

DRONES Y REDES TERRESTRES CELULARES PARA EL CONTROL/PREVISIÓN DE CATÁSTROFES NATURALES. ASPECTOS TÉCNICOS

*José Antonio Delgado-Penín
Doctor Ingeniero de Telecomunicación. Catedrático Emérito UPC
Grupo GTDS del COIT (Col.Ofic.Ing.Telecomunicación)*

RESUMEN

1. INTRODUCCION

El monitoreo de los desastres naturales, mediante satélites artificiales de la tierra (remote sensing) y cámaras remotas fijas, presenta algunos problemas relacionados con su alto coste y sus bajas resoluciones temporales y espaciales. La tecnología de los UAVs(Drones) ofrece, por el contrario, incrementar los servicios de información y comunicación sobre desastres sobrevolando las áreas damnificadas.

Los costes de funcionamiento y adquisición de los UAS (Drones y estaciones de control) suelen ser (y son) más bajos que aquellos de los sistemas basados en satélites y, además pueden proveer imágenes con una resolución espacial muy alta de las imágenes obtenidas con los diversos métodos de obtención de las mismas.

Los UAVs con sensores adecuados pueden utilizarse de forma eficaz para la detección y respuesta a los desastres y un posterior restablecimiento de la situación post-desastre. La madurez de la tecnología UAV y su combinación con otros sistemas de comunicación para emergencias ofrece a los diversos operadores una forma nueva más rápida y conveniente para restablecer la situación que existía antes de un desastre y en las zonas afectadas por las catástrofes.

Las posibilidades que ofrece la tecnología UAS tiene dos vertientes técnicas: la aeronáutica y la telecomunicación. Ambas son importantes y no se pueden disociar.

En el ciclo de la gestión de las emergencias causadas por las catástrofes naturales, las redes de comunicación para emergencias basadas en UAVs pueden utilizar varias tecnologías relacionadas con las comunicaciones electrónicas. Las que aquí se comentan son: Redes aero-terrestres ad-hoc privadas y móviles celulares públicas.

En lo que sigue se comentan aspectos técnicos de las redes 4G y 5G que pueden ser aplicadas en redes de emergencias para solventar los problemas provocados por catástrofes naturales.

2. LOS DESASTRES NATURALES Y SU GESTIÓN

Los desastres naturales pueden ser muy diversos; pero en los diversos documentos de las Naciones Unidas (ONU) se plantean un subgrupo muy claro tal como indica la tabla que sigue:

Geophysical	Hydrological	Meteorological	Climatological	Biological	Extra-terrestrial
Earthquake Mass Movement (dry) Volcanic activity	Flood Landslide Wave action	Storm Extreme temperature Fog	Drought Glacial lake outburst Wildfire	Animal accident Epidemic Insect infestation	Impact Space weather

Ante situaciones como las que se indican, una vez más, la ONU se ha planteado [1] de forma sencilla un ciclo de gestión de las emergencias que se pueden producir y resumido aquí:

- 1.-Planificación Antes del desastre que incluye una fase de Preparación de la emergencia.
- 2.-Durante el desastre la fase de Respuesta y Socorro.
- 3.-Después del desastre las fases de Recuperación y Reconstrucción

En el ciclo de gestión para atenuar los efectos de los desastres, la Tele-Detección y sus sensores juegan un papel muy importante. La Tecnología basada en sensores facilita:

- a) Imágenes obtenidas de radares de apertura sintética
- b) Imágenes de radares de apertura sintética de interferometría
- c) Imágenes de microondas activas
- d) Altimetría por Radar
- e) Radar de precipitación
- f) Imágenes de microondas pasivas
- g) Imágenes geográficas visuales e infrarrojas
- h) Imágenes ópticas

Al empleo los satélites artificiales específicos para estos fines se les ha añadido un nuevo instrumento en sus versiones técnicas: los HAPS y los UAVs.

Las características regulatorias de los aspectos técnicos para la finalidad de la Teledetección en el caso de catástrofes están recogidos en la ITU-R-RS 1859 [2].

En el caso de los Drones (alturas bajas < 150 metros) las alternativas regulatorias están en fase de definición por: ICAO, ITU, EASA, etc. Los instrumentos técnicos que se poseen pueden formar parte de las tres fases consideradas anteriormente en la gestión de las catástrofes.

La ayuda importante que pueden facilitar las redes de comunicaciones electrónicas se centra hoy en día en las redes aero-terrestres:

- 1.-Redes Terrestres ad Hoc para facilitar conexiones en redes de poco tamaño
- 2.-Redes Aero-terrestres celulares 4G que usan Drones como nodos de red
- 3.-Posibles Redes Aero-terrestres celulares 5G (conexiones del tipo IoT) que usarán Drones.

3. REQUERIMIENTOS A SERVICIOS/REDES DE EMERGENCIAS

Los Servicios de comunicaciones electrónicas para emergencias causadas por catástrofes deben cumplir un conjunto de requerimientos que son:

***Comunicación vocal: Debe garantizarse siempre en cualquier situación de catástrofe**

***Video en tiempo real: Debe garantizarse la transmisión de video de las escenas en tiempo real y procedente de las cámaras instaladas a bordo de los Drones.**

***Mensajes multimedia: Debe garantizarse la transmisión de dibujos, mapas, etc. de la escena de la catástrofe.**

***Acceso a bases de datos remotas: Solicitud de información de: materiales de emergencia, información de vehículos, personal necesario/disponible, etc.**

***Interconexión: de redes de banda estrecha y ancha respectivamente y con otras redes.**

***Seguimiento y control en exteriores/interiores: de personal, vehículos y materiales varios.**

En el caso de las Redes los requerimientos a satisfacer son:

***Redes de banda ancha para las circunstancias actuales**

***Seguridad y aislamiento**

***Una red ad hoc privada**

***Garantías de prioridad en los servicios**

***Capacidades de interconexión veloz**

*Alta fiabilidad

*Que posean características unificadas de Mando y Control

*Portabilidad

4. REDES DE COM. 4G PARA EMERGENCIAS .EJEMPLOS

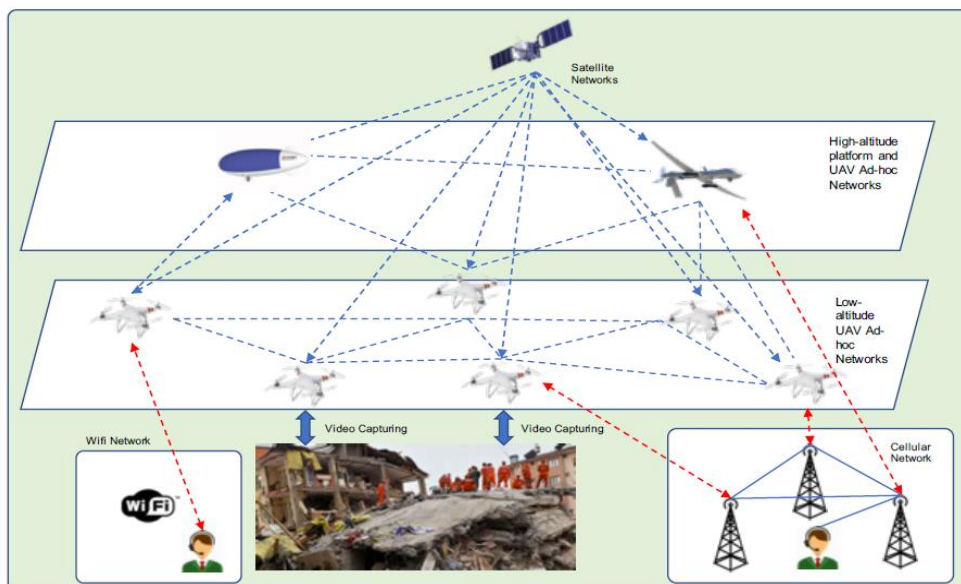
En una arquitectura de red aero-terrestre usando UAVs se pueden considerar tres componentes principales según los diferentes órganos de regulación aeronáutica y de telecomunicación:

* La Estación de Control terrestre que se responsabiliza del control completo de todo el sistema UAS y además debe proveer el interfaz humano con los UAVs en el aire.

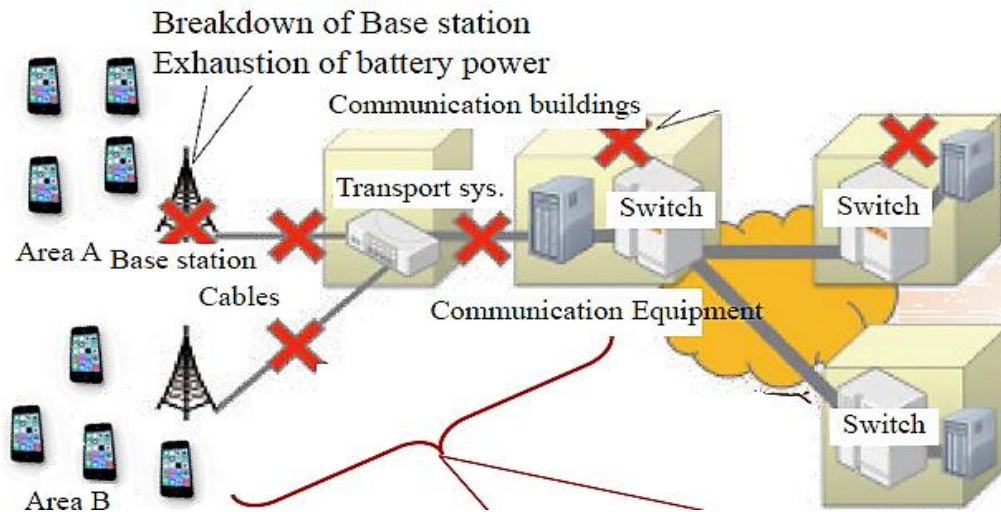
*Las Redes de Comunicación posibles para transmitir/recibir la información a/desde la Estación de control.

*El o los enjambres de Drones que son la/las plataformas aéreas que facilitan el monitoreo y la comunicación de la información a/desde tierra. Pueden incluirse en estos casos de emergencias, facilidades que controlen la pérdida de señal o el agotamiento de las baterías

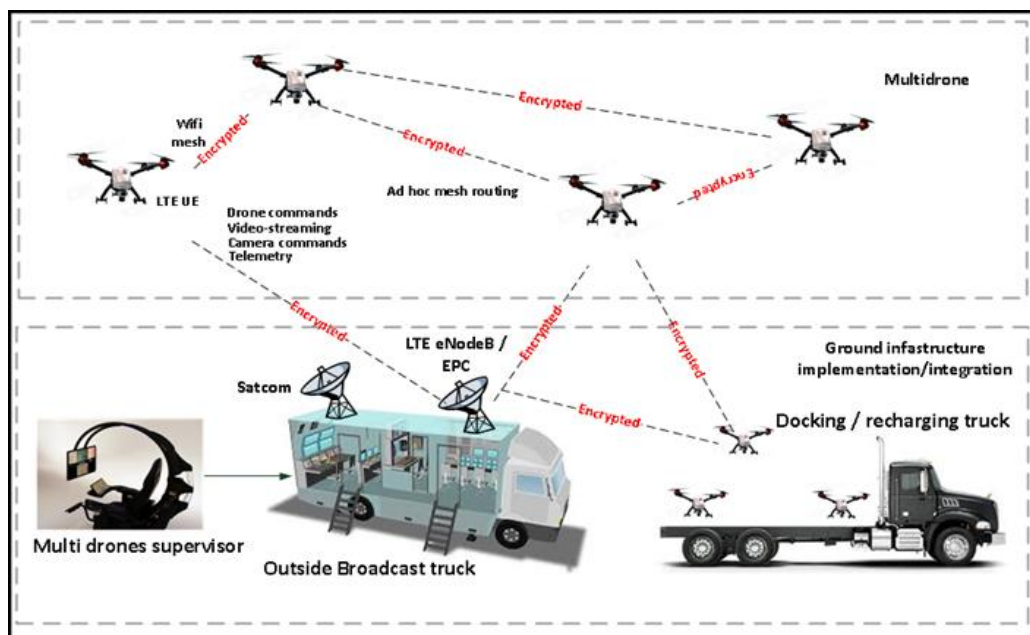
En el siguiente esquema puede apreciarse una arquitectura de red aero-terrestre basada en drones y servicio fijo por satélite si ha lugar cuando hay una catástrofe.



Puede ser caso de la situación representada en la figura que sigue para el caso de una red de telefonía móvil terrestre dañada.



Las propuestas y experiencias utilizando redes 4G para paliar problemas de esta índole datan de 2015 y han sido perfeccionadas por compañías como Nokia, Ericsson y Qualcomm (apoyando a Verizon) en Usa y Japón. Un ejemplo es el del esquema resumen que sigue:



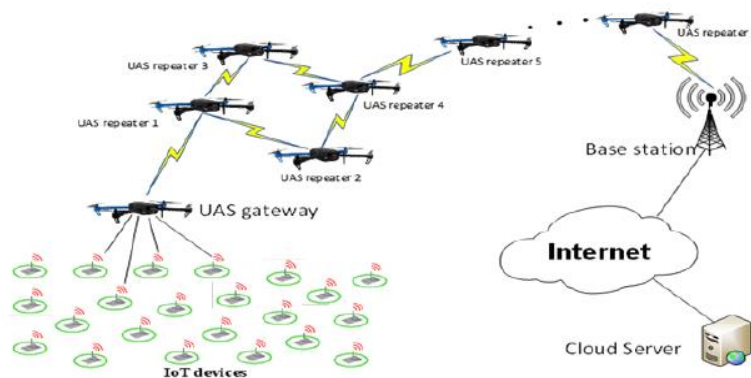
Aquí puede observarse el empleo de una red 4G (LTE) donde hay un nodo terrestre de red a bordo de un camión y que ofrece la posibilidad de conexión a satélite si ha lugar. La red aero-terrestre utiliza sólo la infraestructura 4G.

5. REDES DE COM. 5G PARA EMERGENCIAS. FUTURO

Las redes 5G que están apareciendo a fecha de Junio 2021 pueden ser de gran utilidad en estas circunstancias de las que hablamos aquí. Las características que tendrán estas redes pueden resumirse en el esquema que auto explicativo que sigue:



Una posible red 5G para estas circunstancias puede esquematizarse así:



En donde hay un conjunto de sensores de diversa clases que se llamarán “cosas” y que pueden ser de cualquier tipo imaginable (pero que genere información a recibir y transmitir).

Un ejemplo ya operativo en algunas situaciones catastróficas en el sudeste asiático es el representado en la figura adjunta y que puede enlazarse con la red arriba representada a través del “Cloud Server”

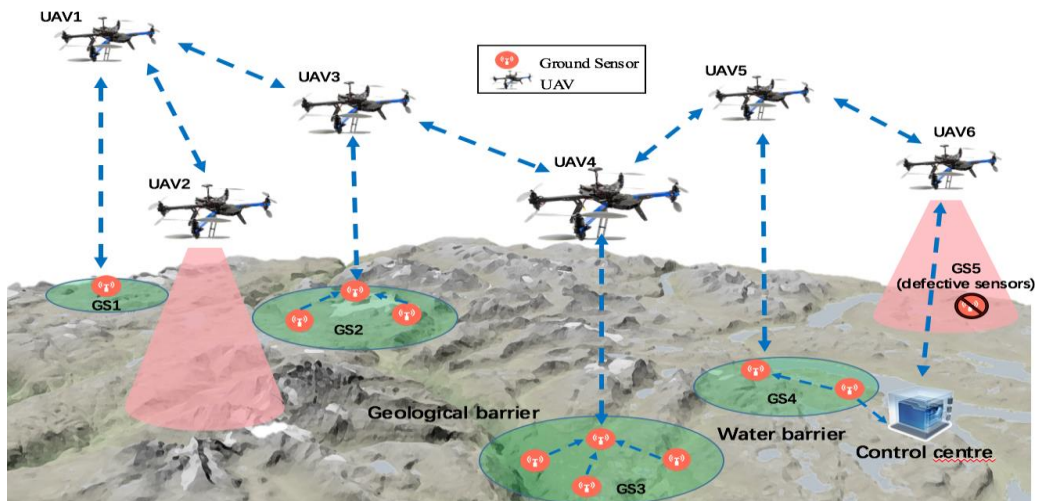


Esta infraestructura móvil incluye todo lo necesario hoy para salvar una emergencia: equipos de telefonía móvil, equipo de red WiFi, un ordenador portátil y una salida “Switch” hacia una red de Internet (si se necesita) exterior al territorio en situación de catástrofe y, basada en la “nube” como indica el esquema anterior.

6. REDES COOPERATIVAS BASADAS EN DRONES

Otro aspecto importante cuando se necesita ayuda para diversos territorios es el de las redes cooperativas posibles basadas en enjambres de UAVs.

El esquema que sigue indica un ejemplo:



7. CONCLUSIONES

Las redes de comunicaciones móviles aero-terrestres serán la solución mas económica y rápida para implementar redes de emergencia frente a catástrofes naturales.

Además, pueden reforzar las capacidades de las comunicaciones de emergencia en relación con las operaciones de rescate.

La combinación de redes públicas y privadas dará lugar a la creación de redes tridimensionales de comunicaciones de emergencia con garantía en el futuro. Caso 5G.

Las futuras redes 5G (IMT 2020) satisfarán la mayoría de las necesidades de las comunicaciones de emergencia en términos de gran ancho de banda, baja latencia y alta fiabilidad.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ITU-T Focus Group on Disaster Relief Systems, Network Resilience and Recovery.FG-DR&NRR Version 1.0 (05/2014)

ITU-R. Recomendación RS.1859-1.Utilización de sistemas de teledetección para la recopilación de datos que se emplearán en casos de catástrofe natural y emergencias similares. Diciembre 2018

World Bank. “Information and Communication Technology for Disaster Risk Management in Japan: How Digital Solutions are Leveraged to Increase Resilience through Improving Early Warnings and Disaster Information Sharing” World Bank, Washington, D.C. 2019

M. Erdelj, E. Natalizio, K. R. Chowdhury, and I. F. Akyildiz, “Help from the Sky: Leveraging UAVs for Disaster Management”, IEEE Pervasive Computing, vol. 16, no.1. pp. 24-32, 2017.

J. Zhang et al., “Flooding disaster oriented USV & UAV system development & demonstration”, In IEEE-OCEANS, 2016.

M. Kakoei et al., “Fusion of satellite, aircraft, and UAV data for automatic disaster damage assessment”, Journal of Remote Sensing, vol. 38, no.8, 2017.