



# Sistema Nacional de Drones de Emergencia (SINADE)

## Propuesta y Evaluación Técnica

### Introducción

España enfrenta un aumento de emergencias y desastres (incendios forestales, inundaciones, etc.) agravados por el cambio climático. Solo en 2022 ardieron cerca de 270.000 hectáreas y se registraron 57 grandes incendios forestales (GIF). Para mejorar la respuesta ante estas amenazas, la Unidad Militar de Emergencias (UME) planea adoptar tecnologías avanzadas de vehículos no tripulados. El presente documento evalúa la viabilidad de un Sistema Nacional de Drones de emergencia (SINADE) integrado por Indra entre otras empresas –socio tecnológico clave de defensa en España–, que brinde cobertura total sobre la masa forestal y zonas de riesgo de la península ibérica. Este sistema permitirá detectar rápidamente incendios incipientes, intervenir de forma temprana, transportar suministros, restablecer comunicaciones de emergencia tipo “Starlink en dron”, apoyar en incidentes NBQR y operar incluso en escenarios de conflicto armado.

La UME ya ha comenzado a avanzar en esta dirección con la creación de la Unidad de Drones (UDRUME), con base en León, concebida como centro de referencia mundial en drones para emergencias. El Ministerio de Defensa destina 40 M€ para este centro, previsto para junio de 2025. La UDRUME contará con más de 50 drones especializados: 30 aéreos, 15



terrestres y 10 acuáticos. SINADE aprovecharía y ampliaría esta capacidad inicial hacia una cobertura nacional integral, integrando múltiples plataformas y sensores bajo un mando unificado. A continuación, se detallan los objetivos, características técnicas, estructura operativa, costes y beneficios esperados de SINADE, con comparativas internacionales que fundamentan la propuesta.

## Objetivos y Alcance del SINADE

- 1. Cobertura geográfica:** SINADE garantizará la vigilancia de la totalidad de la masa forestal española (aprox. 28 millones de hectáreas) y demás zonas de alto riesgo entornos rurales despoblados, áreas industriales peligrosas, infraestructuras críticas, etc.). Se desplegará una red de bases de drones o dronports estratégicamente ubicados para cubrir la península ibérica de forma solapada. La doctrina de la UME indica tener bases distribuidas para responder en corto tiempo en todo el territorio; SINADE seguiría este principio con centros regionales de operación en las cinco zonas de despliegue de la UME (Madrid, Sevilla, Valencia, Zaragoza y León) y nodos adicionales de lanzamiento autónomo en áreas remotas de especial riesgo.
- 2. Detección temprana de incendios:** Uno de los ejes de SINADE es la vigilancia continua para detectar fuegos incipientes en minutos. Drones de vigilancia dotados de cámaras térmicas de alta resolución patrullarán las masas forestales y enviarán vídeo en tiempo real a los centros de control. Apoyados con inteligencia artificial, identificarán columnas de humo o focos calientes apenas surjan. Este sistema autónomo de guarda bosques aéreo permitiría alertar y atacar un conato antes de que se descontrole. (En pruebas en Francia, un dron solar autónomo detectó focos de fuego en menos de 5 minutos gracias a IA, validando este enfoque). El objetivo es que la gran mayoría de incendios se queden en conatos (<1 ha), evitando la progresión a GIF catastróficos. Como referencia, en España usualmente un 60%+ de incendios se logra apagar antes de 1 ha gracias a intervenciones rápidas; con SINADE este porcentaje podría aumentar significativamente mediante alertas tempranas ubicadas con precisión.



3. **Intervenciones rápidas y apoyo a extinción:** Una vez detectado un fuego incipiente, SINADE desplegará drones de intervención rápida capaces de llegar al punto en pocos minutos. Estos UAV tácticos podrán transportar cargas de extinción inicial, como cápsulas de agua o retardante, y lanzarlas con precisión sobre el foco. Aunque su capacidad de carga es menor que la de aviones antiincendios convencionales, sirven para atajar el fuego en sus primeros instantes hasta que lleguen medios mayores. Adicionalmente, los drones suministrarán conciencia situacional en tiempo real: mapeo térmico del perímetro, identificación de puntos críticos y rutas de avance del fuego, información valiosa para los bomberos en tierra. Cabe destacar que estos drones pueden volar de noche o con humo denso gracias a sensores infrarrojos, algo que a veces limita a aeronaves tripuladas; por ejemplo, en EE.UU. se emplean drones MQ-9 Reaper que pueden volar 24 h seguidas mapeando incendios con sensores IR, sin verse afectados por el humo y brindando imágenes en tiempo real a los mandos de extinción. SINADE replicará estas ventajas con drones apropiados a nuestro entorno.
  
4. **Transporte logístico en emergencias:** SINADE incluirá drones de carga capaces de transportar suministros esenciales a zonas incomunicadas durante desastres. En inundaciones, terremotos u otros escenarios donde las rutas terrestres queden cortadas, pequeños UAV de carga (tipo multirrotor o ala fija VTOL) volarán medicamentos, alimentos, agua, baterías o repuestos a poblaciones aisladas o a brigadas desplegadas. Esto complementará la logística tradicional, reduciendo tiempos y riesgos. Por ejemplo, Israel ha experimentado con una red nacional de drones de reparto para entregar material médico de urgencia. En escenarios bélicos o de terrorismo, estos mismos drones logísticos podrían evacuar material sanitario a tropas, entregar equipamiento en el frente o incluso transportar sistemas NBQR portátiles a una zona caliente sin exponer a personal. Cobertura de telecomunicaciones de emergencia: SINADE servirá también como red de telecomunicaciones de respaldo cuando las infraestructuras convencionales fallen. Se desplegarán drones equipados con repetidores LTE/5G o incluso enlaces satelitales (Starlink) para actuar como nodos de comunicaciones aéreas temporales – esencialmente, “estaciones base volantes”. Estos drones de comunicaciones, con vuelo estacionario (multirrotores de largo aguante o aparatos cautivos con cable de alimentación) crearán burbujas de cobertura sobre áreas afectadas por



catástrofes, permitiendo que equipos de emergencia y poblaciones civiles se comuniquen. Indra, entre otras empresas, cuenta con tecnologías en sus UAV que permiten tal función: por ejemplo, los drones Tarsis integrados ahora en Indra, entre otras empresas, pueden funcionar como repetidores de comunicaciones en zonas sin cobertura, proporcionando señal donde se ha caído la red. Un enjambre coordinado de estos drones podría restablecer comunicaciones críticas en minutos tras, por ejemplo, un gran incendio que arrasase tendidos eléctricos o una inundación que inutilice torres celulares. La referencia a “Starlink en dron” alude a usar enlaces satelitales de alta velocidad montados en UAV para conectar el área siniestrada con Internet y sistemas de mando, algo técnicamente viable con terminales ligeros. Apoyo NBQR (Nuclear, Biológico, Químico, Radiológico): En emergencias NBQR, SINADE evitará exponer a humanos a entornos altamente peligrosos. Drones especializados, aéreos y terrestres, portarán sensores de detección química, biológica y radiológica para realizar reconocimiento en zonas contaminadas. Por ejemplo, la UME ya licita la compra de drones con detectores de gases tóxicos y de radioisótopos para reforzar sus medios NBQR. Estos UAV pueden sobrevolar un área con posible nube química o entrar en un núcleo urbano tras un ataque radiológico, midiendo niveles de contaminación y tomando muestras, todo en tiempo real al puesto de mando. Igualmente, drones terrestres oruga con dispensadores de agente descontaminante podrían emplearse en focos específicos. El objetivo es disponer de “robots NBQR” que hagan la primera intervención y mapeo, minimizando el riesgo para las brigadas NBQR humanas. Dada la amenaza creciente (incidentes industriales, terrorismo), este componente es crucial. Un caso práctico fue la erupción volcánica de La Palma en 2021: ahí se evidenció la necesidad de drones con sensores de gases tóxicos para monitorizar la emisión de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>; SINADE aportaría estos medios en futuros eventos.

- 5. Operatividad dual en conflictos armados:** Aunque concebido para emergencias civiles, SINADE tendrá un diseño dual-use que le permita operar en situaciones de conflicto armado o crisis de seguridad nacional. La infraestructura y drones se dotarán de cifrado robusto, resistencia a interferencias (anti-jamming) y posiblemente capacidades C4ISR (Mando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento) similares a sistemas militares. En caso de un conflicto, la red de drones podría integrarse con la defensa aérea para vigilancia del territorio, detección temprana de amenazas (p.ej.



incendios provocados, incursiones, sabotajes) y apoyo logístico a la población o tropas. La experiencia israelí ilustra esta convergencia: Israel había desarrollado su Iniciativa Nacional de Drones para gestión de tráfico y repartos; cuando estalló la guerra en 2023, adaptaron rápidamente este sistema para registrar y controlar drones civiles en el espacio aéreo, evitando interferencias con las operaciones militares del IDF. De modo análogo, SINADE sería un activo estratégico nacional en caso de guerra, ampliando la capacidad de vigilancia autónoma de las Fuerzas Armadas. Indra, entre otras empresas, como integrador, garantizará que la arquitectura del sistema cumpla estándares de defensa (encriptación, interoperabilidad con redes militares, redundancia) para dicha eventualidad.

## **Comparativa Internacional**

Para evaluar la viabilidad de SINADE, es útil comparar con programas similares en otros países líderes en tecnología de emergencias: Israel, Francia y EE.UU:

- Israel: Red Nacional de Drones (INDI) Israel ha impulsado desde 2019 la Israel National Drone Initiative (INDI), un proyecto estatal para crear una red nacional de gestión de drones autónomos. El objetivo inicial fue integrar en un mismo sistema centralizado multitudes de UAV volando simultáneamente por todo el país, entregando desde suministros médicos de emergencia hasta comida o paquetes comerciales. Hasta 11 compañías tecnológicas se unieron al programa, realizando más de 24.000 vuelos de prueba para demostrar la viabilidad de un cielo lleno de drones coordinados. La ambición es recortar tiempos y costes de transporte y dar acceso rápido a zonas remotas mediante drones. En la práctica, Israel ya completó varias fases piloto (Proyecto NAAMA) con entregas autónomas de medicamentos y muestras médicas entre hospitales, e incluso ensayos de taxis aéreos no tripulados.

Un aspecto notable es que esta infraestructura civil se puso a prueba durante el conflicto de 2023: ante las restricciones al espacio aéreo civil en tiempo de guerra, el ente de aviación israelí aprovechó la red INDI en desarrollo para registrar y rastrear todos los drones civiles activos en tiempo real, evitando interferencias con la aviación militar. Esta experiencia demostró la flexibilidad de una red nacional de drones en situaciones críticas. Para SINADE, la lección israelí es la importancia de



una gestión centralizada del tráfico de drones (UTM avanzado) y la interoperabilidad con defensa.

También muestra el valor de asociarse con múltiples proveedores privados en un ecosistema innovador. Con Indra, entre otras empresas, como integrador, España podría seguir un modelo similar, uniendo a fabricantes locales y centros I+D bajo un marco regulatorio ágil para desplegar rutas de drones seguras. Israel ya ha logrado entregas en zonas urbanas densas (Tel Aviv) y semiurbanas, y es referente en integración de drones en espacio aéreo compartido. SINADE aspira a un alcance nacional comparable, aunque enfocado a emergencias, con drones volando rutas preestablecidas de vigilancia e interviniendo cuando sea necesario.

- Francia: Proyecto CONDOR y Drones de Sécurité Civile Francia, otro país mediterráneo golpeado por grandes incendios en los últimos años, ha experimentado con drones para mejorar la prevención y respuesta. Un proyecto destacado es CONDOR, lanzado por la Dirección General de Sécurité Civile en 2024, que evaluó un dron solar de gran autonomía provisto de IA para vigilancia forestal. En ensayos realizados en Pirineos-Orientales, un dron XSUN de ala fija alimentado por energía solar sobrevoló de forma autónoma zonas boscosas de alto riesgo, transmitiendo vídeo infrarrojo en tiempo real. Un software de inteligencia artificial de MidGard analizó las imágenes para detectar humos o anomalías, activando alertas tempranas. Los resultados fueron prometedores: el dron logró identificar conatos de fuego en menos de 5 minutos desde su inicio, cumpliendo la exigencia de rapidez. Además, su autonomía de vuelo de varias horas mostró la utilidad de plataformas solares para vigilancia prolongada. Sí se detectaron retos a mejorar, como sensibilidad a vientos fuertes y algunos falsos positivos en las detecciones, pero en general la tecnología probó su potencial. CONDOR concluye recomendando refinar los algoritmos de IA y ajustar procedimientos operativos, con vistas a integrar gradualmente estos drones autónomos de alerta temprana en los servicios regionales de bomberos.

Francia también ha dado pasos en normativas para uso de drones en seguridad pública. En 2023 autorizó a policías, aduanas y bomberos a emplear drones con ciertas garantías legales, por ejemplo, para vigilancia de eventos o evaluación de siniestros, algo que complementa



la lucha contra incendios. A nivel de medios aéreos contra incendios, Francia dispone principalmente de aviones y helicópteros (canadair, DASH-8, etc.), pero ha ido incorporando UAV pequeños en roles de reconocimiento. Los Sapeurs-Pompiers de varias regiones utilizan drones equipados con cámara térmica para detectar “puntos calientes” en incendios forestales y monitorear la evolución del frente de llama. Estos drones de bomberos son operados a nivel departamental, no integrados nacionalmente aún. La experiencia francesa sugiere que España, con SINADE, puede adelantarse creando un sistema unificado donde nuestros drones de emergencia actúen coordinadamente en todo el país, en lugar de despliegues aislados por región. El caso CONDOR valida la idea de emplear drones autónomos de vigilancia continua, algo que Indra, entre otras empresas, podría implementar (Indra/Aertec ya trabajan en drones de alta autonomía). SINADE también tendría en cuenta las lecciones de CONDOR sobre regulación: agilizar permisos de vuelo BVLOS (más allá de la línea visual) y coordinación con aviación civil para que drones de emergencia puedan volar rutinariamente en espacio aéreo no segregado, algo imprescindible para cobertura nacional.

- Estados Unidos: Drones como Primeros Respondedores En EE.UU. el uso de drones en emergencias se ha multiplicado en distintos ámbitos, aunque no existe un sistema central único. A nivel local, numerosos cuerpos de bomberos y policía han adoptado el concepto de “Drone as First Responder”: drones en estaciones automatizadas que despegan inmediatamente ante una llamada al 911 para llegar antes que los equipos humanos y transmitir video en vivo de la escena. Por ejemplo, en varias ciudades de Estados Unidos ya operan iniciativas para atender con drones emergencias sanitarias como paros cardiacos u sobredosis, donde cada minuto cuenta. Estos drones llegan en pocos minutos con desfibriladores o kits de primeros auxilios, guiando a los presentes mientras llegan las ambulancias. En Europa, Bélgica tiene un programa similar: la empresa Citymesh ha desplegado drones autónomos “drone-in-a-box” en 35 zonas de emergencia, logrando tiempos de respuesta de solo 5–6 minutos desde la alerta hasta la llegada del dron. Esto ha demostrado reducir el tiempo de evaluación inicial y mejorar la eficacia de la respuesta. SINADE integraría esta filosofía: en cuanto se detecte un incidente (fuego, accidente, etc.), un dron de la red se enviará automáticamente para “abrir camino” a los socorristas, reconociendo el



terreno y eventualmente actuando (por ej., un dron equipado con extintor que llegue antes que la brigada).

A nivel estatal, EE.UU. emplea grandes drones militares en apoyo a desastres naturales. Un caso notable es California: la Guardia Nacional utiliza drones MQ-9 Reaper (normalmente usados en vigilancia militar) para sobrevolar incendios forestales masivos, brindando imágenes térmicas continuas a los mandos de CAL FIRE. Estos UAV vuelan 24 horas seguidas y no se ven limitados por el humo o la oscuridad, mapeando en tiempo real el perímetro del fuego. La información ha ido crucial en incendios como el Mendocino Complex (2018). Además de vigilancia, en EE.UU. empresas como Zipline y Wing han ensayado entregas de sangre y medicinas por dron en zonas rurales; y tras huracanes se han usado drones para evaluar daños en grandes áreas cuando las carreteras estaban cortadas. La FAA (agencia de aviación) ha ido emitiendo exenciones para que agencias de emergencias operen drones más allá de la línea visual y de noche, reconociendo su valor. También se han desarrollado drones cautivos atados a vehículos, que se elevan 60–100 m para actuar como torres de telecomunicaciones temporales (AT&T desplegó estas “Flying COWs” tras huracán ‘María’).

En resumen, EE.UU. muestra casos de uso concretos que SINADE adoptará: drones pre posicionados listos para salida inmediata en ciudades (reduciendo tiempos de respuesta), drones de gran autonomía para vigilancia en desastres mayores, y drones como nodos de comunicaciones. A diferencia de Israel, la aproximación estadounidense ha sido más descentralizada (cada ciudad o agencia su propio programa piloto). España, con SINADE, podría unificar lo mejor de ambos mundos: un sistema central (estatal) que provea infraestructura de drones a nivel nacional, pero coordinado con las agencias locales (comunidades autónomas, bomberos) que los operen sobre el terreno. Esto coincide con la filosofía de la UME de apoyar a las comunidades en emergencias de gran escala. SINADE sería ese “gran multiplicador” tecnológico a disposición de todas las administraciones en la gestión de emergencias, similar a como la UME ya actúa de forma conjunta con Protección Civil y servicios regionales.

## **Análisis Técnico: Drones Propuestos y Capacidades**



SINADE se basará en una familia de drones complementarios, cada tipo optimizado para ciertas funciones, pero todos interoperables en la misma red. A continuación, se describen los principales tipos de drones considerados, sus características técnicas y el equipamiento previsto. En la Tabla 1 se resumen las especificaciones clave de los UAV aéreos.

- **Drones de vigilancia de largo alcance (ALA FIJA):** UAV tácticos de ala fija (tipo MALE ligero o HALE solar) encargados de la vigilancia persistente de amplias zonas. Ejemplo: el Indra Tarsis (originalmente Aertec) o modelos similares. Estos drones tienen despegue automático (catapulta o corta carrera) y pueden volar a gran altura con bajo consumo. Un Tarsis, por ejemplo, tiene 12 horas de autonomía, alcance de enlace de 150 km y opera hasta 4.5 km de altitud. Porta cámaras electroópticas e infrarrojas giroestabilizadas, designador láser y puede cargar hasta ~12 kg de sensores adicionales. Su velocidad crucero >100 km/h permite llegar rápidamente a un punto y luego orbitar. Estos UAV estarán equipados con enlaces duales: radio en banda segura para control primario y enlace satelital de respaldo para operar más allá de línea visual sin cortes. Su función principal será patrullar patrones predefinidos sobre zonas forestales, especialmente en épocas de alto riesgo (verano). Gracias a sus sensores podrán detectar anomalías (calor, humo) y también realizar vigilancia de infraestructuras críticas a gran distancia. Asimismo, actuarán como nodos aéreos de comunicaciones cuando se requiera: los Tarsis disponen de mecanismos para funcionar como repetidor de radio o 4G, extendiendo cobertura a zonas sin señal. Pueden integrar módulos de comunicaciones 5G, según Indra, para conexión con puntos remotos. Otra capacidad es el lanzamiento de pequeñas cargas dispensables: boyas de salvamento, kits de emergencia, bengalas de marcación de zona, etc. Esto permitiría, por ejemplo, lanzar un botiquín a montañistas aislados o balizar el perímetro de un incendio para que sea visible desde el aire. Por su persistencia, estos drones de ala fija serán el “ojo permanente en el cielo” de SINADE, complementados por un sistema de satélites.
- **Drones de intervención rápida (MULTIRROTOR PESADO):** Multirrotores o helicópteros no tripulados de gran capacidad de carga ( $\geq 50$  kg) orientados a misiones de respuesta inmediata y apoyo cercano.



Aquí se consideran drones tipo helicóptero de tamaño mediano, capaces de volar con vientos fuertes y lluvia, con 2–3 horas de autonomía. Un ejemplo son los desarrollados por empresas españolas presentados a la UME: helicópteros UAV con >50 kg de carga útil y electrónica embarcada avanzada. Estas aeronaves pueden llevar tanques de agua/espuma u otros productos cortafuegos, como el ECOFIRE, para descargar sobre un conato de incendio (50 kg equivale ~50 litros, útil en fuegos incipientes), o bien transportar cargas logísticas (cajas de alimentos, herramientas) a zonas siniestradas. También pueden acoplar cámaras térmicas de alta resolución, LiDAR para mapeo 3D del terreno, y altavoces o focos para operaciones nocturnas. Gracias al vuelo estacionario, pueden situarse sobre un punto para dar telecomunicaciones temporales (colgando antenas) o para izar y desplegar equipo de rescate (por ejemplo, bajar un arnés de evacuación a una persona en un tejado durante una riada). Su ventaja es la precisión y maniobrabilidad en entornos difíciles (bosques cerrados, áreas urbanas dañadas). La UME, a través de empresas como SITEP, ha evaluado drones helicóptero con estas características, comprobando su operatividad en condiciones climáticas adversas y la capacidad de penetrar vegetación con sensores LiDAR para localizar focos ocultos. SINADE tendría al menos una pareja de estos drones pesados en cada región de intervención, listos para despegar en minutos desde bases UME o incluso desde camiones nodriza. Con sistemas de control avanzados, podrían operar de forma semiautónoma: recibir la coordenada del incidente detectado y volar automáticamente a esa posición para iniciar acciones (descarga de agua, filmación, etc.) mientras el operador supervisa.

- **Drones ligeros autónomos (DRONES EN CAJA):** Son pequeños multirrotores ( $\leq 5$  kg de carga) alojados permanentemente en estaciones climatizadas (drone-in-a-box) distribuidas en ubicaciones estratégicas (por ejemplo, torres de vigilancia, tejados de parques de bomberos o patrullas móviles). Permanecen en espera dentro de su caja (que los recarga y protege) hasta que se les envía una orden automática de despegue. Al activarse una alerta local (un sensor terrestre que detecta humo, o una llamada al 112), la estación abre la compuerta y el dron despegue autónomamente hacia las coordenadas indicadas. Estos drones pequeños pueden volar ~30 min a distancias de 5–10 km, portando cámaras 4K y térmicas para inspección inmediata del



incidente. Su despliegue es ultra-rápido: en <2 minutos desde la alarma el dron ya está en el aire, sin necesidad de piloto *in situ*. En países como Bélgica, este concepto ha reducido a ~15 min el tiempo de respuesta inicial a emergencias en zonas rurales. SINADE aprovechará esta tecnología colocando unidades drone-in-a-box en puntos remotos de alto riesgo (p.ej., entornos naturales con difícil acceso por carretera) para cubrir huecos entre las bases principales. La comunicación y control de estos drones se hace vía 4G/5G cifrado, integrado al sistema Indra central, que mostrará su video en la sala de control. Aunque su autonomía y carga son limitadas, su valor está en ser los primeros ojos en llegar a un siniestro, guiando a los equipos de emergencia con información precisa.

- **Drones terrestres (UGV) y acuáticos (UUV):** Además de los medios aéreos, SINADE contempla el uso de robots terrestres y drones acuáticos no tripulados en tareas especializadas. Los UGV (vehículos no tripulados de superficie) incluirán desde robots oruga robustos para extinción de incendios (capaces de abrir brechas entre vegetación, transportar mangueras o incluso lanzar agua donde no llegan los bomberos), hasta pequeños robots de exploración de escombros en derrumbes (equipados con cámaras y sensores de vida para búsqueda y rescate urbano). La UME recientemente ha incorporado un dron terrestre capaz de desbrozar y sofocar fuegos incipientes en áreas inaccesibles, mostrando la utilidad de estos sistemas. Para NBQR, existirán robots terrestres con detectores químicos que puedan ingresar a industrias o túneles peligrosos, tomando muestras sin riesgo. Por otro lado, los drones acuáticos (UUV o USV) apoyarían en inundaciones y rescates acuáticos: pequeñas embarcaciones robotizadas para llegar a personas atrapadas en riadas, transportar flotadores o inspeccionar corrientes. La UME ya cuenta con botes ligeros, y planea drones marinos teleoperados en su dotación.

Todos estos sistemas terrestres y acuáticos se integrarán al SINADE bajo el mismo esquema de mando y comunicaciones, compartiendo información en tiempo real. Si bien su radio de acción es más local, complementan a los drones aéreos cubriendo entornos donde volar no es práctico (interiores de edificios colapsados, aguas turbulentas, etc.).



Tabla 1. Tipos principales de drones aéreos propuestos en SINADE y sus capacidades aproximadas (valores medios basados en sistemas actuales).

<b>Tipo de dron (rol)</b>	<b>Ejemplo / Modelo</b>	<b>Autonomía / Alcance</b>	<b>Carga útil típica</b>	<b>Funciones clave</b>
UAV ala fija de vigilancia (Clase II táctica)	Indra Tarsis ISTAR (5,2 m envergadura)	~12 h vuelo; techo >4.500 m; Radio control ~150 km (con satélite ilimitado)	10-15 kg sensores (EO/IR HD, IR de barrido, radar apertura sintética)	Vigilancia persistente de bosques Detección temprana de incendios Comunicaciones (repetidor) Apoyo ISR en seguridad/defensa
UAV multirrotor pesado (Helicóptero o UAV)	SITEP Quasar (prot.) o similar (MTOW ~200 kg)	~2-3 h vuelo; rango ~50 km; Resiste viento fuerte, lluvia moderada	>50 kg carga (tanque de agua 50 L, caja logística, sensores LiDAR, brazo robot)	Intervención rápida con descarga inicial Transporte logístico a puntos aislados Despliegue NBQR (sensorizado) Vigilancia estacionaria (cámara EO/IR, foco)
UAV multirrotor ligero (Drone en caja autónomo)	DJI Matrice 300 (ej.) modificado con estación drone-in-a-box	~30 min vuelo; radio ~5-10 km (autonomía ampliable con baterías extras)	1-5 kg (cámara 4K 30x, térmica radiométrica, altavoz o estroboscopio)	Respuesta ultrarápida (<5 min) local Evaluación inicial de emergencias Vigilancia puntual (rondas programadas)
UAV de comunicaciones (Tethered drone)	Elistair Safe-T + multirrotor (cautivo por cable energía)	Vuelo sostenido 24/7 (cautivo); Altura hasta 100-200 m	5-10 kg (repetidor 4G/5G, router WiFi mesh, antena satelital ligera)	Nodo telecom. temporal (cobertura 5G) Relé radio para UME y policías Coordinación multidispositivo en campo

Los drones indicados estarían interconectados entre sí y con los puestos



de mando. Todos enviarían telemetría y video en tiempo real a la plataforma central. La interoperabilidad es clave: por ejemplo, un dron de vigilancia de ala fija podría detectar un calor anómalo en un monte, automáticamente alertar a un dron ligero cercano para que acuda a confirmar visualmente el incendio, mientras en paralelo se envía un dron pesado con extintor si procede. Todo orquestado por la IA del sistema y supervisado por operadores UME. Los enlaces de comunicación usarán una combinación de redes militares seguras (frecuencias reservadas) y redes civiles robustecidas (5G prioritario, satélite). Indra, en su rol integrador, aportará su experiencia en sistemas de mando y control unificado: ya en 2007 implementó el sistema SIGE de gestión de emergencias de la UME para conectar múltiples agencias, experiencia que ahora se ampliará a integrar flotas de drones multi-agencia. Se prevé que SINADE se conecte con los centros 112 autonómicos y con Protección Civil, de modo que cualquier servicio de emergencia autorizado pueda solicitar en vivo imágenes o apoyo de un dron en su zona.

En cuanto a equipos de apoyo en tierra, cada base regional de SINADE debería contar con Estaciones de Control en Tierra (GCS) móviles y fijas. Las fijas serán salas equipadas con pantallas murales, consolas de pilotaje remoto y enlaces satelitales redundantes (posiblemente enlazadas a satélites Spainsat NG). Las móviles incluirán camiones o furgones todoterreno con antenas y cabina de control para desplegarse cerca de un incidente mayor y gestionar las operaciones de drones localmente (por ejemplo, en un gran incendio tipo IF León 2025, estacionar un centro móvil cerca del ICP – Incident Command Post – para coordinar los múltiples drones *in situ*). Adicionalmente, habrá infraestructura de mantenimiento: vehículos-taller para reparaciones rápidas de drones de campo, y hangares en las bases para almacenaje seguro, recarga de baterías y revisiones periódicas. Indra podría implementar un sistema de gestión de flota que monitoree en tiempo real el estado técnico de cada dron (horas de motor, ciclos de batería, etc.), programando automáticamente mantenimientos preventivos para maximizar la disponibilidad operativa.

## **Estructura Operativa y Modelo de Gestión.**

La implantación de SINADE requiere una colaboración público-privada bien definida y una estructura organizativa clara:

- **Integrador tecnológico:** en la fabricación por una empresa de las unidades, esta actuará como contratista principal e integrador del



sistema. Aportará el diseño de arquitectura global, la plataforma de comando y control unificada y la integración de todos los subsistemas (comunicaciones, IA, cargas de pago, etc.). Con su experiencia previa en sistemas de emergencia para la UME y en programas de defensa, Indra asegurará que SINADE sea robusto, escalable y abierto a futuras ampliaciones. Su solución combinará componentes COTS (comerciales, como GIS, redes 5G, etc.) con desarrollos a medida para la UME. Una empresa privada podrá liderar un consorcio industrial y gestionar, en su caso, la integración con redes externas: por ejemplo, garantizar la conexión de SINADE con los sistemas de alerta meteorológica y de incendios existentes (EGIF, Copernicus, etc.) para aprovechar datos de satélites y sensores terrestres en la detección automática.

- **Usuaría operativa (UME):** La UME, dependiente del Ministerio de Defensa, será la operadora principal del SINADE. Dentro de la UME, la nueva Unidad de Drones (UDRUME) asumirá la gestión diaria del sistema, incluyendo la formación de pilotos, mantenimiento de aparatos y conducción de misiones. La UDRUME está concebida como una unidad tanto operativa como de formación, dependiente del Batallón de Transmisiones de la UME. Sus ámbitos de actuación cubren mando y control, inteligencia, intervención, NBQR y logística con drones, lo que encaja perfectamente con los objetivos de SINADE. La UME desplegará destacamentos de drones en cada uno de sus cinco Batallones de Intervención en Emergencias (BIEM I a V) para asegurar cobertura regional. Es decir, en las bases de Torrejón (Madrid), Morón (Sevilla), Bétera (Valencia), Zaragoza y San Andrés de Rabanedo (León) habrá centros de operación SINADE integrados con las jefaturas de cada BIEM. Estos equipos regionales mantendrán los drones de su zona listos y alistarán personal en guardia durante campañas de alto riesgo (ej. verano). En caso de emergencia nivel 3 (nacional), la UME podría concentrar drones de varias regiones hacia el incidente principal, tal como hoy moviliza unidades entre comunidades.
- **Fabricantes y proveedores especializados:** Bajo la coordinación de la empresa seleccionada como integrador tecnológico, participarán diversos fabricantes de drones y tecnología. A modo de ejemplo, la mercantil Indra, tras adquirir la división de drones de Aertec en 2023, ya posee capacidad interna para producir plataformas ala fija Tarsis. Aun así, SINADE ha de incorporar también soluciones de otras



empresas españolas innovadoras: por ejemplo, Alpha Unmanned Systems (drones helicóptero), Drone Hopper (drones de extinción con líquidos), Hemav o Tecnobit (sensores), etc. El objetivo estratégico es desarrollar una cadena de valor nacional en materia de drones, alineado con el plan de autonomía tecnológica de España. Esto repercutirá positivamente en la industria local de alta tecnología y generará empleos especializados. De hecho, la Secretaría de Estado de Defensa ha señalado que la puesta en marcha de la UDRUME será un “polo de atracción” que reforzará el tejido industrial, tecnológico y empresarial de León y España. SINADE podría conformarse como un programa industrial con participación de PYMEs tecnológicas, centros de investigación (INTA, universidades: otros centros de investigación) y grandes integradores (Indra, ...), bajo la dirección, del Ministerio de Defensa.

- **Centros de mando y cooperación interagencial:** A nivel operacional, habrá un Centro de Mando SINADE central (posiblemente en el Cuartel General UME en Torrejón o en la base de León). Desde allí se monitorizarán las operaciones en todo el país y se coordinará el apoyo a distintas emergencias simultáneas. Este centro se conectará con el CECOM (Centro de Coordinación Operativa) de la UME y con el CENEM (Centro Nacional de Emergencias de Protección Civil) para asegurar flujo de información. Es vital integrar a SINADE con los servicios civiles: según el modelo ya usado en la UME, el sistema estará conectado con organismos estatales y autonómicos responsables de emergencias. Por ejemplo, ante un incendio forestal, el Centro SINADE coordinará con la sala 112 autonómica el envío de drones, compartiendo en vivo las imágenes térmicas con el director de extinción in situ. Del mismo modo, en una catástrofe de gran magnitud, SINADE apoyará bajo el marco del Plan Estatal de Emergencias (PLEGEM), facilitando drones a cualquier comunidad autónoma que lo requiera. La operatividad conjunta será un pilar: equipos de bomberos, Guardia Civil, policías y personal sanitario podrán recibir productos de SINADE (videos, mapas, comunicaciones) en sus propios centros de mando mediante enlaces seguros. Esto rompe silos tradicionales: todos dispondrán de una imagen aérea común de la emergencia, mejorando la coordinación. Indra deberá garantizar interfaces y protocolos estándar (ej. feeds de video estándar ONVIF, datos GIS compartidos) para facilitar esta interoperabilidad.



- **Procedimientos y formación:** La introducción de SINADE supone entrenar a una nueva generación de pilotos de drones de emergencia. La UME, a través de UDRUME, establecerá una Escuela de Pilotos RPAS en coordinación con la Academia de la UME. Se impartirán cursos de pilotaje remoto (teoría de vuelo, normativa AESA, seguridad aérea), operación de cargas útiles (manejo de cámaras, detección NBQR) y conops de emergencias (integración en operativos de incendios, rescates, etc.). Al ser un entorno militar y civil a la vez, los pilotos deberán obtener certificaciones tanto militares (piloto RPAS del Ejército) como las licencias civiles correspondientes de AESA para vuelos en espacio civil. La formación no solo abarcará a personal de la UME: se prevé instruir a efectivos de otros cuerpos (Unidad de Policía Nacional adscrita a emergencias, técnicos de Protección Civil) en el uso de productos SINADE. También se realizarán ejercicios conjuntos periódicos para afianzar la coordinación: simulacros de grandes incendios con despliegue de múltiples drones, ejercicios NBQR con drones midiendo contaminación, etc. A finales de 2023 la UME ya planeaba tener capacidad operativa inicial con drones; sobre esa base, SINADE la llevaría a pleno rendimiento con manuales de operación estandarizados en todo el territorio.

En cuanto a la doctrina operativa, SINADE seguirá el mando centralizado con ejecución distribuida: el Centro SINADE puede asignar drones de distintas regiones a una emergencia concreta, mientras los centros regionales mantienen la vigilancia cotidiana en su zona. Habrá un sistema de prioridades: por ejemplo, en temporada de incendios, los drones de vigilancia estarán casi exclusivamente dedicados a patrullaje forestal; en cambio, en temporada de DANAs y las inundaciones que puedan provocar), quizá se reasignan más drones logísticos a bases del sureste peninsular. Este tipo de flexibilidad será posible gracias a la visión de conjunto que ofrece el sistema central Indra – un factor de eficacia imposible de lograr con iniciativas aisladas. Finalmente, la estructura contemplará un mantenimiento y renovación constante: contratos logísticos integrados (CLS) con los fabricantes asegurarán repuestos y upgrades; se implementará un plan de mejoras por fases incorporando nuevos desarrollos (p.ej. cuando surjan baterías de mayor densidad o IA más potente, se actualizarán los drones en servicio para extender su vida útil).



## Plan de Despliegue, Costes y Escalabilidad

La ejecución de SINADE se plantea en fases escalonadas para garantizar su viabilidad técnico-financiera y permitir iteraciones según resultados:

- Fase 1 – Pilotaje y prototipos (2025-2026): En esta fase inicial se desarrollarían los primeros prototipos de la red. Indra diseñaría la arquitectura de software de comando y control y se implementaría un proyecto piloto en una región de alta prioridad (por ejemplo, zona noroeste, dada la recurrencia de incendios en Galicia y Castilla y León). Se adquirirían un lote reducido de drones: quizá 3 UAV de ala fija, 2 multirrotores pesados y 2-3 drones en caja, para equipar esta región piloto. También se establecería el Centro de Mando central y un centro de control regional en la base UME correspondiente. Esta fase serviría para probar la integración real con bomberos locales, ajustar la IA de detección de incendios con datos reales y afinar procedimientos de coordinación. Financiamiento: se podría cubrir con presupuestos ya asignados (p.ej. los 40 M€ de UDRUME en León). Al final de 2026 se evaluaría el piloto con métricas: número de conatos detectados, reducción de tiempos de respuesta, etc.
- Fase 2 – Expansión nacional (2027-2028): Incorporando las lecciones aprendidas, SINADE se extendería a todas las regiones peninsulares. Se adquiriría la flota completa de drones necesaria para cobertura total (ver más abajo dimensionamiento). Cada base de la UME recibiría su dotación de UAV y se instalarían estaciones drone-in-a-box en al menos 2-3 puntos críticos por comunidad autónoma (ej. parques naturales extensos). Se completaría la red de comunicaciones dedicada (frecuencias seguras, enlaces satelitales) para garantizar que incluso en emergencias que corten Internet público, SINADE opere sin interrupciones. Esta fase contempla un importante esfuerzo de formación masiva: capacitar decenas de nuevos operadores RPAS y analistas de datos en cada zona. Al final de 2028, SINADE debería estar operativo en todo el territorio nacional en sus capacidades básicas (vigilancia diurna, respuesta diurna). Ya para entonces se estima que todos los grandes incendios forestales serán atendidos con apoyo de drones, y cualquier desastre mayor tendrá cobertura de comunicaciones vía SINADE.



- Fase 3 – Potenciación tecnológica (2029 y en adelante): Una vez desplegado, se iniciaría una fase continua de mejoras: integración de operaciones nocturnas y con meteorología adversa plena (para lo cual se adquirirían sensores adicionales como radares en los drones y se perfeccionarían IA para vuelo autónomo en niebla, etc.), ampliación a territorios insulares (Baleares, Canarias) posiblemente con bases dedicadas o drones de ultra largo alcance para salvar distancias. También en esta fase se añadirían nuevas cargas útiles: sensores hiperespectrales para detectar focos calientes ocultos, cámaras de alta resolución para evaluación de daños en infraestructuras, etc., así como capacidades de enlace con satélites de teledetección (usar datos de Copernicus e incluso lanzar micro-satélites nacionales dedicados a emergencias que trabajen en tándem con los drones). En el horizonte 2030, SINADE podría incluso evolucionar hacia el empleo de enjambres cooperativos de drones (tecnología en la que Indra ya trabaja con drones Valero capaces de operar en enjambre) para, por ejemplo, cubrir con decenas de mini-drones áreas de desastre de forma rápida y coordinada. En definitiva, la fase 3 convierte a SINADE en un sistema maduro y en mejora constante, con renovación paulatina de plataformas cada ~5 años conforme avanza la tecnología.

## **Dimensionamiento de flota y cobertura**

Para lograr cobertura total, se propone el siguiente dimensionamiento aproximado de medios aéreos:

- UAV de vigilancia (ala fija): ~15 unidades. Con 15 drones de 12 h de autonomía, se podrían mantener al menos 3–4 en vuelo simultáneamente en vigilancia (el resto en tierra rotando). Cada uno cubriendo ~5000 ha por ruta, aseguraría vigilancia frecuente de zonas críticas. Estos 15 se repartirían en las 5 bases (3 por base).
- UAV de intervención pesada (heli-drones): ~10 unidades. Al menos 2 por base principal de UME, capaces de movilizarse a emergencias en la región. Podrían reforzarse puntualmente donde haya mayor riesgo (p.ej. en verano reposicionar más en bases del noroeste).



- Drones en caja autónomos: 50 estaciones. Ubicadas en entornos predefinidos (parques naturales, montes periurbanos, etc.), aproximadamente 2 por comunidad autónoma peninsular de media, priorizando aquellas de mayor siniestralidad forestal (p.ej. más en Galicia, menos en regiones sin masa forestal).
- Drones logísticos medianos: 10 unidades (fijas en bases, pero desplazables según emergencia).
- UGV terrestres antiincendios: 5 (uno por base UME, para actuar localmente en su sector).
- UGV NBQR y rescate: 5–10 especializados (centrados en UME, pero móviles a cualquier zona).
- UAV de comunicaciones cautivos: ~5 sistemas (ubicados en bases clave y desplegados a demanda, por ejemplo, uno en Madrid para eventos en cualquier punto).

Este esquema sumaría del orden de 75–100 plataformas aéreas y terrestres. Parece un número elevado, pero está alineado con las previsiones de la UME: su objetivo de medio centenar de drones ya está en marcha y SINADE llevaría ese número al nivel requerido para cubrir todo el país. Téngase en cuenta que muchos drones pequeños en caja operan automáticamente y requieren escaso mantenimiento, por lo que sumar unidades mejora la capilaridad sin disparar costes operativos. Además, todos estos activos no necesariamente operan a la vez; la gestión eficiente permite repartir horas de vuelo y prolongar su vida.

### **Estimación de costes (CAPEX & OPEX)**

A continuación, se presenta una estimación de costes del sistema, diferenciando la inversión inicial (CAPEX) y los costes operativos anuales (OPEX). Las cifras se basan en precios de mercado conocidos y analógicos internacionales, adaptados a la escala española. (Nota: son estimaciones para el orden de magnitud; el coste real dependerá de licitaciones y economías de escala).



Tabla 2. Estimación de costes para la implementación del SINADE.

Concepto	CAPEX inicial (M€)	OPEX anual (M€)
Flota UAV vigilancia (15 u) – Plataformas ala fija de 12 h + equipos sensores. Incluye repuestos iniciales.	20 M€ (≈1,3 M€/UAV con sensor)	2 M€ (mantenimiento, piezas)
Flota UAV intervención pesada (10 u) – Drones helicóptero >50 kg + tanques extinción, etc.	5 M€ (≈0,5 M€/dron)	1 M€ (mantenimiento motores, repuestos)
Drones ligeros en caja (50 u) – Multirrotores + estaciones autónomas.	10 M€ (≈0,2 M€/sistema)	1 M€ (baterías, partes, comunicación)
Drones logísticos medianos (10 u) – Ala fija/VTOL para transporte.	3 M€ (≈0,3 M€/u con cajas entrega)	0.5 M€
UGV terrestres & USV acuáticos (15 u) – Robots desbroce, rescate, NBQR, lanchas drones.	6 M€ (≈0,4 M€/robot)	0.5 M€ (p.ej. orugas, recambios)
TOTAL ESTIMADO	94 M€	~9-10 M€

(Tabla 2:) Se estima una **inversión inicial en torno a 90–100 millones de euros para desplegar SINADE a plena capacidad nacional. Esta cifra incluye la compra de equipos, desarrollo tecnológico e instalación de infraestructura.** En perspectiva, supone una inversión razonable para un sistema de alcance estatal: por ejemplo, la UME en su creación invirtió decenas de millones en helicópteros y aviones (solo 4 helicópteros Cougar costaron 80 M€); SINADE por un monto similar proveería centenares de “ojos en el cielo” constantemente operando. Además, puede haber cofinanciación europea (fondos de resiliencia o programas de digitalización y defensa) que mitiguen el gasto nacional.

En cuanto a los costes operativos anuales, se calculan alrededor de 10 M€ para mantener el sistema. Los rubros principales de OPEX serían:



- Personal: Aunque gran parte del personal será militar ya en plantilla UME, habrá sobrecostes en formación continua, algunos nuevos especialistas (analistas de datos, técnicos RPAS). Podría suponer del orden de 3–4 M€/año (por ej., 50 personas adicionales todo costo).
- Mantenimiento de equipos: Sustitución de baterías (cada 300 ciclos aprox), overhaul de motores de combustión en drones grandes, calibraciones de sensores, etc. Al año, ~3 M€ cubren repuestos para toda la flota.
- Operación y consumibles: Combustible para drones que usen motor térmico (los Tarsis usan gasolina 95, con consumo moderado; los helicópteros UAV pueden ser de turboshaft consumiendo JP-8), electricidad para recarga de drones eléctricos, lubricantes, piezas menores. También costes de comunicaciones (enlaces satelitales, tarjetas SIM M2M). Se estima ~1 M€.
- Soporte tecnológico Indra: Contrato de soporte software, ciberseguridad (monitoreo ante intentos de interferencia), actualizaciones de IA con nuevos algoritmos. Podría rondar 1–2 M€/año post-garantía.
- Depreciación y renovaciones: Aunque CAPEX cubre adquisición, conviene considerar un fondo para renovar gradualmente drones obsoletos o perdidos (p.ej. reemplazar 10% de la flota cada año). Amortizando en 10 años, sería ~9 M€/año; sin embargo, muchos drones tendrán ciclo >10 años si se mantienen bien. Podría preverse ~5 M€/año en este apartado, pero esto a menudo se financia con nuevas partidas de inversión más que con gasto corriente.

En total, la operación plena de SINADE puede situarse entre 10 y 15 M€/año. Este gasto es asumible dentro del presupuesto de la UME y Defensa (que en 2020 destinaban ~150 M€/año a la UME como unidad completa). Por tanto, **SINADE implicaría incrementar en menos del 10% el costo anual de la UME a cambio de un salto cuántico en capacidades**. Cabe resaltar que la mejora en eficacia y la prevención de desastres mayores generarán ahorros que justifican con creces este costo (como se detalla en la siguiente sección).

En términos de escalabilidad, SINADE está concebido para poder crecer modularmente. Si en el futuro se requieren más drones en ciertas zonas



(por aumento de riesgo o para relevar vigilancias), es tan sencillo como agregar más estaciones o unidades a la red existente, dado su diseño abierto. También permite integrar drones de terceros: por ejemplo, si una comunidad autónoma o empresa dispone de sus propios drones de emergencia, podrían conectarse al sistema y aparecer en el tablero común (con las adecuadas medidas de seguridad y acuerdos). Esto significa que SINADE podría convertirse en el “sistema operativo” estándar para drones de emergencias en España, al que se enchufan todos los recursos disponibles (sean de UME, de bomberos regionales, de Guardia Civil, etc.), evitando duplicidades y optimizando inversiones.

## **Impacto Ambiental, Reducción del Riesgo Humano y Retorno Social**

La implementación de SINADE conlleva numerosos beneficios ambientales, sociales y económicos:

- ✓ **Protección del medio ambiente:** El beneficio más inmediato será la reducción drástica de la superficie quemada por incendios forestales, al detectar y atacar fuegos en fases iniciales. Si SINADE logra evitar tan solo un puñado de grandes incendios al año, estaremos salvando decenas de miles de hectáreas de bosques. Por ejemplo, si en 2022 hubiéramos prevenido un 20% de la superficie quemada, eso son >50.000 ha de bosque conservadas, con su biodiversidad, captación de CO<sub>2</sub>, suelo y paisajes intactos. La prevención de mega incendios evita además la emisión e millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y partículas que estos fuegos liberan, contribuyendo a mitigar el cambio climático. Adicionalmente, los drones eléctricos de SINADE tienen baja o nula huella de carbono en operación (especialmente si se recargan con energías renovables en las bases), comparado con medios tradicionales que consumen grandes cantidades de combustible (aviones, vehículos). También generan menos ruido que helicópteros tripulados, minimizando perturbación a la fauna. Por último, al vigilar constantemente, pueden detectar actividades ilegales o dañinas (vertidos contaminantes, talas ilegales, etc.), facilitando la protección ambiental integral.
- ✓ **Reducción del riesgo para las personas:** SINADE mejorará la seguridad de los intervinientes y de la población. En primer lugar, los drones asumirán misiones de alto riesgo (NBQR, exploración de zonas



inestables) donde actualmente tendrían que arriesgar la vida bomberos o militares. Por ejemplo, en incendios forestales, uno de los mayores peligros es que los brigadistas quedan atrapados por cambios de viento; con drones vigilando la propagación en tiempo real, se emitirá alerta temprana para evacuar a los bomberos antes de quedar en peligro. En derrumbes, en lugar de enviar inmediatamente a la UME a estructuras colapsadas, primero entrará un dron terrestre o aéreo pequeño para evaluar estabilidad. Todo esto salva vidas o previene lesiones de los rescatistas.

Respecto a la ciudadanía, una mejor vigilancia forestal puede permitir avisos de evacuación más oportunos – al detectar antes un fuego que avanza hacia un pueblo, se gana tiempo precioso para desalojar con calma. También, la restauración rápida de comunicaciones vía drones tras un desastre significa que las personas podrán pedir ayuda o recibir información aun cuando las redes normales estén caídas, lo que reduce el aislamiento y angustia post-desastre. En salud, los drones de respuesta inmediata pueden llevar desfibriladores o medicamentos en minutos a pacientes críticos (infartos, anafilaxias), literalmente marcando la diferencia entre la vida y la muerte en zonas rurales alejadas.

- ✓ Retorno social y económico: La sociedad se beneficia ampliamente: SINADE aporta resiliencia ante catástrofes, menor impacto económico de los desastres y desarrollo tecnológico nacional. Cada gran incendio evitado ahorra pérdidas multimillonarias en madera, infraestructuras, viviendas, negocios turísticos y costes de extinción. Por ejemplo, un GIF de ~20.000 ha puede causar daños por decenas de millones de euros; si SINADE evita varios de esos, se paga solo. Un estudio del Banco Mundial estima que cada \$1 invertido en alerta temprana ahorra hasta \$4-7 en costes post-desastre; SINADE encaja en esa filosofía de inversión preventiva. Además de ahorros directos, está el valor de conservar activos naturales (bosques que son sumideros de carbono, atractivos ecoturísticos, etc.), que redundan en la economía local a largo plazo.

Desde el punto de vista industrial, SINADE constituiría un motor de innovación y empleo cualificado. Va a requerir ingenieros, pilotos, analistas de datos, mantenedores... creando empleos de alta



capacitación en el sector aeronáutico y de software. Como señaló la Secretaria de Estado de Defensa, este esfuerzo posicionará a España a la vanguardia mundial en el uso de drones en emergencias, lo que abre oportunidades de exportación: otros países podrían interesarse en nuestra experiencia y productos (drones, software) para montar sistemas similares, generando negocio para la industria española. Se creará un polo tecnológico en torno a la base de León (ya planificado con la UDRUME), atrayendo colaboración con universidades (p.ej. convenios con la Universidad de León en robótica, IA) y empresas locales, dinamizando la economía regional.

- ✓ Mejora en la gestión y confianza pública: al proveer información en tiempo real y mejorar la eficacia, SINADE contribuirá a una mejor gestión de emergencias y una toma de decisiones estratégicas más fundamentada. Los responsables podrán ver exactamente qué ocurre y desplegar recursos óptimamente. Esto, a su vez, mejora la transparencia y confianza de la ciudadanía: por ejemplo, se podrán compartir con el público imágenes o mapas actualizados de un incendio a través de Protección Civil, reduciendo rumores y ansiedad. La población sabrá que existe un sistema de vigilancia constante velando por su seguridad, lo que aumenta la percepción de seguridad colectiva. Asimismo, SINADE puede tener un impacto educativo positivo: su presencia visible (drones sobrevolando, etc.) recordará a la gente la importancia de la prevención (p. ej., ver un dron vigilando podría disuadir imprudencias como hacer barbacoas en el monte en época de riesgo). Por otro lado, la UME elevará aún más su prestigio e imagen, al estar dotada de medios punteros. Las palabras de la ministra de Defensa lo resumen: *“Los drones suponen el salto más cualitativo, esencial y fundamental en la labor de la UME [...] en la protección de vidas humanas”*. España demostrará cómo la tecnología bien empleada puede salvar vidas y entornos, sirviendo de referencia internacional.
- ✓ **Impactos ambientales secundarios:** Vale la pena mencionar que, si bien los drones ofrecen muchos beneficios ambientales, hay consideraciones a gestionar: por ejemplo, múltiples drones volando en parques naturales podrían perturbar fauna sensible (aves rapaces) - habrá que programar rutas óptimas y quizás alturas de vuelo que minimicen molestias-. También la fabricación de drones tiene una huella (baterías, electrónica), pero menor que la de vehículos



tradicionales. La política de SINADE incluirá reciclar adecuadamente baterías y componentes al retirarlos. En balance, los impactos negativos potenciales son mínimos comparados con los enormes beneficios ambientales netos de prevenir grandes incendios forestales y con ello también reducir emisiones de gases.

## **Conclusiones y Recomendaciones Estratégicas**

La creación del Sistema Nacional de Drones de Emergencia (SINADE) para la UME, (preferentemente con una empresa nacional como integrador del sistema), es técnica y operacionalmente viable, y sus ventajas superan con creces a los costes. Este informe ha detallado cómo SINADE proporcionaría cobertura total a los bosques y zonas de riesgo, habilitando detección ultra temprana de incendios, respuesta inmediata con drones multifunción, apoyo logístico y de comunicaciones en desastres, capacidad NBQR remota y un recurso dual utilizable en caso de conflictos. La comparativa internacional refuerza la idea: iniciativas en Israel, Francia y EE.UU. han demostrado la eficacia de integrar drones en emergencias, y España está en posición de combinarlas en un sistema integral pionero. Empresas españolas, como Indra, pueden aportar la experiencia en sistemas de mando y control y la soberanía tecnológica que garantizan un desarrollo a medida de las necesidades nacionales. La UME, por su parte, ofrece el marco operativo idóneo y el know-how en gestión de catástrofes para adoptar esta revolución. La recomendación es avanzar decididamente en las fases planteadas: iniciar con proyectos piloto (idealmente apoyados con fondos UE de recuperación y resiliencia, dada su orientación verde y digital), e ir escalando hasta lograr hacia 2028 un SINADE plenamente desplegado. Se sugiere también impulsar los cambios normativos necesarios (facilitar vuelos BVLOS de drones de emergencia sin tanta burocracia, crear espacios aéreos segregados temporales en incendios, etc.), involucrando a AESA y ENAIRE desde el principio en el diseño del sistema U-space para estos drones.

Estratégicamente, SINADE posicionará a España en la vanguardia tecnológica: seríamos de los primeros países de Europa con un sistema nacional coordinado de drones de emergencia, lo cual no solo salva nuestro patrimonio natural y nuestras vidas, sino que genera una ventaja exportable. La inversión, de decenas de millones de euros, se justifica por



los ahorros potenciales y el valor incalculable e los bienes protegidos. Este proyecto contribuiría a reforzar las palabras de la Secretaria de Estado de Defensa, pues esta iniciativa sería toda una revolución tecnológica [...] que va a poner a [España] a la cabeza de los servicios de emergencia [...] en el mundo. El retorno social y económico será tangible: bosques más seguros, población más protegida, industrias tecnológicas creciendo y una UME fortalecida en su misión.

En conclusión, **se propone al Ministerio de Defensa y a las autoridades competentes aprobar la hoja de ruta del SINADE e iniciar cuanto antes las acciones de desarrollo.** Los riesgos de no actuar son evidentes en cada verano de incendios devastadores; por el contrario, con SINADE España puede mitigar esos riesgos de forma proactiva. La tecnología de drones está lista para dar el salto, solo requiere voluntad estratégica. Es el momento de aprovechar esta oportunidad para convertir a España en un líder en emergencias apoyadas por drones, protegiendo nuestro entorno y a nuestra gente con la ayuda de la innovación.



## Fuentes Consultadas:

- UME (Unidad Militar de Emergencias) – Comunicados oficiales y notas de prensa sobre la Unidad de Drones UDRUME, Ministerio de Defensa.
- Indra. Información corporativa y notas de prensa relacionadas con sistemas de gestión de emergencias UME; especificaciones de drones Indra/Aertec Tarsis.
- Infodefensa/Infodron/Otros – Artículos sobre UDRUME y nuevas adquisiciones (dron NBQR), declaraciones de autoridades (Margarita Robles, Amparo Valcarce) sobre impacto estratégico.
- Proyectos internacionales: Israel INDI (Times of Israel), Proyecto CONDOR Francia (Ministerio del Interior francés), casos en EE.UU. (Tomorrow.City, BC News) sobre drones en emergencias e incendios.
- Informes de Greenpeace y fuentes españolas sobre impacto de incendios forestales en 2022 y beneficios de extinción rápida.
- Experiencias belgas (Citymesh) de drones “primer interviniente” en emergencias, que sirven de referencia para tiempos de respuesta mejorados con tecnología dron.

P.R.B. para León Propone  
<https://leonpropone.org/>

**LEÓN PROPONE** es una asociación independiente y no alineada con ningún partido político, nacida de la sociedad civil leonesa con el objetivo de promover el progreso económico, demográfico, social y cultural de la España menos poblada y en especial de la región leonesa, desde la lealtad al conjunto de España y el respeto al marco constitucional y a las instituciones del Estado y de la Unión Europea.