



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

TECNOLOGÍA DE DRONES EN EL CONTROL DE RESIDUOS URBANOS EN LA CIUDAD DE ICA 2022

Presentado por:

- VENTURA RAMOS WILLIAM JONATHAN

BACHILLER en PREGRADO de la facultad de Ingeniería de Sistemas. El resultado obtenido es (porcentaje de similitud 5%) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según el Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 14 de septiembre de 2023

Dr. ERWIN PABLO PEÑA CASAS
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD INGENIERÍA DE SISTEMAS



TECNOLOGÍA DE DRONES EN EL CONTROL DE RESIDUOS
URBANOS EN LA CIUDAD DE ICA 2022

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
SISTEMAS

Autor: VENTURA RAMOS WILLIAM JONATHAN

Asesor: ROMERO LOVERA JHON ALEX

Ica, Perú

2023

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a mis padres quienes por ellos soy lo que soy, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que yo soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo agradecer a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia; Gracias a mis formadores personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día, cuya dedicación que ha regido, he logrado importantes objetivos.

Un agradecimiento especial para mi Asesor de tesis el Mag. Jhon Alex Romero Lovera por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo y hacer menos notado lo complicado de lograr esta meta como culminar el desarrollo de mi tesis y con éxito obtener una afable titulación profesional.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros, gracias al compañerismo, amistad, apoyo moral y que me permitieron entrar en su vida durante esos años de convivir dentro del salón de clases, aportaron un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional

INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad de los residuos urbanos	1
1.2 Fundamentos científicos	5
1.3 Justificación	7
1.4 Objetivos	7
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	8
2.1 Material y método	8
2.2 Descripción del método	10
2.3 Verificar el Estado de los residuos urbanos en la ciudad de Ica	12
2.4 Estado de los drones	21
2.4.1 Usos de los drones	21
2.4.2 Drones y medio ambiente	25
2.5 Verificar el Estado de los residuos urbanos – DRON	29
III. RESULTADOS	43
3.1 Tiempos de recorrido o desplazamiento	43
3.2 Estadística descriptiva	44
III. DISCUSIÓN	46
IV. CONCLUSIONES	47
V. RECOMENDACIONES	48
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

Índice de tablas

TABLA I UBICACIÓN DE LAS ZONAS RECORRIDAS	11
TABLA II TIEMPOS UTILIZADOS	40
TABLA III TIEMPOS DE GRABACIÓN	40
TABLA IV MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL	44
TABLA V MEDIDAS DE DISPERSIÓN	45

Índice de figuras

Fig. 1. Desechos generados por país en el mundo	2
Fig. 2. Botadero del distrito de La Tinguiña	3
Fig. 3. Estado del desierto antes y después de los residuos	4
Fig. 4. Zona de influencia de la ciudad de Ica	9
Fig. 5. Recorrido de la muestra de zonas evaluadas	10
Fig. 6 Mercado arenales	12
Fig. 7 Mercado arenales	13
Fig. 8 Unidad vecinal	13
Fig. 9 Los viñedos parque	14
Fig. 10 Los viñedos	14
Fig. 11 Maurtua	15
Fig. 12 Pacasmayo	15
Fig. 13 Mercado Huancavelica 1	16
Fig. 14 Mercado Huancavelica 2	16
Fig. 15 Conde de nieva 1	17
Fig. 16 Conde de nieva 2	17
Fig. 17 Cutervo	18
Fig. 18 La Palma	18
Fig. 19 San Isidro	19
Fig. 20 San Joaquín viejo	19
Fig. 21 Ciudad universitaria	20
Fig. 22 Ciudad universitaria	20
Fig. 23 Características y equipamiento del modelo	22
Fig. 24 Imagen referencial de un dron del tipo hexacóptero	23
Fig. 25 Modelo de hexacóptero usado por qAIRA	23
Fig. 26 Exposición en el Fidae	24
Fig. 27 Dron para vigilancia ambiental	25
Fig. 28 Mercado Arenales av. Principal	29
Fig. 29 Mercado Arenales zona lateral	29
Fig. 30 Cementerio Saraja Av. Principal	30
Fig. 31 Cementerio Saraja zona lateral	30
Fig. 32 Urb. San Miguel – Tupac Amaru	31
Fig. 33 Urb. San Miguel – Colegio San Miguel	31
Fig. 34 Urb. San Miguel 1	32
Fig. 35 Urb. San Miguel 2	32
Fig. 36 Urb. San Miguel – Avenida anexa	33

Fig. 37 Urb. San Miguel - Avenida anexa	33
Fig. 38 Iglesia Señor de Luren	34
Fig. 39 Mercado la Palma - Lateral	34
Fig. 40 Mercado la Palma - Principal	35
Fig. 41 Colegio San José	35
Fig. 42 Colegio San José – Parque	36
Fig. 43 Av. San Martin	36
Fig. 44 Av. San Martin – Torres	37
Fig. 45 Tupac Amaru – Grifo	37
Fig. 46 Tupac Amaru – San Miguel	38
Fig. 47 Tupac Amaru – La Palma	38
Fig. 48 Tupac Amaru – avenida aledaña	39
Fig. 49 Mercado Santo Domingo	39
Fig. 50 Modelo de DRON	42
Fig. 51 Comportamiento de tiempos del recorrido terrestre	43
Fig. 52 Comportamiento de tiempos de recorrido con DRON	44

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo describir el control de residuos urbanos mediante tecnología de drones en la ciudad de Ica 2022, para lo cual se planeó como método para concretizar el objetivo en la que se realizó inicialmente mediante la herramienta del Google Heart un trazado de zonas de la ciudad, posteriormente se realizó un recorrido por la ciudad para detectar en estas zonas de arrojado de residuos urbanos, en este recorrido se tomaron diversas tomas fotográficas para ver el estado del arrojado de estos residuos. Con esta información se utilizó un dron del modelo DJI para este tipo de actividades recorriendo igualmente estas zonas y otras más a fin de detectar el estado de los residuos urbanos incluyendo en horarios diurnos de no recojo de residuos, además de la revisión de diversas investigaciones sobre el tema. Los resultados de la investigación demuestran la eficiencia del dron en la detección de los residuos urbanos en lugares no visibles desde tierra, concluyendo que este tipo de tecnología puede ser empleada en casi cualquier actividad de detección, control o monitoreo.

Palabras clave: Residuos urbanos, drones, detección

ABSTRACT

The objective of this research work was to describe the control of urban waste using drone technology in the city of Ica 2022, for which it was planned as a method to achieve the objective in which was initially performed using the Google Heart tool a mapping of areas of the city, then a tour of the city was conducted to detect in these areas of urban waste dumping, in this tour several photographs were taken to see the state of the dumping of these wastes. With this information, a DJI model drone was used for this type of activities, also touring these areas and others in order to detect the state of urban waste, including during daytime hours when waste is not collected, in addition to the review of various research on the subject. The results of the research demonstrate the efficiency of the drone in the detection of urban waste in places not visible from the ground, concluding that this type of technology can be used in almost any detection, control or monitoring activity.

Key words: Urban waste, drones, detection

I. INTRODUCCIÓN

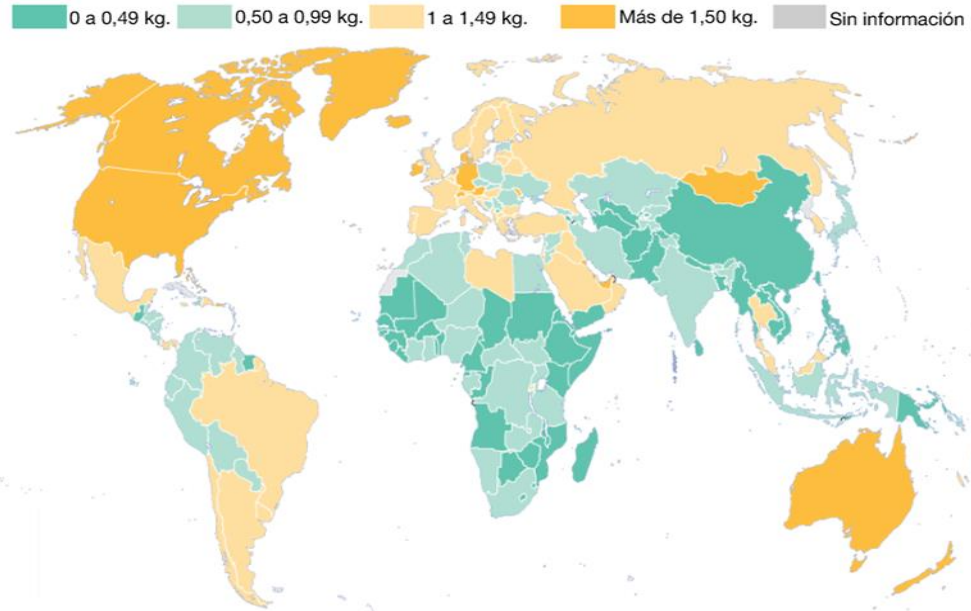
1.1 Realidad de los residuos urbanos

Los residuos que se desechan en el mundo es una realidad que no se puede negar, el hombre desde la era industrial ha venido contaminado al planeta producto de diversos desechos urbanos y que está desestabilizando al planeta. Según el informe del Banco Mundial (BM) los desechos generados en el planeta en 2016 alcanzaron los 2.010 millones de toneladas. Según las previsiones del BM, esta cifra según proyección se disparará hasta los 3.400 millones de toneladas hacia el 2050. Es decir, que en poco más de tres décadas generaremos casi un 70% más de basura [1].

Esta producción de residuos, en los que se destaca la enorme contaminación que se ha generado como consecuencia de la producción industrial, están desestabilizando el clima en el planeta, en nuestra región igualmente se presenta esta contaminación. En la ciudad de Ica también se vienen generando grandes cantidades de residuos urbanos, donde destaca de manera muy singular es la generación de desechos plásticos que están afectando de manera muy crítica. "Hay suficientes restos de plástico en el mundo para cubrir un país entero del tamaño de Argentina", explicó Greyer a Jonathan Amos, corresponsal de Ciencia de la BBC [2].

Esta realidad que está pasando en el mundo, nos obliga a todas las personas profesionales y no a tomar las medidas necesarias para poder reducir esta situación. Desde nuestra posición como profesionales debemos poner a disposición de las autoridades de nuestro país, región o ciudad de algunos medios que contribuyan a que esta situación sea mejorada, desde la detección, tratamiento y deposición de los residuos urbanos, teniendo en cuenta que la cantidad de residuos generados son los que están contaminando nuestro planeta, y en cada rincón de cada ciudad sucede lo mismo. Es que es imprescindible que se adopte algunas medidas para controlar esta generación de residuos. A continuación, se presenta el mapa de generación de residuos por cada país.

Cantidad de desechos generados por país (kilogramos / per cápita / al día)



Fuente: Banco Mundial, 'Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050'.

BBC

Fig. 1. Desechos generados por país en el mundo[1]

Según el mapa de la Fig. 1, se aprecia que nuestro país está en una generación de 0.50 a 0.99 Kg de residuos por cada persona al día. Vale decir que en nuestro país se está generando cerca de un 1 kg de residuos por persona.

En nuestro país se generan en promedio de 23 mil toneladas de basura a diario, de estas ocho mil se forman en Lima, y que se arrojan en los cuatro rellenos sanitarios [3]. La problemática de la basura afecta a todos. En la región Ica, salta a vista en las diferentes calles. Estos residuos sólidos infestan con cucarachas y roedores la ciudad. Contaminan el ambiente y nos dan una mala imagen [4].

Los drones que es materia de nuestra investigación están aportando múltiples opciones para poder mejorar el quehacer de muchas organizaciones. Actualmente estamos ante una realidad que nos está desbordando que el incipiente tratamiento que se les está dando a los residuos orgánicos y que no hacen posible una recolección efectiva; nuestra ciudad es igualmente presa de esta situación donde no se tiene un adecuado acopio y detección oportuna de muchos focos donde la basura se acumula y pone en riesgo la salud de muchas personas. Ante esta situación la investigación que hacemos pretende poner en conocimiento lo que pueden hacer los drones en la detección para una recolección efectiva de la basura en estos focos de basura que ponen en riesgo la salud de las personas de la ciudad de Ica.

Es de conocimiento que la población iqueña está en el pago de arbitrios en el 2018 alcanzo el 73%, ocasionada específicamente por las deficiencias en los servicios en el recojo de los residuos urbanos. En tal sentido el reporte de contraloría establece que el 95% de las municipalidades de nuestra región arrojan estos residuos en botaderos no autorizados, además de conocer que el relleno sanitario de la provincia de Ica no efectúa su función real [5].

En la ciudad de Ica, se arroja una gran cantidad de residuos a diario que no son fiscalizados ni tratados; Los distritos más populosos como la Tinguña los residuos son arrojados sin ningún control [6] nos muestra una realidad bastante crítica y que está afectando la salud de la población de ese distrito.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) verificó la inconveniente disposición de estos residuos urbanos en el botadero municipal situado en el sector Lomo Largo, departamento de Ica. Se comprobó la existencia de residuos sólidos peligrosos al ambiente sin ningún material de cubierta, además de la quema de estos, práctica que implica emisiones de gases y humos negros, estimados lesivos para la salud de los individuos y el medio ambiente. Asimismo, se observó la presencia de recicladores informales sin dispositivos de ayuda personal, los que realizan tareas de segregación, propensos a contraer enfermedades y a soportar quemaduras por las constantes quemaduras que se realizan en el botadero.

Luego de la comprobación hecha en el botadero La Tinguña, el OEFA lideró una reunión y en la que la Municipalidad de La Tinguña se comprometió a realizar un manual de ordenamientos del área de disposición final de estos residuos sólidos, además de realizar tareas de fiscalización ambiental para impedir la quema de residuos en el botadero”.



Fig. 2. Botadero del distrito de La Tinguña

En otro escenario, el portal HUACHOS [7], informa sobre municipios que están echando los residuos en el desierto de Ica como se muestra en la Fig. 2.

“El presidente de los Comuneros de Arrieros Anan Santa Anan y Luren, Eber Pérez Cahua, denunció que la Municipalidad Distrital de Santiago convirtió una propiedad de la comunidad, ubicada en el sector Gamonal, en un botadero informal de residuos sólidos”, al respecto se las zonas donde se está sucediendo estos hechos se dan en “El dirigente también sostuvo que los predios ubicados entre los kilómetros 354 y 356 de la carretera Panamericana Sur están contaminados por la aparición de una plaga de moscas, que también ha empezado a dañar las plantaciones de árboles frutales y otros sembríos”.

El informe del portal especifica que los distritos que están realizando esta práctica que atenta contra el medio ambiente son los distritos de LOS AQUIJES, TATE Y SANTIAGO.

Además, se conoce por este medio que el organismo supervisor ha realizado algunas acciones como:

“Los Aquijes y Tate deben arrojar la basura en el relleno sanitario de Ica. Los camiones de estas municipalidades vienen cargados de basura y la arrojan por la toda la panamericana. Es una severa contaminación”, indicó Pérez Cahua que la OEFA ha ejecutado la inspección del lugar donde se arroja la basura de forma diaria por los tres municipios y en breve se conocerá su informe.

En el sector de pampa de Los Castillos, la Municipalidad Provincial de Ica tiraba la basura luego que la OEFA estableciera el cierre del botadero La Huega. Esta misma entidad fiscalizadora determinó el cierre luego que se culminara con la obra del actual relleno sanitario camino a Carhuaz, en el norte.



Fig. 3. Estado del desierto antes y después de los residuos

Como se desprende de la información sobre los residuos arrojados en cada una de las partes de nuestra ciudad, es que consideramos pertinente que se puedan hacer los esfuerzos por mejorar el control sobre estos residuos que se generan en nuestra ciudad, y a fin de que puedan ser mejor utilizados en su deposición final.

1.2 Fundamentos científicos

En el contexto internacional, encontramos una serie de investigaciones relacionadas con los residuos sólidos y los beneficios que aportan los drones en diversos contextos.

Según la investigación de [8] En el estado de Michoacán con muchos rellenos sanitarios para el arrojado de los residuos sólidos, algunos cercanos a las municipales, en su generalidad funcionan de forma ineficiente e insegura, ocasionando daños a las personas y al medio ambiente. El uso de drones para el levantamiento topográfico y determinar el volumen de estos residuos es de suma importancia. No hay necesidad del contacto humano con los residuos sólidos que además son de difícil acceso, la posibilidad de cubrir áreas grandes en un tiempo corto y un procesamiento más automatizado.

Del mismo modo la investigación de [9], Investigación donde el empleo de tecnologías desarrolladas es de poco conocimiento de las empresas, por lo cual no se implementan por lo que se busca conocer los beneficios que aportan estas innovaciones tecnológicas, especialmente la implementación de drones para una mejora en la gestión logística.

Favoreciendo estas apreciaciones la investigación de [10] la cual se orienta a demostrar la efectividad y factibilidad del uso de drones, con la revisión de la bibliografía sobre el tema aplicado a tareas agrícolas para el control fitosanitario de plantaciones de arroz, y con ello desarrollar un modelo econométrico para estos cultivos y con ello realizar una propuesta tecnológica que permita potenciar el empleo de drones para y llevar un control fitosanitario del cultivo de arroz en la ciudad de cantón Babahoyo. Investigación que expuso la práctica más económica de la fumigación con el empleo de esta tecnología.

El empleo de drones en diversos campos del quehacer diario es una realidad en tal sentido [11] El incremento exponencial de los drones han ocasionado el desarrollo e implementación de soluciones innovadoras. Los drones en un amplio rango de usos de aplicaciones y servicios han creado un nuevo concepto de su uso como enjambre de drones. Esto principalmente, por los enormes beneficios que muestran el enjambre de drones como robustez, versatilidad y eficacia. Al mismo tiempo investigaciones como la de [12] relacionado a Ciudades inteligentes (Smart City) está cobrando mayor importancia desde hace algunos años. Cuyo objetivo de muchas

ciudades orientadas a la modernización. Esto con la finalidad de obtener información clara, fácil de obtener y en tiempo real son algunas particularidades que tiene relación con el empleo de enjambre de drones que sobrevuelan la ciudad, funcionando todos estos como uno solo, los que permiten tomar diversas medidas de la ciudad, en relación con vehículos, personas, temperatura del ambiente, concentración de oxígeno y partículas contaminantes.

Una de las funcionalidades de los drones está en la capacidad de la captura visual de datos, como lo demuestra la investigación de [13] por la que los drones por su funcionalidad permiten capturar videos y que por medio de estos videos de puedan realizar estudios topográficos, está ocasionando que diversas organizaciones requieran de su implementación en proyectos innovadores para la recolección, y tratamiento de la información recogida en un menor tiempo, con mayor calidad y en tiempo real.

Tal es el nivel de apoyo de los drones como en el campo de la agricultura como también se demuestra con la investigación de [14] donde la tecnología crece rápidamente y dentro de estas los drones que están aportando mucho en la agricultura y por ello su crecimiento en este sector, aunque es ampliamente conocido su aporte en otros campos. En la investigación se propone la creación de una aplicación web para el control de cultivos en la Finca Experimental “La Maria”, cuyos resultados arrojan que el 98% considera factible su implementación, con una aplicación móvil permitiendo una importante innovación, en el control y prevención del cultivo, por su practicidad.

A nivel nacional son muy pocas las investigaciones encontradas en el uso de los drones, sin embargo, como lo encontrado en las investigaciones internacionales, la investigación de [15] La tecnología está sustituyendo muchas actividades del ser humano, en la investigación orientada a ver como sustituir la intervención del hombre en la limpieza de los humedales, con el empleo de los drones controlados de forma remota con módulos transceptores y módulos FPV para la transmisión. En la investigación se implementa un sistema preliminar para establecer las dimensiones de este.

En la investigación de [16] se determina que empresas de servicios también están incursionando en los servicios mediante el empleo de drones. En la investigación orientada en la fertilización y fumigación de paltos y cítricos en las ciudades de Lima e Ica. La investigación resalta la importancia del diseño del Drone ya que su diseño influye mucho en la velocidad y distribución del líquido. A nivel del país existe una gran oportunidad ya que no existe un nivel de especialización como en otros países resalta los autores.

1.3 Justificación

El proyecto de tesis se justifica porque con su estudio y resultados nos permitirá conocer la importancia de la tecnología de drones en el control del arrojo de los residuos urbanos que se dan en nuestra ciudad. La descripción de esta situación podrá ayudar a que los entes encargados del recojo de estos residuos pueda contar con más información sobre este tema de mucha preocupación para la población.

1.4 Objetivos

El estudio tiene como propósito u objetivo principal “Describir el control de residuos urbanos mediante tecnología de drones en la ciudad de Ica 2022”, para lo cual se planteó los objetivos específicos “Verificar el Estado de los residuos urbanos en la ciudad de Ica 2022” y “Describir el estado actual del uso de drones 2022”.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Material y método

EL estudio cuenta con dos orientaciones en el recojo de la información por un lado la revisión bibliográfica sobre el tema y por otro el estudio de campo para conocer el estado de los residuos sólidos en diversas zonas de la ciudad.

En primer lugar, se hará la revisión bibliográfica de diversas fuentes y bases de datos para conocer el estado del arte y avance de la tecnología de drones, como también estudios sobre los residuos urbanos para tener un marco de referencia para nuestro estudio.

En segundo lugar, para verificar el estado de los residuos urbanos en la ciudad en esta parte del estudio observacional se recogerá información de diversas zonas donde se arrojan los residuos urbanos. La investigación emplea para poder hacer la visualización de estas zonas el uso del Google earth, que es una herramienta de Google en forma gratuita y directamente en la nube, por lo que no requiere de descarga, para planificar el recorrido de las diversas zonas de la ciudad. Además, para esto se contratará una movilidad para hacer los recorridos previos para la toma de evidencias que demuestren el arrojado de los residuos urbanos en la ciudad.

Igualmente, para poder cumplir con los objetivos de la investigación, se contratará los servicios de un dron.

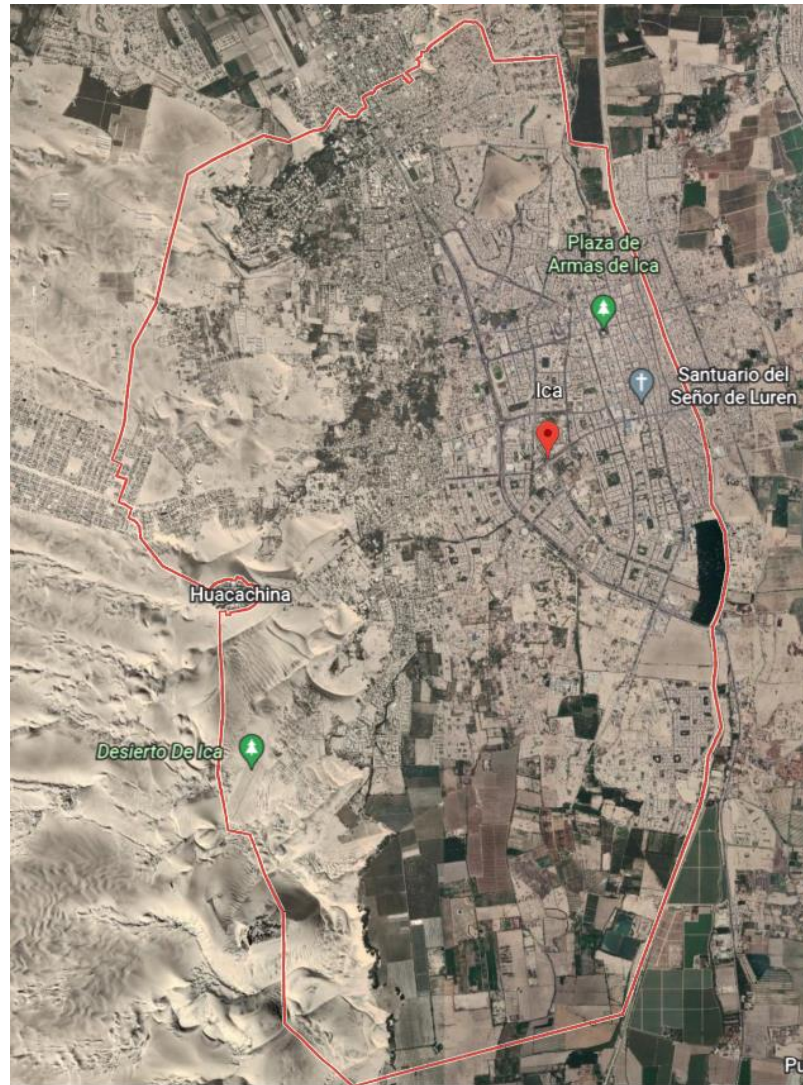


Fig. 4. Zona de influencia de la ciudad de Ica
Fuente: Google earth

2.2 Descripción del método

El método aplicado consta de tres fases: Una primera fase de planificación que estará orientada a establecer las zonas que se tomarán como muestras, las cuales bajo un muestreo intencionado o dirigido se seleccionó algunas zonas de la ciudad de Ica.

Para poder hacer esta selección se empleó la herramienta de Google earth con la que se obtuvo la delimitación de la ciudad de Ica, y con la misma herramienta se seleccionó los puntos de las zonas que se tomaron como referencia del arrojo de los residuos urbanos.

En la Fig. 5, se muestra el resultado de la búsqueda por medio de la herramienta del Google earth la demarcación de la ciudad de Ica, la misma que se esta representada por la línea de color rojo. Esta representación nos muestra como la ciudad de Ica presenta muchas zonas que son alejadas y desérticas concentrándose mayoritariamente la parte superior derecha de la ciudad (Nor este).

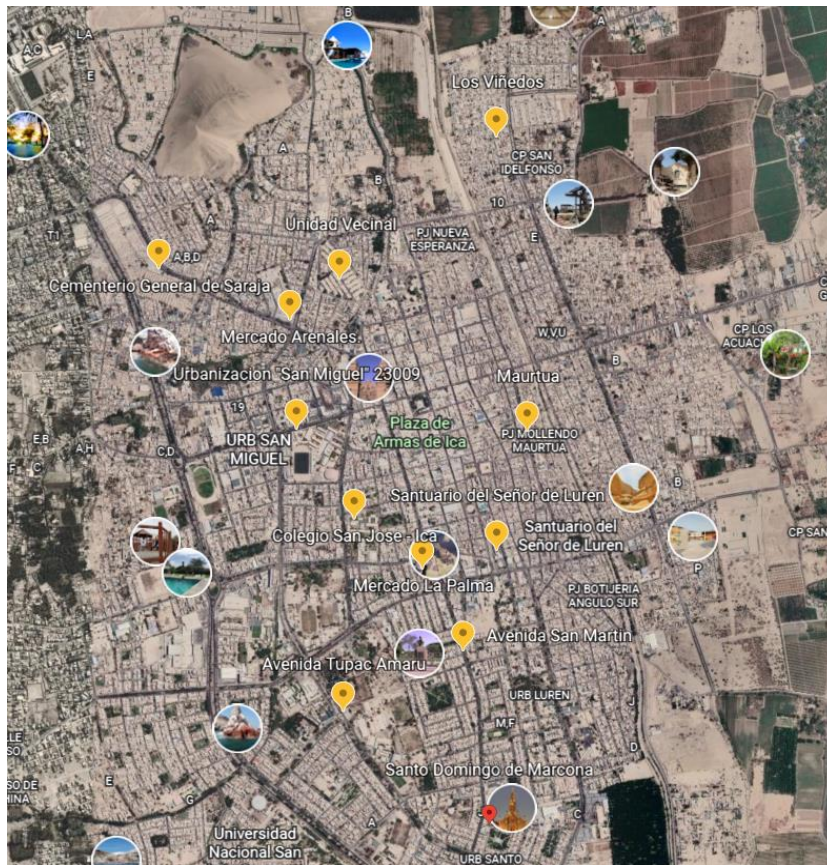


Fig. 5. Recorrido de la muestra de zonas evaluadas

Fuente: Google earth

En la Fig. 5, para cumplir con la estrategia metodológica utilizada, se realizó una vista general de la ciudad para poder tomar como evidencia el arrojado de los residuos urbanos. La muestra de tipo intencionada toma como referencia 12 zonas de la ciudad de Ica que se tomaran como punto de partida, para poder realizar el recorrido previo, antes de la aplicación del dron.

TABLA I
UBICACIÓN DE LAS ZONAS RECORRIDAS

ítem	Zona	Latitud	Longitud
1	Mercado arenales	-140,603,769	-75,734,957
2	Unidad vecinal	-140,585,745	-757,327,133
3	Los viñedos	-140,522,322	-757,256,284
4	Cementerio Saraja	-140,581,052	-757,408,773
5	Urbanización San Miguel	-140,652,289	-757,346,596
6	Maurtua	-140,653,236	-757,242,336
7	Señor de Luren	-140,706,328	-7,572,561
8	Mercado La Palma	-140,712,829	-757,288,931
9	Colegio San José	-140,701,161	-757,317,853
10	Av. San Martin	-140,751,037	-757,271,314
11	Av. Tupac Amaru	-140,777,995	-757,325,525
12	Mercado Santo Domingo	-140,895,912	-757,235,271

La Tabla I, muestra las zonas tomadas como muestras para el recorrido de inspección del arrojado de los residuos urbanos, utilizando la herramienta de Google earth se pudo ubicar cada zona la misma que se encuentra asignada a un signo de ubicación color amarillo. Adicionalmente a la selección de las zonas, a estas se les ha asignado sus valores de ubicación Latitud y Longitud.

2.3 Verificar el Estado de los residuos urbanos en la ciudad de Ica 2022

En la segunda fase se realizó el recorrido con una movilidad para la ubicación del arrojado de estos residuos urbanos. El recorrido realizado por medio de una móvil se pudo verificar el estado de los residuos urbanos en las diversas zonas seleccionadas de nuestra ciudad.



Fig. 6 Mercado arenales

La Fig. 6. Muestra los residuos arrojados en las inmediaciones del mercado arenales, mas conocido como el mercado “Toledo”, esto se aprecia sobre todo en los horarios nocturnos a partir de las 7 pm que es cuando las personas salen a arrojar sus residuos y los aglomeran en la avenida principal de este mercado. Igualmente, en otras partes de esta misma avenida se arroja estos residuos como los muestra la Fig. 7.



Fig. 7 Mercado arenales



Fig. 8 Unidad vecinal

En la zona de la Unidad Vecinal, se realiza el arroj de estos residuos en zonas ya delimitadas como lo muestra la Fig. 8, evitando que los perros callejeros esparzan estos residuos.



Fig. 9 Los viñedos parque

En la Zona de los viñedos de Santa María que es una zona aledaña al mercado, se tiene un alto volumen de arrojado de residuos, inclusive de residuos de construcción arrojados en costales como se muestra la Fig. 9.



Fig. 10 Los viñedos

En la Zona de los viñedos, algunos malos vecinos, arrojan sus residuos en horarios en las que no pasa el camión recolector, creando focos infecciosos para la gente que transita por estas vías.



Fig. 11 Maurtua

La avenida Maurtua, también es una zona donde se arroja muchos residuos en las bermas centrales de la pista, aquí se bota diversos tipos de residuos.



Fig. 12 Pacasmayo



Fig. 13 Mercado Huancavelica 1



Fig. 14 Mercado Huancavelica 2

Las Figuras. 13 y 14 que son zonas aledañas al mercado de Huancavelica, aquí se arroja diversos tipos de desperdicios de manera indiscriminada por los mismos comerciantes.



Fig. 15 Conde de nieva 1



Fig. 16 Conde de nieva 2

La zona de la urbanización Conde de Nieva, se puede apreciar el recojo de grandes cantidades de residuos, a pesar de ser una zona residencial no se cuenta con lugares específicos para el acopio de estos residuos.



Fig. 17 Cutervo

A la vía principal de Cutervo, se pudo apreciar el arrojo de los residuos en la parte central de la pista, en horarios en las que no pasan los camiones recolectores, que se muestran en la Fig. 17.



Fig. 18 La Palma

La zona de la Palma de la avenida principal Tupac Amaru, se pudo apreciar arrojo de estos residuos en diversas zonas, sin tener específicamente una zona de acopio de los residuos.



Fig. 19 San Isidro

La zona residencial de San Isidro, igualmente existen malos vecinos que arrojan residuos de manera irresponsable, sin que haya un lugar específico o arrojen este tipo de residuos en otras zonas.



Fig. 20 San Joaquín viejo



Fig. 21 Ciudad universitaria



Fig. 22 Ciudad universitaria

En las zonas aledañas a nuestra universidad, se pudo comprobar en el preciso instante en que la que los malos recolectores de residuos, arrojan estos residuos.

Como se puede apreciar con las tomas fotográficas para verificar el estado de los residuos urbanos en diversos lugares de la ciudad de Ica mostradas en las Figuras 6 hasta la 22, el arrojamiento de los residuos son diversos y variados en cada una de las zonas verificadas, no existe a nivel de la ciudad de Ica una adecuada disposición de los residuos urbanos por parte de la población y que son visibles día en día cuando los ciudadanos tienen que arrojar sus residuos urbanos.

Los ciudadanos arrojan simplemente por costumbre los residuos urbanos cerca de sus domicilios, esperando que sean recogidos por el servicio de limpieza pública, además de puede apreciar de las tomas que durante las horas del día también se arrojan los residuos sin ningún control, a pesar de que el servicio de limpieza pública pasa en horarios de la noche.

Para complementar esta verificación se hizo un recorrido por diversas zonas de la ciudad para verificar este estado, pero ahora con el apoyo y soporte de un dron, para ello se tuvo que contratar los servicios para realizar las diversas tomas de las zonas y verificar el estado de estos residuos urbanos.

2.4 Estado de los drones

2.4.1 Usos de los drones

El desarrollo de los drones ha ido en crecimiento desde el inicio en el blanco de tiro militar en los inicios del siglo XX, intervienen por primera vez, de forma intensa en la Fidae - Feria Internacional del Aire y del Espacio, en Santiago, siendo este el evento de aviación más relevante de América Latina. Actualmente es utilizado en diversas actividades como control de fronteras, vigilancia en aeropuertos y ciudades, medición de propiedades y elaboración de mapas, fumigación en agricultura, control de torres eléctricas o paneles solares [17].

En el presente reporte sobre los drones donde la autora [18], un importante aporte a esta tecnología se da en nuestro país, en la que se construyó un dron para detectar la contaminación de aire. Este se diseñó desde cero como parte del proyecto de tesis de la autora en la que tuvo como objetivo medir la contaminación del aire sino también su actividad radiactiva. El dron fue acondicionado con diversos sensores para detección de gases y otras partículas con un peso total de tres (03) kilos. Este dron tiene una elevación de hasta 500 m.s.n.m., con una autonomía de vuelo de hasta 10 minutos, sin uso de cámara de video (versión1). Con este tipo de dron podrá reemplazar estaciones meteorológicas estáticas las mismas que ocupan una mayor área y no son dinámicas, además de poder realizar el barrido de áreas más amplias en la detección de la calidad del aire en pueblos sobre todo cercanos a las minas. En una segunda versión este tendrá una

autonomía de vuelo de hasta 30 minutos y vendrá equipado con una cámara de video para ampliar el espectro en actividades de exploración.

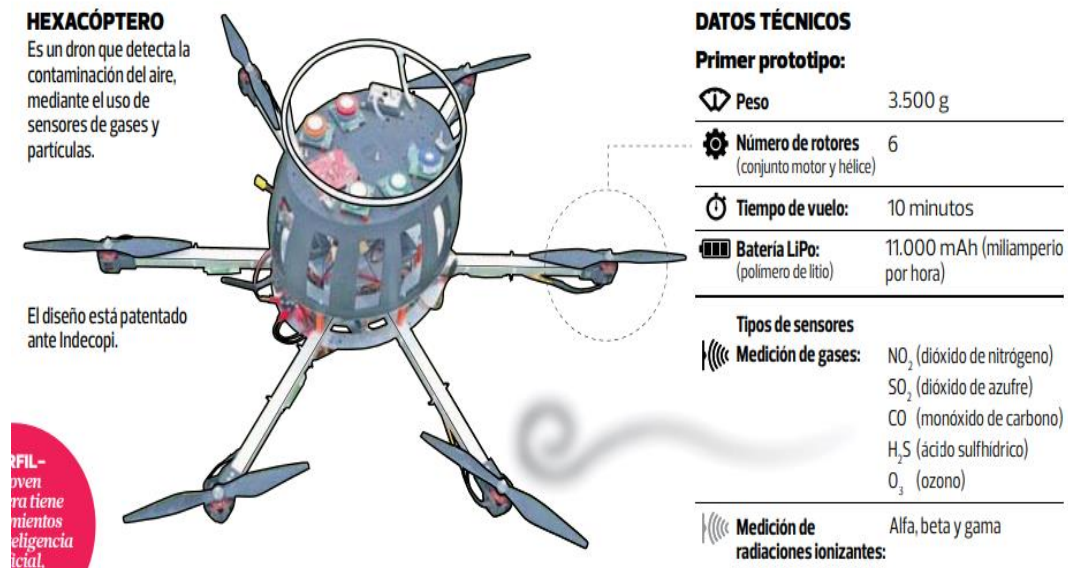


Fig. 23 Características y equipamiento del modelo

En la Fig. 23, se presentan los datos técnicos del primer prototipo: **Peso** 3.500 g **Medición de gases:** Tipos de sensores **Tiempo de vuelo:** 10 minutos **Número de rotores (conjunto motor y hélice)** 6 **Batería LiPo:** (polímero de litio) 11.000 mAh (miliamperio por hora) **Medición de radiaciones ionizantes:** Alfa, beta y gama.

En este artículo sobre el estado de los drones [19], y como estos pueden apoyar a medir la contaminación ambiental en nuestro país, se da en el proyecto qAIRa donde el proyecto cuenta con 05 drones diversos como tipo avión, híbridos; dos de estos drones están siendo utilizados justamente para temas medioambientales. Uno es un dron de tipo híbrido (avión multicóptero) el cual permite movilizarse de arriba hacia abajo uniformemente el cual cuenta con cámara especial, y una unidad de procesamiento de material molecular. Otro dron del tipo Hexacóptero utilizado para detectar gases del medio ambiente. Estos drones del proyecto pueden subir hasta altitudes de 5000 m.s.n.m., y desplazarse entre 80 y 200 metros del suelo destinados a zonas como la Oroya (Febrero-Marzo) por ser una de las ciudades de mayor contaminación, y también en Madre de Dios por el tema de la minería ilegal esto con fondos de la IIEEE. El objetivo con estos drones es detectar sustancias que son nocivas para las personas como el CO₂, Ozono, CO, NO₂, SO₂ y otros materiales particulados en forma de polvo. Igualmente, el proyecto tiene como

objetivo principal que el estado peruano pueda hacer suyo el proyecto y expandirlo en todo el país.



Fig. 24 Imagen referencial de un dron del tipo hexacóptero.

Foto: Pixabay



Fig. 25 Modelo de hexacóptero usado por qAIRa.

Foto: qAIRa.

Los drones han cambiado la forma de hacer las cosas. Inicialmente existían labores con ciertas dificultades para realizarse debido a riesgos y altos costos, y en este escenario los drones se posicionaron como un excelente complemento según Carlos Ausset, representante de TEK Chile en el Fidae, Los drones creados en Inglaterra durante la I Guerra Mundial, estos fueron siempre afines al mundo militar y de altos costos por ser un arma de destrucción, sin embargo en la actualidad son ilimitados su uso, por otro lado los drones no son una moda, sino con su enorme

desarrollo está abarcando todas las áreas o ámbitos de acción del ser humano según los afirma el coronel Jaime Reyes, al inaugurar el Fidae [17].



Fig. 26 Exposición en el Fidae

Más recientemente en el estado de emergencia por el COVID-19 en donde debido a la cuarentena y estado de emergencia no se podía desarrollar las actividades de forma normal, sin embargo, los drones apoyaron mucho a desarrollar estas actividades. Ver como se podían realizar vuelos donde se visualizaba las calles y avenidas vacías, sin embargo, hay que precisar que estas tecnologías tienen una regulación que hay que respetar La NTC 001-2015 (la cual rige la actividad hasta que se pueda reglamentar la Ley N° 30740), en el apartado 8, acápite e – Limitaciones de Operación: Ninguna persona podrá operar un RPAS. Al respecto es importante señalar que los vuelos en zonas urbanas están prohibidas, por lo que no se puede incentivar su uso sin tomar en cuenta estas restricciones [20].

Como se puede comprobar del estado del uso de los drones, en otros escenarios como actividades volcánicas, incendios forestales, los drones están llenando un vacío importante antes no imaginado, en lugares donde se tenía que hacer inspecciones por tierra y a caminata o con vehículo tripulados. Como tal los drones se convierten en una extraordinaria tecnología para el cuidado del medio ambiente, control ambiental y meteorológico y otras actividades del ser humano. Los drones o UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o UAS (Unmanned Aerial System). Estos equipos por su configuración son ideales para infinidad de actividades de bajo costo, sin poner en peligro por accidentes a las personas. Disponen de un equipo electrónico DGPS

(sistema de posicionamiento global diferencial) y otros equipamientos según las necesidades, para transmitir datos en tiempo real. En los drones existe una amplia gama de modelos (en forma, tamaños y configuraciones) que pueden ser teleoperados o actuar de manera autónoma [21].



Fig. 27 Dron para vigilancia ambiental

Estos drones (aviones no tripulados) poseen grandes beneficios con un potencial enorme en temas medioambientales, pueden volar rápidamente sobre diversos tipos de reservas de vida salvaje para tener el control poblacional, o prevenir en actividades de caza indiscriminada y detección de cazadores al margen de la ley, permitiendo la conservación de especies en peligro de extinción, un sector muy favorecido con esta tecnología es la agricultura pudiendo monitorizar los cultivos para evitar el desarrollo de plagas y otras enfermedades. Igualmente, para identificar, documentar y verificar el patrimonio arqueológico.

En actividades de alto riesgo, esta tecnología de drones es vitales para salvaguardar la vida de las personas científicos y personal de investigación como en zonas volcánicas, se captura videos e imágenes de actividad volcánica, trazado de mapas de actividad termal, captar concentraciones de contaminación del aire y cualquier otra actividad que sea necesaria...ahí están los drones.

2.4.2 Drones y medio ambiente

Vigilancia del medio ambiente: Los drones o aviones no tripulados, en relación con el medio ambiente presentan una serie de beneficios que se pueden aprovechar como tal. Estos vehículos pueden volar velozmente sobre reservas para obtener la cantidad de animales y prevenir la caza indiscriminada de las especies en extinción, además de ubicar a los cazadores que realizan están

actividad depredadora. Los drones están apoyando en la prevención y protección de las especies en peligro a nivel mundial. La conservación de diversas zonas destinadas como santuarios marinos y demás ecosistemas que son protegidos por los países para que no haya la intervención de las personas.

El sector agrícola también se ve beneficiado con el empleo de los drones, ya que con ellos se puede realizar el control y monitoreo de los campos de cultivo, sobre todo para el control de plagas y disminuir el desarrollo de enfermedades. Con ellos igualmente se puede documentar, identificar y supervisar las áreas de cultivo.

Realizar un control, monitoreo y seguimiento de los bosques, para ubicar áreas que han sido deforestadas, y medir la contaminación ambiental, supervisar las costas marinas que encuentren en riesgo como volcanes, y sus consecuencias, incendios en los bosques y poder prematuramente encontrar la causa y el origen del fuego para apoyar al personal de los bomberos.

En los Estados Unidos, la Administración nacional de oceánica y atmosférica (NOAA), viene utilizando los drones con la finalidad de realizar el control y seguimiento del clima sobre todo para zonas donde se tiene un alto impacto de ciclones y huracanas muy frecuentes en este país.

Exploración de volcanes: Los volcanes son ecosistemas de muy alto riesgo, por lo cual el uso de la tecnología como los sistemas UAVs aportan grandes beneficios., por su eficiencia además de la seguridad para la observación de comportamiento de los volcanes y su actividad. Obtener la información en detalle de las imágenes y videos que permitan elaborar un mapa de las zonas más críticas de los volcanes, permitirá realizar un estudio del movimiento de la lava de la erupción de los volcanes y realizar comparaciones de las concentraciones de las diversas sustancias que se esparcen en el aire. En tal sentido los drones proporcionan información relevante con poco tiempo de recorrido, sin que los humos y residuos afecten a las personas, además los drones tienen la capacidad de movilizarse rápidamente cuando haya peligros y abandonar la zona de peligro en tiempos muy cortos.

Detección y control de incendios: El cambio climático y el incremento de la temperatura, está ocasionando muchos incendios forestales en algunas partes del mundo. Estos incendios están destruyendo cientos de miles de has en bosques, y muchas reservas naturales. El peligro para las personas esta latente en este tipo de cambios, produce enormes pérdidas materiales y económicas además del daño al medio ambiente y cambios en el ecosistema de dichas zonas, la muerte de muchos animales. Por esta situación es importante tener información que sea captada en tiempo

real por los drones para hacer el seguimiento a las variables meteorológicas que ocasionan estos incendios y detectarlos en sus estadios iniciales y tomar prevención.

Como tal se debe tener en cuenta que en las actuales circunstancias los drones o UAVs se convierten en dispositivos importantes ya que pueden sobrevolar zonas inaccesibles, y realizar actividades de rutina relacionados con la prevención además de captar información relevante para las predicciones futuras que permitan minimizar los riesgos. Además, los drones pueden servir como repetidores de información, para las zonas donde las frecuencias no son las adecuadas o existen baja frecuencia. Tecnológicamente los drones están preparados con cámaras móviles de alta nitidez para captura de imágenes y videos de alta calidad inclusive en los horarios nocturnos, información que son enviados a un centro de control y monitoreo de donde se supervisa el desplazamiento. Países como España utilizan estos vehículos para luchar contra los incendios que ya se han vuelto frecuentes, al respecto la empresa Nitrofirex ha desarrollado este tipo de naves no tripuladas con la finalidad de realizar el apagado o extinción de los incendios que se presentan en los bosques inclusive en horarios nocturnos, que sería muy complicado realizarlo con vehículos de tripulación con piloto [22].

En el campo militar: En el campo militar, según [23], con la utilización del avión espía Global Hawk de Northrop Grumman, el mismo que realizó un vuelo desde la base de la Fuerza Aérea de EE.UU. ubicada en Guam, hasta un pequeño quadcopter a batería de la startup AeroLion Technologies, estas pueden volar por medio de túneles subterráneos en la que no se cuenta con GPS, en tal sentido existe un dron para todo.

Al artículo relata como es que detrás de las ya conocidas exhibiciones acrobáticas aéreas, y los diversos visitantes de diversas partes del mundo que admiran los aviones de combate que se exhiben las exposiciones del salón aeronáutico más grande del Asia. Siendo estos los drones. Detrás de estas exhibiciones, cantidad de ejecutivos de las fuerzas armadas, marketing, etc. Siempre hay un vehículo no tripulado o dron. sin embargo, además de las bondades y grandes prestaciones que proveen los drones en las exhibiciones, las grandes compañías que fabrican estos vehículos sin piloto aún son escépticos y muy cautelosos. Se concibe que aun falta mucho por recorrer en este campo para que las personas puedan subir a un avión no tripulado por una persona, por lo cual los viajes autónomos aun este lejos.

Según Guillaume Thibault, socio de la firma Oliver Wyman afirma que "La autonomía remodelará por completo la economía mundial". Al mismo tiempo Thibault manifestó mucho sobre como manejar la cantidad de aviones no tripulados en los aeropuertos. En el 2015 se tenían aproximadamente 320,000 aviones activos en todo el mundo, y por otro lado había una compra

de más de 4.5 millones de drones por los clientes, por lo que las diversas publicaciones sobre estos aparatos son solo la punta del iceberg como Thibault. Un aspecto muy importante como relevante, es la preocupación natural que existe por la privacidad, o la seguridad portátil, en tal sentido la empresa Singapur TRD Consultancy, captó la atención ya que con un pequeño dispositivo en forma de un rifle que puede bloquear a un dron que no se desee. Este dispositivo con su sistema Orion es capaz de bloquear este tipo de vehículos autónomos pudiendo bajarlo, lo expresó el director comercial Ben Heng. Sin embargo, aun este tipo de dispositivos se encuentran fuera del alcance de la mayoría, con un costo de US\$ 20,000, aunque se espera que estos bajen en los años venideros., aunque se espera que sea un producto de mucha demanda en las compras de navidad para los próximos años. Esta industria aeroespacial al igual que la industria automotora está enfocada en como alejarse del consumo de petróleo y con estas proporcionar servicios de taxi aéreo, al margen de su sistema energético. El auge de estos vehículos no tripulados está más enfocado en la vigilancia y seguridad, destacando que su empleo más destacado será para el control de fronteras.

El gobierno de Singapur, cuyo estand de la empresa ST Engineering, se vio repleto no solo por los vehículos o drones, sino debido a que estos están enfocados en los vehículos de espionaje. Igualmente, los diversos fabricantes que se presentan en los stands, desde el 2018 se tiene que ver complementado con equipos que puedan mantener fuera a las personas no deseadas, motivo por el cual la unidad ST Electronics, contaba con uno de estos equipamientos en la sala de exposiciones. Además de contar con una valla metálica en sus dispositivos de seguridad conocidos como AgilFence el mismo que viene conectado con un cable de fibra óptica en cualquier perímetro para poder localizar y ubicar en parte tratan de entrar los intrusos.

En tal sentido los sistemas contra drones o anti-drones, permiten una seguridad a nivel cibernético, como una caja negra que nos orienta sobre el futuro que nos avecina. Esta caja negra conocida como Black Computer, que tiene como principio cuidar y protegernos frente a cualquier intruso, como un ransomware.

2.5 Verificar el Estado de los residuos urbanos – DRON



Fig. 28 Mercado Arenales av. principal



Fig. 29 Mercado Arenales zona lateral

Las tomas fotográficas realizadas por el dron, no solo nos permite poder ubicar los residuos arrojados en las vías, sino que también como en la Figs. 28 y 29 nos da la posibilidad de detectar lugares de arrojado de residuos y que no son visibles desde tierra.



Fig. 30 Cementerio Saraja Av. principal



Fig. 31 Cementerio Saraja zona lateral

En las Figs. 30 y 31 en el recorrido por el sector del cementerio, igualmente se arrojan residuos de construcción, en los perímetros creando zonas de mal impacto visual para los que recorren estas zonas.



Fig. 32 Urb. San Miguel – Tupac Amaru



Fig. 33 Urb. San Miguel – Colegio San Miguel

En la zona de la avenida Tupac Amaru de la urbanización San Miguel, a pesar de que en la avenida no se detectó residuos en ese momento, lo que si se detectó es el arrojó de residuos en la zona de la vía central de agua. Los que significa que el agua de este riachuelo debe estar contaminada, por el arrojó de residuos de los malos vecinos sin conciencia de esta acción.



Fig. 34 Urb. San Miguel 1



Fig. 35 Urb. San Miguel 2

Similarmente en la zona de la Urbanización San Miguel, se detectaron zonas en la que no son visibles para el recojo de residuos, en donde se van arrojando residuos (supuestamente por los recolectores de basura), que van creando zonas contaminadas.



Fig. 36 Urb. San Miguel – Avenida anexa



Fig. 37 Urb. San Miguel - Avenida anexa

En la zona de la Fig. 37 se comprobó el arrojamiento de residuos en las bermas centrales de la pista y en algunas casas abandonadas, donde existe arrojamiento de residuos indiscriminadamente.



Fig. 38 Iglesia Señor de Luren

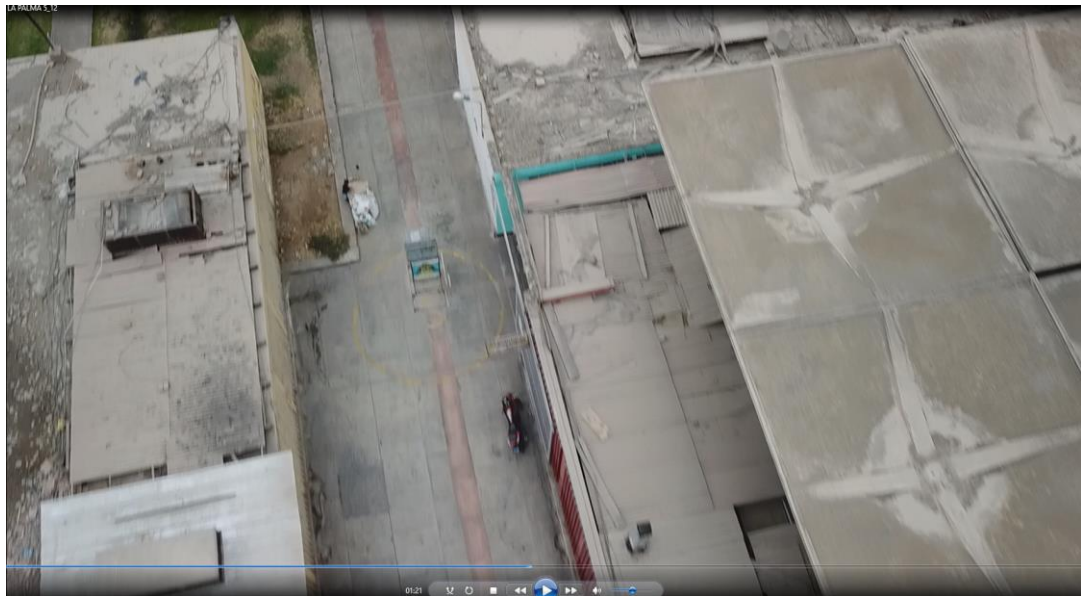


Fig. 39 Mercado la Palma - Lateral

En el recorrido con el Dron en la zona de la Iglesia de Luren y el Mercado la Palma - Lateral, no se encontró residuos arrojados.



Fig. 40 Mercado la Palma-Principal



Fig. 41 Colegio San José

La zona del Colegio San José colindante con la avenida principal Prolongación Ayabaca, se tiene un punto de arrojado de residuos, pero que en horas del día permanecen limpias.



Fig. 42 Colegio San José - Parque

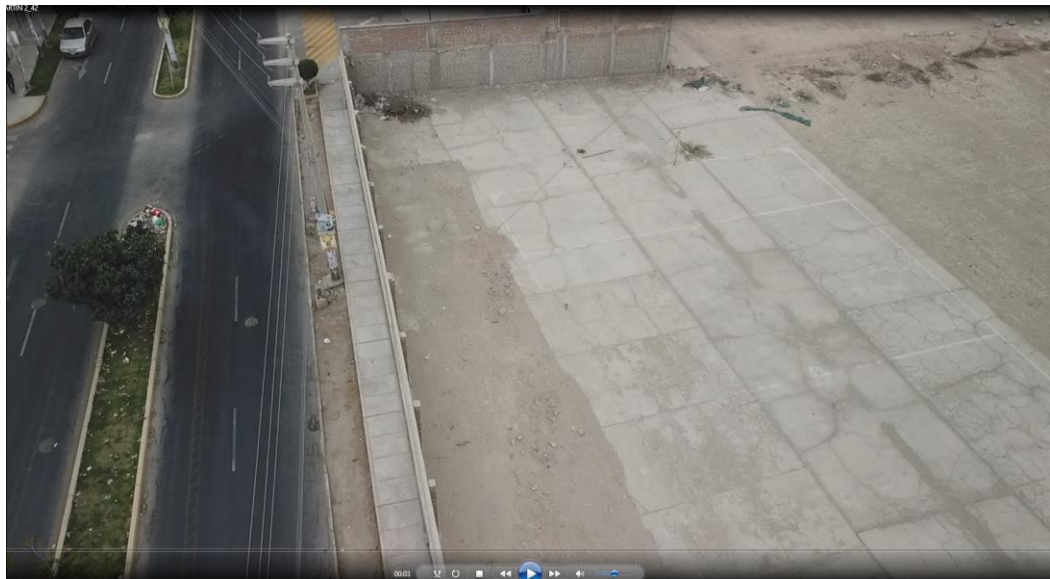


Fig. 43 Av. San Martín

En la zona del parque colindante con el Colegio San José, si se detectó arrojó de residuos Fig. 42, que no corresponde con residuos de casa, sino residuos de tipo construcción.

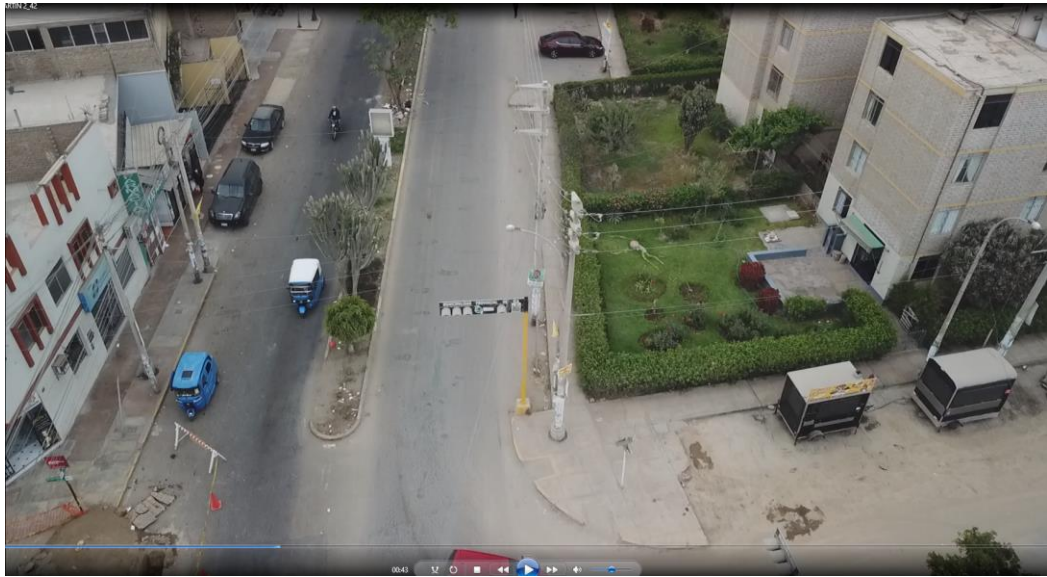


Fig. 44 Av. San Martín - Torres

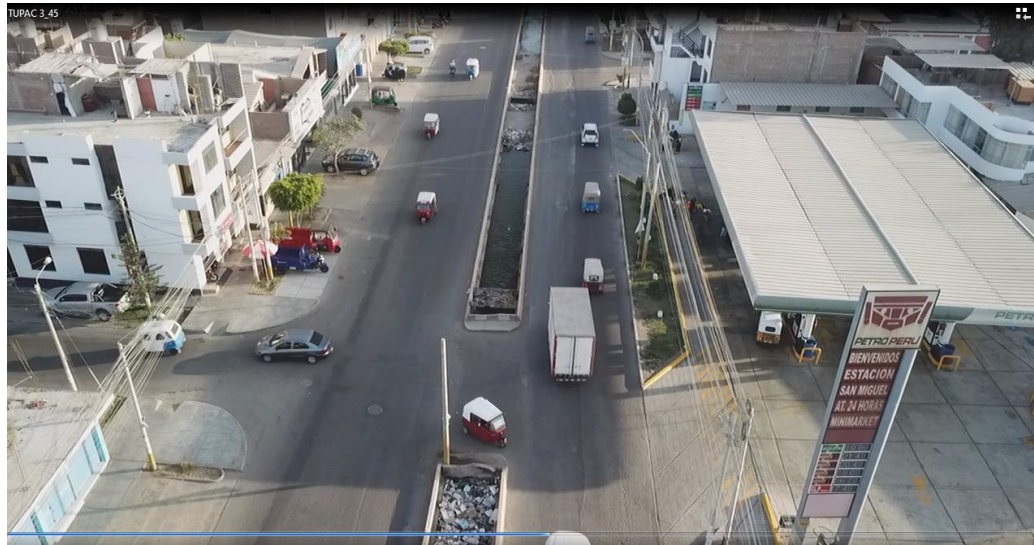


Fig. 45 Tupac Amaru - Grifo

En la Fig. 44. En la avenida San Martín cercana a las torres de San Martín se pudo comprobar arrojado de residuos en las vías centrales en diversas cuerdas. Tan igual se detectó en la av. Tupac Amaru con residuos en la zona central por donde pasa el canal de agua.



Fig. 46 Tupac Amaru – San Miguel



Fig. 47 Tupac Amaru – La Palma

En todo el recorrido por la avenida Tupac Amaru se detectó el arrojamiento de residuos a los lados de la pista, como también en la zona central del canal de agua.

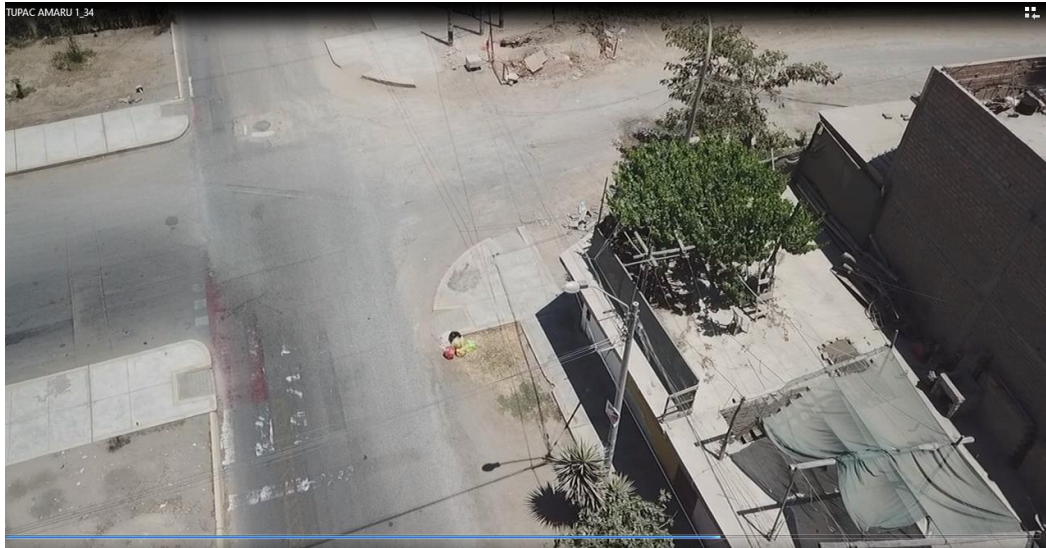


Fig. 48 Tupac Amaru – avenida aledaña



Fig. 49 Mercado Santo Domingo

En la investigación sobre estado de los residuos urbanos con el empleo de un dron como se muestra en las Figuras de la 28 hasta la 49, en las diversas zonas recorridas, se puede comprobar el arrojado de los residuos urbanos sin control ni horario, ya que todas las zonas fueron recorridas durante horas del día. Una de las mejoras de este recorrido en relación con el recorrido por tierra es que con el dron se han identificado zonas de arrojados de residuos urbanos en lugares poco visibles como el caso de la toma de agua en todo el recorrido de la avenida Túpac amaru, en zonas poco accesibles como en la zona de san miguel, como muchos otros descampados que se encuentran en todo el recorrido.

TABLA II
TIEMPOS UTILIZADOS

Tiempo de desplazamiento VEHICULO (seg)	Tiempo de desplazamiento DRON (seg)
0	0
95	20
47	15
260	35
425	38
480	45
160	28
75	12
35	10
270	15
250	18
670	26

TABLA III
TIEMPOS DE GRABACIÓN

Items	listado	Tiempos de grabación				Tiempo total de grabación
1	Mercado arenales.	1,35	1,54	1,55	2,54	6,98
2	Unidad vecinal	1,33	0,33			1,66
3	Los viñedos	1,51				1,51
4	Cementerio Saraja	1,51	2,18	2,53		6,22
5	Urb. San Miguel	2,34				2,34
6	Maurtua	5,14				5,14
7	Señor de Luren	5,01				5,01
8	Mercado la Palma	5,12				5,12
9	Colegio San José	5,08				5,08
10	Av. San Martin	2,42				2,42
11	Av. Tupac Amaru	1,34	2,34	1,34	3,45	3,1
12	Mercado San Domingo	3,28				3,28

Como se puede apreciar en la Tabla III, con el uso del dron se recorrieron las zonas seleccionadas y en algunas de ellas se realizó más de una grabación, para captar lo mejor posible el estado de los residuos urbanos.

El dron utilizado de la marca DJI, cuyas características se muestran a continuación.

DJI MAVIC PRO

Doblada	83 mm de alto x 83 mm de ancho x 198 mm de largo
Tamaño diagonal (hélices excluidas)	335mm
Peso (batería y hélices incluidas)	734 g (1,62 lb)
(sin incluir la cubierta del cardán)	743 g (1,64 lb) (incluye la cubierta del cardán)
Velocidad máxima de ascenso	16,4 pies/s (5 m/s) en modo deportivo
Velocidad máxima de descenso	9,8 pies/s (3 m/s)
Máxima velocidad	40 mph (65 kph) en modo Sport sin viento
Altitud máxima de despegue	16404 pies (5000 m)
Tiempo máximo de vuelo	27 minutos (sin viento a una velocidad constante de 15,5 mph (25 kph))
Tiempo máximo de vuelo estacionario	24 minutos (sin viento)
Tiempo total de vuelo	21 minutos (en vuelo normal, 15% de nivel de batería restante)
Distancia total máxima de viaje (una batería completa, sin viento)	8 millas (13 km, sin viento)
Rango de temperatura de funcionamiento	32° a 104° F (0° a 40° C)
Sistemas de posicionamiento satelital	GPS/GLONASS
Rango de precisión de desplazamiento	Vertical:
	+/- 0,1 m (cuando Vision Positioning está activo) o +/-0,5 m
	Horizontal:
	+/- 0,3 m (cuando Vision Positioning está activo) o +/-1,5 m



Fig. 50 Modelo de DRON

III. RESULTADOS

3.1 Tiempos de recorrido o desplazamiento

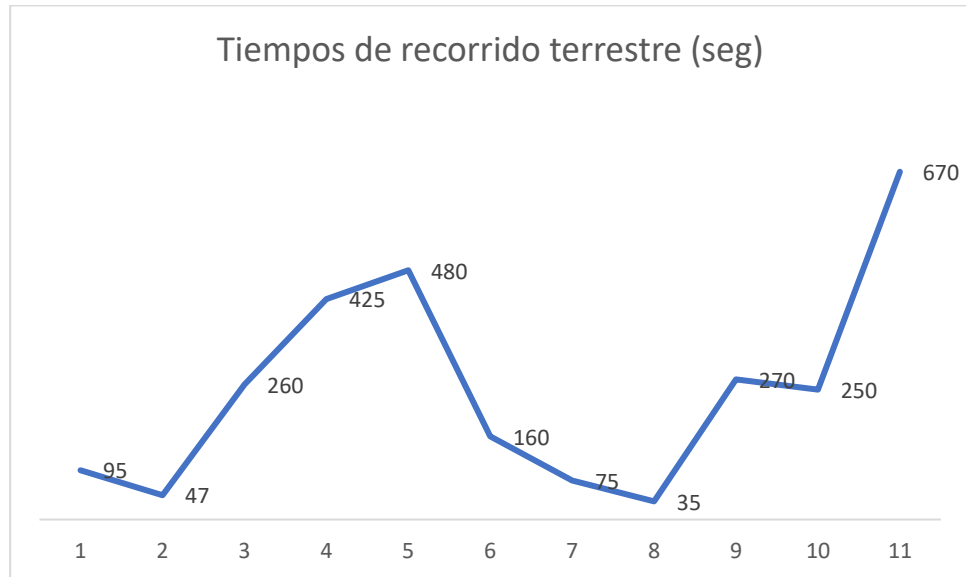


Fig. 51 Comportamiento de tiempos del recorrido terrestre

La Fig. 51 expresada en la gráfica muestra los tiempos de recorrido utilizados con la movilidad por vía terrestre, la cercanía de las zonas permitió realizar un recorrido en la que en el desplazamiento de algunas zonas es más lenta que otras debido al caos vehicular y horas en las que existe mucha congestión, y además porque se tenía que llegar a los lugares donde se arroja estos residuos, en algunos casos ya identificados como el caso de los alrededores de los mercados y en otras hubo la necesidad de recorrer hasta ubicar puntos donde se arrojan estos residuos sin ningún control.

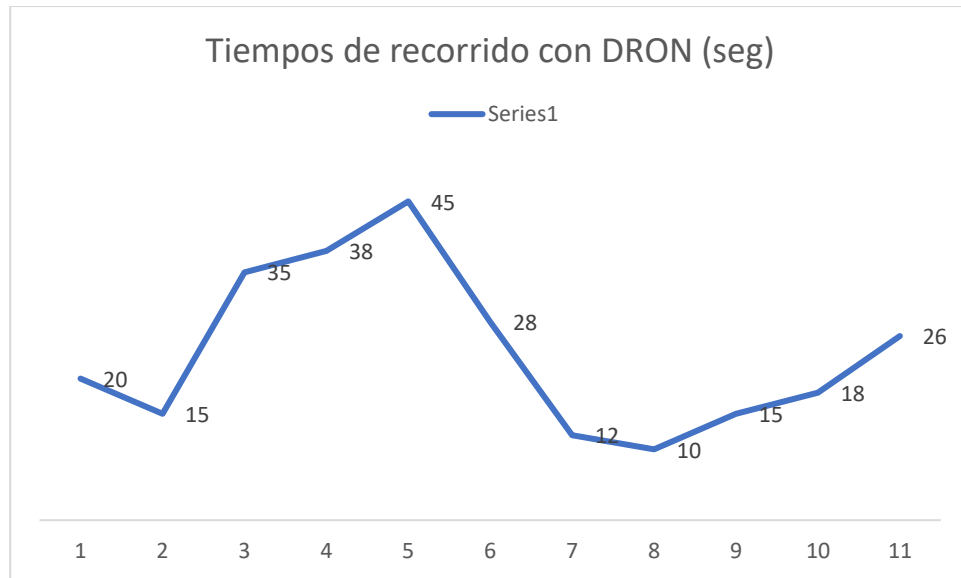


Fig. 52 Comportamiento de tiempos de recorrido con DRON

En la Fig. 52 la gráfica muestra sin duda menores tiempos en el desplazamiento, pero esto además es de entenderse porque con el DRON se podían recorrer en simultáneo más de una zona y el recorrido a pie hace más fácil ir identificando los lugares por la mayor visibilidad del DRON en la que además de han identificado zonas donde de manera visible terrestre es poco probable que puedan ser identificadas como algunos descampados cercados donde se va acumulando los residuos.

3.2 Estadística descriptiva

TABLA IV
MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Estadístico	Tiempo de desplazamiento VEHICULO (seg.)	Tiempo de desplazamiento DRON (seg.)
Media =	251,55	23,82
Mediana =	250	20
Moda =		15

TABLA V
MEDIDAS DE DISPERSIÓN

Estadístico	Tiempo de desplazamiento VEHICULO (seg.)	Tiempo de desplazamiento DRON (seg.)
Desviación Estándar =	202,63	11,54
La varianza =	41058,27	133,16
Error estándar =	61,09	3,48

Las Tablas IV y V muestran las estadísticas descriptivas de los tiempos empleados en la verificación del estado de los residuos urbanos de la ciudad de Ica, en las zonas seleccionadas para el estudio. Los tiempos empleados en el desplazamiento con vía terrestre se tiene una media de 251.55 segundos (aproximadamente 4.2 minutos) mientras los tiempos del desplazamiento vía DRON tiene una media de 23.82 segundos.

IV. DISCUSIÓN

El empleo de los drones en diversas actividades de las personas es una realidad que se demuestra en la investigación y en donde casi ya no hay límites en su uso. resultados coincidentes con la investigación en donde igualmente se demuestra que hay un crecimiento exponencial para soluciones innovadoras con el empleo de esta tecnología [11], un importante aporte que se demuestra con los drones es poder tener el estado de los residuos urbanos en tiempo real, como se corrobora igualmente en el estudio de [12] en el tratamiento y visualización de datos urbanos. Un factor de relevancia igualmente es la nula exposición de las personas en las actividades de control y monitoreo de residuos [15]. Con todo ello los drones se convierten en un aliado de mucha utilidad en casi cualquier actividad que realice el ser humano.

V. CONCLUSIONES

1. Se verificó en el recorrido de los diversos puntos en la ciudad que existe a pesar del recojo de los residuos urbanos en los horarios establecidos generalmente nocturnos, que en la ciudad existen una serie de residuos que no se recogen debido a que no están visibles (acequias y descampados), y en menos casos porque existen ciudadanos que arrojan estos residuos en horas del día en la que no hay recojo de residuos.
2. Se pudo comprobar con el uso del dron la ubicación de diversos lugares donde se arroja residuos y que no son visibles para los servicios de recojo, en las que por su naturaleza se identifica estas zonas de arrojado de residuos urbanos en menores tiempos, que haciendo un recorrido vehicular.
3. En relación con el estado actual de los drones, la investigación nos arroja que los drones están creciendo su uso en casi todas las actividades del ser humano, destacándose aplicaciones en el campo de la agricultura para la detección de plagas, la contaminación del aire, minería ilegal, tala indiscriminada de árboles, especies en peligro de extinción, desarrollo de actividades de información en el COVID-19 etc.

VI. RECOMENDACIONES

Como se desprende de la investigación el empleo de los drones en las actividades de las personas, en tal sentido se realicen las instituciones veladoras de los servicios públicos de la ciudad debe contar con un equipamiento de drones con la finalidad de poder apoyar a los servicios que presta a los ciudadanos como el control y supervisión de la ciudad, por lo que se recomienda en sentido fomentar nuevas investigaciones en campos de la seguridad ciudadana, control vehicular y contaminación ambiental, supervisión de nuestros recursos turísticos (caso Huacachina) y evitar su degradación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Redacción, «Los 10 países que más y menos basura generan en América Latina (y cómo se sitúan a nivel mundial)», *BBC-New*, 9/10/2018, 2018. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45755145> (accedido 15 de mayo de 2020).
- [2] Redacción, «“Hay tantos residuos de plástico en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina”: la advertencia de un grupo científicos sobre la contaminación que acecha al nuestro planeta», *BBC News - Mundo*, 20/07/2017, 2017. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725> (accedido 15 de mayo de 2020).
- [3] Muñoz. Faviola, «Perú produce 23 mil toneladas diarias de basura: la alarmante gestión de residuos sólidos», *RPP 05 de septiembre del 2018*. <https://rpp.pe/politica/elecciones/peru-produce-23-mil-toneladas-diarias-de-basura-la-alarmante-gestion-de-residuos-solidos-noticia-1147951> (accedido 10 de octubre de 2021).
- [4] Portada, «¡Basura! El problema nuestro de todos los días», *Ica al día*, 2017. <http://icaaldia.pe/2017/07/11/la-ruta-de-la-basura-ica/>
- [5] «Ica es un basural: 95% de distritos arroja su basura en botaderos informales», *Diario el Correo -04-04-2019*, 2019. <https://diariocorreo.pe/edicion/ica/ica-basural-distritos-arroja-basura-botaderos-informales-879760/> (accedido 15 de mayo de 2020).
- [6] Redacción, «Ica: Intervienen inadecuada disposición de residuos sólidos en botadero La Tinguina», *INforegión 18-08-2017*, 2017. <https://www.inforegion.pe/243852/ica-intervienen-inadecuada-disposicion-de-residuos-solidos-en-botadero-la-tinguina/> (accedido 12 de mayo de 2020).
- [7] Regional, «Tres municipios convierten desierto de Ica en un botadero informal de basura», *Huachos - 02 de mayo del 2018*, 2018. <https://www.huachos.com/detalle/tres-municipios-convierten-desierto-de-ica-en-un-botadero-informal-de-basura-noticia-6654>
- [8] H. Cruz-Reyes, «Determinación de lixiviados y volumen de residuos sólidos en tiraderos a cielo abierto, mediante el uso de dron, caso región Morelia.», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2020.
- [9] W. Guzmán-Alarcón, «Estado del Arte de la Implementación del Dron en las Actividades Logísticas», Universidad Nacional Abierta a Distancia - UNAD, 2020.
- [10] M. Llerena -Paz, «LA INCIDENCIA DE LA ROBÓTICA EN EL CONTROL FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE ARROZ DEL CANTÓN BABAHOYO, PERÍODO 2000 - 2018», UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2020.

- [11] A. Madridano-Carrasco, «Arquitectura de software para navegación autónoma y coordinada de enjambres de drones en labores de lucha contra incendios forestales y urbanos», Universidad Carlos III de Madrid, 2020.
- [12] J. Real-Valdes, «TRATAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE DATOS URBANOS OBTENIDOS POR UN ENJAMBRE DE DRONES», Universidad Politécnica de Madrid, 2018.
- [13] Os. Toro-Vallejos y G. Rojas-Arias, «Diseño e Implementación de un Servicio de Levantamientos Topográficos por Medio de Drones», UNiversidad Piloto de Colombia, 2018.
- [14] E. Zhuma, A. Flores-Pacheco, y C.-Yanchapaxi. R. Manuel., «Aplicación web telemática de drones como herramienta para el monitoreo de cultivos de la Finca Experimental La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, año 2018.», *CMIC-2018- Panama*, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://www.grupocompas.org/iii-cmic-2018>
- [15] R. Cárdenas, «DISEÑO PRELIMINAR DE UN SISTEMA TELEOPERADO PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS FLOTANTES EN LOS PANTANOS DE VILLA», Universidad PUCP, 2020.
- [16] C. Hurtado y A. García, «Plan de negocio para la implementación de una empresa de servicios integrales basada en tecnología UAV (drones) en fertilización y fumigación de cultivos específicos Tesis», Universidad ESAN, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/1288>
- [17] Agencia AFP, «En fronteras, aeropuertos y agricultura, los mil usos de los drones en América Latina», *DIARIO GESTION*, Lima, Perú, 6 de abril de 2018. Accedido: 10 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://gestion.pe/tecnologia/fronteras-aeropuertos-agricultura-mil-usos-drones-america-latina-230874-noticia/>
- [18] M. Abarca, «Peruana desarrolló dron que detecta contaminación del aire», *actualidadambiental*, Lima, Perú, 2015. Accedido: 12 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2015/05/elcomercio_2015-05-21_p20.pdf
- [19] M. LÓPEZ TARABOCHIA, «¿Cómo los drones pueden ayudar a medir la contaminación ambiental en el Perú?», *mongabay*, 15 de enero de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/01/drones-qaira-contaminacion/>
- [20] D. FERNANDEZ, «Drones y el estado de emergencia», *BLOG DRON*, 21 de abril de 2020. Accedido: 10 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://dron.pe/blog/drones-y-el-estado-de-emergencia/>

- [21] «Ecodrones para la vigilancia ambiental», *Iniciativa imagine*, 20 de diciembre de 2022.
Accedido: 10 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en:
<https://www.iniciativaimagine.com/ecodrones.html>
- [22] I. INICIATIVA, «Ecodrones para la vigilancia ambiental», *Iniciativa Imagine*, 2023.
<https://www.iniciativaimagine.com/ecodrones.html> (accedido 26 de agosto de 2023).
- [23] B. Agencia, «En el juego global del escondite, están ganando los drones | TECNOLOGIA»,
Gestión, 11 de febrero de 2018. <https://gestion.pe/tecnologia/juego-global-escondite-ganando-drones-226994-noticia/> (accedido 26 de agosto de 2023).