

Universidad Pontificia de Comillas



Máster Universitario en Cooperación Internacional al Desarrollo Trabajo Fin de Máster (Curso 2018-2019)

**“La aplicación de las nuevas tecnologías a los ámbitos de la
cooperación al desarrollo y ayuda humanitaria; casos específicos:
impresión 3D y el uso de drones”**

The application of new technologies in the fields of development cooperation and humanitarian aid; specific cases: 3D printing and the use of drones "

Alumna: Silvia Cimadevilla Sánchez

Tutora: Clara Caballero

RESUMEN:

Este trabajo de investigación pretende demostrar y dar a conocer las ventajas del buen uso de las nuevas tecnologías (Impresión 3D y Drones) puede contribuir de manera eficaz al ámbito de las acciones humanitarias y la cooperación al desarrollo. Tanto el uso de la impresora 3D en la creación de viviendas como en la fabricación de prótesis, y la utilización de drones para el mapeo y evaluación en zonas catastróficas o de difícil acceso, envío de medicamentos y sangre en los ámbitos de la cooperación internacional y ayuda humanitaria, es relativamente nuevo, por lo que son desconocidos entre los propios trabajadores tanto de ayuda humanitaria como por los actores de la cooperación al desarrollo.

Palabras clave: Impresora 3D, drones, creación de viviendas, fabricación de prótesis, mapeo.

ABSTRACT:

This research work aims to answer how the proper use of these two technologies can contribute effectively to the field of humanitarian operations and development cooperation. It should be considered that both, the use of the 3D printer in the field of housing creation and the manufacture of prostheses, together with the use of drones for mapping and evaluation in catastrophic areas or difficult to access, delivery of medicines and blood in the fields of humanitarian aid and international cooperation, being in many cases great unknown among the workers themselves, both in humanitarian aid and in development cooperation.

Keywords: 3D printer, housing creation, prosthesis manufacturing, drones, mapping.

ÍNDICE:

I. INTRODUCCIÓN	4
Justificación	5
Hipótesis	6
Objetivos	6-7
Metodología	16
II. IMPRESIÓN 3D	17
El uso de la impresora en la creación de prótesis en 3d	17
Caso 1. Project Daniel, Sudán del Sur:.....	17
Caso 2. Uganda	20
Caso 3. Kenia.....	21
El uso de la impresora 3d en construcción de viviendas	21
III. DRONES HUMANITARIOS	24
CASO: HAITÍ, MAPEADO Y MONITOREO	26
CASO: ESPAÑA, BÚSQUEDA Y RESCATE EN EL MEDITERRÁNEO	27
CASO RUANDA.....	29
CASO: MALAWI.....	31
CASO: MOZAMBIQUE	32
CASO: TANZANIA	33
Dron antiminas: Proyecto Mine Kafon	34
IV. CONCLUSIONES	36
V. BIBLIOGRAFÍA	39
VI. ANEXOS:	46

INTRODUCCIÓN:

El mundo se halla inmerso en una nueva e imparable revolución industrial, la llamada “Era Industrial 4.0”, en la que los conceptos, consumo, economía, relaciones sociales se han visto transformados. Es innegable que el término “tecnología” lleva connotaciones tanto positivas como negativas, sin embargo, este trabajo de investigación está enfocado a analizar cómo el buen uso de dos tecnologías - la impresora 3D y los drones – puede contribuir a la sociedad de manera eficaz.

Estas dos tecnologías pueden coadyuvar de manera eficaz a la capacidad de respuesta en determinadas situaciones debido a la rapidez con la que pueden operar. En el caso de los drones, su eficacia radica en poder proporcionar una gran cantidad de información en un corto período de tiempo, que puede beneficiar en situaciones que requieren de una rápida respuesta, como ejemplo en el caso del terremoto de Haití de 2010, que se analizará posteriormente en este trabajo de investigación. Respecto a la impresión de prótesis 3D, existe un gran potencial de aplicaciones de esta tecnología en casos relevantes como los que se expondrán a continuación.

La Era Industrial 4.0 está cambiando la sociedad de tal manera que, gracias a la tecnología de los drones, se puede incluso evitar consecuencias mayores en situaciones de catástrofe natural y, gracias a la tecnología de la impresora 3D, es posible la construcción de viviendas a menor coste y en menor tiempo.

JUSTIFICACIÓN:

El motivo principal por el que realizo la investigación sobre este tema es porque pienso que a pesar de ser Licenciada en Derecho esto no tiene por qué definirme ni limitar mi campo profesional, ya que siempre he sido una apasionada de las nuevas tecnologías y del mundo digital.

En un principio el tema objeto de estudio era sobre mi otra afición: los videojuegos y las ventajas que aportan al ámbito de la cooperación, pero gracias a la elaboración de un “elevator pitch” en una de las asignaturas del Máster, decidí modificar el tema e investigar sobre las ventajas que ofrece la Impresión 3D en el contexto mencionado.

En lo que respecta a los drones, antes de comenzar el Máster tuve la oportunidad de hablar con una persona que estuvo colaborando en uno de los campos de refugiados en Yemen, y me contó cómo la sola visión de un dron humanitario podía hacer que los niños se divirtieran solamente observándolos. Eso me sirvió como motivación para investigar este tipo de drones, permitiendo que descubriese un gran número de casos y usos que hasta ahora me eran ajenos.

Pienso que ambas tecnologías son muy innovadoras y que su buen uso podría suponer una gran ayuda y avance para el mundo y en campo de la cooperación internacional.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué ventajas pueden ofrecer el empleo de la impresora 3D y el uso de drones al ámbito de la cooperación y de la ayuda humanitaria?

Hipótesis:

1- Que la aplicación de la tecnología, como la impresión 3D en la construcción de viviendas de bajo coste puede ser muy útil al reducir los costes y los tiempos de construcción.

2- Que la aplicación de la tecnología, como la impresión 3D en la construcción de prótesis en 3D beneficiaría a la población con necesidad de miembros ortopédicos, cuyo acceso se ve muy limitado por cuestiones económicas.

3. Que el buen uso de los drones en el mapeo en zonas de difícil acceso por catástrofes, nuevos asentamientos en campos de refugiados, localización de heridos y la detección de minas antipersona, podría contribuir en el método de respuesta y en la calidad de los informes de evaluación de las necesidades de las poblaciones afectadas.

4. Que la utilización de drones en el transporte de suministros médicos, sangre, vacunas y alimentos podría contribuir a la mejora de la calidad de vida de las personas en países de desarrollo y como método de respuesta en la ayuda humanitaria.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Investigar, para justificar las ventajas del empleo de las nuevas tecnologías (impresión 3D y drones) en el ámbito de la cooperación al desarrollo y la ayuda humanitaria.

Objetivos específicos:

1- Demostrar las ventajas del empleo de la impresión 3D en la construcción de viviendas de bajo coste en la cooperación al desarrollo. Caso: New Story

2- Demostrar las ventajas del empleo de la impresión 3D en la fabricación de prótesis. Casos: Kenia, Uganda y Sudán del Sur.

3- Demostrar las ventajas de la utilización de drones en el mapeo, evaluación de daños en zonas catastróficas o en conflictos, localización de minas antipersonas y búsqueda de personas. Casos: Haití, Proyecto Mine Kafon, Malawi, España y Tanzania.

4- Demostrar las ventajas de la utilización de drones en el transporte de suministros médicos y sangre. Casos: Ruanda y Ghana.

Estado de la cuestión:

El TFM pretende dar respuesta a cómo el buen uso de estas dos tecnologías puede contribuir de manera eficaz al ámbito de las operaciones humanitarias y cooperación al desarrollo. Teniendo en cuenta que tanto el uso de la impresora 3D en materia de creación de viviendas y la fabricación de prótesis, junto con la utilización de drones para el mapeo y evaluación en zonas catastróficas o de difícil acceso, envío de medicamentos y sangre en el campo de la Cooperación Internacional y la Ayuda Humanitaria es relativamente nuevo, siendo en muchos casos unos grandes desconocidos entre los propios trabajadores y actores de estos sectores. Es preciso la adaptación a las nuevas tecnologías para dar soluciones a los problemas de la sociedad en la actualidad, los cuales pueden prevenirse o ser solventados de manera más eficaz como se verá a continuación.

Marco teórico:

Comenzaré por la definición y especificaciones y contextualización de la impresora 3D:

Es una máquina que se utiliza para reproducir objetos sólidos capa a capa, obtenidos de un prototipo en 2D. Estamos hablando de una tecnología que se está desarrollando a pasos agigantados: en marzo de 2018 se inauguró en los Países Bajos el primer puente impreso

en 3D cuya materia prima consistía en **hormigón reforzado** (Arrevol, 2018).



Figura 1: primer puente impreso en Países Bajos¹

Se pueden encontrar diversos modelos de impresora, dependiendo del material que se vaya a utilizar pudiendo ser:

- Termoplásticos.
- Resinas.
- Metal.
- Hormigón.
- Etc.

Dependiendo de que el material sea más o menos costoso, los materiales baratos son los utilizados generalmente en el ámbito industrial, la impresora 3D se utiliza en la arquitectura y también en el diseño industrial, pudiendo fabricarse infinidad de objetos con ella: desde prótesis, alimentos, piezas, medicamentos e incluso tejidos y huesos humanos.

El funcionamiento de este tipo de impresoras depende de la tecnología del fabricante, ya que cada uno desarrolla la suya propia y de esto depende el modo en el que la impresora

¹ Imagen extraída de: <https://3dprint.com/191375/3d-printed-concrete-bridge-open/>

deposita las diferentes capas de material para crear el objeto. También se requiere un tipo de software en dependencia del diseño de la pieza que se quiera imprimir.

La construcción de viviendas cuya carcasa estructural ha sido impresa en 3D pertenece a una nueva corriente que se está siguiendo y desarrollando en todo el mundo. La mayor ventaja que supone la construcción de viviendas con impresoras 3D es la reducción de costes, dato muy importante para nuestro ámbito, ya que no solo se reducen costes sino también los plazos de entrega y se reduce la contaminación, porque este tipo de máquinas apenas producen residuos y funcionan a base de electricidad, lo cual permite que la construcción a una gran velocidad en comparación con los métodos tradicionales. Sin embargo, hay que resaltar que el método de construcción de viviendas con la impresora 3D está limitado en la mayor parte de los casos a la estructura de las viviendas.



Figura 2: Vivienda en construcción mediante impresión 3D, extraída de Europa Press, 2018²

En cuanto a la fabricación de prótesis con el método de impresión 3D, es algo revolucionario estando al alcance de todas las personas, ya que al igual que en la construcción de viviendas, su costo es más bajo si lo comparamos con las prótesis tradicionales. Para poder fabricar una prótesis, se imprimen al igual que los demás objetos, depositando el material que se vaya a utilizar en una sucesión de capas para obtener el objeto deseado. Por otro lado, resulta muy ventajoso que las instrucciones de fabricación se encuentren en internet.

² Imagen de vivienda en construcción, obtenida de: <https://www.europapress.es/comunitat-valenciana/noticia-primera-casa-construida-impresora-3d-espana-valenciana-20180328150836.html>

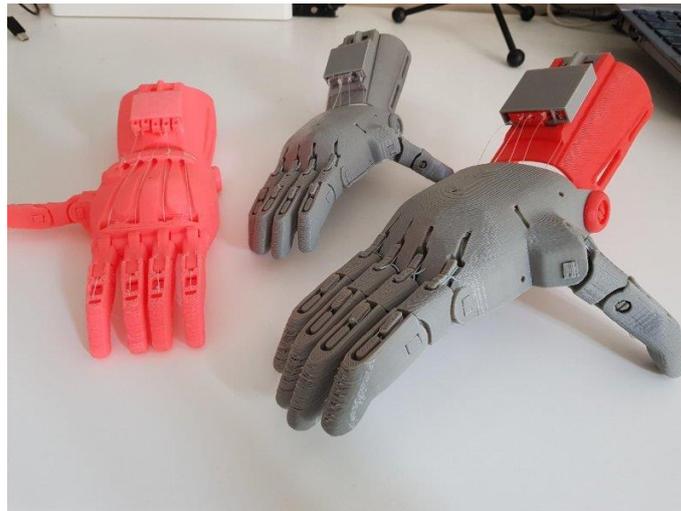


Figura 3: Prótesis fabricadas con impresora 3D, Imprimalia 3D 2017³

En la actualidad, existen varios proyectos solidarios -siendo algunos de ellos españoles- dedicados a la fabricación de prótesis en 3D enviadas a diversos países africanos como por ejemplo Sudán del Sur, Uganda, Togo y Kenia, casos que se expondrán y analizarán posteriormente en este trabajo.

Definición y especificaciones de un dron:

Un dron es un vehículo aéreo no tripulado (VANT), denominado también por sus siglas en inglés UAV o RPA, generalmente controlado por control remoto, existiendo también los drones controlados por software que no requiere un piloto en tierra. Las dimensiones y el peso de los drones varían en función de la carga que vayan a transportar o el uso al que estén destinados, como por ejemplo en uno de los casos que se van a explicar posteriormente, el dron de transporte Zipline tiene 2 metros de largo, el peso de las alas es de 2kg y su peso total es de 6,4 kg. La parte más pesada de este dron es su batería, que es la mitad de su peso total.

³ Imagen de prótesis fabricadas con impresora 3D, obtenida de:
<http://imprimalia3d.com/noticias/2017/07/13/009207/estudiante-madrile-imprime-3d-pr-tesis-mano-kenia>

Vehicles are agile, autonomous cargo drones

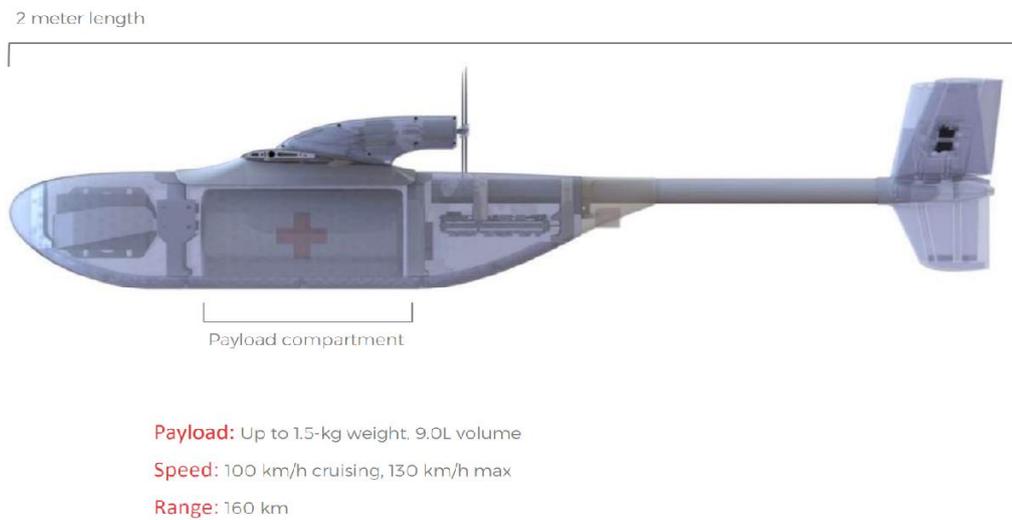


Figura 4: Especificaciones del dron Zipline⁴

Existen numerosos tipos de drones, pero cabe destacar los siguientes:

- **Dron de ala fija** el cual es un excelente mapeador de grandes superficies y portador de envíos, gracias a su batería que le permite cubrir grandes extensiones de terreno.



Figura 5: Dron de ala fija en plataforma de lanzamiento, de: Stephen Shankland/CNET 2018⁵

⁴ Información de especificaciones: https://www.lakevictoriachallenge.org/wp-content/uploads/lvc-deck_2_-zipline-ilovepdf-compressed-ilovepdf-compressed.pdf

⁵ Imagen obtenida de: <https://www.cnet.com/pictures/take-a-look-at-ziplines-new-drone-delivery-system/9/>



Figura 6: Dron de ala fija, de: Stephen Shankland/CNET, 2018⁶

- **Dron multirrotor**, que, a diferencia del dron de ala fija, consigue mantenerse en el aire gracias a sus rotores, existiendo diversos modelos en función de la cantidad de rotores que posean. Este tipo de dron es el más utilizado, y el más versátil de todos y pudiendo instalarse cámaras para, por ejemplo, trabajos de inspección. Este es el tipo de dron más utilizado para el transporte de pequeños objetos y toma de imágenes.



Figura 7: Dron multirrotor con cámara, de Personal-Drones, 2014⁷

⁶ Imagen obtenida de: <https://www.cnet.com/pictures/take-a-look-at-ziplines-new-drone-delivery-system/2/>

⁷ Imagen obtenida de: <http://www.personal-drones.net/tag/police/>



Figura 8: Dron multirrotor transportando un objeto, obtenida de RTMagazine 2017⁸

Actualmente se está trabajando en un prototipo nuevo de dron llamado “**dron de usar y tirar**” el cual consta de un pequeño GPS en su interior y una carcasa biodegradable que, una vez entregada la carga, se destruye por medio de las esporas que posee (su principal material son fibras de micelio, las cuales “destruyen” el dron).



Figura 9: Dron desechable APSARA, de PCWorld México, 2017⁹



Figura 10: Dron multirrotor transportando el dron desechable APSARA para ser lanzado, de Gigazine 2017¹⁰

⁸ Imagen obtenida de: <http://www.rtmagazine.com/2017/06/can-drone-delivered-aeds-improve-cardiac-arrest-survival-outcomes/>

⁹ Imagen obtenida de: <http://pcworld.com.mx/drones-desechables-hechos-carton/>

¹⁰ Imagen obtenida de: https://gigazine.net/gsc_news/en/20170302-apsara



Figura 11: Interior del dron desechable APSARA, Gigazine 2017¹¹

Aunque su origen es militar, en la actualidad sus otros usos son diversos: mapeo de zonas, fotografía aérea, grabación de eventos deportivos, transporte de objetos, agricultura, fines recreativos y un largo etc. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, nos referiremos a los siguientes usos: mapeo y evaluación de zonas catastróficas, localización de personas, drones de transporte y drones antiminas.

El uso de los drones como medio de transporte de objetos y rastreo está muy extendido, supliendo en muchos casos el elevado costo de los helicópteros, gracias a su velocidad de vuelo en poco tiempo.

Una de las primeras organizaciones en utilizar drones para fines humanitarios ha sido **Médicos Sin Fronteras**, en su proyecto piloto en **Papúa Nueva Guinea**. Debido a la escasez de recursos en la zona y a una gran epidemia de tuberculosis, junto con la gran distancia que separaba los centros de salud del hospital central, se requería un medio de recopilación de datos rápido y eficaz. Los drones fueron capaces de volar con una carga de 200-500 gr, en vientos de hasta 36 km/h y recorrer una distancia de 43 km con carga de batería incluida a mitad de recorrido; por carretera se habría tardado 4 horas en recorrer 63 km. Un hecho importante de este proyecto fue la alta aceptación por parte de la población y de las autoridades locales, ayudando a recuperar los drones perdidos en la jungla.

¹¹ Imagen obtenida de: https://gigazine.net/gsc_news/en/20170302-apsara



Figura 12: Imagen comparativa del recorrido hecho por aire con un dron y por tierra con un vehículo en Papúa Nueva Guinea. ¹²

Debemos destacar que el uso de drones ha de atenerse a una serie de normativas según la legislación de cada país y en función del tipo de dron, debiendo pedirse autorización a la autoridad aeronáutica de cada país.

En el caso de España, los drones para uso profesional han de ser pilotados por personas con certificado de piloto profesional además de cumplir una serie de requisitos. Para obtener el certificado, es preciso aprobar un examen teórico y otro práctico, en una escuela aérea del país (ATO, Approved Training Organization). Se debe obtener un carné por cada tipo de dron que se quiera pilotar.

Existen numerosos proyectos de cooperación y ayuda humanitaria en los que se utilizan drones. El presente trabajo de investigación se centrará en los siguientes tipos:

- Drones mapeadores: Utilizados en Haití, Mozambique y Tanzania.
- Drones de transporte: Utilizados en Ruanda y Ghana.
- Drones de búsqueda: España
- Drones antiminas: Del Proyecto Mine Kafon

¹² En el mapa se muestra la ruta entre los hospitales de Kerema y Malalaua. El dron hizo una parada en Tora para cambiar la batería y continuó el vuelo hacia Malalaua. El viaje, con parada incluida, tomó alrededor de 55 minutos, mientras que por carretera fueron 4 horas. La imagen ha sido obtenida de: <https://drones.fsd.ch/en/3524/>

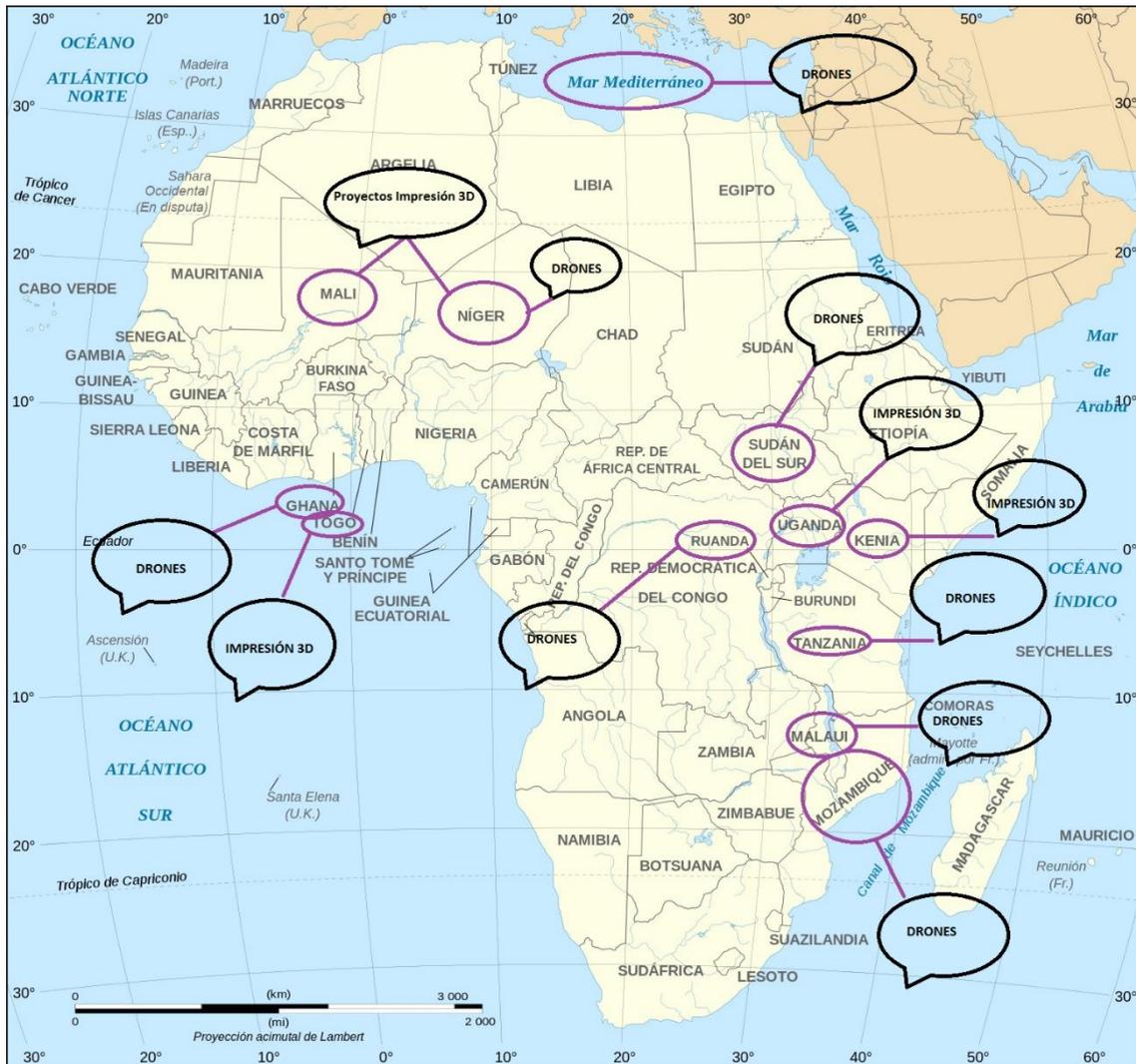


Gráfico A- Países que se tomarán como referencia de la aplicación de Impresión 3D y Drones¹³

METODOLOGÍA

La metodología empleada en este trabajo ha sido con mayor relevancia el método cualitativo a través de la revisión bibliográfica de artículos científicos, de escritos y revisión y análisis de los resultados de proyectos que se han llevado a cabo con éxito en relación al empleo de las tecnologías Impresión 3D y Drones, así como la búsqueda de datos sobre los resultados obtenidos con la aplicación de ambas tecnologías en diferentes países y por diferentes organizaciones y que demuestren el beneficio que supondría utilizarlas en los casos que corresponda.

¹³ Imagen obtenida de: <http://www.africanidad.com/2016/01/Mapas-de-Africa.html>

También se ha podido contar con la colaboración de una experta en Ingeniería Aeronáutica, cuya especialidad en Equipos y Materiales ha resultado muy interesante tanto en la entrevista que se le ha realizado como en el contraste y clarificación de algunos aspectos de investigación específicos del TFM.

IMPRESIÓN 3D:

EL USO DE LA IMPRESORA EN LA CREACIÓN DE PRÓTESIS EN 3D:

Se estima que alrededor de 100 millones de personas en el mundo tienen la necesidad de algún tipo de miembro ortopédico (Humanity & Inclusion, 2019) y solo entre el 5-15% de los que se encuentran en países de ingresos bajos, pueden acceder a ellos. En su mayoría, se trata de personas que se encuentran en regiones peligrosas o de difícil acceso, no sólo a prótesis sino a medicinas básicas, lo cual implica un mayor costo y dificultades para obtenerlas.

En la actualidad, los proyectos de cooperación relacionados con la creación de prótesis 3D han ido en aumento. Su bajo coste, el ahorro de tiempo y el fácil acceso al software a nivel usuario, hacen que sea una alternativa muy interesante para contribuir a dignificar la vida de las personas que han sufrido amputaciones por minas antipersona, accidentes, conflictos o malformaciones. Al carecer de elementos electrónicos o sensores, su costo se reduce y el mismo usuario puede aprender a repararlas.

Uno de los pioneros en la utilización de la tecnología de impresión 3D en este campo, ha sido la organización Not Impossible en Sudán del Sur. A continuación, se va a explicar en qué consistía y cuáles han sido sus resultados:

Caso 1. Project Daniel, Sudán del Sur: (Gráfico A)

Una de las primeras instalaciones de impresión 3D para la construcción de prótesis 3D se encuentra en Sudán del Sur, donde la cifra de amputados asciende alrededor de las 50,000 personas (Brown, Lexi 2014). Se trata de un proyecto vinculado a la organización Not Impossible, llamado “Project Daniel” (2012), cuyo objetivo principal es ayudar a los

miles de niños que han perdido sus extremidades por amputaciones debido a las constantes guerras.

Project Daniel surge cuando Mick Ebeling (Not Impossible, 2012), conoció la historia del joven Daniel Omar, que sufría la amputación de ambos brazos por una bomba lanzada sobre su aldea. Ebeling fue capaz de reunir a un equipo de expertos y crear el diseño y software en una impresora 3D a nivel usuario.



Figura 13: Imagen de prótesis de Project Daniel¹⁴

En este caso, las prótesis tienen un coste alrededor de 15,000\$, sin embargo, las prótesis de brazos creadas por el equipo de Not Impossible (sin contar mano de obra e impresora 3D) tienen un coste de 100\$ y pueden ser creadas en un tiempo de 6 horas (McCracken, Harry 2014) disponiendo de un software libre para que cualquier persona pueda imprimir una prótesis. Aunque este tipo de prótesis de bajo coste no tienen la misma autonomía que una mucho más cara, ha contribuido a que, en este caso, el joven haya podido alimentarse solo sin ayuda de nadie. Se prevé una mejora del diseño para que las prótesis puedan ser más flexibles y tener más movilidad y permitiendo ayudar en tareas como cargar objetos pesados.

Tras el éxito de Project Daniel, se ha podido establecer un equipo de impresión 3D en un hospital cercano y se ha contribuido a poder ayudar a más personas en Sudán del Sur (ver imágenes en Anexo I).

Las prótesis en 3D son una solución económica que pueden reducir costos y dar una mayor accesibilidad a los equipos ortopédicos. Por otro lado, también resultan menos perjudiciales a nivel de daños (heridas en la piel, mal ajustadas, molestias musculares)

¹⁴ Imagen obtenida de: <https://www.20minutos.es/fotos/cultura/los-mejores-disenos-de-2015-11204/2/>

que otros tipos de prótesis. Según Isabelle Urseau (2017)¹⁵, jefa de rehabilitación de Humanity & Inclusion, “*Es poco probable que la impresión 3D se convierta en la única forma de proporcionar prótesis, pero creemos que podría ser una excelente opción en ciertas circunstancias*”, como puede ser el caso que nos ocupa, donde las personas no cuentan con ingresos suficientes para poder permitirse una prótesis.

Para comprender bien el proceso que conlleva la elaboración de la prótesis 3D desde el inicio hasta el resultado final, se tomará como ejemplo el Proyecto de Humanity & Inclusion, en Togo, Madagascar y Siria cuya primera fase se inició en 2016 y cuyos resultados se presentaron en 2017, en el International Society for Prosthetics and Orthotics (ISPO World Congress, 2017, p. paper number 540 | page 372). En este proyecto, se trabajó en prótesis transtibiales¹⁶ para 19 pacientes de los 3 países, divididos en dos grupos: uno utilizó la prótesis convencional y otro la prótesis 3D

Gracias a un **pequeño escáner 3D portátil**, se toma la imagen para la creación de un molde digital, que se puede adaptar al paciente gracias al software.

Los resultados del proyecto mostraron lo siguiente:

Cuadro 1. Evaluación de resultados del Proyecto de Humanity & Inclusion:

Resultados de la Tecnología:	Los requisitos de prótesis coinciden en términos de durabilidad y resistencia en base a las pruebas ISPO.
Resultados clínicos:	No existen efectos perjudiciales en ninguno de los tipos. El rendimiento en ambos grupos es el mismo.
Resultados en cuanto a coste/implementación	Se reducen significativamente los medios de infraestructuras, equipamiento y recursos humanos. El coste directo de la prótesis convencional es elevado para Togo y Madagascar En Siria, los costes son los mismos que los precios propuestos por el país.

Figura 14: Elaboración propia en base a (ISPO World Congress, 2017, p. paper number 540 | page 372).¹⁷

Como se puede observar, el proyecto abarata los costes y facilita el acceso al material

¹⁵ <http://moveability.icrc.org/global-rehabilitation-alliance/>

¹⁶ La amputación transtibial es la que se realiza en la parte inferior de la pierna, donde se cortan la tibia y el peroné,
<https://www.ottobock.es/protesica/informacion-para-amputados/de-la-amputacion-a-la-rehabilitacion/altura-de-la-amputacion/>

¹⁷ https://cdn.ymaws.com/www.ispoint.org/resource/resmgr/4_EXCHANGE/ISPO-2017-Abstract_Book_FINA.pdf

protésico a aquellas personas en países con ingresos bajos y en contextos de guerra. Al tratarse de materiales que se pueden transportar y utilizar fácilmente (escáner 3D portátil), implicar al paciente en el proceso ahorra tiempo a los profesionales médicos.

Gracias a los buenos resultados de este proyecto, se pudo ampliar la zona de actuación a Mali y Níger. Además, en el caso de Togo el equipo técnico y médico ha podido realizar la intervención a distancia gracias a este escáner y se han impreso las prótesis en el propio país realizando la rehabilitación de los pacientes en centros locales (Humanity & Inclusion, 2019).

Caso 2. Uganda: (Gráfico A)

Uganda es un país en el que se estima que el coste de una prótesis oscila entre 200\$ y 500\$, lo que se encuentra fuera del alcance de una gran mayoría de las personas en el país ya que el promedio de ingreso es de 650\$ al año¹⁸, evidenciando la necesidad de una solución menos costosa y más asequible para las personas.

En Uganda existen varios casos de éxito de utilización de esta tecnología, como los que se van a exponer a continuación:

Enabling the Future, es un grupo de 8,000 personas alrededor del mundo, entre los que se encuentran ingenieros, estudiantes, personas aficionadas al diseño 3D, jóvenes, etc, que realizan diseños de código abierto. Gracias a estos diseños, se ha podido ayudar a diversas personas que sufren de amputaciones o malformaciones congénitas.

Destaca uno de los casos en los que la ONG The Giving Circle (2017), pidió la colaboración e información a Enabling The Future para ayudar en el caso de una niña ugandesa de Kagoma Gate (Kakira). La niña (Verónica), había sufrido quemaduras por aceite en gran parte del cuerpo y como consecuencia había perdido un brazo. Al tratarse de una niña, se diseñaron tres tipos de brazos para adaptarlos a sus etapas de crecimiento. En un primer momento la pequeña se mostraba desconfiada, sin embargo, al ver los diseños se consiguió que aceptase las prótesis e incluso se divirtiera con ellas. Esto es un factor muy importante a tener en cuenta en el caso de los niños: este tipo de prótesis

¹⁸ Información extraída de: <http://blogs.einstein.yu.edu/coming-together-to-help-amputees-in-uganda/>

pueden tener diseños y colores llamativos que contribuyan a su aceptación. (Ver imágenes en Anexo I)

También destaca el caso de los creadores de Trucos Optimistas, que, con la colaboración y asesoramiento de BQ¹⁹, han conseguido llevar a cabo el proyecto de construcción de prótesis para niños ugandeses. En concreto, llama la atención la creación de una mano para un joven ugandés que había nacido con una malformación, que le impedía poder comer, beber o coger cosas con normalidad. En este proyecto, se procedió a diseñar alrededor de cuatro manos hasta dar con la adecuada para el paciente, la cual cuenta con una completa motricidad.

Caso 3. Kenia: (Gráfico A)

En el caso de Kenia, en Kabarnet (capital del condado de Baringo), destaca la ONG española Ayudame3D, la cual busca recaudar fondos para poder producir prótesis y así ayudar a personas necesitadas. El proyecto comenzó como una idea de emprendimiento solidario, por parte del fundador de la ONG, consiguiendo desarrollarla de tal forma que, en la actualidad, cualquier persona sin recursos puede tener acceso a una prótesis de estas características.

Las prótesis utilizadas, son denominadas por su autor “trésdesis”, y las mismas parten inicialmente de los modelos diseñados en Enabling the Future, modificando un nuevo modelo para personas sin codo. Con estos modelos, los pacientes pueden abrir y cerrar los dedos con movimientos de hombro, codo o muñeca.

EL USO DE LA IMPRESORA 3D EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS:

El uso de la impresora 3D es relativamente nuevo, de hecho, la primera vivienda social del mundo habitada fabricada con materiales impresos en 3D, se terminó de construir en Francia por la Universidad de Nantes en 2018.

¹⁹ BQ, empresa tecnológica española, dedicada a la venta, distribución y el diseño de tecnología, <https://www.bq.com/es/>

El empleo de esta tecnología aún dista mucho de sustituir a la construcción convencional que se conoce hoy en día, sin embargo, puede resultar complementaria a los procesos, suponiendo en la mayoría de los casos un ahorro significativo cuanto al tiempo y el dinero empleado.



Figura 15: Imagen de la vivienda en construcción, de BBC News, 2018²⁰



Figura 16: Imagen de la vivienda finalizada, de Twitter/ @benoit_furet.²¹

Se pueden encontrar varios casos en los que ya se han construido viviendas y edificios impresos en 3D, como por ejemplo la empresa china WinSun (2014). En este caso, uno de los proyectos con mayor éxito fue conseguir imprimir diez casas en un solo día. WinSun no solo imprime viviendas, sino que también se dedican a la construcción e impresión de grandes hoteles, teatros etc. (Ver imagen en Anexo II)

En el caso de Holanda, se ha inaugurado la primera fábrica de viviendas 3D en Eindhoven, con la intención de construir la primera comunidad de viviendas impresas en 3D del país (Peels, 2019). La impresora que será utilizada para la construcción de las primeras cinco casas será un modelo que reforzará los elementos impresos con polímeros y alambres metálicos que refuercen la estructura. La tecnología empleada será mejorada en lo que

²⁰ Imagen obtenida de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44754548>

²¹ Imagen obtenida de: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2018/04/11/investigadores-de-universidad-francesa-crean-la-primera-vivienda-impresa-en-3d-video/#.XQZoE7wza00>

respecta a la que se ha utilizado para imprimir el primer puente de la ciudad holandesa de Gemert (Block, 2017).

La primera vivienda impresa en Rusia se encuentra en Yaroslavl (2017). Se comenzó a construir en 2015 y en el año 2017 se ultimaron los detalles. Este tipo de vivienda, según sus diseñadores “está construida de acuerdo con todos los requisitos de cualquier otro tipo de construcción” (Máslov, 2017)²²

En España existen dos casos a destacar: El primer puente del mundo impreso con **concreto** (hormigón) en 3D, situado en Alcobendas, Madrid, inaugurado en diciembre de 2016. (Ver imagen en Anexo II). El segundo caso se encuentra en Valencia, donde la empresa Be More 3D logró fabricar la primera vivienda impresa en 3D de España en 2018, utilizando microhormigón como material principal. Según Be More 3D, la impresión 3D como método para construir viviendas, no solo reduce costes, sino que contribuye a prevención de riesgos laborales y a reducir el plazo de fabricación. (Imagen en Anexo II)

Este método de construcción puede resultar muy útil y beneficioso a la hora de crear viviendas para personas sin hogar ya que no sólo se abaratan los costes, sino que también se tiene en cuenta el diseño y la opinión del futuro usuario. En cuanto a cómo contribuye la tecnología de impresión de viviendas 3D en materia de cooperación, se puede encontrar el caso de la ONG estadounidense New Story.

Esta ONG trabaja en la construcción de viviendas de manera rápida y eficaz para personas sin recursos que no puedan permitirse un hogar. De hecho, después del terremoto de Haití (2010) New Story colaboró en la construcción de 500 hogares en 22 meses, gracias a la ayuda de la microfinanciación (**crowdfunding**). Fue en ese momento cuando se empezó a gestar la idea de imprimir viviendas 3D para personas sin hogar.

En colaboración con la empresa tecnológica ICON (Austin, Texas), se diseñó la impresora 3D Vulcan, específicamente para trabajar en países en vías de desarrollo, teniendo en cuenta factores como el clima, los objetivos a cumplir, la energía necesaria etc. Gracias a esta impresora, se consiguió imprimir en Austin, Texas en 2018, la primera casa de prueba para este tipo de proyectos en cooperación (Ver imagen en Anexo II)

²² Alexandr Máslov, el director general del grupo AMT Spetsavia, la primera compañía que comenzó a producir las impresoras 3D en serie, <https://mundo.sputniknews.com/increible/201710241073448810-casa-impresion-tridimensional-construccion-yaroslavl/>

Inicialmente New Story se había propuesto la impresión de una comunidad de viviendas en El Salvador durante el año 2018, pero, en marzo de 2019 el proyecto se ha visto trasladado a otro país de América Latina aún por especificar, debido a la gran cantidad de problemas ajenos (obtención de permisos, dificultades de acceso a la tierra etc.) que surgieron dada la fama que adquirió en toda la prensa internacional. Actualmente, la ubicación de dónde se realizará finalmente el proyecto se mantiene en secreto.



Figura 17: Imagen del primer puente del mundo impreso con concreto en 3D, Alcobendas (Madrid, 2016)²³

DRONES HUMANITARIOS:

En general, se piensa en los drones como objetos utilizados con fines militares, como pasatiempo, filmación de eventos deportivos, fotografía, agricultura etc. Este trabajo no va a negar su evidente uso como arma militar, sin embargo, se va a analizar y explicar uno de sus usos más desconocidos para la sociedad de a pie: como tecnología empleada en ayuda humanitaria.

En la mayoría de los casos, supone un gran desafío para las organizaciones humanitarias el poder suministrar medicamentos, alimentos o localizar personas debido a las difíciles condiciones de acceso en determinadas zonas de conflicto. Por este motivo, es fundamental la obtención de datos a tiempo real y precisa que beneficiaría tanto a los

²³ Imagen obtenida de: <https://www.viajablog.com/primer-puente-peatonal-impreso-3d-del-mundo-madrid/>

trabajadores humanitarios, para poder elaborar un informe eficaz de respuesta, como a las personas que necesiten esa ayuda.

El mapeo realizado con drones sirve para evaluar las necesidades de las poblaciones afectadas por las migraciones y las catástrofes. Las imágenes tomadas son de vital importancia para una correcta distribución de la ayuda, mitigación de daños, una buena reconstrucción y para evaluar los campamentos de refugiados al poder conocerse en tiempo real cuándo están vacíos los refugios para poder proceder a cerrarlos. En relación a este último punto, la OIM (Organización Internacional para las Migraciones) ha utilizado el monitoreo de campamentos de refugiados a largo plazo, lo cual ha permitido hacer un seguimiento del desarrollo, permitiendo cerrar algunos gracias a la información obtenida, o creando nuevos vecindarios con requerimiento de planificación urbana a largo plazo (Luege, 2016).

Entre los principales problemas que se pueden encontrar a la hora de utilizar drones en misiones humanitarias, están los factores legales (generalmente cada país tiene una normativa diferente, como por ejemplo en el caso de España hay que atenerse a lo que dice el Real Decreto 1036/2017, donde cada dron debe llevar una placa identificativa ignífuga), privacidad y protección de datos y por último, el mal uso que se pueda hacer de ellos, como por ejemplo la interferencia y obstrucción de las labores de los pilotos profesionales de drones por parte de la utilización de drones de aficionados.

Existen múltiples casos que evidencian la gran utilidad de los drones en las operaciones de emergencia y ayuda humanitaria, que permiten evaluar las necesidades de la población para buscar la mejor forma de llevar asistencia de manera eficaz.

Un buen ejemplo de esto es el primer dron utilizado por ACNUR, que fue el del creador de drones autodidactas de origen nigeriano **Aziz Kountche** (UNHCR, 2016); el cual era un modelo simple encargado de capturar imágenes fijas y videos para crear un mapa reciente de los asentamientos de refugiados en las zonas de Níger afectadas por las constantes olas de violencia que obligan a las personas a cruzar la frontera. Se calcula que hay alrededor de 250,000 refugiados y desplazados internos en Níger, muchos de los cuales buscan un hogar y huyen de los enfrentamientos con el ejército y de la inestabilidad relacionada con el grupo Boko Haram., aunque cada vez llegan más debido a la inseguridad a la que se ven sometidos. El aumento de la llegada de nuevas personas

buscando refugio tiene como resultado que los asentamientos vayan creciendo y cambiando, y es por este motivo que la utilización del dron de Kountche, que contaba con autorización del Gobierno para operar en la zona, resultó de suma importancia, ya que consiguió localizar las zonas nuevas y observar cómo se había modificado el asentamiento conforme iban llegando más personas. Las imágenes tomadas con el dron permitieron crear mapas precisos de la zona y de los nuevos asentamientos, y dar una respuesta eficaz desde la ayuda humanitaria a la situación existente, brindando ayuda a las personas desplazadas.



Figura 18: Fotografía de Aziz Kountche con su primer prototipo de dron humanitario: el dron T-800²⁴

CASO: HAITÍ, MAPEADO Y MONITOREO:

Hay que tener en cuenta que el uso de los drones en el ámbito de ayuda humanitaria o como respuesta a situaciones de emergencia se remonta a 2010, donde se hizo uso por primera vez de esta tecnología como método de respuesta a una emergencia ante el desastre ocurrido en Haití, cuando un terremoto de magnitud 7.3 en la Escala de Richter devastó el país entero, produciendo una crisis humanitaria sin precedentes que se fue agravando debido a las tormentas tropicales, a la epidemia del cólera, y a la afectación más tarde por el Huracán Sandy. Se desplegaron varios drones para tomar imágenes de alta definición de las zonas más afectadas ya que, no sólo hubo víctimas mortales, sino que el mapa del país cambió al haberse derrumbado edificios y destruido carreteras.

²⁴Imagen obtenida de: <https://www.unhcr.org/innovation/taking-to-the-skies-displacement-drones-and-maps/>

En un primer momento, los drones se habían utilizado para censar a la población afectada (Luege, 2016), pero posteriormente se llevó a cabo el seguimiento y monitoreo a largo plazo de los campamentos de refugiados, convirtiendo este método en una herramienta útil para la obtención de información sobre la evolución, tamaño y necesidades de los distintos campamentos.

Según el informe de 2014 de la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA), la OIM desplegó varios drones tras el Huracán Sandy del 22 de octubre de 2012 para emplear una metodología de comparación de imágenes, entre el 26 y el 28 de octubre en una misión exploratoria de los edificios de Tabarre. El 30 de octubre ya se habían podido contar el número de casas que habían sido derrumbadas o afectadas por el huracán, pudiéndose saber incluso dónde podía haber agua estancada que propagase epidemias de mosquitos.

Sin los drones ni la información proporcionada a la población sobre cómo se utilizarían para realizar el mapeado, no hubiera sido posible saber en tan poco tiempo el tipo de respuesta más rápido y eficaz en este caso, ya que, si se hubieran utilizado imágenes mediante satélite, el costo hubiera sido mayor y las imágenes no hubieran tenido tanta definición ni precisión como las obtenidas por los drones.

Gracias a esto junto con la colaboración de la comunidad local de voluntarios haitianos, fue posible dar una respuesta inmediata a las necesidades prioritarias. (Ver imágenes en Anexo III)

En la actualidad, la OIM continúa su labor de monitoreo de los barrios en Haití y existen diversos programas de capacitación y formación en pilotaje de drones para la comunidad local haitiana

CASO: ESPAÑA, BÚSQUEDA Y RESCATE EN EL MEDITERRÁNEO:

Según el informe de la OIM, (Organización Internacional para Migraciones, 2019), cerca de 203 personas han perdido la vida en las rutas del Mediterráneo en las tres primeras semanas del año 2019. A pesar de las llamadas de emergencia y de las labores de búsqueda y rescate, en muchas ocasiones no se pueden localizar las embarcaciones ni a

los desaparecidos.

Country of Arrival	1 - 20 JANUARY 2019		1 - 20 JANUARY 2019		1 - 20 JANUARY 2018	
	Arrivals	Deaths	Arrivals	Arrivals	Deaths	
Italy	155	142	155	2.730	179	
Malta	49	(Central Med. route)	49	N/A	(Central Med. route)	
Greece	1.166	2	1.166	888	0	
Cyprus	84	(Eastern Med. route)	84	0	(Eastern Med. route)	
Spain	3.429	59	3.429	848	22	
Estimated Total	4.883	203	4.883	4.466	201	

Data on deaths of migrants compiled by IOM's Global Migration Data Analysis Centre.
All numbers are minimum estimates. Arrivals based on data from respective governments and IOM field offices.

21 Jan 19

Figura 19: Imagen: “Data on deaths of migrants 2018-2019” Imagen de OIM (2019)

Como ya se ha comentado en varias ocasiones, los drones se están convirtiendo en una herramienta eficaz a la hora de localizar personas.

En el caso concreto de España, es de destacar el proyecto FREEDA de Hemav Foundation²⁵ que en colaboración con la organización Proactiva Open Arms se puede observar que la utilidad en la utilización de drones radica en la localización de migrantes en las tareas de rescate que se producen en el Mar Mediterráneo. El proyecto utiliza dos vehículos aéreos no tripulados, uno con cámara térmica con capacidad de rastreo marítimo y el otro con una cámara que documenta los rescates (Raffio, 2018). El uso de estos drones, reducen los tiempos tanto de respuesta como de detección de la embarcación permitiendo que las personas reciban asistencia a tiempo, además, se aumenta el radio del área de búsqueda disminuyendo los riesgos para la tripulación de la propia ONG, que, aunque existan posibilidades de perder el dron debido a las condiciones climáticas o por otros motivos, se evitan esos mismos peligros para los trabajadores humanitarios.

Actualmente, desde los días 25 y 26 de mayo de este año, este proyecto se encuentra en fase de pruebas del aterrizaje del dron en el barco de rescate, con resultados muy satisfactorios que están siendo determinantes para su continuidad. (Hemav Foundation, 2019).

²⁵ Hemav Foundation <http://hemavfoundation.com/proyecto/freeda/>

DRONES EN ÁFRICA:

África es uno de los continentes en el que los drones de ayuda humanitaria juegan un papel fundamental, ya sea para transportar medicinas y vacunas, luchar contra cazadores furtivos, drones agricultores que lanzan semillas, el mapeo e incluso para combatir las plagas de mosquitos portadores de malaria (este último será explicado más adelante). En uno de los últimos informes de Naciones Unidas se revela que tan sólo el 10% del continente africano ha sido mapeado y debido a esta falta de información, se dificultan las labores de planificación urbana (House of Switzerland, 2019).

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), la causa más común de mortalidad materna es el sangrado postparto, cuyo porcentaje se sitúa en alrededor del 34% de las muertes. Poder acceder rápidamente a suministros de sangre podría evitar estas muertes en la gran mayoría de los casos.

CASO RUANDA: (Gráfico A)

El caso de mayor éxito de empleo de esta tecnología se encuentra en Ruanda, donde el Gobierno colabora con la compañía Zipline (Silicon Valley)²⁶ en el transporte de sangre con drones. El proyecto piloto de Zipline en Ruanda comenzó en 2016, convirtiéndose en el país idóneo para la puesta en marcha debido a las dificultades que presenta el terreno y al apoyo recibido del Gobierno, que siempre se mostró muy interesado y receptivo.

El objetivo principal del proyecto era la mejora de acceso a la sangre para aquellas personas necesitadas de transfusión de sangre y vacunas, en un país en el que esto resulta muy complicado y donde ahora este tipo de entregas se han vuelto rutinarias, situando al país a la cabeza en innovación mundial en este campo.

Ruanda es un país en el que la hemorragia postparto supone en muchos casos la principal causa de muerte, ya que apenas hay inventariado correcto en los diferentes hospitales sobre la cantidad de sangre que es necesaria y donde las condiciones de las carreteras se vuelven deplorables debido a las largas temporadas de lluvia, lo cual supone un cúmulo de factores adversos cuando surge la necesidad de sangre para una transfusión y resulte

²⁶Zipline, empresa estadounidense dedicada al envío de suministros médicos, diseño y construcción de drones:
<https://flyzipline.com/>

imposible acceder a ella. También hay que tener en cuenta que la sangre y productos relacionados con la misma, tienen una vida útil muy corta y requieren de un almacenamiento y transporte con medidas especiales.

Con el método de entrega mediante drones, los médicos realizan pedidos mediante una aplicación móvil. Después, el pedido es empaquetado en una caja acolchada que se coloca dentro del dron (que funciona con batería) para ser lanzado desde la plataforma a más de 100 km/h y es recibido en un intervalo de 30 minutos. Sin la ayuda de los drones, el pedido sería transportado con camiones en un viaje de ida y vuelta de 5 horas de duración, debido a las condiciones accidentadas del terreno, lo cual supone en muchos casos la muerte del paciente.

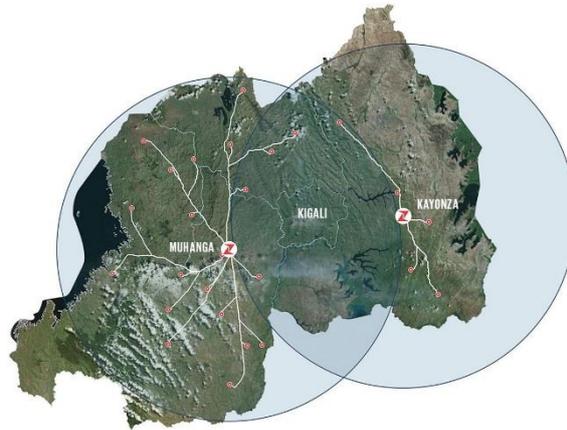


Figura 20: Rutas de Ruanda en las que se ha desarrollado el Proyecto Zipline. Imagen de Twitter, @zipline²⁷

Un solo dron puede volar 150km de ida y vuelta en condiciones lluviosas o con viento y entregar hasta 3 unidades de sangre; en caso de necesitar más, se hacen envíos con varios drones. Durante todo el trayecto y el proceso se mantiene informado al Ministerio de Salud de hacia dónde va la sangre, antes de proceder a su empaquetamiento y envío (Koigi, 2019), por otro lado, se confirma y solicita la autorización de vuelo a la Autoridad de Aviación Civil de Ruanda para un correcto control y rastreo del recorrido del dron (Imágenes en Anexo III).

Una de las principales ventajas de este tipo de envíos, aparte de las mencionadas anteriormente, es que los hospitales reducen el desperdicio de sangre almacenada, que en

²⁷ Imagen del proyecto de Zipline en Ruanda obtenida de: <https://twitter.com/zipline> y de: https://www.lakevictoriachallenge.org/wp-content/uploads/lvc-deck_2_-zipline-ilovepdf-compressed-ilovepdf-compressed.pdf

muchas ocasiones acaba caducando. En caso de fallo en el vuelo (Uno de cada mil), el dron desplegará un paracaídas y caerá al suelo para su posterior recolección.

Actualmente, el Gobierno de Ruanda ha otorgado un nuevo contrato de tres años en el que se incluye la posibilidad de poder entregar otros productos médicos, como medicamentos y vacunas (Ackerman, Koziol, 2019). Por otro lado, en 2018 Ruanda adoptó regulaciones de los drones basadas en el rendimiento de su espacio aéreo nacional (Schenker, 2018), asociándose con el Foro Económico Mundial para el desarrollo y mejora de las buenas prácticas.

Debido al éxito de este proyecto, en la primera mitad de 2019 la empresa Zipline ha podido expandirse a **Ghana**, un país con alrededor de 29 millones de habitantes, permitiendo el acceso a medicinas y sangre en los centros de distribución y donde se prevé que, gracias a la rapidez de entregas de vacunas, medicamentos y sangre, se puedan reducir las altas tasas de mortalidad materna e infantil. Debido a esto, Ghana es el primer país con una red de drones para repartir vacunas y sangre²⁸, convirtiéndose en una base de capacitación para los próximos operarios locales de vuelo, fomentando el empleo entre los habitantes gracias a esta tecnología.

Este tipo de entrega rápida y eficaz, sumado al buen ejemplo de funcionamiento en Ruanda ha despertado el interés de los funcionarios de otros países como Senegal y Nigeria.

CASO: MALAWI: (Gráfico A)

El Gobierno de Malawi en asociación con UNICEF, busca probar las aplicaciones en el campo de operaciones humanitarias en un corredor de pruebas de aviones no tripulados. Actualmente, UNICEF se encuentra trabajando a nivel mundial para desarrollar mejor la tecnología y aplicaciones de los aviones no tripulados en países de bajos ingresos.

²⁸ El País, 24 de abril de 2019

En el caso de Malawi, en 2017, UNICEF con la colaboración del Gobierno malawiano, estableció el llamado “**Corredor de Pruebas con Drones Humanitarios**”. Este corredor de 40km de radio y 80 km de diámetro se encuentra ubicado en Kasungu²⁹, es el primero de su tipo en África y uno de los pioneros a nivel mundial. Está destinado a la realización de pruebas que estén destinadas a proyectos con fines humanitarios y de cooperación al desarrollo y que, por otro lado, sirvan como método de capacitación de los malauíes, para que de este modo puedan construir y pilotar drones (UNICEF, 2017).

Es interesante centrar la atención en uno de los programas en fase de pruebas que se están llevando a cabo en el aeródromo, relacionado con la lucha contra la malaria en Malawi, donde uno de cada cuatro niños menores de cinco años tiene riesgo de contraer la enfermedad.

La época de lluvias comienza en noviembre y termina en abril, y es en ese momento donde resulta más difícil localizar los pequeños charcos o zonas acuosas en las que el mosquito portador de malaria deposita sus huevos. Sin embargo, los ensayos con drones están demostrando ser bastante fructíferos a la hora de encontrar estas zonas para poder elaborar un mapa adecuado de las zonas de cría de los mosquitos, pudiendo procederse a su adecuada eliminación a través de la gestión ambiental de la zona. Las pruebas iniciales han demostrado la posibilidad de encontrar estas zonas de cría con exactitud y también han servido para contar con la colaboración de las comunidades locales, que se muestran muy receptivas a la iniciativa de combatir la malaria.

CASO: MOZAMBIQUE: (Gráfico A)

Con una población de alrededor de 21 millones de habitantes, Mozambique es uno de los países con menor esperanza de vida y mayores flujos migratorios debido a la precariedad de las condiciones de vida. En marzo de 2019, el país se vio golpeado por el **Ciclón Idai**, donde alrededor de mil personas perdieron la vida y más de dos millones requieren apoyo internacional. El difícil acceso por las carreteras devastadas y la inminente temporada de lluvias, podrían agravar la situación si no se da una respuesta eficaz.

Los resultados que se están produciendo a través de la capacitación de las comunidades

²⁹ Kasungu. Ciudad capital del distrito de Kasungu en la región central de Malawi, quinta ciudad del país por cantidad de habitantes.

locales como las que está llevando a cabo el Programa Mundial de Alimentos (PMA, 2018) en Mozambique, muestran que los beneficios del uso de drones con fines humanitarios son más que evidentes.

La respuesta rápida y eficaz a la catástrofe que sobrevino con el **Ciclón tropical Desmond** el pasado 22 de enero de 2019 fue muy positiva, al contar con la tecnología de los vehículos aéreos no tripulados para poder rastrear y realizar el mapeado de las distintas zonas inundadas y afectadas por el ciclón, permitiendo elaborar los planes de emergencia más adecuados en cada caso. De igual modo, esta tecnología ha permitido facilitar el trabajo de búsqueda y rastreo de los equipos de rescate y con las imágenes tomadas, Naciones Unidas ha podido realizar evaluaciones más precisas de las inundaciones producidas.

CASO: TANZANIA: (Gráfico A)

El Banco Mundial (B.M) junto con el Gobierno de Zanzíbar, han desarrollado un innovador proyecto de mapeado de las zonas de Pemba y Zanzíbar³⁰, con el objetivo de que esto sirva como prevención ante las catástrofes naturales y se pueda realizar una mejor evaluación de riesgos, preparación y planificación de la gestión ambiental. Con este método, se pretende luchar contra los efectos que el calentamiento global está produciendo en las costas de Tanzania, donde la gran mayoría de la población y su economía dependen de la pesca y donde cada vez se pierde más tierra como consecuencia del aumento del nivel del mar.

El proyecto consiste en la toma de imágenes para después elaborar un mapa geográfico que sirva para desarrollar políticas de planificación de infraestructuras que contrarresten los efectos adversos del cambio climático. Las imágenes del proyecto son de libre acceso en la web para cualquier persona interesada. Por otro lado, debido a que Zanzíbar es uno de los países con una de las mayores tasas de natalidad, las zonas poblacionales han ido en aumento, lo que ha conllevado la dificultad de conocer con exactitud dónde puede haber aldeas que se encuentren en zonas con mayor riesgo de inundaciones. Sin embargo, gracias al proyecto de mapeado con drones, estas zonas se pueden encontrar con facilidad,

³⁰ Zanzíbar. Isla principal del archipiélago tanzano, consta de varias islas pequeñas y dos grandes: Unguja y Pemba.

pudiendo facilitar la planificación en zonas que no habían sido registradas anteriormente. Por otro lado, el proyecto está resultando útil para el mapeo de algas y la protección del ecosistema.

Gracias al aporte de drones del fabricante Sensefly³¹ y el soporte operativo de Drone Adventures³², este proyecto ha conseguido tener unas imágenes actualizadas y de mejor calidad que aquellas de las que se disponían anteriormente, cuya última actualización databa de 2004 y eran imágenes satelitales de baja resolución.

Destaca también el proyecto de capacitación “**FLY WITH A GIRL**” que se está llevando a cabo en Tanzania por WeRobotics³³ - Tanzania Flying Labs, donde se promueve un fuerte enfoque en las mujeres y las niñas. Gracias al aprendizaje obtenido, se fomentan una nueva serie de carreras relacionadas con el ámbito tecnológico, brindando estas nuevas herramientas y aumentando su visibilidad en la industria de los drones, contribuyendo a su vez con el **Objetivo de Desarrollo Sostenible número 5** al dar mayores posibilidades de **educación, visibilidad y empoderamiento a las mujeres**. (Imágenes en Anexo III).

Dron antiminas: Proyecto Mine Kafon

Se estima que existen alrededor de 110,000,000 millones de minas terrestres en terrenos de 65 países del Mundo, y según Naciones Unidas, cada año más de 26,000 personas mueren o resultan mutiladas debido a las minas antipersona. En este trabajo de investigación, cabe destacar el Proyecto Mine Kafon de los hermanos Masud y Mahmud Hassani³⁴. En sus inicios, el proyecto consistía en una pelota detonadora de minas con la que se pretendía concienciar al mundo de la enorme cantidad de personas que mueren o son mutiladas al año por las minas. En la actualidad, las actividades de localización y detonación de minas tienen un coste muy elevado y en muchos casos suponen un gran riesgo debido a la dificultad de localizar las zonas en las que están ubicadas. Por este motivo, la ahora Fundación Mine Kafon ha creado una serie de drones antiminas, capaces de evaluar los riesgos en zonas determinadas y a un coste mucho menor.

³¹ SenseFly: <https://www.sensefly.com/>

³² ONG suiza Drone adventures: <http://droneadventures.org/>

³³ WeRobotics, iniciativa emprendedora que desarrolla proyectos con drones en países del Sur <https://werobotics.org>

³⁴ Precedentes de Kabul, terminaron estableciéndose en los Países Bajos tras la guerra de Afganistán (2001-2014) <http://minekafon.org/index.php/history/>

El dron Mine Kafon, lleva incorporado un sistema de GPS con el que se puede crear un mapa al rastrear zonas que han sido limpiadas de minas. En un primer momento, este dron hace un mapeado y escaneo de la zona para generar un mapa en 3D. Posteriormente, rastrea la zona con un detector de metales para, por último, extender un detonador con el brazo retráctil del que dispone. Es importante tener en cuenta que estas operaciones se realizan a distancia, lo que permite garantizar la seguridad del operario antiminas.

Los datos obtenidos son de libre acceso tanto para ONGs como para los gobiernos locales, lo cual sirve para proporcionar información útil en las operaciones de detonación.

Aunque es evidente que lleva mucho tiempo, es peligroso y caro rastrear minas que se encuentran enterradas a mucha profundidad, el bajo costo y la rapidez con la que puede realizar el trabajo el dron Kafon, es de gran ventaja al permitir utilizar los drones en un primer rastreo evitando así un riesgo mayor a los operarios de las detonaciones. (Ver Imágenes Anexo IV)

CONCLUSIONES:

En el desarrollo del trabajo se han expuesto los casos más destacados en relación a la fabricación de prótesis 3D y a la utilización de los drones como herramientas en la ayuda humanitaria. Asimismo, se ha investigado acerca de los beneficios que puede aportar la impresión 3D en relación a la construcción de viviendas de bajo coste. De este modo, se han podido demostrar las ventajas que supone el uso de ambas tecnologías.

En cuanto a la impresión de viviendas, es evidente que la impresión 3D ha de tener en cuenta factores como el clima y las diversas regulaciones en materia de construcción de viviendas en cada país y la fuente energética de la que hay que disponer para la fabricación. Sin embargo, como se ha podido analizar, este método no sustituirá los métodos de construcción actuales a corto plazo, sino que lo irá complementando hasta desarrollarse como una alternativa mejor. En efecto, este tipo de metodología para construir viviendas en países en vías de desarrollo o afectados por catástrofes, podría suponer un gran avance y una gran aportación para la mejora de la calidad de vida de las personas.

La construcción de viviendas 3D implica rapidez, reducción de costes y mayor respeto medioambiental, pudiendo fabricar formas que se asemejen a diversas formas de la naturaleza, utilizar materiales autóctonos, ahorrar en recursos, energía y costo de la estructura. Por otro lado, además de reducir el plazo de construcción, se reducen los riesgos laborales de los trabajadores.

En cuanto a la **fabricación de prótesis 3D**, se ha podido constatar, que, al no tener elementos electrónicos ni sensores, tienen un coste más reducido que las convencionales, beneficiando así a las personas que tienen **recursos limitados** y difícil acceso a prótesis. También, se requiere de menos tiempo para su elaboración (en este caso, destacaremos una prueba del Proyecto Gutenberg³⁵, del Instituto Don Bosco junto con otros centros estatales, donde se consiguió imprimir diez manos protésicas en cuatro horas), y su software es de fácil acceso para cualquier usuario que lo necesite. Por otro lado, como se

³⁵ Información extraída de: <https://diarioti.com/proyecto-solidario-imprime-en-3d-protesis-para-personas-amputadas-sin-recursos/89313>

ha podido comprobar, este tipo de prótesis puede ser realizada de diferente tamaño, tipo y **diseño** (esto último es muy importante en el caso de los **niños**, que suelen encontrar “**divertidos**” los diseños y se adaptan mejor a ellos al llamar su atención) y se tiene en cuenta la participación del propio paciente a la hora de diseñar su prótesis lo cual conlleva una mejor aceptación.

Este tipo de prótesis han demostrado en los casos estudiados, que pueden cambiar y mejorar la vida de las personas que viven en zonas de difícil acceso, al poder ser fabricadas en terreno a un bajo coste y al poder ser asequibles a las personas con poco poder adquisitivo.

En el caso de la utilización de **drones**, debido a la dificultad de localizar heridos en catástrofes o en altamar (donde se ha podido comprobar que en muchos casos, supone un riesgo para la vida del propio trabajador de rescate) y rastrear los flujos migratorios, se ha demostrado que la utilización de drones contribuyen a reformular la distribución y densidad de los asentamientos, lo cual supone una mejora en la calidad de los informes de evaluación y una mejora en la capacidad de respuesta a las diversas problemáticas que surgen a corto y largo plazo.

Por otro lado, también se ha demostrado su utilidad en la capacidad de documentar la evolución de los contextos y cambios ambientales producidos a consecuencia de las variaciones e incidencias climáticas (como puede ser el caso de Tanzania y el mapeo de algas o la reformulación cartográfica al encontrarse sus costas en un contexto cambiante debido al cambio climático)

En cuanto al acceso a productos vitales para la salud, se ha podido comprobar que, en la mayor parte de los casos analizados, se ve dificultado en muchas ocasiones por la dificultad de acceder a determinadas zonas debido a la falta de medios de transporte, malas condiciones del terreno y escasez de infraestructuras. En este estudio, se ha demostrado el beneficio y la mejora que supone la utilización de drones como método de transporte de medicamentos y de sangre para realizar transfusiones en relación a las problemáticas explicadas, suponiendo un ahorro que en muchos casos implica el poder salvar una vida a tiempo. También, se ha podido constatar la gran importancia que tiene el informar y capacitar a las comunidades locales sobre su uso, para que de este modo la población autóctona pueda colaborar en los distintos proyectos donde reciben formación y capacitación, lo cual favorece que puedan disponer de una alternativa laboral que

contribuye a una mejora en su calidad de vida no solo al poder tener un mejor acceso a medicamentos, sangre y vacunas sino también al poder tener una formación y capacitación técnica que suponga una diferencia respecto a otros trabajos.

Por último, es innegable que existen límites para ambas tecnologías: en el caso de la utilización de los drones, la mayor limitación que se puede observar es en materia de las normativas legales, ya que en cada país rige una normativa diferente en cuanto a su espacio aéreo e incluso es posible que esté prohibido el vuelo con drones sin autorización. Otra limitación se puede encontrar en relación a la duración de la batería, la cual debe ser recargada en un tiempo determinado, como se ha podido comprobar en el caso de Papúa Nueva Guinea y en la entrevista a la experta en ingeniería aeronáutica: una mayor carga, requerirá una mayor duración de la batería y un vehículo de mayor tamaño. Por otro lado, al igual que en el caso de la impresión 3D, también puede darse el caso de la no aceptación por parte de las comunidades locales y las personas titulares de derechos. También, es importante fomentar el diálogo y el entendimiento entre las ONGs o empresas dedicadas a **la tecnología humanitaria** y los diversos actores a quienes van dirigidos, para una mejor comprensión y un mejor despliegue del potencial que se puede llegar a alcanzar (como puede ser con los donantes y el Proyecto analizado anteriormente, de drones localizadores de minas Mine Kafon).

La tecnología avanza a pasos agigantados, y es evidente que en el contexto cambiante en el que nos encontramos, aún queda mucho por ver, sin embargo, estas dos tecnologías están demostrando fehacientemente su gran utilidad para mejorar y facilitar la vida de las personas.

BIBLIOGRAFÍA:

/@andrew_72070. “Localizing Humanitarian Drones: Robotics & Disaster Response from the Maldives to Malawi.” *Medium*, Radiant Earth Insights, 1 Feb. 2018, medium.com/radiant-earth-insights/localizing-humanitarian-drones-robotics-disaster-response-from-the-maldives-to-malawi-a1f362432cb1.

10156627382060656. “Drones to the Rescue as Cyclone Desmond Storms Mozambique.” *World Food Programme Insight*, World Food Programme Insight, 24 Jan. 2019, insight.wfp.org/drones-to-the-rescue-as-cyclone-desmond-storms-mozambique-d7f501e40b0f.

“3D Printed Concrete Pedestrian Bridge Built in Madrid, City Representatives Call It a 3D Printing Milestone.” *3DPrint.Com | The Voice of 3D Printing / Additive Manufacturing*, 15 Dec. 2016, 3dprint.com/158826/3d-printed-concrete-bridge-madrid/.

@harrymccracken, Harry McCracken. “How a TIME Article Led to the Invention of a \$100 3D-Printed Artificial Limb.” *Time*, Time, 7 Jan. 2014, techland.time.com/2014/01/07/how-a-time-article-led-to-the-invention-of-a-100-3d-printed-artificial-limb/#ixzz2plDB48q8.

Ackerman, Evan, and Michael Koziol. “In the Air With Zipline's Medical Delivery Drones .” *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*, IEEE Spectrum, 30 Apr. 2019, spectrum.ieee.org/robotics/drones/in-the-air-with-ziplines-medical-delivery-drones.

Admin. “Humanitarian in the Sky: Drones for Disaster Response.” *Virgin*, 18 Apr. 2018, www.virgin.com/virgin-unite/business-innovation/humanitarian-sky-drones-disaster-response.

Amy. “Drones in Humanitarian Action.” *European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations - European Commission*, 19 Sept. 2018, ec.europa.eu/echo/field-blogs/videos/drones-humanitarian-action_en.

“Ayúdame 3D Project.” *Ayúdame 3D Project*, www.bq.com/en/project-help-me-3d.

“AYÚDAME3D.” *Ayudame3D*, ayudame3d.org/.

Banks, Ken. "Project Daniel: 3D Printing Prosthetic Arms for Children in Sudan." *National Geographic Society Newsroom*, 14 Dec. 2017, blog.nationalgeographic.org/2014/10/06/project-daniel-3d-printing-prosthetic-arms-for-children-in-sudan/.

"Be More 3D Fabrica La Primera Casa Impresa En 3D De España." *3Dnatives*, 13 Mar. 2018, www.3dnatives.com/es/be-more-3d-casa-impresa-espana-140320182/.

Beilin, Holly. "Home Building Startup New Story Unveils 3D-Printed House At SXSW to Shelter the Developing World." *Hypepotamus*, 12 Mar. 2018, hypepotamus.com/news/new-story-unveils-3d-printed-home/.

Block, India. "World's First 3D-Printed Concrete Bridge Opens in the Netherlands." *Dezeen*, Dezeen, 30 May 2019, www.dezeen.com/2017/10/27/worlds-first-3d-printed-concrete-bridge-bicycles-bam-infra-netherlands/.

Bort, Julie. "How A \$100 3D-Printed Arm Is Saving The Children Of Sudan." *Business Insider*, Business Insider, 7 Jan. 2014, www.businessinsider.com/how-a-100-3d-printed-arm-is-saving-the-children-of-sudan-2014-1?IR=T.

Buendía, Ignacio. "Ayuda Humanitaria Elige La Impresión 3D." *Todo*, Ignacio Buendía <https://todo-3d.com/Wp-Content/Uploads/2018/10/nuevologoTODO3d-296x300.Png>, 26 Mar. 2018, todo-3d.com/ayuda-humanitaria-impresion-3d/.

"Casas Solidarias 'Impresas' En 24 Horas." *The Luxonomist*, 4 Feb. 2019, theluxonomist.es/2019/02/05/casas-solidarias-impresas-en-24-horas/juan-jose-perez-monzon.

"Case Study No 8: High Resolution UAV Imagery for Camp Management in Haiti." *Case Study No 8: High Resolution UAV Imagery for Camp Management in Haiti / capacity4dev.Eu*, europa.eu/capacity4dev/innov-aid/blog/case-study-no-8-high-resolution-uav-imagery-camp-management-haiti.

"Ciclón Idai: 1,7 Millones De Personas Afectadas En Malawi, Mozambique y Zimbabwe, De Las Que Cerca De La Mitad Son Niños." *Página De Inicio*, www.unicef.es/prensa/ciclon-idai-17-millones-de-personas-afectadas-en-malawi-mozambique-y-zimbabwe-de-las-que.

"Construction 3D Printers." *AMT*, www.amt-print.com/.

“Drone Mapping In Africa.” *Women And Drones*, 26 Sept. 2017, womenanddrones.com/2017/09/drone-mapping-africa/.

“Drones Helping Mine Kafon Offer Mine Detonating Solutions.” *Inside Unmanned Systems*, 21 Aug. 2018, insideunmannedsystems.com/drones-helping-mine-kafon-offer-mine-detonating-solutions/.

“Drones vs Mosquitoes: Fighting Malaria in Malawi.” *UNICEF*, www.unicef.org/stories/drones-vs-mosquitoes-fighting-malaria-malawi.

“Drones – Malawi.” *UNICEF Innovation Builds and Scales Innovations That Improve Children's Lives around the World.*, unicefstories.org/drones/malawi/.

“Frequently Asked Questions.” *ICON*, www.iconbuild.com/about/faq.

Hardy, Andy, and Aberystwyth University. “Drones Are Now Being Used in the Battle against Malaria.” *World Economic Forum*, www.weforum.org/agenda/2017/11/how-drones-are-being-used-in-zanzibar-s-fight-against-malaria.

“Homepage.” *Mine Kafon*, minekafon.org/.

“How Much Does a 3D Printed House Cost in 2019?” *All3DP*, 17 May 2019, all3dp.com/2/3d-printed-house-cost/#example-3-winsun-10-houses-in-one-day.

“Humanitarian Drone Corridor Launched in Malawi.” *UNICEF*, www.unicef.org/stories/humanitarian-drone-corridor-launched-malawi.

“Idai Disaster: Stranded Victims Still Need Rescue from Heavy Rains as UN Scales up Response | UN News.” *United Nations*, United Nations, news.un.org/en/story/2019/03/1035081.

“Innovation.” *New Story*, newstorycharity.org/innovation/.

Juskauskas, Tautvydas, et al. “Flying a Drone in Malawi: My First Emergency Deployment.” *UNICEF Connect*, 10 Apr. 2019, blogs.unicef.org/blog/flying-drone-malawi-my-first-emergency-deployment/.

Koigi, Bob. “Drones Drive Development Revolution in Africa | FairPlanet.” *Fair Planet*, FairPlanet, 20 May 2019, www.fairplanet.org/story/drones-drive-development-revolution-in-africa/.

“Las Casas De Hormigón Impresas En 3D Llegan a Holanda.” *EcoInventos*, 11 Dec. 2018, ecoinventos.com/casas-hormigon-impresas-3d-holanda/.

“Making Limbs Using 3D Printing Technology.” *HI*, www.hi-us.org/making_limbs_using_3d_printing_technology.

“Malawi y Cómo Los Drones Pueden Limitar El Impacto De Las Inundaciones.” *Euronews*, 24 Sept. 2018, es.euronews.com/2018/04/26/malawi-y-como-los-drones-pueden-limitar-el-impacto-de-las-inundaciones.

“Mapping Work in Malawi.” *Drones in Humanitarian Action*, drones.fsd.ch/en/4288/.

Marina. “Construcción Más Rápida y Económica Gracias a La Impresión 3D.” *Trimaker*, 12 Oct. 2018, trimaker.com/la-primera-familia-del-mundo-en-vivir-en-una-casa-impresa-en-3d/.

Moore, Clayton. “A Startup and a Nonprofit Teamed Up to 3D-Print a Tiny Home.” *Digital Trends*, Digital Trends, 31 Mar. 2019, www.digitaltrends.com/home/icon-new-story-3d-printed-home/.

“Más De 140.000 Descargas De Robohand, La Prótesis De Mano Impresa En 3D - Impresoras 3D.” *Imprimalia 3D*, imprimalia3d.com/noticias/2015/01/03/004051/m-s-140000-descargas-robohand-pr-tesis-mano-impresa-3d.

“New Story and 3D Printed Homes.” *Feld Thoughts*, 13 May 2019, feld.com/archives/2019/05/new-story-and-3d-printed-homes.html.

Nfigueres. “FREEDA, El Dron Que Salvará Vidas En El Mediterráneo Junto Con Proactiva Open Arms, Ha Sido Probado Con Éxito.” *Hemav Foundation*, hemavfoundation.com/notas_de_prensa/freeda-el-dron-que-salvara-vidas-en-el-mediterraneo-junto-con-proactiva-open-arms-ha-sido-probado-con-exito/.

Peters, Adele. “There Will Soon Be a Whole Community of Ultra-Low-Cost 3D-Printed Homes.” *Fast Company*, Fast Company, 12 Mar. 2019, www.fastcompany.com/90317441/there-will-soon-be-a-whole-community-made-of-these-ultra-low-cost-3d-printed-homes.

Pinna, Monica. “Malawi: Using Drones to Limit the Impact of Natural Disasters.” *Euronews*, 24 Sept. 2018, www.euronews.com/2018/04/26/aid-zone-malawi.

Prothèse 3D : Des Premiers Tests Encourageants, handicap-international.fr/fr/actualites/prothese-3d-des-premiers-tests-encourageants.

Prothèses 3D : L'innovation Au Service De La Solidarité, handicap-international.fr/fr/actualites/protheses-3d-l-innovation-au-service-de-la-solidarite.

“Prótesis Con Impresión 3D.” *Prótesis Con Impresión 3D*, www.bq.com/es/protesis-impresas-en-3d.

Raffio, Valentina. “Drones Salvavidas.” *Elperiodico*, El Periódico, 29 May 2018, www.elperiodico.com/es/ciencia/20180529/drones-fines-humanitarios-hemav-foundation-6846212.

Refugiados, and Naciones Unidas. “ACNUR Hace Uso De Drones Para Ayudar a Poblaciones Desplazadas En África.” *UNHCR*, www.acnur.org/noticias/noticia/2016/11/5b7e719910/acnur-hace-uso-de-drones-para-ayudar-a-poblaciones-desplazadas-en-africa.html.

Russo, Amanda, and Harrison Wolf. “What the World Can Learn from Rwanda's Approach to Drones.” *World Economic Forum*, www.weforum.org/agenda/2019/01/what-the-world-can-learn-from-rwandas-approach-to-drones.

“RWANDA LAUNCHES WORLD'S FIRST NATIONAL DRONE DELIVERY SERVICE POWERED BY ZIPLINE.” *MENA Herald*, www.menaherald.com/en/business/transport-logistics/rwanda-launches-world%E2%80%99s-first-national-drone-delivery-service-powered.

“Saints 3D-Print Prosthetic Arm For Girl In Uganda.” *Siena College*, www.siena.edu/news/story/saints-3d-print-prosthetic-arm-for-girl-in-uganda/.

Scalabre, Olivier. “Transcript of ‘La Próxima Revolución Industrial Está Aquí.’” *TED*, www.ted.com/talks/olivier_scalabre_the_next_manufacturing_revolution_is_here/transcript?awesm=on.ted.com_8lc7&language=es#t-1595.

Schenker, Jennifer L. “Rwanda Pioneers Drone Regulation.” *The Innovator News*, The Innovator News, 23 Jan. 2018, innovator.news/rwanda-pioneers-drone-regulation-69a81b8264f9.

“Se Contabilizan 4.883 Llegadas y 203 Muertes En El Mediterráneo En 2019.” *Organización Internacional Para Las Migraciones*, 22 Jan. 2019, www.iom.int/es/news/se-contabilizan-4883-llegadas-y-203-muertes-en-el-mediterraneo-en-2019.

Sputnik. “Made in Russia: La Primera Vivienda De Europa Creada Con Una Impresora 3D (Fotos, Video).” *Sputnik Mundo*, 13 Feb. 2018, mundo.sputniknews.com/increible/201710241073448810-casa-impresion-tridimensional-construccion-yaroslavl/.

Stanton, Michelle. “How Drones Are Being Used in the Fight against Malaria.” *The Independent*, Independent Digital News and Media, 9 July 2018, www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/drones-malawi-mosquitoes-malaria-africa-disease-a8438381.html.

“Swiss Drones for Mapping Tanzania.” *House of Switzerland*, 26 Apr. 2019, www.houseofswitzerland.org/swissstories/science-education/swiss-drones-mapping-tanzania.

“Take Off.” *ZMI*, www.zanzibarmapping.com/.

“Tanzania Flying Labs.” *Flying Labs*, flyinglabs.org/tanzania/.

“Tanzanian Start-up Drone Wings Takes Social Good by a Storm.” *WeRobotics Blog*, 6 Oct. 2018, blog.werobotics.org/2018/10/06/tanzanian-start-up-drone-wings-takes-social-good-by-a-storm/.

“U.N., Malawi to Explore Use of Drones to Deliver Faster Aid in Crises.” *UNICEF Innovation Builds and Scales Innovations That Improve Children's Lives around the World.*, unicefstories.org/2016/12/15/u-n-malawi-to-explore-use-of-drones-to-deliver-faster-aid-in-crises/.

“UNICEF Malawi Seek Long Term Agreement for Situation Monitoring and Risk-Informed Programming.” *SUAS News - The Business of Drones*, 15 Mar. 2019, www.suasnews.com/2019/03/unicef-malawi-seek-long-term-agreement-for-situation-monitoring-and-risk-informed-programming/.

Volunteer, Jen Owen - e-NABLE. “Veronica The ‘Super Healer’ – e-NABLING UGANDA.” *Enabling The Future*, 12 June 2017, enablingthefuture.org/2017/05/20/veronica-the-super-healer-e-nabling-uganda/.

“We're Providing 13,000,000 People with Instant Access to Urgent Medicines.” *Zipline*, flyzipline.com/impact/.

“Zanzibar.” *OpenDRI*, 12 Feb. 2018, opendri.org/project/zanzibar/.

ANEXOS:

ANEXO I:

Imágenes de Not Impossible, Project Daniel: www.notimpossible.com



Imágenes de Enabling the Future: <http://enablingthefuture.org/2017/05/20/veronica-the-super-healer-e-nabling-uganda/>



Imagen de prótesis 3D, obtenida de: <https://ayudame3d.org/>



ANEXO II:

Imagen de Vivienda 3D de la empresa WinSun, obtenida de: <https://all3dp.com/2/3d-printed-house-cost/>



Imagen de Vivienda 3D de la empresa WinSun, obtenida de: <https://3d-expo.ru/en/article/winsun-china-builds-world-s-first-3d-printed-villa-and-tallest-3d-printed-apartment-building>



Imagen de puente impreso en 3D de Alcobendas, Madrid. Imagen obtenida de:
<http://imprimalia3d.com/noticias/2017/10/18/009386/holanda-no-tiene-primer-puente-impreso-3d-del-mundo-sino-alcobendas>



Imágenes de la vivienda 3D impresa por BeMore en Valencia. Imágenes obtenidas de:
<http://imprimalia3d.com/noticias/2018/03/06/009801/be-more-3d-inicia-impresi-n-tridimensional-su-primera-vivienda-espaa>



Imagen de la vivienda construida con impresora 3D por BeMore finalizada:

Obtenida de:

<https://fcia.es/seccion-noticias/construyen-en-valencia-la-primera-casa-en-espana-hecha-con-una-impresora-3d>



Imágenes de la vivienda creada por NewStory, obtenidas de: <https://inhabitat.com/new-3d-printed-house-can-be-built-in-less-than-a-day-for-just-4000/>





ANEXO III:

Imágenes del mapeado de un dron en Haití, obtenidas de: <https://drones.fsd.ch/en/3615/>

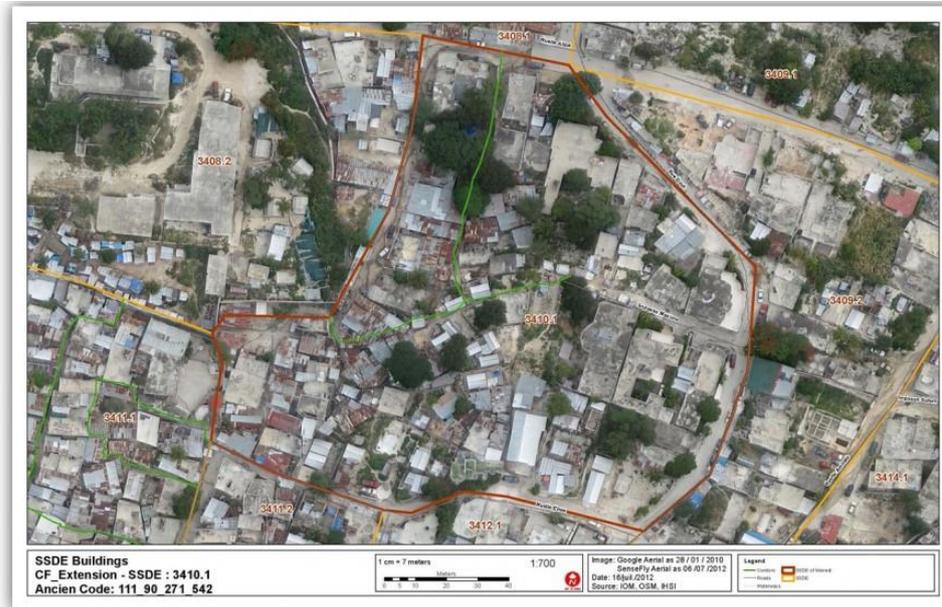


Imagen del dron de Zipline utilizado en Ruanda, obtenida de : <https://www.wired.com/story/africas-delivery-drones-are-zipping-past-the-us/>



Imagen de la plataforma de lanzamiento del dron Zipline, obtenida de: <https://www.newtimes.co.rw/section/read/222713>



Imágenes de empaquetado de sangre para su envío en dron Zipline y su recibimiento:

<https://www.abc.net.au/triplej/programs/hack/lifesaving-drones-delivering-blood/10107932>

<https://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/16106/Rwandan-Startup-Uses-Drones-to-Deliver-Blood.aspx>



Imagen del mapeo en Zanzíbar, obtenidas de: <http://www.zanzibarmapping.com/#gallery>



Imagen del mapeo de algas en Zanzíbar. Obtenida de: <http://www.zanzibarmapping.com/wp-content/uploads/2014/04/SEAWEED-MAPPING-1024x768.png>



Programas de capacitación en Tanzania, imagen obtenida de: <https://www.houseofswitzerland.org/swissstories/science-education/swiss-drones-mapping-tanzania>



Imágenes de la piloto de drones de Tanzania Khadija Abdulla, obtenidas de:

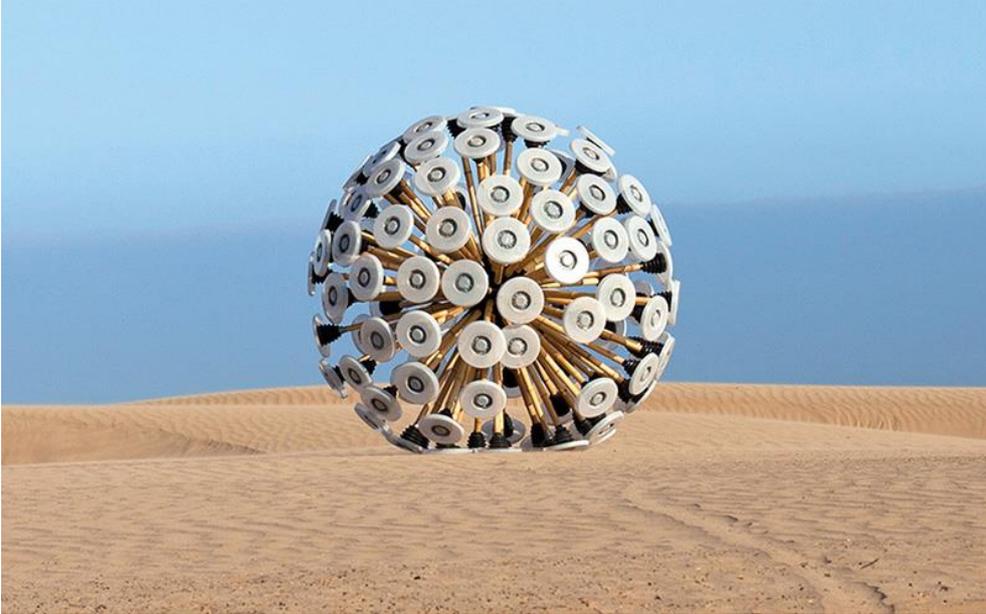
<https://womenanddrones.com/2017/09/drone-mapping-africa/>



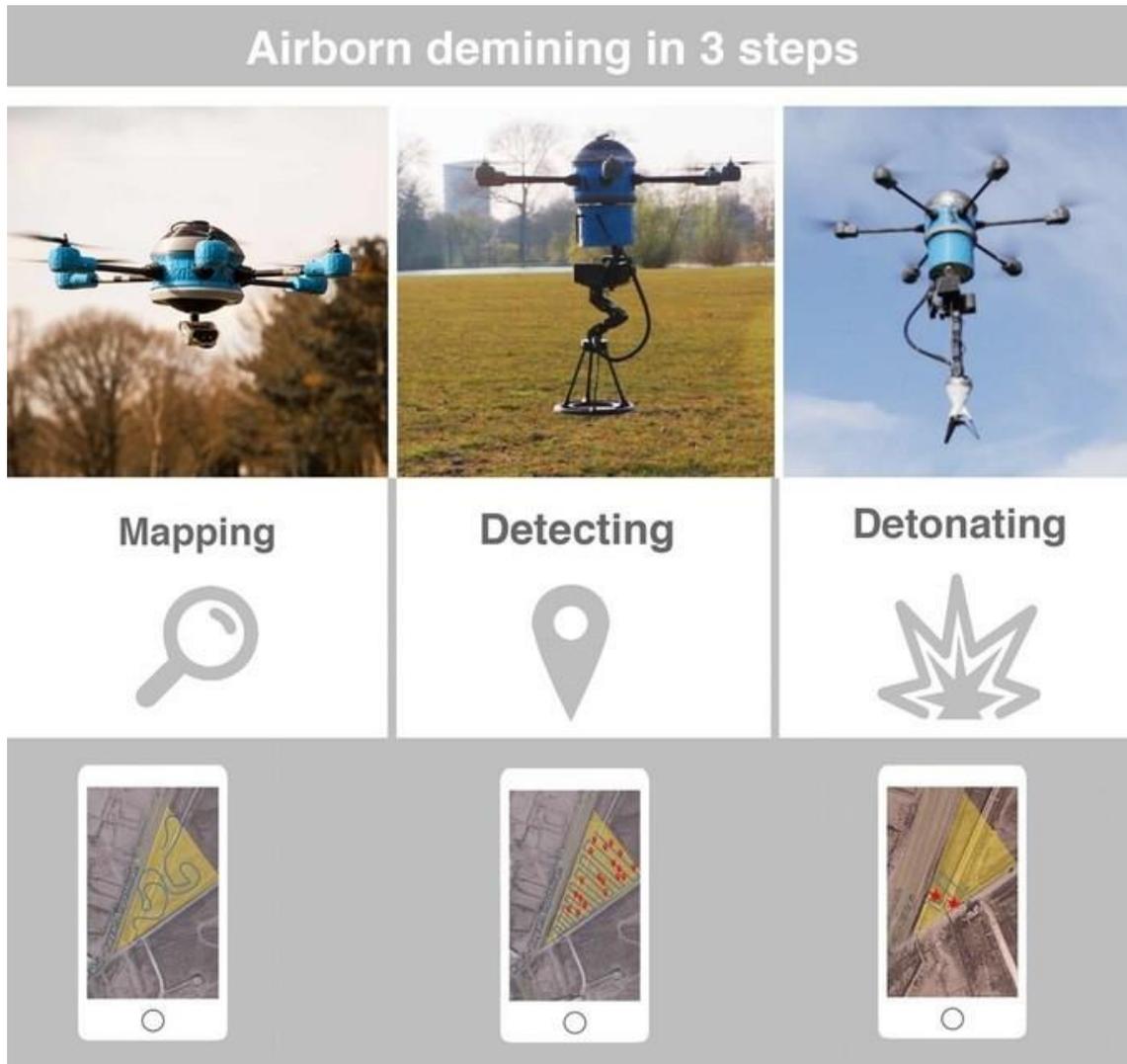
ANEXO IV:

Imágenes de la pelota antiminas del proyecto **Mine Kafon**, obtenidas de: <https://www.evolver-science.com/intelligent-machines-robotics-automation-transportation/mine-kafon-new-age-minesweeping-00226>

Y de: <https://wdo.org/the-mine-kafon/>



Imágenes del Dron de Mine Kafon, obtenidas de: <https://www.suasnews.com/2016/07/mine-kafon-land-mine-clearing-robot/>



ANEXO V:

ENTREVISTA:

¿Cuál cree usted que es el aspecto más importante de la utilización de un VANT en una situación de emergencia y/o ayuda humanitaria?

Creo que el aspecto más importante de los VANTs o UAVs (por su acrónimo en inglés) es que en cualquier situación un UAV nos permite llegar a lugares remotos, a los que llegar por tierra se tardaría horas por el estado de los caminos o terrenos escarpados en los que una aeronave más grande no podría operar con facilidad. Diríamos que nos acerca sustancialmente a aquellos que están mal comunicados o necesitan ayuda en una situación de emergencia.

¿En qué tipo de situaciones se utilizan los drones humanitarios mayormente?

Los drones en la industria se diseñan principalmente para varios tipos de misiones que suelen tener en común el reconocimiento del terreno. Un ejemplo sería lo que llamamos las misiones SAR (del acrónimo inglés Search and Rescue, Búsqueda y Rescate), en los que un UAV se ocupa de la parte de búsqueda y otro vehículo tripulado se ocupará del rescate por tierra, mar o aire. Otra misión posible es el reconocimiento del terreno después de un desastre natural como puede ser una inundación causada por lluvias torrenciales o un tsunami; con este reconocimiento se pueden cuantificar rápidamente los daños causados, dimensionando el alcance de la emergencia para responder a ella de manera proporcional y adecuada. También se están empezando a utilizar en la extinción de incendios forestales, ya que permiten monitorizar la situación sin poner en riesgo al personal.

¿Qué ventajas y dificultades cree que pueden aportar?

Como ventajas, como ya comenté antes, está la posibilidad de acceder fácil y rápidamente a lugares en los que de otra manera llevaría mucho tiempo y esfuerzo, como puede ser una zona escarpada, con mucha vegetación o cubierta por la nieve. Además,

su despliegue puede ser relativamente sencillo por parte del personal de a pie allí donde la situación lo requiera

Como dificultades, destacaría la mayor dificultad que nos encontramos siempre en aeronáutica: el peso. La carga de pago que puede transportar un UAV (incluso su propio diseño estructural) está limitada por peso. A mayor peso a transportar, mayor tamaño deberá tener el UAV y esto puede llevar a otras desventajas como puede ser un mayor precio o menor discreción

¿Cómo afecta a la población? En concreto, ¿cómo se toman el primer contacto con un VANT?

Los primeros contactos con cualquier tipo de aeronave normalmente suelen ser positivos, pues crean curiosidad y sorpresa. Hay un caso muy curioso en las remotas islas del Pacífico que durante la Segunda Guerra Mundial recibieron víveres y suministros básicos por parte de los primeros aviones que vieron, unos cargueros desplegados por motivos tácticos. Este creó una admiración muy profunda en la propia cultura de la isla hasta el punto de tomar un cariz religioso.

¿Cuál cree usted que es el futuro del uso de drones en situaciones de emergencia/ayuda humanitaria?

Creo que hay muchísimas aplicaciones para estos casos y poco a poco empezarán a extenderse. Yo veo dos vertientes claras: UAVs dotados con sistemas capaces de encontrar personas, ya sea perdidas, accidentadas o en situación de emergencia natural y, por otro lado, UAVs capaces de llevar víveres y medicinas allí donde se necesiten. Una fusión de ambas es lo óptimo.

Por último, ¿qué usos se le da a la impresión 3D en aviación?

Desde hace unos años se están incluyendo piezas diseñadas para fabricarlas con impresión 3D en todas las aeronaves de nuevo diseño, incluyendo los drones. En nuestra industria normalmente nos referimos a la impresión 3D como ALM (Additive Layer Manufacturing), y es muy interesante porque con ese método se consiguen piezas

metálicas con propiedades mecánicas muy similares a las fabricadas por procesos clásicos de sustracción de material, coloquialmente llamado mecanizado, pero con un peso sustancialmente menor. Esto supone que, con la misma planta propulsora, que es la que hace en definitiva que el avión vuele, el peso de la estructura de la aeronave es menor y por tanto la carga de pago es mayor.

ANEXO VI:

ACRÓNIMOS:

ACNUR (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados)	UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees)
ATO	Approved Training Organization
BM	Banco Mundial
PMA	Programa Mundial de Alimentos
ISPO	International Society For Prosthetics And Orthotics
OCHA	Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios
OIM	Organización Internacional para Migraciones
UNICEF	United Nations Children's Fund
VANT (UAV/RPA)	Vehículo aéreo no tripulado