



**2025**

## **GESTIÓN Y OPERATIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE AERONAVE PILOTADAS A DISTANCIA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL**

**DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN**  
SUBDIRECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE  
ESCENARIOS DE RIESGO DE DESASTRES

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. MARCO NORMATIVO REGULATORIO .....	4
3. FINALIDAD .....	7
4. OBJETIVOS .....	7
4.1. Objetivo General .....	7
4.2. Objetivos Específicos .....	7
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	7
5.1. Definiciones .....	7
5.2. Abreviaturas y Acrónimos .....	9
6. EVOLUCIÓN DE LOS RPAS .....	9
7. CLASIFICACIONES DE LOS RPAS .....	11
7.1. RPAS Multirrotores .....	11
7.2. RPAS Ala fija .....	16
7.3. RPAS Híbridos .....	18
7.4. Sistemas de Aeronave Pilotadas a Distancia y personal acreditado para sobrevolar con RPAS en el INDECI .....	20
8. APLICACIONES DE LOS RPAS PARA LA GESTIÓN REACTIVA .....	22
8.1. Gestión Reactiva .....	22
8.1.1. Proceso de Preparación .....	22
8.1.2. Proceso de Respuesta .....	23
8.1.3. Proceso de Rehabilitación .....	23
8.2. Empleo de RPAS en emergencias y desastres .....	24
9. EMPLEO DE LOS RPAS EN EL INDECI .....	25
10. RESULTADOS .....	37
11. CONCLUSIONES .....	37
12. RECOMENDACIONES .....	37
13. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE RPAS EN EL INDECI .....	38
13.1. Análisis FODA .....	38
13.2. Propuesta para la gestión y operación de RPAS en el INDECI .....	40
13.3. Propuesta de actividades para el desarrollo de las etapas señaladas anteriormente .....	41
14. ANEXOS .....	44
14.1. ANEXO 01: Lista de pilotos RPAS en el INDECI .....	44
14.2. ANEXO 02: Cotización de cursos de acreditación. ....	46

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), como asesor técnico en la materia de gestión reactiva en el marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), tiene la responsabilidad de coordinar, facilitar y supervisar las acciones orientadas a la preparación, respuesta y rehabilitación frente a emergencias y desastres a nivel nacional.

En cumplimiento de estas funciones, la incorporación de tecnologías emergentes se ha vuelto esencial para fortalecer las capacidades operativas y de toma de decisiones de la institución. La implementación de tecnologías geoespaciales es fundamental para su desarrollo y para evitar el estancamiento en un mundo cada vez más globalizado y dependiente de la información geográfica. Es una necesidad más eficiente para una adecuada toma de decisiones.

Los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS), también conocidos como drones, han experimentado una evolución significativa desde su origen militar en la primera mitad del siglo XX hasta su uso civil, científico y humanitario en la actualidad. A partir del siglo XXI, los avances en los diferentes tipos de sensores, autonomía de vuelo, estabilidad y transmisión de datos en tiempo real han permitido su expansión en diversos campos, como la agricultura, cartografía, vigilancia ambiental, seguridad pública y, especialmente, en la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD).

El empleo de RPAS permite además optimizar recursos, reducir los tiempos de intervención y mejorar la seguridad del personal operativo al posibilitar la exploración de áreas de difícil acceso o con condiciones adversas. Asimismo, su aplicación abarca desde la construcción de escenarios de riesgo y la supervisión de simulacros, hasta la documentación técnica que sustenta la gestión institucional y la articulación intergubernamental en los tres niveles de gobierno.

En el ámbito de la atención de emergencias, los RPAS constituyen una herramienta para la evaluación de daños y respuesta rápida, al posibilitar la captura de imágenes aéreas de alta resolución, modelos tridimensionales y ortofotos en tiempo real. Su uso facilita la identificación de zonas críticas, planificación de rutas seguras de evacuación, búsqueda y rescate de personas, así como el monitoreo de infraestructuras afectadas. Estas capacidades contribuyen directamente a la toma de decisiones más oportuna y precisa basada en evidencia.

El presente informe tiene como objetivo analizar las posibles aplicaciones de los RPAS en el INDECI, empleando el marco normativo vigente regulatorio, planteando una propuesta para su implementación adecuada en el marco de la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

## 2. MARCO NORMATIVO REGULATORIO

**A continuación, se presenta el marco normativo que sustenta la elaboración del presente informe.**

- 2.1. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM y sus modificatorias, que aprueba el reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).  
(...)

### Artículo 9. Funciones del INDECI

9.14 Promover el desarrollo de capacidades humanas para la preparación, respuesta y rehabilitación en las entidades públicas, sector privado y la ciudadanía en general.

9.15 Realizar estudios e investigaciones inherentes a los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación y realizar a nivel nacional, la supervisión, monitoreo y evaluación de la implementación de estos procesos, proponiendo mejoras y medidas correspondientes.

### Artículo 29. – Preparación

La Preparación está constituida por el conjunto de acciones de planeamiento, de desarrollo de capacidades, organización de la sociedad, operación eficiente de las instituciones regionales y locales encargadas de la atención y socorro, establecimiento y operación de la red nacional de alerta temprana y de gestión de recursos, entre otros, para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz, en caso de desastre o situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad.

- 2.2. Decreto Supremo N° 002-2025-DE, que aprueba la Sección Primera del Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

### SECCIÓN PRIMERA

(...)

### Artículo 31.- Funciones de la Dirección de Preparación.

f. Dirigir estudios e investigaciones relacionadas con la información sobre escenarios de riesgo de desastres, para su uso en los procesos de respuesta y rehabilitación.

l. Gestionar la aprobación de los mecanismos para promover la participación del sector privado, así como la integración de esfuerzos con el sector público y sociedad civil, fortaleciendo la gestión de recursos para la respuesta y rehabilitación.

- 2.3. Resolución Jefatural N° 000058-2025-INDECI/JEF INDECI, que aprueba la Sección Segunda del Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI.

## SECCIÓN SEGUNDA

(...)

Artículo 59.- Sub-Dirección de Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres

La Sub-Dirección de Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres, es una unidad orgánica de línea que depende de la Dirección de Preparación, responsable del procesamiento de información geoespacial y de escenarios de riesgo de desastres; así como, elaborar estudios e investigación aplicada para los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación.

Artículo 60.- Funciones de la Sub-Dirección de Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres

La Sub-Dirección de Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres tiene las siguientes funciones:

- f. Sistematizar y brindar información geoespacial, así como, escenarios de riesgo de desastres para los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación.
  - g. Realizar y proponer estudios e investigaciones aplicadas relacionados a la gestión reactiva; así como sus respectivas metodologías y procedimientos.
- 2.4. La Resolución Ministerial N°324-2023-PCM, que aprueba los “Lineamientos para la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades”, el cual indica que se puede utilizar información geoespacial, cuando sea imposible acceder a la zona afectada, o que habiéndose accedido sea imposible realizar la proyección de la cuantificación los daños requerida para el registro del Formulario de “Evaluación Rápida”.

## Regulaciones vigentes para el manejo de RPAS en el Perú

- 2.5. Resolución Ministerial N°584-2024-MTC/01.02, disponer la publicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N°30740, Ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) y sus Exposición de Motivos.
- 2.6. Ley N°30740, Ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), con el objetivo de garantizar la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo, así como la seguridad de las personas y bienes en la superficie terrestre y acuática.
- 2.7. Decreto Supremo N° 050-211-MTC, Decreto Supremo que aprueba el reglamento de la Ley 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú.



- 2.8. Resolución Ministerial 361 – 2011 – MTC/02 Reglamento de Infracciones y Sanciones Aeronáuticas
- 2.9. Resolución Directoral N° 501-2015-MTC/12, que aprueba el texto de la Norma Técnica Complementaria denominada “Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia”, mediante el cual establece los requisitos y limitaciones para la operación de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS).  
(...)

## 8. REGULACION

(f) Operación en zonas urbanas: La operación de un RPAS en zonas urbanas podrá autorizarse excepcionalmente a los RPA con un peso máximo de despegue de hasta 6kg equipados con paracaídas de emergencia, sólo en los siguientes casos y según el procedimiento señalado más adelante en el sub párrafo (i):  
(...)

(4) Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en actividades de búsqueda y salvamento, en el combate de incendios y otras emergencias.

### **Regulaciones sobre el uso de las tecnologías de información geoespacial para la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres**

- 2.10. Decreto Supremo N°155-2022-PCM, que aprueba el “Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2022-2023”, Acciones Estratégicas Multisectoriales AEM 1.1, Acciones Operativas Multisectoriales AOM 1.1.2, donde indica el empleo de nuevas tecnologías e innovaciones para fortalecer las investigaciones aplicadas en GRD.
- 2.11. La Resolución Jefatural N°277-2021-PCM, que aprueba la “Directiva para el acceso y uso de imágenes satelitales y aéreas para acciones de respuesta y rehabilitación por desastre o peligro inminente” cuyo objetivo principal es definir las acciones y responsabilidades para la evaluación, obtención, descarga, procesamiento, distribución y almacenamiento de imágenes satelitales y aéreas para la toma de decisiones en los niveles de emergencia 4 y 5, ante peligro inminente o desastre.
- 2.12. La Resolución Jefatural N°298-2021-PCM, que aprueba la “Agenda de Investigación Aplicada de la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres 2022-2026”, cuyo objetivo es promover el desarrollo de investigaciones aplicadas y estudios en el marco de los procesos relacionados a la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.
- 2.13. La Resolución Ministerial N°463-2019-PCM, que aprueba los “Lineamientos para la elaboración del Informe de Estimación del Riesgo por peligro inminente”, en donde especifica que se puede utilizar fotografías aéreas o imágenes satelitales como insumo para la elaboración del informe.

### 3. FINALIDAD

Generar capacidades técnicas y operativas para el manejo de RPAS en el INDECI.

### 4. OBJETIVOS

#### 4.1. Objetivo General

Elaborar el diagnóstico de capacidades técnicas y operativas de RPAS en el INDECI, así como su implementación y operación en el marco de la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

#### 4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el marco normativo aplicable al empleo de los RPAS para la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.
- Sistematizar información sobre capacidades técnicas y operativas para el manejo de los RPAS en el INDECI.
- Analizar el empleo y aplicaciones de los RPAS en el marco de la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.
- Elaborar una propuesta para su implementación y operación de RPAS en la entidad.

### 5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Las definiciones y abreviaturas empleadas en el presente informe se han tomado de la Norma Técnica Complementaria NTC 001-2015, con el fin de garantizar una comprensión adecuada y la uniformidad en el uso de las terminologías técnicas.

#### 5.1. Definiciones

**AERONAVE.** Se consideran aeronaves a los aparatos o mecanismos que pueden circular en el espacio aéreo utilizando las reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra y que sean aptos para el transporte de personas o cosas.

**AERONAVE NO TRIPULADA.** Aeronave destinada a volar sin piloto a bordo.

**AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA** (Remotely Piloted Aircraft - **RPA**).

Una RPA es una aeronave pilotada por un “piloto remoto”, emplazado en una “estación de piloto remoto” ubicada fuera de la aeronave. Una RPA puede poseer varios tipos de tecnología de piloto automático, en todo momento, el piloto remoto puede intervenir en la gestión del vuelo.

Esta es una subcategoría de las aeronaves no tripuladas. Existen diversas denominaciones de estos vehículos según el origen y etimología y uso entre ellas las más conocidas son:

**DRONE:** denominación del ámbito militar. La etimología de 'drone' viene de dron o dræn, abeja macho o zángano, el cual hace referencia al zumbido producido por sus motores, similares al de los zánganos volando. Para efectos de este informe se prescinde de esta denominación que en adelante deberá entenderse como **RPA**.

**UAV:** Unmanned Aerial Vehicle (vehículo aéreo no tripulado) Término obsoleto.

**ÁREA NATURAL PROTEGIDA.** Espacio del territorio nacional expresamente reconocido y declarado como tal para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

**CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO.** Servicio suministrado con el fin de: a) prevenir colisiones: 1) entre aeronaves; y 2) en el área de maniobras, entre aeronaves y obstáculos; y b) acelerar y mantener ordenadamente el movimiento del tránsito aéreo.

**ESPACIO AÉREO CONTROLADO.** Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tránsito aéreo, de conformidad con la clasificación del espacio aéreo.

**ESPACIO AÉREO SEGREGADO.** Espacio aéreo de dimensiones especificadas asignado a usuarios específicos para su uso exclusivo.

**OPERACIÓN CON VISIBILIDAD DIRECTA VISUAL.** Operación en la cual la tripulación remota mantiene contacto visual directo con la aeronave para dirigir su vuelo y satisfacer las responsabilidades de separación y anticolisión.

**PERSONAS NO INVOLUCRADAS EN LA OPERACIÓN.** Toda persona, a excepción del piloto del RPAS, que se encuentre ubicada en las proximidades del despegue, lanzamiento, vuelo, aterrizaje o recuperación del RPA.

#### **SISTEMA DE AERONAVE NO TRIPULADA (Unmanned Aerial System - UAS)**

Aeronave y sus elementos conexos que operan sin piloto a bordo.

**SISTEMA DE AERONAVE PILOTADA A DISTANCIA (RPAS).** Conjunto de elementos configurables integrado por una aeronave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control y cualquier otro elemento de sistema que pueda requerirse en cualquier punto durante la operación de vuelo.

**ZONA PELIGROSA.** Espacio aéreo de dimensiones definidas en el cual pueden desplegarse en determinados momentos actividades peligrosas para el vuelo de las aeronaves.

**ZONA POBLADA.** Área donde habitan personas, incluyendo sus viviendas, centros de trabajo y lugares en los que realizan actividades recreacionales y sociales. Incluye edificaciones, calles, plazas, playas y toda infraestructura o espacio público utilizado frecuentemente por un colectivo humano.



**ZONA PROHIBIDA.** Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está prohibido el vuelo de las aeronaves.

**ZONA RESTRINGIDA.** Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves, de acuerdo con determinadas condiciones especificadas.

**ZONA URBANA.** Espacio donde habita una población que cuenta con una red de servicios básicos, tales como alumbrado público o servicios de agua potable. Incluye edificaciones, calles, plazas y toda infraestructura utilizada frecuentemente por un colectivo humano. Todas las capitales de departamento, provincia y distrito, así como las localidades que no siendo capitales, cuenten con una población que exceda el millar de habitantes, son consideradas zona urbana hasta el límite de instalación de por lo menos uno de sus servicios públicos.

## 5.2. Abreviaturas y Acrónimos

<b>INDECI</b>	Instituto Nacional de Defensa Civil
<b>CENEPRED</b>	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Resigo de Desastres.
<b>AIP-PERÚ</b>	Publicación de Información Aeronáutica del Perú
<b>ATC</b>	Control de Tránsito Aéreo
<b>DGAC</b>	Dirección General de Aeronáutica Civil
<b>NTC</b>	Norma Técnica Complementaria
<b>FPV</b>	First Person Vision (vuelo con “visión en primera persona”)
<b>NOTAM</b>	Notice To Airmen (Información para aviadores).
<b>OACI</b>	Organización de Aviación Civil Internacional
<b>RAP</b>	Regulación Aeronáutica del Perú
<b>RPA</b>	Remote Piloted Aircraft (Aeronave Pilotada a Distancia)
<b>RPAS</b>	Remote Piloted Aircraft System (Sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia)
<b>UAS</b>	Unmanned Aircraft System (Sistema de Aeronave No Tripulada)
<b>UAV</b>	Unmanned Aerial Vehicle (Vehículo aéreo no tripulado)
<b>VTOL</b>	Vertical Takeoff and Landing (Despegue y Aterrizaje Vertical)
<b>RNAT</b>	Red Nacional de Alerta Temprana
<b>SIGRID</b>	Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

## 6. EVOLUCIÓN DE LOS RPAS

La evolución de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) tuvo sus inicios en el ámbito militar, destacando desde 1849 con el uso de globos no tripulados por Austria durante el ataque a Venecia. Posteriormente, durante el siglo XX, se desarrollaron los primeros prototipos controlados por radio, como el Ruston Proctor Aerial Target (1916) y el Kettering Bug (1917–1918). En la Guerra Fría, los RPAS se consolidaron como herramientas de reconocimiento estratégico, mientras que la década de 1990 marcó el nacimiento del RPAS moderno con el RQ-1 Predator, precursor de los sistemas de largo alcance y capacidad armada.

A partir del siglo XXI, los RPAS ampliaron su campo de aplicación hacia los ámbitos civil y comercial, sin dejar de lado su propósito militar. En 2006, la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos autorizó los primeros permisos comerciales, impulsando su uso con fines científicos, productivos y de monitoreo. En 2008, tras el sismo de Sichuan (China), los RPAS se emplearon por primera vez en la gestión del riesgo de desastres, permitiendo identificar estructuras colapsadas, evaluar accesos obstruidos y delimitar zonas seguras. Posteriormente, con la incorporación del Wi-Fi en los RPAS en 2010, se produjo un notable incremento en el uso civil de estas aeronaves, al facilitar su control mediante dispositivos móviles (smartphone) y su aplicación en diversas actividades. En el caso del Perú, el INDECI utilizó esta tecnología en 2015 para el monitoreo del comportamiento poblacional durante simulacros nacionales, fortaleciendo las acciones de preparación ante emergencias durante el simulacro nacional vespertino. Asimismo, durante la pandemia de la COVID-19, los RPAS se convirtieron en una herramienta clave para el traslado de medicamentos y recursos, así como para la detección de personas con síntomas mediante el uso de cámaras térmicas.

En la actualidad, los RPAS integran sensores avanzados, inteligencia artificial y sistemas de vuelo autónomo, lo que ha permitido su expansión en sectores como la agricultura, minería, medio ambiente y gestión de emergencias. Las tendencias tecnológicas recientes se orientan al desarrollo de RPAS híbridos VTOL, capaces de combinar el despegue vertical con vuelos de largo alcance, y a la implementación de enjambres inteligentes, donde múltiples RPAS operan de manera sincronizada para ejecutar tareas específicas. Asimismo, el avance hacia baterías de estado sólido e hidrógeno permitirá vuelos más prolongados, a mayor altura y más rápidos contribuyendo a la autonomía total y a la integración segura en el espacio aéreo civil. La (Tabla N°01) presenta la línea del tiempo con los principales hitos tecnológicos y la evolución de los RPAS hasta la fecha.

*Tabla N°01: Avance histórico de los RPAS.*

Año	Hito o avance principal	Descripción y relevancia
1849	Globos no tripulados (Austria - Venecia)	Primer uso militar de vehículos aéreos no tripulados: globos cargados con explosivos dirigidos hacia Venecia.
1916	"Aerial Target" Reino Unido	Creación del Ruston Proctor Aerial Target, primer intento de avión controlado por radio para defensa aérea.
1917-1918	"Kettering Bug" EE.UU.	Prototipo de RPA de la Primera Guerra Mundial; avión pequeño guiado por un temporizador mecánico.
1930-1940	Desarrollo de aviones objetivo ("Target Drones")	Uso en entrenamiento militar y pruebas de defensa antiaérea.
1944-1945	V-1 "Flying Bomb" Alemania	Primer misil de crucero no tripulado operacional. Marcó la era de los RPAS de ataque.
1950-1960	Guerra Fría: reconocimiento aéreo sin piloto	EE.UU. y la URSS desarrollan RPAS de vigilancia para recopilar inteligencia sin arriesgar pilotos.
1970	RQ-2 Pioneer – EE.UU. / Israel	Primer RPAS ampliamente utilizado para reconocimiento táctico en tiempo real (Guerra del Golfo).
1980	Mejoras en navegación y control remoto	Avances en GPS, telemetría y transmisión de video en tiempo real.
1994	RQ-1 Predator (General Atomics, EE.UU.)	Nace el RPAS moderno: vigilancia a larga distancia, autonomía extendida, y capacidad armada.
2001	MQ-1 Predator armado con misiles Hellfire	Empleo de los RPAS con equipamiento armado en conflictos militares.
2006	Aparición de RPAS civiles y comerciales	La FAA (Administración Federal de Aviación de EE.UU.) emitió los primeros permisos comerciales de RPAS

2008	Sismo de Sichuan China Mw 7.9	El empleo de los RPAS para la identificar las estructuras colapsadas, vías de accesos destruidas u obstruidas y establecer áreas de trabajo.
2010	Integración del Wi-Fi	Empresa francesa Parrot, lanzo al mercado los primeros RPAS controlados por Wi-Fi, utilizando un smartphone.
2015	Simulacro (Perú)	INDECI emplea los RPAS para el monitoreo del comportamiento de la población durante el simulacro.
2015–2017	Incorporación de sensores avanzados	Uso de LiDAR, cámaras térmicas, multiespectrales e hiperspectrales. RPAS aplicados a cartografía, medio ambiente y rescate.
2017-2021	Integración de IA y autonomía	Se incorporan algoritmos de reconocimiento de objetos, seguimiento automático y vuelo autónomo.
2020-2021	RPAS en emergencias y salud pública	RPAS usados en pandemia COVID-19 para entrega de insumos, desinfección, patrullaje y monitoreo.
2024–2025	Tendencias actuales	RPAS híbridos VTOL - Enjambres (swarming RPA) sincronización en grupo - Baterías de estado sólido (Litio) y combustible de hidrógeno - Uso de IA para autonomía total y navegación en entornos complejos.

Fuente: Elaboración propia

## 7. CLASIFICACIONES DE LOS RPAS

La clasificación y tipos de RPAS van a depender de distintos criterios que se tome como lo pueden ser: su peso, alcance, altura de vuelo, autonomía, tipo de operación y uso. Para dicho informe se tomará la clasificación aerodinámica, se refiere al diseño físico y la forma en que genera sustentación y maniobra en el aire. Este aspecto determina su eficiencia, autonomía, estabilidad, carga útil, capacidad de despegue, aterrizaje y tipo de aplicación. A continuación, se detallan los principales tipos:

### 7.1. RPAS Multirrotores

Los RPAS multirrotor son aeronaves no tripuladas que disponen de tres o más rotores horizontales (hélices), generalmente en número par, y en configuraciones especiales más de doce (12) rotores para transporte de cargas específicas. Cada rotor genera sustentación individual mediante hélices de paso fijo, controlando el vuelo a través de variaciones en la velocidad de los motores eléctricos, lo que permite realizar maniobras precisas y mantener estabilidad en vuelo estacionario. Estas aeronaves presentan mecánica sencilla, despegue y aterrizaje vertical (VTOL), y son fáciles de operar y mantener, aunque su autonomía y alcance limitados restringen su uso a áreas reducidas. Su aplicación se centra en la captura de imágenes, inspección, fotogrametría y monitoreo. (Adaptado de Ministerio de Defensa de España, 2018; y Agencia Estatal de Seguridad Aérea – AESA, 2021).

Se clasifican de la siguiente manera:

#### a) RPAS Tricóptero (3 rotores)

Los tricópteros son aeronaves no tripuladas con tres rotores horizontales, dispuestos generalmente en forma de “Y”, con brazos separados a 120°, aunque también pueden presentarse en configuración tipo “T”. Las dos hélices frontales giran en sentidos opuestos para equilibrar el par de torsión, mientras que el rotor trasero permite controlar la guiñada (yaw) mediante la inclinación del motor, proporcionando maniobrabilidad en los giros.

Aunque menos comunes que los cuadricópteros, los tricópteros ofrecen simplicidad estructural, menor peso y buena eficiencia energética, siendo ideales para fines educativos, experimentales o de desarrollo tecnológico.

Ventajas:

- Eficiencia energética moderada.
- Bajo costo de adquisición y fácil mantenimiento.
- Ideal para aprendizaje o vuelos en interiores.

Desventajas:

- Menor estabilidad frente a vientos.
- Menor capacidad de carga.
- Limitada redundancia funcional ante la pérdida de un motor, lo que reduce la capacidad de control y estabilidad del sistema.

Usos típicos:

- Demostraciones técnicas
- Entrenamiento de pilotos
- Pruebas de control de vuelo

Marcas comerciales:

- DIY Tricopter MKII V4
- RCExplorer Tricopter V4
- Anycopter Tri Design

Figura N°01: Tricóptero, marca RCExplorer Tricopter V4



Fuente: <https://rotorbuilds.com/build/8858>

## b) RPAS Cuadricóptero (4 rotores)

Los cuadricópteros son RPAS que poseen cuatro motores montados en un chasis simétrico, generalmente en una configuración en forma de “X” o “+” con

ángulos de 90°. Dos de los motores giran en sentido horario y los otros dos en sentido antihorario, compensando los pares de giro para mantener la estabilidad del aparato. Esta configuración es la más popular entre los multirrotores debido a su simplicidad mecánica, estabilidad en vuelo y facilidad de control.

### Características técnicas:

- Buena estabilidad en vuelo estacionario (mantiene una posición y altitud constante en el aire).
- Estructura ligera, compacta y de bajo mantenimiento.
- Elevada maniobrabilidad y fácil automatización mediante controladoras de vuelo.
- Integración con sistemas GNSS, telemetría y cámaras de alta resolución.

### Ventajas:

- Excelente relación entre estabilidad, movilidad y costo.
- Gran disponibilidad comercial y soporte tecnológico.
- Ideal para vuelos de corta duración (<30 min).

### Desventajas:

- Autonomía limitada por capacidad de batería.
- Ausencia de redundancia: la falla de un motor implica pérdida de control.

### Usos típicos:

- Fotografía y videografía aérea
- Inspección de infraestructuras
- Monitoreo urbano
- Levantamientos fotogramétricos
- Búsqueda y rescate (SAR)
- Entrenamiento de pilotos RPAS.

### Marcas comerciales:

- DJI Phantom 4 Pro V2.0
- DJI Mavic 3 Enterprise
- Parrot Anafi Ai
- Autel EVO II Pro
- Skydio 2+
- DJI Matrice 350 RTK.



Figura N°02: Cuadricóptero, marca DJI Phantom 4 Pro V2.0.



Fuente: <https://www.techradar.com/reviews/dji-phantom-4-pro-v20>

### c) RPAS Hexacóptero (6 rotores)

Su estructura hexagonal, una de las configuraciones más utilizadas y comerciales, con brazos dispuestos a 60°, les otorga una mayor capacidad de carga útil, lo que los hace ideales para el transporte de sensores especializados y cámaras de alta resolución. Además, su capacidad de despegue y aterrizaje vertical les permite operar con precisión en espacios reducidos o terrenos irregulares.

Características técnicas:

- Estabilidad superior en vuelo estacionario y frente a turbulencias.
- Autonomía media de 25–45 minutos.

Ventajas:

- Vuelo más estable frente al viento.
- Puede mantener el vuelo con un motor inoperativo (redundancia parcial).
- Posibilidad de integrar cámaras y sensores.
- Capacidad para transportar equipos profesionales de observación y medición.

Desventajas:

- Mayor costo de adquisición.
- Mayor consumo energético.
- Mayor costo de mantenimiento y calibración de componentes.

Usos típicos:

- Fotogrametría avanzada
- inspección de líneas eléctricas y oleoductos
- monitoreo ambiental
- búsqueda y rescate (SAR)
- levantamientos topográficos
- filmación profesional.



Marcas comerciales:

- DJI Matrice 30T
- DJI Matrice 600 Pro
- Yuneec H520E
- Freefly Alta 6
- Tarot 680 Pro.

*Figura N°03: Hexacóptero, marca DJI Matrice 600 Pro.*



Fuente: <https://www.dronedreams.com.pe/product/matrice-600-pro-drone-industrial-dji/>

#### **d) RPAS Octocóptero (8 rotores)**

Los octocópteros son RPAS equipados con ocho motores al mismo nivel, cuatro de ellos girando en un sentido horario y los otros cuatro en el otro en sentido antihorario. Esta configuración se utiliza principalmente en operaciones profesionales que requieren transportar equipos de gran peso o sensores de alta precisión. Son una versión mejorada de los hexacópteros, con más capacidad de carga y mayor redundancia.

Características técnicas:

- Capacidad de carga elevada (5–15 kg).
- Estabilidad excepcional en vuelo estacionario y con alta turbulencia.
- Mayor tiempo de vuelo con baterías de alta densidad energética.
- Control de vuelo asistido por GNSS, telemetría y sistemas de redundancia electrónica.

Ventajas:

- Redundancia completa: puede mantener el vuelo ante la falla de uno o más motores.
- Ideal para equipos profesionales de filmación y sensores pesados (LiDAR, cámaras térmicas, etc.).
- Alta precisión y confiabilidad en vuelos automatizados.

Desventajas:

- Alto consumo energético y necesidad de baterías múltiples.
- Mayor complejidad de mantenimiento y calibración.

- Costo de adquisición y operación elevado.

Usos típicos:

- Cinematografía profesional
- Levantamientos topográficos de alta resolución
- Inspección de infraestructuras críticas
- Operaciones de rescate (SAR)
- Evaluación de daños postdesastre.

Marcas comerciales:

- DJI S1000+
- Freefly Alta 8
- Vulcan Octo 1200
- Gryphon Dynamics X8
- Tarot X8 Heavy Lift.

*Figura N°04: Octocóptero, marca DJI S1000+*



Fuente: <https://www.dji.com/global/spreading-wings-s1000-plus>

## 7.2. RPAS Ala fija

Un RPAS de ala fija es una aeronave que obtiene sustentación gracias al desplazamiento del aire sobre unas alas rígidas con perfil aerodinámico, unidas al fuselaje o cuerpo principal, similares a los aviones convencionales. Estas alas generan una diferencia de presión entre su parte superior e inferior cuando el RPA avanza, permitiendo mantener el vuelo sin necesidad de rotores o hélices orientadas verticalmente. Este tipo de configuración se caracteriza por su alta eficiencia aerodinámica, mayor autonomía y alcance, siendo adecuada para misiones de reconocimiento, cartografía y monitoreo de amplias áreas.

Características técnicas principales

- Configuración aerodinámica: una o más alas fijas que generan sustentación mediante el movimiento hacia adelante.
- Propulsión: motor de combustión o eléctrico, con hélice propulsora o tractora.
- Autonomía: vuelos superiores a una hora en un solo ciclo de energía, dependiendo del modelo y tipo de propulsión.

- Alcance operativo: entre 50 y 200 km, ampliable hasta más de 500 km en sistemas de media altitud y larga duración (MALE).
- Velocidad de crucero (velocidad constante): con una media de 60 y 150 km/h
- Despegue y aterrizaje: manual, por catapulta, pista corta o paracaídas de recuperación.

### Ventajas

- Alta autonomía y eficiencia energética.
- Mayor alcance operativo frente a los multirrotores.
- Capacidad para cubrir grandes áreas en un solo vuelo, ideal para cartografía o monitoreo de extensiones agrícolas y forestales.
- Menor consumo eléctrico o de combustible por minuto de vuelo.
- Estabilidad en vuelo de crucero, especialmente en condiciones de viento moderado.
- Incorporación de sensores y cámaras RGB, multiespectrales, térmicas o LIDAR.

### Desventajas

- No pueden realizar vuelo estacionario (hovering), lo que limita su uso en áreas reducidas o tareas de observación puntual.
- Requieren espacio o sistemas especiales para despegue y aterrizaje.
- Maniobrabilidad limitada a comparación de los multirrotores.
- Mayor complejidad en la planificación de vuelo y recuperación.
- Menor precisión en vuelos a baja altura o con obstáculos cercanos.

### Usos típicos

- Cartografía y fotogrametría de gran escala
- Monitoreo agrícola y forestal
- Vigilancia fronteriza
- Evaluación de desastres en áreas extensas
- Patrullaje marítimo
- Levantamientos topográficos de largo alcance
- Fumigación agrícola.

### Marcas comerciales:

- SenseFly eBee X
- Parrot Disco-Pro AG
- Trimble UX5
- Quantum Systems Trinity F90+
- AeroVironment Puma 3 AE.

Figura N°05: Ala fija, marca Trimble UX5



Fuente: <https://geodezjarabiega.pl/fotogrametria-dronami/>

### 7.3. RPAS Híbridos

Los RPAS híbridos son aeronaves que combinan las ventajas de los sistemas de ala fija y de ala rotatoria, integrando capacidades de VTOL con la eficiencia aerodinámica del vuelo horizontal sustentado por alas. Durante las fases de despegue, aterrizaje o vuelo estacionario, utilizan rotores eléctricos similares a los de los multirrotores; una vez en altura, cambia al modo de ala fija, empleando un motor principal para el empuje horizontal. Esta configuración les permite operar en espacios reducidos o terrenos sin infraestructura aeroportuaria, manteniendo una autonomía superior a la de los multirrotores convencionales.

Características técnicas principales:

- Transición automática entre vuelo vertical y horizontal.
- Autonomía extendida (60–180 min dependiendo del modelo).
- Ofrecen velocidades de crucero más altas (70-120 km/h) y un mayor alcance gracias a la eficiencia de la configuración de ala fija para el vuelo horizontal.
- Capacidad de carga útil, pueden transportar múltiples cargas útiles simultáneamente.

Ventajas:

- Versatilidad de operaciones, despegue y aterrizaje vertical (VTOL) sin requerir pista.
- Combina autonomía y alcance de los RPAS de ala fija con la maniobrabilidad de los multirrotores.
- Alta eficiencia energética en vuelo de crucero.
- Equipados con sensores multispectrales, térmicos o cámaras RGB de alta resolución.

Desventajas:

- Mayor complejidad mecánica y electrónica.
- Coste de adquisición y mantenimiento elevado.
- Transiciones de vuelo (vertical–horizontal) requieren calibraciones precisas.

- Menor resistencia estructural frente a aeronaves puramente de ala fija.

Usos típicos:

- Cartografía aérea de gran extensión
- Topografía de precisión
- Monitoreo agrícola
- Inspección de infraestructura crítica
- Vigilancia ambiental y operaciones de búsqueda
- Fumigación agrícola

Marcas comerciales:

- Quantum Systems Trinity F90+
- WingtraOne GEN II
- Vertical Technologies DeltaQuad Pro VTOL
- AeroVironment Quantix Recon
- IdeaForge Switch UAV

*Figura N°06: Híbrido, marca Quantum Systems Trinity F90+*



Fuente: <https://www.propelleraero.com/quantum-systems-trinity-f90-propeller-ppk/>

#### 7.4. Sistemas de Aeronave Pilotadas a Distancia y personal acreditado para sobrevolar con RPAS en el INDECI

Tabla N°02: Sistemas de Aeronave Pilotadas Remotamente en el INDECI

RPA	Características	Usos Principales
Mavic Mini 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de vuelo: 30 minutos / real 20 minutos.</li> <li>Alcance de transmisión: 10 Km</li> <li>Peso: 249 g. Aprox.</li> <li>Velocidad Máxima: 16 m/s.</li> <li>Integra CMOS de 1/1.3 pulgadas 4k, 12 MP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fotografía y uso recreativo de alta calidad (ideal para viajes, paisajes, redes sociales).</li> <li>Creación de contenido digital (TikTok, Instagram y Youtubers).</li> <li>Hobby y entretenimiento.</li> </ul>
Phantom 4 pro V2.0 (*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de vuelo: 30 minutos / real 20 minutos.</li> <li>Alcance de transmisión: 10 Km</li> <li>Peso: 1.4 kg. Aprox.</li> <li>Integra cámara RGB CMOS de 20 Megapíxeles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspección de pequeñas áreas afectadas por inundaciones, deslizamientos o incendios forestales.</li> <li>Inspección de áreas susceptibles a movimientos en masa e inundaciones</li> <li>Cálculo de volúmenes y detección de cambios sobre superficies</li> <li>Fotografía y video aéreo profesional.</li> <li>Seguridad Publica y Defensa, apoyo a operaciones policiales y militares.</li> </ul>
Matrice 30T	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de vuelo: 41 minutos / real 30 minutos</li> <li>Alcance de transmisión: 15 Km</li> <li>Peso: 4 kg. Aprox.</li> <li>Velocidad Máxima: 23 m/s.</li> <li>Integra cámara RGB 48Mp</li> <li>Cámara Térmica videos 4k</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Búsqueda y rescate (SAR) gracias a su cámara térmica.</li> <li>Gestión de emergencias, mapeo de grandes zonas afectadas por Emergencias o desastres.</li> <li>Inspección de áreas susceptibles a movimientos en masa e inundaciones</li> <li>Cálculo de volúmenes y detección de cambios sobre superficies</li> <li>Vigilancia en tiempo real para operaciones en apoyo a emergencias y desastres.</li> <li>Seguridad Publica y Defensa, apoyo a operaciones policiales y militares.</li> </ul>
Matrice 350 RTK (**)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de vuelo: 55 minutos/real 45 minutos</li> <li>Alcance de transmisión: 20 Km</li> <li>Peso: 2.7 kg. Aprox.</li> <li>Velocidad Máxima: 23 m/s.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cartografía y Mapeo de alta Precisión.</li> <li>Gestión de emergencias, mapeo de grandes zonas afectadas por Emergencias o desastres.</li> <li>Vigilancia en tiempo real para operaciones en apoyo a emergencias y desastres.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámaras intercambiables, compatible con cámaras Zenmuse 45 Mp, P1 Fotogramétrica, Zenmuse L1 Escaner Lidar.</li> <li>• Sensores de detección de obstáculos. RTK integrado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de áreas susceptibles a movimientos en masa e inundaciones</li> <li>• Cálculo de volúmenes y detección de cambios sobre superficies</li> <li>• Inspección de Infraestructuras. Líneas de transmisión, minas, carreteras.</li> <li>• Seguridad Publica y Defensa, apoyo a operaciones policiales y militares.</li> </ul>
Mavic 3T (***)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de vuelo: 45 minutos /real 35 minutos</li> <li>• Alcance de transmisión: 24 Km</li> <li>• Peso: 1.05 kg. Aprox.</li> <li>• Velocidad Máxima: 15 m/s (sin viento).</li> <li>• Cámaras térmicas: Microbolómetro de VOx sin refrigeración</li> <li>• Sensor CMOS de 1/2 pulgada, píxeles efectivos: 12 MP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar problemas en infraestructura como grietas, corrosión o desgaste mediante la cámara térmica.</li> <li>• Inspección de áreas susceptibles a movimientos en masa e inundaciones</li> <li>• Cálculo de volúmenes y detección de cambios sobre superficies</li> <li>• Búsqueda y rescate (SAR) gracias a su cámara térmica y vuelo prolongado.</li> <li>• Gestión de emergencias, mapeo de grandes zonas afectadas por Emergencias o desastres.</li> </ul>

Elaboración Propia

(\*): Se encuentra en la Dirección de Preparación.

(\*\*): Nota de prensa, INDECI realizó entrega de bienes adquiridos en ceremonia encabezada por la presidenta de la República.

(\*\*\*): RPAS incorporado en los PCA, Nota de prensa, INDECI entrega Puestos de Comando Avanzado a las DDI de Piura, Cusco y San Martín

A la fecha de elaboración del presente informe, el INDECI cuenta con 26 personas acreditadas por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), distribuidas entre los órganos de línea, órganos de apoyo y direcciones desconcentradas (Tabla N°03), con mayor detalle en el Anexo N.º 01.

*Tabla N°03: Personal acreditado por el MTC, según sus oficinas, órganos de línea y direcciones desconcentradas.*

DEPENDENCIA	Cantidad del personal acreditado según tipo de RPAS					Total, de personal acreditado*
	Matrice 350 RTK	Matrice 300 RTK	Mavic 3 enterprise	PHANTOM 4 PRO	PHANTOM 4 RTK	
DIPRE	-	6	6	-	2	6
OTIC	1	5	5	1	-	5
DIRES	-	6	6	-	-	6
DIPPE	-	1	1	-	-	1
COEN	1	-	-	2	-	2
ADMINISTRACIÓN	-	1	1	-	-	1
DDI PASCO	2	-	2	-	2	2
DDI MOQUEGUA	-	-	-	1	-	1
DDI HUANUCO	1	-	-	-	1	1
DDI CAJAMARCA	1	1	1	1	1	1
<b>SUB TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>26</b>

Elaboración Propia

(\*) Personal acreditado para operar varios tipos de RPAS.

## 8. APLICACIONES DE LOS RPAS PARA LA GESTIÓN REACTIVA

### 8.1. Gestión Reactiva

El INDECI es responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación del PLANAGERD, así como asistir en los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación a través de las autoridades competentes el apoyo correspondiente. El empleo de herramientas tecnológicas, como los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS), resulta de suma importancia para disponer de información geoespacial precisa y en tiempo oportuno, que contribuya a la toma de decisiones durante las acciones de la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

#### 8.1.1. Proceso de Preparación

- Elaboración de mapas de zonas críticas a través de vuelos fotogramétricos y generación de ortofotomapas de alta resolución.
- Identificación de zonas susceptibles a movimientos en masa e inundaciones.
- Elaboración de modelos 3D de zonas expuestas a peligros de origen natural para el análisis de factores condicionantes de peligro inminente.
- Planificación de zonas focales para la ejecución de los simulacros y simulaciones a nivel nacional
- Cálculo de volúmenes y detección de cambios sobre superficies.
- Identificación de rutas evacuación y zonas seguras.

- Elaboración de estudios e investigaciones inherentes a la gestión reactiva haciendo uso de los productos de los RPAS.
- La RNAT para su funcionamiento requiere de la generación del conocimiento de los riesgos, la información sobre peligros y vulnerabilidades puede ser recopilada también a través de fotografías aéreas tomadas por RPAS.

#### 8.1.2. Proceso de Respuesta

- Estimación de daños después de la emergencia a partir de ortofotomapas (fotogrametría)
- Apoyo en búsqueda y rescate a través de la localización de personas mediante sensores térmicos o multiespectrales (Figura N°07).
- Identificación de lugares adecuados para la instalación de albergues temporales, puestos de comando, instalaciones temporales para la gestión y atención de emergencias y desastres.
- Planificación de intervenciones ante la ocurrencia de emergencias y desastres
- Monitoreo de los posibles peligros asociados que se puedan presentar en la zona de trabajo/rescate (zona caliente).

Figura N°07: Búsqueda y Rescate mediante RPAS con cámaras térmica.



Fuente: <https://www.dronebydrone.com/en/news/485/search-and-rescue-of-people-using-drones-using-thermographic-cameras.html>

#### 8.1.3. Proceso de Rehabilitación

- Vuelos con buena precisión y resolución para cuantificar los daños estructurales de los servicios básicos indispensables (transportes, telecomunicaciones, energía, agua y saneamiento)
- Monitoreo del avance en la ejecución de las intervenciones y actividades para el restablecimiento de los servicios básicos indispensables
- Documentación gráfica (imágenes y videos aéreos) para sustentar informes técnicos y solicitudes de financiamiento ante entidades competentes.

## 8.2. Empleo de RPAS en emergencias y desastres

En el presente informe se muestra la estadística del registro de emergencias considerando áreas en hectáreas (has) de cultivo y distancia en kilómetros (km) de vías en las que dichas áreas y distancias pudieron ser estimado mediante el empleo de equipos RPAS para las acciones de la gestión reactiva, dado que su utilización permite obtener información geoespacial precisa y en tiempo real, facilitando una respuesta más oportuna y la verificación de las áreas afectadas.

Los equipos RPAS, pueden ser empleados en diversos tipos de emergencias, tales como:

- Actividad volcánica
- Aludes
- Derrames de sustancias peligrosas
- Derrumbes
- Deslizamientos
- Inundaciones
- Incendios (forestales y antrópicos)
- Lluvias intensas
- Flujos de detritos (huaicos)
- Sismos

El uso de RPAS en estos escenarios permite obtener información geoespacial precisa y oportuna sobre las áreas afectadas, los medios de vida impactados y las estructuras colapsadas, así como identificar a la población potencialmente damnificada y afectada. Dicha información constituye como insumo para el llenado del Formulario de Evaluación Rápida (Anexo N.º 01) del Registro de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN).

### Registro de emergencias SINPAD

Según la información registrada en el Sistema Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD) del INDECI, se analizó la cuantificación de cultivos destruidos (ha), carreteras destruidas (km) y puentes colapsados, datos que resultan fundamentales para la evaluación de daños y la planificación de las acciones de respuesta.

De acuerdo con la información del SINPAD, se consideró el período 2010–2024, dado que a partir del año 2010 se inició la integración del WiFi y el auge comercial de los equipos RPAS, lo que facilitó su implementación progresiva en el país.

Los años con mayor afectación fueron 2017, 2023 y 2024, destacando el 2017 con 50,986 hectáreas de cultivos destruidos, 3 339.17 km de carreteras afectadas y 508 puentes colapsados, en correspondencia con los impactos del Fenómeno El Niño Costero. Asimismo, el año 2023 registró un repunte significativo con 74 395.74 hectáreas de cultivos destruidos, evidenciando nuevamente que los RPAS representan una alternativa como herramienta fundamental para el levantamiento de información geoespacial durante eventos de gran magnitud de manera rápida y eficiente (Tabla N°04).

*Tabla N°04: Información de cultivos, carreteras, puentes destruidos y cantidad de emergencias registradas, periodo 2010-2024*

<b>AÑOS</b>	<b>CULTIVO DESTRUIDO (HAS)</b>	<b>CARRETERA DESTRUIDA (KM)</b>	<b>N° PUENTE DESTRUIDO</b>	<b>N° CANT. EMERGENCIAS</b>
2010	5 558.00	519.73	92	3 158
2011	20 870.00	1 064.93	289	3 578
2012	30 351.00	1 699.45	236	3 908
2013	10 421.00	559.02	84	2 827
2014	14 118.00	117.54	48	2 442
2015	18 820.00	918.81	239	2 730
2016	6 962.00	255.58	149	2 253
2017	50 986.00	3 339.17	508	6 131
2018	2 949.00	357.19	70	3 178
2019	26 287.64	418.06	240	3 399
2020	16 782.06	188.66	168	3 086
2021	24 306.15	199.30	250	5 192
2022	29 803.88	161.61	185	4 791
2023	74 395.74	1 658.96	632	8 333
2024	43 524.79	922.15	413	9 697
<b>TOTAL</b>	<b>376 135.25</b>	<b>12 380.16</b>	<b>3 603</b>	<b>64 703</b>

Fuente: Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD-INDECI).

En 64 703 emergencias podría haberse empleado los RPAS para la identificación de zonas afectadas y estimación de daños. La utilidad potencial del empleo de RPAS en la recopilación y verificación de información geoespacial después de las emergencias, permite una estimación más precisa de las áreas afectadas y de las pérdidas en infraestructura y/o medios de vida, lo que contribuiría a optimizar la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) y a fortalecer la toma de decisiones para la respuesta y rehabilitación de manera eficiente y eficaz.

## 9. EMPLEO DE LOS RPAS EN EL INDECI


A continuación, se informará sobre algunas de las actividades relacionadas al uso de RPAS más relevantes; en las que los productos generados han sido empleados para el cumplimiento de las funciones del INDECI a través de la Dirección de Preparación: estudios complementarios, planificación de acciones para la respuesta y rehabilitación y Plan Operativo Institucional.

### a) Derrumbe en los acantilados de la Costa Verde – Magdalena del Mar

El 08 de agosto de 2019 un sector del acantilado cercano a la bajada de la avenida Sucre, en el distrito de Magdalena del Mar ocurrió un derrumbe, ocasionando el cierre del carril derecho en dirección sur – norte de la costa verde. Al día 13 de agosto, siendo necesario el cierre de vía y la identificación de la zona afectada en muy alto riesgo de derrumbe en salvaguarda de la integridad física de la población, se requirió de la elaboración de ortofotomapas mediante la captura y procesamiento de fotografías aéreas tomadas con RPAS.

Esta labor fue llevada a cabo por la Dirección de Preparación en coordinación con la OTIC.

Figura N°08: Reporte de Peligro Inminente N° 042-13/03/2020/COEN



**REPORT DE PELIGRO INMINENTE N° 042 – 13/03/2020 / COEN - INDECI / 11:55 HORAS**  
**(Reporte N° 9)**

**PELIGRO INMINENTE POR DERRUMBE  
EN LOS ACANTILADOS DE LA  
COSTA VERDE - LIMA**

**I. HECHOS:**

Según la "Estimación de Riesgo en los Acantilados de la Costa Verde" elaborado por la Subgerencia de Estimación, Prevención, Reducción y Reconstrucción de la Gerencia de Defensa Civil y Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Metropolitana de Lima, informa que en fecha 08 de agosto de 2019, se produjo un derrumbe en el acantilado de la Costa Verde perteneciente a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Magdalena del Mar.

Cabe resaltar que la zona es afectada por peligros geológicos del tipo derrumbes y caída de rocas; que produjo la caída de materiales de naturaleza antropogénica de relleno, que obstruyó la vía Circuito de Playas de la Costa Verde.

Entre los factores condicionantes que originaron el derrumbe, se tienen: la pendiente fuerte a muy escarpada del terreno, el tipo de suelos antropogénicos de relleno, conformado por suelos finos, desmonte de construcción (bloques de concreto y ladrillos) y restos de plantas; y un mal sistema de riego que saturó parte de los suelos donde se produjo el derrumbe.

Por las condiciones geológicas-geodinámicas presentes en el sector, se le considera como zona crítica de muy alto peligro a la ocurrencia de derrumbes, caída de rocas y deslizamientos, ante la ocurrencia de sismos o si se vuelven a presentar la condicionante antrópica (riego de jardines).

Estas condiciones de geodinámica externa hacen que los acantilados de la Costa Verde que involucran a los distritos de San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores, Barranco y Chorrillos sean inestables por lo que genera un peligro inminente de derrumbe.

Por lo cual se generaron los siguientes reportes de peligro en el SINPAD: 4140, 4141, 4136, 4139, 4138 y 4137.

Fuente: INDECI – COEN.

Para llevar a cabo la citada actividad, fue necesario de la elaboración del plan de vuelo, transporte, toma de datos, procesamiento y análisis de los productos generados (ortofotos), el personal empleado fue de 01 brigada compuesta por:

- 1 Piloto de RPAS

El piloto cuenta con conocimientos en GRD, por lo que pudo identificar la zona de peligro. Sin embargo, el piloto no cuenta con licencia para operar RPAS

- 2 Asistentes para el despegue y seguimiento del RPA

Los asistentes también cuentan con conocimiento en GRD. No obstante, tampoco cuentan con licencia para operar RPAS.

- 1 Chofer encargado del transporte del personal

El chofer es un personal contratado o destacado de la oficina de transportes del INDECI.



Así mismo, entre la logística que se utilizó para llevar a cabo dicha actividad se encuentra:

- 1 Camioneta rural (No equipada para el transporte de RPAS)
- 1 RPAS Modelo Phantom 4 PRO (Multirotor)
- 1 Ipad 5 mini 2019
- Software Photoscan
- ArcGIS 10.4.1
- Pix4Dcapture
- GNSS navegador

Observación: La logística empleada fue lo mínimo necesario con los que la institución contaba en ese momento para llevar a cabo la actividad, cabe resaltar que se cumplió con el objetivo. Sin embargo, debido a la antigüedad del RPAS y las pocas baterías, se presentaron dificultades técnicas al tener que cambiar las baterías cada 15 minutos (autonomía de vuelo muy poca), telemetría baja y mando conectado a un Ipad con pantalla muy limitada (7.9").

Figura N°09: Ortofoto del Acantilado de la Costa Verde.



Fuente: INDECI – DIPRE (Dirección de Preparación).

- b) Captura y procesamiento de fotografías aéreas de la zona de playas en la Costa Verde para simulación del 05/03/2020 por sismo seguido de tsunami.

Debido a que el INDECI no cuenta con la capacidad para sobrevolar 74 hectáreas de terreno con una precisión de GSD de 4cm y estaciones de trabajo modernas para el procesamiento de estas fotografías aéreas para la generación de la ortofotomapas de grandes extensiones de terreno, fue necesario solicitar el apoyo al Instituto Geográfico Nacional con Oficio N° 0414-2020-INDECI/10.1, del 31 de enero 2020.

Siendo el 02 de febrero de 2020 la fecha en que se sobrevoló la zona de playas de la Costa Verde que comprenden los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores, logrando identificar aquellas zonas críticas debido a la gran afluencia de público veraneante, la ortofoto ha sido insumo para la simulación de la Costa Verde y la elaboración de un estudio para la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

Para llevar a cabo el planeamiento de vuelo, transporte, toma de datos, procesamiento de las fotografías aéreas por parte del IGN fue necesario el empleo de 02 brigadas que comprendió:

- 2 Piloto de RPAS

Los pilotos de RPAS del IGN contaban con licencia y permisos para llevar a cabo la actividad

- 4 Asistentes para el despegue y seguimiento de los RPAS

Los asistentes contaban con conocimiento en GRD. No obstante, tampoco cuentan con licencia para operar RPAS, 2 de ellos del IGN y 2 del INDECI.

- 2 Choferes encargados del transporte de personal

Ambos choferes fueron personal asignado por la oficina de transportes del INDECI

Así mismo, entre la logística que se utilizó para llevar a cabo la actividad se encuentra:

- 1 Camioneta rural no equipada para el transporte de RPAS
- 1 RPAS Modelo Phantom 4 PRO (Multirotor)
- 1 Ipad 5 mini 2019
- Software Photoscan
- ArcGIS10.4.1
- Pix4Dcapture
- GNSS navegador

Observación: Para llevar a cabo esta actividad, la Dirección de Preparación realizó diversos trámites administrativos para que el IGN apoye en el sobrevuelo de las playas. Sin embargo, llevar a cabo los trámites administrativos por parte de ambas instituciones demandó 5 días aproximadamente.



Figura N°10: Ortofoto Playa agua dulce de la Costa Verde. EL presente, es solo un ejemplo de sector de la ortofoto completa que comprende los balnearios de los distritos de Chorrillos, Barranco y Miraflores. Elaborado por el IGN para el INDECI.



Fuente: INDECI – DIPRE (Dirección de Preparación).

- c) Identificación de puntos críticos en zonas no accesibles ante lluvias y peligros asociados

En vista de la temporada de verano 2019 y los pronósticos de lluvias sobre lo normal en la sierra central, surgió la necesidad de conocer las medidas que vienen llevándose a cabo en la cuenca de los ríos Rímac, Lurín y Chillón. Por lo que se conformó un equipo técnico de la Dirección de Preparación y la Oficina de Tecnologías de la Información (OTIC) para sobrevolar aquellas zonas críticas no accesibles e identificar la situación de estos lugares.

El informe técnico y los productos generados (ortofotomapas, fotografías aéreas) sirvieron de insumo para la planificación, organización y ejecución de simulaciones y simulacros organizada por el INDECI como por los Gobiernos Locales.

Para llevar a cabo la citada actividad, fue necesario de la elaboración del plan de vuelo, transporte, toma de datos, procesamiento y análisis de los productos generados (ortofotos), el personal empleado fue de 01 brigada compuesta por:

- 1 Piloto de RPAS

El piloto cuenta con conocimientos en GRD, por lo que pudo identificar la zona de peligro. Sin embargo, el piloto no cuenta con licencia para operar RPAS

- 2 Asistentes para el despegue y seguimiento del RPA

Los asistentes también cuentan con conocimiento en GRD. No obstante, tampoco cuentan con licencia para operar RPAS.

- 1 Chofer encargado del transporte del personal

El chofer es un personal contratado o destacado de la oficina de transportes del INDECI.

Así mismo, entre la logística que se utilizó para llevar a cabo dicha actividad se encuentra:

- 1 Camioneta rural, no equipada para el transporte de RPAS
- 1 RPAS Modelo Phantom 4 PRO (Multirotor)
- 1 Ipad 5 mini 2019
- Software Photoscan (versión de prueba)
- ArcGIS10.4.1 (versión de prueba)
- Pix4Dcapture (versión de prueba)
- GNSS navegador



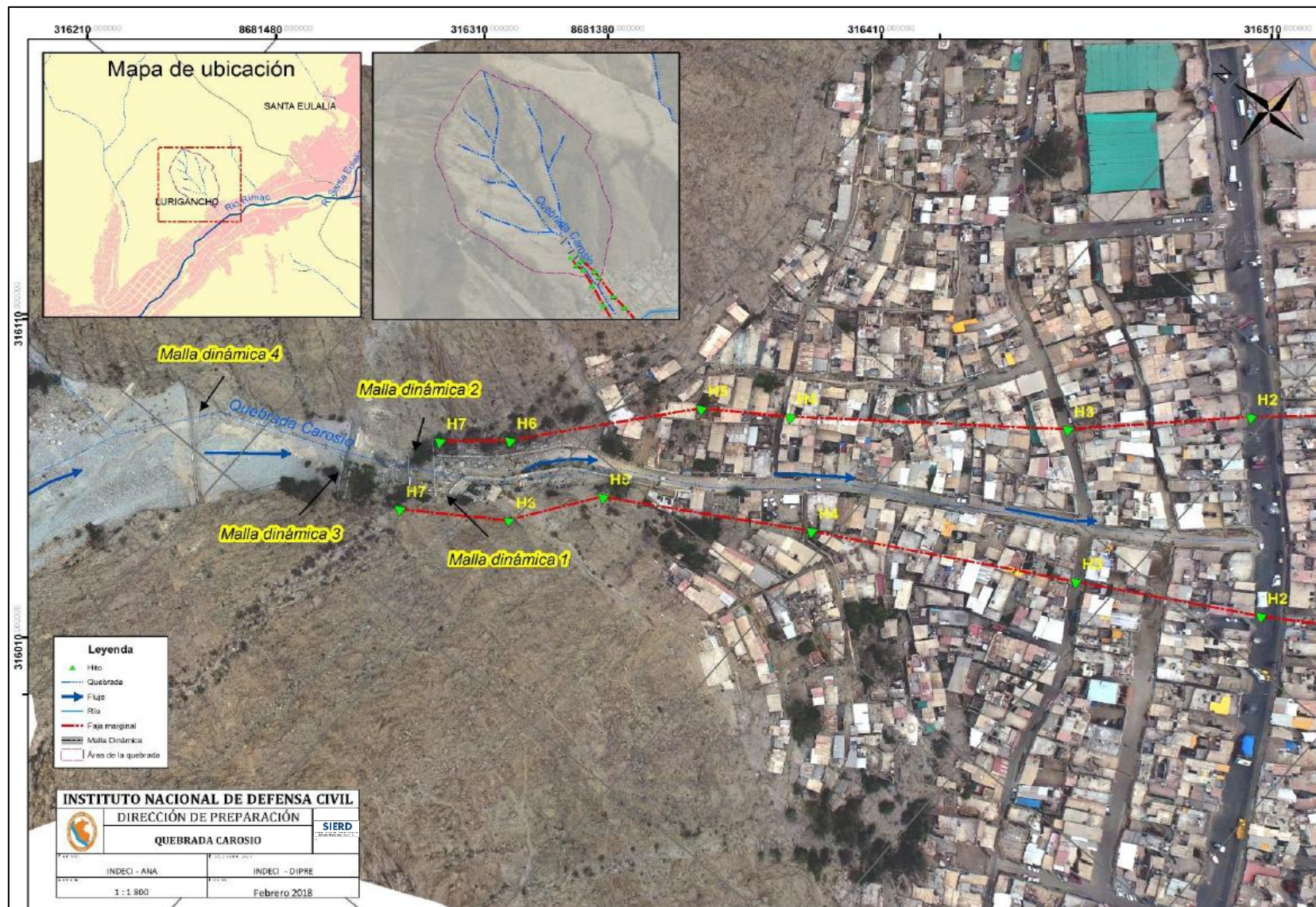
*Figura N°11: Fotografía RPAS, Quebrada Carosio. Se observa la colmatación de las barreras dinámicas.*



Fuente: INDECI 2018.



Figura N°12: Ortofotomapa de la Quebrada Carosio.



Fuente: INDECI 2018.



Figura N°13: Ortofoto, Quebrada Cashahuacral



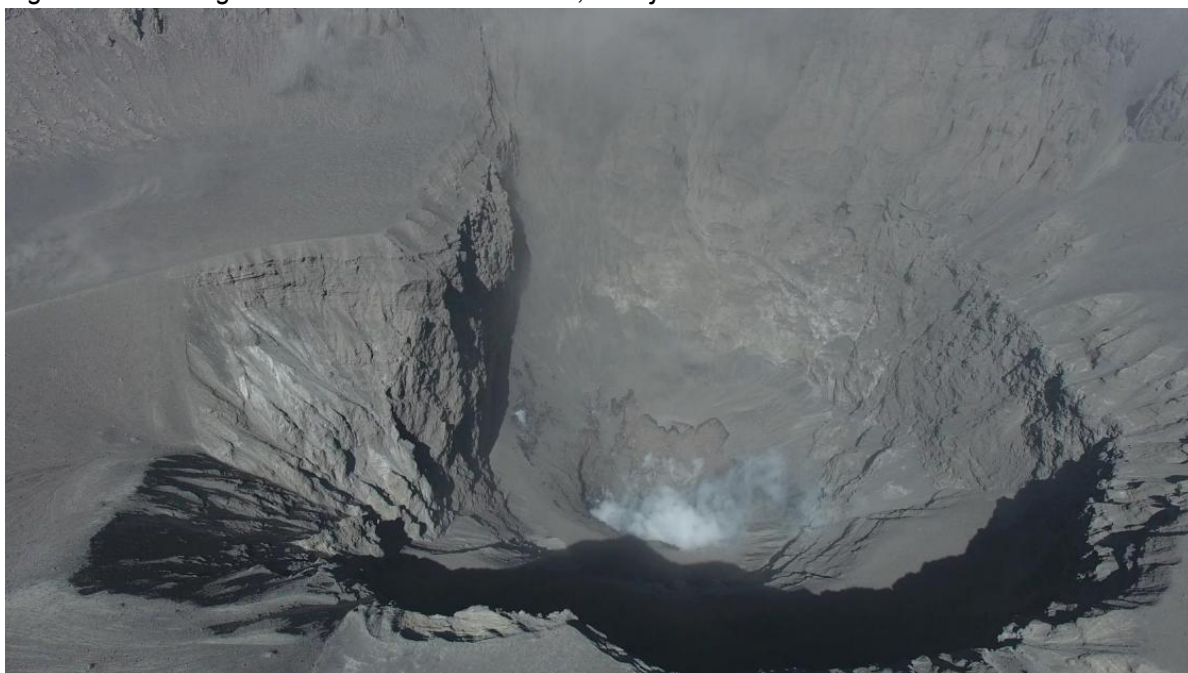
Fuente: INDECI 2018.



d) Erupción del Volcán Ubinas

Entre el 4 y 5 de julio de 2023, el nivel de alerta volcánica del Ubinas se elevó a Naranja debido al incremento de su actividad. En este contexto, el INDECI, a través del despliegue de su Grupo de Intervención Rápida para Emergencias y Desastres (GIRED), empleó RPAS en coordinación con el INGEMMET para determinar el estado situacional del volcán, identificar la población potencialmente expuesta a lahares, material piroclástico (fragmentos sólidos) y gases tóxicos, así como para evaluar las posibles zonas seguras destinadas a la instalación del Puesto de Comando Avanzado (PCA) y posibles albergues ante una eventual erupción. En el grupo GIRED contó con personal de la DIPRE y OTIC.

*Figura N°14: Fotografía aérea del volcán Ubinas, 7 de julio 2023*



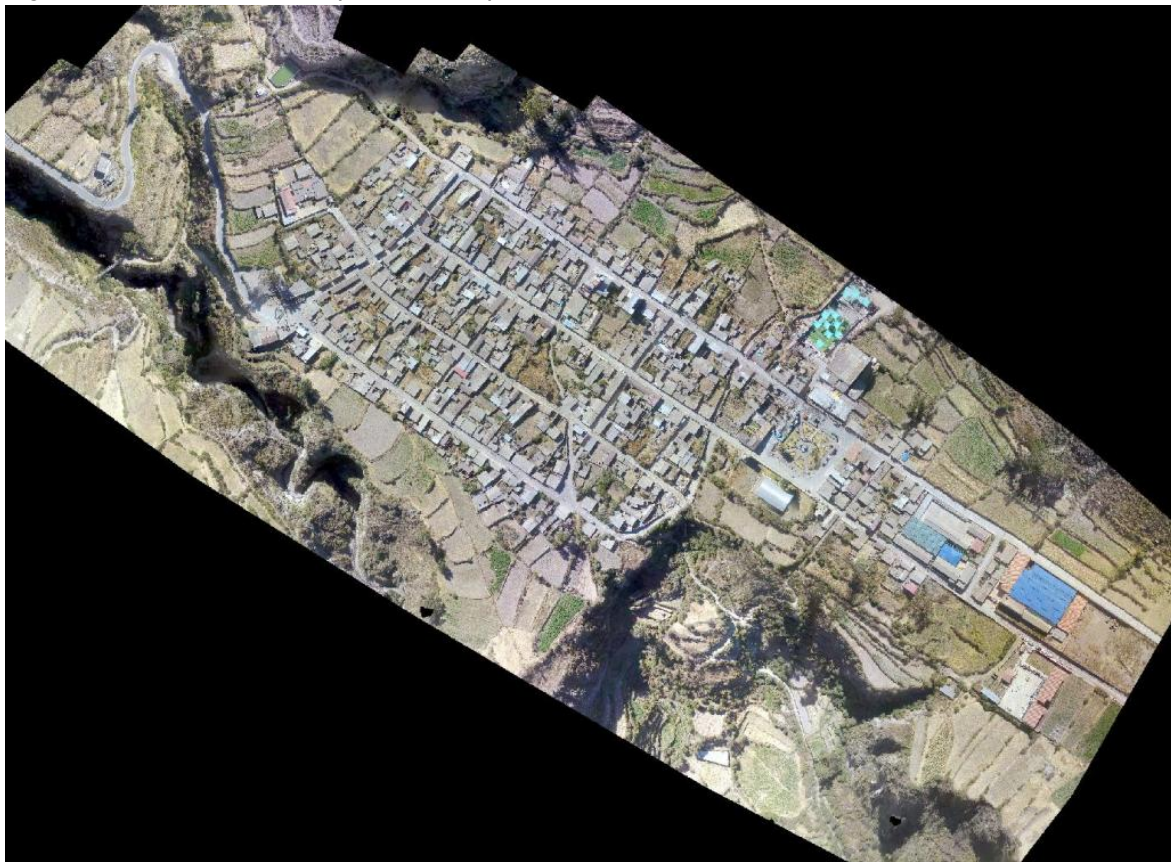
Fuente: INDECI 2023.

*Figura N°15: Personal INDECI-GIRED e INGEMMET, sobrevolando RPAS*



Fuente: INDECI 2023.

*Figura N°16: Ortofoto, de la población expuesta.*



Fuente: INDECI 2023.

*Figura N°17: Ortofoto, identificación para un posible albergue.*



Fuente: INDECI 2023.



## 10. RESULTADOS

De acuerdo con la información registrada en el SINPAD, durante el periodo 2010–2024 se reportaron los siguientes daños a nivel nacional: 376 135.25 hectáreas de cultivos destruidos, 12 380.16 kilómetros de carreteras destruidas y 3 603 puentes colapsados, correspondientes a las emergencias señaladas en el numeral 9.1 del presente informe. Bajo este contexto, el empleo de RPAS habría permitido recopilar esta información con mayor eficiencia y precisión.

A la fecha de elaboración del presente, el INDECI cuenta actualmente con 26 personas acreditadas para operar RPAS ante la DGAC del MTC, quienes se encuentran capacitados para operar varios tipos de RPAS con los que cuenta el INDECI para la atención oportuna de emergencias o desastres.

La Dirección de Preparación, a través de la Subdirección de Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres dispone de equipos informáticos adecuados y de profesionales capacitados para el procesamiento, análisis y generación de productos de los RPAS, como ortofotos y modelos tridimensionales, que contribuyen a la toma de decisiones y al fortalecimiento de la Gestión Reactiva en el marco del SINAGERD. No obstante, no se dispone de RPAS operativos.

## 11. CONCLUSIONES

El empleo de herramientas tecnológicas como los RPAS, así como personal capacitado y acreditado por la DGAC del MTC permite optimizar la gestión de los recursos y mejorar la capacidad de respuesta ante situaciones de peligro inminente, emergencia o desastre.

El uso de RPAS posibilita la obtención de Modelos Digitales de Elevación (DEM), ortofotos, curvas de nivel y fotografías aéreas, los cuales constituyen insumos esenciales para el análisis y la toma de decisiones en los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación.

Las entidades de los tres niveles de gobierno disponen de una normativa vigente que regula el uso de RPAS, la cual debe ser implementada de manera adecuada y coordinada para fortalecer la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), en particular para la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

Las actividades de captura remota de imágenes mediante RPAS son necesarias en la institución, ya que permiten optimizar las funciones establecidas en el Reglamento de la Ley N.º 29664 – SINAGERD, principalmente en los procesos de Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

## 12. RECOMENDACIONES

Fortalecer las capacidades institucionales mediante la realización de cursos de acreditación de pilotos RPAS en entidades reconocidas por la DGAC – MTC para brindar el referido curso, con el objetivo de aumentar el número de operadores calificados.

Dotar al INDECI de equipamiento especializado, que comprenda:

- Vehículos acondicionados para el traslado seguro de RPAS
- Servidores con capacidad de almacenamiento para ortofotomapas y productos geoespaciales
- Estaciones de trabajo de alto rendimiento y laptops robustas con internet satelital para descarga, procesamiento y análisis de imágenes en emergencias y desastres en tiempo real
- Software con licencia (Pix4D, Agisoft PhotoScan, ArcGIS, entre otros) para el procesamiento fotogramétrico y geoespacial
- Cursos complementarios de operaciones con RPAS en situaciones de peligro inminente, emergencias y desastres

Garantizar que el personal operativo del INDECI se encuentre debidamente acreditado, capacitado y entrenado en operación de RPAS, fotogrametría y procesamientos de ortofotos.

Aprovechar las capacidades del personal que ya cuenta con acreditación y experiencia en el manejo de RPAS, optimizando su participación en las operaciones que requieran el empleo de los equipos con los que actualmente cuenta el INDECI.

Mantener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los RPAS del INDECI y sus accesorios, con el fin de asegurar su funcionamiento óptimo durante las operaciones en cuanto sea necesario.

Implementación de un equipo de pilotos RPAS del INDECI que coadyuve al empleo de RPAS para la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

Elaboración de una directiva para la gestión, operación e implementación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente en el INDECI para sus aplicaciones en la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres.

Realizar vuelos de prueba periódicos para verificar el estado técnico de los equipos, validar procedimientos operativos y mantener las competencias de los operadores y los RPAS con los que se cuenta la institución.

Implementar la contratación de los seguros de los RPAS institucionales, conforme a lo establecido en la normativa vigente de la DGAC, a fin de garantizar operaciones seguras de los RPAS y contar con la cobertura correspondiente ante posibles incidentes.

### **13. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE RPAS EN EL INDECI**

#### **13.1. Análisis FODA**

El análisis FODA permite identificar los factores internos y externos que influyen en la gestión y operatividad de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) en el INDECI, a fin de orientar acciones de mejora y fortalecer su utilización en el marco de la Gestión del Riesgo de Desastres.



### **Fortalezas**

- F1. Disponibilidad de equipos RPAS Matrice 350 RTK, con capacidad para producir información rápida, precisa y oportuna para la toma de decisiones de la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres
- F2. Estaciones de trabajo en la Dirección de Preparación para el procesamiento de información geoespacial, así como profesionales especializados en fotogrametría y análisis espacial
- F3. Experiencia previa en operaciones reales de emergencia (erupciones volcánicas, inundaciones, entre otras) y simulacros nacionales, donde el empleo de los RPAS demostró ser una herramienta oportuna
- F4. Contar con 26 pilotos RPAS con acreditación vigente para operar Matrice 350 RTK, Matrice 300 RTK, Phantom 4, Mavic 3T

### **Oportunidades**

- O1. Acondicionar los equipos RPAS Matrice 350 RTK mediante la adquisición e integración de sensores especializados (cámaras térmicas, multiespectrales y otros accesorios), orientados a optimizar su empleo en la Gestión Reactiva del Riesgo de Desastres
- O2. Instalaciones de trabajo estratégicas en regiones a través de las Direcciones Desconcentradas, para ser acondicionadas para el almacenamiento y custodia del RPAS, así como replicar y ampliar la capacidad institucional de procesar la data de RPAS a nivel regional.
- O3. Marco normativo vigente que regula y respalda el empleo de RPAS por parte del INDECI para la atención de emergencias y desastres, así como la creciente demanda institucional y multisectorial de información geoespacial para el análisis de escenarios de riesgo y la respuesta ante emergencias
- O4. Fortalecer las capacidades técnicas y operativas de los pilotos y futuros pilotos RPAS del INDECI mediante programas de capacitación, especialización y certificación, así como a través de convenios con entidades orientados al empleo RPAS

### **Debilidades**

- D1. Escaso o nulo empleo de los RPAS institucionales, debido al falta del personal capacitado y/o acreditado, así como la falta de capacitaciones y actualización operativa, lo que ocasiona su almacenamiento en espacios inadecuados y dificulta la adecuada custodia de los RPAS y sus accesorios.
- D2. Disparidad entre los tipos de RPAS que posee la institución y los tipos que pueden volar nuestro personal acreditado
- D3. Falta de licencias de software para el procesamiento de los datos obtenidos de los RPAS, así como de hardware portátil robustos adecuados para procesar la información in situ de la emergencia
- D4. Ausencia de una directiva para la operatividad de los RPAS del INDECI. Así como procedimientos estandarizados consolidados para operaciones RPAS en escenarios de emergencia

### **Amenazas**

- A1. Riesgo de descalibración, deterioro y reducción de la vida útil de los RPAS como consecuencia del almacenamiento inadecuado, uso incorrecto, falta de mantenimiento y prolongados periodos de inoperatividad, así como extravío de

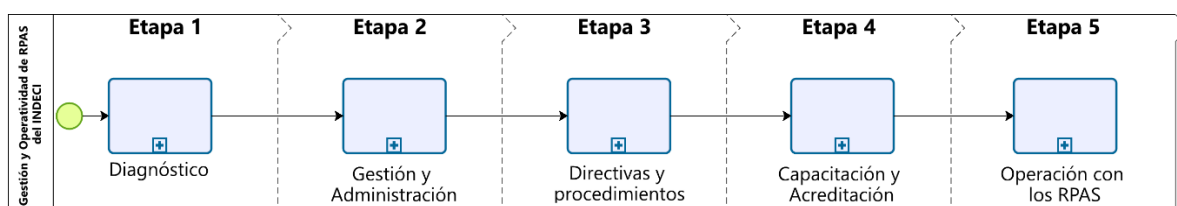
componentes del RPAS, lo que limita o imposibilita el uso del RPAS y reduce su autonomía operativa

- A2. Insuficiencia de pilotos para operar simultáneamente todos los RPAS institucionales disponibles, especialmente ante emergencias concurrentes en diferentes regiones
- A3. Riesgo de fallas técnicas, bloqueos del sistema o pérdida de información durante el procesamiento de los datos obtenidos por RPAS, debido a la ausencia de software licenciado y de hardware robustas para procesar la data en sitio de la emergencia
- A4. Riesgo de generación de información incompleta o imprecisa ante la falta de directiva y procedimientos operativos claros, lo que puede dificultar una toma de decisiones oportuna y eficaz durante una emergencia.

### 13.2. Propuesta para la gestión y operación de RPAS en el INDECI

La propuesta se desarrolla en cinco (5) etapas, cada una comprende una serie de actividades necesarias para su correcta gestión e implementación en la entidad. La propuesta también comprende órganos, oficinas y direcciones desconcentradas del INDECI que pudieran tener a cargo cada una de las actividades, así como el asesoramiento y/o supervisión para su correcta implementación (previa evaluación de las mismas).

Figura N°18: Etapas para la gestión e implementación de RPAS en el INDECI.



Elaboración propia.

### 13.3. Propuesta de actividades para el desarrollo de las etapas señaladas anteriormente

#### ETAPAS Y ACTIVIDADES PARA LA GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE RPAS EN EL INDECI

<b>Etapas</b>	<b>Gestor</b>	<b>Asesor</b>
<b>Etapas 1: Diagnóstico</b>		
a. Identificación de RPAS en el INDECI	OAD	DIPRE, GG y OTIC
b. Identificación de pilotos RPA certificados en el INDECI	OAD	DIPRE, GG y OTIC
c. Revisión técnica del estado de los RPAS y/o por una entidad externa (en caso de no tener especialista para ello)	OTIC	DIPRE y GG
d. Peritaje, valoración del RPAS (por una empresa externa competente)	OAD	DIPRE, GG y OTIC
e. Identificación de necesidades logísticas para el empleo técnico de RPAS (Laptop robusta, repuestos adicionales, baterías adicionales, cámara térmica y Lidar, impresora 3D y material)	DIPRE/OTIC	ÓRGANOS DE LÍNEA y GG
f. Identificación de proveedor de cursos de certificación, capacitación y manejo de software para el empleo de RPAS según las necesidades	OAD	ÓRGANOS DE LÍNEA, GG y OTIC
<b>Etapas 2: Gestión y Administración</b>		
a. Identificación de lugares estratégicos, apropiados y seguros para el almacenamiento de RPAS	OAD	DIPRE, GG y OTIC
b. Adecuación de los lugares estratégicos para el almacenamiento de RPAS	OAD	DIPRE, GG y OTIC
c. Registro de RPAS en la DGAC del MTC	OAD	DIPRE, GG y OTIC
d. Adquisición de seguros para cada RPAS (para el equipo y responsabilidad civil frente a terceros)	OAD	DIPRE, GG y OTIC
e. Adquisición de software para procesamiento de datos obtenidos por el RPAS	OAD	DIPRE, GG y OTIC
f. Adquisición de complementos para pilotaje de RPAS (Laptop robusta, internet satelital, cámara térmica, cámara Lidar, impresora 3D, disco duro externo, baterías adicionales, hélices adicionales, impresora 3D y material, entre otros)	OAD	DIPRE, GG y OTIC
g. Asignación de RPAS a órganos de línea y DDI de manera estratégica, apropiada y segura	OAD	DIPRE, GG y OTIC
<b>Etapas 3: Directivas y Procedimientos</b>		
a. Análisis de las regulaciones vigentes sobre RPAS	DIPRE	ÓRGANOS DE LÍNEA
b. Alineación vertical y horizontal para la elaboración de propuestas de directivas y normas en el INDECI	DIPRE	ÓRGANOS DE LÍNEA

c. Elaboración de propuestas de directivas y procedimientos para operaciones con RPAS en el INDECI	DIPRE	ÓRGANOS DE LÍNEA Y DE APOYO
d. Aprobación de las propuestas de directivas y procedimientos para operaciones con RPAS en el INDECI	DIPPE	ÓRGANOS DE LÍNEA Y DE APOYO

#### **Etapas 4: Capacitación y acreditación**

	<b>Gestor</b>	<b>Asesor</b>
a. Identificación de perfiles idóneos para acreditación al personal para pilotar RPAS	OAD	DIPRE
b. Requerimiento y acreditación de pilotos RPAS del INDECI	DIPRE/ OAD /OTIC	GG
c. Requerimiento y capacitación - acreditación de pilotos RPAS Matrice 350 RTK u otros drones adquiridos por el INDECI	OAD	DIPRE/OTIC
d. Celebración de convenios de cooperación interinstitucional para entrenamiento o apoyo técnico de RPAS al personal de INDECI o personal externo	ÓRGANOS DE LINEA	OCAI/GG

#### **Etapas 5: Operaciones**

	<b>Gestor</b>	<b>Asesor</b>
a. Estudios, investigación aplicada	DIPRE	GG y OTIC
b. Análisis sobre escenarios de riesgos por peligro inminente	DIPRE	-
b. Identificación de zonas críticas	DIPRE	-
c. Planificación y ejecución de simulacros y simulaciones a nivel nacional	DIPRE	-
d. Detección de cambios	DIPRE	-
e. Identificación de rutas de evacuación y zonas seguras	DIPRE	-
f. Estimación de daños en emergencias	DIRES	DIPRE, GG y OTIC
g. Búsqueda y rescate a través de la localización de personas mediante sensores térmicos y multiespectrales	DIRES	DIPRE, GG y OTIC
h. Participación en la Asistencia Humanitaria según competencias	DIRES	DIPRE, GG y OTIC
i. Identificación de lugares para la instalación de albergues	DIRES	DIPRE, GG y OTIC
j. Planificación de intervenciones ante emergencias y desastres	DIRES	DIPRE, GG y OTIC
k. Monitoreo de peligros asociados en la zona caliente	DIRES	DIPRE, GG y OTIC
l. Estimación de daños estructurales a servicios públicos indispensables (transportes, agua y saneamiento)	DIREH	DIPRE, GG y OTIC
m. Documentación gráfica (imágenes y video) para sustento de informes y solicitudes de financiamiento	DIREH	DIPRE, GG y OTIC

Firmado digitalmente

**FRANCISCO JOAQUIN MALASQUEZ BAUTISTA**  
ASISTENTE TECNICO EN GRD  
SUBDIR. SISTEMAT. INFORM. ESCEN. RIESGOS DESAST.  
Instituto Nacional de Defensa Civil

“Visto el informe que antecede, y estando conforme con su contenido en todos sus extremos, lo suscribo en señal de conformidad”

**CARLOS ALEJANDRO PICHILINGUE SIME**  
COORDINADOR  
SUBDIR. SISTEMAT. INFORM. ESCEN. RIESGOS DESAST.  
Instituto Nacional de Defensa C

## 14. ANEXOS

### 14.1. ANEXO 01: Lista de pilotos RPAS en el INDECI.

PILOTOS ACREDITADOS PARA OPERAR RPAS					
N°	NOMBRES	APELLIDOS	PERFIL PROFESIONAL	DIRECCIÓN U OFICINA	TIPO DE ACREDITACIÓN
1	CARLOS ALEJANDRO	PICHILINGUE SIME	ING. GEÓGRAFO	DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
2	CHRISTIAN	CHOQUE AMACIFUENTES	ING. GEÓGRAFO	DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE, DJI MAVIC 2 PRO.
3	EDWARD	FARFAN VARGAS	ING. GEÓGRAFO	DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE, PHANTOM 4 MULTI RTK
4	CARMEN ROSA	GUERRA FLORES	LIC. GEOGRAFÍA	DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE, PHANTOM 4 MULTI RTK
5	ASTRID GERALDINE	VELARDE CASTILLO	ADMINISTRACIÓN	DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
6	JORGE ENRIQUE	LEÓN PINEDO	CRL. EP (R)	DIRECCIÓN DE PREPARACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
7	MARDEN IVÁN	BARTRA SISLEY	TECNICO EN COMUNICACIONES	OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	MATRIX 300, MATRIX 350, MAVIC 3 ENTERPRISE
8	HENRY GILMER	PIÑELLA SOTERO	TECNICO EN COMUNICACIONES	OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
9	PIO EDUARDO	PALOMINO TORRES	TECNICO EN COMUNICACIONES	OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
10	DAVID DANIEL	PONGO HUARINO	TECNICO EN COMUNICACIONES	OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
11	SANTIAGO	SILVA FERNANDEZ	TECNICO EN COMUNICACIONES	OFICINA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
12	YRIS LISSETTE	HOYOS PAZ	ING. AMBIENTAL	DIRECCIÓN DE RESPUESTA	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
13	LUIS MIGUEL	LA TORRE UBILLUS	TCO3 EP	DIRECCIÓN DE RESPUESTA	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
14	EDGAR HONORATO	CHUMPEN SAAVEDRA	MY. PNP (R)	DIRECCIÓN DE RESPUESTA	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE



15	AMERICO	RENGIFO MARÍN	TTE. CRL. EP(R)	DIRECCIÓN DE RESPUESTA	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
16	MARTÍN AMÉRICO	LAM INJANTE	CRL. EP (R)	DIRECCIÓN DE RESPUESTA	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
17	EDGAR DANIEL	ORTEGA BRAVO	BACH. ADMINISTRACIÓN	DIRECCIÓN DE RESPUESTA	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
18	RONY	PINEDO TORRES	ING. ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS, PLANES Y EVALUACIÓN	MATRIX 300, MAVIC 3 ENTERPRISE
19	MATT JHONN	PANEZ TORRES	ECONOMISTA	DDI PASCO	MATRICE 350 RTK, MAVIC 3 PRO, AIR 3S, PHANTOM 4 RTK
20	JESUS ALBERTO	ALVINO GRADOS	BACH. ADMINISTRACIÓN Y SISTEMAS	DDI PASCO	MATRICE 350 RTK, MAVIC 3 PRO, AIR 3S, PHANTOM 4 RTK
21	IVEHT BIAANEE	BERNARDO JAIMES	ING. CIVIL	DDI HUANUCO	DJI MATRICE 350 RTK, DJI AIR 3, DJI PHANTOM 4 RTK
22	LUIS ALBERTO	CORREA CHUQUIRUNA	CRL EP (R)	DDI CAJAMARCA	DJI MATRICE 300 RTK DJI MATRICE 350 RTK DJI MAVIC 3 ENTERPRISE DJI MATRICE 4 ENTERPRISE DJI MATRICE 4 THERMAL
23	ALEXIS	CAMARGO PUMAHUACRE	MILITAR	COEN	MATRICE 300 RTK, PHANTOM 4 RTK, PHANTOM 4 PRO, MATRICE 350 RTK Y MAVIC 3 ENTERPRISE
24	YULIANA MILAGROS	GUIZADO MENA	INGENIERIA GEOGRÁFICA	COEN	DJI MAVIC, DJ PHANTOM
25	GERARDO CARLOS	AGUIRRE VÁSQUEZ	ADMINISTRADOR DE NEGOCIOS INTERNACIONALES	UNIDAD DE ABASTECIMIENTO	DJI MAVIC 3E – DJIMATRICE 300RTK
26	JORGE LADISLAO	BERLANGA LOAYZA	LIC CIENCIAS MILITARES	DDI MOQUEGUA	DJI PHANTOM 4 DJI INSPIRE 1 DJI MAVIC 2 ENTERPRISE

**14.2. ANEXO 02: Cotización de cursos de acreditación.**

COTIZACIÓN DE CURSOS DE ACREDITACIÓN						
N°	Empresa	Cant. alumnos	Precio Unitario	Total	Cant. días	Cant. horas
1	GEODRONE	17	S/ 763	S/ 12 966	3	22
2	SMART FLIGHT	20	S/ 890	S/ 17 800	3	20
3	PSP SHOP PERU	17	S/ 1 500	S/ 25 500	4	24
4	MONKEY BEAT	20	S/ 1 500	S/ 30 000	3	10

Se realizó la cotización del Curso de Acreditación con cuatro (4) empresas, donde nos proporcionaron la cantidad de alumnos, el precio unitario, el costo total del servicio y cantidad de días y horas. Cabe indicar que el alumno debe de aprobar el examen impuesto por la DGAC – MTC, con una nota mínima de 75% de acierto para poder obtener su acreditación como piloto de RPAS.