



**Autónoma**  
Universidad Autónoma del Perú

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**TESIS**

APLICATIVO MÓVIL DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES USANDO MACHINE  
LEARNING PARA EL RECONOCIMIENTO DE INCIDENCIAS DE RESIDUOS  
SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE PUNTA HERMOSA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
INGENIERO DE SISTEMAS

**AUTORES**

DIEGO JHONATAN ORTIZ LEON  
ORCID: 0000-0003-3856-1834

MANUEL ANTONIO ALCALDE CASTAÑEDA  
ORCID: 0000-0002-7628-8624

**ASESOR**

RAMON JHONNY PRETELL CRUZADO  
ORCID: 0000-0003-2012-4628

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES

**LIMA, PERÚ, AGOSTO DE 2022**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a nuestros padres y hermanos por apoyarnos a lo largo de estos 5 años, además a nuestro asesor y a los docentes de la universidad Autónoma del Perú por guiarnos en el aprendizaje continuo de la carrera.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestra Universidad Autónoma del Perú por brindarnos todos los recursos y herramientas que fueron usadas para realizar esta investigación, además a la Municipalidad de Punta Hermosa por permitirnos realizar nuestra investigación en el distrito, al Área de Investigación de nuestra Universidad y a nuestros expertos por validar nuestros instrumentos.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	
1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema.....	23
1.3. Justificación de la investigación: .....	24
1.4. Objetivos de la investigación .....	24
1.5. Limitaciones de la investigación.....	25
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes de estudio.....	27
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado .....	35
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada .....	76
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	78
3.2. Población y muestra.....	79
3.3. Hipótesis	79
3.4. Variables – Operacionalización.....	80
3.5. Métodos y técnicas de investigación.....	81
3.6. Procesamiento de los datos .....	82
<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN</b>	
4.1. Estudio de factibilidad .....	85
4.2. Desarrollo según la metodología Mobile-D .....	87
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS</b>	
5.1. Análisis de fiabilidad de las variables .....	114
5.2. Resultados descriptivos de las dimensiones con la variable.....	116
5.3. Contrastación de hipótesis .....	132
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1. Discusión.....	147
6.2. Conclusiones.....	148
6.3. Recomendaciones.....	149

**REFERENCIAS**  
**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1 Comparación de los modelos actuales del registro de incidencias
- Tabla 2 Operacionalización de variables independiente
- Tabla 3 Operacionalización de variable dependiente
- Tabla 4 Tabla de técnicas e instrumentos
- Tabla 5 Etapas del Análisis
- Tabla 6 Recursos del proyecto
- Tabla 7 Costos del proyecto
- Tabla 8 Cronograma según las fases del proyecto
- Tabla 9 Módulos del software
- Tabla 10 Requerimientos funcionales
- Tabla 11 Requerimientos no funcionales
- Tabla 12 Arquitectura del proyecto
- Tabla 13 Planificación por fases
- Tabla 14 Prototipos de alta fidelidad
- Tabla 15 Lista de historias de usuario
- Tabla 16 H006 - Validación de incidencia
- Tabla 17 Lista de tarjetas de tareas
- Tabla 18 T010 - Creación de incidencias
- Tabla 19 CPF-001
- Tabla 20 CPF-002
- Tabla 21 CPF-003
- Tabla 22 Expertos validadores de los instrumentos
- Tabla 23 Resultados obtenidos de la pre - prueba y post - prueba
- Tabla 24 Nivel de satisfacción del habitante- valores de la pre - prueba
- Tabla 25 Nivel de satisfacción del estudiante - valores de la post - prueba
- Tabla 26 Media de los indicadores
- Tabla 27 Contrastación para tiempo para identificar incidencias (pre-prueba)
- Tabla 28 Contrastación para tiempo para identificar incidencias (post-prueba)
- Tabla 29 Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (pre-prueba)

Tabla 30 Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (post-prueba)

Tabla 31 Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (pre-prueba)

Tabla 32 Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (post-prueba)

Tabla 33 Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (pre-prueba)

Tabla 34 Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (post-prueba)

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Gasto en investigación para la protección del medio ambiente en el UK
- Figura 2 Generación de residuos sólidos a nivel mundial, 2017
- Figura 3 Promedio de generación per cápita de residuos sólidos
- Figura 4 Proyección de residuos sólidos municipales hasta 2050
- Figura 5 Residuos sólidos domiciliarios por departamento
- Figura 6 Diseño contextual de una incidencia
- Figura 7 Proceso de reporte de incidencias
- Figura 8 Detección de falsas incidencias reportadas
- Figura 9 Etiquetado de residuos sólidos
- Figura 10 Sistema propuesto para la clasificación de residuos en Polonia
- Figura 11 Categorización de un reconocimiento visual
- Figura 12 Proceso de reconocimiento de imágenes
- Figura 13 Función Gaussian blur de dos dimensiones
- Figura 14 Imagen en el proceso de Canny
- Figura 15 Diagrama conceptual del flujo de algoritmos distribuidos
- Figura 16 Diagrama conceptual de las fases de computación distribuida
- Figura 17 Comparación entre los procesos de desarrollo tradicionales y ML
- Figura 18 Demuestra una vista general del motor ASYNC
- Figura 19 Vista general de la integración de Firebase y Google Maps
- Figura 20 Arquitectura de sistema de notificación
- Figura 21 Arquitectura general de Google cloud messaging.
- Figura 22 Arquitectura general de firebase cloud messaging
- Figura 23 Llamadas y respuestas tradicionales en una BD convencional
- Figura 24 Representa firebase realtime base de datos.
- Figura 25 Reconocimiento convencional
- Figura 26 Reconocimiento detallado de machine learning
- Figura 27 Tipos de paralelismo co-aprendizaje
- Figura 28 Visión general de basada en ejemplos
- Figura 29 Visión general de basada en generativos
- Figura 30 Proceso de discriminación de imágenes reportadas
- Figura 31 Gráficos de conciencia ambiental mundial
- Figura 32 Modelo de incidencias canadiense



- Figura 33 Modelo de incidencias neoyorkino
- Figura 34 Diagrama de flujo operaciones realizadas en un sistema de incidencias
- Figura 35 Clasificación algoritmos DB
- Figura 36 Línea de tiempo de los residuos sólidos
- Figura 37 Flujo de proceso de reporte de incidencias de los stakeholders
- Figura 38 Arquitectura del software
- Figura 39 Arquitectura detallada de software
- Figura 40 Flujo de pantalla inicial
- Figura 41 Flujo de ingreso a la ventana principal
- Figura 42 Flujo de visualización de incidencia
- Figura 43 Flujo de validación de posicionamiento
- Figura 44 Flujo de creación de incidencia
- Figura 45 Flujo administrativo de incidencias
- Figura 46 Sincronización de la aplicación con la base de datos
- Figura 47 Obtención de información desde vision label
- Figura 48 Validación de los valores obtenidos por Google
- Figura 49 Validez del indicador: Tiempo para identificar una incidencia
- Figura 50 Validez del indicador: Tiempo para clasificar una incidencia
- Figura 51 Validez del indicador: N° de errores en reconocimiento de incidencias
- Figura 52 Margen de error en el reconocimiento de incidencias
- Figura 53 Informe de resumen KPI1 pre prueba
- Figura 54 Informe de resumen KPI1 post prueba
- Figura 55 Informe de resumen KPI2 pre prueba
- Figura 56 Informe de resumen KPI2 post prueba
- Figura 57 Informe de resumen KPI3 pre prueba
- Figura 58 Informe de resumen KPI3 post prueba
- Figura 59 Informe de resumen KPI4 pre prueba
- Figura 60 Informe de resumen KPI4 post prueba
- Figura 61 Nivel de satisfacción del habitante - valores de la pre - prueba
- Figura 62 Nivel de satisfacción del habitante - valores de la post - prueba
- Figura 63 Frecuencia de la pre-prueba y post-prueba del KPI5
- Figura 64 Prueba de normalidad KPI1 pre prueba
- Figura 65 Prueba de normalidad KPI2 pre prueba
- Figura 66 Prueba de normalidad KPI3 pre prueba

Figura 67 Prueba de normalidad KPI4 pre prueba  
Figura 68 Prueba de normalidad KPI1 post prueba  
Figura 69 Prueba de normalidad KPI2 post prueba  
Figura 70 Prueba de normalidad KPI3 post prueba  
Figura 71 Prueba de normalidad KPI4 post prueba  
Figura 72 Distribución en la probabilidad del KPI1  
Figura 73 Distribución en la probabilidad del KPI2

**APLICATIVO MÓVIL DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES USANDO MACHINE  
LEARNING PARA EL RECONOCIMIENTO DE INCIDENCIAS DE RESIDUOS  
SÓLIDOS EN LA MUNICIPALIDAD DE PUNTA HERMOSA**

**DIEGO JHONATAN ORTIZ LEON**

**MANUEL ANTONIO ALCALDE CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ**

**RESUMEN**

Esta investigación se basó en la influencia entre un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning y el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos, ya que durante los últimos años el Perú sufre problemas graves de limpieza pública siendo que el 75% de los peruanos producen en promedio medio kilo de residuos sólidos por día, aumentando exasperadamente de 13 mil toneladas por día a 25 mil en los últimos 10 años. Haciendo uso de una investigación de tipo aplicada y nivel explicativo, además el uso de la Metodología Mobile – D realizó un mejor desarrollo del aplicativo. Adicionalmente se utilizó un diseño pre experimental aplicada a una muestra de 28 incidencias reportadas sobre residuos sólidos el cual se dividió en pre y post prueba dando que el uso de esta mejora los tiempos de identificación y clasificación de incidencias, así como la reducción de errores en el reconocimiento de estas. Finalmente se concluyó que el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning influye positivamente en el reconocimiento de incidencias en el distrito de Punta Hermosa.

**Palabras clave:** incidencias, machine learning, inteligencia artificial, contaminación ambiental.

**MOBILE IMAGE PROCESSING APPLICATION USING MACHINE LEARNING  
FOR THE RECOGNITION OF SOLID WASTE INCIDENTS IN THE MUNICIPALITY  
OF PUNTA HERMOSA**

**DIEGO JHONATAN ORTIZ LEON**

**MANUEL ANTONIO ALCALDE CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ**

**ABSTRACT**

This research was based on the influence between a mobile image processing application using Machine Learning and the recognition of solid waste incidents, since during the last years Peru suffered serious problems of public cleaning being 75% of Peruvian producers in average half kilo of solid waste per day, incredibly exasperatedly from 13 thousand tons per day to 25 thousand in the last 10 years. Making use of an investigation of applied type and explanatory level, in addition the use of the Mobile Methodology - D completed a better development of the application. In addition, a pre-experimental design applied to a sample of 28 incidents reported on solid waste is specified, which is divided into pre and post test, giving the use of this improvement in the identification and classification times of incidents, as well as the reduction of errors in The recognition of these. Finally, it is concluded that the use of a mobile image processing application used Machine Learning positively influences the re-recognition of incidents in the district of Punta Hermosa.

**Keywords:** incidents, Machine Learning, artificial intelligence, environmental pollution.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se tituló *Aplicación móvil de procesamiento de imágenes usando machine learning para el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos en la Municipalidad de Punta Hermosa*. La situación problemática se centró en el deficiente reconocimiento de las incidencias de residuos sólidos, mediante esta investigación se dio a conocer de qué manera influye un aplicativo móvil al reconocimiento de incidencias, por lo tanto, se formuló la siguiente pregunta: ¿En qué medida un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando machine learning influirá en el reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos? Como conclusión general se demostró que la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning influye positivamente en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos en la municipalidad de Punta Hermosa.

A continuación, se detalla el contenido de cada capítulo de la investigación:

Capítulo I - Planteamiento metodológico: Contuvo la definición del problema abordado en esta investigación, involucrando la justificación, objetivos, limitaciones y los métodos de recolección de datos.

Capítulo II - Marco referencial: Comprendió los antecedentes, el marco normativo, marco teórico y el estado del arte de la investigación.

Capítulo III - Desarrollo de la solución: Comprendió los costos del proyecto y la explicación de la metodología mobile-d, aplicada para el desarrollo del aplicativo móvil de procesamiento de imágenes.

Capítulo IV - Análisis de los resultados y contrastación de la hipótesis: Describió la población y muestra, el análisis e interpretación de los resultados de la pre-prueba y post-prueba y seguidamente se realizará la contrastación de la hipótesis

Capítulo V - Conclusiones y recomendaciones: Se mostraron las conclusiones obtenidas de la investigación y las recomendaciones también.

Al final se presentó las referencias bibliográficas, anexos y el glosario de términos

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Coban et al. (2018) refieren que en los últimos años, el rápido aumento de la población, los niveles de vida más altos y los avances tecnológicos aumentan constantemente la cantidad y la diversidad de desechos sólidos. En un entorno tan complicado, las autoridades municipales deben desarrollar la solución de eliminación más eficaz para gestionar los residuos sólidos municipales en constante crecimiento.

La deficiente falta de comunicación municipal por tecnología web y móvil para promover la responsabilidad pública se ve reflejado en algunos países del mundo. Se ha encontrado que, en algunos países europeos como Reino Unido y Francia, la clasificación de los residuos domésticos no se promueve. España es un ejemplo en el que la separación en origen de papel o cartón y envases peso ligero sigue siendo inferior a la de las exigencias normativas y en Groenlandia es bastante común que las personas mezclen en el hogar los residuos peligrosos tales como baterías, restos de pintura, esmalte de uñas o otros productos químicos y sólo el 25% alcanzadas a estaciones de reciclaje. Los 70 municipios en Suecia todavía están planeando poner en práctica la separación en origen de los residuos domésticos. Además, en Suecia objetivos nacionales de separación en la fuente de periódico y envases de plástico no se corresponden con los beneficios ambientales asociados de por tonelada de material reciclado. Esto sugiere que hay un gran potencial para mejorar la responsabilidad pública de los residuos sólidos urbanos (RSU) y la eficiencia de los recursos en la sociedad europea (Sultana et al., 2017).

El aumento de la producción de basura, ambiental se han convertido en problemas cada vez más prominente. A la vista de la superación de la basura, los países de todo el mundo han tomado una actitud positiva y medidas favorables para hacer frente a la basura científicamente, a fin de lograr la reutilización de los recursos.



En la actualidad, el residuo doméstico de China sigue siendo colección mixta, si el tratamiento directo no sólo resulta en un gran desperdicio de recursos, pero también contiene residuos peligrosos tales como tubos fluorescentes, residuos de pilas y así sucesivamente, es muy fácil causar una grave contaminación. En la actualidad, el costo de la basura clasificación automática de contenedores existente es demasiado alto, mientras que los contenedores de clasificación comunes son nada. Por lo tanto, la formación de la conciencia de clasificación de basura requiere una amplia y sostenida publicidad por el gobierno, especialmente para los niños y adolescentes (Chen et al., 2019).

En muchos países europeos la segregación ya ha sido introducida en el comienzo de la ruta de reciclaje, es decir, los residuos en casa. Sólo las personas dividen en grupos de residuos como plástico, metal, vidrio y orgánica. El uso de técnicas matic automatiza selectivos para estos grupos es más fácil que para los residuos sólidos municipales (MSW). Desafortunadamente, una gran parte de los residuos está siendo recogido en forma de los residuos sólidos urbanos, por lo que los países se esfuerzan para la mayoría de los e reprocesamiento caz de materiales de desecho. Con el fin de hacer esto, la basura debe ser eficaz ordenar en facciones individuo y materiales. Por lo tanto, una tarea importante es aislar individuo (Bobulski y Kubanek, 2019).

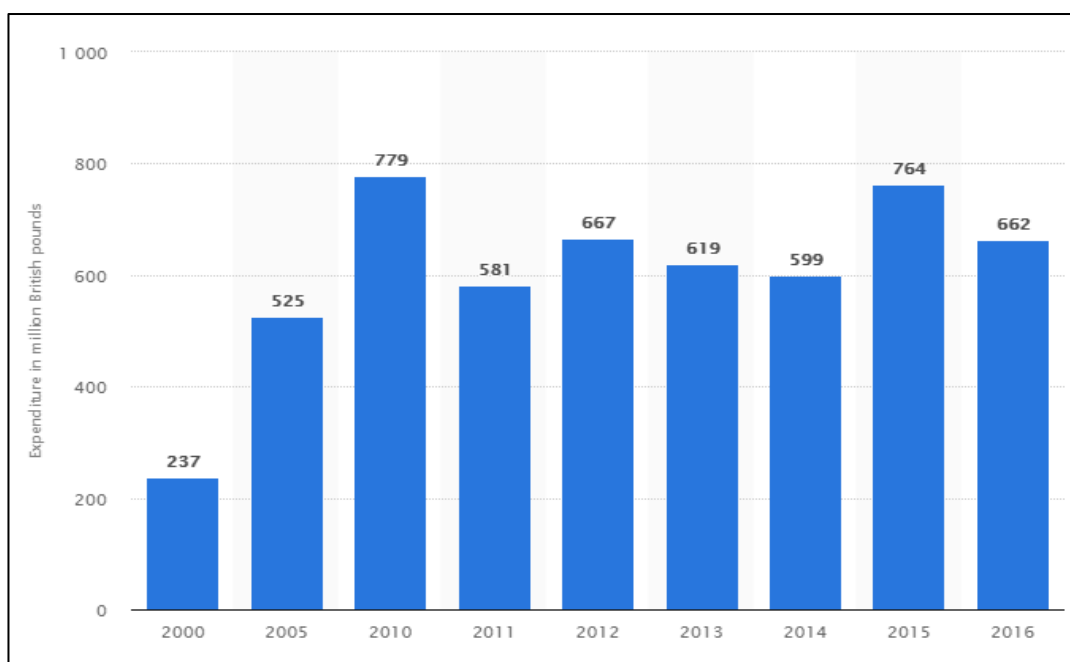
La basura doméstica, una parte significativa está compuesta por elementos de plástico, y dentro de estas se pueden distinguir dos tipos dominantes: Politereftalato de etileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) . Desafortunadamente, en esta etapa de reciclaje, no hay división en tipos individuales de plástico y que a menudo terminan en un grupo de residuos de plástico. Hay un problema con la separación de tipos diferentes de plásticos, algunos de los cuales pueden ser reutilizados. Una de

las posibilidades es la utilización de técnicas de visión por ordenador, en el reconocimiento de imágenes en particular (Bobulski y Kubanek, 2019).

Por otro lado, en el mundo se han realizado diferentes estudios estadísticos las más relevantes las encontramos en el Banco Mundial o en un repositorio llamado Statista.

**Figura 1**

*Gasto en investigación para la protección del medio ambiente en el UK*



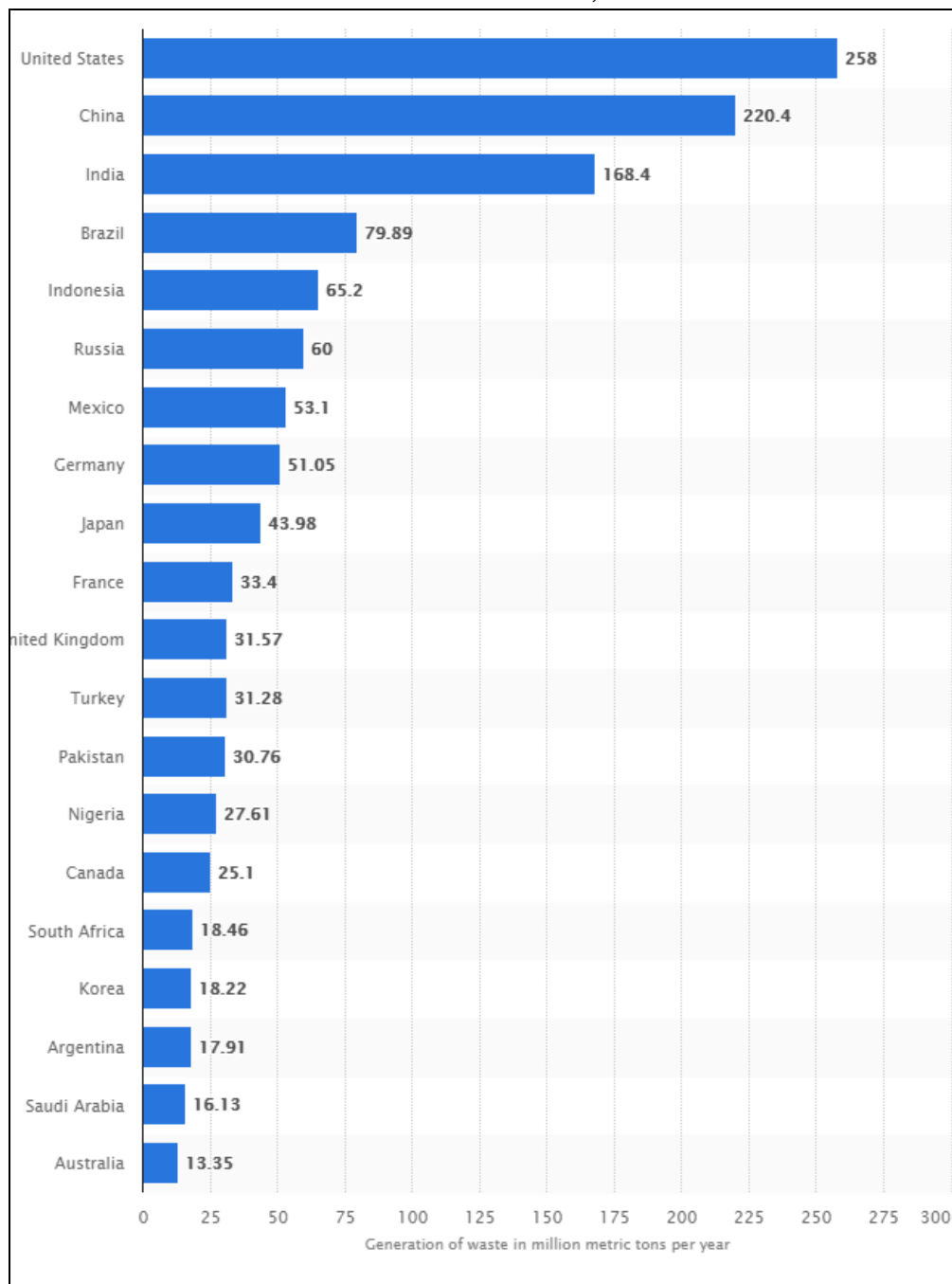
*Nota:* En la figura se observa la generación de residuos sólidos en Gran Bretaña. Tomado de STATISTA. <https://bit.ly/3zru4wk>

En la figura 1 se muestran los resultados del estudio realizado por el Banco Mundial, donde se recolecta información de los gastos gubernamentales en investigación, desarrollo, educación y administración de actividades de protección ambiental en el Reino Unido del periodo 2000 al 2016, expresado en millones de libras esterlinas. Además, se nota que los gastos gubernamentales aumentaron durante los primeros diez años, totalizando 779 millones de libras esterlinas en 2010. En los años

siguientes, los gastos disminuyeron en general en comparación con 2010, alcanzando los 662 millones de libras esterlinas en 2016.

### Figura 2

*Generación de residuos sólidos a nivel mundial, 2017*



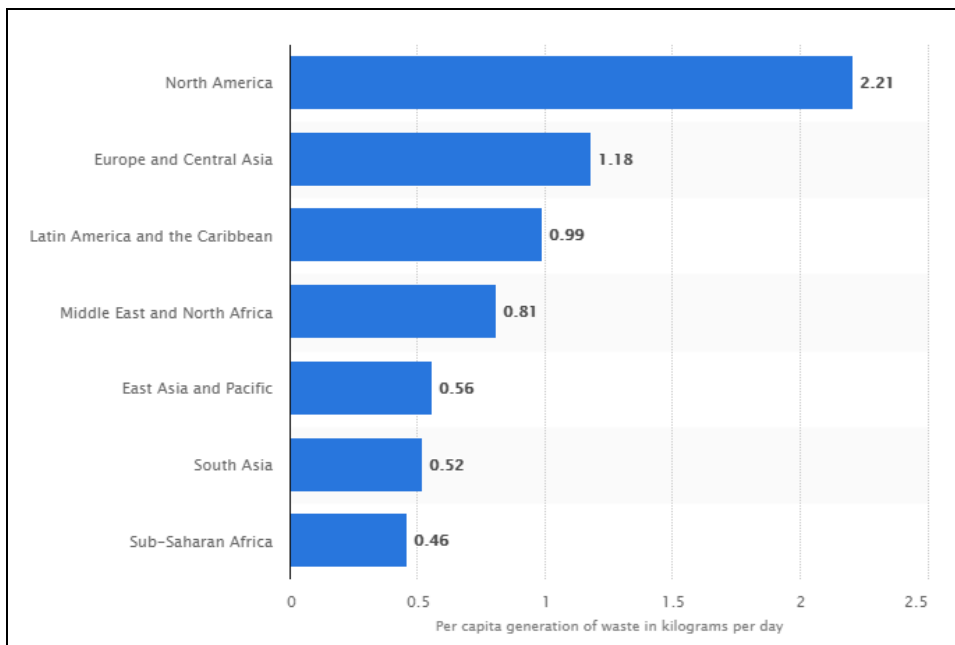
Nota: En la figura se observa la generación de residuos sólidos anuales por países en millones. Tomado de STATISTA. <https://bit.ly/3OtpMzM>

En cuanto a los residuos sólidos municipales generados en todo el mundo en el año 2017, el estudio del Banco Mundial, resalta que el país con más residuos

sólidos generados en Estados Unidos alcanzado la cifra de 258 millones de toneladas métricas de residuos sólidos municipales.

### Figura 3

*Promedio de generación per cápita de residuos sólidos*



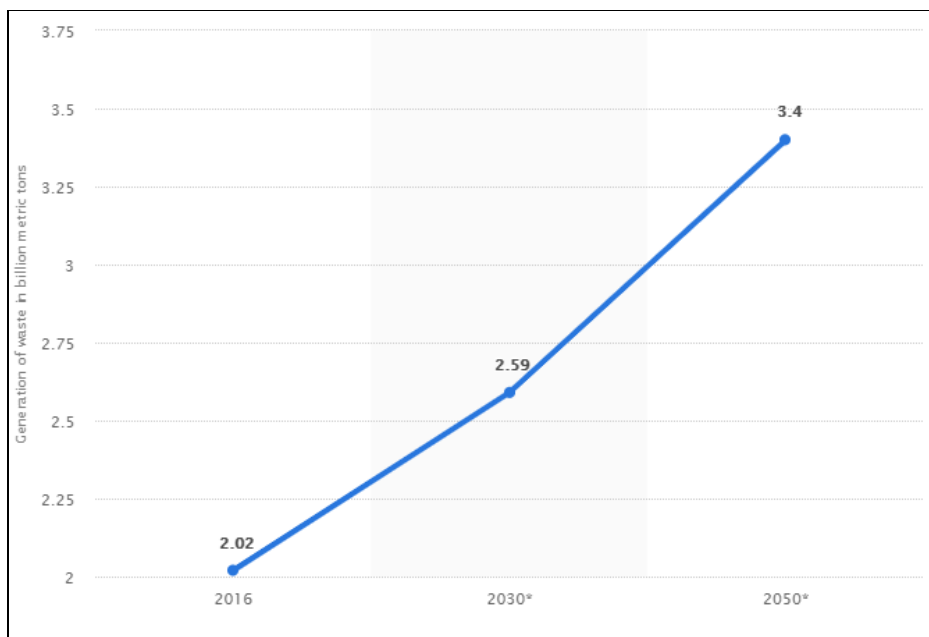
*Nota:* En la figura se muestra la generación per cápita de residuos sólidos por región. Tomado de STATISTA. <https://bit.ly/3cBsXRW>

En cuanto a la cantidad de residuos sólidos generados por persona, en el año 2016, según las regiones que se indican en la figura 3, Latinoamérica genera un promedio de 0.99 kg de residuo sólidos municipales por día.

Este estudio, además, proyecta que, en el futuro, la generación de residuos sólidos alcanzará la cifra de 2.02 billones de toneladas al 2030 y de 3.4 billones de toneladas al 2050, en todo el mundo.

#### Figura 4

##### Proyección de residuos sólidos municipales hasta 2050



*Nota: En la figura se muestra la proyección de los residuos sólidos hasta el 2050. Tomado de STATISTA, 2017. <https://bit.ly/3PvIH8N>*

STATISTA (2017), portal de estadística online alemán, nos habla que los residuos sólidos incluyen la basura y el lodo de las plantas de tratamiento de aguas residuales y de suministro de agua; así como otros materiales desechados de las operaciones industriales. Además, se muestra que en la región occidental del país tienen actualmente el mayor número de vertederos: 186' 346. Estos vertederos deben cumplir con las regulaciones federales para prevenir la contaminación, así como proporcionar sistemas de monitoreo para la contaminación de las aguas subterráneas y los gases de los rellenos sanitarios. La empresa de gestión también debe asegurar la financiación para la protección del medio ambiente durante todo el ciclo de vida de un relleno sanitario bajo regulaciones ambientales en el país.

A nivel nacional, en el Perú, la mala gestión y la forma de recolección de la información de la incidencia en el servicio de atención al habitante dentro del distrito hace que el área de limpieza pública pierda tiempo en encontrar los residuos sólidos

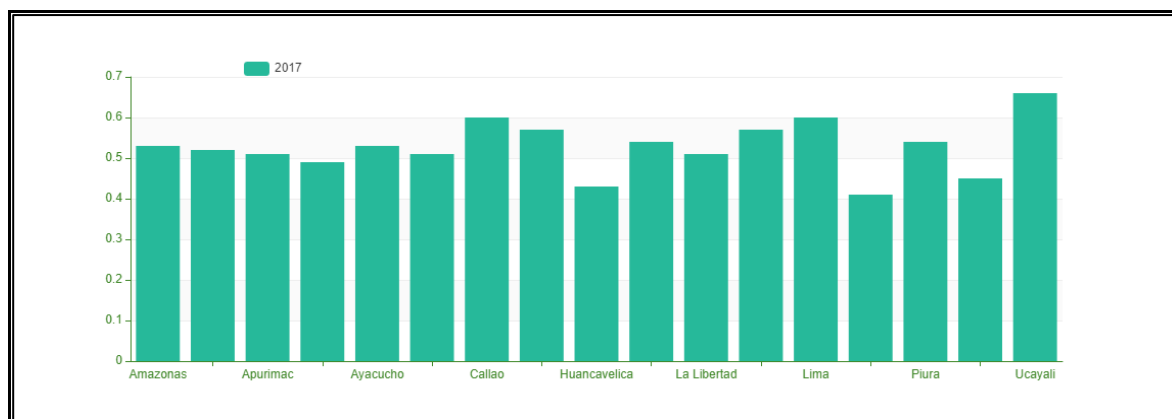
reportados y además produce una insatisfacción por parte de los habitantes. Puesto que al ver un proceso muy obsoleto y poco efectivo hace que la satisfacción se vea reflejada de una forma negativa.

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016) describe un estudio realizado en el Perú por la sigersol, sistema de información para la gestión de residuos sólidos, informó que hay una cobertura de un 93,74% en las zonas urbanas de nuestro país enfocada en la recolección de residuos sólidos. Del porcentaje mencionado sólo menos del 50% fueron dispuestos en el relleno sanitario dejando al porcentaje faltante en botaderos o instalaciones de disposición final, demostrando que se carece de un impacto real positivo en la población y el ambiente.

Actualmente en el Perú, la recolección de residuos sólidos tiene un gran impacto para los departamentos de Lima y Callao, puesto que se da un mayor gasto en el encuentro de los residuos sólidos llevando un tiempo mucho mayor.

### Figura 5

*Residuos sólidos domiciliarios por departamento*



*Nota:* En la figura se observa la generación de residuos sólidos por departamento. Tomado del MINAM, 2016. <https://bit.ly/3PTCMZX>

Según la MINAM (2016), 15 años desde que se promulgó la Ley General de Residuos Sólidos, el Perú sufre aún de graves problemas de limpieza pública. Cada día hay más habitantes urbanos y cada día en las ciudades se produce más basura,

generando casi medio kilo de residuos por día. El volumen de basura producido en el Perú está aumentando; hace una década las toneladas producidas por el país al día era de 13 000 toneladas, subiendo actualmente a 5 toneladas más.

El 30% de los residuos sólidos persiste en las calles de los distritos de Lima Metropolitana, mientras que más del 50% de la basura no llega a un espacio de disposición final segura. Teniendo como resultado la falta de cultura que está mostrando nuestro país.

### ***Definición del problema***

La dificultad al momento de realizar el reconocimiento y clasificación de incidencias que tienen actualmente las municipalidades es demasiado lento frente a la excesiva cantidad de reportes que los habitantes de los distritos realizan, siendo estos los más afectados al momento de observar diariamente que sus quejas no son escuchadas ni informadas de cómo se encuentran actualmente.

Por otro lado, las municipalidades sufren de sobrecarga de información, los cuales se ocasionan a raíz de la poca fluidez de información que tienen, por lo cual no cuentan con validación y filtración de estas hasta que una persona las autorice para su recolección, demorando el proceso de identificación y afectan a la conformidad de los habitantes del distrito, todo esto se puede ver reflejado en el anexo 4 en el cual se muestra el proceso actual (AS - IS).

### **1.2. Formulación del problema**

A partir de la problemática desarrollada, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando machine learning influirá en el reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos?

### **1.3. Justificación de la investigación**

Las presentes investigaciones consisten en medir la influencia en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos realizadas por los habitantes que produce un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning.

#### ***Teórica***

El propósito de mostrar la aplicación de un nuevo modelo de reconocimiento de imágenes basado en el uso de Machine Learning

#### ***Práctica***

Porque existe la necesidad de mejorar el reconocimiento de incidencias, especialmente los residuos sólidos, sobre las quejas realizadas por los habitantes, con uso de un aplicativo de procesamiento de imágenes usando Machine Learning.

#### ***Social***

Un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes ayudará promover la concientización ambiental y la responsabilidad ciudadana para la mejora del país.

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### ***Objetivo general***

Determinar en qué medida el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning influye en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

#### ***Objetivos específicos***

Determinar en qué medida el uso de un aplicativo de procesamiento de imágenes usando Machine Learning influye en la satisfacción de los habitantes.



Determinar en qué medida el uso de un aplicativo de procesamiento de imágenes usando Machine Learning reduce el tiempo de atención de incidencias de residuos sólidos.

Determinar en qué medida el uso de un aplicativo de procesamiento de imágenes usando Machine Learning mejora la calidad en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

### **1.5. Limitaciones de la investigación**

#### ***Temporal***

La investigación constó de un periodo de 12 meses.

#### ***Espacial***

La investigación se limitó al reconocimiento de las incidencias de residuos sólidos por los habitantes.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Antecedentes de estudio

### *Antecedentes internacionales*

Melo y Rojas (2015) en su investigación denominada *Prototipo de aplicación móvil instructiva, para el manejo y disposición de desechos sólidos en la ciudad de Bogotá* tiene objetivo principal diseñar un aplicativo móvil que permitirá al usuario ubicar los puntos de acopio de basura para comenzar los planes de reciclaje en Bogotá, además poder clasificar los residuos sólidos por categorías. Así mismo su propósito principal permitirá dar a conocer a distintos tipos de recolectoras de basura para que puedan juntarlo y clasificarla de acuerdo a lo que el cliente quiere desechar.

Un aporte de esta investigación es la identificación de estos desechos mediante unos códigos de barras, una opción para poner lugares que necesitan con urgencia su recolección y además este aplicativo proveerá información sobre el reciclaje puesto que no permite que el usuario tenga algún contacto con el objetivo del proceso y con la basura.

Buitrago y Escobar (2017) en esta tesis denominada *Sistema de Información para el reporte de incidentes para empresas de servicios públicos* tiene como objetivo desarrollar un sistema integrado entre una plataforma web y una aplicativo móvil, que facilitaría a la ciudadanía reportar acciones eventos que ocurren en su ciudad de Manizales, esto irá unido a un sistema de información geográfica (SIG). Su principal impulso a realizarlo es que a pesar de que el distrito está considerado como uno de los mejores índices de calidad de vida a nivel nacional.

Como conclusión, ellos obtienen que para obtener más rápido los datos hacer uso de arcgis y esri permite la creación rápida de control de indicadores, adicional a esto crean un dashboard para un mejor manejo de información y a partir de esto administraran incidentes ocurridos y luego visualizarlos mediante datos estadísticos.

A partir de este estudio se toma en cuenta las técnicas usadas para obtener los datos geográficos a través de ArcGis.

Gutiérrez y Torres (2016) tienen como finalidad en su investigación denominada *Sistema de medición evaluación del impacto ambiental en el manejo de residuos sólidos en conjuntos residenciales* crear una aplicación web y móvil para medir el impacto zonal de Bogotá, más que todo en lugares residenciales, esto conllevaría facilitar el control de los residuos sólidos y controlar el impacto que tendría con respecto al reciclaje de la basura, ellos también consideran que un factor importante de la investigación es estimular el uso de dispositivos móviles para usarla como enseñanza para mejorar el reciclaje. El alcance de la investigación y del aplicativo es mejorar la conciencia por parte de los usuarios y sobretodo tener un mejor equilibrio ambiental.

Se obtuvieron como resultados en esta investigación es que la aplicación propuesta realiza una reducción de tiempo gracias a la realización de procesos o quejas que realizan los usuarios de acuerdo con residuos sólidos. Un punto adicional que mencionan es el uso de juegos didácticos para hacer el conocimiento del reciclaje.

El aporte de esta investigación, es la disminución de tiempos y la mejora en la satisfacción de los habitantes mediante estrategias basadas en juegos didácticos para el apoyo de la cultura ambiental.

Abarca (2016) en su tesis denominada *Desarrollo de un prototipo de sistema de gestión de desechos peligrosos para la empresa gestión y proyectos ambientales Gypam s.a.* explica el desarrollo de un prototipo de sistema web realizada para el área de desechos peligrosos de la empresa gestión y proyectos ambientales Gympam S.A., Ecuador 2016, que está especializada en la gestión de desechos peligrosos que

brinda servicios de manejo de medio ambiente, diagnóstico de riesgos y gestión de desechos, el cual proyecto de investigación prioriza el servicio de gestión de desechos sólidos por ello desarrollan un prototipo de sistema web para agilizar la identificación y manejo de información mediante un repositorio de información para dar un fácil mantenimiento que se genera al momento de realizar el proceso de gestión de desechos peligrosos que elabora la empresa Gympam.

En conclusión, siendo capaz de que el sistema web sea fácil de usar y tener un mayor control de información del proceso de manejo de desechos peligrosos y que tenga organizada la información obtenida para una optimización al momento de buscar información que requiere el usuario por ello el sistema web fue un éxito ya que los usuarios quedaron satisfechos, justificada por pruebas realizadas en la investigación por el hecho de que cumple con los objetivos propuestos en la investigación.

Un aporte de esta investigación es el control de información debido a la optimización al momento de la reducción de tiempos usados para la identificación de incidencias.

Ricatti (2015) en su tesis denominada *Optimización de recolección de residuos con IoT* explica el diseño de un prototipo para optimizar las rutas de recolección y la identificación de nuevos basureros para el área de residuos de Dublín City Council, República de Irlanda 2015, que se encarga de la recolección de residuos sólidos, por el cual esta investigación se centra en el proceso de recolección de residuos sólidos por ello quieren diseñar un prototipo de sensores de cantidad que permita optimizar las rutas de recojo de los residuos sólidos para poder dar una planificación de instalaciones de los basureros y mejorar vitalidad de los habitantes y disminuir los

recursos de combustible y mano de obra por la mala gestión al momento de recorrer las rutas de recolección de residuos sólidos y no realizar recorridos innecesarios.

Asimismo como conclusión, el desarrollo de esta investigación se justifica metodológicamente por tecnología electrónica para poder reducir el tiempo en la clasificación de residuos sólidos, la distancia de las rutas de recolección e implementar información que mejore el proceso, que facilite el diseño del prototipo propuesto en esta investigación por ello se debe construir un sistema de sensores que midan la abundante cantidad de residuos sólidos para que se pueda procesar la información y poder tomar una decisión en este caso elegir la ruta más accesible teniendo en cuenta la completa limpieza de la zona, para que el prototipo se capaz generar automáticamente datos mediante el internet de las cosas.

El aporte de esta investigación, es la reducción de tiempos en la gestión de clasificación de residuos sólidos y el uso de los habitantes como principales factores que realizan reportes.

Sanchez (2007) afirma que en esta tesis denominado *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y el Arsenal Delestado de Hidalgo* explica con el aumento de la población y la industrialización de las naciones de todo el mundo, los residuos se han convertido en una gran preocupación para todos nosotros. Durante años, los investigadores pensaron que sólo la gestión de residuos no es suficiente por sus técnicas de tratamiento y eliminación adecuados para preservar nuestro medio ambiente y mantenerla limpia en esta era de la globalización. Con la ayuda de investigadores de tecnología han introducido soluciones e iniciativas que asegura una cantidad reducida de tiempo y energía inteligente de gestión de residuos basado IO requerida para proporcionar servicios de gestión de residuos y reducir la cantidad de residuos generados.

Desafortunadamente, los países en desarrollo no están siendo capaces de poner en práctica esas soluciones existentes debido a muchos factores como el entorno socio-económico.

Asimismo, como conclusión el desarrollo de esta investigación se justifica en un sistema de gestión inteligente de residuos en relevancia con el desarrollo de país como Bangladesh. En las últimas dos décadas ha habido numerosas iniciativas tomadas con la ayuda de las ayudas y el apoyo extranjero, pero que no han podido conseguir resultados que puede decirse que es satisfactoria y el nivel aceptable. Estos objetivos de investigación para ayudar en la consecución de resultados significativos para la recogida y eliminación de los residuos domésticos lo que conduce a un medio ambiente más limpio adecuado.

Un aporte de esta investigación, es el uso de nuevas tecnologías como Firebase para la conexión con datos persistentes, puesto que estos dan mucha más rapidez a la hora de consultar datos.

### ***Antecedentes nacionales***

Hasan (2017), en la tesis denominada *Sistema inteligente de gestión de residuos sólidos con IO* afirma que:

Los procesos de crecimiento demográfico, en paralelo a los altos niveles de consumo que experimenta cualquier sociedad, cuáles son los factores que incrementan la producción de residuos sólidos domiciliarios y traen consigo ellos una interrupción del ciclo de vida natural. Esta situación se produce por un desajuste entre su ciclo de vida y el patrón de ocupación del espacio urbano. Por eso, este estudio diseña una metodología que, entre las funciones de la gestión ambiental urbana, integra el ciclo de vida de los residuos domésticos en el uso del suelo, la estructura y la morfología dominante. También contiene

medidas correctivas para apoyar la participación social en el reconocimiento y clasificación de las consecuencias más importantes asociadas y normas para los sistemas naturales. (p. 9)

En conclusión, se justifica el desarrollo de esta investigación en un contexto territorial para el tratamiento de los fenómenos ambientales, reconociendo la naturaleza de los diversos componentes y procesos involucrados. El análisis permite comprender los fenómenos y procesos que caracterizan el origen y la esencia de la gestión ambiental urbana de los residuos domésticos para encontrar explicaciones científicas adecuadas a la relación entre sociedad, naturaleza y medio ambiente. La metodología para desarrollar de la investigación combina elementos de análisis cualitativo y cuantitativo para obtener información de fuentes primarias y secundarias. Se trabajó con categorías geográficas espaciales y territoriales y conceptos o enfoques dialécticos materialistas para posibilitar el análisis del objeto de investigación en su proceso de desarrollo.

El aporte de esta investigación, es la metodología utilizada la cual es la más acorde con nuestra tesis.

Vela (2016), en la tesis denominada *Caracterización de los residuos sólidos domésticos en la ciudad de santo tomás, bases para su manejo adecuado, San Juan*, afirma que:

La problemática relacionada con el crecimiento de la población humana casi en proceso de transformación y desarrollo industrial, y a partir de los hábitos de consumo de individuos el manejo de los residuos sólidos se realiza de manera inadecuada a partir del lugar de generación, separación, recolección, transporte y disposición final, cuyos procesos desde el hijo cambiaron las actitudes impropias que la población adquiere en sus hogares hacia el



enajenante de manera inapropiada. A los residuos que se generan, estas actitudes han contribuido a la contaminación del medio ambiente. (p. 9)

En conclusión, el desarrollo de esta investigación se justifica en la generación de información inicial a partir de la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios generados por y para las familias para caracterizar la composición entre sólidos orgánicos e inorgánicos, la generación de la familia, para la generación de los pobladores , etc., por lo que la información generada podrá ser utilizada para mejorar el manejo de los residuos sólidos en esta zona del mencionado corregimiento del municipio de San Juan Bautista, donde permitirá determinar la generación de la familia y los costos que genera.

El aporte principal de esta investigación, es la caracterización de residuos sólidos domiciliarios, así como la repercusión que tienen hacia la conformidad de los habitantes de los diferentes distritos del Perú.

Corimanya Quispe et al. (2018) En esta tesis denominada *Plan de Negocio para Brindar una Plataforma Integradora en el Proceso de Recopilación de Material Reciclable en los Distritos de Jesús María, Miraflores y San Borja* explica el desarrollo de un plan de negocio para realizar una plataforma integrada del proceso de recopilación de materiales de reciclaje en los distritos de Jesús María, Miraflores y San Borja, Perú 2018, que realiza el reciclaje de manera manual el recojo de residuos sólidos, el cual esta investigación se centra en el proceso de recolección de residuos sólidos, el cual permite convertir en residuos sólidos desechado en un material útil para un determinado consumo.

Asimismo como conclusión, el desarrollo de esta investigación está justificada metodológicamente en un modelo estratégico que sirve para incluir lo digital a tu plan de negocio como un proceso de recolección y de crecimiento de esta; y que se enfoca

en distinguir el problema y convertirlo en una manera eficiente de reciclar y de trabajar al momento de reciclar los materiales; que será capaz dar un enfoque al mercado mediante una investigación y análisis estratégico para luego dar un plan de marketing y poder optar por los cambios realizados mediante los reportes convertidos en un plan de TI por ello mediante este desarrollo se puede apreciar que el primer año no se generan ganancias para la empresa después del primer año se podrá ver la generación de ganancias para la empresa.

El aporte de esta investigación, es la forma efectiva para la reducción de tiempos usados en la identificación de incidencias de residuos sólidos y su alto impacto que tuvo en los 3 distritos en cuestión.

Ascanio (2017) en esta tesis denominada *Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de El Tambo según las recomendaciones de la agenda 21* explica el desarrollo proponer un plan de gestión de residuos sólidos urbanos para el distrito de El Tambo, teniendo en cuenta en particular las áreas de la Agenda 21, con referencia a la minimización de residuos sólidos y la maximización de la reutilización y reciclaje de residuos sólidos.

Asimismo, como conclusión, el desarrollo de esta investigación resultados obtenidos se puede mencionar la producción total de residuos sólidos producidos en el distrito de El Tambo, se tiene un total de 97,168.36 Kg/ diarios, de los cuales el 79 % corresponde a residuos orgánicos y 21 % a residuos inorgánicos, asimismo se advirtió una generación per cápita de 0.659 % Kg/Hab/día.

Un aporte de esta investigación es la clasificación de los residuos sólidos el cual lo menciona de acuerdo a una generación per cápita.

## **2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado**

### ***Incidencia***

La Information Technology Infrastructure Library (ITIL, 2019) define como incidencia o incidente a cualquier evento que no sea parte del normal funcionamiento del servicio y que cause o pueda causar una interrupción del mismo o una merma en la calidad del mismo. Uno de los principales objetivos de ITIL es reanudar las operaciones normales lo más rápido posible, con el menor impacto posible en el negocio y el usuario, al menor costo posible.

Cuando un incidente se considera grave, se puede crear un registro de problemas. La gestión de problemas es diferente a la gestión de incidentes, se desarrolla en un equipo de trabajo diferente y está controlada por la gestión de problemas. Cuando se ha identificado un problema y no se conoce la solución, el problema se convierte en un "problema conocido". Después de identificar la causa del problema, se convierte en un "error conocido"(ITIL, 2019).

### ***Proceso de una incidencia***

El proceso habitual que sufre una incidencia, según ITIL (2019), es: En primer lugar, un usuario o varios sufren un impacto en el proceso habitual que tiene, esto ocasiona la detección de una incidencia, dando a lugar que se haga un registro. A continuación, se debe priorizar que impacto o urgencia es la más resaltante, para poder resolver en primera instancia; esto con la finalidad de reducir los tiempos de atención, conforme se haya planteado en las reglas de negocio.

Inicialmente, se identifican, analizan y diagnostican los síntomas de las incidencias reportadas, esto para determinar la ubicación de esta y ver que posibles soluciones se pueden realizar, ocasionando la creación de mecanismos para agilizar soluciones oportunas en el proceso específico. La rápida solución es sumamente

crítica, lo importante es mejorar la satisfacción del usuario, para luego agregarla en la base de conocimiento para a futuro disminuir los tiempos de respuesta frente a incidencias similares. Luego de reestablecer el servicio y que el usuario que realizó el reporte que confirme la solución del problema, se cierra las incidencias documentando detalladamente todo el proceso de la gestión de incidencias. A continuación, se mostrará un diagrama de contexto del proceso de incidencias:

Figura 6

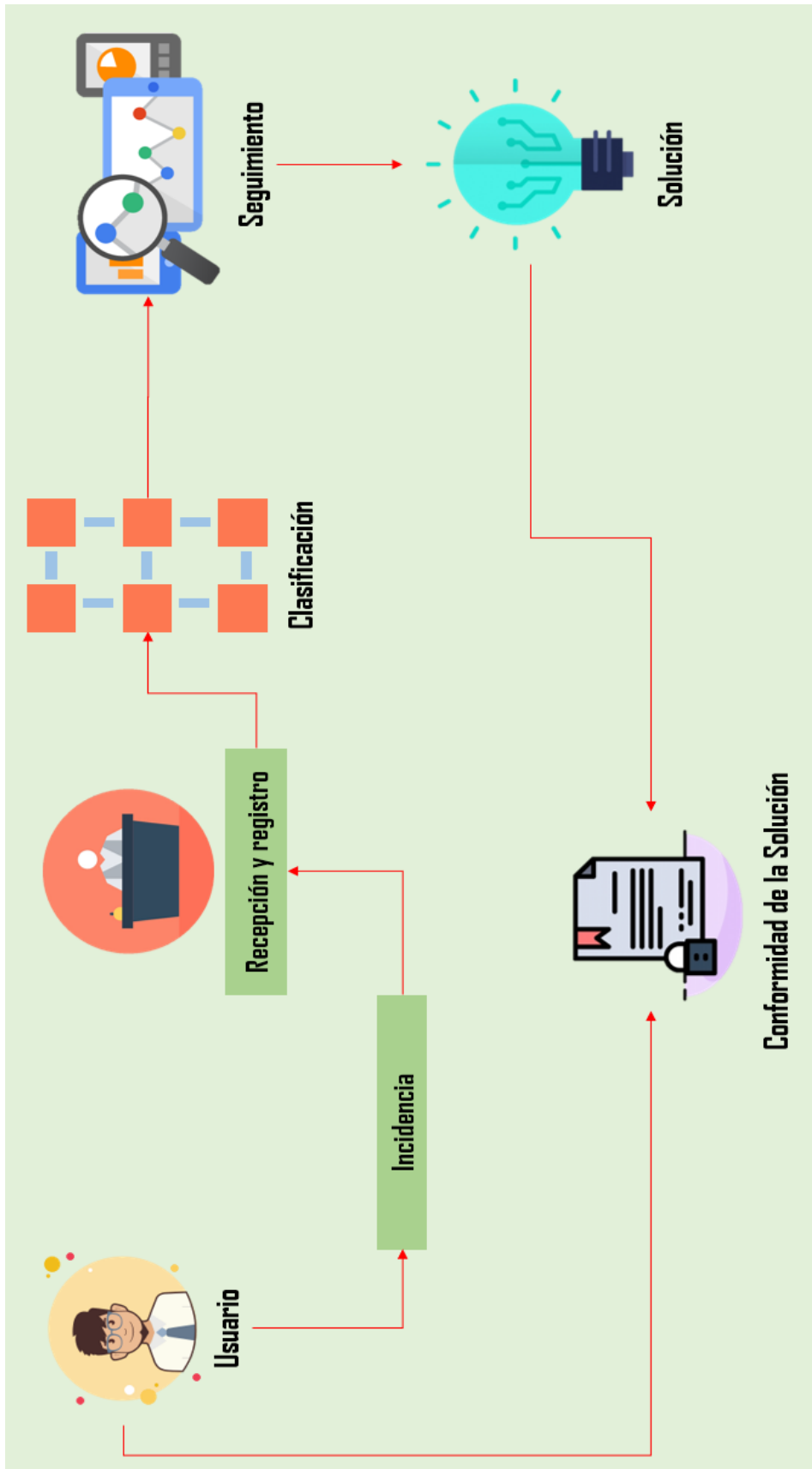
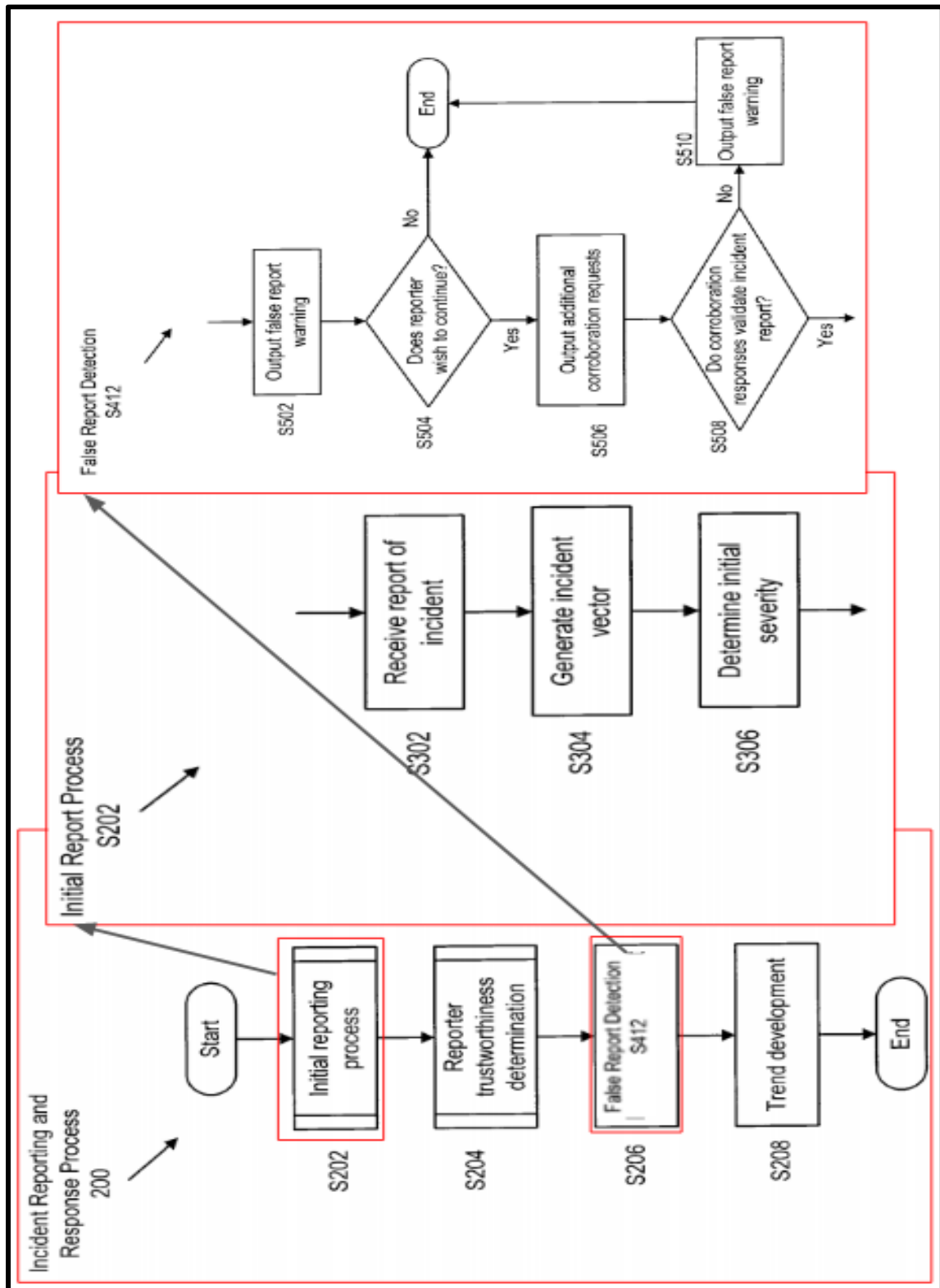
*Diseño contextual de una incidencia*

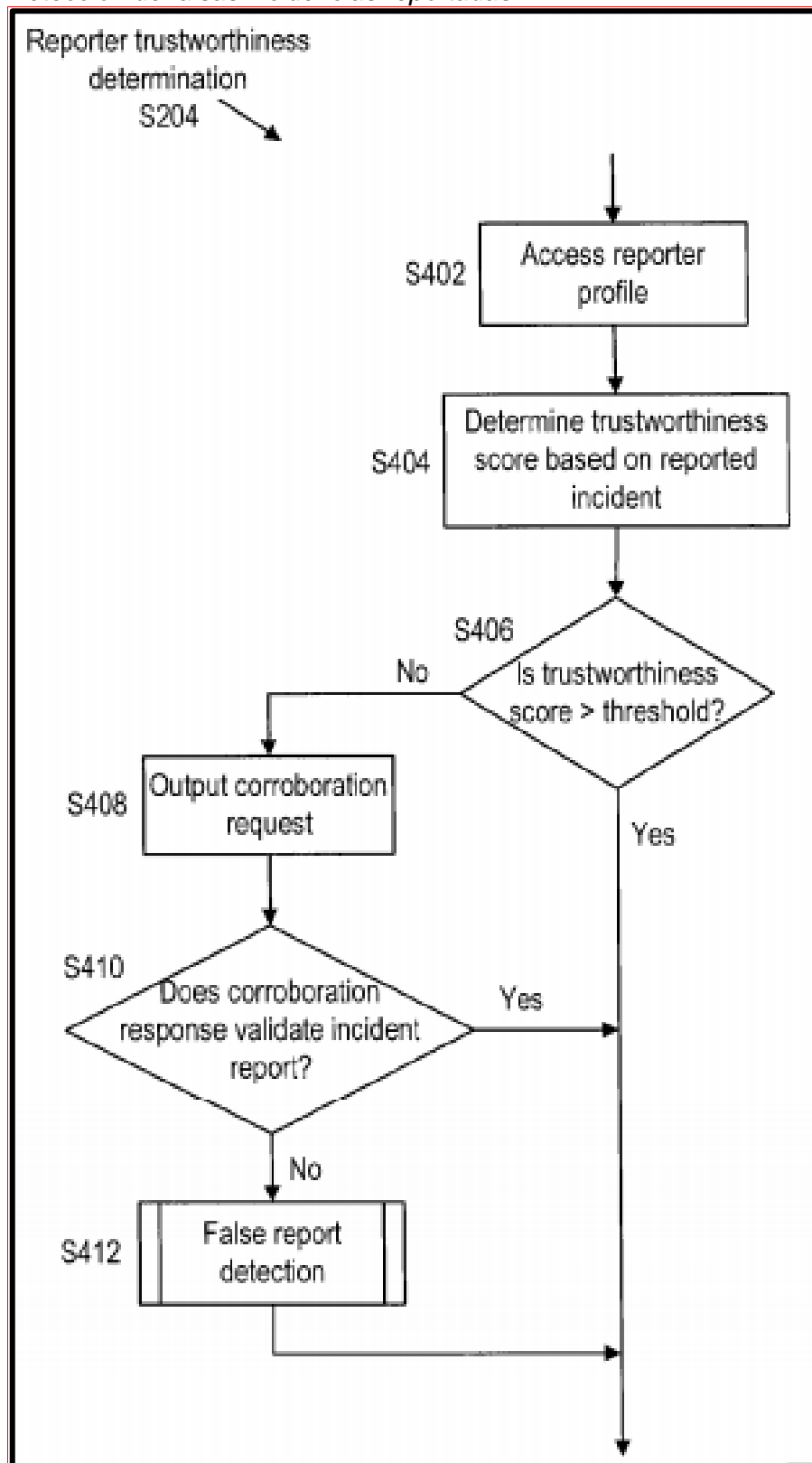
Figura 7

Proceso de reporte de incidencias



Nota: En la figura, se aprecia el flujo del proceso de una incidencia reportada. Tomado de Jensen A. y Winston Yu, 2015. p. 4.

Figura 8

*Detección de falsas incidencias reportadas*

Nota: En la figura, se aprecia el flujo del proceso clasificación de una incidencia reportada. Tomado de Jensen A. y Winston Yu, 2015. p. 6.

### ***Priorización***

El proceso se realiza al recibir una entrada de informe electrónico asociada con un incidente o individuo, categorizar la entrada de informe electrónico con un motor coincidente y una base de datos basada en un identificador de persona, el motor coincidente configurado para asignar uno o más atributos de categorización correspondientes a la frecuencia o prioridad del incidente o individuo, y generar una instrucción de provisión de alertas a uno o más dispositivos de cuidador especializados en función de uno o más atributos de categorización (Jensen y Winston, 2015).

### ***Clasificación***

El proceso se realiza al recibir una entrada de informe electrónico asociada con un incidente o individuo, categorizar la entrada de informe electrónico con un motor coincidente y una base de datos basada en un identificador de persona, el motor coincidente configurado para asignar uno o más atributos de categorización correspondientes a la frecuencia o prioridad del incidente o individuo, y generar una instrucción de provisión de alertas a uno o más dispositivos de cuidador especializados en función de uno o más atributos de categorización (Jensen y Winston, 2015).

### ***Residuos sólidos***

Los desechos sólidos son cualquier material de desecho que son abandonados considerados residuos. Los desechos sólidos pueden incluir cualquier tipo de materiales sólidos líquidos, semi sólidos o gaseosos. Los desechos sólidos también consisten en artículos que se usan y luego se descartan para su disposición a través de vertederos, reciclaje o compost. Una proporción sustancial de los desechos sólidos generados es generada por la industria de servicios de alimentos, incluidos los

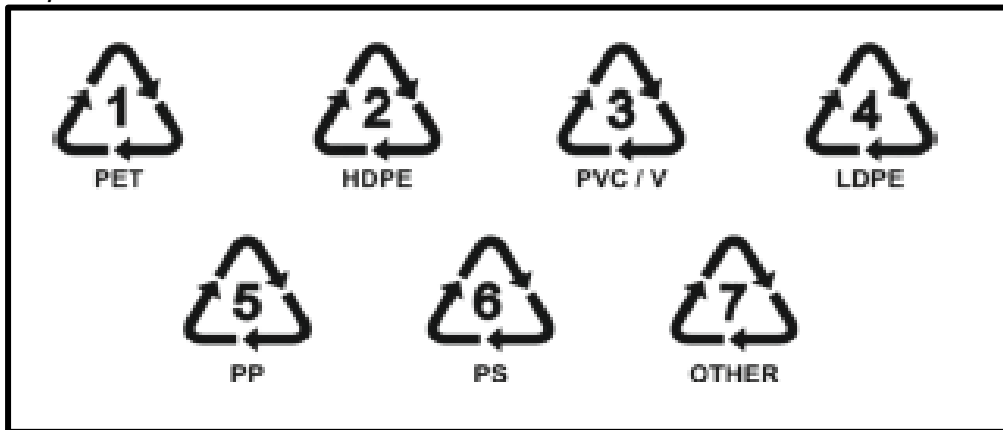


restaurantes, así como otros negocios, como hospitales que incluyen cafeterías. Convencionalmente, tales empresas intentan implementar programas de reciclaje o compostaje para los desechos sólidos. Convencionalmente, tales negocios posicionan receptáculos individuales de residuos sólidos de modo que cada receptáculo individual de residuos sólidos se designe para cada tipo de método de disposición. Por ejemplo, un receptáculo de desechos sólidos del vertedero está designado para artículos de desechos sólidos que requieren un vertedero para su eliminación, un reciclaje sólido residuos receptáculo se designa para desecho sólidos que requieren una planta de reciclaje para su disposición, y un compostaje residuos sólido se designa para desecho sólidos que requieren un centro de compost para su disposición. Convencionalmente, tales negocios etiquetan cada recipiente individual de desechos sólidos para indicar qué desechos sólidos deben distribuirse en cada recipiente individual de desechos sólidos (Rathore y Rathore, 2016).

### ***Clasificación***

En muchos países europeos, la segregación de residuos ya se ha introducido: Los residuos sólidos se dividen en grupos como plástico, metal, vidrio y orgánico / bio. El uso de automático selectivo de técnicas para estos grupos es más fácil que para los residuos sólidos municipales (RSU). Desafortunadamente, una gran parte de los desechos todavía se recolecta en forma de manera desorganizada, Es por eso que los países se esfuerzan por la reprocesamiento más eficaz de los residuos. materiales Para hacer esto, la basura debe clasificarse efectivamente en individuos facciones y materiales. Por lo tanto, una tarea importante es aislar a los individuos (Bobulski y Kubanek, 2019).

**Figura 9**  
*Etiquetado de residuos sólidos*



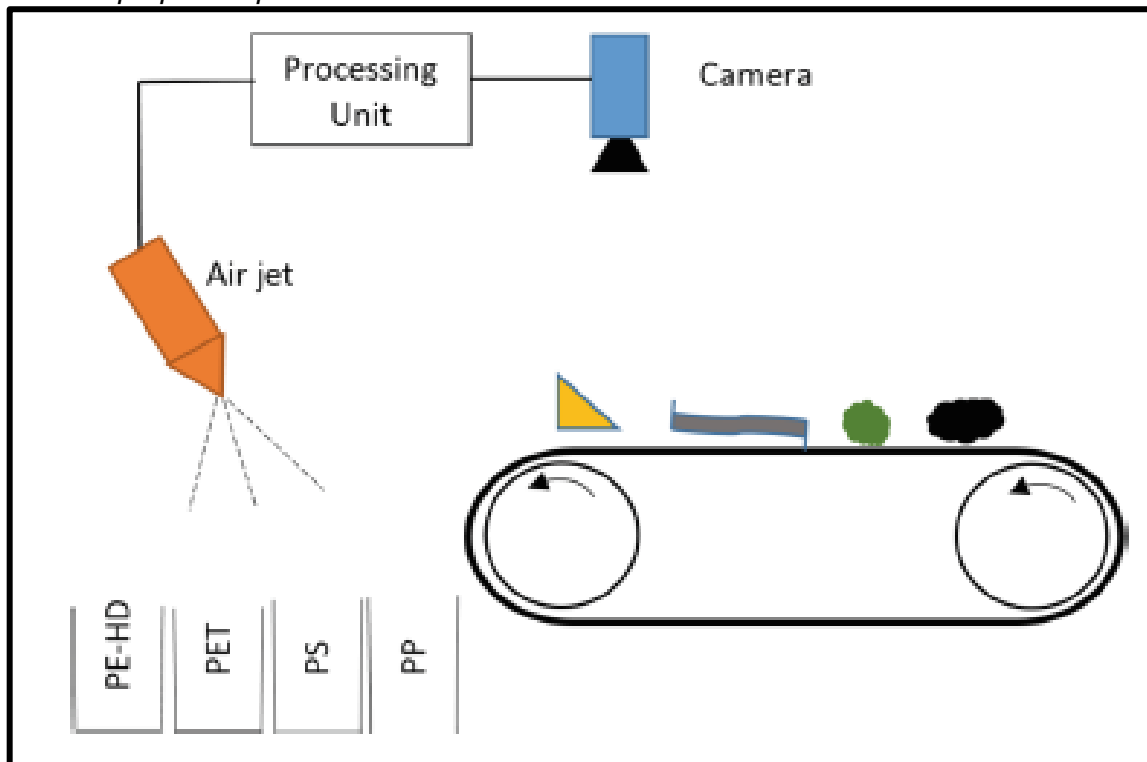
*Nota:* En la figura, se observa los distintos tipos de plásticos. Tomado de Bobulski, J. y Kubanek, M, 2019. p. 351.

En los desechos domésticos, una parte importante está ocupada por elementos plásticos, y dentro de él se pueden distinguir cuatro tipos dominantes: PET, HDPE, PP, PS. Desafortunadamente, En esta etapa del reciclaje, no hay división en tipos individuales de plástico y a menudo terminan en un grupo de desechos plásticos.

Bobulski y Kubanek (2019) proponen utilizar una cámara digital y una computadora con software para clasificar desperdicios sólidos. Por el contrario, se utiliza una corriente de aire para dirigir los desechos a un contenedor específico, suponiendo que los residuos se transportarán por separado en la cinta transportadora. El software utilizado en este sistema utiliza técnicas de procesamiento de imágenes. en el proceso de preprocesamiento de imagen. Red neuronal de convolución y el aprendizaje profundo se utiliza para reconocer objetos.

**Figura 10**

*Sistema propuesto para la clasificación de residuos en Polonia*



*Nota:* En la figura, se observa el proceso de clasificación de los distintos tipos de plásticos. Tomado de Bobulski, J. y Kubanek, M., 2019 p. 354.

### **Reconocimiento de imágenes**

El reconocimiento de imágenes se puede definir como un patrón de objetos el cual es recibido por un dispositivo de entrada, objeto o imagen. Además, se representa como una función matemática para definir densidades o símbolos. A estas estructuras se les llama representaciones de la información. (Mendieta, 2003).

Con los conceptos mencionados antes se define que el proceso de reconocimiento de patrones como la creación de nuevas presentaciones o el cambio de representaciones.

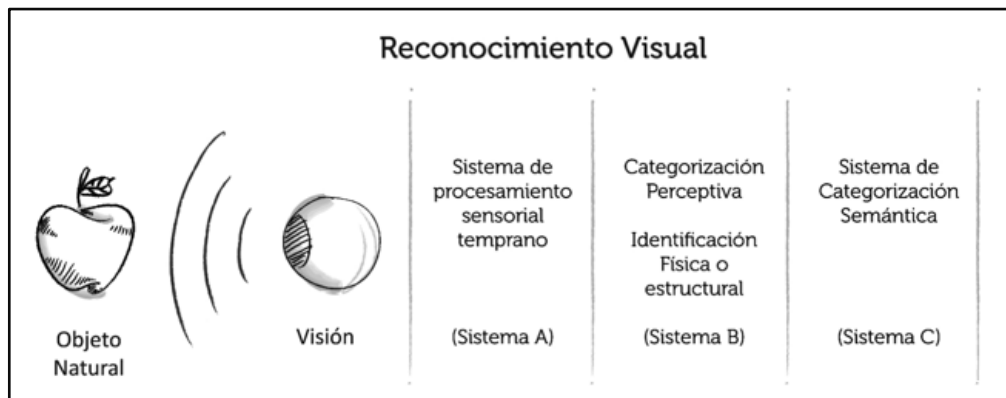
Un factor importante para lograr el reconocimiento de imágenes es esencial la extracción de características, para lograr un cierto grado de independencia de las características a la rotación y a la escala se pueden tomar dos enfoques: un primer

enfoque es transformar la imagen, esto significa rotarla y escalarla para hacerla lo más similar posible a un patrón estándar, después de esto se pueden extraer características numéricas de la imagen (García, 2014).

Lo mencionado previamente se puede observar en el gráfico que se muestra a continuación:

**Figura 11**

*Categorización de un reconocimiento visual*



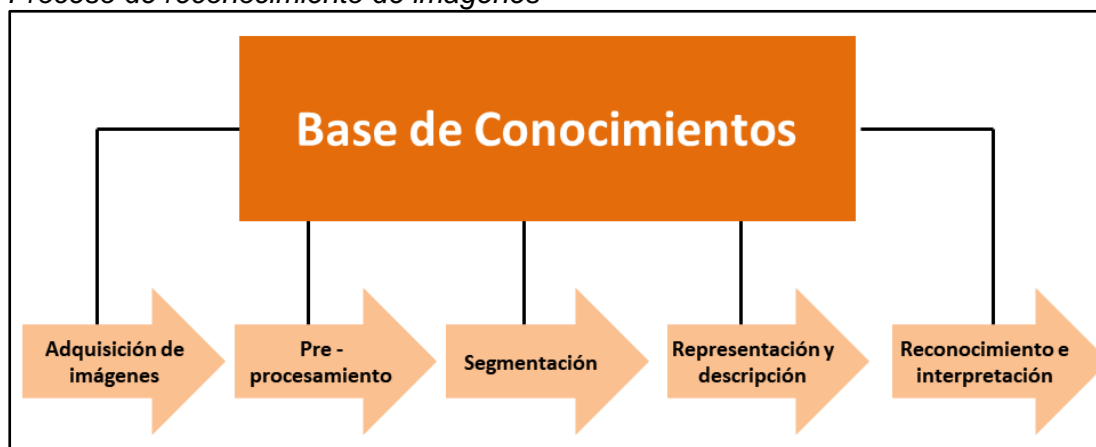
Una de las características más utilizadas y de mayor impacto en sistemas de información en la actualidad es el reconocimiento de imágenes, el cual se caracteriza por tener inteligencia al extraer características de una imagen. Desde una perspectiva de sistema se puede clasificar en tres clases: Los que trabajan con imágenes estáticas, los videos con alta resolución y las imágenes en tercera dimensión es muy relevante aclarar que es muy difícil comparar estas tres clases de detección, ya que para cada una de esas clases se aplican diferentes tipos de patrones de reconocimiento (Arguello, 2011).

## **Proceso de reconocimiento de imágenes**

Es posible identificar la escena mediante reconocimiento de imágenes o mediante la estimación de la posición. También es posible encontrar sistemas que realicen una combinación de ambas en función de la situación. A este tipo de identificación se le denominara híbrida. Dentro de cada uno de estos dos conjuntos de técnicas se pueden encontrar diversas variaciones que dependerán en gran medida de las prestaciones que deba ofrecer el sistema así como de sus posibilidades técnicas (Beltran, 2011).

Todo lo expresado por Beltrán, se puede observar en el siguiente gráfico el cual explica los pasos para llegar al reconocimiento de imágenes.

**Figura 12**  
*Proceso de reconocimiento de imágenes*



### **Etapas de procesamiento**

Se puede analizar una imagen para determinar la altura, el peso, el género, la edad, el color del cabello, el color de los ojos, la plantilla facial, el tamaño del rostro, las prendas de vestir que usa el individuo (incluidos los colores o logotipos asociados con ellos), otras características distintivas visualmente perceptibles del individuo, que incluyen un número de babero, un número de camiseta, un código de barras, un

código QR o un patrón similar que puede ser detectable en una imagen de un individuo, o combinaciones de los mismos.

Según García (2014) como principales etapas del proceso de reconocimiento de imágenes se consideran las siguientes:

### ***Escala de grises***

Según García (2014) esta etapa es la más relevante para tratar, analizar o reconocer imágenes, por lo que es más conveniente transformar una imagen a nivel de escala de grises.

### ***Filtrado de imagen***

García (2014) comentó que:

Para realizarlo es necesario reducir la amplitud que tienen los píxeles alrededor de la imagen, de esta forma las variaciones rápidas de intensidad pueden ser suavizadas por una transición más gradual. La función matemática más usada para este proceso es Gaussian blur. (p. 28)

**Figura 13**

*Función Gaussian blur de dos dimensiones*

$$G(x, y) = \frac{1}{2 * \pi * \sigma^2} * e^{\frac{-x^2 + y^2}{2 * \sigma^2}}$$

La “x” es la distancia desde el origen en el eje horizontal, “y” es la distancia del origen hasta el eje vertical y “o” es la desviación estándar.

### ***Canny***

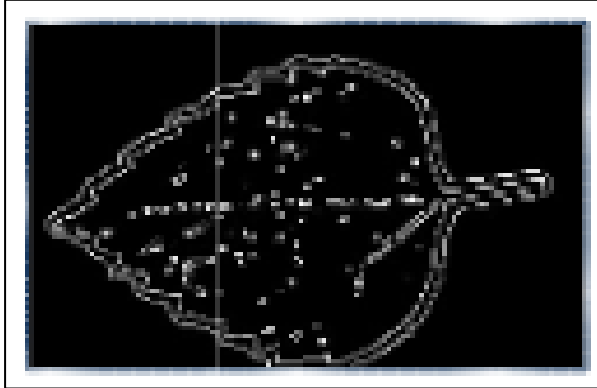
García (2014) comenta que:

Este proceso se basa en el algoritmo de Canny fue desarrollado por John F. Canny en 1986, el principal objetivo de este proceso es detectar bordes

considerando los siguientes puntos: Buena detección de bordes, buena localización unidireccional y respuesta mínima efectiva. (p. 83)

**Figura 14**

*Imagen en el proceso de Canny*



*Nota:* En la figura, se observa una IA basada en el reconocimiento de bordes. Tomado de García, P, 2014, p. 31.

### ***Machine learning***

En los últimos años, el paradigma computacional de machine learning y datos de análisis a gran escala ha comenzado a moverse hacia masivamente grandes sistemas distribuidos, que comprende individualmente pequeñas y poco fiables nodos computacionales (gama baja, los productos básicos de hardware). Específicamente, los sistemas distribuidos modernos como apache spark y computacionales como mapreduce han ganado significantes de tracción, ya que permiten la ejecución de las tareas de producción a gran escala de tamaños de datos del orden de terabytes. La columna vertebral de estas plataformas grandes y complejos se compone de tres capas funcionales: una capa computacional; una capa de comunicación (para mover datos en todo el sistema, según sea necesario); y una capa de almacenamiento. Con el fin de desarrollar e implementar soluciones sofisticadas y hacer frente a los problemas a gran escala en la máquina el aprendizaje activo, la ciencia, la ingeniería y el comercio, es importante para entender y novedoso optimizar y complejas compensaciones a través de las múltiples dimensiones de computación,

comunicación, almacenamiento, y la exactitud de los resultados. Además, dada la naturaleza impredecible de forma individual de los nodos de cálculo en estos sistemas, nos enfrentamos al reto de asegurar rápido y de alta calidad resultados algorítmicos en la cara de incertidumbre. Esto, junto con el alto nivel de complejidad y heterogeneidad del hardware componente, introduce significantes nos encontramos ante el reto de asegurar rápido y de alta calidad resultados algorítmicos en un contexto de incertidumbre. Esto, junto con el alto nivel de complejidad y heterogeneidad del hardware componente, introduce significantes nos encontramos ante el reto de asegurar rápido y de alta calidad resultados algorítmicos en un contexto de incertidumbre (Lee et al., 2016).

Esto, junto con el alto nivel de complejidad y heterogeneidad del hardware componente, introduce significativos retrasos que representan un cuello de botella clave para alcanzar las aceleraciones prometidos de estos grandes sistemas (Lee et al., 2016).

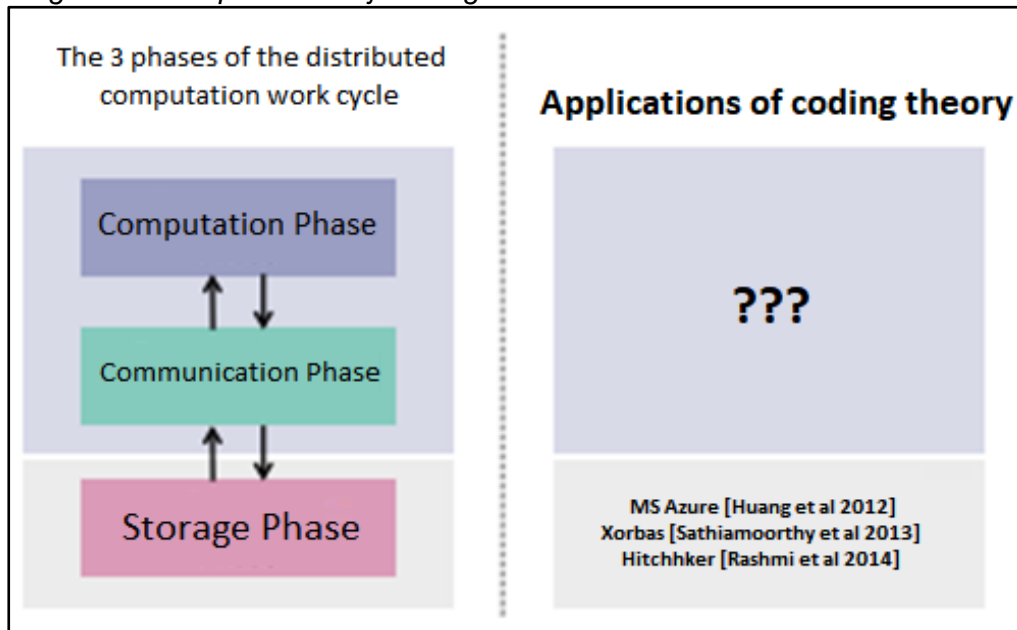
### ***Aprendizaje distribuido automático***

El papel de los códigos en la prestación de la resistencia contra el ruido se ha estudiado durante décadas en varios otros contextos de ingeniería, y es parte de nuestra infraestructura de todos los días (smartphones, ordenadores portátiles, Wi-Fi y sistemas móviles, etc.) (Lee et al., 2016).



**Figura 15**

*Diagrama conceptual del flujo de algoritmos distribuidos*

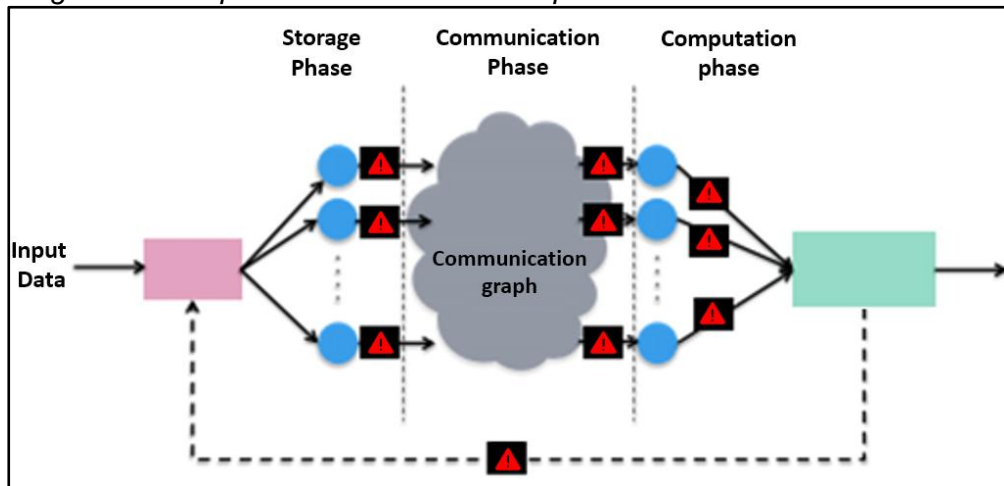


*Nota:* En la figura, se observa la distribución sobre la comunicación de datos. Lee et al., 2016. p. 15.

Puede ser visto como la recepción de datos de entrada, almacenándose en nodos distribuidos, la comunicación de datos por la red distribuida, y luego calcular localmente una función en cada nodo distribuido. Los principales cuellos de botella en esta ejecución (comunicación, rezagados, fallos del sistema) pueden todos ser abstraídos de distancia mediante la incorporación de una noción de retrasos entre estas fases.

**Figura 16**

*Diagrama conceptual de las fases de computación distribuida*



*Nota:* En la figura, se observa la distribución de la comunicación de datos. Lee et al., 2016. p. 16.

Con el fin de maximizar el rendimiento del sistema, es necesario identificar y acelerar el núcleo bloques de construcción de algoritmos distribuidos. Identificamos dos bloques básicos correspondientes a las fases de comunicación y computación que creemos que son primitivas clave en una gran cantidad de datos distribuidos de procesamiento y algoritmos de aprendizaje automático: el cálculo de funciones lineales y ING datos shuf. Destacamos estas dos aplicaciones que solicitan candidatos donde las ideas de la teoría de la codificación pueden mejorar significativamente el tiempo total de ejecución de algoritmos distribuidos, reduciendo al mínimo los retrasos y la superación de los cuellos de botella (Lee et al., 2016) .

### ***Sistema deep learning (DL)***

Un sistema DL ser cualquier sistema de software que incluye al menos un componente de deep red neuronal (DNN). Tenga en cuenta que algunos sistemas DL podrían comprender únicamente DNNS (por ejemplo, auto-conducción DNNS de automóviles que predicen ángulos de dirección sin reglas manual), mientras que otros

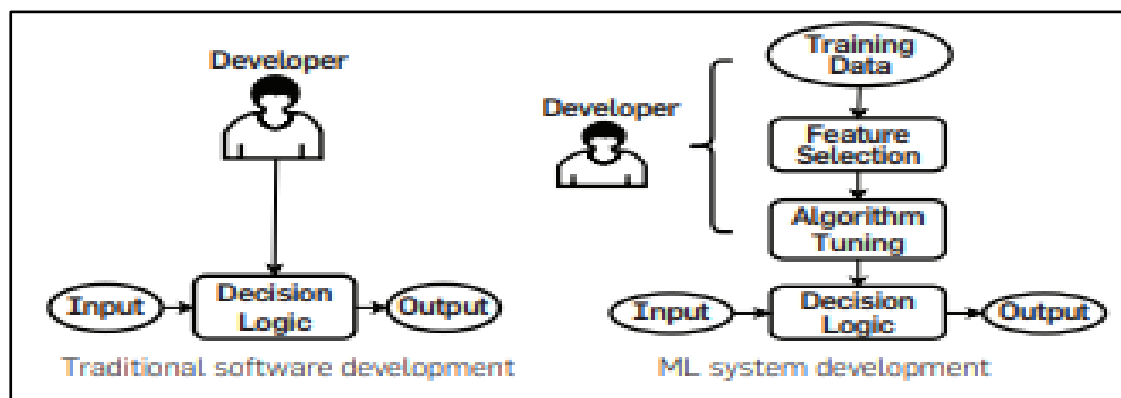
pueden tener algunos componentes DNN que interactúan con otros componentes de software tradicionales para producir la salida final (Pei et al., 2019).

### **Arquitectura DNN**

DNNS se inspiran en los cerebros humanos con millones de neuronas interconectadas. Ellos son conocidos por su sorprendente capacidad para automáticamente identificar y extraer las características de alto nivel pertinentes de entradas primas sin ningún tipo de orientación humana, además de los datos de entrenamiento etiquetados. En los últimos años, DNNS han superado el rendimiento humano en muchos campos de aplicación debido a la creciente disponibilidad de grandes conjuntos de datos, hardware especializado, y los algoritmos de formación eficaces (Pei et al., 2019).

**Figura 17**

*Comparación entre los procesos de desarrollo de sistemas tradicionales y ML*



*Nota:* En la figura, se observa la diferencia de un sistema tradicional de clasificación y uno con ML integrado. Pei et al., 2019. p. 139.

Los desarrolladores especifican clara lógica del sistema, mientras que DNN aprende la lógica de los datos de entrenamiento. Conexión entre las neuronas. Para el aprendizaje supervisado, los pesos de las conexiones son aprendidas durante el entrenamiento minimizando una función de coste en los datos de entrenamiento a través de descenso de gradiente. Cada capa de las transformadas de red la información contenida en su entrada a una representación de alto nivel de los datos.

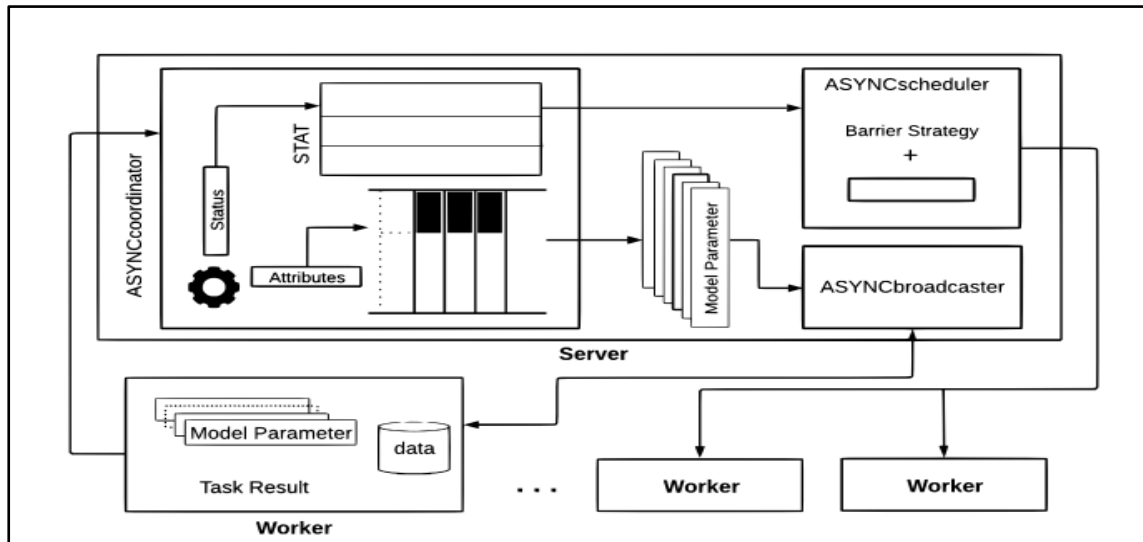
Por ejemplo, considere una red pretrained como se muestra en la clasificación de imágenes en dos categorías: las caras humanas y coches. Las primeras capas ocultas transforman los valores de los píxeles en bruto en la textura de bajo nivel de características tales como bordes o colores y les dan de comer a las capas más profundas. Los últimos capas, a su vez, extraer y montar las abstracciones de alto nivel significativas, tales como la nariz, los ojos, las ruedas y faros para tomar la decisión de clasificación (Pei et al., 2019).

### ***ASYNC: Machine learning***

Asincronía se implementa para mejorar la tasa de convergen y el tiempo de disolución de métodos de optimización en plataformas clustercomputer con máquinas lentas (rezagados). En la optimización distribuida, los trabajadores calculan los gradientes locales de la función objetivo y luego comunicar los gradientes calculados al servidor. Para pasar a la siguiente iteración del algoritmo, el servidor actualiza los parámetros del modelo compartidos con las gradientes recibidas, transmite el parámetro de modelo más reciente, y los horarios de nuevas tareas. En la optimización asíncrono, el servidor puede continuar con la actualización y difusión de los parámetros del modelo sin tener que esperar a que todas las tareas de los trabajadores para completar. Esta asincronía permite que el algoritmo para el progreso maquillaje en presencia de rezagados que se conoce como un aumento en hardware eficiencia. Sin embargo, estos avances en la computación tienen un costo, la asincronía añade inevitablemente (Soori et al., 2019).

**Figura 18**

*Demuestra una vista general del motor ASYNC. Pei, Cao, Yang y Jana, 2019*



*Nota:* En la figura, se observa la diferencia de un sistema tradicional de clasificación y uno con ML integrado. Pei et al., 2019. p. 139.

Es un marco, construido en la parte superior de la chispa, para la implementación y ejecución de la asincronía y la historia en algoritmos de optimización, conservando el mapa-reducir modelo, la escalabilidad y la tolerancia de los motores de clúster de computación del estado de la técnica de fallos (Soori et al., 2019).

### **Ley Nº 28611 - Ley general del ambiente**

Ley que establece las obligaciones, atribuciones y responsabilidades para los habitantes y entidades municipales en su conjunto, para garantizar la gestión y manejo de los residuos sólidos, el cual poder vivir en una cultura ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana (MINAM, 2013).

### ***Ley de gestión integral de residuos sólidos***

Aprobada en el 2016, mediante el decreto legislativo N° 1278, regula la gestión integral de residuos sólidos y se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos (MINAM, 2013).

### ***Roles de los municipios***

Según la MINAM (2016), la ley de gestión de residuos sólidos, establece las responsabilidades que tiene los municipios, entre los que destacan:

Responsabilidad del servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos a todos los habitantes.

Desarrollar una cultura ambiental a los habitantes puesto que son las entidades encargadas de dar el servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos.

### ***Firebase y Google Maps***

#### ***Firebase***

Firebase es una plataforma que los desarrolladores pueden ayudar en el desarrollo de aplicaciones de alta calidad. almacena los datos firebase en el formato de notación de objetos JavaScript (JSON) que no utiliza las consultas para insertar, actualizar, eliminar o añadir datos a la misma. JSON es el backend del sistema que se utiliza como una base de datos para almacenar datos (Ariprasasmita et al., 2019).

## ***Api***

API o interfaz de programación de aplicaciones no es sólo un simple conjunto de clases y métodos o funciones y firmas. API tiene un objetivo principal para superar la "desorientado" en el desarrollo de software de gran tamaño, a partir de algo simple a lo complejo y es un comportamiento componente que es difícil de entender. En general, API o interfaz de programación de aplicaciones se puede definir como un enlace entre el software a otro software (Ariprasasmita et al., 2019).

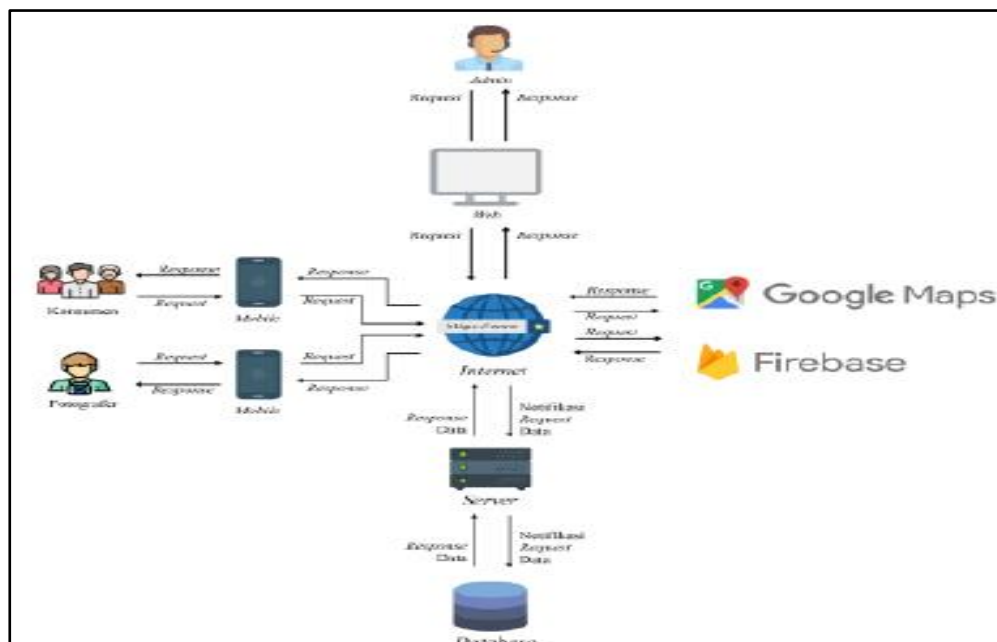
### ***Api de Google Maps***

Google Maps ofrece una API para crear aplicaciones basadas en web o aplicaciones basadas en móviles. Android como una aplicación basada en Mobile permite a los desarrolladores integrar mapas de Google con las aplicaciones y proporcionar funciones como la visualización de ubicaciones en forma de mapas, mostrando diferentes rutas en el mapa, etc. La ventaja de ello en Android es que puede apoyar los procesos que utilizan la tecnología GPS coordinar en tiempo real (Ariprasasmita et al., 2019).

## Integración de Google Maps y Firebase

**Figura 19**

*Vista General de la integración de firebase y google maps*



*Nota:* En la figura, se observa el sistema de información integrada por Google Maps y Firebase. Aripasasmita et al., 2019. p. 410.

Esta visión general del sistema de información integrada por Google Maps y Firebase, que es una explicación de los procesos de gestión que se implementan en el sistema. Solicitar datos enviados por el administrador se llevan a cabo mediante el uso de un equipo servidor que está conectado a internet. Mientras tanto, los datos de petición enviados por los fotógrafos y los consumidores se llevan a cabo mediante el uso de un móvil android que está conectado a internet. Todos los resultados de los datos de la solicitud hechas por admin, los fotógrafos y los consumidores serán almacenados en un servidor de base de datos que está conectado a internet, y se distribuye de nuevo en la forma de respuestas mediante el uso de servicios de terceros, como Google Maps y Firebase (Aripasasmita et al., 2019).

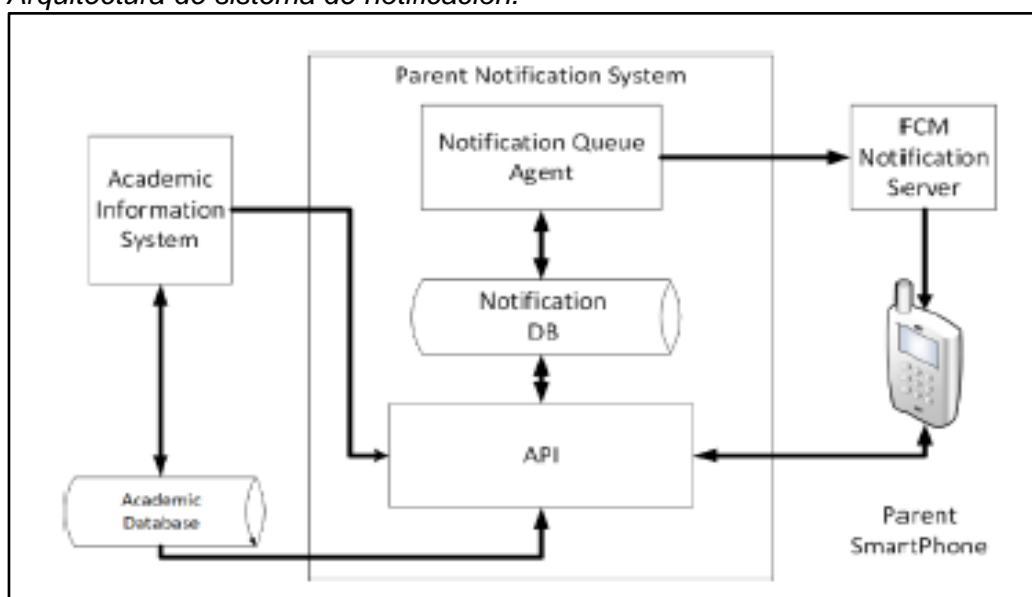
Los sistemas de información de comercio electrónico utilizando la API de Google Maps como proveedor de Sistemas de Información Geográfica se llevó a cabo



con anterioridad por Santos en 2017. El resultado de este estudio es pyle: aplicaciones de comercio electrónico basado en la Web El uso de Sistemas de Información Geográfica. Este estudio contribuye como una referencia en el desarrollo de sistemas de comercio electrónico y las API de Google Maps (Ariprasasmita et al., 2019).

**Figura 20**

*Arquitectura de sistema de notificación.*



*Nota:* En la figura se observa un sistema de notificaciones tradicional de mensaje. Tomado de Heryandi, 2018, p. 4.

### **Arquitecturas y la comparación Google message e firebase cloud message**

La arquitectura de WS, GCM y FCM. Todos ellos están diseñados para el intercambio de mensajes, pero a diferencia de WS que sigue el paradigma clásico de la comunicación cliente-servidor, GCM y FCM forzar a todos los mensajes a pasar a través de los servidores (gestionado por Google), haciéndolos distinta en términos de arquitectura y, por supuesto, fuera de la cuenta. Estas diferencias probablemente se deben implicar una diferencia en el rendimiento. Por otro lado, estos mismos servidores permiten GCM y FCM para proporcionar servicios de valor añadido, tales como la tecnología push, encriptación de datos y mensajes plegables. Que no pueden

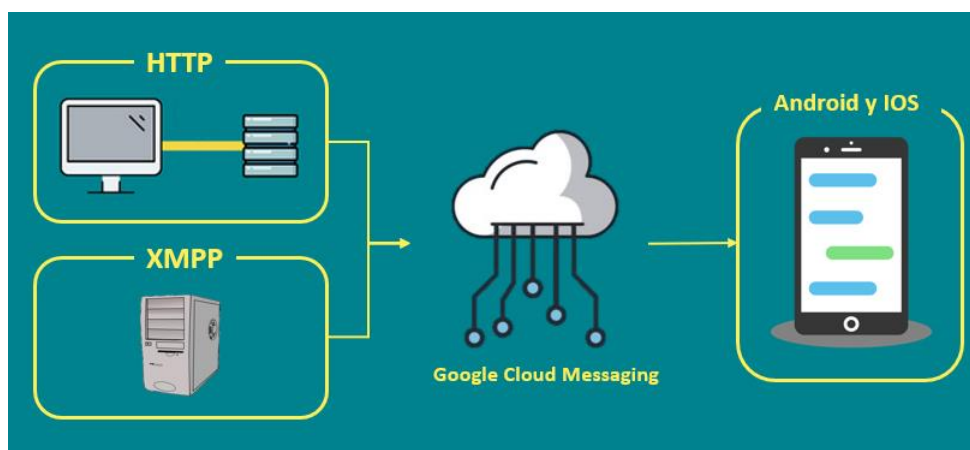
ser directamente proporcionada por cualquier WS. Sin embargo, con el fin de comparar estos servicios sobre una base justa, se utilizó un escenario de prueba común compuesto por un terminal móvil y un servidor de datos. El móvil, utilizando los servicios antes mencionados, envía un bloque de datos al servidor que a su vez envía de vuelta el mismo bloque de datos. (Albertengo et al., 2019).

### **GCM**

GCM es un servicio proporcionado y mantenido por Google. Aunque no se recomienda para las nuevas aplicaciones, que permite a los desarrolladores intercambiar mensajes entre un único servidor y uno o más dispositivos de cliente. GCM maneja todos los aspectos de la mensajería, incluyendo la puesta en cola, la entrega y el direccionamiento. Es completamente libre de utilizar para los dispositivos cliente desarrolladores y admite la ejecución de Android, iOS y Chrome. Los mensajes pueden enviarse aguas abajo (es decir, desde el servidor a los clientes) o aguas arriba (es decir, de un cliente al servidor) (Albertengo et al., 2019).

**Figura 21**

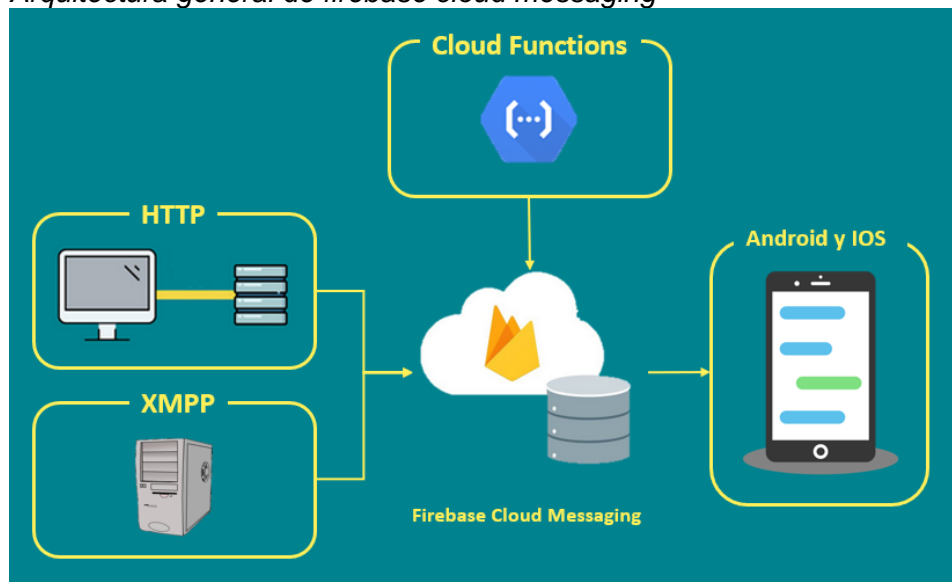
*Arquitectura general de google cloud messaging*



## FCM

FCM es una solución de plataforma cruzada para los mensajes y Notificaciones para Android, los y aplicaciones web. FCM es suministrada por Firebase, una compañía ahora propiedad de Google. La infraestructura central de FCM hereda GCM, pero simplificada fi ca el desarrollo del lado del cliente (por ejemplo, los desarrolladores ya no hay necesidad de escribir su propia lógica de registro o suscripción de volver a intentar en la aplicación cliente). La mayoría de lo que se ha dicho anteriormente acerca de GCM sigue siendo cierto para FCM. Los mensajes de manera FCMhandles es muy similar a GCM excepto en este caso los mensajes pasan a través de los servidores FCM en lugar de los servidores de conexión GCM. Aunque GCM no ha sido desaprobado por Google hasta el momento, se recomienda a los desarrolladores para actualizar sus aplicaciones a la FCM (Albertengo et al., 2019).

**Figura 22**  
*Arquitectura general de firebase cloud messaging*

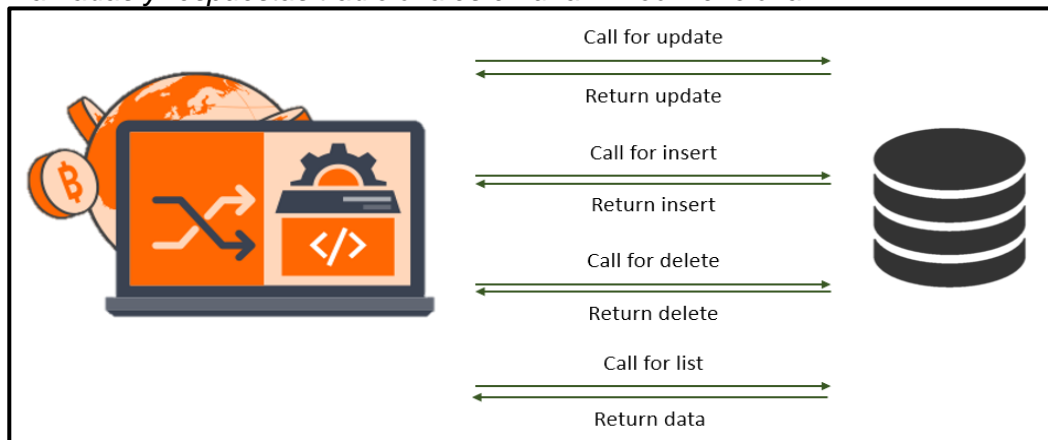


### ***Infraestructura tradicional vs. Firebase infraestructura***

Base de datos SQLite: Hay una gran demanda de Bases de Datos en Tiempo Real de los clientes hoy en día. Una base de datos en tiempo real es un sistema de base de datos que utiliza un procesamiento en tiempo real a las cargas de trabajo de

la manija cuyo estado está en constante cambio. Casi la mayoría de las bases de datos utiliza las llamadas síncronas para realizar operaciones de base de datos, que significa a menos que las primeras llamadas de consulta terminan siguiente llamada no se puede hacer, esto puede llevar a un punto muerto en cierta situación, Por ejemplo, si tenemos una aplicación que necesita 10 operaciones de base de datos en la misma tabla, Si primera llamada falla debido a alguna razón en ese escenario el resto no se ejecutarán 9 llamadas. En cada base de datos de la aplicación tiene que llamar a los datos después de un cierto intervalo de tiempo para mantener consistencia esto aumenta el uso de la red. Muchas veces las llamadas bases de datos se pierden porque no hay ninguna garantía de que este tipo de llamadas se ha podido recuperar datos únicos (Wadkar y Patil, 2018).

**Figura 23**  
*Llamadas y respuestas tradicionales en una BD convencional*



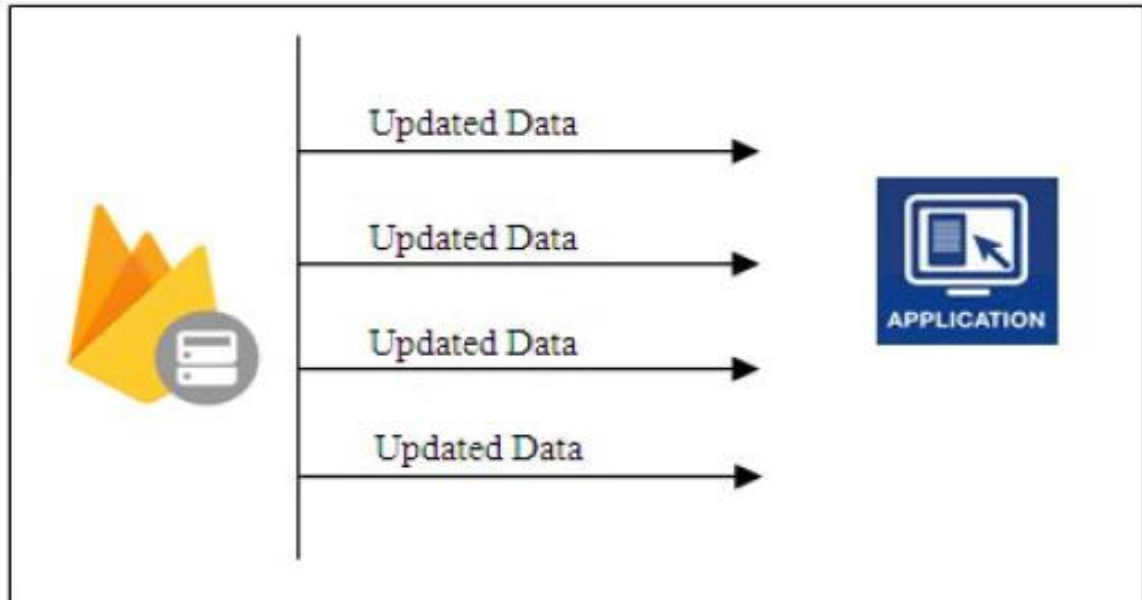
*Nota:* En la figura se observa la representación tradicional de una base de datos. Tomado de Wadkar y Patil, 2018, p. 3.

Firestore da la base de datos en tiempo real, en la base de fuego se almacenan los datos como JSON y sincroniza de forma continua a cada cliente asociado. Esto significa que la necesidad del cliente no tiene que hacer una llamada en busca de cambios de datos, base de fuego toma la iniciativa y notificar a la aplicación cada vez los datos se cambia este medio a no ser que los datos en el servidor GET cambió

ninguna llamada o respuesta se hará lo que conduce a una utilización óptima del ancho de banda (Wadkar y Patil, 2018).

**Figura 24**

*Representa firebase realtime base de datos*

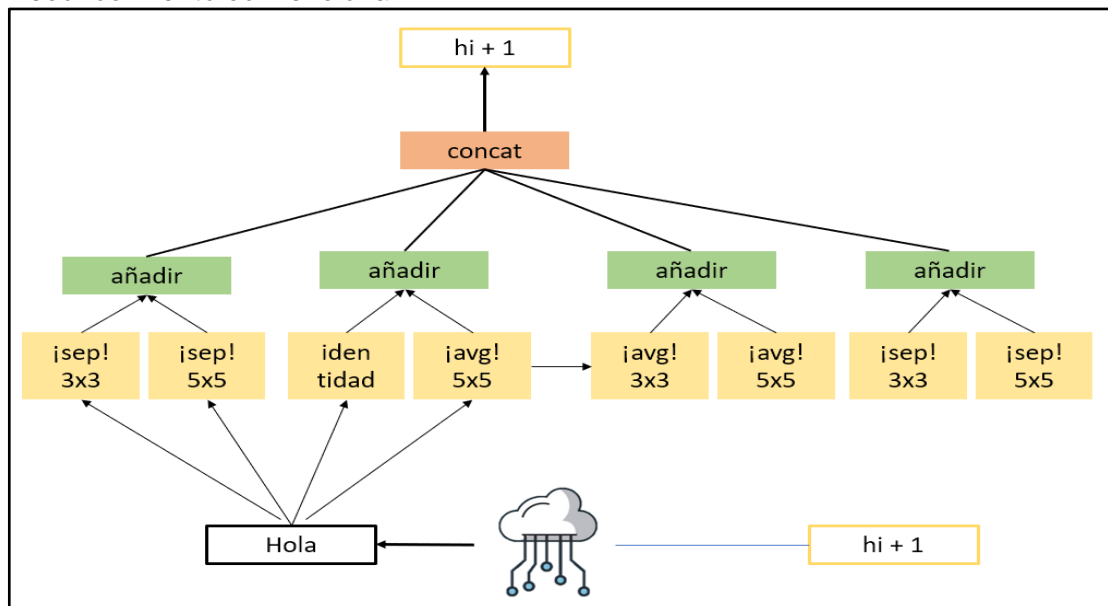


*Nota:* En la figura se observa la no necesidad de hacer un llamado a la aplicación para que los datos cambien. Tomado de Wadkar y Patil, 2018, p. 3.

### **Reconocimiento convencional**

**Figura 25**

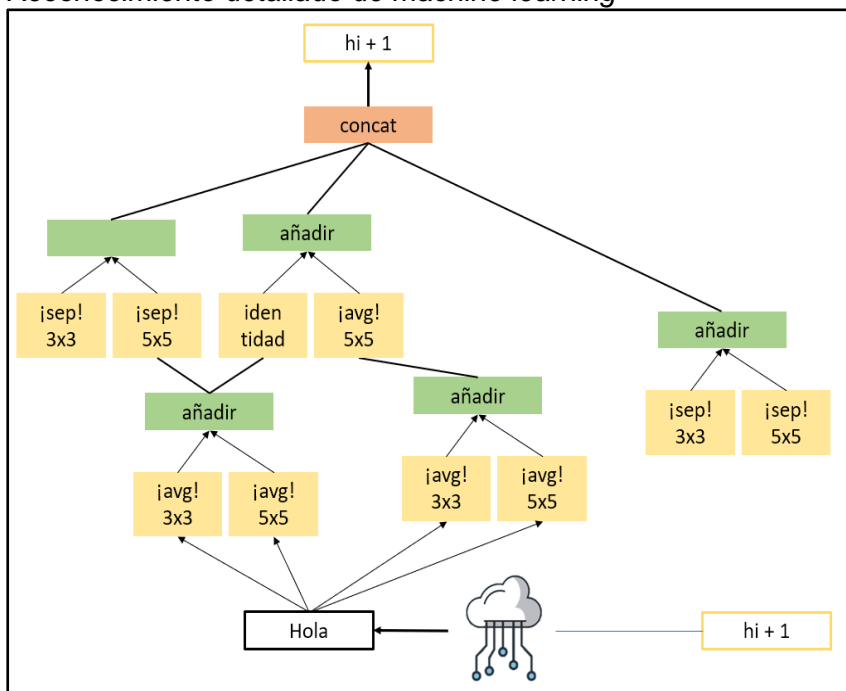
*Reconocimiento convencional*



*Nota:* En la figura se observa la arquitectura de las celdas de un reconocimiento convencional de imágenes. Tomado de Zoph et al., 2018, p. 5.

Las arquitecturas resultantes se aproximan o superan por el estado de rendimiento de la técnica en tanto conjuntos de datos con la demanda menos computacional que las arquitecturas diseñadas humano. Los resultados son particularmente importantes porque muchos problemas de visión por ordenador (por ejemplo, la detección de objetos, la detección de caras, localización de la imagen) características de la imagen de derivar las arquitecturas de IMAGENet modelos de clasificación. Por ejemplo, se encuentra que la imagen dispone de obtenida de utiliza en combinación con el marco más rápido logra resultados de detección de objeto del estado de la técnica (Zoph et al., 2018).

**Figura 26**  
*Reconocimiento detallado de machine learning*



*Nota:* En la figura se observa el proceso del reconocimiento detallado de una imagen. Tomado de Zoph et al., 2018, p. 5.

La idea de este modelo es diseñar un espacio de búsqueda que desacopla la complejidad de una arquitectura de la profundidad de una red. Este espacio de búsqueda resultante permite la identificación de buenas arquitecturas en un pequeño

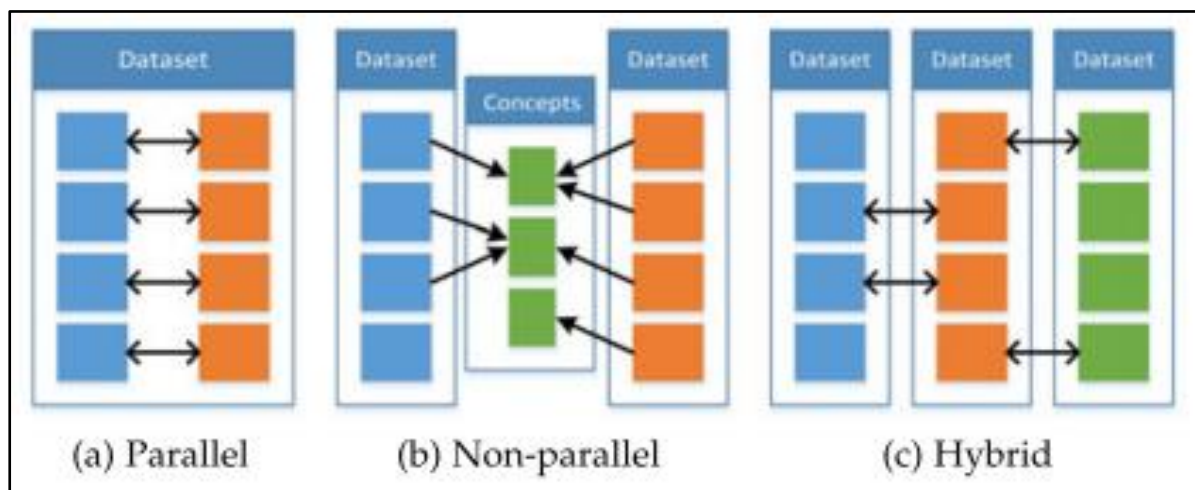
conjunto de datos y la transferencia de la arquitectura aprendido a clasificaciones a través de una gama de datos y escalas computacionales. (Zoph et al., 2018).

### ***Taxonomía Machine Learning (ML)***

Tipos de paralelismo de datos utilizado en co-aprendizaje.: paralela -modalidades son del mismo conjunto de datos y hay una correspondencia directa entre instancias; no paralela -modalidades son de diferentes conjuntos de datos y no tienen casos se solapan, pero la superposición de categorías o conceptos generales; híbrido instancias o conceptos -los están puenteados por una tercera modalidad o un conjunto de datos (Baltrusaitis et al., 2019).

### **Figura 27**

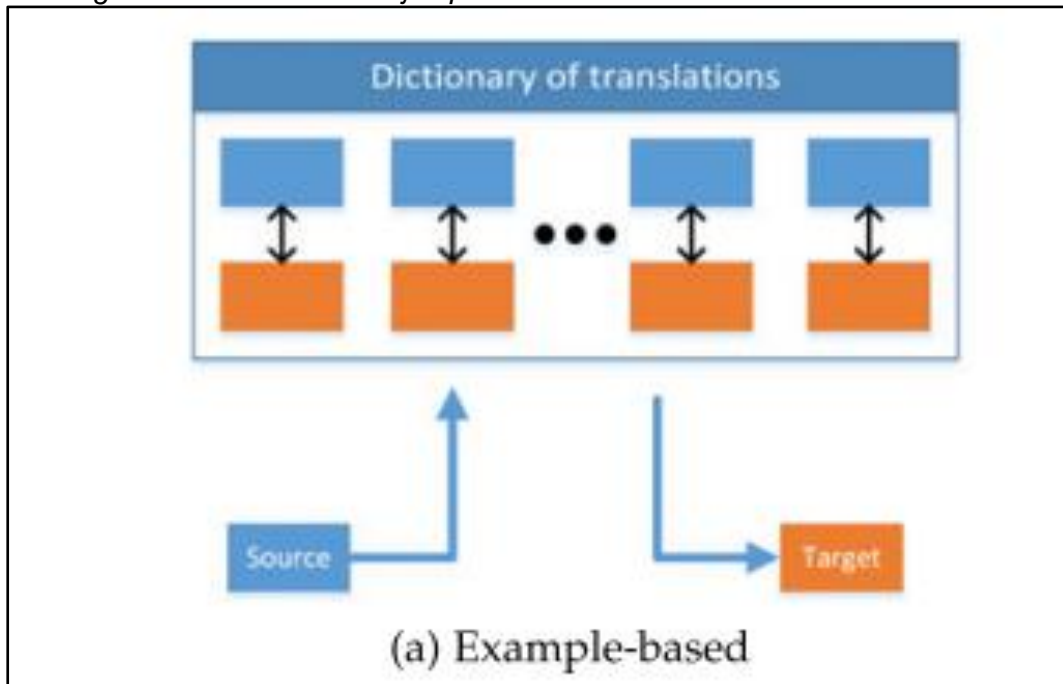
*Tipos de paralelismo co-aprendizaje.*



*Nota:* En la imagen se observa los tipos de paralelismo utilizados en el co aprendizaje para el reconocimiento de una imagen. Tomado de Baltrusaitis et al., 2019, p. 436.

**Figura 28**

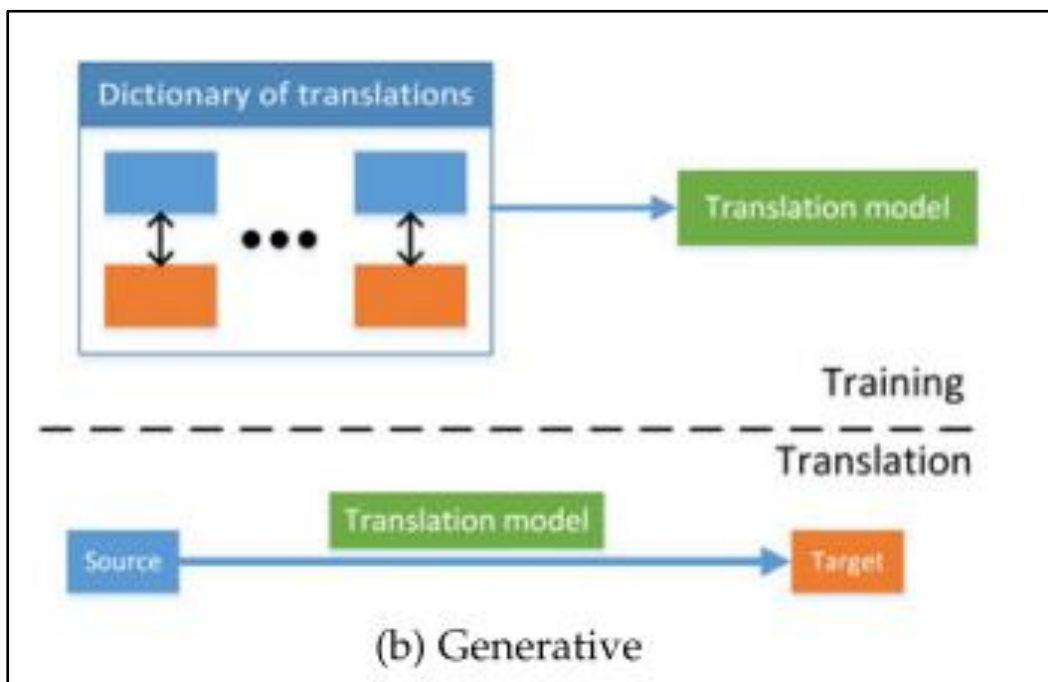
*Visión general de basada en ejemplos.*



*Nota:* En la figura se observa la traducción multimodal de las imágenes. Tomado de Baltrusaitis et al., 2019, p. 429.

**Figura 29**

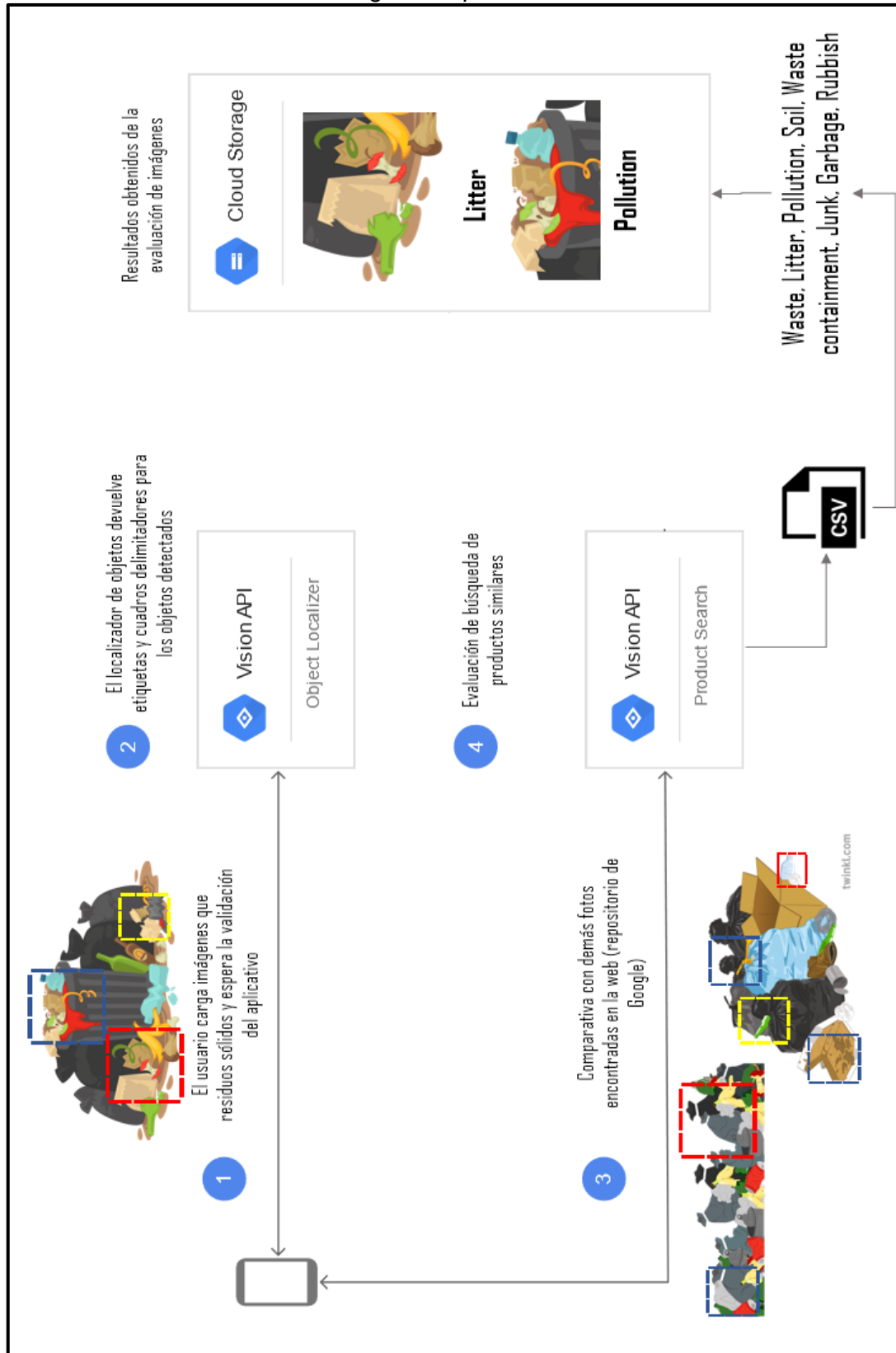
*Visión general de basada en generativos.*



*Nota:* En la figura se observa un modelo de traducción en un diccionario de imágenes para su reconocimiento. Tomado de Baltrusaitis et al., 2019, p. 429.



**Figura 30**  
Proceso de discriminación de imágenes reportadas



### **Gestión de residuos sólidos municipales**

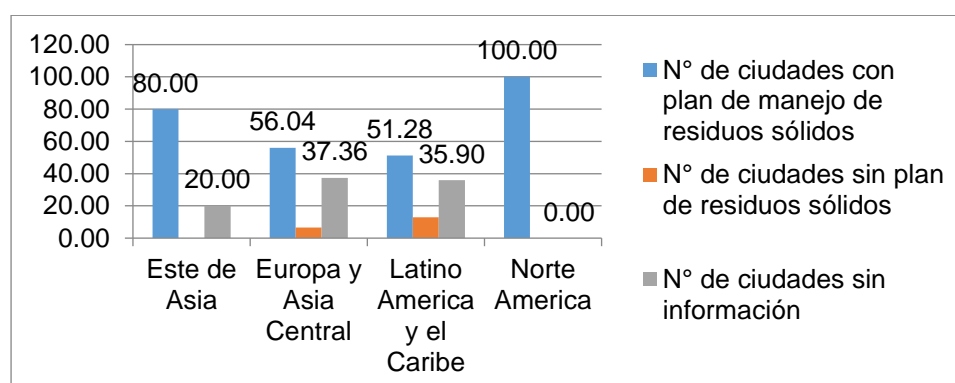
La gestión de residuos sólidos municipales representa un desafío ambiental, fiscal y social cada vez más importante para las ciudades. La comprensión de los patrones de comportamiento de la generación de residuos municipales en las escalas de hogares y edificios es un componente crítico del enrutamiento de recolección eficiente y el diseño de incentivos para fomentar el reciclaje y el compostaje (Kontokosta et al., 2018).

Sin embargo, las estimaciones de alta resolución espacial de residuos de construcción y reciclaje se han visto limitadas por la falta de datos granulares para propiedades individuales. Las principales responsables de manejo de residuos sólidos recaen en la mayoría de gobiernos y regulaciones locales, realizada a nivel mundial enfocándose que la mayoría de ciudades tienen reglas y regulaciones de para el manejo de estos (Kaza et al., 2018).

Los planes que se realizan a nivel nacional permiten comprender la manera integral, así como objetos futuros y el plan de acciones detallados que tiene, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

**Figura 31**

*Gráficos de Conciencia Ambiental Mundial*



Como se observa en la figura 31 se puede observar que el mayor porcentaje de ciudades que contemplan un mejor plan de residuos sólidos son los que se

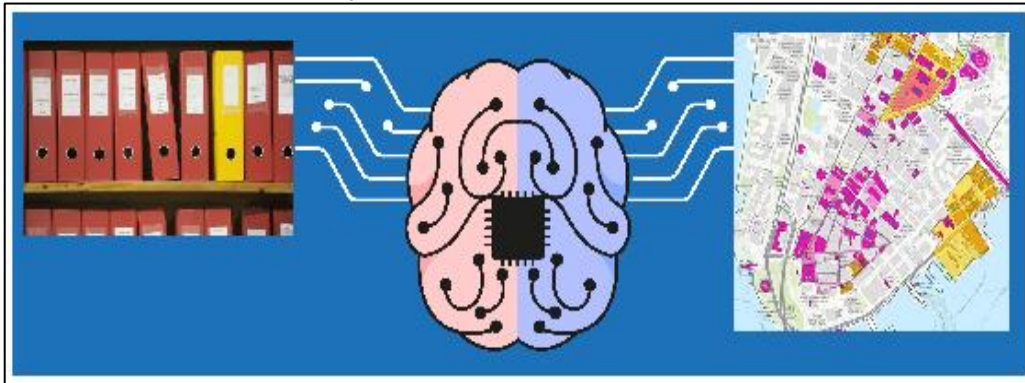
encuentran en la parte norte del continente de americano, esto se puede ver plasmado de una manera muy subjetiva en (Kannangara et al., 2018) el cual nos demuestra como el uso de algoritmo de aprendizaje puede generar modelos de desechos con un buen rendimiento de predicción, los modelos de redes neuronales tuvieron un mejoramiento, que muestra un cambio de 72% en los datos.

### Figura 32

*Modelo de incidencias canadiense.*



Complementando el modelo anterior, ahora presentaremos (Johnson et al., 2017) el modelo que se utiliza en la ciudad de Nueva York, el cual luego de obtener información sobre incidencias de residuos sólidos durante el periodo de 2005 y 2011, un conjunto de datos externos a la ciudad como la dinámica de trabajadores y los datos sobre el uso primario de la tierra; esto genero un modelo que identifica los lugares más regulares en los cuales existe la posibilidad que se encuentren residuos sólidos urbanos. Por consiguiente, graficaremos este modelo:

**Figura 33***Modelo de incidencias neoyorkino.*

A diferencia del modelo neoyorkino, el modelo colombiano (Padilla y Trujillo, 2018) que se enfoca en las encuestas y entrevistas para la nueva manera en la que se hará la atención de incidencias municipales, estas actitudes que toman en Colombia son enfocadas para mejorar la conciencia ambiental para aumentar los niveles de educación dentro del segmento más pobre de la población, promover políticas de vivienda asequible y facilitar el acceso a Internet para la población vulnerable podría reforzar las actitudes de los hogares hacia un mayor esfuerzo de reciclaje separado de la fuente.

El último modelo de atención de incidencias que se va a mencionar es la que se está usando actualmente en el país de Turquía, donde acotan que uno de los factores por los cuales este país tiene un impacto ambiental adverso es el exceso de población y la disminución de la economía, por tal motivo crearon un modelo predictivo con aprendizaje automático (machine learning) para la recuperación de energía a partir de los residuos sólidos municipales (RSU) y como mejorar la forma en la que actúan en las incidencias municipales. Luego de mencionar 4 modelos de atención de incidencias se planteará un cuadro comparativo para observar las ventajas y desventajas de los modelos antes mencionados.

**Tabla 1**  
*Comparación de los modelos actuales del registro de incidencias*

Valor añadido	Modelo de incidencias municipales			
	Canadá	New York	Colombia	Turquía
Procesamiento	SI	SI	NO	NO
Machine Learning	SI	SI	SI	SI
Mapas	NO	SI	NO	NO
Clasificación	SI	SI	NO	NO
Predicciones	NO	NO	SI	SI
Reconocimiento de imágenes	SI	NO	NO	NO

De la tabla propuesta anteriormente se observa que existen modelos predictivos, así como el uso de Machine Learning en la totalidad de modelo propuestos, pero se observa una deficiencia en las acciones de reconocimiento de imágenes y mapas; los cuales se ahondarán más en las conclusiones para su próximo uso.

Como se puede percibir en la tabla propuesta anteriormente, el reconocimiento de imágenes no se usa en las diferentes acciones que se toman frente a los residuos sólidos, a diferencia que lo hace (Huang y Zhengfu, 2010) en donde se desarrolló e introdujo un proceso de clasificación indirecta mediante el uso de un sensor óptico y un sistema de separación mecánica. Al utilizar este sistema, los tamaños y las posiciones de las partículas, los colores y las formas de cada una de las partículas de desecho se pueden determinar y utilizar como criterio de clasificación; de una manera

muy parecida se implementó en (Smyth et al., 2018) usando un motor de juego se desarrolló un entorno virtual que modela aspectos de las incidencias críticas que se reciben a diario, este artículo nos muestra como modelar fenómenos relacionados con la identificación y recopilación de evidencias con el fin de desarrollar y probar un sistema que pueda manejar eventos químicos de manera autónoma, para la realización de esto se hizo uso de la Inteligencia Artificial, además con los datos recibidos realizan mapas para la esquematización de las incidencias reportadas.

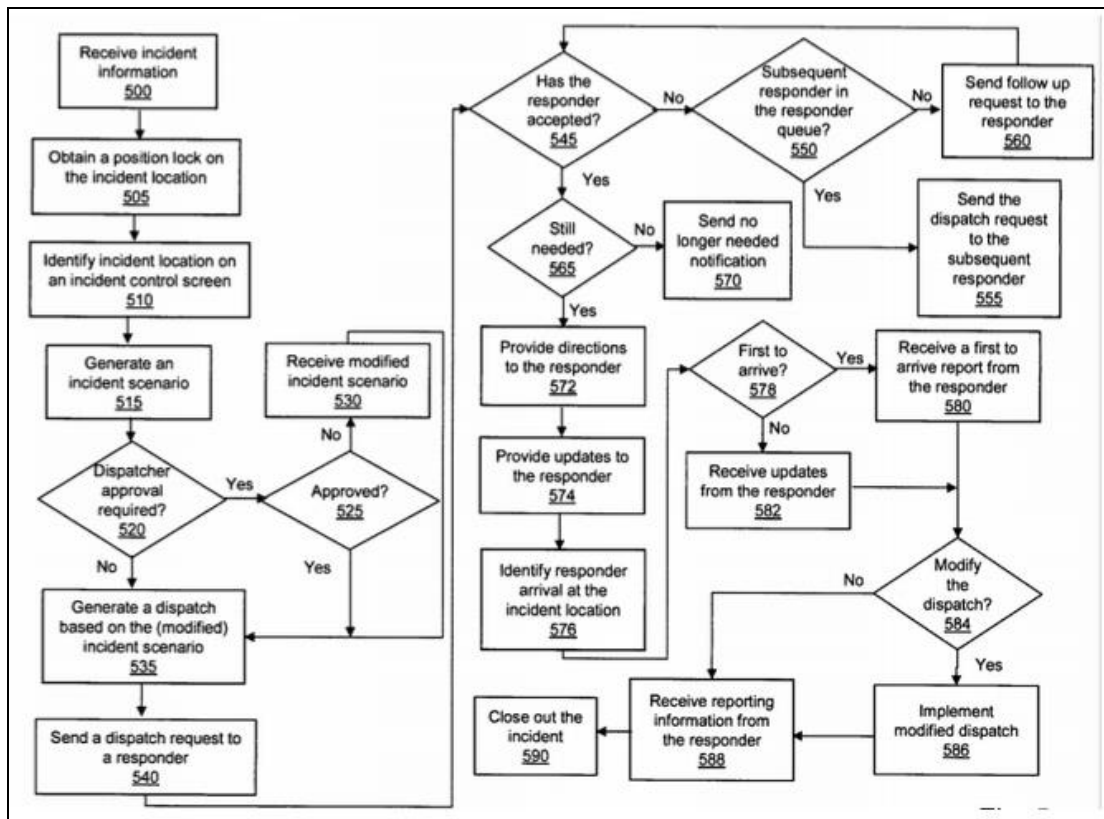
La detección de incidentes mediante un reconocimiento automático se está diversificando en diferentes formas, donde vemos como usan el reconocimiento de imágenes y algoritmos para la disminución del tráfico en Corea del Sur, donde están usando unos sensores de carro de sonda, donde un automóvil se usa como detector mediante el reconocimiento de imágenes (Yong-Kul et al., 2018).

Los inventores percibieron que los actuales sistemas limitan la capacidad de enviar respuestas en real-time teniendo como escenarios de emergencia usando los recursos disponibles y accesibles, además no son capaces de incorporar información en tiempo real ni dar seguimiento y monitoreo en tiempo real de las incidencias reportadas por las personas (Anshel, 2009).

Por ello se propuso un nuevo esquema donde tiene como principal funcionalidad recibir información del incidente como la: ubicación, problema, etc. Este sistema de gestión de incidencias. A diferencia de los convencional es que este modelo utiliza tecnología móvil, por otra parte, este modelo de gestión de incidencia sigue dependiendo de una persona para su clasificación.

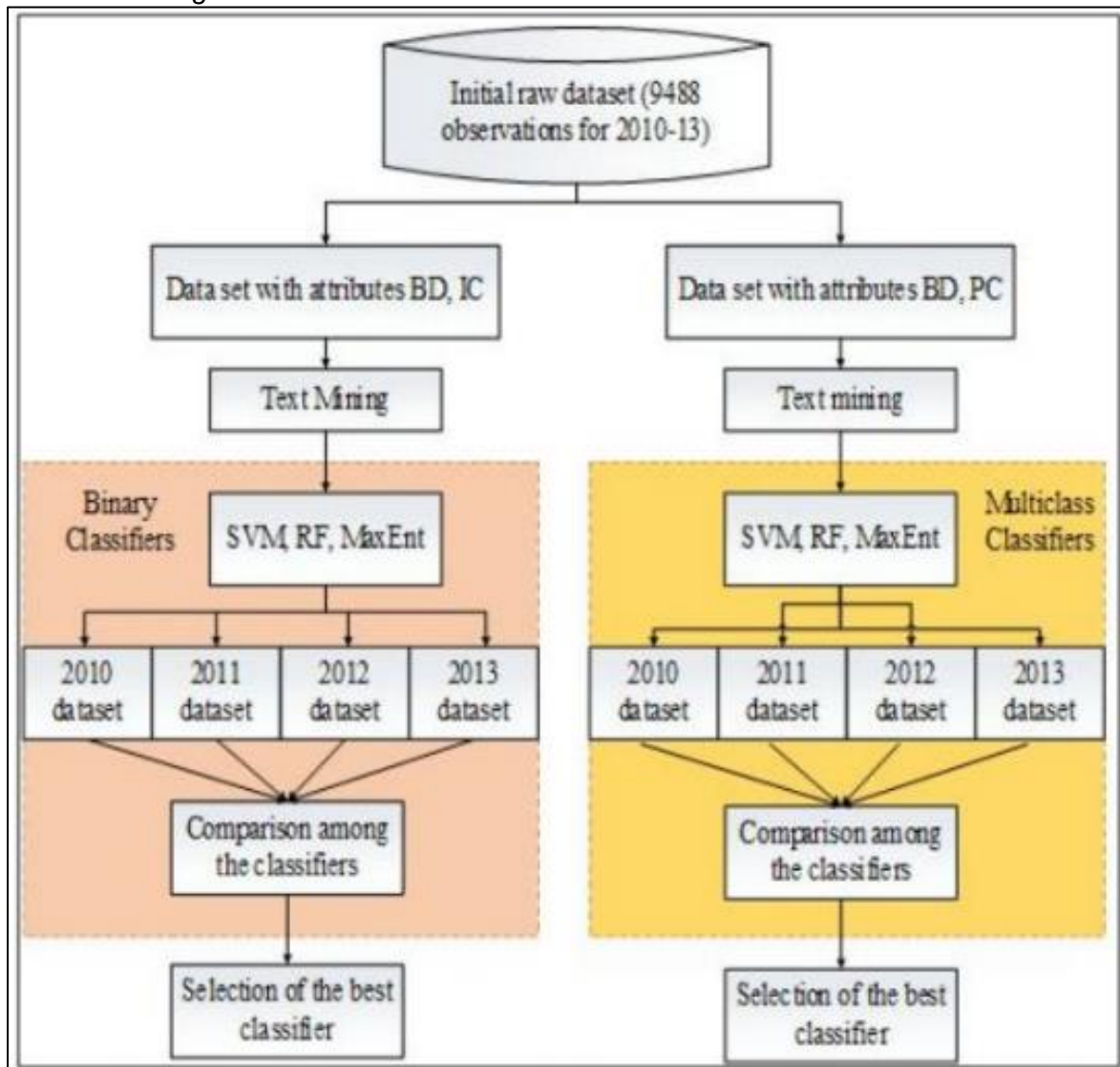
Figura 34

Diagrama de flujo de operaciones en un sistema de incidencias



El modelo de clasificación de incidentes publicada en 2017, utiliza distintos algoritmos predictivos utilizando salidas de enfoque de la minería de texto aplicado en la base de datos de incidentes. se han propuesto sobre la base de un análisis comparativo de las medidas de rendimiento, el mejor modelo definido en ambos casos de predicción binarios y multi-clase para agilizar las clasificaciones de incidentes encontrados en los sistemas de las organizaciones (Sarkar et al., 2017).

**Figura 35**  
*Clasificación algoritmos DB*



*Nota:* En la figura se observa la clasificación de los algoritmos usados en una base de datos no relacional. Tomado de Sarkar et al., 2017, p. 3.

Este modelo tiene como principal problema trabajar con base de datos orientados a estructuración local, haciendo que la búsqueda e ingreso de datos sea muy demandante. Al igual que los al método de clasificación sea demasiada compleja a la hora de buscar y clasificar, aumentando el tiempo de procesamiento y al clasificar.

Siendo el reconocimiento de imágenes un punto débil por parte de la clasificación de incidencias municipales, se explicará de manera didáctica la definición de este y ejemplos efectivos que se usan en diferentes partes del mundo. Antes de



mencionar la definición de reconocimiento de imágenes se comenzará hablando de la inteligencia artificial (IA) la cual está bien ligada al tema central tanto de esta investigación y del reconocimiento de imágenes, tal como se menciona en (Scarcello, 2019) donde se hace hincapié en lo mencionado por John McCarthy en 1956, que es considerado por el padre de la IA, donde nos habla de fuerte lazo que tiene con la lógica y el razonamiento; esto hablado por McCarthy tiene como base las investigaciones hechas por Alan Turing en 1950, donde en su artículo "Computing Machinery and Intelligence" plantea una de las preguntas por las cuales se comienza a investigar en IA: "¿Pueden las máquinas pensar?".

Luego de esto en 1970, se comenzaron a cuestionar que es la inteligencia (de una manera informática) y de donde se saca la inteligencia.

En base a lo explicado anteriormente se comienza a notar como existe una preocupación por la basura y como se intenta darle una solución mediante nuevas tecnologías, Informando que la falta de atención por parte de las entidades encargadas genera exceso en los contenedores de basura encontrados al largo de una ciudad conllevando riesgos para la salud. Para superar esta situación, se debe desarrollar un sistema eficiente e inteligente de gestión de residuos municipales (Chavan y Pattanshetti, 2018).

En esta era de internet, internet de las cosas (IOT) se puede utilizar de manera efectiva para gestionar este desperdicio, ya que muchos métodos efectivos se pueden encontrar fácilmente. Haciendo un recuento de la historia de residuos sólidos comenzamos con la edad primitiva que se remonta desde que apareció el hombre hasta finales de 4000 A.C., las personas en la edad primitiva tenían ciertas necesidades como el hambre y el frío, el cual por naturaleza requerían satisfacerlas por lo que se requería aprender nuevas habilidades como la pesca, el pastoreo y la

agricultura. El impacto hacia el medio ambiente era muy reducido, por el hecho de que la misma naturaleza obligaba a las personas a adaptarse o emigrar hacia otros lugares para poder sobrevivir. Su alimentación se basaba en alimentos blandos, frutos que recolectaban y diferentes carnes que ellos cazaban. Luego de estas épocas comenzó la edad antigua en la cual los trabajos más fundamentales fueron la agricultura y la ganadería, los primeros en darle una solución a dicho problema, el cual no eran cantidades exorbitantes. Por lo que no acostumbraban a guardar o tirarla, Lo que realizaban con sus residuos generados lo almacenaban en un crematorio para poder incinerarla. Por otra parte, la civilización egipcia trataba los residuos de una forma diferente, ellos las enterraban y otra parte lo utilizaba como abono orgánico. En la edad media, se asimiló un cambio adicional por el incremento de población que se observó, esto provocó más generación de residuos sólidos y a su vez generó que se encuentren pocos lugares donde procesarlos, esperanzándose en la biodegradación como factor fundamental, por otra parte la edad moderna, que se detalla desde el año 1700 hasta la actualidad, la recolección de residuos sólidos sufre un gran auge de importancia puesto que los desechos que arroja una persona son mayores y como él hay un sobre población a comparación de otra épocas genera un excedente de los residuos.

En el siglo 18, se da a conocer nuevas materias primas, el cual rápidamente se usan para desarrollar productos que serían factores importantes para el impacto ambiental que se da en el siglo 20 y 21. Para esta época los residuos eran provenientes de los hogares, pero teniendo en cuenta que también se generaba en las actividades industriales y comerciales. Viendo que la generación y descomposición de la gran variedad de residuos sólidos incrementaba el volumen y el tiempo de generación reducía se opta por tres métodos para la disposición de

residuos como: lanzarlo a la calles o avenidas, llevarlos los fuera de la ciudad. Por último, se diseñó un proceso de reutilización para convertir residuos no utilizables para las personas en utilizables.

**Figura 36**

*Línea de Tiempo de los residuos sólidos.*



### **2.3. Definición conceptual de la terminología empleada**

#### ***Incidencia***

Es cualquier evento que no forma parte del desarrollo habitual del servicio y que causa, o puede causar una interrupción del mismo (ITIL, 2019).

#### ***Residuos sólidos***

Son cualquier material abandonado considerados residuos, estos pueden incluir cualquier tipo de materiales sólidos líquidos, semi sólidos o gaseosos (Rathore y Rathore, 2016).

#### ***Proceso de reconocimiento de imágenes***

Es un proceso realizado por un software de inteligencia artificial capaz de reconocer imágenes utilizando complejos algoritmos matemáticos (García, 2014).

#### ***Machine learning***

Es una rama de la inteligencia artificial permite que las máquinas aprendan sin estar expresamente programadas para ello (Lee et al., 2016).

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### ***Tipo de investigación***

Aplicada, debido a que vamos a implementar un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes para influir en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos, por lo que en este trabajo de investigación se realizarán el uso de teorías con la finalidad de dar solución al problema.

#### ***Nivel de investigación***

Explicativa. Este trabajo de investigación busca determinar el nivel de influencia que tiene un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes con respecto al reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

#### ***Diseño de la investigación***

Pre Experimental, en esta investigación vamos a demostrar la hipótesis a través de métodos experimentales.

$G_e$        $O_1$                $X$                $O_2$

Dónde:

- **$G_e$** : Grupo experimental, conformado por las incidencias reportadas por los habitantes.
- **$O_1$** : Son los valores de los indicadores de la variable dependiente en la Pre-Prueba. (sin el aplicativo móvil de procesamiento de incidencias)
- **$X$** : Aplicativo móvil de clasificación de incidencias de residuos sólidos.
- **$O_2$** : Son los valores de los indicadores de la variable dependiente en la Post-Prueba (con el aplicativo móvil de procesamiento de incidencias).

#### **Descripción**

Se trata de la comparación de un grupo experimental ( $G_e$ ) conformado por un número representativo de incidencias reportadas sobre residuos sólidos, a sus

indicadores de pre-prueba ( $O_1$ ), se le administra un estímulo o tratamiento experimental, el aplicativo móvil de procesamiento de incidencias como estímulo ( $X$ ) para influir en los problemas del proceso de atención de incidencias de residuos sólidos, luego se espera que se obtenga los datos de la pos-prueba ( $O_2$ ). Por último, se realizará una comparativa de los datos de pre y pos prueba ( $O_1$  y  $O_2$ ) para determinar el nivel de influencia que tiene el aplicativo móvil de procesamiento de incidencias ( $X$ ), en función a los indicadores que están definidos S.

### **3.2. Población y muestra**

#### ***Población***

Se identifica que los reportes de incidencias de residuos sólidos realizados por los habitantes del distrito de Punta Hermosa.

N = indeterminada

#### ***Muestra***

Para la muestra de la investigación se tomará como muestra los reportes realizados en el mes de Octubre (Pre Prueba) y Noviembre (Post Prueba), los cuales son: 28 reportes.

n = 28 reporte de incidencia de residuos sólidos.

#### ***Tipo de muestra***

Intencional: Para el experimento la muestra será elegida intencionalmente según los investigadores.

### **3.3. Hipótesis**

#### ***Hipótesis general***

Si se implementa un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning se influye positivamente en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

### ***Hipótesis específicas***

El uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning se influye positivamente en la satisfacción de los habitantes.

El uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning reduce el tiempo de atención de incidencias de residuos sólidos.

El uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning mejora la calidad en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

### **3.4. Variables – Operacionalización**

#### ***Variable independiente***

Aplicativo Móvil de procesamiento de imágenes

#### ***Conceptualización***

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables independiente*

Indicador	Definición operacional
Presencia – Ausencia	Cuando el aplicativo móvil es usado por un grupo de estudio y en el otro grupo no está presente

#### ***Variable independiente***

Reconocimiento de incidencias de residuos sólidos

#### ***Conceptualización***



**Tabla 3***Operacionalización de variable dependiente*

Dimensión	Indicador	Unidad de Medida	Técnica	Tipo de Herramienta
Tiempo	Tiempo para identificar una incidencia de residuos sólidos	Minutos	Observación	Ficha de Registro
	Tiempo para clasificar una incidencia de residuos sólidos	Minutos		
Satisfacción	Conformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos	Escala de Lickert	Encuesta	Cuestionario
Calidad	El número de errores en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos	Cantidades	Observación	Ficha de Registro
	El margen de error en el reconocimiento de incidencias	Porcentaje		

### 3.5. Métodos y técnicas de investigación

**Tabla 1***Tabla de técnicas e instrumentos*

Técnica	Uso	Instrumento
Encuesta	Ser realizará un cuestionario para ver la satisfacción de los habitantes del distrito de Punta Hermosa	Anexo 15
Observación – Tiempo (Identificación)	Se observarán los tiempos realizados desde el reporte realizado por los habitantes hasta el punto en el que Mesa de Partes.	Anexo 16
Observación – Tiempo (Clasificación)		Anexo 17
Observación – Calidad (Números)	Se observarán la cantidad de errores que se obtiene en las diferentes	Anexo 18

Observación – Calidad (Porcentaje)	imágenes de residuos sólidos enviados por los habitantes.	Anexo 19
---------------------------------------	--	----------

Consideramos a los instrumentos mencionados (Ver Tabla 4), como principales agentes de recolección de información, en nuestra investigación.

### **Método**

#### **Para O<sub>1</sub> (Pre-Prueba):**

- Elaboración de instrumento: Encuesta de satisfacción al reportar incidencias de residuos sólidos.
- Validar instrumento con especialistas/expertos.
- Consultar información de un mes de las incidencias reportadas por los habitantes a la Subgerencia de Gestión Ambiental.
- Elaboración de la Ficha de Registro Pre con la información obtenida.
- Realizar las encuestas a n habitantes.

#### **Para O<sub>2</sub> (Post-Prueba)**

- Habilitar el aplicativo móvil de procesamiento de incidencias (**X**) a n habitantes durante un mes.
- Obtener la información arrojada por el software de un mes de las incidencias reportadas por los habitantes.
- Elaboración de la Ficha de Registro Post con la información obtenida.
- Realizar las encuestas a n habitantes.

### **3.6. Procesamiento de los datos**

Se realiza el análisis y procesamiento de los datos recuperados de las herramientas de recolección, se utilizan estadísticas para evaluar los resultados recuperados del procesamiento de datos y poder verificar la hipótesis.

## ***Etapas del Análisis***

**Tabla 5**  
*Etapas del Análisis*

<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>
Selección de software	- Minitab
Exploración de los datos	- Elaboración de Rho de Spearman - Distribución de frecuencias gráficas - Las medidas de tendencia central
Presentación de los resultados	- Expresarlo en tablas, graficas, figuras, cuadros, etc

**CAPÍTULO IV**  
**DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN**

#### 4.1. Estudio de factibilidad

##### ***Recursos del proyecto***

Esta investigación se realizó con éxito, dado que los recursos usados estuvieron a disposición total, incluyendo las herramientas de desarrollo.

En cuanto a los aspectos técnicos más importantes, éstos se detallan en la siguiente tabla 6:

**Tabla 2**  
*Recursos del proyecto*

TIPO	DESCRIPCIÓN
HARDWARE	Memoria RAM: 8GB Microprocesador: Intel Core i5 Disco Duro: 1 TB
	LAPTOP Memoria RAM: 16GB Microprocesador: Intel Core i7 Disco Duro: 1 TB
	CELULAR Memoria RAM: 2GB Versión Android: 8.0
SOFTWARE	Android Studio Firebase / FireStore ML Kit Microsoft Office 2016 Windows 10

En cuanto, a la estructura de costos, estos se detallan en la tabla 7:

**Tabla 3**  
*Costos del proyecto*

<b>Recursos</b>	<b>Cant.</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Costo Unit (S/.)</b>	<b>Total</b>
<b>Recurso Humano</b>				
<b>Investigador</b>	2	8 meses	800	12 800
<b>Desarrolladores</b>	2	8 meses	800	12 800
<b>Total de Recurso Humano</b>				S/. 25 600
<b>Recurso Técnico</b>				
<b>Hardware</b>				
Laptops	2		2 500	5 000
Smartphone Huawei P Smart 2019	1		700	700
Smartphone Samsung J7	1		650	650
Impresora	1		400	400
<b>Total Hardware</b>				S/. 6 750
<b>Software</b>				
Android Studio	2		0	0
Firebase	1		600	600
Microsoft Office	2		500	1 000
Windows 10 Pro	2		160	320
<b>Total Software</b>				S/. 1 920
<b>Total de Recurso Técnico</b>				S/. 8 670
<b>Servicios</b>				
<b>Internet</b>	8 meses		80	640
<b>Energía Eléctrica</b>	8 meses		150	1 200
<b>Total de Servicio</b>				S/. 1 840

TOTAL	S/. 33
	840

## 4.2. Desarrollo según la metodología Mobile-D

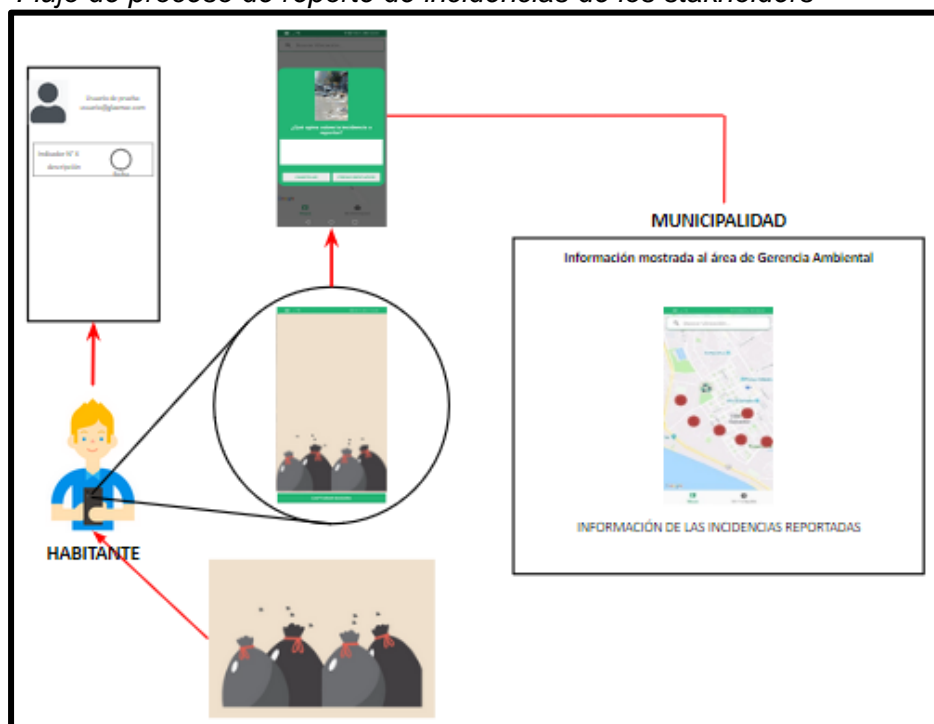
### Exploración

#### A) Establecimiento de los grupos de interés o stakeholders

- **Clientes potenciales:** Diversidad Municipalidades de los distritos de todo Lima Metropolitana.
- **Usuarios de la aplicación:** Habitantes del distrito.
- **Sponsor:** Municipalidad de Lima.
- **Grupo de desarrollo:** Investigadores de la presente tesis.

**Figura 37**

*Flujo de proceso de reporte de incidencias de los stakeholders*



#### B) Definición del alcance

Se desarrollará una aplicación móvil basado con Machine Learning la cual tiene por nombre "GeoWaste", para los habitantes del distrito en cuestión, por lo cual los

habitantes usando un Smartphone con sistema operativo Android puedan realizar incidencias sobre residuos sólidos para mejorar el reconocimiento de estas.

El cronograma usado en el alcance del proyecto es el siguiente:

**Tabla 4**  
*Cronograma según las fases del proyecto*

<b>Fase</b>	<b>Duración</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>
Exploración	8 días	01/08/2019	12/08/2019
Inicialización	13 días	13/08/2019	29/08/2019
Producción	9 días	30/08/2019	11/09/2019
Estabilización	6 días	13/09/2019	20/09/2019
Pruebas	7.38 días	23/09/2019	02/10/2019

En los anexos 6 y 7 se encuentra el cronograma detallado del presente proyecto de investigación, haciendo uso de Ganttter for Google.

### **C) Identificación de módulos y requisitos**

#### **Módulos.**

**Tabla 5**  
*Módulos del software*

<b>Código</b>	<b>Módulo</b>	<b>Descripción</b>
M001	Splash Screen	En este módulo se muestra el logo del aplicativo como una bienvenida al usuario.
M002	Tutorial	En este módulo si el aplicativo esta iniciado por primera vez se inicia un pequeño tutorial del aplicativo GeoWaste
M003	Menú Principal	En este módulo se presenta cuando el aplicativo aún no cuente con una sesión abierta, y en el cual se puede crear una cuenta e iniciar sesión; a la par de se puede cambiar la contraseña.



M004	Mapa Principal	En el mapa principal se muestra todas las incidencias realizadas en el distrito, mostrando las incidencias reportadas como rojas, en recolección como amarillas y recolectadas en verde.
M005	Creación de incidencia	La creación de las incidencias se realiza cuando se presionan por más de 3 segundos en un lugar del mapa en específico en donde se ingresa la descripción de la incidencia.
M006	Reconocimiento de Incidencia	En el presente módulo se activa la cámara para realizar la captura de las incidencias de forma interna se hace el reconocimiento de imágenes para que solo pueda ingresar la descripción de la incidencia cuando sea un residuo sólido.
M007	Reiterar queja	Cuando la municipalidad encargada del aplicativo aún no hace la recolección de los residuos sólidos, el usuario habitante puede realizar una queja, en el cual se ingresa la descripción de la nueva queja.
M008	Información Principal	En el módulo de información se ve el reporte de incidencias realizadas por el usuario usando la misma señalización de colores usados en el mapa.
M009	Módulo Administrativo	En el módulo administrativo se ven las incidencias reportadas del distrito, en el cual se pueden ver reportes de estos y además cambiar el estado de las incidencias durante su reporte.

### Requerimientos funcionales.

**Tabla 6**

*Requerimientos funcionales*

Módulo	Código	Descripción
M001	RF01	Al iniciar la aplicación GeoWaste se mostrará el logo del aplicativo con un preload de carga, cuando culmine el tiempo necesario se redirigirá a la página correspondiente.

---

M002	RF02	Cuando se abra la aplicación GeoWaste por primera vez en un dispositivo móvil se mostrará un tutorial del proceso total de la aplicación.
	RF03	El aplicativo debe permitir que el usuario pueda crear su cuenta de manera convencional (ingresando sus correo y contraseña) o usando una cuenta de Gmail.
M003	RF04	El aplicativo contará con un formulario de registro de datos para crearse un usuario en el aplicativo, el cual deberá enviar un mensaje para autorizar la creación del usuario.
	RF05	Existirá una opción para cambiar de contraseña, en el cual se ingresará el correo el cual ya debería existir, con esto se ingresaría la nueva contraseña.
	RF06	Se deberá mostrar todas las incidencias realizadas por los habitantes del distrito considerando su estado actual.
M004	RF07	Se deberá mostrar una búsqueda de lugares para facilitar la creación de incidencias.
	RF08	Cuando se seleccione alguna incidencia debe mostrarse la foto, descripción, estado y autor de la incidencia.
	RF09	Se debe realizar una incidencia al presionar por más de 3 segundos en el mapa, para que se pueda registrar, donde se redirigirá al M006 para analizar la incidencia luego de informar al usuario.
M005	RF10	Se deberá validar que la creación de incidencias solo se pueda realizar en el distrito designado para evitar la creación fuera del alcance de la municipalidad.
	RF11	Luego de cumplir satisfactoriamente el M006 se deberá mostrar un formulario de registro de información.
	RF12	Se deberá abrir la cámara en el aplicativo para capturar la incidencia de residuos sólidos.
M006	RF13	Cuando el RF12 se realice satisfactoriamente se redirigirá al M005 para continuar con la creación de incidencias.
M007	RF14	Cuando la incidencia cumpla más de 2 días sin tener una recolección efectiva se deberá habilitar un botón dentro de

---

---

		la descripción de la incidencia para que se pueda crear una queja adicional.
M008	RF15	Se deberán mostrar la información del usuario, tanto su nombre como su correo actual y un botón para el cierre de sesión.
	RF16	El aplicativo contará con un listado de las incidencias creadas por el usuario, en el cual sale la información completa de las incidencias.
	RF17	Se deberán mostrar todas las incidencias realizadas por los habitantes del distrito, estos se ven plasmado con un sistema de visualización de semáforo.
M009	RF18	Se debe realizar el cambio de estado de la incidencia cuando se seleccione una de estas.
	RF19	Se deberán mostrar los reportes de las incidencias que son enfocadas y obtenidas en tiempo real.

---

### Requerimientos no funcionales.

**Tabla 7**  
*Requerimientos no funcionales*

ID	Descripción
RNF01	La aplicación deberá contar una interfaz fácil de usar.
RNF02	La aplicación tendrá que ejecutarse en dispositivos Android con una versión mayor al 4.4 (KitKat)
RNF03	La aplicación se deberá adaptar tanto en dispositivos móviles como tablets.
RNF04	La deberá contar con un soporte de ayuda para el apoyo respectivo.

---

### D) Establecimiento del proyecto

En esta etapa se determinan los recursos físicos y técnicos necesarios para el desarrollo del proyecto.

- Sistema Operativo: Android.

- Lenguaje de Programación: Java.
- Librerías: JDK, SDK.
- IDE: Android Studio.
- Sistema Operativo: Versión mínima de Android 4.4 – minSdkVersion 19.
- Equipos: 2 laptops con 8 GB de memoria RAM, 4 GB mínimo de memoria y Java 8.
- Metodología de desarrollo: - Mobile-D.

## ***Inicialización***

### **A) Configuración del proyecto**

#### **Preparación del ambiente.**

Se debe contar con lo siguiente para la primera etapa del desarrollo:

- ✓ Laptop Core i5 con 12 GM de RAM.
- ✓ Instalador de Android Studio v3.5.
- ✓ Configuración del IDE de desarrollo: Android Studio.
- ✓ Creación del proyecto en Firebase.
- ✓ Configuración del entorno de Firebase en la aplicación Android.
- ✓ Creación de la base de datos NoSQL en el servicio FireStore.

#### **Capacitación.**

Se organiza para que 2 veces a la semana el trabajo de desarrollo sea monitoreado por los desarrolladores del equipo, para el beneficio y rápida culminación de GeoWaste.

#### **Plan de comunicación.**

Se estableció los siguientes canales de comunicación para la realización del proyecto:

- ✓ Google Drive.
- ✓ GitHub.

## B) Arquitectura del proyecto

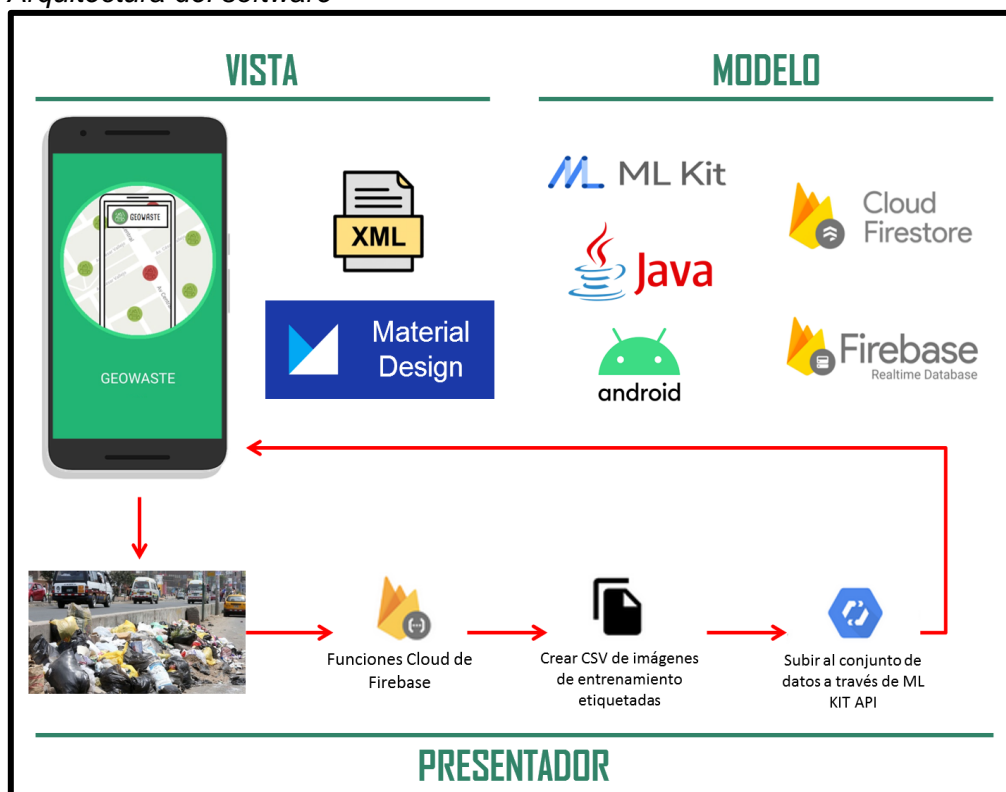
**Tabla 8**

*Arquitectura del proyecto*

Capa	Descripción
Modelo	Es una interfaz que define los datos que se mostrará o no actuado en la interfaz de usuario.
Vista	Es una interfaz pasiva que exhibe datos y órdenes de usuario de los eventos al presentador para realizar una accionar sobre los datos.
Presentador	Actúa sobre el modelo y la vista, recupera datos del modelo y los muestra en la vista.

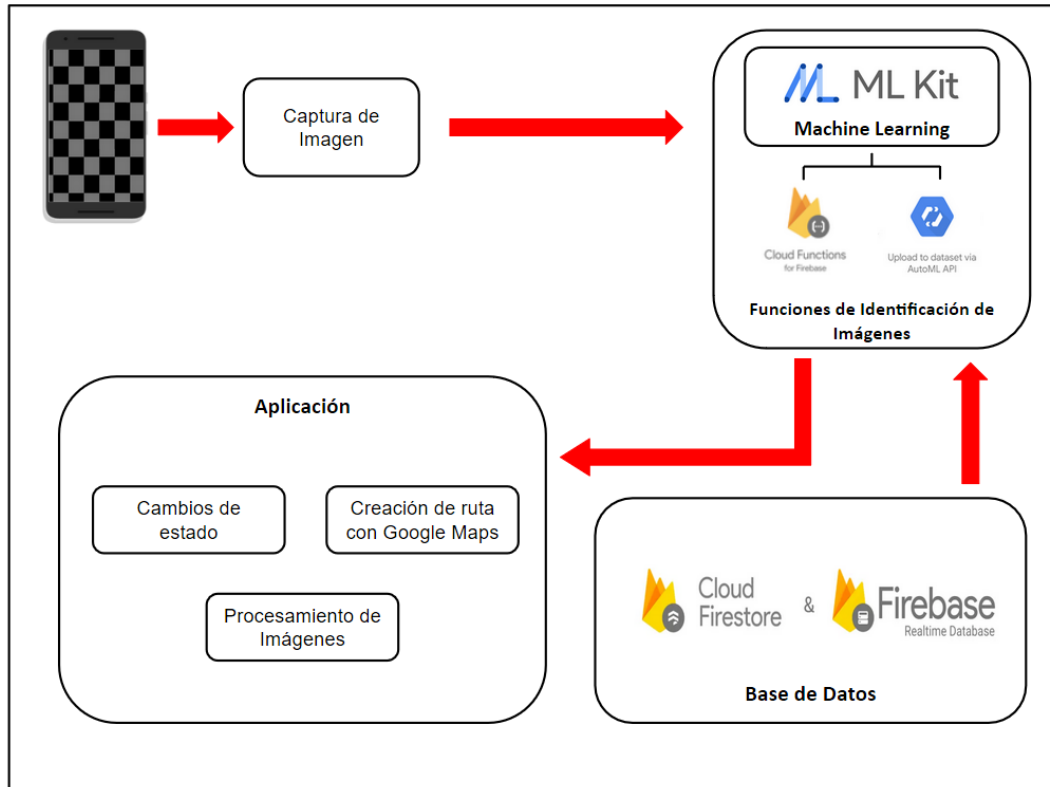
**Figura 38**

*Arquitectura del software*



La arquitectura previamente mostrada, una en donde se puede visualizar el proceso por el cual transcurre todo el reconocimiento de la incidencia, a continuación, se mostrará una arquitectura más detallada:

**Figura 39**  
*Arquitectura detallada de software*



### C) Planificación inicial

#### Planificación por fases.

**Tabla 9**

*Planificación por fases*

Fase	Iteración	Descripción
Exploración	Iteración 0	Se establecieron los stakeholders y el alcance del proyecto, así también como el cronograma.
	Iteración 1	Se identifican los módulos y requerimientos funcionales y no funcionales.
Inicialización	Iteración 2	Se preparan los planes de la siguiente fase, así también como los recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones.

---

	Iteración 3	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M001 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 4	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M002 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 5	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M003 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 6	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M004 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
Producción	Iteración 7	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M005 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 8	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M006 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 9	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M007 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 10	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M008 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.
	Iteración 11	Se implementa las funcionalidades de los requerimientos del módulo M009 y se actualizan las historias de Usuarios planteadas en el proyecto.

---

---

Estabilización	Iteración 12	Se realizan ajustes al desarrollo, en donde se integran todos los módulos realizados para asegurar su efectividad.
Pruebas	Iteración 13	Se realizan las pruebas respectivas y se analizan los resultados obtenidos.

---

### **Requisitos de la aplicación “GeoWaste”.**

La aplicación GeoWaste se instalará en dispositivos móviles con un sistema operativo Android, la cual debe tener con los siguientes requisitos:

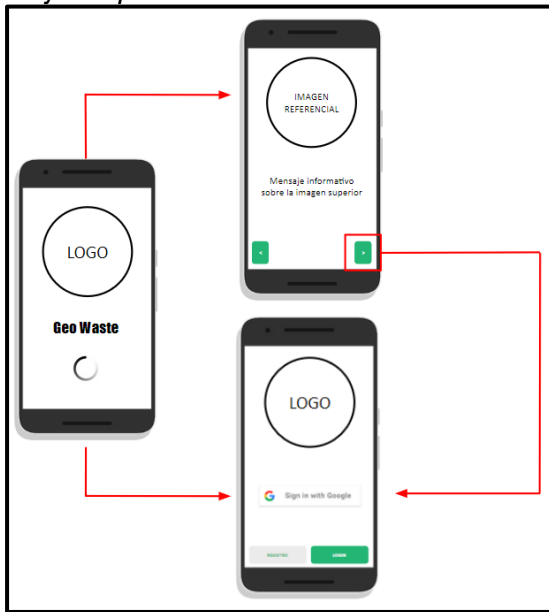
- ✓ Android 4.4.4 o superior.
- ✓ Smartphones y Tablets
- ✓ Cámara.
- ✓ Mínimo de RAM de 1 GB.
- ✓ Un espacio de 30MB en el dispositivo móvil.

### **Esquema de navegabilidad.**

La ventana inicial que se muestra al usuario es la pantalla con el logo y una carga previa al inicio del aplicativo (splash), cuando se hace el primer ingreso al aplicativo se muestra un tutorial con los pasos para crear incidencias, si es que el aplicativo ya hubiese sido abierto en el dispositivo con anterioridad se muestra el login y registro de datos para ingresar al módulo principal.



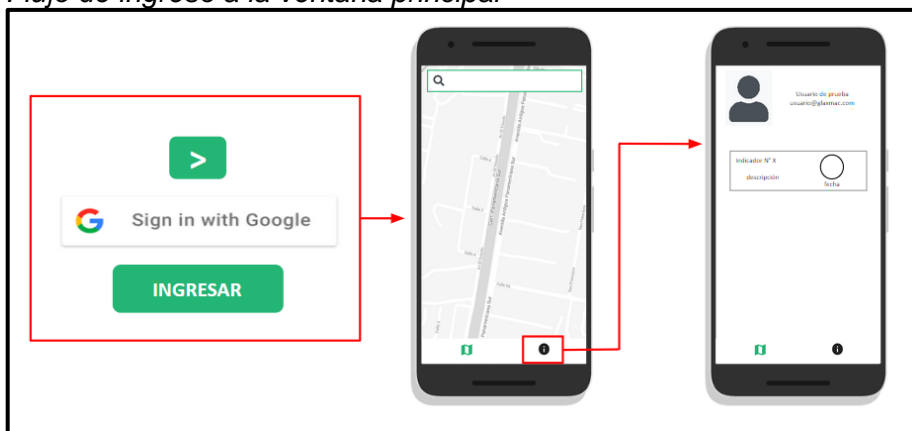
**Figura 40**  
*Flujo de pantalla inicial*



Luego de realizar el ingreso de datos y la validación de estos (puesto que se envía un mensaje de confirmación al correo ingreso), luego de esto se muestra el mapa principal en el cual se muestran todas las incidencias reportadas por los habitantes del distrito; estos se reflejan mediante una clasificación de estados mediante los colores: rojo (sin recoger), amarillo (en espera) y verde (recogido).

En la segunda pantalla del menú se ve el listado de las incidencias creadas por el usuario actual del dispositivo.

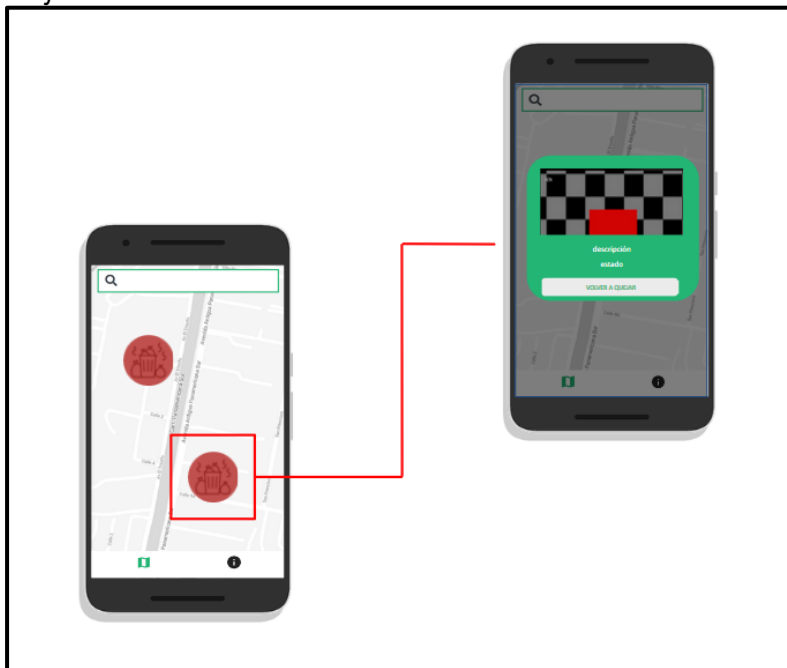
**Figura 41**  
*Flujo de ingreso a la ventana principal*



De las incidencias reportadas que se muestran en el mapa principal se puede ver la foto validada, la descripción de la incidencia, el estado de esta y además el nombre del usuario que creó la incidencia; si por algún motivo el indicador no fue recogido por los encargados de esto, se puede realizar una queja adicional del indicador.

**Figura 42**

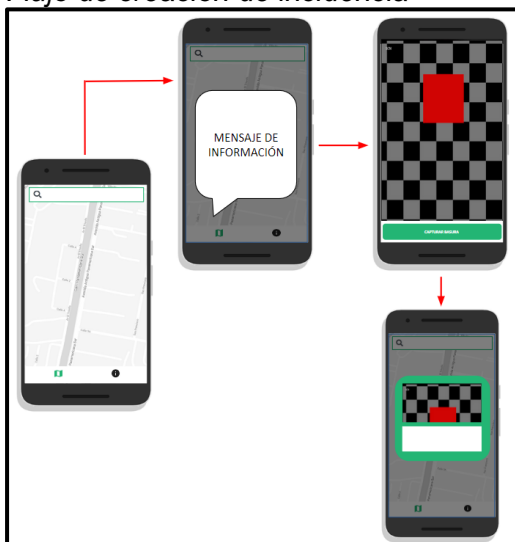
*Flujo de visualización de incidencia*



Cuando el usuario del aplicativo realiza la creación de las incidencias pueden variar la acción que se vaya a realizar posteriormente, si es que el indicador fuera creado en los parámetros acordados se muestra una validación de posicionamiento, en la cual se puede enviar un mensaje de solicitud para que se habilite el distrito en cuestión.

**Figura 43***Flujo de validación de posicionamiento*

Por el contrario, si es que el indicador se crea en una incidencia en un lugar habilitado saldrá un mensaje de afirmación el cual luego de aceptar se abre una cámara dentro del dispositivo, el cual identifica que la foto tomada contenga residuos sólidos y si la imagen tomada fue la correcta se mostrara el formulario de ingreso de datos del indicador.

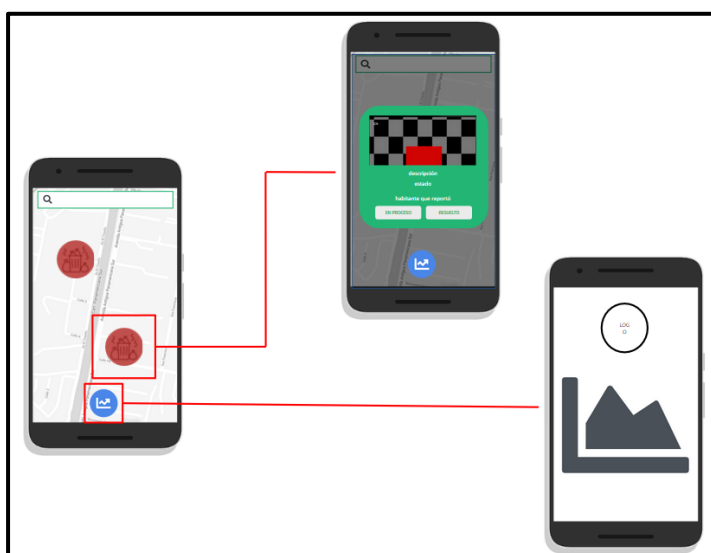
**Figura 44***Flujo de creación de incidencia*

En el flujo del administrador se muestran todas las incidencias, cuando estas son seleccionadas se muestra su información con los botones de EN PROCESO y

RECOGIDO para cambiar el estado actual de la incidencia, el botón que se encuentra en la parte inferior se pueden ver los reportes de todas las incidencias que han sido reportadas en el distrito.

**Figura 45**

*Flujo administrativo de incidencias*



## Prototipos de alta fidelidad.

En la siguiente tabla se muestra y describe todos los prototipos:

**Tabla 10**  
*Prototipos de alta fidelidad*

Prototipo	Descripción
	<p><b>Splash:</b> Esta pantalla es la primera que aparece cuando el aplicativo hace inició, aquí se redirige a dos ventanas diferentes, una que es el tutorial en el cual se muestran las funciones principales del aplicativo y la otra es la ventana es la del Login.</p>
	<p><b>Pantalla Principal:</b> Se muestran botones para el ingreso rudimentario ingresando datos personales o hacer un inicio de sesión por Google.</p>
	<p><b>Mapa Principal:</b> En el mapa principal se muestran las incidencias reportadas por todos los habitantes, también como lugares de recolección que realiza la municipalidad.</p>
	<p><b>Listado de Incidencia:</b> Para que el habitante realice un seguimiento de las incidencias reportadas por él, tiene esta ventana en donde visualiza sus propias incidencias y su estado actual.</p>



### Validación de Incidencias:

Aquí informamos la habitante que se analizará la foto de la incidencia que reportará.



### Análisis de Incidencia:

En esta ventana se hace el análisis de la incidencia reportada usando una API de Inteligencia Artificial de reconocimiento de imágenes.



### Registro de Incidencia:

Luego de analizar la foto y comprobar que existen residuos sólidos en la imagen se muestra esta ventana para el registro de la incidencia.



### Visualización de Incidencia:

Aquí se puede ver el detalle de la incidencia reportada, como la descripción, foto y estado de esta.

## **Producción**

### **A) Tarjetas de historias de usuario (story card)**

En la siguiente tabla se muestra la lista de Historias de Usuario para el desarrollo del software.

**Tabla 11**

*Lista de historias de usuario*

<b>ID</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dificultad</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Estado</b>
<b>H001</b>	Tutorial	Fácil	10h	3	Verificado
<b>H002</b>	Menú Principal	Fácil	15h	3	Verificado
<b>H003</b>	Mapa Principal	Difícil	13h	5	Verificado
<b>H004</b>	Lista de Incidencias	Fácil	12h	4	Verificado
<b>H005</b>	Validación de Sitio	Media	2h	3	Verificado
<b>H006</b>	Validación de Incidencia	Difícil	10h	5	Verificado
<b>H007</b>	Creación de Incidencia	Difícil	9h	4	Verificado
<b>H008</b>	Cambio de estado de incidencias	Difícil	8h	5	Verificado
<b>H009</b>	Reportes de Incidencias	Media	9h	4	Verificado

En la Tabla 16 se muestra una de las historias de Usuario que se realizó durante el proyecto.

**Tabla 12**  
*H006 - Validación de incidencia*

ID	Tipo	Dificultad		Esfuerzo		Prioridad
		Antes	Después	Estimado	Requerido	
H006	Nuevo	Difícil	Fácil	10h	9h	5

### Descripción

Se desarrolla la validación de las imágenes capturadas mediante el aplicativo, las cuales son evaluadas mediante el SDK de Google ML Kit for Firebase.

Fecha	Estado	Comentarios
13/09/2019	Definido	Verificar y validar para que se realice en todas los celulares Android.
14/09/2019	Realizado	
14/09/2019	Verificado	

### B) Tarjetas de tareas (task card)

En la tabla 17 se muestra la lista de tarjetas de tareas para el desarrollo del software.

**Tabla 13**  
*Lista de tarjetas de tareas*

ID	Nombre	Dificultad	Confianza	Esfuerzo	Estado
T001	Splash	1	3	½ h	Realizado
T002	Creación de los pasos del tutorial	2	4	1 ½ h	Realizado
T003	Vista del mapa Principal	3	4	2h	Realizado
T004	Detalle de las incidencias	3	2	3h	Realizado



T005	Listado de Incidencias	4	4	3h	Realizado
T006	Visualización del detalle de las incidencias	5	3	3h	Realizado
T007	Validación del lugar de creación de incidencia	4	5	4h	Realizado
T008	Captura de Incidencia	5	4	5h	Realizado
T009	Validación de incidencia	3	1	4h	Realizado
T010	Ventana de ingreso de incidencia	4	4	4h	Realizado
T011	Creación de incidencia	3	3	2 ½ h	Realizado
T012	Mensaje de Envío	1	4	1 ½ h	Realizado
T013	Notificación de Incidencia Resuelta	3	4	3h	Realizado
T014	Cambia de estado de incidencia	3	4	2h	Realizado
T015	Reportes de incidencias	2	5	3h	Realizado

En la tabla 18 se muestra una de las tarjetas de tareas que se realizaron durante el desarrollo del software.

**Tabla 14**  
*T010 - Creación de incidencias*

ID	Tipo	Dificultad		Confianza	Esfuerzo	
		Antes	Después		Estimado	Requerido
T011	Nuevo			1-5		

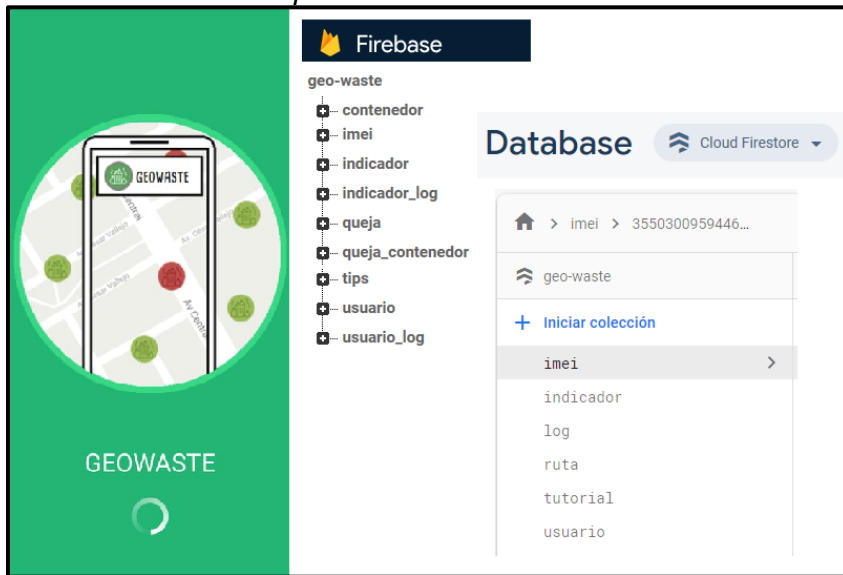
	3	4	4	2 ½ h	3h
Descripción					
<b>Se registra la incidencia realizada y solo cuando la incidencia haya sido validada previamente</b>					
<b>Fecha</b>	<b>Estado</b>		<b>Comentarios</b>		
15/09/2019	Definido				
16/09/2019	Realizado				

### **C) Estabilización**

Firestore es un marco que cuenta con herramientas para mejorar el rendimiento al desarrollar cualquier aplicación que requieren base de datos en tiempo real, lo que implica que cuando un usuario actualiza un registro en la base de datos, la actualización debe transmitirse a cada usuario instantáneamente. Proporciona una plataforma básica y unificada para muchas aplicaciones junto con una serie de otras funciones de Google incluidas con el servicio. Firestore maneja la mayor parte del trabajo del lado del servidor cuando se trata del desarrollo de aplicaciones. Existen numerosos elementos que hacen de Firestore una herramienta esencial en el desarrollo desde el punto de vista del programador.

De esta manera, ayuda a mantener un estado de armonía entre el desarrollador y el cliente al no provocar un retraso mínimo en el trabajo. Ya que Firestore, la base de datos en tiempo real es una base de datos alojada en la nube. Los datos se almacenan como datos no estructurados teniendo una mayor escalabilidad y se sincronizan continuamente a cada cliente asociado. Esta función permite a los programadores omitir el paso de desarrollar una base de datos, y este maneja la mayoría de las aplicaciones backend. Proporciona un lenguaje de reglas adaptable y basado en expresiones para definir cómo se deben organizar los datos.

**Figura 46**  
Sincronización de la aplicación con la base de datos



La estabilización es realizar las integraciones del software desarrollado, la cual se usa para asegurar la completa funcionalidad del software.

En la siguiente figura se muestra la función usada para el reconocimiento de la incidencia.

**Figura 47**  
Obtención de información desde Vision Label

```
private void runDetector(final Bitmap bitmap) {
    final FirebaseVisionImage firebaseVisionImage = FirebaseVisionImage.fromBitmap(bitmap);
    new InternetCheck((internet) -> {
        if (internet){
            FirebaseVisionCloudDetectorOptions options =
                new FirebaseVisionCloudDetectorOptions.Builder()
                    .setMaxResults(5) // cinco posibles respuestas de a foto
                    .build();
            FirebaseVisionCloudLabelDetector detector = FirebaseVision.getInstance().getVisionCloudLabelDetector(options);

            detector.detectInImage(firebaseVisionImage)
                .addOnSuccessListener((OnSuccessListener) (firebaseVisionCloudLabels) -> {
                    processDataResultCloud(firebaseVisionCloudLabels,bitmap);
                })
                .addOnFailureListener((e) -> {
                    Log.e( tag: "ERROR MEN", e.getMessage());
                });
        }else{
            FirebaseVisionLabelDetectorOptions options =
                new FirebaseVisionLabelDetectorOptions.Builder()
                    .setConfidenceThreshold(0.8f)
                    .build();
            FirebaseVisionLabelDetector detector = FirebaseVision.getInstance().getVisionLabelDetector(options);

            detector.detectInImage(firebaseVisionImage)
                .addOnSuccessListener((OnSuccessListener) (firebaseVisionLabels) -> {
                    processDataResult(firebaseVisionLabels);
                })
                .addOnFailureListener((e) -> {
                    Log.e( tag: "ERROR MEN", e.getMessage());
                });
        }
    });
}
```

Tal como se ve en la siguiente figura, se observa que se hace uso de un Patrón Singleton para la transmisión de la imagen aceptada por el reconocimiento de imágenes.

**Figura 48**

*Validación de los valores obtenidos por Google*

```
private void processDataResultCloud(List<FirebaseVisionCloudLabel> firebaseVisionCloudLabels, Bitmap bitmap22) {
    for (FirebaseVisionCloudLabel label : firebaseVisionCloudLabels) {
        if ((label.getLabel()) != null) {
            BitmapHelper.getInstance().setBitmap(bitmap22);
            wait.dismiss();
            Toast.makeText(context, this, text: "Esto es: " + label.getLabel(), Toast.LENGTH_SHORT).show();
            Intent intent = new Intent(packageContext, this, Habitante.class);
            intent.putExtra(name: "LatIndicador", latLngIndicador.latitude);
            intent.putExtra(name: "LngIndicador", latLngIndicador.longitude);
            startActivity(intent);
            Log.i(tag: "asd", label.getLabel());
        } else {
            wait.dismiss();
            Toast.makeText(context, this, text: "La foto que ha tomado no contiene residuos sólidos!!\nComuníquese con glaxmac@gmail.com", Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
    }
}
```

## Pruebas

- **Objetivo**

Mostrar hasta qué punto las funciones del software operan de acuerdo con las especificaciones y requerimientos funcionales, desarrollando los casos de pruebas funcionales.

- **Estrategia**

Para asegurar el cumplimiento de las funcionalidades se hicieron prueba de los módulos con más importancia del aplicativo.

- **Casos de prueba**

Se realizaron los siguientes casos de prueba:

**Tabla 15**  
*CPF-001*

<b>N° Caso de Prueba</b>	CPF-001
<b>Usuario</b>	Habitante

<b>Nombre</b>	Validación de incidencia
<b>Inicialización</b>	Ingresar al aplicativo, iniciar la creación de una incidencia y comenzar con la validación. <b>Correcto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con la creación de incidencias luego de validar que la imagen tomada sea un residuo sólido.</li> </ul>
<b>Salida Esperada</b>	<b>Incorrecto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con la creación de incidencias con cualquier foto tomada.</li> </ul>
<b>Propósito</b>	Verificar que la imagen contenga residuos sólidos para que pueda continuar con la creación de la incidencia. <ul style="list-style-type: none"> <li>El habitante entra al aplicativo.</li> <li>El habitante crea una cuenta para crear incidencias.</li> </ul>
<b>Procedimiento de Prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El habitante comienza el proceso de creación de incidencias.</li> <li>El habitante toma la foto de la incidencia.</li> <li>El sistema evalúa la foto de la incidencia.</li> </ul> <b>Correcto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Continua con la creación de la incidencia.</li> </ul>
<b>Salida Obtenida</b>	<b>Incorrecto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mensaje de error.</li> </ul>

**Capturas**

Tabla 16

CPF-002

N° Caso de Prueba	CPF-002
<b>Usuario</b>	Habitante
<b>Nombre</b>	Validación del lugar de creación de incidencia
<b>Inicialización</b>	Ingresar al aplicativo y presionar el mapa por más de 3 segundos.
<b>Salida Esperada</b>	<p><b>Correcto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensaje informativo de validación de incidencia a reportar.</li> </ul> <p><b>Incorrecto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensaje de validación de creación de incidencias fuera del lugar autorizado.</li> </ul>
<b>Propósito</b>	<p>Validar que la creación de la incidencia se realice en los lugares autorizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El habitante entra al aplicativo.</li> <li>• El habitante crea una cuenta para crear incidencias.</li> </ul>
<b>Procedimiento de Prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El habitante comienza el proceso de creación de incidencias.</li> <li>• El habitante presionar por 3 segundos el mapa.</li> </ul>
<b>Salida Obtenida</b>	<p><b>Correcto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Continúa con la validación de la foto de la incidencia.</li> </ul> <p><b>Incorrecto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensaje informativo de validación.</li> </ul>

## Capturas

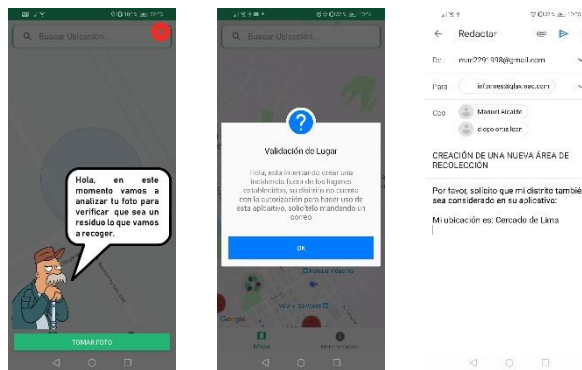
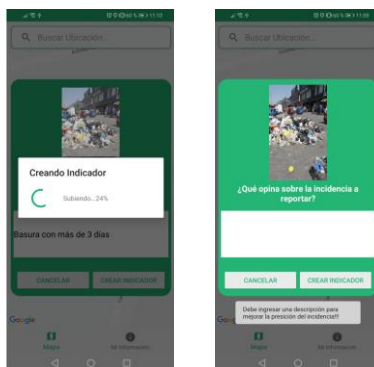


Tabla 17

CPF-003

<b>N° Caso de Prueba</b>	CPF-003
<b>Usuario</b>	Habitante
<b>Nombre</b>	Creación de Incidencia.
<b>Inicialización</b>	Ingresar al aplicativo, presionar el mapa por más de 3 segundos, pasa la validación de la incidencia y registra la incidencia.
<b>Salida Esperada</b>	<p><b>Correcto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de la incidencia.</li> </ul> <p><b>Incorrecto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mensaje de falta de descripción de la incidencia.</li> </ul>
<b>Propósito</b>	<p>Verificar que la descripción de la incidencia esta rellena.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El habitante entra al aplicativo.</li> <li>El habitante presionar por 3 segundos el mapa.</li> <li>El habitante espera la validación de la imagen.</li> </ul>
<b>Procedimiento de Prueba</b>	<p><b>Correcto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Crear la incidencia.</li> </ul> <p><b>Incorrecto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mensaje de ingreso de descripción de incidencia.</li> </ul>
<b>Salida Obtenida</b>	

## Capturas





**CAPÍTULO V**  
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**  
**DE DATOS**

## 5.1. Análisis de fiabilidad de las variables

### **Validez del instrumento**

La validez de instrumento se ha realizado a través de expertos, quienes han revisado las 3 dimensiones de esta investigación (tiempo, satisfacción y calidad). Finalmente recomendando su aplicabilidad (Ver anexo 11,12 y 13).

**Tabla 18**

*Expertos validadores de los instrumentos*

<b>Expertos</b>	<b>Grado</b>	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
Experto 1	Magister	Pesantes Calderón Gilberth	Universidad Autónoma del Perú
Experto 2	Doctor	Iparraguirre Villanueva Orlando	Universidad Autónoma del Perú
Experto 3	Magister	Gallo Mendoza Gonzalo Edmundo	Universidad Autónoma del Perú

### **Confiabilidad del instrumento**

La confiabilidad del instrumento se ha determinado a través del método Test-Retest.

#### **Para el indicador KPI1: Tiempo para identificar una incidencia**

Se utilizó el Test – Retest, el cual aplica el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la estabilidad, se observó que supera el 70% por lo cual se concluye que los datos tienen una correlación alta.

**Figura 49**

*Validez del indicador: Tiempo para identificar una incidencia*



**Para el indicador KPI2: Tiempo para clasificar una incidencia**

Se utilizó el Test – Retest, el cual aplica el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la estabilidad, se observó que supera el 60% por lo cual se concluye que los datos tienen una correlación alta.

**Figura 50**

*Validez del indicador: Tiempo para clasificar una incidencia*



**Para el indicador KPI3: N° de errores en el reconocimiento de incidencias**

Se utilizó el coeficiente de correlación de Rho de Spearman para determinar la estabilidad, se observó que el coeficiente se encuentra más cerca de 0, por tal motivo es una correlación directa y débil.

**Figura 51**

*Validez del indicador: N° de errores en el reconocimiento de incidencias*



**Para el indicador KPI4: Margen de error en el reconocimiento de incidencias**

Se utilizó el coeficiente de correlación de Rho de Spearman para determinar la estabilidad, se observó que el coeficiente se encuentra más cerca de 0, por tal motivo es una correlación directa y débil.

**Figura 52**

*Margen de error en el reconocimiento de incidencias*



## 5.2. Resultados descriptivos de las dimensiones con la variable

En la tabla 23 se muestra los datos obtenidos en la Pre-Prueba y Post-Prueba de los KPI1, KPI2, KPI3 y KPI4.

**Tabla 19**

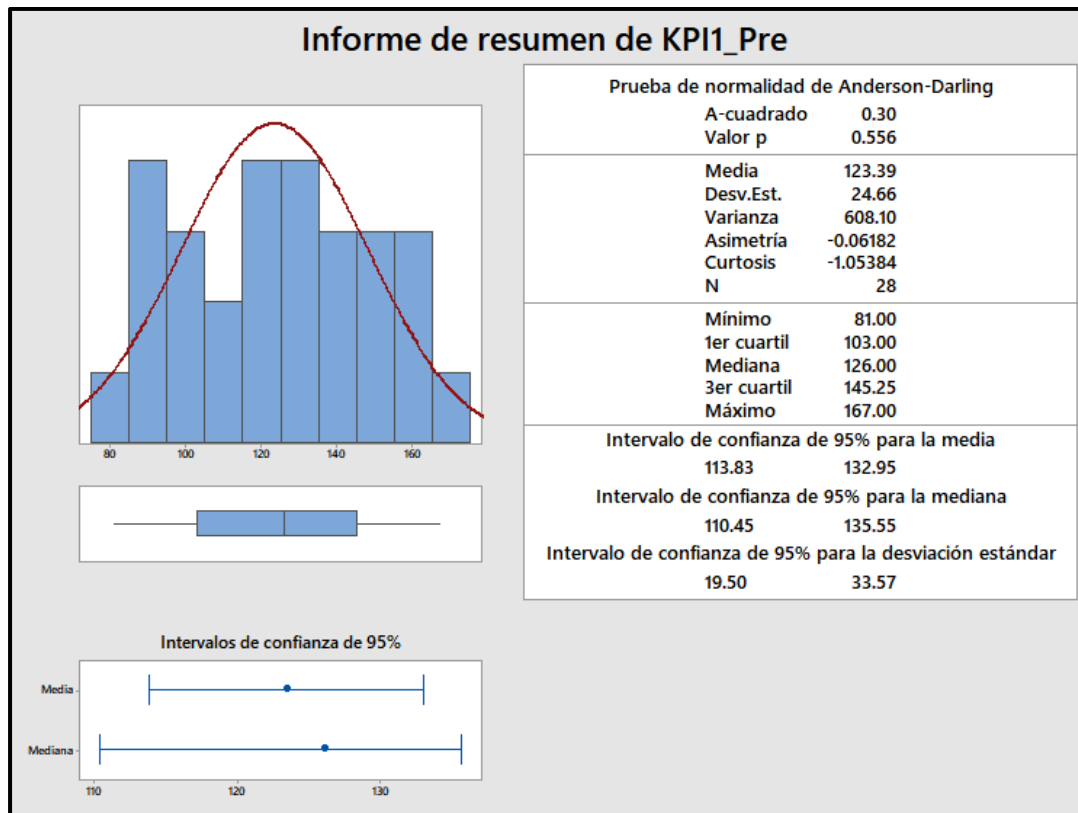
*Resultados obtenidos de la pre - prueba y post - prueba*

KPI1		KPI2		KPI3		KPI4	
Pre (min)	Post (min)	Pre (min)	Post (min)	Pre	Pos t	Pre	Pos t
156	1.91667	5	1.35000	0	0	0.000	0.00
110	1.40000	10	1.45000	2	1	0.071	0.25
91	1.30000	11	1.61667	1	0	0.036	0.00
157	1.61667	12	1.83333	0	0	0.000	0.00
81	1.06667	13	1.55000	1	0	0.036	0.00
124	1.26667	15	1.61667	0	0	0.000	0.00
103	1.32232	10	1.88333	1	0	0.036	0.00
89	1.06667	6	1.63333	1	0	0.036	0.00
122	1.73333	11	1.75000	1	0	0.036	0.00
87	1.22222	8	1.70000	1	0	0.036	0.00
111	1.46667	5	1.51667	0	0	0.000	0.00
128	1.23653	14	2.46667	2	0	0.071	0.00
152	1.46667	5	1.33333	1	1	0.036	0.25
136	1.78333	14	1.81667	0	0	0.000	0.00
150	1.70000	5	1.13333	1	1	0.036	0.25
89	1.41667	15	1.70000	2	0	0.071	0.00
115	1.56667	5	1.38333	1	0	0.036	0.00
135	1.61565	11	1.58333	2	0	0.071	0.00
98	1.30000	9	1.63333	1	0	0.036	0.00
132	1.66667	13	1.75000	2	1	0.071	0.25
103	1.30000	11	1.73333	1	0	0.036	0.00
128	1.91667	11	1.55000	0	0	0.000	0.00
140	1.48333	6	1.28333	1	0	0.036	0.00
118	1.46667	7	1.83333	1	0	0.036	0.00
156	1.53265	13	1.71667	0	0	0.000	0.00
130	1.28333	4	1.05000	2	0	0.071	0.00
167	1.93333	9	1.38333	2	0	0.071	0.00
147	1.50000	15	1.65000	1	0	0.036	0.00

a) Pre – prueba KPI1: Tiempo para identificar una incidencia

Figura 53

Informe de resumen KPI1 pre prueba

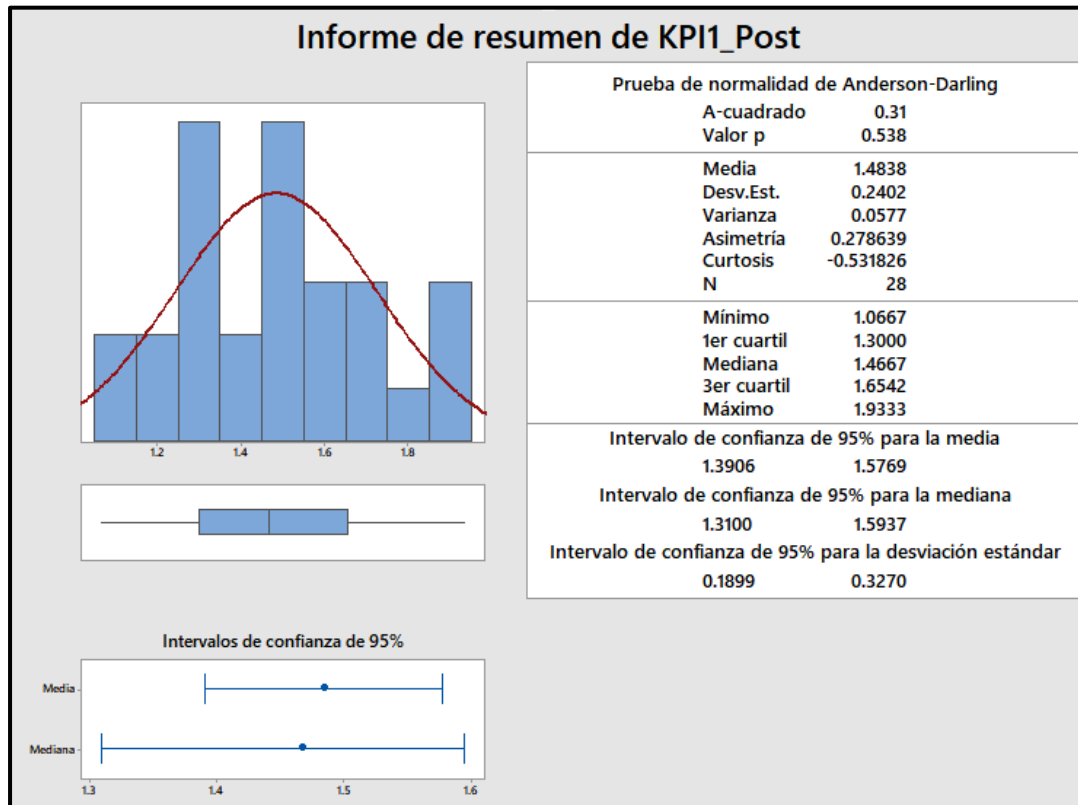


- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del tiempo para identificar una incidencia, con respecto a la media es 123.39.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de tiempo para identificar una incidencia, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 113.83 y 132.95 minutos de identificación.
- El primer Cuartil es 103.00 minutos, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para identificar una incidencia es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil es 145.25 minutos, indica que el 75% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para identificar una incidencia es menor o igual a este valor.

**b) Pre – prueba y post – prueba KPI1: Tiempo para identificar una incidencia**

**Figura 54**

*Informe de resumen KPI1 post prueba*

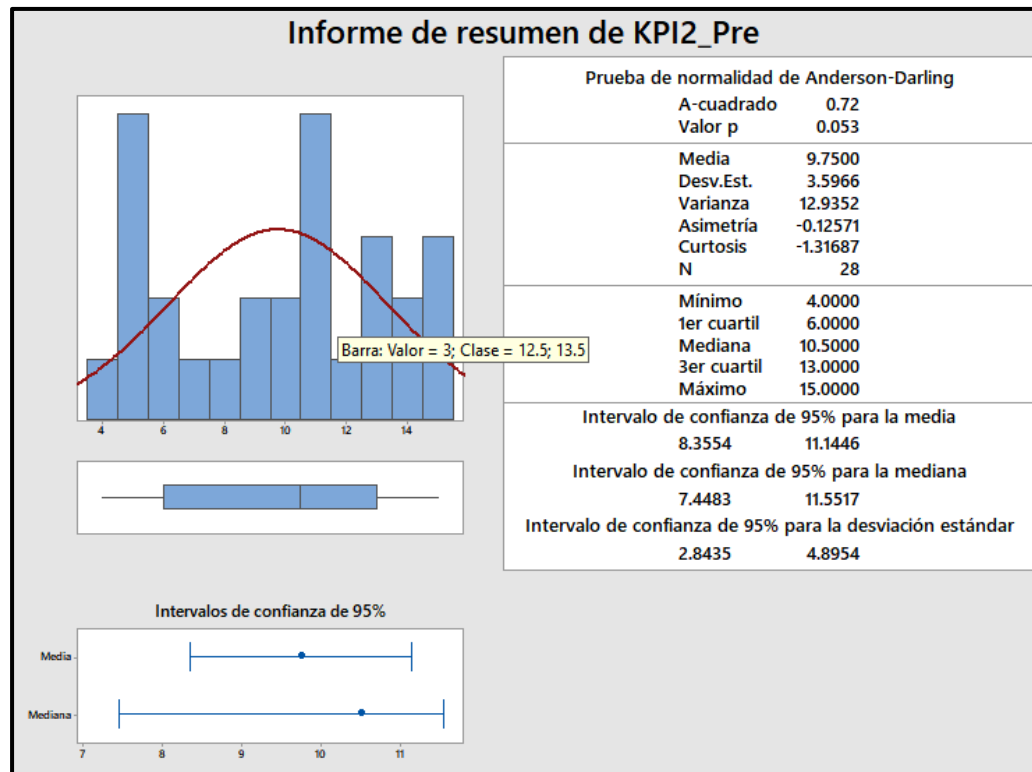


- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del tiempo para identificar una incidencia, con respecto a la media es 1.4838.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de tiempo para identificar una incidencia, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 1.3906 y 1.5769 minutos de identificación.
- El primer Cuartil es 1.3000 minutos, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para identificar una incidencia es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil es 1.6542 minutos, indica que el 75% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para identificar una incidencia es menor o igual a este valor.

c) **Pre – prueba KPI2: Tiempo para clasificar una incidencia**

**Figura 55**

*Informe de resumen KPI2 pre prueba*

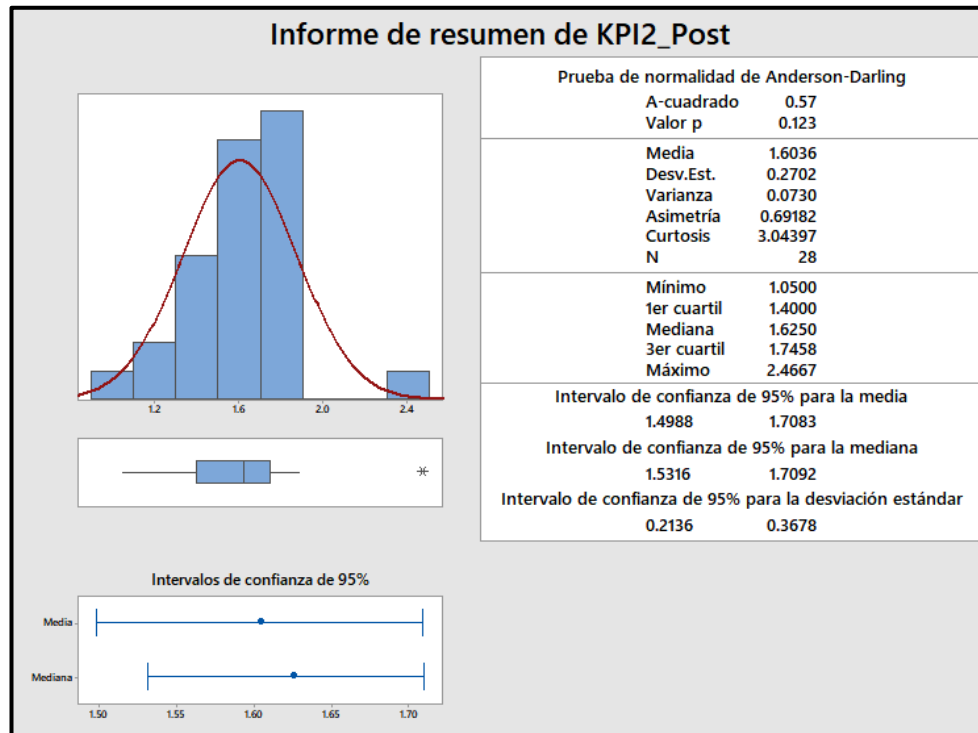


- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del tiempo para clasificar una incidencia, con respecto a la media es 9.7500.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de tiempo para clasificar una incidencia, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 8.3554 y 11.1446 minutos de clasificación.
- El primer Cuartil es 6.00 minutos, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para clasificar una incidencia es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil es 13.00 minutos, indica que el 75% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para clasificar una incidencia es menor o igual a este valor.

**d) Post – prueba KPI2: Tiempo para clasificar una incidencia**

**Figura 56**

*Informe de resumen KPI2 post prueba*



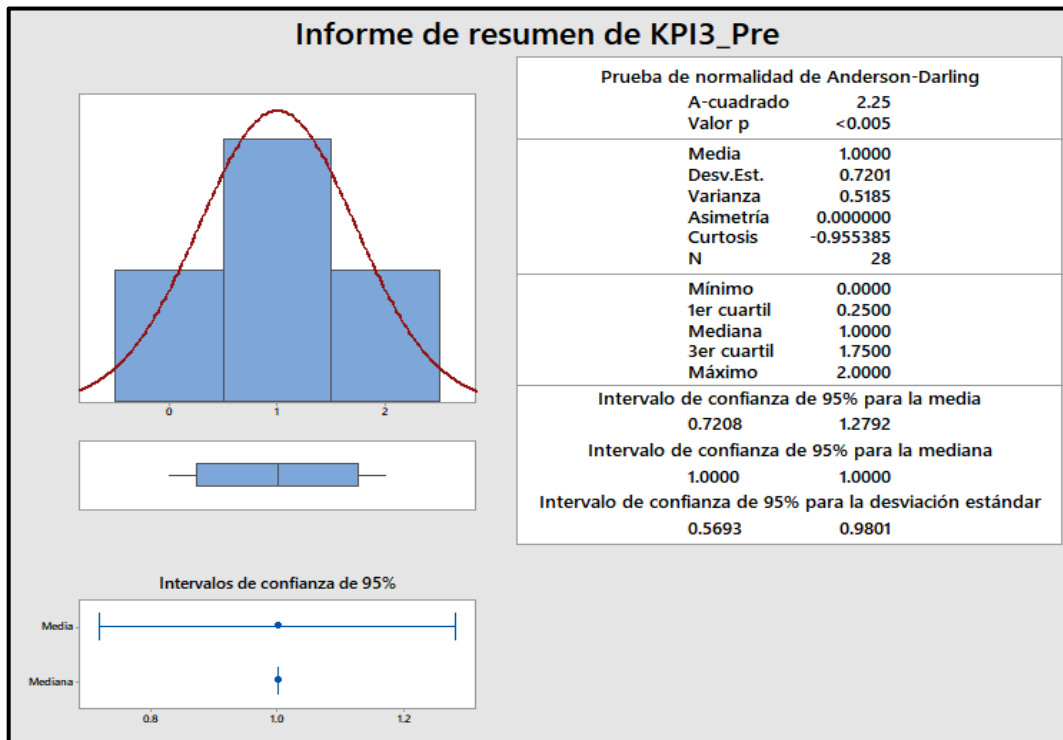
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del tiempo para clasificar una incidencia, con respecto a la media es 1.6036.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de tiempo para clasificar una incidencia, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 1.4968 y 1.7083 minutos de identificación.
- El primer Cuartil es 1.40 minutos, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para clasificar una incidencia es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil es 1.7458 minutos, indica que el 75% de las incidencias obtenidos en el indicador de tiempo para clasificar una incidencia es menor o igual a este valor.



e) Pre – prueba KPI3: N° de errores en el reconocimiento de incidencias

Figura 57

Informe de resumen KPI3 pre prueba



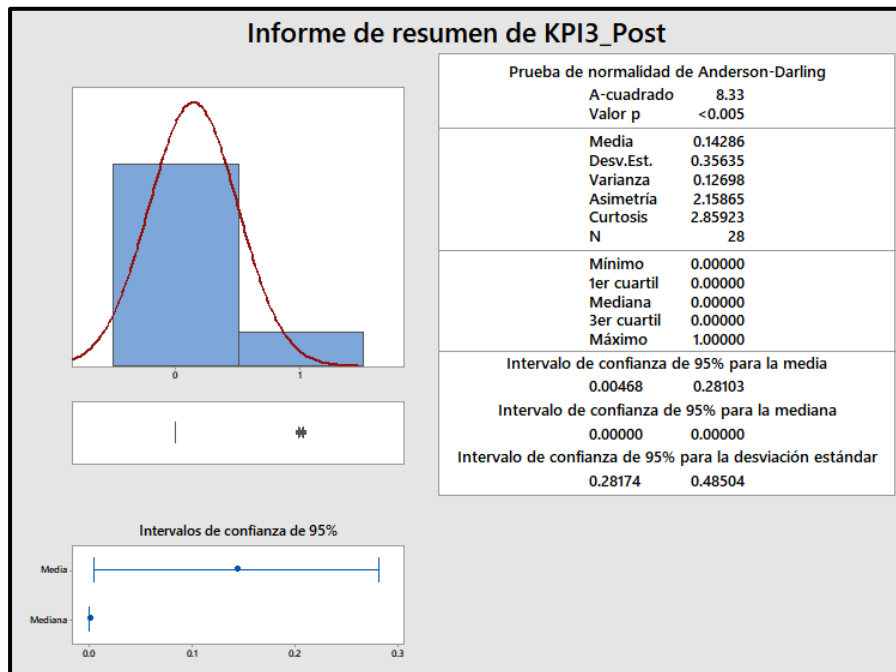
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del número de errores en el reconocimiento de incidencias, con respecto a la media es 1.00.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de número de errores en el reconocimiento de incidencias, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 0.7208 y 1.2792 errores de identificación.
- El primer Cuartil es 0.25 errores, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de número de errores en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

- El tercer cuartil es 1.75 errores, indica que el 75% de las incidencias obtenidas en el indicador de número de errores en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

**f) Post – prueba KPI3: N° de errores en el reconocimiento de incidencias**

**Figura 58**

Informe de resumen KPI3 post prueba



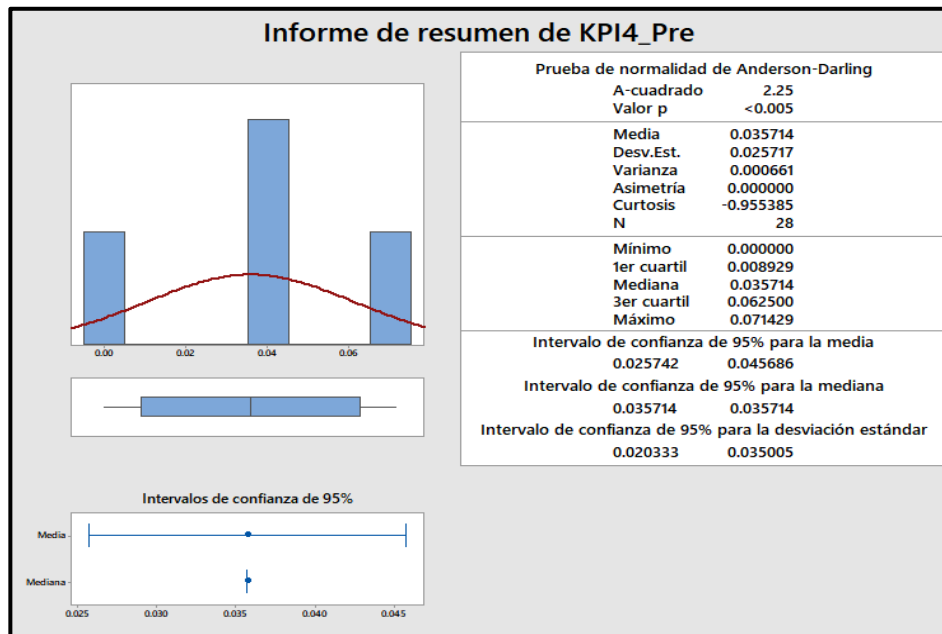
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del número de errores en el reconocimiento de incidencias, con respecto a la media es 0.14.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de número de errores en el reconocimiento de incidencias, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 0.00468 y 0.28103 errores de identificación.
- El primer Cuartil es 0.00 errores, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de número de errores en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

- El tercer cuartil es 0.00 errores, indica que el 75% de las incidencias obtenidas en el indicador de número de errores en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

**g) Pre – prueba KPI4: Margen de error en el reconocimiento de incidencias**

**Figura 59**

*Informe de resumen KPI4 pre prueba*



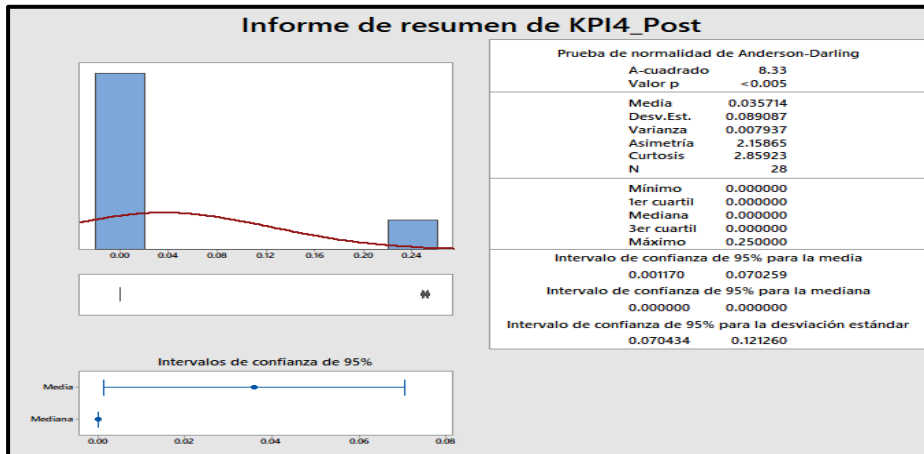
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del margen de error en el reconocimiento de incidencias, con respecto a la media es 0.035714.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de margen de error en el reconocimiento de incidencias, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 0.025742 y 0.045686 errores de identificación.
- El primer Cuartil es 0.008929 errores, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de margen de error en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

- El tercer cuartil es 0.062500 errores, indica que el 75% de las incidencias obtenidas en el indicador de margen de error en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

#### **h) Post – prueba KPI4: Margen de error en el reconocimiento de incidencias**

**Figura 60**

*Informe de resumen KPI4 post prueba*



- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del margen de error en el reconocimiento de incidencias, con respecto a la media es 0.035714.
- Alrededor del 95% de las incidencias obtenidas en el indicador de margen de error en el reconocimiento de incidencias, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir, entre 0.025742 y 0.045686 errores de identificación.
- El primer Cuartil es 0.008929 errores, indica que el 25% de las incidencias obtenidos en el indicador de margen de error en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil es 0.062500 errores, indica que el 75% de las incidencias obtenidas en el indicador de margen de error en el reconocimiento de incidencias es menor o igual a este valor.

**i) Pre – prueba y post – prueba: KPI5: Conformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos**

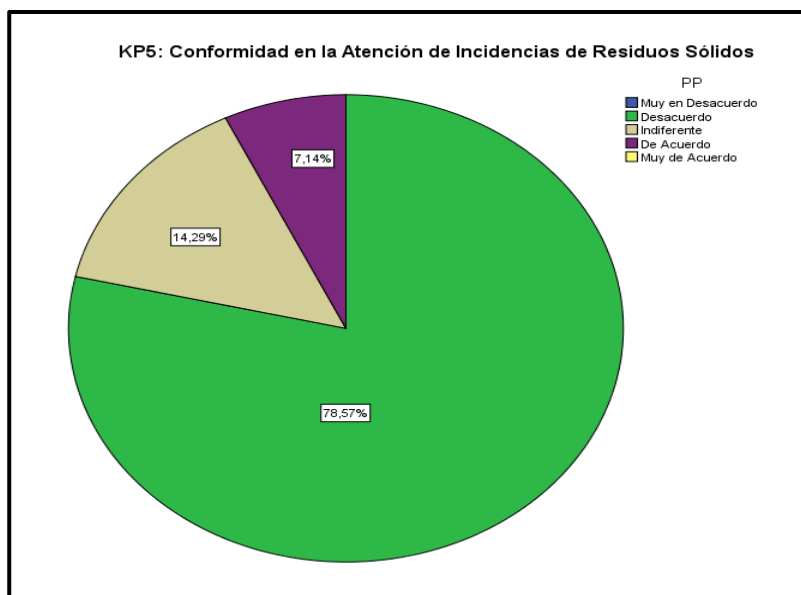
**Tabla 20**

*Nivel de satisfacción del habitante- valores de la pre - prueba*

<b>KPI5: Conformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos</b>			
<b>Nro. Encuesta</b>	<b>Pre (media)</b>	<b>Nro. Encuesta</b>	<b>Pre (media)</b>
1	2	15	2
2	3	16	2
3	2	17	2
4	2	18	2
5	3	19	2
6	2	20	2
7	2	21	2
8	2	22	2
9	4	23	2
10	3	24	2
11	4	25	2
12	2	26	3
13	2	27	2
14	2	28	2

**Figura 61**

*Nivel de satisfacción del habitante - valores de la pre - prueba*



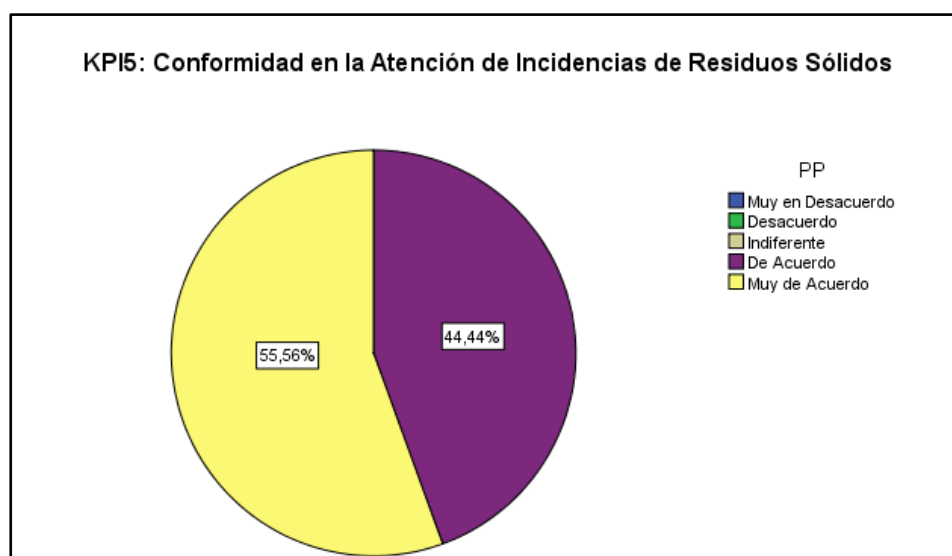
**Tabla 21**

*Nivel de satisfacción del habitante - valores de la post - prueba*

<b>KPI5: Conformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos</b>			
<b>Nro. Encuesta</b>	<b>Post (media)</b>	<b>Nro. Encuesta</b>	<b>Post (media)</b>
1	4	15	5
2	4	16	5
3	4	17	5
4	4	18	4
5	5	19	5
6	4	20	5
7	5	21	5
8	4	22	5
9	5	23	4
10	4	24	4
11	5	25	4
12	5	26	4
13	5	27	5
14	4	28	5

**Figura 62**

*Nivel de satisfacción del habitante - valores de la post – prueba*



**Figura 63***Frecuencia de la pre-prueba y post-prueba del KPI5*

Pre			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Desacuerdo	22	78,6
	Indiferente	4	14,3
	De Acuerdo	2	7,1
	Total	28	100,0

Post			
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	De Acuerdo	13	46,4
	Muy de Acuerdo	15	53,6
	Total	28	100,0

En la figura 63 se aprecia los niveles de satisfacción del habitante con respecto a la conformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos. 13 habitantes (46,4%) tienen como un nivel de satisfacción (Promedio) de estar “De Acuerdo” respecto a la atención de incidencias de residuos sólidos y 15 habitantes (53,6%) su nivel satisfacción (Promedio) de estar “Muy de Acuerdo”

Estos resultados indican que el nivel de satisfacción de los habitantes con respecto a la conformidad de la atención de incidencias de residuos sólidos esta igual o mayor de estar “De Acuerdo” y “Muy de Acuerdo”.

### ***Nivel de confianza y grado de significancia***

Para la presente investigación se toma como nivel de confianza el 95%, por lo que se tendrá como margen de error un 5%.

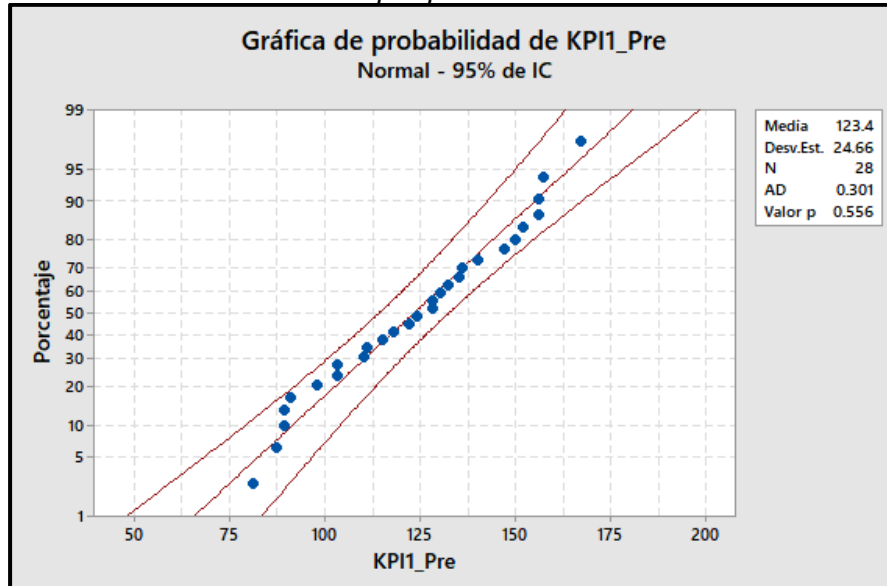
### ***Prueba de normalidad***

#### ***Pre – prueba***

En la figura 64 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI1 que se obtuvo en la Pre – Prueba. Los resultados obtenidos

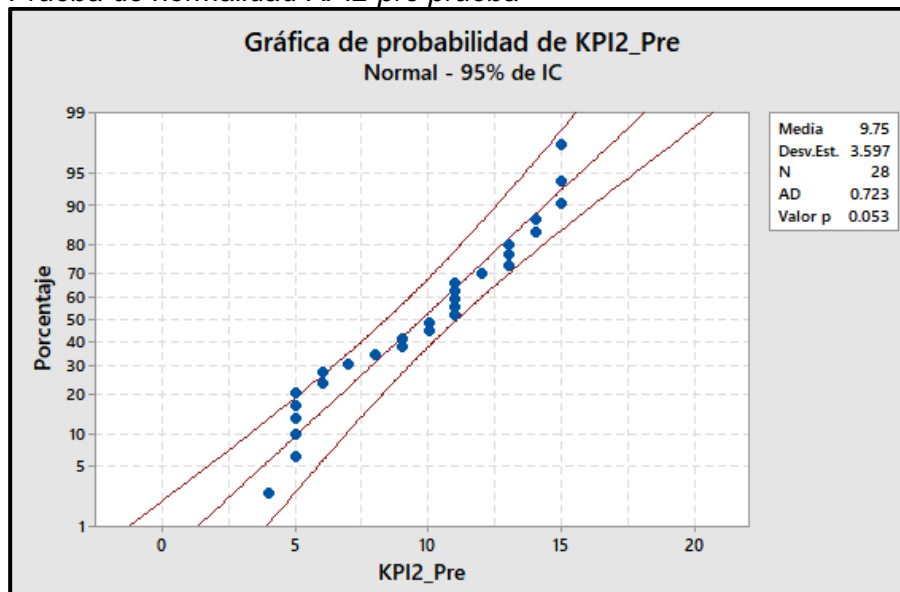
demuestran que el valor p es mayor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento normal.

**Figura 64**  
*Prueba de normalidad KPI1 pre prueba*



En la figura 65 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI2 que se obtuvo en la Post – Prueba. Los resultados obtenidos demuestran que el valor p es mayor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento normal.

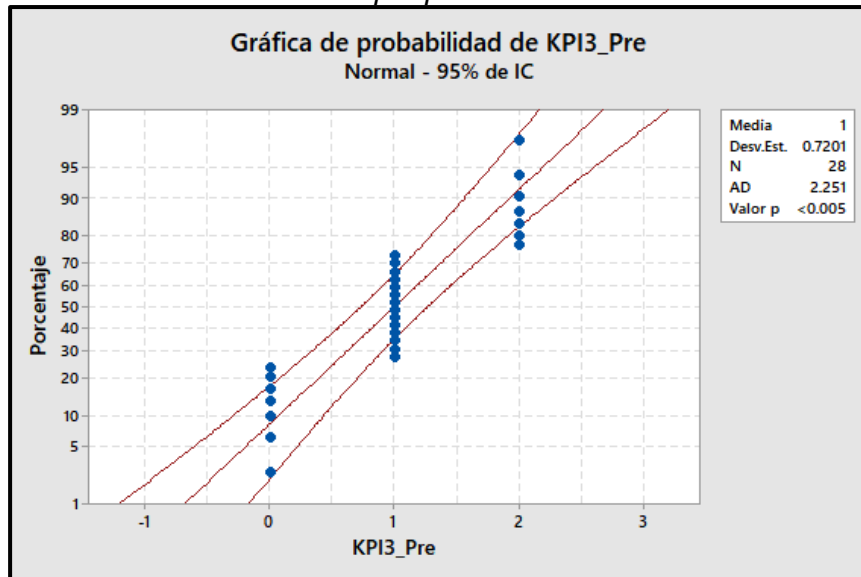
**Figura 65**  
*Prueba de normalidad KPI2 pre prueba*





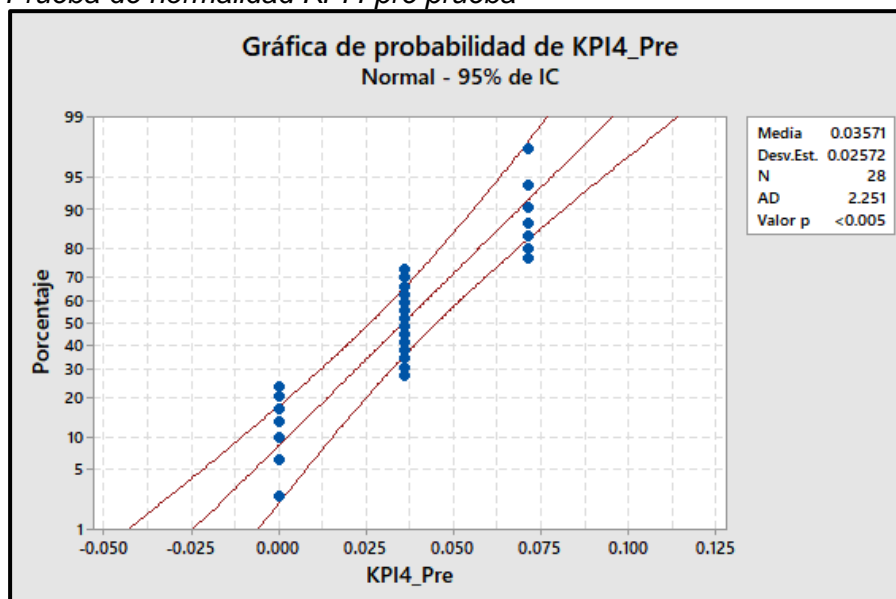
En la figura 66 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI3 que se obtuvo en la Pre – Prueba. Los resultados obtenidos demuestran que el valor p es menor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento anormal.

**Figura 66**  
*Prueba de normalidad KPI3 pre prueba*



En la figura 67 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI4 que se obtuvo en la Pre – Prueba. Los resultados obtenidos demuestran que el valor p es menor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento anormal.

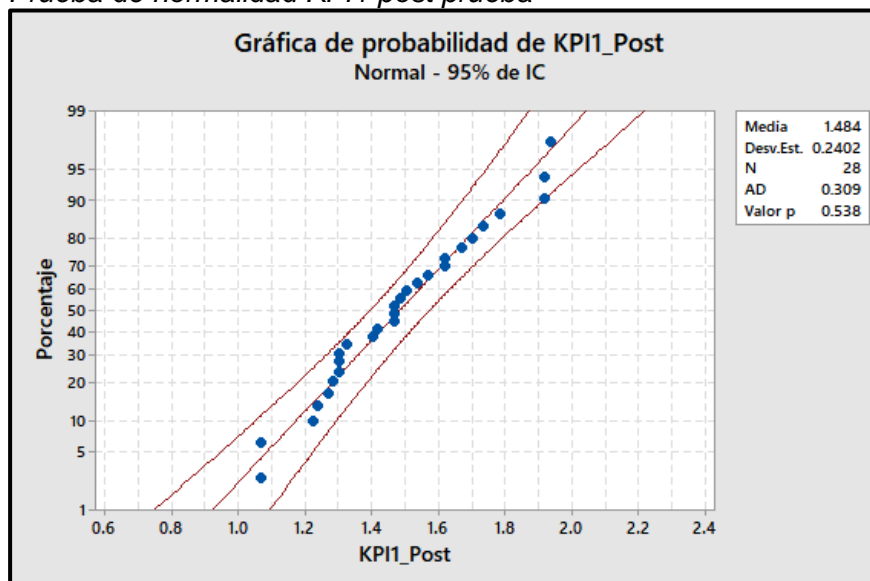
**Figura 67**  
*Prueba de normalidad KPI4 pre prueba*



### Post – Prueba

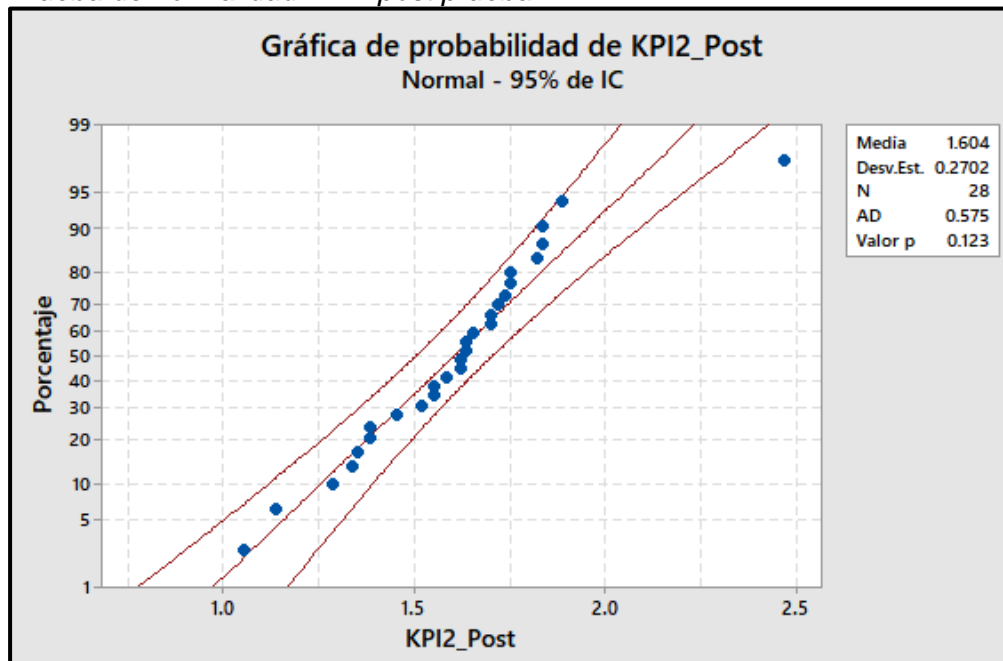
En la figura 68 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI1 que se obtuvo en la Post – Prueba. Los resultados obtenidos demuestran que el valor p es mayor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento normal.

**Figura 68**  
Prueba de normalidad KPI1 post prueba



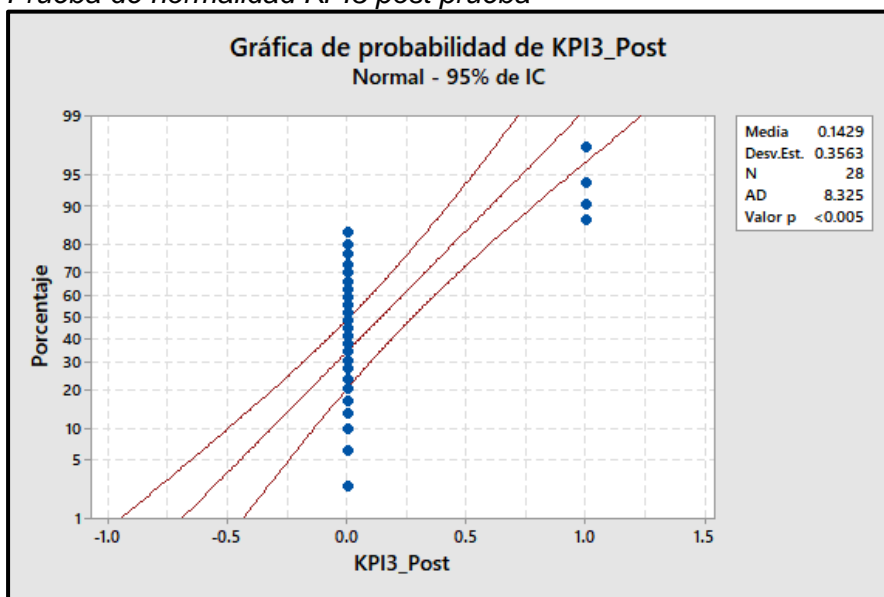
En la figura 53 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI2 que se obtuvo en la Post – Prueba. Los resultados obtenidos demuestran que el valor p es mayor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento normal.

**Figura 69**  
*Prueba de normalidad KPI2 post prueba*



En la figura 54 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI3 que se obtuvo en la Post – Prueba. Los resultados obtenidos demuestran que el valor p es mayor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento anormal.

**Figura 70**  
*Prueba de normalidad KPI3 post prueba*

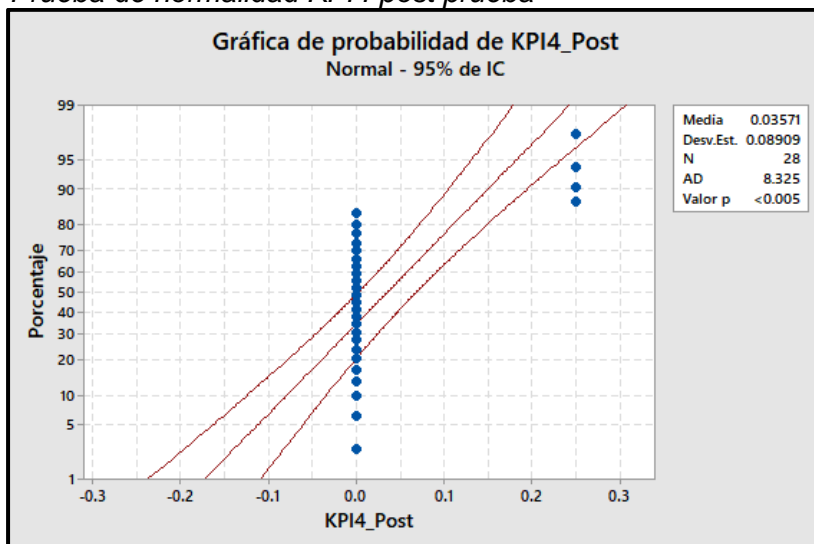


En la figura 55 se observa que los resultados de la prueba de normalidad de los datos del KPI4 que se obtuvo en la Post – Prueba. Los resultados obtenidos

demuestran que el valor p es mayor a 0.05, esto confirma que los datos analizados tienen un comportamiento anormal.

**Figura 71**

*Prueba de normalidad KPI4 post prueba*



### 5.3. Contrastación de hipótesis

**Tabla 22**

*Media de los indicadores*

Indicador	Pre - Prueba	Post -Prueba	Comentario
KPI1: Tiempo para identificar Incidencias	123.39	1.4838	--
KPI2: Tiempo para clasificar incidencias	9.7500	1.6036	--
KPI3: N° de errores en el reconocimiento de incidencias	1.0000	0.14286	--
KPI4: Margen de error en el reconocimiento de incidencias	0.035714	0.035714	--
KPI5: Conformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos	--	--	No contrastado. Indicador cualitativo

#### **A) Contrastación para el KPI1: Tiempo para identificar incidencias**

Se valida el impacto que tiene la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes en el tiempo para identificar incidencias, llevado a cabo en la muestra. Se realiza una medición antes del del aplicativo móvil (Pre-Prueba) y

otra después del Aplicativo Móvil. Las siguientes tablas contienen los tiempos para identificar incidencias de residuos sólidos.

**Tabla 23**

*Contrastación para tiempo para identificar incidencias (pre-prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	156
Prueba 2	103
Prueba 3	152
Prueba 4	98
Prueba 5	110
Prueba 6	89
Prueba 7	136
Prueba 8	132
Prueba 9	91
Prueba 10	122
Prueba 11	150
Prueba 12	103
Prueba 13	157
Prueba 14	87
Prueba 15	89
Prueba 16	128
Prueba 17	81
Prueba 18	111
Prueba 19	115
Prueba 20	140
Prueba 21	124
Prueba 22	128
Prueba 23	135
Prueba 24	118
Prueba 25	156
Prueba 26	130
Prueba 27	167
Prueba 28	147

**Tabla 24**  
*Contrastación para tiempo para identificar incidencias (post-prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	1.91667
Prueba 2	1.4
Prueba 3	1.3
Prueba 4	1.61667
Prueba 5	1.06667
Prueba 6	1.26667
Prueba 7	1.32232
Prueba 8	1.06667
Prueba 9	1.73333
Prueba 10	1.22222
Prueba 11	1.46667
Prueba 12	1.23653
Prueba 13	1.46667
Prueba 14	1.78333
Prueba 15	1.7
Prueba 16	1.41667
Prueba 17	1.56667
Prueba 18	1.61565
Prueba 19	1.3
Prueba 20	1.66667
Prueba 21	1.3
Prueba 22	1.91667
Prueba 23	1.48333
Prueba 24	1.46667
Prueba 25	1.53265
Prueba 26	1.28333
Prueba 27	1.93333
Prueba 28	1.5

Hi: El uso del aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce los tiempos para identificar una incidencia de residuos sólidos (post-prueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (pre-prueba).

## Solución

### a) Planteamiento de la hipótesis

$\mu_1$  = Media de tiempo empleado en la identificación de una incidencia de residuos sólidos (pre-prueba).

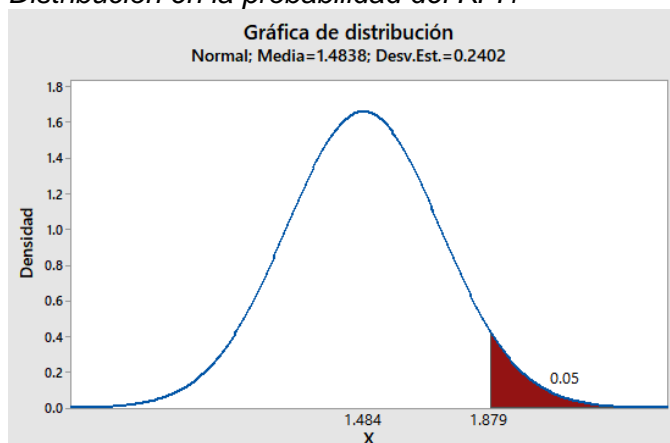
$\mu_2$  = Media de tiempo empleado en la identificación de una incidencia de residuos sólidos (post-prueba).

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

### b) Criterios de decisión

**Figura 72**  
Distribución en la probabilidad del KPI1



### c) Estadísticas descriptivas

	N	Media
KPI1_Pre	28	123.4
KPI1_Post	28	1.484

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es 121.91

El porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (112.35; 131.47)

La prueba es significativa en 0.000

### d) Decisión Estadística

Puesto que el valor  $p = 0.000 < \alpha = 0.05$ , los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

**B) Contrastación para el KPI2: Tiempo para clasificar incidencias**

Se valida el impacto que tiene la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes en el tiempo para clasificar incidencias, llevado a cabo en la muestra. Se realiza una medición antes del desarrollo del aplicativo móvil (Pre-Prueba) y otra después del Aplicativo Móvil. Las siguientes tablas contienen los tiempos para identificar incidencias de residuos sólidos.

**Tabla 25**

*Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (pre-prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	5
Prueba 2	10
Prueba 3	11
Prueba 4	12
Prueba 5	13
Prueba 6	15
Prueba 7	10
Prueba 8	6
Prueba 9	11
Prueba 10	8
Prueba 11	5
Prueba 12	14
Prueba 13	5
Prueba 14	14
Prueba 15	5
Prueba 16	15
Prueba 17	5
Prueba 18	11
Prueba 19	9
Prueba 20	13



Prueba 21	11
Prueba 22	11
Prueba 23	6
Prueba 24	7
Prueba 25	13
Prueba 26	4
Prueba 27	9
Prueba 28	15

---

**Tabla 26***Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (post-prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	1.35
Prueba 2	1.45
Prueba 3	1.61667
Prueba 4	1.83333
Prueba 5	1.55
Prueba 6	1.61667
Prueba 7	1.88333
Prueba 8	1.63333
Prueba 9	1.75
Prueba 10	1.7
Prueba 11	1.51667
Prueba 12	2.46667
Prueba 13	1.33333
Prueba 14	1.81667
Prueba 15	1.13333
Prueba 16	1.7
Prueba 17	1.38333
Prueba 18	1.58333
Prueba 19	1.63333
Prueba 20	1.75
Prueba 21	1.73333
Prueba 22	1.55
Prueba 23	1.28333

Prueba 24	1.83333
Prueba 25	1.71667
Prueba 26	1.05
Prueba 27	1.38333
Prueba 28	1.65

---

Hi: El uso del aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce los tiempos para clasificar incidencias de residuos sólidos (post-prueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (pre-prueba).

**Solución:**

**a) Planteamiento de la hipótesis**

$\mu_1$  = Media de tiempo empleado en la clasificación de incidencias (pre-prueba).

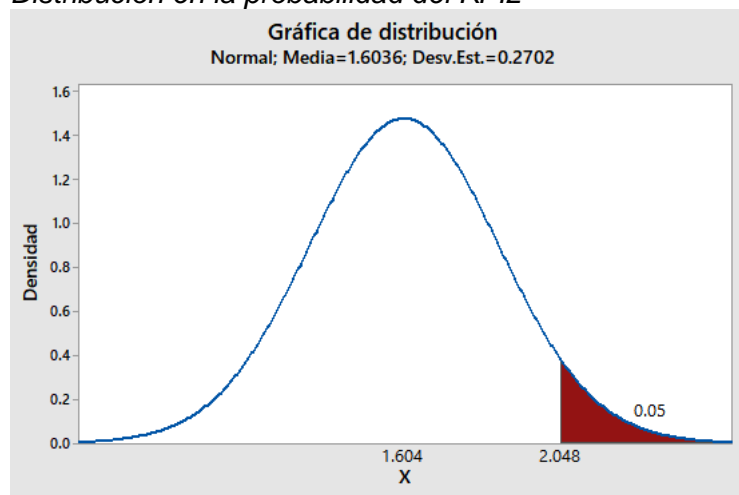
$\mu_2$  = Media de tiempo empleado en la clasificación de incidencias (post-prueba).

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

**b) Criterios de decisión**

**Figura 73**  
Distribución en la probabilidad del KPI2



**c) Estadísticas descriptivas**

	<b>N</b>	<b>Media</b>
KPI2_Pre	28	9.75
KPI2_Post	28	1.604

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es 8.146, el porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (6.748; 9.545) y la prueba es significativa en 0.000

**d) Decisión estadística**

Puesto que el valor  $p = 0.000 < \alpha = 0.05$ , los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

**c) Contrastación para el KPI3: N° de errores en el reconocimiento de incidencias**

Se valida el impacto que tiene la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes en el número de errores en el reconocimiento de incidencias, llevado a cabo en la muestra. Se realiza una medición antes del desarrollo del aplicativo móvil (pre-prueba) y otra después del aplicativo móvil. Las siguientes tablas contienen los tiempos para identificar incidencias de residuos sólidos.

**Tabla 27**  
*Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (Pre-Prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	0
Prueba 2	2
Prueba 3	1
Prueba 4	0
Prueba 5	1
Prueba 6	0
Prueba 7	1
Prueba 8	1
Prueba 9	1
Prueba 10	1
Prueba 11	0
Prueba 12	2

Prueba 13	1
Prueba 14	0
Prueba 15	1
Prueba 16	2
Prueba 17	1
Prueba 18	2
Prueba 19	1
Prueba 20	2
Prueba 21	1
Prueba 22	0
Prueba 23	1
Prueba 24	1
Prueba 25	0
Prueba 26	2
Prueba 27	2
Prueba 28	1

**Tabla 28**

*Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (post-prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	0
Prueba 2	1
Prueba 3	0
Prueba 4	0
Prueba 5	0
Prueba 6	0
Prueba 7	0
Prueba 8	0
Prueba 9	0
Prueba 10	0
Prueba 11	0
Prueba 12	0
Prueba 13	1
Prueba 14	0
Prueba 15	1
Prueba 16	0

Prueba 17	0
Prueba 18	0
Prueba 19	0
Prueba 20	1
Prueba 21	0
Prueba 22	0
Prueba 23	0
Prueba 24	0
Prueba 25	0
Prueba 26	0
Prueba 27	0
Prueba 28	0

---

Hi: El uso del aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce el número de errores de incidencias de residuos sólidos (post-prueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (pre-prueba).

### **Solución**

#### **a) Planteamiento de la hipótesis**

$\mu_1$  = Mediana de número de errores en el reconocimiento de incidencias (pre-prueba).

$\mu_2$  = Mediana de número de errores en el reconocimiento de incidencias (post-prueba).

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

#### **b) Estadísticas descriptivas**

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>
KPI3_Pre	28	0.0357143
KPI3_Post	28	0.0000000

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es 0.0357143, el porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (0.000000000; 0.0357143) y la prueba es significativa en 0.000 (ajustado a empates)

**c) Decisión estadística**

Puesto que el valor  $p = 0.000 < \alpha = 0.05$ , los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) es cierta. La prueba resultó ser significativa.

**D) Contrastación para el KPI4: Margen de error en el reconocimiento de incidencias**

Se valida el impacto que tiene la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes en margen de error en el reconocimiento de incidencias, llevado a cabo en la muestra. Se realiza una medición antes del desarrollo del aplicativo móvil (Pre-Prueba) y otra después del Aplicativo Móvil. Las siguientes tablas contienen los tiempos para identificar incidencias de residuos sólidos.

**Tabla 29**  
*Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (pre-prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	0
Prueba 2	0.071
Prueba 3	0.036
Prueba 4	0
Prueba 5	0.036
Prueba 6	0
Prueba 7	0.036
Prueba 8	0
Prueba 9	0.071
Prueba 10	0.036
Prueba 11	0
Prueba 12	0.036
Prueba 13	0

Prueba 14	0.036
Prueba 15	0.036
Prueba 16	0.071
Prueba 17	0.036
Prueba 18	0.071
Prueba 19	0.036
Prueba 20	0.071
Prueba 21	0.036
Prueba 22	0
Prueba 23	0.036
Prueba 24	0.036
Prueba 25	0
Prueba 26	0.071
Prueba 27	0.071
Prueba 28	0.036

---

**Tabla 30***Contrastación para tiempo para clasificar incidencias (Post-Prueba)*

	<b>Tiempo</b>
Prueba 1	0
Prueba 2	0.25
Prueba 3	0
Prueba 4	0
Prueba 5	0
Prueba 6	0
Prueba 7	0
Prueba 8	0
Prueba 9	0
Prueba 10	0
Prueba 11	0
Prueba 12	0
Prueba 13	0.25
Prueba 14	0
Prueba 15	0.25
Prueba 16	0

Prueba 17	0
Prueba 18	0
Prueba 19	0
Prueba 20	0.25
Prueba 21	0
Prueba 22	0
Prueba 23	0
Prueba 24	0
Prueba 25	0
Prueba 26	0
Prueba 27	0
Prueba 28	0

---

Hi: El uso del aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce el margen de error de incidencias de residuos sólidos (Post-Prueba) con respecto a la muestra a la que no se aplicó (Pre-Prueba).

### **Solución**

#### **a) Planteamiento de la hipótesis**

$\mu_1$  = Mediana de margen de error en el reconocimiento de incidencias (pre-prueba).

$\mu_2$  = Mediana de margen de error en el reconocimiento de incidencias (post-prueba).

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 > \mu_2$$

#### **b) Estadísticas descriptivas**

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>
KPI3_Pre	28	0.0357143
KPI3_Post	28	0.0000000



La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es 0.0357143, el porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (0.000000000; 0.0357143) y la prueba es significativa en 0.000 (ajustado a empates)

**c) Decisión estadística**

Puesto que el valor  $p = 0.000 < \alpha = 0.05$ , los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) es cierta.

La prueba resultó ser significativa.

**CAPÍTULO VI**  
**DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 6.1. Discusiones

A partir de los resultados encontrados, se acepta la hipótesis alternativa general que establece que existe relación de dependencia en la influencia entre un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning y el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

Estos resultados indican que el uso de herramientas tecnológicas como un aplicativo móvil con Machine Learning aplicado al reconocimiento de incidencias de residuos sólidos, ayuda y mejora los procesos de recojo de residuos sólidos en el distrito de Punta Hermosa.

Por lo que se necesita optimizar tiempo, al momento de localizar e identificar incidencias de residuos sólidos, el cual se realizó una evaluación se indican que el uso de un aplicativo móvil con Machine Learning aplicado al reconocimiento de incidencias de residuos sólidos puede adecuarse al área de limpieza pública de la municipalidad de Punta Hermosa, por lo tanto, puede ayudar en optimizar tiempos cuando de horas hombre se habla.

Para llevar a cabo el buen funcionamiento de la implementación del aplicativo móvil con Machine Learning aplicado al reconocimiento de incidencias de residuos sólidos, se tuvo que capacitar a los colaboradores y supervisores del área de limpieza pública de la municipalidad de Punta Hermosa. El cual tuvo un indicador muy sobresaliente sobre la fácil adaptación hacia el aplicativo móvil.

Por último, es importante indicar que el proceso de reconocimiento de incidencias de residuos sólidos, con la mano de la tecnología ayudara a crear conciencia sobre futuros proyectos desarrollados, no solo en el rubro de limpieza pública, sino en los distintos rubros de las entidades públicas, y poder brindar un mejor estilo de vida a los ciudadanos.

## 6.2. Conclusiones

Se concluye lo siguiente de la investigación:

- a) La implementación del aplicativo móvil de procesamiento de imágenes influye de manera positiva el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos en la Municipalidad de Punta Hermosa.
- b) Se comprueba, que el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce los tiempos de identificación de incidencias de residuos sólidos tal como mencionan Gutiérrez y Torres (2016), es por ello que debido a la disminución del tiempo promedio de 123.39 minutos siendo muy elevado. Este indicador ha reducido significativamente a 1.4838 minutos.
- c) Se aprecia, que el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce los tiempos de clasificación de incidencias de residuos sólidos debido a la disminución del tiempo promedio de 9.7500 minutos siendo muy elevado. Este indicador ha reducido significativamente a 1.6036 minutos.
- d) Se comprueba, que el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce el número de errores en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos debido a la disminución de errores de 1 en promedio a comparación del 0.14286 luego de la implementación del aplicativo.
- e) Es muy relevante, que el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce el margen de error en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos debido a la disminución de la mediana de 3.5714% por ciento de error a un 0% de efectividad.
- f) Se comprueba, que el uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes influye positivamente en la satisfacción de los habitantes del distrito de Punta Hermosa reduciendo un 92.9% que se encontraba por debajo del nivel promedio (De acuerdo), hacia un 53.6% de satisfacción del

nivel más alto (Muy de acuerdo); esto confirma lo que nos dijo Abarca (2016) siendo de una forma muy significativa la satisfacción del habitante.

### **6.3. Recomendaciones**

Como resultado de la presenta investigación se plantean las siguientes recomendaciones a fin de tomarse en cuenta para próximos proyectos relacionados con el Reconocimiento de Incidencias re residuos sólidos.

- a) Se recomienda que para futuras investigaciones se desarrollen aplicativo móviles de forma híbrida para que cualquier persona pueda hacer uso del producto sin restricciones por el sistema operativo del dispositivo móvil.
- b) Se recomienda que para futuras investigaciones se agregue el reconocimiento de diferentes acciones que puede tomar una municipalidad para la mejora del distrito y sus habitantes.
- c) Se recomienda implementar la funcionalidad de manejo y gestión de rutas para los camiones de recolección de residuos sólidos, para apoyar en la gestión de las municipalidades de Lima.
- d) Se recomienda fomentar el interés para realizar futuros estudios sobre el tema, por la relevancia social que presenta. Para ello, se propone ampliar la muestra de estudio.
- e) Por último, se recomienda manejar modelo de integración para las futuras aplicaciones que surjan en base a la investigación, esto con la finalidad de que las municipalidades puedan implementar en su sistema datos de la investigación.

## **REFERENCIAS**

- Abarca, V. (2016). *Desarrollo de un prototipo de sistema de gestión de desechos peligrosos para la empresa gestión y proyectos ambientales Gypam S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17368/1/UG-FCMF-B-CISC-PTG.1124.pdf>.
- Albertengo, G., Debele, F., Hassan, W. y Stramandino, D. (2019). On the performance of web services, google cloud messaging and firebase cloud messaging. *Digital Communications and Networks*, 6(1), 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.02.002>
- Arguello, H. (2011). Sistemas de reconocimiento basados en la imagen facial. *Revista avances en sistemas e informática*, 8(3), 7–16, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/view/19127/29978>
- Ariprasasmita, W., Piarsa, N., y Wibawa, K. (2019). Implementation of Google Maps API and Firebase for Android Based Photographer Marketplace Information System. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 8(11), 409-414. <https://doi.org/10.7753/IJCATR0811.1001>
- Ascanio F. (2017). *Plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el distrito de el Tambo según las recomendaciones de la agenda* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio de la Universidad del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4130>
- Baltrusaitis, T., Ahuja, C. y Morency, L.-P. (2019). Multimodal Machine Learning: A Survey and Taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423-443. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2798607>

- Beltran, D. (2011). Automatización en la Agricultura: Un caso de aplicación de la visión artificial, control de calidad en semilleros. Editorial <https://doi.org/10.13140/2.1.1299.3922>
- Beltrán, G. (2015). La geolocalización social. Polígonos. *Revista de geografía*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.18002/pol.v0i27.3290>
- Bobulski, J. & Kubanek, M. (2019). Waste Classification System Using Image Processing and Convolutional Neural Networks. *Advances in Computational Intelligence*, 11507(1), 350-361. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20518-8\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20518-8_30)
- Buitrago, G. & Escobar D (2017) *Sistema de Información para el reporte de incidentes para empresas de servicios públicos* [Tesis de pregrado, Universidad de Manizales]. Repositorio de la Universidad de Manizales [https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3049/Manizales\\_Activa.pdf?sequence=1](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3049/Manizales_Activa.pdf?sequence=1)
- Chavan, M. y Pattanshetti, T. (2018). Survey on Municipal Waste Collection Management in Smart City. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(1), 948-951. <https://www.irjet.net/archives/V5/i1/IRJET-V5I1201.pdf>
- Chen, G., Wang, H. y Zheng, J. (2019). Application of Image Recognition Technology in Garbage Classification Education Platform. 2019 5th International. *Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*, 290-294. <https://doi.org/10.1109/ICCAR.2019.8813481>
- Coban, A., Firtina, I. y Cavdaroglu, N. (2018). Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 180, 159-167. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.130>



- Corimanya, G., Morales J., Ñahue A. y Taco W. (2018). *Plan de Negocio para Brindar una Plataforma Integradora en el Proceso de Recopilación de Material Reciclable en los Distritos de Jesús María, Miraflores y San Borja* [Tesis de maestría, Universidad Esan Businnes]. Repositorio de la Universidad Esan Businnes. <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1252>
- Couto I., Hernández, A. y Sarabia, C. (2012). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en Juárez: lecciones innovadoras para otros municipios. *Revista pueblos y fronteras digital*, 7(13), 178-209. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90624811007>
- García, P. (2014). *Reconocimiento de imágenes utilizando redes neuronales artificiales* [Tesis de maestría, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio de la Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/23444/>
- Hasan, B., Golam, A., Istiaque, L. y Khan, R. (2017). SMART WASTE MANAGEMENT SYSTEM USING IoT. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(4), 93-95. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.4.12>
- Heryandi, A. (2018). Developing Application Programming Interface (API) for Student Academic Activity Monitoring using Firebase Cloud Messaging (FCM). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 407, 012149. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/407/1/012149>
- Huang, T. & Zhengfu, B. (2010). Intelligent Solid Waste Processing Using Optical Sensor Based Sorting Technology. *2010 3rd International Congress on Image and Signal Processing*, 1657-1661. <http://dx.doi.org/10.1109/CISP.2010.5647729>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014). *Residuos Sólidos*. Anuario de Estadísticas Ambientales.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1197/cap05.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1197/cap05.pdf)
- Information Technology Infrastructure Library (2019). "*Itil 4: Fundamentos*".  
<https://www.itlibrary.org/>
- Jensen A. y Winston Yu. (2015). *Patent N.o US 2015/0092928 A1*.  
<https://lens.org/120-917-469-953-788>
- Johnson, N., Ianiuk, O., Cazap, D., Liu, L., Starobin, D., Dobler, G. y Ghandehari, M. (2017). Patterns of waste generation: A gradient boosting model for short-term waste prediction in New York City. *Waste Management*, 62, 3-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.037>
- K. Lee, M. Lam, R. Pedarsani, D. Papailiopoulos y K. Ramchandran, "Aceleración del aprendizaje automático distribuido mediante códigos", *Simposio internacional sobre teoría de la información (ISIT) del IEEE*, 1143-1147.  
<https://doi.org/10.1109/ISIT.2016.7541478>.
- Kannangara, M., Dua, R., Ahmadi, L. y Bensebaa, F. (2018). Modeling and prediction of regional municipal solid waste generation and diversion in Canada using machine learning approaches. *Waste Management*, 74, 3-15.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.057>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. y Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *Urban Development*.  
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Kontokosta, C., Hong, B., Johnson, N. y Starobin, D. (2018). Using machine learning and small area estimation to predict building-level municipal solid waste

generation in cities. *Computers, Environment and Urban Systems*, 70, 151-162.  
<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.03.004>.

Melo, A. & Rojas, J. (2015). *Prototipo de aplicación móvil instructiva, para el manejo y disposición de desechos sólidos en la ciudad de Bogotá* [Tesis de pregrado, Universidad distrital francisco José de caldas]. Repositorio de la Universidad distrital francisco José de caldas.  
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2425/MeloMurciaAndres2015.pdf;jsessionid=54D2128C730FBD47880D1A7A89E758B8?sequence=1>

Mendieta, D. (2003). *Reconocimiento de Objetos Bidimensionales en Imágenes mediante la Transformada de Distancia utilizando Matlab* [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas Puebla]. Repositorio de la Universidad de las Américas Puebla.  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/mendieta\\_d\\_d/portada.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendieta_d_d/portada.html)

Ministerio del Ambiente (2013). *Ley General del Ambiente*. <https://cutt.ly/Ve5FfIZ>

Ministerio del Ambiente (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 - 2024*. Ley General del Ambiente, 23-36 <https://bit.ly/3PTCMZX>

Padilla, J. & Trujillo, J. (2018). Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. *Waste Management*, 74, 16-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.052>

Pei, K., Cao, Y., Yang, J. y Jana, S. (2019). DeepXplore: Automated whitebox testing of deep learning systems. *Communications of the acm*, 62(11), 137-145.  
<https://doi.org/10.1145/3361566>

- PROPOLI (2004). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos*. MINAM.  
<http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/handle/minam/945/BIV00245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rathore H. & Rathore R. (2016). *Patent N.º US 2016/0078414 A1*. <https://lens.org/098-317-874-845-25X>
- Ricatti, A. (2015). *Optimización de recolección de residuos con iot* [Tesis de pregrado, Universidad Siglo 21]. Repositorio Universidad Siglo 21.  
<https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/14049>
- Sánchez, G. (2007). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y el arsenal del Estado de Hidalgo* [Tesis doctoral, Universidad autónoma del Estado de Hidalgo]. Repositorio de la Universidad autónoma del Estado de Hidalgo.  
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/82>
- Sarkar, S., Pateshwari, V. y Maiti, J. (2017). Predictive model for incident occurrences in steel plant in India. *2017 8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*.  
<https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2017.8204077>
- Scarcello, F. (2019). Artificial Intelligence. *Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology*, 1, 287-293. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20326-9>
- Smyth, D., Glavin, F. y Madden, M. (2018). Using a Game Engine to Simulate Critical Incidents and Data Collection by Autonomous Drones. *2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*, 436-440.  
[https://www.researchgate.net/publication/327392594\\_Using\\_a\\_Game\\_Engine](https://www.researchgate.net/publication/327392594_Using_a_Game_Engine)

\_to\_Simulate\_Critical\_Incidents\_and\_Data\_Collection\_by\_Autonomous\_Drones

Soori, S., Can, B., Gurbuzbalaba, M. y Dehnavi, M. M. (2019). *ASYNCR: A Cloud Engine with Asynchrony and History for Distributed Machine Learning*. <https://academic.microsoft.com/paper/2981172876>

Sultana, N., Ibrahim, M. A. y Hogland, W. (2017). Web Usability Evaluation to Promote Public Responsibility for Municipal Waste and Resource-Efficiency. *Linnaeus Eco-Tech*. <https://doi.org/10.15626/Eco-Tech.2012.013>

Vela, E. (2016). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios del centro poblado de Santo Tomás, bases para una gestión adecuada, San Juan* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana [https://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4070/Eliada\\_Tesis\\_T%c3%adtulo\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4070/Eliada_Tesis_T%c3%adtulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Wadkar, M. & Patil, P. (2018). Traditional Infrastructure vs. Firebase Infrastructure. *Research and Developmen*, 2(4), 2050-2053. <https://studylib.net/doc/25383275/traditional-infrastructure-vs.-firebase-infrastructure>

Yong-Kul, K., Jin-Wook, C., Nak-Won, H., Gye-Hyeong, A. y Kil-Soo, P. (2018). An Incident Detection Algorithm Using Artificial Neural Networks and Traffic Information. *2018 Cybernetics & Informatics (K&I)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/CYBERI.2018.8337551>

Zoph, B., Vasudevan, V., Shlens, J. y Le, Q. V. (2018). *Learning Transferable Architectures for Scalable Image Recognition*. ArXiv:1707.07012 [Cs, Stat]. <http://arxiv.org/abs/1707.07012>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Árbol del Problema

# Plataforma de procesamiento de imágenes usando machine learning para el reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos



## Anexo 2. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿En qué medida un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes influirá el reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿En qué medida un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes influirá en la satisfacción de los habitantes?</li> <li>• ¿En qué medida un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reducirá el tiempo de atención de incidencias de residuos sólidos?</li> <li>• ¿En qué medida un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes mejorará la calidad en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos?</li> </ul>	<p>Objetivo general: Determinar en qué medida la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes podrá influir en el reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar en qué medida la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes influye en la satisfacción de los habitantes</li> <li>• Determinar en qué medida la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes reduce el tiempo de atención de incidencias de residuos sólidos</li> <li>• Determinar en qué medida la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes mejora la calidad en el reconocimiento de incidencia de residuos sólidos</li> </ul>	<p>Hipótesis general: Si se implementa un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes entonces podrá influir en el reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning influye en la satisfacción de los habitantes.</li> <li>• El uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning reduce el tiempo de atención de incidencias de residuos sólidos.</li> <li>• El uso de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning mejora la calidad en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Aplicativo Móvil de procesamiento de imágenes.</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Reconocimiento de una incidencia de residuos sólidos</p> <p><b>Variable Interviniente:</b></p> <p>Machine Learning</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa.</p> <p>Técnicas e instrumentos: Encuesta</p>

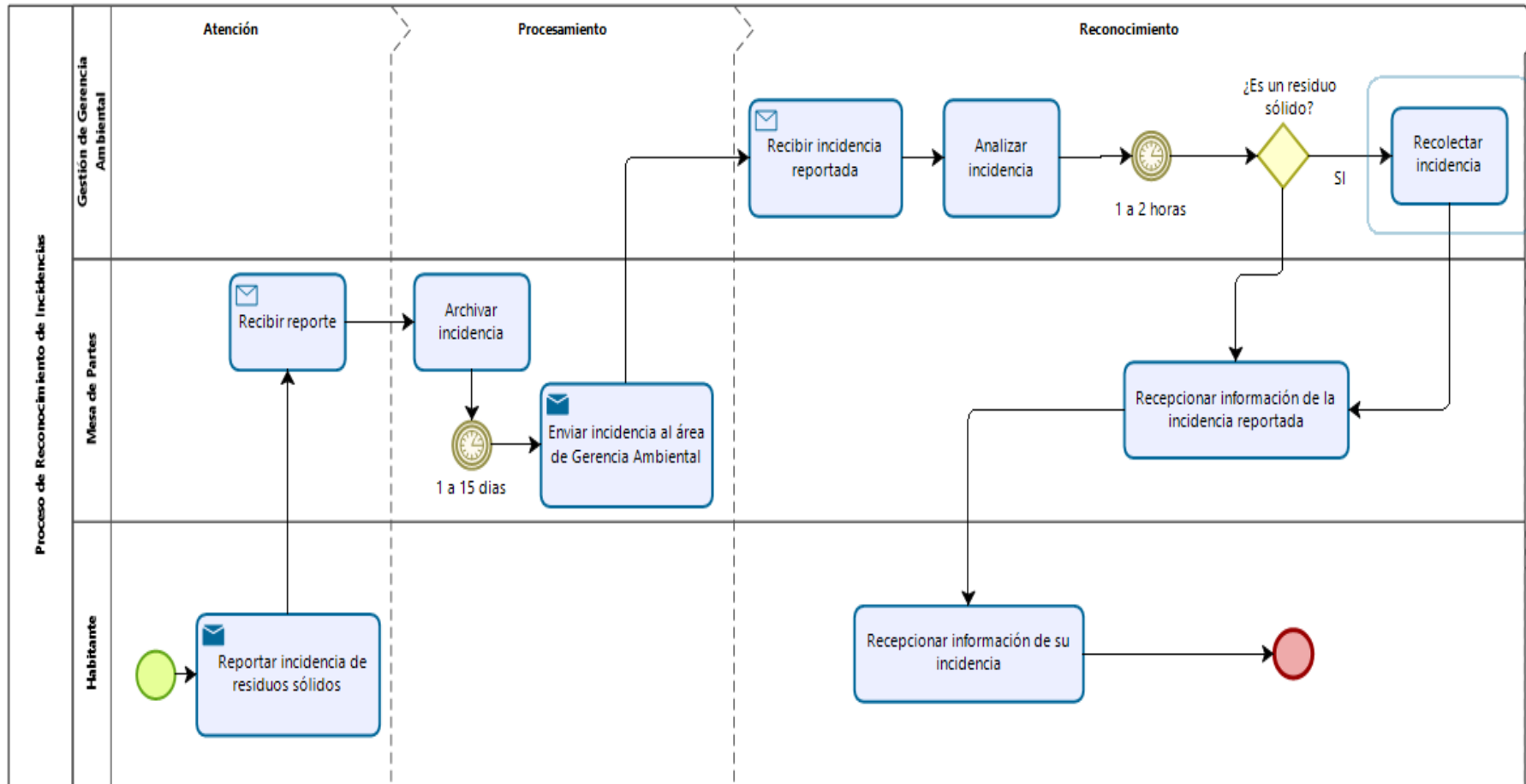


### Anexo 3. Matriz de Revisión

The screenshot shows the Zotero application window. The title bar includes the Zotero logo and standard window controls. The menu bar contains 'Archivo (F)', 'Editar', 'Herramientas', and 'Ayuda (H)'. The toolbar has icons for file operations and search. The left sidebar shows a tree view of libraries, with 'GeoWaste' selected under 'Bibliotecas de grupo'. The main pane displays a list of items with columns for 'Título' and 'Creador'. The list contains 40 entries, including titles like 'A Novel Chaos Theory Inspired Neuronal Architecture' and 'Artificial Intelligence'. The 'Creador' column lists authors such as 'Harikrishna...', 'Reza', 'Sudha et al.', etc. A status bar at the bottom left shows 'zotero.tagSelector.noTagsToDisplay', and a status bar at the bottom right shows '40 elementos en esta vista'.

Título	Creador
A Novel Chaos Theory Inspired Neuronal Architecture	Harikrishna...
A Survey of Visual Attention Models	Reza
An Automatic Classification Method For Environment Friendly Waste Segregation Using Deep Learning	Sudha et al.
An Incident Detection Algorithm Using Artificial Neural Networks and Traffic Information	Yong-Kul et...
Artificial Intelligence	Scarcello
Artificial neural network based modelling approach for municipal solid waste gasification in a fluidized bed reactor	Shankar et al.
Automated Incident Detection Algorithms for Urban Expressway	Guiyan et al.
BIN-CT: Urban waste collection based on predicting the container fill level	Ferrer y Alba
CamTest: A laboratory testbed for camera-based mobile sensing applications	Luo et al.
Design and Development of FoodGo: A Mobile Application using Situated Analytics to Augment Product Information	Abao et al.
Development of Bottle Recycling Machine Using Machine Learning Algorithm	Dhulekar et ...
Diagnóstico de áreas contaminadas pela disposição final de resíduos sólidos no município de Paço do Lumiar (MA)	Almeida Pi...
Evaluation of municipal solid waste options in Turkey: Scenarios for energy recovery, carbon mitigation and consequent financia...	Yilmaz y Ab...
Hyperspectral Imaging Based Platforms For Particulate Solids Characterization, Inspection And Quality Contro, Case Studies: Aplic...	Serranti et al.
Image-to-Image Translation with Multi-Path Consistency Regularization	Jianxin et al.
Intelligent Solid Waste Processing Using Optical Sensor Based Sorting Technology	Jiu Huang y...
Internet de las Cosas aplicada a la trazabilidad de la recolección de residuos en Ciudades Inteligentes	Difabio et al.
IOT based waste management system for smart city	Muley et al.
Knowledge discovery techniques for predicting country investment risk	Becerra-Fer...
Knowledge model for emergency response based on contingency planning system of China	Ni et al.
Machine learning enabled acoustic detection of sub-nanomolar concentration of trypsin and plasmin in solution	Tatarko et al.
Modeling and prediction of regional municipal solid waste generation and diversion in Canada using machine learning approach...	Kannangara...
Patterns of waste generation: A gradient boosting model for short-term waste prediction in New York City	Johnson et al.
Procesamiento de imágenes para reconocimiento de daños causados por plagas en el cultivo de Begonia semperflorens (flor de ...	Cáceres et al.
Prototipo de aplicación móvil instructiva, para el manejo y disposición de desechos sólidos en la ciudad de Bogotá.	Melo Murci...
Recolección y clasificación automática de desechos reciclables	Mejía et al.
Reconocimiento de imágenes para disminuir el exceso de residuos sólidos	Alcalde y O...
Remote sensing and GIS applications for municipal waste management	Singh
Risk analysis of dairy safety incidents in China	Song et al.
Smart Cities: Solving Urban Problems using Android Application	Bhoyar et al.
Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. II-Recent Progress	A.L.

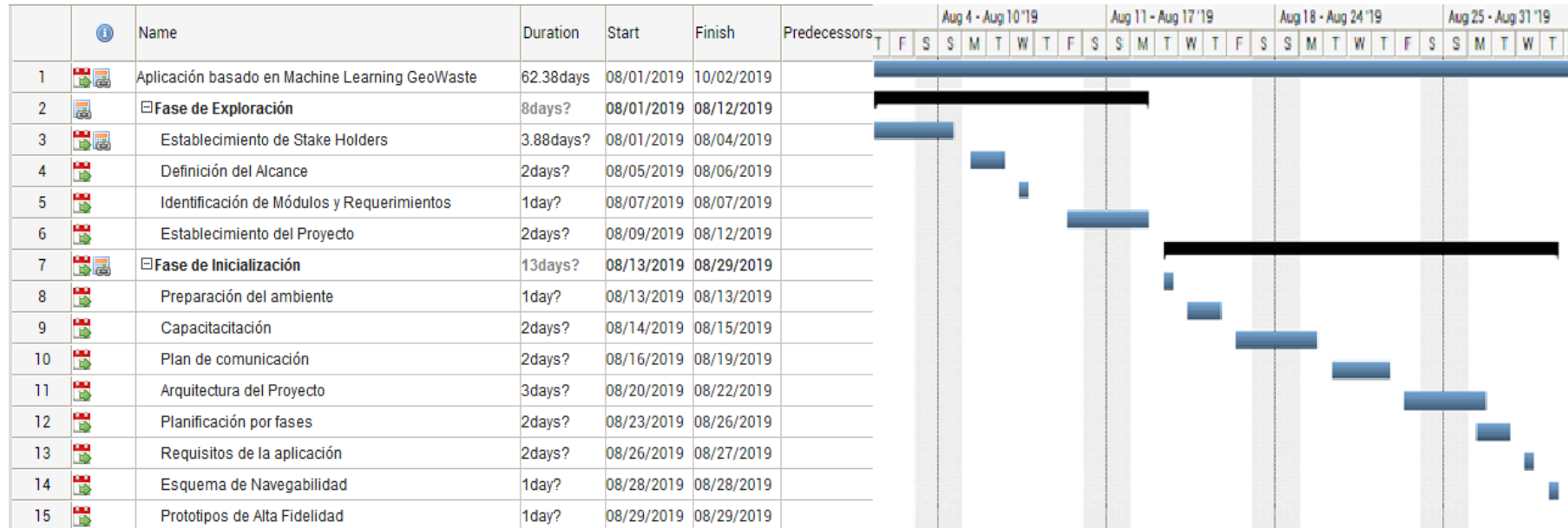
### Anexo 4. Proceso As - Is



### Anexo 5. Matriz de Operacionalización

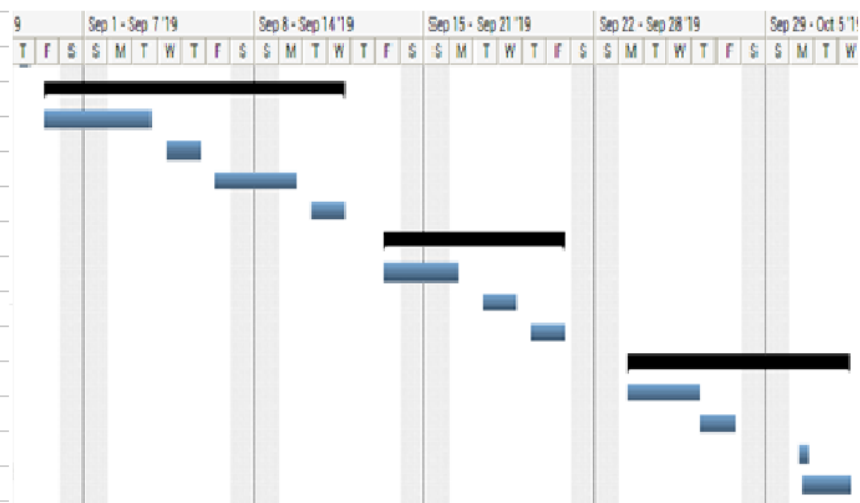
Variable	Dimensión	Indicador	Índice	Unidad de medida	Técnica	Tipo de Herramienta	Unidad de análisis
Proceso de reconocimiento de incidencias de residuos sólidos	Tiempo	Exceso de tiempo para identificar las incidencias	10-20-30	Minutos	OBSERVACIÓN	Ficha de Registro	Incidencia
		Exceso de tiempo para clasificar las incidencias	0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5	Minutos			Incidencia
	SATISFACCIÓN	Disconformidad en la atención de incidencias de residuos sólidos	Muy en desacuerdo Desacuerdo Indiferente De acuerdo Muy de acuerdo	Escala de Lickert	ENCUESTA	Cuestionario	Incidencia
	CALIDAD	Número Errores en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos	1,2,3	Cantidad	OBSERVACIÓN	Ficha de Registro	Incidencia
		Margen de error en el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos	5%, 10% y 20%	Porcentaje			

## Anexo 6. Cronograma Detallado Primera Parte



## Anexo 7. Cronograma Detallado Segunda Parte

16		<input type="checkbox"/> Fase de Producción	9days?	08/30/2019	09/11/2019
17		Definir las tarjetas de historias de usuario	3days?	08/30/2019	09/03/2019
18		Realizar las tarjetas de historias de usuario	2days?	09/04/2019	09/05/2019
19		Definir las tarjetas de tarea	2days?	09/06/2019	09/09/2019
20		Realizar las tarjetas de tareas	2days?	09/10/2019	09/11/2019
21		<input type="checkbox"/> Fase de Estabilización	6days?	09/13/2019	09/20/2019
22		Sincronizar el aplicativo móvil con la base de datos	3days?	09/13/2019	09/16/2019
23		Integración de los módulos	2days?	09/17/2019	09/18/2019
24		Verificación de las correcciones	2days?	09/19/2019	09/20/2019
25		<input type="checkbox"/> Fase de Pruebas	7.38days?	09/23/2019	10/02/2019
26		Definir Pruebas a realizar	3days?	09/23/2019	09/26/2019
27		Definir los criterios de aprobación	2days?	09/26/2019	09/27/2019
28		Ejecutar los casos de prueba	1day?	09/30/2019	09/30/2019
29		Verificación de la correcciones	2days?	09/30/2019	10/02/2019



## Anexo 8: Reunión con la Municipalidad de Lima



MUNICIPALIDAD DE LIMA Jefatura de Seguridad

PAPELETA DE VISITA

Nombres: MANUEL ANTONIO  
Apellidos: ALCALDE CASTAÑEDA  
DNI: 74824444  
Fecha: 30/09/19  
Hora de ingreso: 09:30 Hora de salida:  
Gerencia y/o área que visita: SGA  
Funcionario y/o trabajador con quien se reúne:  
G. AVILA  
Firma y sello del entrevistado:  
Nota: El presente documento se debe presentar al momento de retirarse para recabar su documento de identidad.


MUNICIPALIDAD DE LIMA Jefatura de Seguridad


PAPELETA DE VISITA

Nombres: DIEGO FERNANDEZ  
Apellidos: OREZ LGON  
DNI: 76525488  
Fecha: 30/09/19  
Hora de ingreso: 09:30 Hora de salida:  
Gerencia y/o área que visita: SGA  
Funcionario y/o trabajador con quien se reúne:  
G. AVILA  
Firma y sello del entrevistado:  
Nota: El presente documento se debe presentar al momento de retirarse para recabar su documento de identidad.



## Anexo 9. Carta enviada a la Municipalidad de Punta Hermosa

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUNTA HERMOSA**  
SECRETARÍA DE GESTIÓN DOCUMENTARIA  
14 NOV. 2019  
**RECIBIDO**  
Exped.: 784 Firma: [Firma] Foto: 01440

**Autónoma**  
Universidad Autónoma del Perú

Lima, 06 de noviembre de 2019  
*DESARROLLO HUMANO*

Sr.  
**JORGE OLAECHEA REYES**  
Alcalde del Distrito de Punta Hermosa  
LIMA.  
Presente.

Me es grato dirigirme a Ud. y al **Gerente de Desarrollo Humano y Social, JOSÉ CARLOS CRUZ GORDILLO**, para hacerle presente mis más cordiales saludos a nombre de la Universidad Autónoma del Perú y a la vez solicitarle su colaboración y apoyo para que nuestros estudiantes del X Ciclo de la Carrera Profesional de ING. DE SISTEMAS, puedan con el visto bueno y aprobación de vuestra institución llevar a cabo una investigación sobre "APLICATIVO MÓVIL DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES USANDO MACHINE LEARNING PARA EL RECONOCIMIENTO DE INCIDENCIAS DE RESIDUOS SÓLIDOS", durante el período NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2019, como parte del proceso de formación de pregrado que deben realizar.


Los estudiantes investigadores son:


- ALCALDE CASTAÑEDA MANUEL ANTONIO. DNI: 74824444
- ORTIZ LEON DIEGO. DNI: 76525488

Es importante señalar que nuestros estudiantes tomarán los resguardos necesarios para no interferir con el normal funcionamiento de las actividades propias de vuestra institución y por el contrario se comprometen a aportar en todo aquello que signifique una mejora del proceso reconocimiento de incidencias relacionadas con residuos sólidos.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

**Autónoma**  
Universidad Autónoma del Perú  
Dirección de la Carrera  
Ingeniería de Sistemas

**GDHYS**  
15 NOV. 2019  
**RECIBIDO**  
HORA: 10:54 pm FIRMA: [Firma]

campus Lima Sur: Panamericana Sur Km. 16.3 - Villa El Salvador  
línea telefónica: 715 3335  
línea de atención al postulante: 715 3333 / 500 1800  
[www.autonoma.pe](http://www.autonoma.pe)

## Anexo 10. Carta de autorización de investigación de la Municipalidad de Punta Hermosa



Municipalidad  
de Punta Hermosa

CARTA DE ACEPTACIÓN PARA REALIZACIÓN DE PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN EN LA MUNICIPALIDAD DE PUNTA HERMOSA

Lima 03 de **Diciembre** de 2019

Sr.  
José Luis Herrera Salazar  
Director de Carrera Profesional de Ingeniería de Sistemas  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Autónoma del Perú  
Presente. -

De nuestra consideración

Es grato dirigirme a ustedes en representación de la Municipalidad de Punta Hermosa para hacer de su conocimiento que los señores Manuel Alcalde Castañeda y Diego Ortiz León, estudiantes de la carrera profesional de ingeniería de sistemas de vuestra institución universitaria Autónoma del Perú que usted representa, ha sido admitido para realizar la investigación "Aplicación Móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning para el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos en Punta Hermosa" en la Gerencia de Desarrollo Humano y Social de nuestra Municipalidad, teniendo como fecha de inicio 03 de **Diciembre** del 2019.

Sin otro particular, quedo de usted

Atentamente

José Carlos Cruz Gordillo  
Gerente de Desarrollo Humano y Social



# Anexo 11. Validación a través de juicio de expertos 1

## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	Aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning para el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos
Nombre(s) del(s) instrumento(s)	Cuestionario y Ficha de registro.
Autor(es) del instrumento	Manuel Antonio Alcalde Castañeda y Diego Jhonatan Ortiz Leon

N°	DIMENSIONES / Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>DIMENSION 1: TIEMPO</b>								
1	Tiempo de registro de incidencias	X		X		X		
2	Tiempo de identificaciones de magnitud de incidencias	X		X		X		
3	Tiempo de clasificación de las incidencias	X		X		X		
4	Tiempo en el que la incidencia reportada llega al área encargada.	X		X		X		
<b>DIMENSION 2: SATISFACCIÓN</b>								
1	¿Qué tan de acuerdo está usted con los tiempos que usa la municipalidad en resolver una incidencia?	X		X		X		
2	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a su municipalidad reduciendo los tiempos de ubicación de las acumulaciones de residuos sólidos?	X		X		X		
3	¿Qué tan de acuerdo está usted con adoptar una medida en cuanto a la protección del medio ambiente?	X		X		X		
4	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a los demás habitantes del distrito realizando quejas sobre residuos sólidos?	X		X		X		
5	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar el reconocimiento de las incidencias reportadas por los habitantes?	X		X		X		
6	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar la clasificación de incidencias de residuos sólidos?	X		X		X		
7	¿Qué tan de acuerdo está usted con disminuir el número de errores al momento de reportar las incidencias?	X		X		X		
8	¿Qué tan de acuerdo está usted con reducir el margen de error cuando un habitante reporta una incidencia?	X		X		X		
<b>DIMENSION 3: CALIDAD</b>								
1	Cantidad de errores registrados en registro de una incidencia	X		X		X		
2	Cantidad de errores registrados en la clasificación de incidencias	X		X		X		
3	Cantidad de errores registrados en la identificación de incidencias	X		X		X		
4	Porcentaje de incidencias falsas reportadas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ]   Aplicable después de corregir [X]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Callo Muñoz Gonzalo   DNI: 07202697

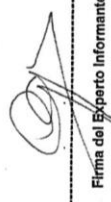
Especialidad del validador: Director Planeación Unidad Autónoma de Perú

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.   21 ..... de Noviembre del 2019

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se fice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

 Firma del Experto Informante.

## Anexo 12. Validación a través de juicio de expertos 2

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	Aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning para el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos
Nombre(s) del(os) instrumento(s)	Cuestionario y Ficha de registro.
Autor(es) del instrumento	Manuel Antonio Alcalde Castañeda y Diego Jhonatan Ortiz Leon

Nº	DIMENSIONES / Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>DIMENSIÓN 1: TIEMPO</b>								
1	Tiempo de registro de incidencias	X		X		X		
2	Tiempo de identificaciones de magnitud de incidencias	X		X		X		
3	Tiempo de clasificación de las incidencias	X		X		X		
4	Tiempo en el que la incidencia reportada llega al área encargada.	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: SATISFACCIÓN</b>								
1	¿Qué tan de acuerdo está usted con los tiempos que usa la municipalidad en resolver una incidencia?	X		X		X		
2	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a su municipalidad reduciendo los tiempos de ubicación de las acumulaciones de residuos sólidos?	X		X		X		
3	¿Qué tan de acuerdo está usted con adoptar una medida en cuanto a la protección del medio ambiente?	X		X		X		
4	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a los demás habitantes del distrito realizando quejas sobre residuos sólidos?	X		X		X		
5	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar el reconocimiento de las incidencias reportadas por los habitantes?	X		X		X		
6	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar la clasificación de incidencias de residuos sólidos?	X		X		X		
7	¿Qué tan de acuerdo está usted con disminuir el número de errores al momento de reportar las incidencias?	X		X		X		
8	¿Qué tan de acuerdo está usted con reducir el margen de error cuando un habitante reporta una incidencia?	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 3: CALIDAD</b>								
1	Cantidad de errores registrados en registro de una incidencia	X		X		X		
2	Cantidad de errores registrados en la clasificación de incidencias	X		X		X		
3	Cantidad de errores registrados en la identificación de incidencias	X		X		X		
4	Porcentaje de incidencias falsas reportadas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): .....

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: **Jhanguirre Villanueva Orlando C.** DNI: **40609966**

Especialidad del validador: **Ingeniería de Sistemas** ..... de **21** de Octubre del 2019

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Firma del Experto Informante.

## Anexo 13. Validación a través de juicio de expertos 3

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

<b>Título de la investigación</b>	Aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando Machine Learning para el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos										
<b>Nombre(s) del instrumento(s)</b>	Cuestionario y Ficha de registro.										
<b>Autor(es) del instrumento</b>	Manuel Antonio Alcalde Castañeda y Diego Jhonatan Ortiz Leon										


N°	DIMENSIONES / Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
<b>DIMENSIÓN 1: TIEMPO</b>								
1	Tiempo de registro de incidencias	/	/	/	/	/	/	
2	Tiempo de identificaciones de magnitud de incidencias	/	/	/	/	/	/	
3	Tiempo de clasificación de las incidencias	/	/	/	/	/	/	
4	Tiempo en el que la incidencia reportada llega al área encargada.	/	/	/	/	/	/	
<b>DIMENSIÓN 2: SATISFACCIÓN</b>								
1	¿Qué tan de acuerdo está usted con los tiempos que usa la municipalidad en resolver una incidencia?	/	/	/	/	/	/	
2	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a su municipalidad reduciendo los tiempos de ubicación de las acumulaciones de residuos sólidos?	/	/	/	/	/	/	
3	¿Qué tan de acuerdo está usted con adoptar una medida en cuanto a la protección del medio ambiente?	/	/	/	/	/	/	
4	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a los demás habitantes del distrito realizando quejas sobre residuos sólidos?	/	/	/	/	/	/	
5	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar el reconocimiento de las incidencias reportadas por los habitantes?	/	/	/	/	/	/	
6	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar la clasificación de incidencias de residuos sólidos?	/	/	/	/	/	/	
7	¿Qué tan de acuerdo está usted con disminuir el número de errores al momento de reportar las incidencias?	/	/	/	/	/	/	
8	¿Qué tan de acuerdo está usted con reducir el margen de error cuando un habitante reporta una incidencia?	/	/	/	/	/	/	
<b>DIMENSIÓN 3: CALIDAD</b>								
1	Cantidad de errores registrados en registro de una incidencia	/	/	/	/	/	/	
2	Cantidad de errores registrados en la clasificación de incidencias	/	/	/	/	/	/	
3	Cantidad de errores registrados en la identificación de incidencias	/	/	/	/	/	/	
4	Porcentaje de incidencias falsas reportadas	/	/	/	/	/	/	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): ..... **SI HAY SUFICIENCIA** .....

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [x]      No aplicable [ ]      Aplicable después de corregir [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: ..... **FERRANDES CALDERÓN G.** .....      DNI: ..... **18163042** .....

Especialidad del validador: ..... **ESTADÍSTICA** .....

  
 ..... de Noviembre del 2019

Firma del Experto Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo  
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

## Anexo 14. Pasos para la instalación del aplicativo móvil GeoWaste

**1. Abrir Play Store**

**2. Buscar GeoWaste**

**3. Dar clic en instalar**

**4. Esperar a la finalización de la instalación**

**5. Darle clic en abrir**

# Pasos para la instalación de GeoWaste en tu dispositivo móvil



## Anexo 15. Cuestionario de satisfacción ciudadana

### HABITANTES DEL DISTRITO DE PUNTA HERMOSA

Cuestionario para la implementación de un aplicativo móvil de procesamiento de imágenes usando machine learning para el reconocimiento de incidencias de residuos sólidos.

Enunciado	Valor
Muy en desacuerdo	1
Desacuerdo	2
Indiferente	3
De acuerdo	4
Muy de Acuerdo	5

N°	Enunciado	Valor				
		1	2	3	4	5
1	¿Qué tan de acuerdo está usted con los tiempos que usa la municipalidad en resolver una incidencia?					
2	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a su municipalidad reduciendo los tiempos de ubicación de las acumulaciones de residuos sólidos?					
3	¿Qué tan de acuerdo está usted con adoptar una medida en cuanto a la protección del medio ambiente?					
4	¿Qué tan de acuerdo está usted con apoyar a los demás habitantes del distrito realizando quejas sobre residuos sólidos?					
5	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar el reconocimiento de las incidencias reportadas por los habitantes?					
6	¿Qué tan de acuerdo está usted con mejorar la clasificación de incidencias de residuos sólidos?					
7	¿Qué tan de acuerdo está usted con disminuir el número de errores al momento de reportar las incidencias?					
8	¿Qué tan de acuerdo está usted con reducir el margen de error cuando un habitante reporta una incidencia?					



**Anexo 17. Ficha de registro de información (Tiempo de Clasificación)**

Fecha	Metricas a Evaluar
	Tiempo de Clasificación de Incidencias





