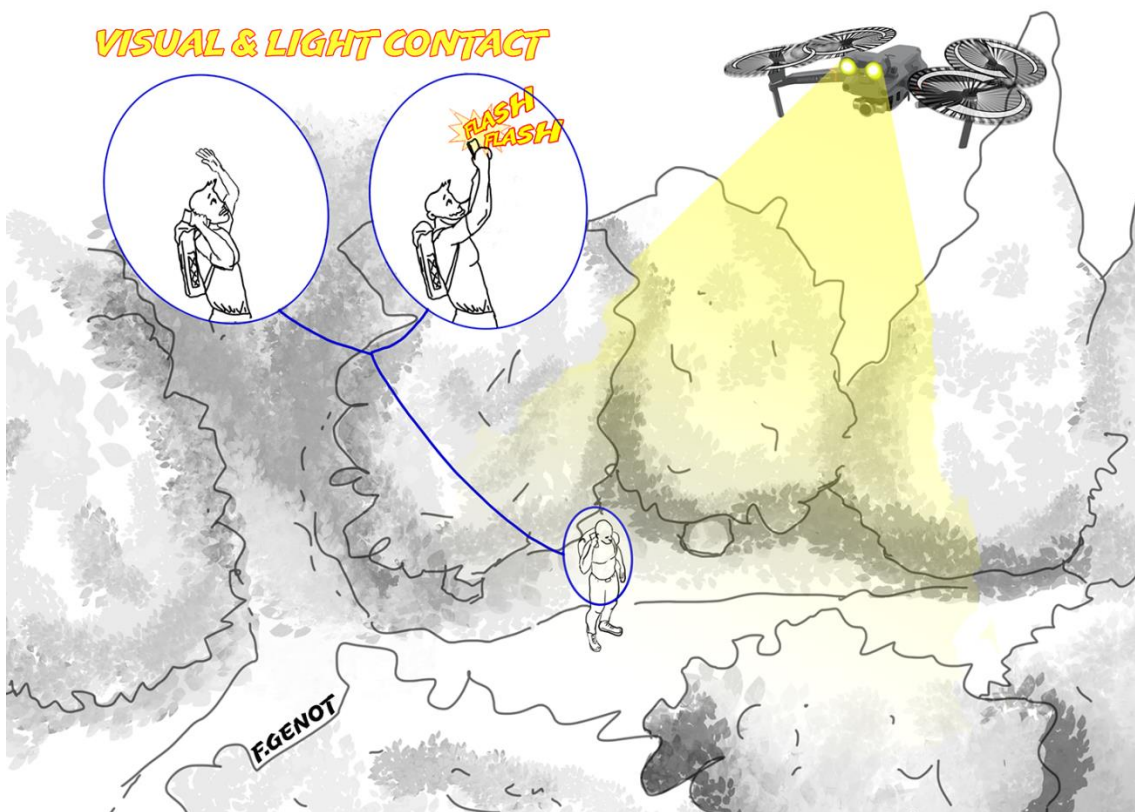
Existen dos posibilidades:

a) La víctima ve el dron gracias a sus luces (luz de búsqueda).

La víctima puede así guiar el dron hacia ella para ser localizada. Cuidado, puede aparecer un malentendido si la víctima y el piloto no hablan desde la misma derecha y la misma izquierda.

Si la víctima ve que el dron se dirige hacia

| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| La izquierda | Apunta el dron a la derecha |
| La derecha | Apunta el dron a la izquierda |
| El fondo del cielo | De la vuelta |
| La parte superior del cielo | Mantenga el rumbo |



b) La víctima no ve el dron

Por teléfono, pida a la víctima que encienda la luz de su smartphone y apunte hacia el cielo. Si la víctima está dentro del alcance visual, aparecerá un punto luminoso que indicará su ubicación.



Para todas estas técnicas en las que la víctima está al teléfono durante la operación de búsqueda, es imprescindible recomendarle que cuelgue de vez en cuando y ahorre la batería de su teléfono

3. ENTORNO MONTAÑOSO

La búsqueda y el rescate en la montaña se refieren a grandes áreas en las que no hay mucha gente viviendo o moviéndose de forma habitual. Además, el entorno montañoso es hostil desde el punto de vista meteorológico y topográfico.

Y por esta razón en particular, es difícil encontrar a personas desaparecidas en este entorno.

A la hora de utilizar drones en la investigación en la montaña, hay que tener en cuenta ciertos puntos sensibles:

- Las temperaturas bajas o negativas afectan a las baterías del dron y, por tanto, a su autonomía. Cada evolución aérea debe ser energéticamente eficiente.
- El relieve montañoso impone subidas verticales más allá de los 120 metros de altura debido al fuerte desnivel. El piloto puede encontrarse rápidamente a una altura de 500 m o más sin superar el punto más alto.
- Más allá del terreno montañoso, se observan con frecuencia fuertes turbulencias generadas por remolinos de viento.
- En el fondo de los valles, la señal GPS puede desaparecer. Sólo se podrá volar en modo manual o ATTI.

Todas estas condiciones extremas y particulares requieren una formación muy específica para los pilotos. No se puede improvisar un piloto de dron para buscar víctimas en las montañas.

Algunas buenas prácticas pueden ayudar a aumentar las posibilidades de encontrar a la persona desaparecida. Estos puntos son:

- Realizar una investigación profunda de la víctima desaparecida en la montaña. ¿Qué ropa llevaba? ¿Qué ruta o camino había planeado la víctima? Esta investigación proporcionará la pista principal seguida por la víctima y, por tanto, un punto de referencia esencial para organizar la investigación;
- Reconocimiento siguiendo el rastro de principio a fin;
- Ampliar el reconocimiento en las afueras del sendero imaginando un escenario de caída;
- Realizar la técnica del peine en zonas adyacentes no reconocidas.

La función de entrega de objetos puede ser extremadamente útil en este entorno especialmente inaccesible. Puede permitir entregar objetos y herramientas a los rescatadores de montaña, pero también alimentos o medios de comunicación a la víctima.

4. ÁREAS ACUÁTICAS

La búsqueda y el rescate acuáticos se llevan a cabo en lagos, ríos o en el mar para salvar a personas en peligro. Cuando se localiza una embarcación en peligro o una persona desaparecida, las organizaciones SAR despliegan helicópteros, buques de rescate u otras embarcaciones adecuadas para prestarles ayuda y llevarlos de vuelta a la orilla.

Por lo tanto, habrá que tener cuidado con la coordinación aérea entre los posibles helicópteros de rescate marítimo.

Es importante comenzar la búsqueda lo antes posible en torno al lugar donde se vio por última vez a la persona, la embarcación o el avión. Recoge también información precisa y reciente, que podría ayudarte mucho a la hora de definir las cuadrículas de búsqueda (técnica del peine) para iniciar y ampliar la búsqueda.

La rapidez es crucial en estos escenarios porque las personas pueden ahogarse, sufrir hipotermia o ser arrastradas a una zona completamente diferente.

Para aumentar las posibilidades de éxito, son importantes algunos equipos y mejoras, como:

- Tiempo de vuelo ampliado (para estar más lejos del despegue que puede ser un barco lento e inspeccionar una zona más amplia);
- Visión térmica y alta resolución para poder volar alto y captar grandes áreas; prestar atención a la calibración de la cámara térmica porque a veces el agua está más caliente que el suelo y/o la víctima;
- Sistema de liberación para llevar un chaleco salvavidas a la víctima.

Mediante el uso de un dron, es posible ver hasta unos 5 metros bajo el agua donde estaba la persona, lo que ayuda a los buzos a encontrar a la persona más rápidamente además de su búsqueda estándar.

Una de las mejores prácticas es dividir las zonas de búsqueda entre buzos y drones, utilizando el recurso adecuado para la zona adecuada. Cuando los equipos de drones encuentran algo, deben avisar a los buzos para que comprueben la zona y, si es necesario, realicen el rescate, lo que permite cubrir una zona más amplia con mayor rapidez.

5. COORDINACIÓN CON UNIDADES CANINAS K9

Aunque a veces se percibe como una competencia, los equipos de drones y los equipos caninos son en realidad complementarios y redundan en beneficio de la víctima.

Una buena comunicación y coordinación es esencial cuando se trabaja con los adiestradores de perros. El canal de radio táctico también debe ser potente porque a veces la distancia entre los equipos puede ser importante.

El entrenamiento con los equipos caninos es importante para aprender su comportamiento y comunicarse con los guías caninos para ayudar a localizar a la víctima.

Existen dos técnicas para esta coordinación dron/perro:

Distribución por zonas

Los equipos de drones se asimilan a un equipo de búsqueda como los equipos caninos. En una zona boscosa, el perro será más eficaz que el dron para escanear esta zona tan densa.

En un campo o zona abierta, el dron será más rápido que el perro para barrer grandes áreas.

Por lo tanto, el comandante del incidente puede dividir el área global en varios sectores de búsqueda en función de la densidad de la vegetación, 1 sector 1 equipo (ya sea un dron o un perro).



Coordinación en el mismo sector

El comandante del incidente también puede asignar a un equipo canino y a un equipo de drones en el mismo sector de búsqueda.

La misión del equipo de drones es detectar firmas térmicas sospechosas (víctima o animales, piedras calientes, otras personas) y luego guiar a los equipos caninos para despejar dudas. Esto permite reducir el tiempo de búsqueda del perro y, por tanto, su fatiga.

La técnica de designación luminosa o vertical estacionaria puede facilitar el desplazamiento y la orientación de los equipos caninos en la zona a tratar.

También se puede utilizar el equipo de drones para vigilar al equipo canino (técnica de escolta de seguridad) y seguirlo mediante la grabación de cada acción para garantizar su seguridad, supervisar el progreso y rastrear su posición.

B. TÉCNICAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

1. INCENDIOS ESTRUCTURALES E INDUSTRIALES

Los incendios estructurales se asocian a una combustión no planificada, no deseada y no controlada y a la iniciación de un incendio relacionado con una infraestructura residencial, comercial o industrial. Las infraestructuras implicadas pueden desglosarse en los siguientes escenarios:

- Incendios de viviendas
- Incendios en apartamentos;
- Incendios en tiendas o centros comerciales;
- Incendios en empresas y almacenes.

Este tipo de incendios son tratados principalmente por autobombas y autoescalas. En el caso de los incendios de casas y apartamentos, la utilidad del apoyo de un equipo de drones es reducida porque el volumen del incendio es pequeño. Sin embargo, en algunos casos, si el incendio afecta a los tejados de estas viviendas, el equipo de drones puede aportar un verdadero valor añadido al aportar al mando del incidente una visión más detallada del tejado y de los puntos calientes. Del mismo modo, la técnica de guiado puede utilizarse para realizar un guiado de la limpieza del tejado (por ejemplo).

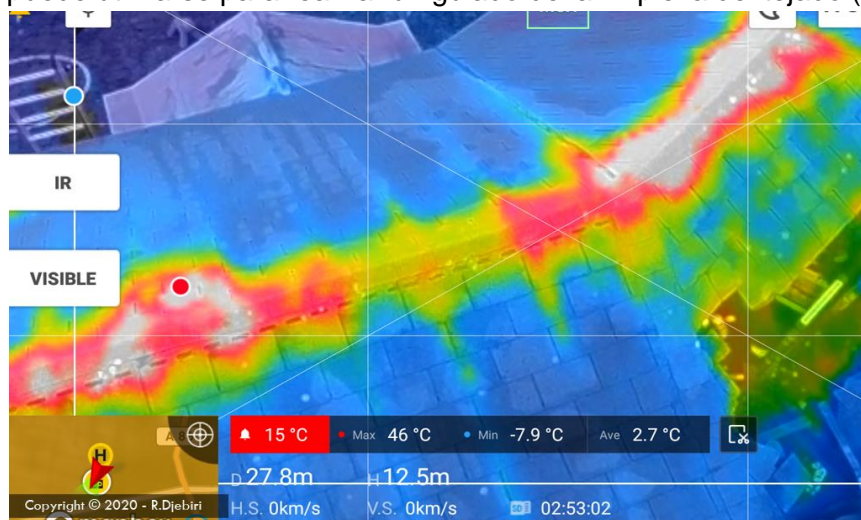


Foto cortesía de SDIS 78

El principio es visualizar los puntos calientes del tejado con la cámara térmica del dron y comunicar a la tripulación al mando o al mando del incidente qué parte del tejado debe ser retirada.

En el caso de los incendios de centros comerciales, empresas y almacenes, la zona del siniestro es mucho mayor. El reconocimiento y la evaluación global del siniestro son más complejos y tardan más en ordenarse. En este contexto, el equipo de drones, si se contrata con antelación, puede ser de gran utilidad a la hora de ordenarlo para un mejor y más rápido conocimiento de la situación.

Las técnicas a utilizar en este marco operativo son numerosas:

DURANTE LA FASE DE RECONOCIMIENTO

La **técnica de la espiral** puede aportar rápidamente al mando del incidente una visión de las 4 fachadas del edificio, su tejado y la situación global con los accesos. Esta primera visualización puede combinarse con las imágenes térmicas para localizar el foco principal y el eje de propagación. Además, esta primera recopilación de fotos/vídeos (realizada en menos de 5 minutos) ahorra al control de incidentes el tiempo de reconocimiento a pie alrededor del edificio y también permite conservar los datos.

El equipo de drones también puede identificar la dirección y la fuerza del viento para informar sobre el incidente con el fin de anticipar los efectos generados en el incendio actual.

Si el reconocimiento aéreo o terrestre temprano hace aparecer en una ventana a una víctima que hay que salvar de las llamas y el humo, la técnica de lanzamiento de objetos puede utilizarse para dejar caer o arrojar una capucha de humos a la víctima mientras los equipos terrestres realizan el rescate con escaleras.



Photo courtesy of London Fire Brigade



Paralelamente, la **técnica de difusión sonora** permite explicar a la víctima cómo se realizará el rescate y darle instrucciones de seguridad, pero sobre todo tranquilizarla hasta que los bomberos lleguen a ella.

La **técnica de rotación a 360** grados también es útil para visualizar rápidamente el entorno directo del edificio dañado y para anticipar un efecto dominó o la propagación del fuego.

Una de las preocupaciones del comandante del incidente será estimar el área del edificio dañado o la zona que está ardiendo. Esta estimación nunca ha sido algo fácil de ordenar. Con un dron, podemos evaluar o calcular el área deseada con mayor o



menor precisión:

- A falta de software cartográfico, podemos utilizar la técnica de **evaluación geométrica**. Este método puede ser aproximado, pero es muy rápido, ya que bastan unos minutos para medir la longitud y la anchura del edificio. Si el dron tiene un telémetro a bordo, es aún más rápido medir una distancia.
- Con un software de cartografía, la **técnica de cartografía operativa** será un poco más larga pero extremadamente precisa. El mosaico de ortofotos generado por el software permite realizar todas las mediciones de distancia o de superficie deseadas en la zona escaneada.

A veces, la columna de humo creada por el incendio puede ser extremadamente tóxica y afectar al entorno urbano y rural. Una toma en perspectiva de gran altura puede poner de manifiesto la orientación del penacho de humo y el posible impacto.

DURANTE LA FASE DE ATAQUE

Durante el ataque, a veces las lanzas de alta potencia no siempre se orientan correctamente (a escala o no) debido a la falta de visibilidad o al efecto óptico.

La imagen térmica del dron puede aprovecharse mediante la técnica de evaluación de las acciones, y luego, en un segundo paso, mediante la técnica de orientación del ataque.

- La **técnica de evaluación de las acciones**, el comandante del incidente puede confiar la misión de evaluar la eficacia de las lanzas en la extinción o la detención de la propagación (u otras misiones). El equipo de drones realiza su vuelo y evaluación con la cámara térmica para visualizar, captar y analizar si la acción parece efectiva.
- En caso de que la acción (el ataque, por ejemplo) sea ineficaz o parcialmente eficaz, el equipo de drones puede proponer correcciones al comandante del incidente o al comandante de la tripulación para llevar a cabo **el guiado del ataque**, siendo el principio la visualización de los puntos calientes y la comunicación a la tripulación de control del camión de la escalera (por ejemplo) de las correcciones a realizar en la orientación de la lanza.

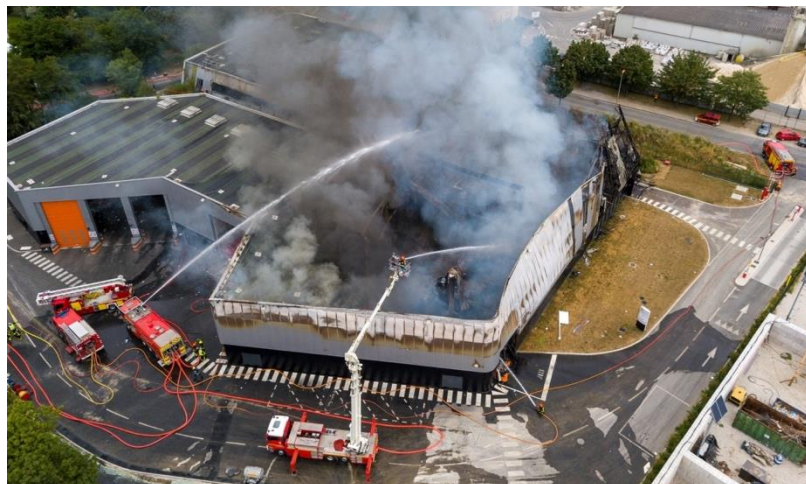


Photo courtesy of SDIS 77

Durante esta fase de ataque, la **técnica del vídeo en directo** permite al mando del incidente ver en directo la catástrofe y las acciones en curso y, eventualmente, coordinar las acciones en paralelo.

En caso de riesgo de explosión (botellas de gas o acetileno), a veces el mando del incidente ordena la puesta en marcha de un lanzamonitor sin personal expuesto. El dron puede utilizarse con la técnica de la escolta de seguridad para garantizar la seguridad y la vigilancia del equipo que va a montar y ubicar el lanzamonitor en la zona explosiva.

Por otra parte, si se asigna un equipo de drones a esta técnica, esta misión; queda en consecuencia monopolizada y bloqueada en esta acción. No se le puede confiar ninguna otra misión (reconocimiento, guiado, cartografía, etc.), lo que puede requerir el refuerzo de un segundo equipo de drones para realizar otras misiones en paralelo (véase más adelante la maniobra de vigilancia coordinada).

DURANTE LA FASE DE ABASTECIMIENTO

Durante esta fase, el dron puede utilizarse:

- Bien para localizar el punto de agua más cercano o los puntos de agua periféricos para abastecer a las camionetas de bomberos.
- O bien para medir la longitud del camión de bomberos hasta un río para el establecimiento de una línea de suministro hidráulico utilizando la técnica de evaluación geométrica, o bien utilizando un telémetro de a bordo.

DURANTE LA FASE DE VIGILANCIA

La **técnica de vigilancia** consiste en realizar vuelos regulares de control y evaluación de la catástrofe, de la presencia potencial de reanudación del fuego.

Las temperaturas deben anotarse y archivarlas para compararlas con las mediciones anteriores.

Se puede establecer un plan de vuelo automático para realizar siempre el mismo vuelo con el mismo ángulo y la misma altura de vuelo (para obtener mediciones comparables).

La recurrencia de los vuelos depende de la zona del incidente. Un vuelo cada 30 minutos corresponde a un siniestro en una zona pequeña, para zonas medianas y grandes el mínimo es un vuelo cada hora.

Durante todas las fases de una operación de incendio nocturno, la tecnología de iluminación puede ser útil especialmente si los medios de iluminación convencionales no son adecuados o si la zona es inaccesible.

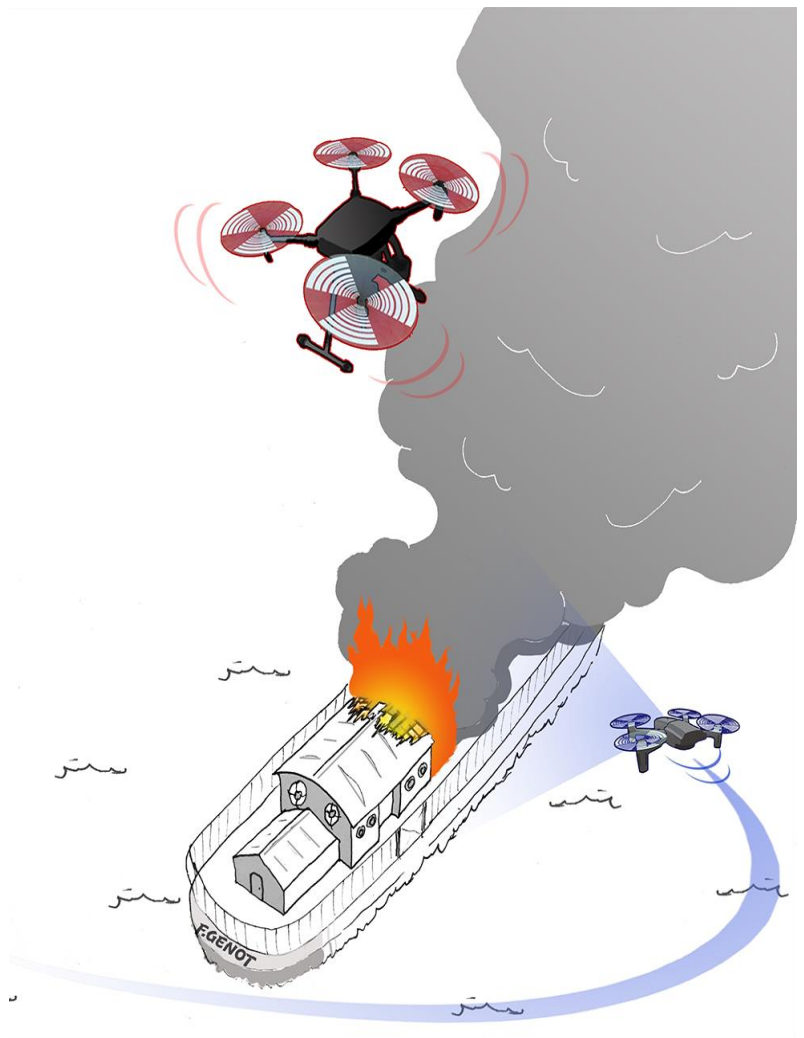


Foto cortesía de JVP Grada Zagreba

La maniobra de vigilancia coordinada

Cuando la catástrofe es grande o compleja, cuando se requieren varias misiones simultáneamente, el despliegue de 2 o más drones puede ser una solución.

- Los 2 equipos de drones establecen sus respectivas TOLA en la misma zona.
- Se designa un responsable de la TOLA para gestionar los despegues y aterrizajes verticales (sólo uno a la vez) y proporcionar la coordinación aérea. Es responsable de la segregación vertical de los drones en el sector de vuelo.
- El primer dron se sitúa muy por encima del incidente a una altura definida. La misión de este dron estacionario es visualizar y supervisar toda la zona del incidente, evaluar los puntos calientes y la propagación del fuego, y posiblemente llevar a cabo la técnica de transmisión de vídeo. Este dron se denomina dron de vigilancia.
- El segundo dron se sitúa a una altura inferior; debe ser rápido y móvil para llevar a cabo un breve reconocimiento, evaluaciones térmicas en las fachadas (ABCD), posiblemente una técnica de mapeo. Este dron se denomina dron táctico.



2. INCENDIOS FORESTALES

Los incendios forestales y los incendios agrícolas están asociados a una combustión no planificada, no deseada e incontrolada y normalmente asociada a la vegetación combustible. Dependiendo del tipo de vegetación, del terreno y de las condiciones meteorológicas, esto afectará a la intensidad, la dimensión de la velocidad de propagación del fuego.

Un ataque rápido y fuerte en sus primeras fases es necesario para evitar un gran incendio forestal que puede durar días, semanas o incluso meses. Pero la rapidez y la fuerza no siempre son eficaces si no se tiene información sobre las condiciones del incendio forestal y sobre cómo se desarrolla la lucha en los distintos tramos del mismo. Estas mismas reglas se aplican a los incendios de campo, de turba, de matorrales, etc.



Photo courtesy of Slovenian volunteer firefighters Association (Gasilska zveza Slovenije)

RECORDATORIOS IMPORTANTES - PELIGROS

Riesgo meteorológico

Los equipos de drones utilizados en los incendios forestales deben ser conscientes de los fuertes vientos convectivos que puede generar el fuego, del humo que puede imposibilitar el vuelo mediante la observación visual y también de las temperaturas que pueden dañar los componentes del dron. En esta situación concreta, las condiciones meteorológicas pueden cambiar con extrema rapidez. Desconfianza y precaución.

Peligro aéreo requerido

Los pilotos de drones deben estar siempre atentos a otras aeronaves (como helicópteros y aviones) que estén implicadas en el incidente y que puedan resultar dañadas o perjudicar al dron. Cuando una aeronave tripulada de emergencia sobrevuela la zona, el principio de seguridad exige que el dron aterrice. La comunicación por radio entre las aeronaves puede ayudar mucho a la coordinación.

Riesgo topográfico

Los árboles (en llamas o no) siguen siendo obstáculos aéreos para los drones, al igual que las líneas de alta tensión. El análisis de los obstáculos debe ser aún más profundo en esta situación de incendios forestales o espacios naturales (especialmente en presencia de humo).

DURANTE LA FASE DE RECONOCIMIENTO

Si el equipo de drones llega pronto, puede ser útil con la **técnica de búsqueda de puntos sensibles** realizando rápidamente un reconocimiento alrededor del eje del incendio para identificar viviendas, una escuela, una línea de alta tensión, una vía férrea, etc.

Así, si un punto sensible se ve amenazado por el frente de llamas, el equipo de drones puede notificar rápidamente el incidente por radio o por imágenes.



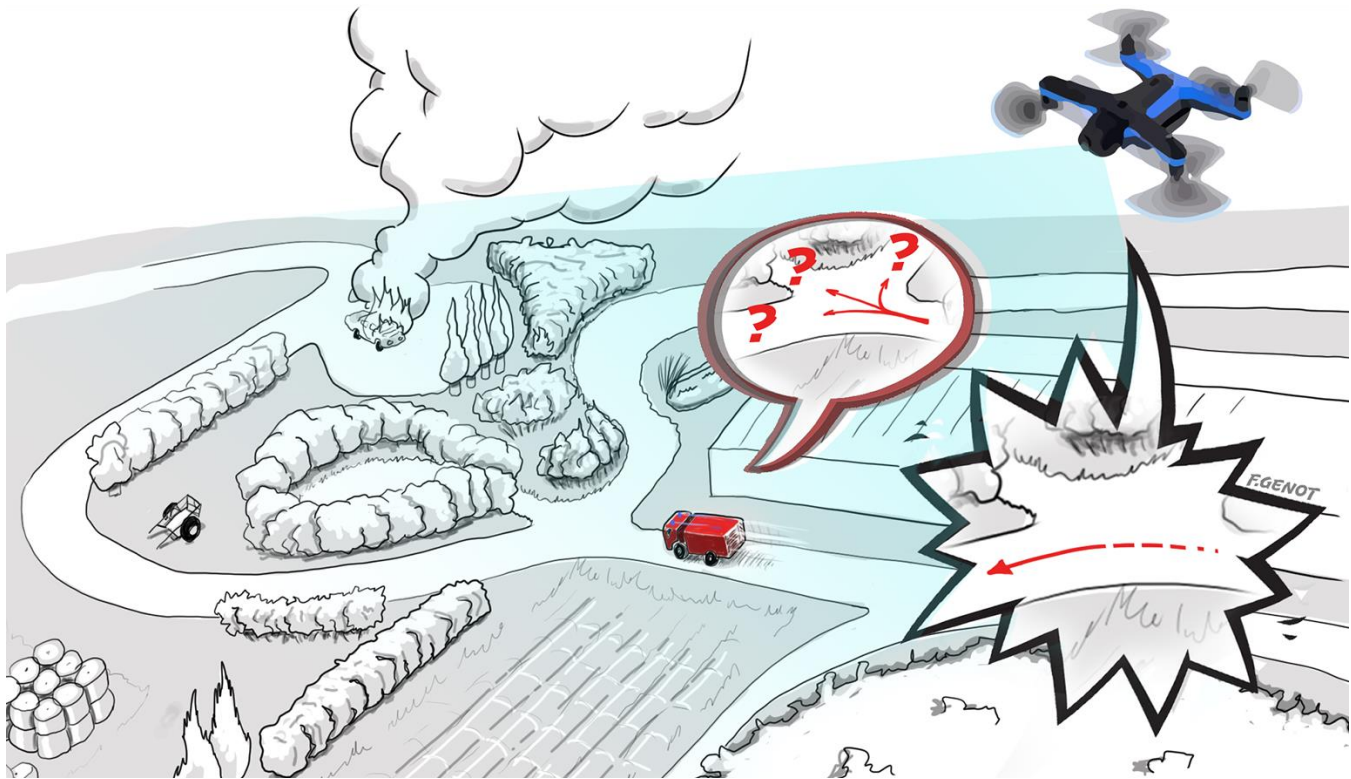
Foto cortesía de SDIS 78

Si se identifica una casa como punto sensible en el camino hacia el frente de llamas, podemos considerar la posibilidad de encargar a un equipo de drones la realización de una **técnica de difusión sonora** para transmitir las instrucciones de evacuación urgente de la casa amenazada por el fuego (en la espera de refuerzos terrestres).

La longitud del frente de llamas puede medirse mediante la técnica de evaluación geométrica o mediante un telémetro.

Del mismo modo, los puntos de agua o los depósitos de reabastecimiento pueden identificarse y localizarse mediante una técnica de espiral o de rotación de 360°.

Si un camión de bomberos no encuentra el acceso al incendio o se pierde en su reconocimiento, la técnica del pastor es una variante de la técnica de guiado de la acción, ya que consiste en guiar el vehículo por radio para llevarlo al lugar deseado como un pastor.

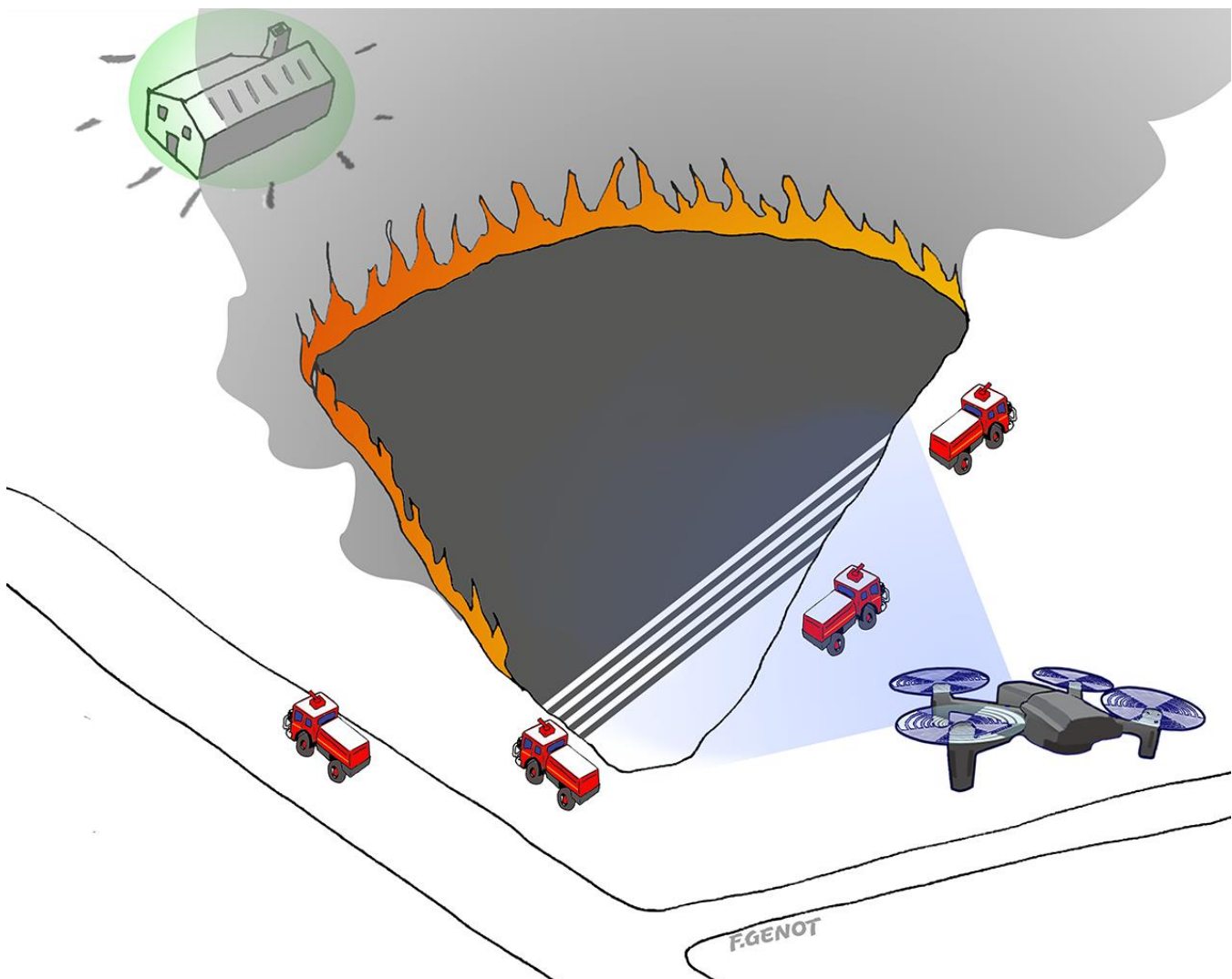


DURANTE LA FASE DE ATAQUE

La técnica de transmisión de vídeo en directo es especialmente adecuada para esta fase de la lucha contra los incendios forestales o de espacios naturales. Porque si el comandante del incidente puede ver, en su teléfono inteligente o en una pantalla, toda la zona del incendio y la ubicación de las furgonetas en tiempo real, puede ordenar y coordinar las acciones de cada equipo sobre el terreno. El objetivo es proporcionar un conocimiento de la situación en tiempo real para que los recursos se desplacen a los mejores lugares.

Con esta información es posible elaborar planes para detener el fuego, ralentizarlo o incluso redirigirlo a zonas donde pueda hacer menos daño. Incluso es importante evaluar la eficacia del plan para definir futuras estrategias de extinción del incendio.

Una vez más, esta técnica bloqueará a un equipo de drones en un encuadre de la situación general; el despliegue de un segundo equipo de drones puede permitir la realización de misiones adicionales simultáneamente (búsqueda de puntos sensibles, evaluación térmica, cartografía y evaluación de la zona).



Además, la **maniobra de vigilancia** también es adecuada para los incendios forestales y los espacios naturales.

También se puede considerar una **técnica de escolta de seguridad** para vigilar uno o varios camiones de bomberos si la situación lo requiere (peligro).

DURANTE LA FASE DE REMOJADO Y ENFRIAMIENTO DE PUNTOS CALIENTES

Una vez que un incendio forestal está controlado, es necesario evaluar y definir la extensión de los daños y mantener la vigilancia sobre la zona para localizar los puntos reavivados. Los drones pueden ayudar a los equipos de tierra a buscar los puntos calientes mediante:

- Guiando a los equipos en la fase de enfriamiento con imágenes térmicas (técnica de guía de enfriamiento)
- Comprobando y vigilando los puntos calientes (técnica de búsqueda de peligros);
- Mapear las zonas afectadas;
- Supervisión de los equipos de tierra (técnica de acompañamiento);
- Calcular el área quemada (cartografía técnica);
- Encontrar los materiales abandonados tras un esfuerzo de larga duración en un incendio forestal (siempre ocurre).

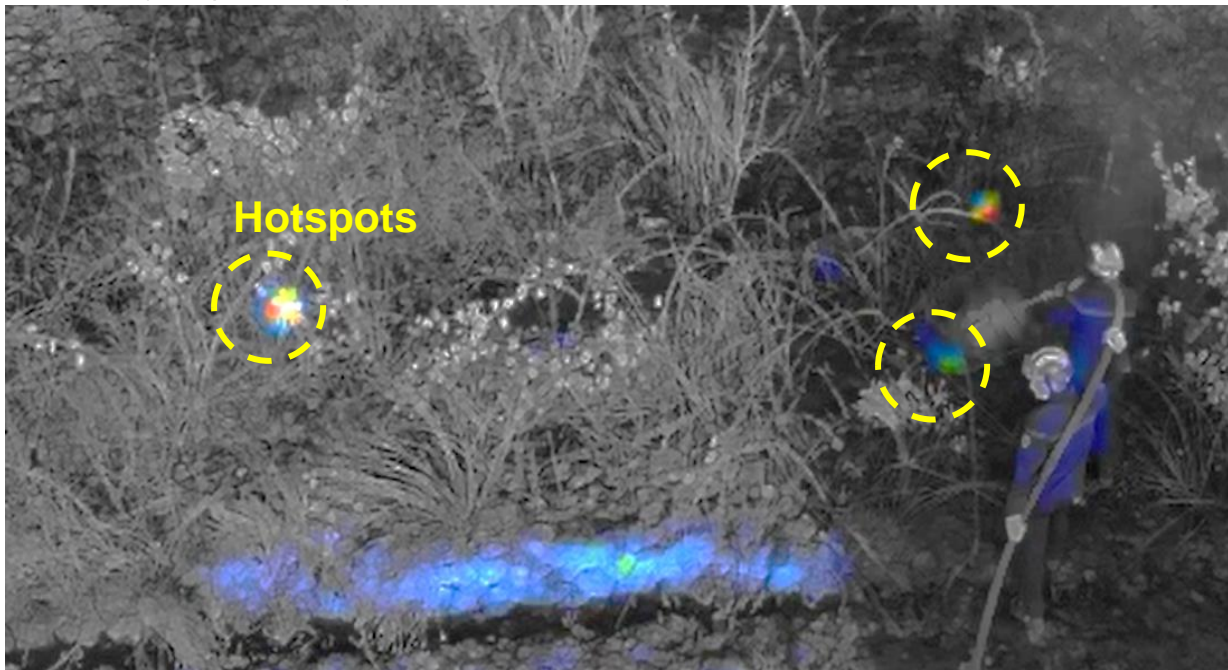


Foto cortesía de SDIS 78

DURANTE LA FASE DE CONTROL

La vigilancia es una regla esencial y final de la lucha contra los incendios forestales. Se trata de comprobar periódicamente si no se está desarrollando un foco de incendio a nivel del suelo.

El comandante del incidente puede decidir establecer la vigilancia en forma de controles periódicos y recurrentes. Un equipo de drones puede realizar la **técnica de vigilancia** para detectar los puntos calientes. La recurrencia de los vuelos depende de la zona del incidente. Un robo cada 30 minutos corresponde a una catástrofe en una zona pequeña, para zonas medianas y grandes el mínimo es un robo cada hora.

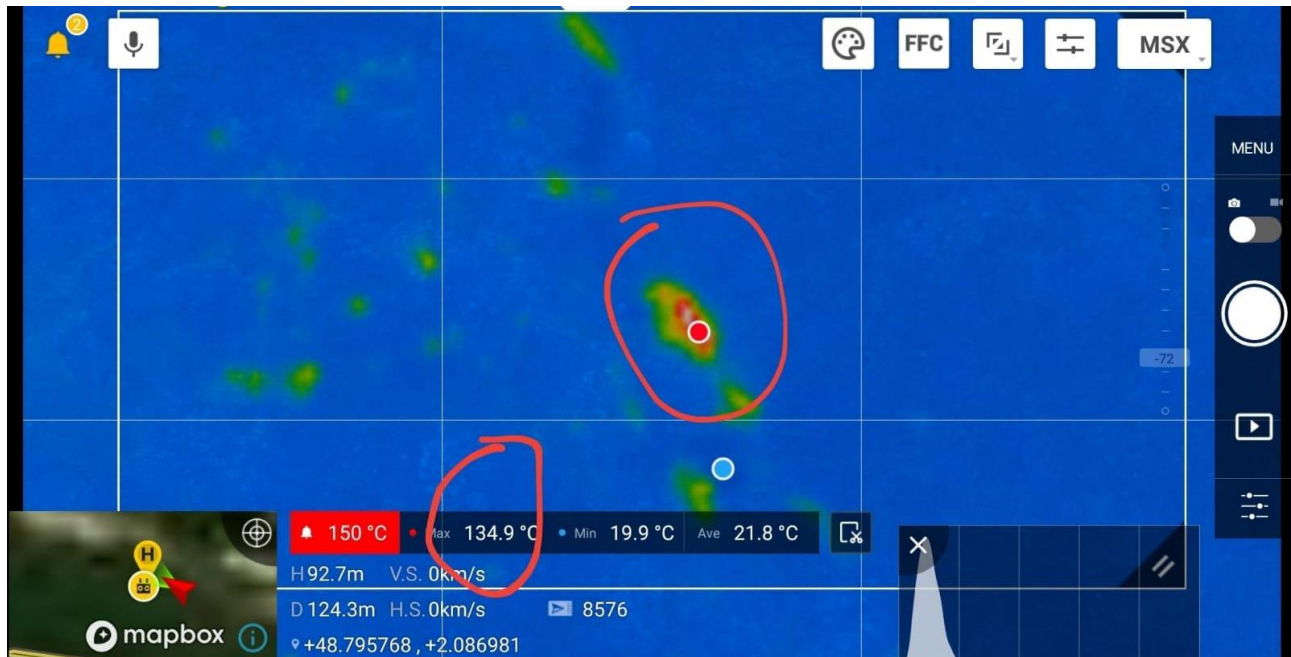


Foto cortesía de SDIS 78

C. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE INCENDIOS

La función de investigación de incendios es un elemento crítico para aprender de los sucesos pasados y aplicar esas lecciones a las actividades futuras destinadas a prevenir incendios recurrentes. Ya sea un incendio accidental, intencionado o relacionado con el clima, el proceso de una investigación exhaustiva y completa identificará los factores que causaron o contribuyeron al incendio. Las lecciones aprendidas de esa investigación serán aplicadas por la sociedad de muchas maneras para prevenir o desalentar futuros incendios por factores y circunstancias muy similares.

La cámara del dron es una extensión indispensable de la fase de documentación de la investigación del incendio. Si no hay nada más, las imágenes del dron, ya sea en vídeo o en múltiples fotogramas, proporcionan un registro del crecimiento, la propagación, el comportamiento y el impacto de la extinción del incendio desde una perspectiva visual (punto de vista) que no ha estado disponible anteriormente y que, en el futuro, probablemente será cada vez más crítico en el desarrollo del relato de un incendio.

Aunque no es imposible creer que un dron pueda algún día capturar imágenes del inicio y el origen de un incendio, la realidad práctica del asunto es que el dron actual probablemente proporcionará una mejor documentación general de la escena. No hay ninguna razón para pensar que un dron sustituirá al investigador de incendios sobre el terreno que trabaja en los restos del incendio y utiliza las cámaras digitales tradicionales, pero tampoco hay razón para descartar que los drones sean una herramienta necesaria en la caja de herramientas de la investigación de incendios o un recurso que puede llevarse al lugar del incendio para contribuir a la documentación general del incidente.



Foto cortesía de SDIS 22

SIEMPRE GRABANADO

Si el cuerpo de bomberos que se ocupa de la extinción del incendio ya está utilizando un dron para proporcionar una transmisión en directo del lugar del incendio y de las operaciones, debería grabar simultáneamente el vídeo en directo, incluso si no hay una necesidad evidente de ello por parte de las fuerzas de supresión, ya que puede ser muy valioso para los investigadores que puedan llegar más tarde en un incidente, o posiblemente incluso un día (s) más tarde. Esto se aplica tanto si el cuerpo de bomberos realiza una grabación de vídeo como si utiliza un dispositivo de imagen térmica para supervisar la progresión del incendio o los rescates. Siempre que un dron esté operando en el lugar del incendio, también debería estar grabando. Es posible que el valor de la grabación no sea evidente de inmediato, pero no se sabrá necesariamente lo que ha captado hasta que se tenga la oportunidad de revisarlo en condiciones controladas.

Cuando utilice un dron durante la fase de investigación, después de la extinción, planifique sus vuelos con drones y las capturas de imágenes con antelación para asegurarse de capturar TANTO fotografías digitales como vídeos. Aunque la capacidad de reproducir vídeo puede ser muy deseable y proporcionar pruebas convincentes del crecimiento y la progresión del incendio, tenga en cuenta que no puede insertar un clip de vídeo en un informe como puede insertar fácilmente una fotografía digital. Del mismo modo, cuando se trata de un posible litigio y de una acusación, hay distintas ventajas y desventajas tanto en las fotos fijas como en los clips de vídeo, dependiendo de las circunstancias, por lo que es mejor capturar la escena del incendio utilizando ambos medios para poder adaptarse a cualquier necesidad de la presentación del caso.

Cuando se capturan fotos con drones como parte del proceso de investigación, hay que tener en cuenta que estas imágenes no son menos probatorias que las que el investigador capta con una cámara de mano. Deben aplicarse las mismas medidas y precauciones a la captura, manipulación y archivo de las imágenes de drones para garantizar su fiabilidad permanente y su futura admisibilidad. Actualmente no hay ninguna diferencia en las normas de admisibilidad de las imágenes de los drones en comparación con las de las cámaras de mano, y no hay que considerarlas de manera diferente.

ALTA RESOLUCIÓN

Conseguir un vídeo / foto de alta resolución con detalle sobrevolando todo el escenario del incidente puede dar a los investigadores la oportunidad de encontrar una prueba que puede no verse en el primer día de la investigación.

Una misión importante a realizar que puede ayudar mucho en la investigación es conseguir un modelo 3D o 2D de la zona. Con el fin de capturar el mayor número de detalles posible durante el vuelo:

- Elegir la mejor cámara (número de Mpx)
- Vuela bajo
- Vuele de forma constante
- Vuela despacio
- Elegir las mejores condiciones de luz solar (si se planifica el vuelo)



Toda esta información puede orientar la investigación de un incendio mostrando nuevas pistas a seguir en la investigación e incluso puede ser utilizada como prueba en situaciones de acusaciones penales, reclamaciones de seguros y otros procesos que estén relacionados con el incendio concreto.

D. PREVENCIÓN DE INCENDIOS / TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE LA LEY

Hay muchos aspectos de la prevención de incendios y de la aplicación la ley en los que el uso de un dron puede resultar beneficioso. En términos generales, cuanto más superficie o detalle pueda visualizarse en cualquier lugar o instalación de inspección, mayor será la oportunidad de detectar y abordar los delitos o las conductas peligrosas. Un dron permite ahorrar tiempo y personal en la cobertura de áreas o lugares más grandes que antes no habrían sido accesibles para la inspección o habrían requerido personal y recursos más allá de lo que muchas agencias podrían comprometerse con el proceso. Ejemplos de esto pueden ser:

Realización de inspecciones preventivas en propiedades de la interfaz urbano-forestal.

Tradicionalmente era necesario que el personal de inspección recorriera físicamente el perímetro de las estructuras y evaluara las condiciones de la maleza y la vegetación para hacer recomendaciones o remitir el cumplimiento al propietario. A menudo, estas zonas de interfaz no son accesibles con vehículos y, para llevar a cabo inspecciones exhaustivas o completas del perímetro, los equipos de inspección debían invertir importantes recursos de tiempo para realizar las inspecciones.

Con un dron, un equipo de quizás 2 o 3 inspectores podría instalarse en una ubicación central y realizar vuelos sobre la zona para inspeccionar la interfaz de forma mucho más eficiente y eficaz, sin exponer al personal a riesgos naturales (caídas, encuentros con animales, platos venenosos). Los registros de la inspección pueden capturarse fácilmente con la cámara del dron y catalogarse para elaborar datos históricos sobre cambios que, de otro modo, no se reconocerían desde el nivel del suelo.

Si la agencia desarrollara una planificación previa al vuelo, en el futuro podrían realizarse vuelos semiautónomos y transmitirse a una ubicación remota para su revisión por parte del personal de inspección, reduciendo aún más la inversión de tiempo del personal sobre el terreno. Esto podría resultar valioso, ya que los vuelos podrían realizarse y los datos simplemente guardarse para una posterior revisión del cumplimiento. En este modo de funcionamiento, los vuelos pueden maximizar el tiempo de vuelo y documentar rápidamente una gran área sin necesidad de revisar y evaluar simultáneamente las imágenes sobre el terreno.

Algunas inspecciones pueden exponer al personal de inspección a peligros inherentes a la operación o a la ocupación. Mediante el uso de drones, el personal de inspección puede situarse fuera de la zona de peligro pero seguir teniendo capacidad de inspección visual. Ejemplos de esto pueden ser:

Inspección de instalaciones fotovoltaicas en tejados

En muchas ocasiones, las únicas zonas disponibles para que el personal camine por los tejados de las instalaciones fotovoltaicas son los pasillos dedicados y los espacios abiertos a lo largo del borde del tejado. Caminar por estos lugares puede suponer un peligro y el uso de equipos de protección contra caídas puede mejorar la seguridad, pero ralentizar el proceso general de inspección hasta el punto de

hacerlo demasiado engorroso. Los drones pueden utilizarse para volar por encima del tejado y del equipo en cuestión y, mediante el uso de cámaras de mejor calidad y lentes de zoom, el personal de inspección puede ver el vídeo a distancia o en el suelo con suficiente detalle y claridad para realizar una inspección subjetiva, pero sin exponerse a los riesgos de tropiezos y caídas asociados a caminar por los bordes de tejados planos o inclinados. Además, el uso de drones con



capacidad de captación de imágenes térmicas permitiría al personal de inspección inspeccionar rápidamente las instalaciones existentes en busca de signos de calentamiento puntual o temperaturas inusuales que puedan indicar un fallo temprano del equipo o un fallo inminente de los cables/conductos.

Otro ejemplo de inspecciones visuales de cumplimiento de la normativa que ahorran tiempo sería la **realización de vuelos sobre establecimientos de comida y bebida** para comprobar visualmente que los sistemas de cocina comercial se mantienen correctamente y no están excesivamente llenos de grasa que se derrama o fluye por el techo.

Tradicionalmente, este tipo de inspección requeriría acceder a los tejados individuales de cada negocio para comprobar visualmente los equipos de extracción de la cocina. Dependiendo de las características del lugar, esto puede significar el uso de una escalera fija o el compromiso de un aparato y una tripulación de la compañía de escaleras, lo que hace que la evolución sea un uso ineficaz de las tripulaciones y los recursos, independientemente de lo necesario que sea el trabajo.

El dron podría ser desplegado fácilmente por una cuadrilla de 1 o 2 bomberos o inspectores que puedan volar a varios sitios y revisarlos todos visualmente desde una ubicación central, como un estacionamiento que rodee establecimientos de comida agrupados.

Esto mejora significativamente la eficiencia general de la evolución, al tiempo que libera tiempo para otras actividades o para continuar con más inspecciones. Los resultados de la inspección se pueden capturar con el equipo de cámaras para llevar un registro más allá de la mera observación de las transmisiones en directo.

Cuando se realizan inspecciones periódicas de grandes edificios o de grandes obras, también se debe desplegar un dron para recoger fotografías del lugar para compararlas con inspecciones anteriores o con planos del lugar previamente aprobados. Estas comparaciones pueden mostrar si las aprobaciones anteriores para el acceso de los aparatos de bomberos, las limitaciones de almacenamiento exterior y las áreas de materiales peligrosos se mantienen correctamente.



Además, estas fotos históricas pueden mostrar si se están realizando construcciones o cambios no autorizados en el lugar durante un período de tiempo. Esto es especialmente útil en el caso de los grandes emplazamientos abiertos, como los almacenes de residuos, las instalaciones de reciclaje, la recuperación de automóviles, el procesamiento forestal y las minas de superficie.

No sería inaudito que estas ocupaciones superaran sus límites o se expandieran más allá de los límites originales con el paso del tiempo. Esto es especialmente probable cuando la vista pública de la propiedad está limitada desde la calle y las áreas circundantes están sin desarrollar y desocupadas. Sin sobrevuelos aéreos ni una comparación fotográfica persistente, es bastante fácil que las condiciones de estos lugares crezcan y se "arrastren" hacia el exterior durante muchos años, y a menudo sólo llegan a la atención del personal regulador después de que se produzca un problema y atraiga la atención no deseada.

E. TÉCNICAS DE GESTIÓN DE INUNDACIONES

Un desbordamiento de agua que sumerge terrenos habitualmente secos se considera una inundación y puede poner en peligro a personas, animales y estructuras. Hay varios tipos de inundaciones siendo las más comunes las inundaciones repentinas, las inundaciones fluviales, las inundaciones costeras y pueden afectar a las infraestructuras de varias maneras, incluso provocando derrumbes.

Hay varias particularidades que los socorristas deben tener en cuenta a la hora de realizar rescates en una inundación, como son:

- Velocidad, fuerza y altura del agua;
- Extensión de la inundación;
- Objetos arrastrados;
- Riesgo eléctrico (líneas eléctricas rotas);
- Contaminación y aguas contaminadas;
- Trampas subacuáticas (como redes y agujeros);
- Estrategia de implementación.

El uso de drones en emergencias es una gran ventaja ya que pueden realizar varios tipos de misiones en este tipo de situaciones, misiones que podrían ser:



DURANTE LA FASE DE RECONOCIMIENTO

Durante esta fase inicial, se presta atención a la presencia de víctimas que hay que salvar o recuperar, pero también se tiene en cuenta la superficie de la zona afectada por la inundación. También habrá que identificar los riesgos asociados a la inundación (corriente fuerte, tapas de alcantarilla de aspiración, electricidad).

Para llevar a cabo estas misiones, pueden ser útiles las siguientes técnicas:

Técnica de mapeo cartográfico:

- Generar un mapa de la zona afectada;
- Localizar el acceso
- Localizar a las personas en los tejados
- Delimitar la zona inundada, incluyendo las zonas de acceso a las embarcaciones;
- Conteo las viviendas aisladas

Maniobra de vigilancia coordinada:

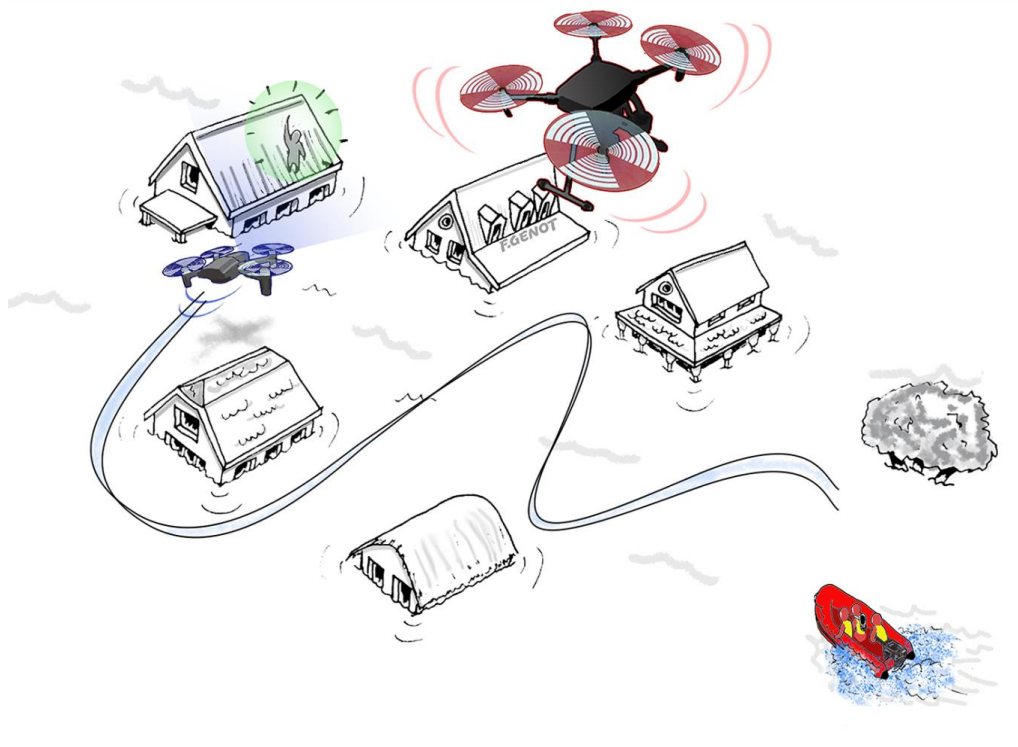
- Combinar reconocimiento y conocimiento de la situación para el director de la emergencia.

Técnica de transmisión de vídeo en directo:

- Conocimiento de la situación en vivo para el director y el centro de operaciones.

Técnica de escolta aérea:

- Monitorizar los equipos de rescate acuático en su progresión.



DURANTE LA FASE DE RESCATE

Las siguientes técnicas pueden aplicarse al trabajo de localizar, "marcar", tranquilizar y socorrer a las víctimas de las inundaciones:

Técnica de búsqueda de puntos sensibles:

- Localización de víctimas con cámara térmica.

Técnica de localización de víctimas:

- Localizar a las víctimas en rondas o con iluminación.
- Guiar a los equipos de rescate acuático.

Técnica de Lanzamiento:

- Entregar cuerda para realizar rescates;
- Dejar caer chaleco salvavidas o balsa para ayudar a las víctimas;
- Dejar caer suministros al rescatador o a las víctimas;

Técnica de transmisión de sonido:

- Comunicarse con las víctimas;
- Tranquilizar e informar a las víctimas



F. TÉCNICAS PARA COLAPSO DE ESTRUCTURAS

Las estructuras pueden derrumbarse a causa de catástrofes naturales o desastres provocados por el hombre, como terremotos, explosiones, derrumbes y muchos otros. La búsqueda y el rescate en edificios colapsados es extremadamente difícil y requiere mucho tiempo. Un edificio parcialmente derrumbado puede ser sencillamente demasiado peligroso para entrar directamente, dependiendo de la estabilidad restante.

Dependiendo de la causa y de su extensión, el derrumbe de un edificio puede ser parcial o total, pero en casos extremos puede afectar a toda una ciudad como en 2020 en Noruega tras un derrumbe o en 2020 en Líbano tras la explosión de Beirut.

Noruega, pueblo de Ask, un desprendimiento de arcilla rápido de 2000 pies de largo



Foto cortesía de Anders Martinsen, UAV Norway

En este tipo de situaciones existen varios riesgos que se deben tener en cuenta como:

- La inestabilidad en la zona y en las estructuras dañadas puede provocar más derrumbes;
- Riesgo eléctrico residual.
- Los materiales peligrosos pueden escapar de las contenciones;

Todos los datos (imágenes e información precisa) sobre la zona afectada son capaces de ayudar al Director de la emergencia. Al aumentar continuamente el conocimiento de la situación, se trata de decisiones más rápidas y eficaces. Pero también es una reacción, una progresión más rápida de los equipos en entornos difíciles.

Entre los muchos edificios derrumbados durante un terremoto, los drones rápidos y ágiles pueden ayudar a elegir el edificio donde hay posibilidades de salvar a las víctimas. El dron puede entrar en espacios pequeños donde la investigación sería demasiado peligrosa para los humanos. Puede localizar a las víctimas dentro del edificio y hacer una evaluación aproximada de su estado. En esta situación, un pequeño dron con una jaula de protección (en configuración interior) parece la mejor solución para el reconocimiento interior.

Debido al colapso de la estructura y a los escombros, el riesgo de perder el vídeo del dron es bastante fuerte. Una configuración pertinente del sistema a prueba de fallos es esencial (para evitar una vuelta a casa). Existen peligros en estas exploraciones interiores, como cables expuestos que pueden ser difíciles de ver en un vídeo, polvo en suspensión que puede reflejar la luz del dron haciéndolo casi ciego.

Cuando se despliega un equipo de drones, se puede utilizar:

Para buscar víctimas con la cámara térmica (véase el apartado **5-A Técnicas SAR** y también la técnica de interiores).

Para recoger inteligencia en imágenes para evaluar la estabilidad del edificio (**técnica en espiral**) o el mejor acceso al mismo.

Para cartografiar la zona afectada y determinar las estructuras más afectadas, e incluso dar imágenes detalladas de los puntos críticos (**técnica de mapeo**).

Para transportar los suministros (material médico, equipos, baterías, radios, teléfonos inteligentes, alimentos) que se necesitan en los diversos lugares desde la zona logística (**técnica de lanzamiento**).



Foto cortesía del equipo North Texas PSURT, colisión de dos grúas.

G. TÉCNICAS ECBRN (NRBQ) / MATERIAS PELIGROSAS

Las operaciones ECBRN o HazMat son operaciones complejas con grandes riesgos.

Los riesgos ECBRN están vinculados a:

- Una práctica no convencional de combate armado;
- El uso de armas con capacidad de contaminación (terrorismo);
- Accidente o catástrofe (transporte de mercancías peligrosas).

Si un equipo de drones va a intervenir en el contexto de una operación NRBQ, primero debe conocer la tipología específica del riesgo presente (briefing de la orden de incidente o de un asesor ECBRN / HazMat). Estos riesgos pueden ser:

- Explosión (incidente industrial)
- Cilindros implicados en un incendio
- Explosión ECBRN (atentado terrorista)
- Productos químicos (incidente industrial o de transporte)
- Radiación (incidente industrial o de transporte)

A menudo, lo que llevaría varias horas podría hacerse en unos minutos utilizando un piloto de dron.

1. TÉCNICAS DE INCIDENTES HAZMAT

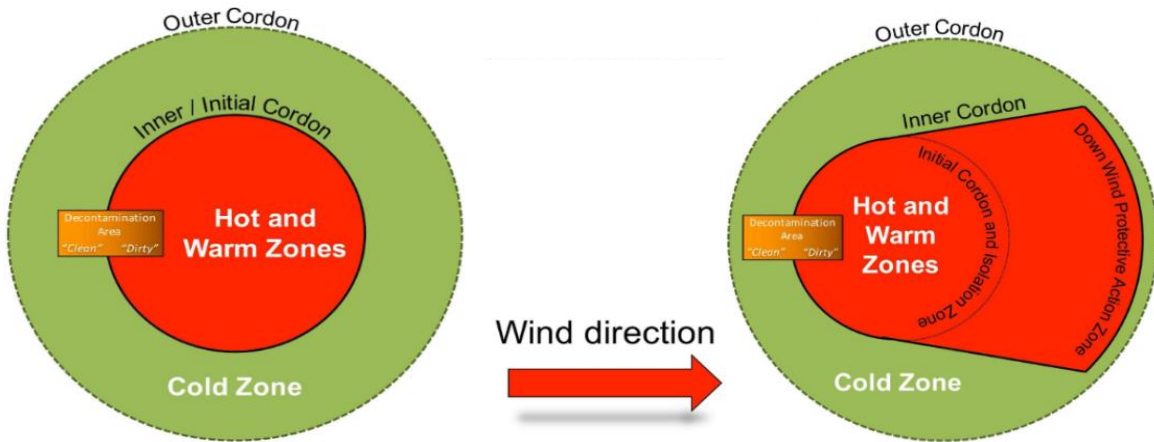
En lo que respecta a los primeros equipos HazMat, durante la equipación con la ropa de protección no es posible el reconocimiento.

Además, el suministro de aire dura unos 30 minutos, que se desglosan en 10 minutos para el viaje de ida, 10 minutos para la toma de medidas y la búsqueda de víctimas y 10 minutos para el regreso a pie.

Debido a esta limitación, los equipos HazMat deben entrar varias veces, no sólo perdiendo tiempo, sino exponiéndose aún más.

Mientras que con un dron en el reconocimiento, durante y después de la fase de equipación, los equipos pueden obtener una visión detallada del camino y del lugar. Pero también conseguir que las herramientas se depositen en el lugar correcto antes de llegar. Esto ahorra varias horas de operación y, por tanto, salva vidas.

El equipo de drones nunca debe estar en una zona caliente. Desde el principio básico del dron: operar a distancia, exponer a un equipo de drones a un riesgo ECBRN no tiene sentido.



La elección de la TOLA debe hacerse de forma inteligente para no exponerse a los humos tóxicos. Por lo tanto, la TOLA no debe colocarse en la dirección del viento. Por esta razón, el zángano debe mantener una distancia de seguridad para evitar ser contaminado.

En cuanto al riesgo de explosión causado por una chispa, durante mucho tiempo muchos pensaron que el dron podría provocar una explosión por la emisión de una chispa.

El Cuerpo de Bomberos **The Southern Manatee Fire Rescue** realizó 3 pruebas de inflamabilidad en 3 drones diferentes en un contenedor hermético para determinar si un dron podría encender una atmósfera inflamable a base de propano. Los resultados fueron que los drones no causaron una explosión dentro del contenedor incluso con los motores en funcionamiento. ([video en línea](#))



Foto cortesía del Southern Manatee Fire Rescue

A continuación, probaron cuánto daño causaría un dron dentro de una explosión, y encendieron los gases. Se sorprendieron cuando sólo se produjeron ligeros daños, y después de algunas reparaciones pudieron volver a volarlo con éxito.

Ahora la certeza de una explosión por la chispa de un dron es mucho menos probable, especialmente al aire libre.

CONSEJOS TÉCNICOS

Configurar su dron como herramienta de detección es posible. Podemos fijar un detección a una pata o al chasis, y realizar un muestreo básico para mantener a los bomberos fuera de la zona de peligro.



Foto cortesía de Southern Manatee Fire Rescue

Técnica de medición en vuelo

Así pues, esta técnica consiste en volar mientras se realizan las mediciones, pero no para medir la cantidad de producto en ppm, sino sólo para detectar la presencia del producto. Y esto con el fin de adaptar mejor la zonificación del incidente (zonas calientes, cálidas y frías).



Foto cortesía de Southern Manatee Fire Rescue

La técnica de medición posterior al aterrizaje

No siempre es necesario volar para hacer mediciones, un buen ejemplo es aterrizar un dron en una zona caliente, cortar la corriente y utilizar el monitor para tomar muestras de la zona sin la interrupción de las palas del rotor. Y luego se puede mover por el incidente, dando varias lecturas para que el comandante del incidente y los equipos HazMat trabajen con ellas.



Foto cortesía de Southern Manatee Fire Rescue

2. TÉCNICAS DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN ACUÁTICA

La contaminación de los sistemas fluviales (ejemplos: lagos, ríos y océanos) por grandes cantidades de material de desecho que modifican el agua de forma negativa se denomina contaminación acuática. Este tipo de privación ecológica se produce cuando los contaminantes nocivos se vierten directa o indirectamente en los sistemas fluviales sin eliminar los compuestos nocivos.

La contaminación fluvial provoca directamente el sufrimiento de los organismos y la vegetación que sobreviven en el agua, incluidos los anfibios. Las principales fuentes de contaminación acuática son los residuos industriales, las actividades mineras, las aguas residuales, los vertidos marinos, la quema de combustibles fósiles, las fugas accidentales de petróleo, el desarrollo urbano, etc.

Un equipo de drones puede desplegarse en caso de contaminación acuática (principalmente en los ríos).

La tarea principal es evaluar y estimar las dimensiones, la superficie de la contaminación visible. A continuación, la siguiente misión es localizar el origen de la contaminación si no se conoce.

Si la contaminación se encuentra en zonas urbanas, será necesario sobrevolar principalmente el río. Un reconocimiento lineal permite medir la longitud de la contaminación mediante la técnica de evaluación geométrica o directamente con un telémetro integrado.

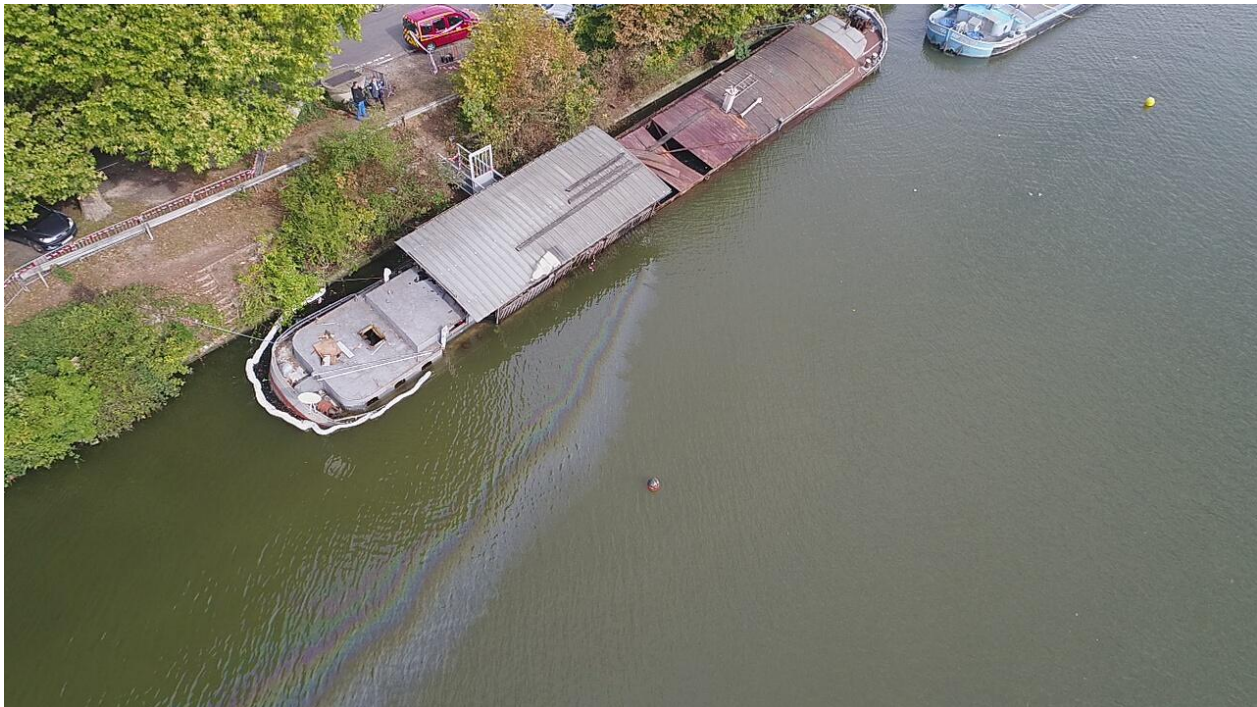


Foto cortesía de SDIS 67

Para localizar el origen de la contaminación, es necesario ir río arriba en busca del origen del contaminante (desgasificación de combustible de un barco, fuga accidental o voluntaria de una industria...). Tenga cuidado de respetar las normas y leyes de su país para los vuelos BVLOS.



Foto cortesía de SDIS 67

El equipo de drones también puede utilizarse para evaluar la eficacia de una barrera anticontaminación. Una visualización vertical de la presa instalada permite evaluar y cuantificar su eficacia (**técnica de evaluación de acciones**).



Foto cortesía de SDIS 60

8. TECNOLOGÍAS PARA SER DESARROLLADAS

La tecnología en torno al campo de los drones evoluciona a una velocidad cada vez mayor. Los desarrollos y revoluciones son cíclicos, las innovaciones perturban el mercado de los drones cada 6 meses.

Las expectativas tecnológicas de los servicios de rescate y extinción de incendios son a la vez básicas y agudas.

Las necesidades básicas se centran en una evolución, en una mejora de los sistemas utilizados hoy en día. Más autonomía de vuelo, más impermeabilidad, más prestaciones en los sensores ópticos y térmicos, más interconexiones para compartir, pero también una mejora de los drones en cuanto a capacidades de iluminación y difusión de sonido.

Las necesidades específicas y agudas se refieren al desarrollo de aplicaciones vinculadas a la inteligencia artificial para acelerar el análisis de la imagen donde el ojo puede ser lento y cansado. Pero también en los drones de ala fija o VTOL, las largas elongaciones para la cartografía a gran escala. El desarrollo de sensores radiológicos y químicos con telemetría integrada. La realidad aumentada o el software de modelado en 3D no se quedan al margen, también hay mucho que mejorar en la contabilización de los drones en el mercado y en la velocidad del procesamiento informático pesado.

La automatización de los enjambres de drones se producirá sin duda algún día, pero antes sería interesante no precipitarse sin haber fundamentado antes las bases de los usos actuales.

El dron no es más que un vehículo aéreo en el que podemos implementar todos los elementos tecnológicos que queramos.



9. CONCLUSION

Todos los conocimientos y técnicas de este informe, recogidos en 13 países, no son exhaustivos. Seguro que hay muchos otros consejos y técnicas en todo el mundo. Si este informe ayuda al menos a una persona, IEDO habrá hecho su trabajo.

La misión de IEDO es aumentar los conocimientos de cada uno de sus miembros mediante la puesta en común y el intercambio. El objetivo es hacer que estos pilotos de drones de emergencia sean mejores y más eficientes, pero también dándoles el deseo de desarrollar, optimizar y sostener mayores capacidades operativas siguiendo la evolución innovadora de la tecnología del mañana.

Confiamos en que en el futuro, estamos seguros de que muchos otros socorristas que utilizan drones se unirán a la asociación IEDO para compartir sus conocimientos. Y tal vez se amplíen los grupos de trabajo que trabajarán ahora en la segunda edición de este informe de mejores prácticas, prevista para finales de 2021.

Compartir, intercambiar, aprender y mejorar son los pilares de IEDO para unir y ampliar una comunidad de especialistas en drones reunidos todos en torno a una misión: salvar más vidas con drones.

Vuela Seguro;j

10. ANEXOS TÉCNICOS

| | | |
|---------|---------------------|--------------------------|
| ANNEX 1 | Dron | DJI M300 RTK |
| ANNEX 2 | Accesorio y Sistema | Excelerate UAV Streamer |
| ANNEX 3 | Software | Pix4DReact mapeo urgente |



ANEXO 1

DRON



MATRICE 300 RTK

Thermal Drone Solution



WATCH NOW



A New Standard for the Commercial Drone Industry

The Matrice 300 RTK is DJI's latest commercial drone platform that takes inspiration from modern aviation systems. Offering up to 55 minutes of flight time, advanced AI capabilities, 6 Directional Sensing & Positioning and more, the M300 RTK sets a whole new standard by combining intelligence with high-performance and unrivaled reliability.



15 km Max
Transmission¹



55-min Max Flight
Time²



6 Directional Sensing &
Positioning



Primary Flight Display



IP45 Rating



-20°C to 50°C Operating
Temperature



Hot-swappable Battery



UAV Health
Management System

¹ Unobstructed, free of interference, when FCC compliant. Maximum flight range specification is a proxy for radio link strength and resilience. Always fly your drone within visual line of sight unless otherwise permitted.

² Actual flight time may vary because of the environment and payload configurations.



ANEXO 2

ACCESORIO Y SISTEMA

REAL-TIME DRONE FOOTAGE BEYOND THE PILOT

When using drone technology, real-time footage isn't always accessible beyond the pilot. Excelebrate's UAV Streamer resolves this problem by making live video streams more accessible. By simply plugging the solution in to your existing UAV system, live footage is streamed over public or private networks securely via Excelebrate's ExStream Video Application. Footage can then be accessed securely anywhere via any authorised device with an internet connection.



Footage streamed through ExStream is fully encrypted to provide the highest level of protection for our customers.

Simple and secure Just plug and play



- Plug your UAV controller in to the UAV Streamer solution via a HDMI cable
- Access footage from any authorised device whether desktop or mobile or on a vehicle via the ExStream video application
- Stream real-time footage to any authorised location via 3G/4G
- Control and manage streaming to multiple user groups

Excelebrate's UAV Streamer and ExStream Video Application is currently in use by a number of Emergency Services and Special Operations across the globe.

For a full specification [+44 \(0\)845 65 85 747](tel:+4408456585747) or visit our website



ANEXO 3

SOFTWARE



Pix4Dreact

**2D fast-mapping
for emergency response and public safety**

Get rapid and reliable situational awareness
from drone images in minutes

Try for free at pix4d.com