



**UNIDAD ACADÉMICA:**

OFICINA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADOS

**TEMA:**

DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS  
GEOESPACIALES DE LA INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA DEL GOBIERNO  
PROVINCIAL DE CHIMBORAZO CON DISPOSITIVOS MÓVILES.

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de**

**Magister en Gerencia Informática**

**Línea de Investigación, Innovación y Desarrollo principal:**

Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus  
Aplicaciones

**Caracterización técnica del trabajo:**

Desarrollo

**Autor:**

Ing. Jaime Patricio Zárate Piray

**Director:**

Mg. Liliana del Rocío Mena Hernández

**Ambato - Ecuador**

Diciembre 2017

# **DESARROLLO DE UN MODELO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES DE LA INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO CON DISPOSITIVOS MÓVILES**

Informe de Trabajo de Titulación presentado  
ante la  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
Sede Ambato

por

Jaime Patricio Zárate Piray

En cumplimiento parcial de los  
requisitos para el Grado de Magister  
en Gerencia Informática



**Oficina de Investigación y Postgrados**  
Diciembre 2017

# Desarrollo de un Modelo para la Recopilación de Datos Geospaciales de la Infraestructura Productiva del Gobierno Provincial de Chimborazo con dispositivos móviles.

Aprobado por:

Diego Armando Jiménez Bosquez, Prof  
Presidente del Comité Calificador  
Coordinador de la Oficina  
de Investigación Posgrados

Enrique Xavier Garcés Freire, Ing. Mg  
Miembro Calificador

Liliana del Rocío Mena Hernández, Ing. Mg  
Miembro Calificador  
Director de Proyecto

Dr. Hugo Rogelio Altamirano Villarroel  
Secretario General



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SECRETARÍA GENERAL  
PROCURADURÍA

Galo Mauricio López Sevilla, Ing. Mg  
Miembro Calificador

Fecha de aprobación:  
Diciembre 2017



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

BIBLIOTECA

## **Ficha Técnica**

**Programa:** Magister en Gerencia Informática

**Tema:** DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES DE LA INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO CON DISPOSITIVOS MÓVILES

**Tipo de trabajo:** Desarrollo

**Clasificación técnica del trabajo:** Desarrollo

**Autor:** Jaime Patricio Zárate Piray

**Director:** Mg. Liliana del Rocío Mena Hernández

### **Líneas de Investigación**

**Principal:** Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus Aplicaciones

### **Resumen Ejecutivo**

Se realiza el desarrollo de un modelo para la recopilación de datos geoespaciales de la infraestructura productiva del Gobierno Provincial de Chimborazo con la utilización de dispositivos móviles, se siguió la fase de modelado de gestión, de datos, de procesos, de aplicaciones y de pruebas con la ayuda del método de Desarrollo Rápido de Aplicaciones. Se aplica el método de investigación inductivo; como técnicas se usa la observación y encuesta, dentro de los instrumentos están la ficha, el cuestionario y la entrevista. Se configura un servidor de datos y de aplicaciones, a la vez que se desarrolla un formulario electrónico para el levantamiento de la información en sitio, con la ventaja de tener datos geoespaciales y alfanuméricos. Finalmente, se valida el modelo con una encuesta de satisfacción del cliente, a la vez, que se analiza los indicadores de tiempo, errores y acceso a la información.

## Declaración de Originalidad y Responsabilidad

Yo, Jaime Patricio Zarate Piray, portador de la cédula de ciudadanía No. 0602704926, declaro que los resultados obtenidos en el proyecto de titulación y presentados en el informe final, previo a la obtención del título de Magister en Gerencia Informática, son absolutamente originales y personales. En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto, y luego de la redacción de este documento, son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Jaime Patricio Zárate Piray

0602704926



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

BIBLIOTECA

## **Reconocimientos**

Quiero empezar agradeciendo a Dios por ser la guía a lo largo de mi vida, por iluminarme en el caminar de mi carrera por ser mi baluarte en los momentos de agotamiento y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres Mariana y Alfonso por el amor, la entrega y su ejemplo de vida. A mis hermanos Juan y Alexandra por su apoyo y por ser un ejemplo de desarrollo y superación profesional.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato y a su equipo docente que con su acertada formación apoyaron al cumplimiento de esta meta profesional y personal.

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el desarrollo de un modelo para la recopilación de datos geospaciales de la infraestructura productiva del Gobierno Provincial de Chimborazo usando dispositivos móviles y herramientas open source. El modelo se basa en una adecuación del método de Desarrollo Rápido de Aplicaciones en sus fases de modelado de gestión, datos, procesos, aplicaciones y pruebas. Se utiliza el método inductivo así también las técnicas de investigación como: observación y encuesta; para la observación se utiliza la ficha como instrumento y para la encuesta la aplicación de dos cuestionarios y una entrevista. Previo al proceso de recopilación de la información se configura el servidor de datos y de aplicaciones, posteriormente se crea un formulario electrónico con la información de las características de la infraestructura productiva, para ser descargado e instalado desde los dispositivos móviles del personal a cargo. Dicho formulario sirve para el levantamiento de la información en sitio, tanto de datos geospaciales como no geográficos. Para validar el modelo propuesto se utiliza una encuesta de satisfacción del cliente, y además se realiza un análisis con indicadores de eficiencia en tiempo, disminución del número de errores y masificación de la información. De los resultados obtenidos se puede afirmar que existe una mejora en el proceso de recolección de datos en sitio y con ello una optimización de tiempo y recursos; disminuyendo errores, centralizando la información y proporcionando información fiable y a tiempo.

**Palabras claves:** SIG, GIS, geolocalización, infraestructura productiva, dispositivos móviles.

## **Abstract**

The aim of this study is to develop a model for geospatial data collection of the Provincial Government of Chimborazo's manufacturing infrastructure using mobile devices and open source tools. The model is based on an adaptation of the rapid application development model in its modeling stages of management, data, processes, applications and tests. The inductive method is used as well as the research techniques of observation and survey. For observation, a sheet is used as the instrument and for survey, two questionnaires and an interview are applied. Before the data collection process, the data and application server is set up. Then an e-form is created with the information of the features of the manufacturing infrastructure for it to be downloaded and installed from the mobile devices of the staff in charge. This form is useful for collecting on-site data, both geospatial and non-geographical data. In order to validate the proposed model, a customer satisfaction survey is used and an analysis is carried out with indicators of time efficiency, the reduction of the number of mistakes and the overcrowding of information. From the findings, it is possible to confirm that there has been an improvement in the on-site data collection process, and thereby an optimization of time and resources, thus reducing mistakes, centralizing the information and providing reliable and timely information.

**Key words:** SIG, GIS, geolocation, productive infrastructure, mobile devices

## Tabla de Contenidos

<b>Ficha Técnica .....</b>	<b>iii</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>vi</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>vii</b>
<b>Tabla de Contenidos .....</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>xii</b>
CAPÍTULOS	
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción del documento.....	1
<b>2. Planteamiento de la Propuesta de Trabajo.....</b>	<b>3</b>
2.1. Información técnica básica .....	4
2.2. Descripción del problema .....	4
2.3. Preguntas básicas.....	4
2.4. Justificación .....	5
2.5. Formulación de meta.....	6
2.6. Objetivos .....	6
2.7. Delimitación funcional.....	6
<b>3. Marco Teórico .....</b>	<b>7</b>
3.1. Definiciones y conceptos .....	7
3.1.1 Recolección De Datos.....	7
3.1.1.1 Importancia de la recolección de datos. ....	7
3.1.1.2 Tipos de Datos.....	7
3.1.1.3 Datos erróneos.....	8
3.1.2 Sistemas Geoespaciales .....	8
3.1.2.1 Definición de Sistema de Información Geográfica (SIG) .....	8
3.1.2.2 Sistema de Coordenadas.....	8

3.1.2.3	Concepto de almacenamiento de datos .....	9
3.1.2.4	Entornos de recolección de datos .....	9
3.1.3	Modelos para la recolección de datos .....	10
3.1.3.1	Desarrollo Rápido de Aplicaciones .....	10
3.1.3.2	Método de recolección, representación y análisis de datos .....	11
3.2.	Estado del Arte.....	12
<b>4.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>14</b>
4.1.	Método de Investigación.....	14
4.1.1.	Métodos General.....	14
4.1.2.	Métodos Específico .....	14
4.1.3.	Técnicas e Instrumentos .....	15
4.1.3.1	Observación.....	15
4.1.3.2	Encuesta.....	15
4.1.3.3	Población .....	16
4.1.3.4	Recolección de información .....	17
4.1.4.	Análisis .....	17
4.1.4.1	Procesamiento del instrumento .....	17
4.1.4.2	Tabulación .....	18
4.1.5	Resultado de las encuestas.....	18
4.1.5.1	Tabulación y resultados.....	18
4.1.6.	Estudio del diagnóstico.....	22
4.1.6.1	Diagnóstico de entornos para recolectar datos en campo .....	22
4.1.7.	Importancia de un software para la recolección de datos en sitio .....	24
4.1.8.	Comparativo de las Herramientas para la Recolección de Datos .....	25
4.1.9.	Diagnóstico para sistemas de Recolección de Datos .....	27
4.2.	Metodología de Desarrollo.....	27
4.2.1.	Modelo de Gestión.....	27
4.2.2.	Modelo de Datos .....	27

4.2.3. Modelo de Procesos.....	28
4.2.4. Generación de Aplicaciones.....	28
4.2.5. Pruebas y Entrega .....	28
<b>5. Resultados .....</b>	<b>29</b>
5.1. Modelado de Gestión .....	29
5.1.1. Datos Informativos .....	29
5.1.2. Antecedentes .....	30
5.1.3. Justificación.....	30
5.1.4. Nombre de la propuesta.....	32
5.2. Modelado de Datos .....	32
5.2.1. Propuesta Operativa .....	32
5.2.2. Roles.....	33
5.2.3. Organización del trabajo en campo.....	34
5.3. Modelado de Procesos .....	34
5.3.1. Socialización del trabajo a la población encuestada.....	34
5.3.2. Acceso a la Unidad Productiva.....	36
5.3.3. Levantamiento de datos en la unidad productiva.....	36
5.3.4. Entrevistas.....	36
5.4. Generación de Aplicaciones.....	37
5.4.1. Guía para realizar la entrevista en campo.....	37
5.4.2. Diseño de los Cuestionarios Digitales .....	37
5.4.3. Elaboración de los Cuestionarios Digitales.....	41
5.4.4. Subida al Servidor de Base de Datos de los formularios.....	46
5.5. Pruebas y Entrega .....	47
5.5.1. Exportar archivos.....	48
5.5.2. Publicación de la Información .....	48
5.6. Análisis de Resultados .....	50
5.6.1 Comparativa referencial.....	50

5.7. Validación de resultados.....	53
5.7.1. Investigación de campo.....	53
5.7.2. Indicadores.....	54
5.7.3. Tabulación.....	54
5.7.4. Discusión de los resultados.....	58
<b>6. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>59</b>
6.1. Conclusiones.....	59
6.2. Recomendaciones.....	60
<b>Referencias.....</b>	<b>.....</b>

## Lista de Tablas

1. Población.....	17
2. Recolección de información.....	17
3. Cuadro comparativo de las Herramientas para la Recolección de Datos. ....	25
4. Guía Entrevista de campo.....	37
5. Formulario de levantamiento de Información.....	39
6. Secciones del formulario.....	42
7. Medición de tiempos.....	51
8. Número de errores.....	52
9. Resultado tiempos de recolección.....	54
10. Resultado errores generados.....	55
11. Resultado acceso a la información.....	56

## Lista de Figuras

1. <i>Recolección de Información</i> .....	18
2. <i>Dificultades para recopilar la información</i> .....	19
3. <i>Errores de recopilación de información</i> .....	19
4. <i>Disminuir errores al recopilar la información</i> .....	20
5. <i>Mejorar la manera de recolectar información</i> .....	20
6. <i>Facilidad en el proceso</i> .....	21
7. <i>Cuan útil usar formato electrónico</i> .....	21
8. <i>Beneficio de la representación de la información</i> .....	22
9. <i>Modelo Propuesto</i> .....	29
10. <i>ODK Build</i> .....	41
11. <i>Opciones del desarrollador de formularios</i> .....	42
12. <i>Formulario realizado por el desarrollador de formularios</i> .....	43
13. <i>Instalación y Características del App ODK Collect</i> .....	44
14. <i>Configuración de ODK Collect con el servidor Odk Aggregate</i> .....	44
15. <i>Servidor web</i> .....	46
16. <i>Cargar formulario</i> .....	47
17. <i>XML del formulario</i> .....	47
18. <i>Exportar datos</i> .....	48
19. <i>Publicación de resultados</i> .....	49
20. <i>Detalle de los registros</i> .....	49
21. <i>Tiempos de recolección</i> .....	54
22. <i>Disminución de tiempo en recolectar datos</i> .....	55
23. <i>Utilidad del modelo</i> .....	55
24. <i>Disminución número de errores</i> .....	56
25. <i>Resultado acceso a la información</i> .....	57
26. <i>Acceso a la información</i> .....	57

## Capítulo 1

# Introducción

La información geográfica en la actualidad ha tomado relevancia, más aún con los sistemas computarizados con el fin de visualizar y manipular bases de datos con información espacial. Es utilizada en varios campos del saber humano, de forma especial en planeación y como insumo para la toma de decisiones.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es el desarrollo de un modelo para recopilar datos geospaciales aplicado en el eje de infraestructura productiva en el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo (GADPCH) con el uso de dispositivos móviles.

Con este trabajo de investigación se pretende desarrollar un modelo para recopilar datos geospaciales de la Infraestructura Productiva del GADPCH, con el uso de dispositivos móviles para contar con información en el menor tiempo posible para de este modo ayudar en la toma de decisiones a nivel de las coordinaciones y autoridades que hacen el nivel directivo.

### 1.1. Descripción del documento

El primer capítulo establece los antecedentes, el problema y la justificación del por qué desarrollar dicho modelo es útil en el desarrollo de las actividades y en la información para la toma de decisiones, posteriormente se determina los objetivos de la investigación y sus respectivas variables que intervienen; para finalmente desarrollar el fundamento teórico de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la recopilación de información mediante el uso de dispositivos móviles.

El segundo capítulo de la investigación define claramente la metodología general, con la aplicación de una investigación bibliográfica y de campo, se utiliza los métodos específicos exploratorio y analítico; se utilizó como técnica la encuesta, observación y entrevista; como instrumento de la observación se hizo una ficha, para la entrevista se desarrolló un formulario de preguntas con su respectiva tabulación;

finalmente se aplica el ciclo de vida de software denominado Desarrollo Rápido de Aplicaciones (DRA) secuenciada en los pasos correspondientes aplicados a nuestra realidad investigativa.

El tercer capítulo se presenta el modelo propuesto a partir de la metodología implementada, para mejorar la tarea de recolectar datos en campo, como insumo indispensable y esencial en la generación del conocimiento, dado que actualmente dicha tarea no se realiza de forma automatizada y formal.

El capítulo cuarto se analiza los resultados, se revisa la operatividad del modelo de recolección de datos y su funcionalidad mediante el análisis y la validación de los resultados generados durante todo el proceso de investigación.

## Capítulo 2

### Planteamiento de la Propuesta de Trabajo

En la actualidad son gigantescos los adelantos tecnológicos a nivel mundial, pero se presenta una debilidad en el sector público debido a la escasa inversión tecnológica; de esto no está exento el Ecuador ni la provincia de Chimborazo, misma que está ubicada en la zona centro del país, y de acuerdo al último Censo del año 2010, tiene una población de 458.581 habitantes, de ellos el 59,20% vive en las zonas rurales, y el 40,80% en zonas urbanas, es decir, que la mayor parte de la población se concentra en las zonas rurales.

De acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador y al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), el GADPCH debe ejecutar participativamente los proyectos en los sectores rurales y los esfuerzos que se realizan son muy grandes frente a los requerimientos que tienen las ciudadanas y ciudadanos; en realidad no se optimizan los tiempos a la hora de realizar la captura, procesamiento y presentación de la información. En el GADPCH existe una débil gestión de la información de la infraestructura productiva, lo que genera pérdida de tiempo y talento humano, debido a que ésta se la recopila manualmente en el campo; en algunos casos se lo hace con letra ilegible lo que conlleva a una mala interpretación de los datos obtenidos; posteriormente se realiza la sistematización en hojas de Excel y por finalmente se realiza el correspondiente reporte.

En base a lo antes mencionado se propone desarrollar un modelo que facilite la recopilación de los datos geoespaciales de la infraestructura productiva que agilite el trabajo de los técnicos del GADPCH, con la finalidad de apoyar su desarrollo profesional y reducir el tiempo empleado en este proceso.

Se utilizarán herramientas tecnológicas que faciliten la recopilación de datos en tiempo real, mediante dispositivos móviles se posibilita la captura de datos de localización geográfica, se utiliza sistemas de código abierto, con equipos fáciles de portar y transportar por ende facilita la movilidad de los técnicos, este modelo permitirá la recopilación, sistematización, publicación y actualización de la base de datos a fin de que exista un mejor manejo de la información para la toma de decisiones sobre la infraestructura productiva de la provincia de Chimborazo.

## 2.1. Información técnica básica

**Tema:** Desarrollo de un Modelo para la Recopilación de Datos Geoespaciales de la Infraestructura Productiva del Gobierno Provincial De Chimborazo con dispositivos móviles

**Tipo de trabajo:** Desarrollo

**Clasificación técnica del trabajo:** Desarrollo.

### Líneas de Investigación

**Principal:** Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus Aplicaciones

## 2.2. Descripción del problema

En nuestro país existe el Sistema Nacional de Información, que tal como se explica en su página web, “constituye el conjunto organizado de elementos que permiten la interacción de actores con el objeto de acceder, recoger, almacenar y transformar datos en información relevante para la planificación del desarrollo y las finanzas públicas”, (OFICIAL, 2010). Mismo que es utilizado de forma obligatoria por todas las entidades descentralizadas del Ecuador; sin embargo, el problema detectado en el GADPCH radica en la débil aplicación de herramientas para la gestión de la información georeferenciada de la infraestructura productiva ejecutada con sus poblaciones objetivo, así como también porque se realiza la recopilación manual de la información geoespacial de la citada infraestructura. Todo esto conlleva a la demora en la presentación de información geoespacial a las Autoridades para la toma de decisiones acertadas.

## 2.3. Preguntas básicas

**¿Cómo aparece el problema que se pretende solucionar?** Las instituciones desconcentradas del país se encuentran realizando sus planificaciones basándose en información georeferenciada.

**¿Por qué se origina?** La falta de un modelo para la recopilación de la información geoespacial de la infraestructura productiva que ejecuta el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo.

**¿Qué lo origina?** La necesidad de mejorar el proceso de recopilación, sistematización, análisis, entrega de resultados de la información.

**¿Cuándo se origina?** No aplica.

**¿Dónde se origina?** Coordinación de Fomento Productivo.

**¿Dónde se detecta?** Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo.

## 2.4. Justificación

Se atribuyó competencias exclusivas a los Gobierno Autónomos Descentralizados Provinciales de acuerdo al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) en el Art. f. donde menciona textualmente: “Fomentar las actividades productivas provinciales, especialmente las agropecuarias” (Ecuador, 2014).

El trabajo de investigación está alineado con el Plan del Buen Vivir 2013-2017 del Gobierno Nacional que entre las líneas de acción está la transformación de la matriz productiva que en su apartado pertinente menciona: “infraestructura productiva, entre otros, para fomentar el desarrollo y sostenibilidad de las actividades económicas de carácter asociativo y comunitario y su vinculación a cadenas productivas y mercados”, (Ecuador, 2013).

En el Plan de Gobierno de la III Minga por Chimborazo se establece que: “El Sistema de Fomento Productivo constituye un mecanismo que busca por un lado la articulación entre las políticas nacionales, estrategias provinciales, cantonales y parroquiales (Participación ciudadana, organización territorial, economía popular y solidaria, soberanía alimentaria entre otros) en torno a la gestión concertada del sistema económico y productivo sostenible del territorio, en coherencia con los procesos de planificación y ordenamiento territorial buscando como uno de los fines alcanzar mayor equidad en algunos casos y otros una competitividad de tipo incluyente”, (Rojas Pío, 2000).

El marco legal señalado justifica el impulso al Fomento Productivo Provincial, como parte de las líneas de acción de planificación que permitan disponer de datos útiles y fiables; geo referenciados, homogenizados, integrados y centralizados, para proporcionar información en detalle con el que se logre realizar un análisis para mejorar los modelos de gestión y la posterior generación del Plan de Gestión del Fomento Productivo de la Provincia de Chimborazo con la definición de políticas, programas y la priorización de proyectos consecuentes.

Adicionalmente este tema tiene importancia académica, dado el uso de una metodología para la recolección de datos; más aún que se toma el uso del *Open Source* como herramientas para la generación de la dicha metodología. También generará nuevos campos de estudio y de investigación, pues el presente trabajo de investigación solo es el primer paso en el proceso de conseguir información.

La finalidad del presente trabajo, es proporcionar a los técnicos tanto de la coordinación de planificación y fomento productivo un modelo útil para la recolección de datos en sitio, que ahorre y optimice el tiempo con la disminución de errores y el ahorro de los recursos.

## 2.5. Formulación de meta

Con el modelo de recolección de datos geoespaciales usando dispositivos móviles de la Infraestructura Productiva del GADPCH, se optimicé recursos, se disminuyan errores y se masifica el acceso a la información

## 2.6. Objetivos

### Objetivo General

- Desarrollar un modelo para la recopilación de datos geoespaciales de la Infraestructura Productiva del GADPCH con el uso de dispositivos móviles para la optimización del tiempo.

### Objetivos Específicos

- Fundamentar teóricamente diferentes modelos de recopilación de datos geoespaciales.
- Realizar el diagnóstico situacional sobre la recolección de datos geoespaciales de la infraestructura productiva en el GADPCH.
- Diseñar la herramienta metodológica y uso de la informática para la recopilación de datos geoespaciales de la infraestructura productiva del GADPCH.
- Aplicar el modelo para la recopilación de datos geoespaciales de la infraestructura productiva del GADPCH con el uso de dispositivos móviles.

## 2.7. Delimitación funcional

- Espacio : GADPCH
- Área : Coordinación de Planificación
- Población : Técnicos de Infraestructura Productiva

Metodología: El tipo de método de Investigación a usar es el Inductivo, pues de acuerdo a (Sánchez, 2012) “Consiste en basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías. Ello es como decir que la naturaleza se comporta siempre igual cuando se dan las mismas circunstancias, lo cual es como admitir que bajos las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados base de la repetitividad de las experiencias, lógicamente aceptado”. Por lo tanto, basados en la observación de casos particulares del problema en la recolección de datos, se generaliza una solución general de uso de herramientas tecnológicas con el fin de optimizar recursos.

## Capítulo 3

# Marco Teórico

### 3.1. Definiciones y conceptos

#### 3.1.1 Recolección De Datos

El proceso de recopilación de datos y con ello la medición de la información sobre todas las variantes de la investigación es de suma importancia en el proceso científico. Este componente de la investigación resulta común a todos los campos de estudio ya sea en ciencias sociales, ciencias exactas, ciencias humanas, etc. De hecho, es el elemento que ayuda a recoger la información base para cualquier tipo de investigación. El fin de todo tipo de recolección de datos es capturar datos de calidad que posteriormente van a ser analizados y con ello construir una respuesta convincente a lo planteado.

##### 3.1.1.1 Importancia de la recolección de datos.

Lejos del campo de estudio o el tipo de datos, el proceso de recoger o recopilar datos precisos es indispensable para la investigación. Para reducir al mínimo los errores que se producen hace falta una correcta selección de los instrumentos adecuados en la recolección de datos.

Un proceso formal y normado en la recolección de datos es necesario pues con esto se garantiza el primer eslabón en todo el proceso de la Investigación, un error en este paso implicaría conclusiones erróneas e inválidas al final. Con esto se puede definir una línea base para las mediciones y con ello plantear la solución que permita alcanzar el objetivo propuesto.

##### 3.1.1.2 Tipos de Datos

Según Peersman en su libro *Overview: Data Collection and Analysis Methods in Impact Evaluation: Methodological Briefs-Impact* (Peersman & others, 2014) clasifica los tipos de recolección de datos clasifica en tres grupos:

Encuestas. - Se refiere a cuestionarios con diferentes tipos y preguntas predeterminadas.

Entrevistas. - Este tipo se desarrolla por lo general uno a uno, y son conversaciones que desarrollan un marco estructurado con individuos o grupos de personas o líderes.

Grupo de Enfoque. - Son entrevistas dirigidas a pequeños grupos de individuos con preguntas estandarizadas al inicio y que posteriormente definen otros temas de investigación con el fin de entender a los participantes.

### **3.1.1.3 Datos erróneos.**

Al tener datos mal recolectados, los resultados van a ser distorsionados con lo que va a ser imposible validarlos e incluso se debería repetir el estudio y con ello, el desperdicio de recursos y la imposibilidad de posteriores investigaciones basadas en el estudio erróneo. Muchas de las veces esto ha comprometido decisiones de política pública.

Si bien está claro el impacto que puede provocar la defectuosa recolección de datos de acuerdo al campo investigado, la naturaleza de la investigación, así como la disciplina, claramente se puede provocar un daño desproporcionado cuando estos resultados son usados para apoyar o colaborar en la toma de decisiones de política pública.

## **3.1.2 Sistemas Geoespaciales**

### **3.1.2.1 Definición de Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Según (Aliaga, 2006) en su libro "Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio", lo define como: "Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato"

Según (Meaden & Kapetsky, 2012) menciona: "Los SIG constituyen una rama de la ciencia o disciplina que ha evolucionado y sigue evolucionando con tal rapidez, que la definición de lo que es o de lo que hace cambia y se amplía sin cesar, hasta el punto que lo único cierto es que cualquier definición que demos de ella ahora ya no será válida dentro de 5 o 10 años."

De los conceptos consultados se concluye que un Sistema de Información Geográfica o también llamado GIS por sus siglas en Inglés (*Geographic Information System*) se puede definir como la técnica o método capaz de tratar la información geográfica para producir información adicional beneficiosa en la toma de decisiones. Para ello, es indispensable el uso tanto de hardware como de software en el desarrollo de herramientas informáticas para facilitar y operar estas tareas.

### **3.1.2.2 Sistema de Coordenadas**

Según (Navarro, 2011) un sistema de coordenadas es "una creación artificial que permite la definición analítica de la posición de un objeto o un fenómeno. Hay múltiples opciones para definir

analíticamente la situación geométrica de un elemento y, por lo tanto, es posible escoger entre diferentes sistemas de coordenadas”.

Según (Aliaga, 2006) se define al sistema de coordenadas como: “el proceso utilizado para relacionar la posición de un objeto o superficie en un plano o en archivo raster o vectorial con su posición en la superficie terrestre”.

Al ser el principal objetivo la determinación de un punto sobre la superficie terrestre, desde el punto de vista matemático, los sistemas de coordenadas en su conjunto son aceptables, sin embargo, para seleccionar entre uno u otro simplemente prima la conveniencia o la simplicidad para manejar los datos. Para ser prácticos al elegir el sistema de coordenadas se necesita que el objeto en cuestión se pueda determinar y visualizar en el espacio.

### **3.1.2.3 Concepto de almacenamiento de datos**

Según (Cornelio, Rivas, & Hernández, 2010) en su libro Bases de datos relacionales: diseño físico, conceptualiza el almacenamiento de datos como “la forma transitoria o permanente que se utiliza en los ordenadores para guardar información”.

Según (Cornelio et al., 2010) en su libro Base de Datos relacionales; diseño físico, establece diferencias entre memoria y almacenamiento menciona que “Se llama memoria a todo dispositivo que se utiliza en los ordenadores para almacenar, de forma transitoria o permanente, cualquier información “[...], Tal como pueden comprobarse en los párrafos anteriores, existen dos vocablos, memoria y almacenamiento, que en el entorno de las tecnologías de la información se pueden considerar equivalentes”.

De acuerdo a (Date, 2011) en su libro Introducción a los Sistemas de Base de Datos, menciona refiriéndose al almacenamiento de datos y sus formas lo siguiente: “Un determinado archivo almacenado puede ser implementado físicamente en el almacenamiento en una amplia variedad de formas. Podría estar contenido completamente dentro de un solo volumen de almacenamiento [...]”.

De los manifiestos anteriores el criterio asumido como concepto de almacenamiento se encuentra en el libro Bases de Datos Relacionales: Diseño Físico, debido a que cumple con las características necesarias para el presente estudio.

### **3.1.2.4 Entornos de recolección de datos**

Según (Rocha, Correia, Adeli, Reis, & Teixeira, 2016) en su artículo de investigación titulado “Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa” expresa

refiriéndose a los entornos virtuales: “Estos espacios o entornos virtuales son generadores de gran potencial documental, observacional y conversacional lo que de una u otra forma modifican los procedimientos o técnicas convencionales tanto en la recolección de datos como en su producción, almacenamiento, análisis y presentación”.

En la actualidad se han desarrollado una variedad de herramientas con este fin, entre ellas varias reconocidas por su importancia y operatividad, según (Fraser, 2017) en su libro *Global Health Informatics: Principles of EHealth and MHealth to Improve Quality of Care*. Menciona que entre una de las principales herramientas útiles para la recolección de datos se encuentran herramientas de distribución libre con bases de datos centralizadas y visores de mapas para representar los datos, textualmente menciona “*The way in which we think about maps has shifted significantly. Maps can now be used as dynamic visual databases and analytical tools that enable you to detect patterns and generate entirely new sets of data.*”

### **3.1.3 Modelos para la recolección de datos**

#### **3.1.3.1 Desarrollo Rápido de Aplicaciones**

Según el libro de Ingeniería de Software de (Guillermo & RINAUDO, 2015), define el modelo conocido como RAD (en inglés Rapid Application Development): “un proceso de desarrollo lineal secuencial llevado a cabo en paralelo por distintos equipos de trabajo”

El libro dedicado al *Rapid Application Development* de (Martin, 1991) menciona que “*to create and modify applications much faster than with the traditional development lifecycle*”, en el contexto de la necesidad institucional, es bastante útil este tipo de desarrollo, tomando en cuenta el corto tiempo que se requiere para la implementación.

Según (Plant & Murrell, 2007) en su libro sobre las principales metodologías, modelos y terminología de la información menciona: “*Rapid application development is a software development methodology designed to improve the overall speed of system implementation*”, la metodología es ventajosa por la velocidad en el diseño y la implementación de soluciones.

De los criterios elegidos que se han descrito en los párrafos precedentes se acoge como válida la conceptualización de (Guillermo & RINAUDO, 2015), al detallar las etapas del Desarrollo Rápido de Aplicaciones y porque permite secuenciar cada una de ellas hasta llegar al final de la solución.

### 3.1.3.2 Método de recolección, representación y análisis de datos

Los problemas de interpretación de los datos surgen cuando la variación inherente de las fluctuaciones de las mediciones crea retos para entender los datos o para juzgar si las relaciones observadas son significativas, duraderas o generales.

Según (Council, 2008), en su libro *The Behavioral and Social Sciences: Achievements and Opportunities*, establece el método o modelo para el proceso de recolección, representación y análisis de datos en varios pasos a seguir.

- Diseño experimental o diseño de laboratorio
- Experimentos de campos aleatorios
- Diseño de cuestionarios
- Avances en diseño longitudinal
- Memoria y formulación de inquietudes

El autor establece cuatro grandes tipos de diseños que se utilizan en las ciencias sociales y del comportamiento: experimental, encuesta, comparativa y etnográfica. Dicho método no se lo acoge para la presente investigación dado el ámbito de aplicación que establece el autor, el cual lo delimita en las ciencias sociales y del comportamiento.

De acuerdo a (Gómez, 2006), en el libro *Introducción a la metodología de la Investigación Científica* establece que la etapa de “recolectar datos pertinentes sobre variables, sucesos, contextos, comunidades u objetos involucrados en la investigación [...] implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

- a.) Seleccionar o desarrollar un instrumento o método de recolección de datos.
- b.) Aplicar ese instrumento o método para recolectar datos.
- c.) Preparar los datos, observaciones, registros y mediciones realizadas para su análisis. ”

Dicha conceptualización del proceso de recolección de datos es válida y se utilizará dentro de la propuesta del modelo planteado, dado que se centra en el instrumento para la recolección de datos, bastante útil al desarrollar el formulario electrónico dentro de las herramientas.

### 3.2. Estado del Arte

En el desarrollo de las actividades de la Coordinación Productiva del GAD Provincial, se presentan algunos problemas ya que los formularios impresos requieren el recurso de papel e impresión necesario y no se pueden realizar cambios en el formato de una manera ágil, siempre se necesita contar con un mecanismo de sistematización de los formularios y en ocasiones sólo se registra la ubicación referencial como nombre del sector o comunidad, lo que hace que la información recolectada no sea confiable, pero esto puede cambiar con el desarrollo de un modelo para la recopilación de datos geoespaciales de la Infraestructura Productiva del Gobierno de la Provincia de Chimborazo con dispositivos móviles, ya que son herramientas que no solo facilitan la comunicación, sino que gracias a los componentes y a sus aplicaciones han hecho que se conviertan en instrumentos de trabajo útiles y su accesibilidad cada día es más fácil.

La recolección de datos es clave en varios escenarios de investigación como encuestas socioeconómicas, cobertura de desastres naturales, gestión de riesgos, evaluaciones clínicas in-situ, etc., pero la recolección de datos móviles es mucho más eficiente pues como lo indica (García, 2014), “con la facilidad de entrada de información mediante la pantalla táctil del dispositivo, el sensor GPS y la cámara se obtienen datos de calidad y reducción de recursos (tiempos y costos)”.

Con la ayuda de los dispositivos móviles sin duda alguna se mejorará la calidad de los datos recolectados, debido al diseño dinámico de formularios que permitirán realizar cambios de manera ágil y oportuna, validaciones de campo obligatorios y tipos de datos (fecha, listas, números, texto), éstos serán recolectados automáticamente por el sensor GPS del dispositivo, la sistematización de los formularios se realizará de manera automática, reduciendo en este proceso los errores; los datos serán almacenados en la nube, para luego bajarlos a una base de datos para su visualización a través de servicios web geoespaciales de código abierto.

Como parte de la propuesta para el desarrollo del modelo se aplicara la herramienta (Open Data Kit, 2014), “conjunto de herramientas de código libre utilizado para la recopilación de datos por medio de dispositivos móviles”.

Para la presentación y visualización de la información geoespacial existen varias herramientas tanto de código abierto como licenciadas.

Una investigación similar se la ha realizado con el levantamiento de la información de las especies introducidas en las Islas Galápagos por parte del señor Diego Francisco Pacheco Prado.

Lo señalado anteriormente tiene una estrecha vinculación con esta propuesta, debido a que el uso de las herramientas informáticas correctas permite la optimización de los procesos y procedimientos, además, con la aplicación de la misma, se daría cumplimiento a lo que estipula la política estatal respecto al uso de software libre, permitiendo disponer de un modelo para la recopilación de datos mediante

dispositivos móviles para contar con información en el menor tiempo, que sea aplicado en el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo.

## Capítulo 4

# Metodología

### 4.1. Método de Investigación

#### 4.1.1. Métodos General

El método que se usó para la presente investigación fue el método inductivo, según (Sánchez, 2012) consiste en enunciados generales, “tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales”; en la investigación se procedió a realizar observaciones y cuestionarios con el fin de determinar la problemática existente y la posterior justificación del trabajo de investigación; los problemas provocados en la recolección de datos, debido a las herramientas que usan para dicha labor por parte de los técnicos de infraestructura productiva, y con ello plantear la posible solución con herramientas *open source* que optimicen el tiempo invertido en la tarea de recolectar datos, se disminuya el número de errores en los datos levantados y el acceso masivo a la información obtenida.

#### 4.1.2. Métodos Específico

El método Inductivo usado como general en la investigación es un proceso analítico – sintético. Para la correcta estructuración del método general usado se ejecutan los pasos enunciados a continuación:

- a) Observación
- b) Experimentación
- c) Comparación
- d) Abstracción
- e) Generalización

#### Bibliográfica

Se usó la investigación bibliográfica, para agrupar conceptos y fundamentar adecuadamente la información con respecto a temas como la recolección de datos, tipos de datos, datos erróneos, sistemas geoespaciales, sistemas de información geográfica, sistema de coordenadas, almacenamiento de datos, entorno de recolección de datos, software libre.

## **De campo**

Esta investigación se realizó en el cantón Chambo de la Provincia de Chimborazo en coordinación con los técnicos de la Coordinación de Planificación; además se verificó el uso del modelo para la recolección de datos, así como las herramientas software realizado para mencionadas actividades.

### **4.1.3. Técnicas e Instrumentos**

#### **4.1.3.1 Observación**

La observación directa es la técnica que se usó en el proceso de investigación, pues se estableció una relación concreta y secuencial entre lo que se está investigando y el hecho social, para el desarrollo de esta técnica se utilizó como instrumento la ficha de observación científica que se detalla a continuación:

#### **Ficha de Observación.**

**Tema:** Recolección de datos

**Subtema:** Proceso de recolección de datos

**Lugar:** Parroquia la Matriz del Cantón Chambo

**Fuente:** Ing. Hugo Pesantez (Responsable de la Coordinación de Planificación)

**Fecha:** 1 de febrero de 2017

El Ing. Hugo Pesantez en calidad de Coordinador de Planificación organiza el grupo encargado de la recolección de datos del eje de Infraestructura Productiva. El equipo de trabajo tiene que llevar las herramientas necesarias para el levantamiento de la información en sitio, entre sus herramientas llevan, un Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S.), una cámara fotográfica, un computador portátil, hojas fichas de papel; proceden a movilizarse hasta el sitio en donde se va a efectuar la recolección de información. El encuestador se entrevista con la persona y llena los datos en el formulario de papel, toma la fotografía, recoge los puntos geo referenciados con cada uno de los equipos para tal fin. Concluida la tarea de recolección de datos el equipo de trabajo se traslada a las oficinas del GADPCH, lugar en el que transcriben la información recolectada en cada uno de las herramientas, cada grupo utiliza dos personas para tal fin, la una persona dicta y la otra transcribe a un archivo Excel para centralizar la información; adicionalmente se descarga la fotografía y el punto geo referenciado con links en carpetas para enlazar la fila del archivo de Excel que contiene la información no geográfica.

#### **4.1.3.2 Encuesta**

Se usó como método de investigación la encuesta orientada a los técnicos de la Coordinación de Planificación, específicamente a los encargados de la infraestructura productiva, que total suman 15

técnicos, con el uso de dos herramientas para tal tarea, el cuestionario y la entrevista; durante este proceso se explicó el proceso de la investigación y las ventajas del modelo propuesto.

### **Cuestionario**

Se realizó un análisis no solo cuantitativo sino también cualitativo orientado a la definición de los resultados de las métricas que se han establecido. Alineado con el método científico, la investigación de campo que compone las prácticas y procedimientos para el levantamiento de información con el fin de determinar las realidades, necesidades, dificultades y practicidad de la investigación aplicada.

Se aplicó un primer cuestionario *online* que se publicó en la Intranet Institucional orientada a determinar la problemática actual, y a su vez justificar el porqué de la presente investigación, dirigida a los 15 técnicos del Área de Infraestructura Productiva, este instrumento contenía 8 preguntas estructuradas y desarrolladas para establecer la línea base y la problemática existente en el GADPCH en lo que tienen que ver a la recolección de la información, con su respectiva tabulación y análisis de resultados (Ver anexo 1).

Del mismo modo se aplicó un segundo cuestionario al final de la investigación, orientada a medir los resultados obtenidos con el desarrollo del modelo para la recolección de datos, esta encuesta fue dirigida al personal experto de infraestructura productiva; es decir, a los mismos 15 técnicos que inicialmente determinaron el problema existente para ahora en cambio medir en base a los indicadores establecidos la utilidad y puntos de vista de la usabilidad y ventajas de la investigación. Con este cuestionario se logró cuantificar la validación del modelo desarrollado, estuvo conformada por seis preguntas, las dos primeras orientadas a responder el primer indicador, referente al tiempo optimizado con el modelo; las dos siguientes para contestar el siguiente indicador que se refiere a la disminución del número de errores generados al momento de recolectar datos y; finalmente, las últimas dos preguntas para medir la opinión que tienen del indicador que se refiere al acceso masivo a la información (Ver anexo 2).

### **Entrevista.**

Se procedió a entrevistar al Coordinador de Planificación Ing. Hugo Pesantez con el fin de determinar la problemática actual, la fuente de los errores que se producen, que tipos de errores se generan en la recolección de datos y proponer una posible solución conjunta. Se trata también temas de interés conjunto para la resolución de las dificultades y aportar a la presente investigación una solución práctica a las tareas de la coordinación que dirige. La entrevista se la procedió a transcribir y consta en el anexo 3.

#### **4.1.3.3 Población**

**Población:** Técnicos del Departamento de Planificación. (Ver Tabla 1)

**Delimitación:** Técnicos y encargados del manejo de la Información Productiva de la Provincia.

Tabla 1. Población

Descripción	Cantidad
Técnicos Infraestructura Productiva	15
<b>Total</b>	15

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó encuestas a 15 técnicos encargados de la recopilación de datos y posterior administración de la información de la Infraestructura Productiva de la Provincia de Chimborazo, para poder analizar criterios basados en la experiencia de su trabajo, y plantear soluciones a los posibles problemas que pueden tener en sus tareas relacionadas al tema de investigación.

#### 4.1.3.4 Recolección de información

Se procedió a generar una tabla con los aspectos básicos a considerar para la recolección de información en la primera encuesta que determina el problema existente en el proceso manual de recolección de datos.

Tabla 2. Recolección de información

CONSIDERACIONES	DETALLE
Finalidad	Proporcionar un criterio del tema de investigación y generar una posible solución.
Personas objetivo	Técnicos del Dpto. de Planificación, encargados de la Infraestructura Productiva.
Temas a tratar	- Métodos de recolección de datos - Procesamiento de información
Encargado	Ing. Jaime Zárate
Lugar	Dpto. de Planificación del GADPCH
Número de personas	15
Técnica	Encuesta
Instrumento	Cuestionario

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Análisis

##### 4.1.4.1 Procesamiento del instrumento

La encuesta se realizó en *Google Drive*, publicado en la Intranet institucional, de acuerdo al detalle referido en el Anexo 1.

#### 4.1.4.2 Tabulación

En el proceso de tabulación se usó gráficos estadísticos para demostrar visualmente los resultados de la tabulación de la encuesta.

#### 4.1.5 Resultado de las encuestas

Se realizó encuestas a 15 técnicos del Departamento de Planificación encargados específicamente de la Infraestructura productiva del GADPCH.

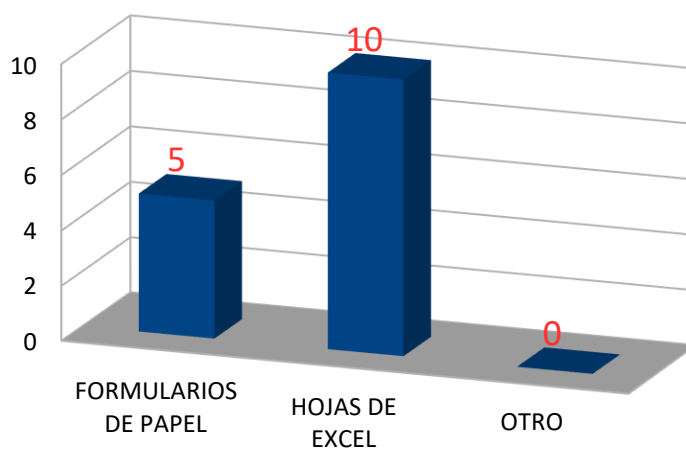
##### 4.1.5.1 Tabulación y resultados

Encuesta a los técnicos del Departamento de Planificación.

La encuesta se realizó a los técnicos del Departamento de Planificación del GADPCH que son las personas que se encargan de la recolección de los datos de acuerdo al siguiente detalle.

#### 1. ¿De qué modo recopila la información actualmente?

Gráfico1. Recolección de Información

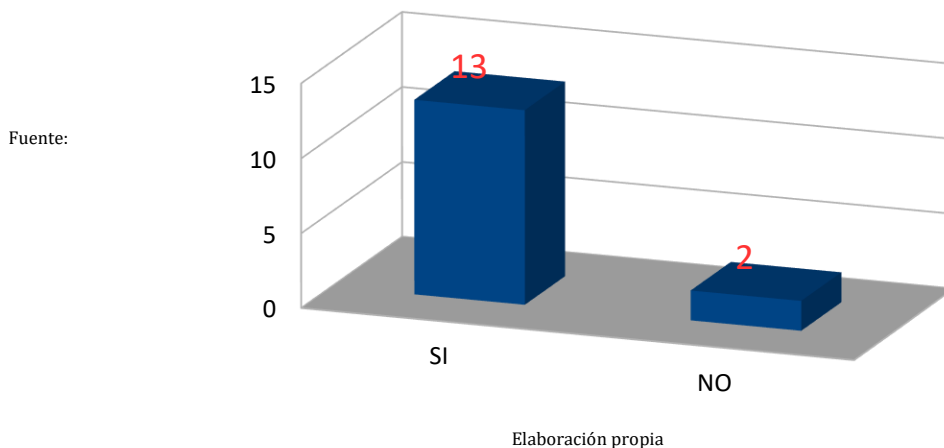


Fuente: Elaboración propia

En la primera pregunta se determina que 10 personas realizan el levantamiento de información en Hojas de Excel lo que representa un 66,6 % y el restante 33,3 % es decir, 5 personas usan formularios de papel; por lo tanto de los 15 técnicos encuestados ninguno hace uso del tipo de herramientas propuestas, lo que hace viable la implementación.

## 2. ¿Ha tenido dificultades al momento de la recopilación de la información?

Gráfico 2. Dificultades para recopilar la información

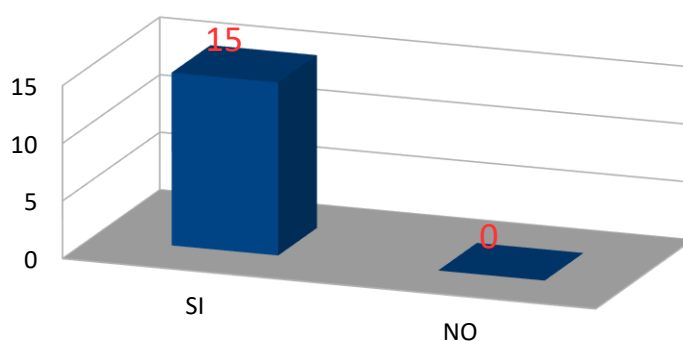


Se identifica que 13 personas contestaron que, si han tenido dificultades al momento de recopilar la información, de la manera como lo vienen realizando, y solo dos personas respondieron que no han tenido problemas en su labor.

Se toma como base estas respuestas, se puede determinar que el problema que se presenta al momento de levantar la información ya sea en formato Excel, o en formularios hechos en papel, dificultades generadas por diferentes variables que son propias de la forma de recolectar los datos en campo.

## 3. ¿Ha tenido errores al recopilar la información en papel o en archivo Excel?

Gráfico 3. Errores de recopilación de información



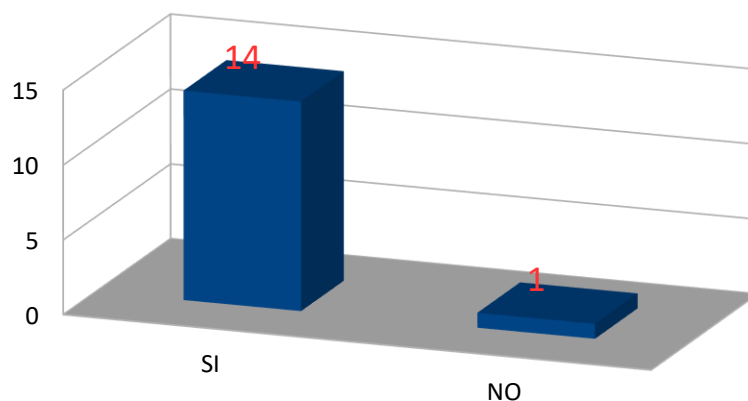
Fuente: Elaboración propia

El 100% de los encuestados indica que ha tenido errores al momento de la recopilación de información, estos errores de acuerdo a la entrevista realizada al Coordinador de Planificación especialmente se producen al transcribir los datos desde el archivo físico al archivo digital que manejan; también se han producido errores al momento de centralizar la información levantada en sitio de cada uno de los

equipos de trabajo; específicamente no se conoce cuál es el archivo final válido de los datos existentes, errores propios de las herramientas de recolección que usan.

**4. ¿Se podría disminuir errores al recolectar la información en sitio en formato digital?**

*Gráfico 4. Disminuir errores al recopilar la información*



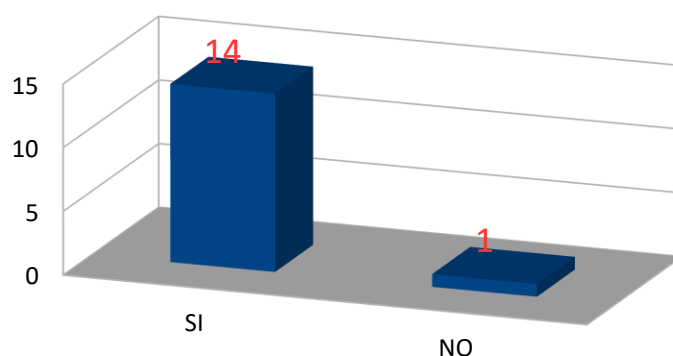
Fuente: Elaboración propia

Se determina que 14 personas encuestadas respondieron que se podría disminuir los errores al recolectar la información en formato digital, solo una persona respondió que no se podría disminuir los errores con este nuevo método.

El 99% de los encuestados apoyan la incorporación de un formato digital para la recolección de los datos en sitio.

**5. ¿Considera que podría mejorar la manera de recopilar la información?**

*Gráfico 5. Mejorar la manera de recolectar información*



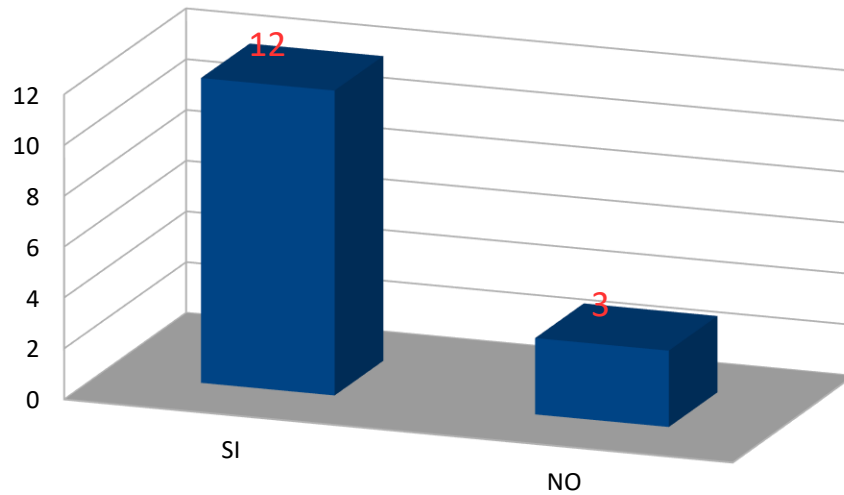
Fuente: Elaboración propia

El 93% de los encuestados mencionan que se podría mejorar el método de recolección de información y el 7% está conforme con la actual manera de llevar los procesos de recolección de información.

En base al análisis anterior se determina que la mayoría de los encuestados piensan que se podría mejorar la recolección de datos, y por lo tanto se deben aplicar herramientas que permitan esta labor.

**6. ¿Facilitaría su trabajo de recolección de datos, el hacerlo en formulario electrónico?**

*Gráfico 6. Facilidad en el proceso*



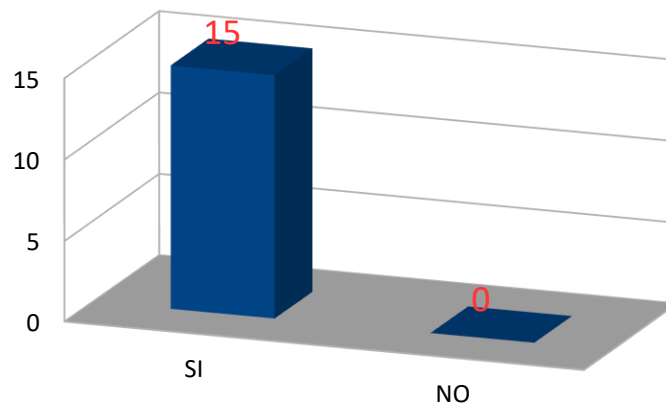
Fuente: Elaboración propia

Se puede establecer que 12 personas del total de los encuestados indican que se facilitaría su labor al tener un formulario electrónico para el ingreso de los datos recolectados en sitio y 3 personas no concuerdan con esta pregunta, es comprensible dado el impacto que significa el cambio en las tareas que realizan durante todo este tiempo.

Los encuestados en su mayoría no tendrían problemas y apoyarían el ingreso de información mediante formularios electrónicos, con el fin de mejorar los procesos que se llevan a cabo hasta el momento.

**7. ¿Cree usted que sería útil disponer de la información recopilada en tiempo real?**

*Gráfico 7. Cuan útil usar formato electrónico*

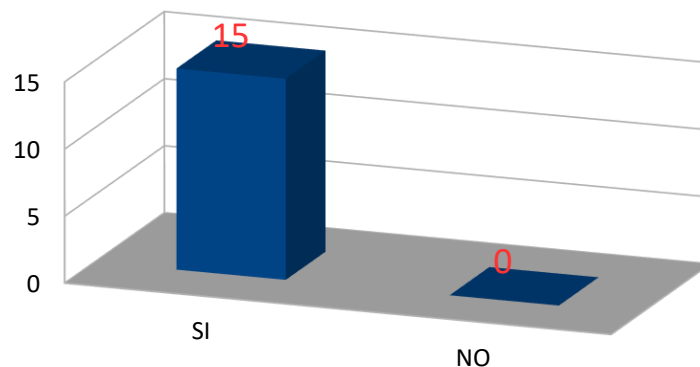


Fuente: Elaboración propia

Los 15 encuestados consideran útil tener la información que se recolecta accesible en tiempo real. Con este resultado se establece claramente que la mayoría de técnicos de la Coordinación de Planificación están completamente de acuerdo con que la información esté accesible al instante en que se recopila.

#### 8. ¿Beneficiaría el tener la información recopilada en una representación en un visor de mapas?

Gráfico 8. Beneficio de la representación de la información



Fuente: Elaboración propia

Los 15 técnicos encuestados que representan el 100% manifiestan los beneficios de la representación en un visor de mapas la información producto del levantamiento en sitio, con los consecuentes beneficios que implican geo referenciar y dejar disponible la información al público.

En base al análisis anterior se determina que los técnicos están de acuerdo en la representación de la información en un visor de mapas. Conscientes que ello provoca beneficios tanto en el ahorro de recursos durante el proceso, como de la masificación y el acceso a la información recolectada.

#### 4.1.6. Estudio del diagnóstico

A continuación, se presenta un análisis de las herramientas útiles para la recolección de datos en formulario electrónico, se pueden encontrar en los distintos sitios web que forman parte del acompañamiento técnico, de los cuales se seleccionan tres para un análisis sobre ventajas y desventajas, como parte del proceso investigativo de selección de la plataforma más adecuada.

##### 4.1.6.1 Diagnóstico de entornos para recolectar datos en campo

En la actualidad un puntal importante para la implementación de un proyecto basado en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación para recoger datos en campos es elegir la herramienta adecuada.

Entre las plataformas utilizadas para este fin y las más conocidas están: *KoboToolBox*, *EpiSurveyor* (magpi) y *Open DataKit*, se pretende analizar tanto los beneficios y limitaciones:

## **Kobo Toolbox**

La aplicación koboCollect es una aplicación que funciona en dispositivos móviles, reúne un conjunto de herramientas especialmente diseñadas con el objetivo de la recolección de información en sitio mediante el uso de dispositivo móvil, Kobo Toolbox brinda una variedad de opciones que permiten a los clientes realizar investigaciones en contextos completos de una forma sistematizada y eficiente.

Al permitir el registro y mapeo inmediato de la información recolectada, es bastante usada en zonas de conflictos, así como también en zonas de catástrofes para lograr con la información levantada planificar la respuesta y la mitigación de este tipo de eventos, se ha utilizado en el caso de terremotos, inundaciones, conflictos, entre otros. Dada la importancia de mantener información actualizada y en tiempo real se ha hecho necesario la automatización del proceso de recolección y su posterior sistematización y análisis. Kobo Toolbox es continuamente desarrollada por *Harvard Humanitarian Initiative* con la visión de proveer datos rápidos que puedan ser analizados con el fin de tomar correctas decisiones y satisfacer necesidades de la población

## **MAGPI**

Originalmente la herramienta tenía el nombre *EpiSurveyou*, ahora cambió a Magpi; esta herramienta se ha diseñado con el propósito de crear formularios que permitan recolectar datos en sitio. La aplicación consta de dos fases bien definidas.

1. El desarrollo del formulario, que se lo hace en un equipo local, desde donde se puede ir añadiendo registros si así se los requiriera.
2. La recolección de datos en sitio a través de los dispositivos móviles, para lo cual es necesario subir al móvil los formularios diseñados previamente.

Para poder usar la aplicación es necesario ingresar con el usuario y contraseña en el sitio web, tiene una opción libre, que está limitada a cierto número de registros y restricción en algunas de sus funcionalidades. Dispone de varias opciones de pago. Dispone de listas plegables, casillas de verificación, cuadros de texto, etc., algo relevante es que la herramienta dispone el diseño de formularios que se pueden enviar a través de un mensaje de texto. Una característica importante es que los formularios pueden completarse en modo *offline*, pudiendo generar reportes en función de los datos recolectados, en las versiones *Pro* y *Enterprise*.

## **Odk Collect**

*Open Data Kit* es una herramienta diseñada para la recolección de datos mediante dispositivos móviles Android, se pueden recolectar los datos en modo *offline* y cuando existe la conexión wifi se envía a un servidor local o en la nube. Tiene el objetivo de optimizar la recolección de datos en sitio, permiten varios tipos de datos entre ellos: de texto, numéricos, coordenadas geográficas, fotos, vídeos, código de

barras y audio. Proporciona una plataforma alojada en google y se la puede administrar mediante *ODK Aggregate* pudiendo emitir informes y reportes totalmente compatibles con *Google Fusion Tables* y *Google Earth*. Fue creado por el Departamento y Ciencias Informáticas de la Universidad de Washington y miembros de Change, lo más destacado, que es un software libre al que se puede acceder incluso a su código, para poder personalizarlo útil para desarrolladores.

#### **4.1.7. Importancia de un software para la recolección de datos en sitio**

En cualquier tipo de investigación es indispensable llevar a cabo el proceso de recolección de datos para el éxito en los resultados que se obtengan. Los datos son conceptos que realmente expresan una abstracción del mundo real, tratando de hacer que todo lo empírico sea medible, no existe aspecto que escape a la medición o cuantificación. Ningún tipo de investigación tiene sentido sin técnicas de recolección de datos, dichas técnicas dirigen a la verificación de la hipótesis que se ha planteado, según el tipo de investigación se establecen las técnicas, herramientas, instrumentos, medios que se van a utilizar, y todo ellos tiene su apoyo indispensable en la recolección de datos. Se considera que el proceso de recolección de datos es sumamente importante y es el paso fundamental dado que si existe una equivocación o mal praxis en dicho proceso toda la investigación será defectuosa, obteniendo resultados alterados.

#### 4.1.8. Comparativo de las Herramientas para la Recolección de Datos

Tabla 3. Cuadro comparativo de las Herramientas para la Recolección de Datos.

No.	Características	Kobo Toolbox	Open Data Kit	Magpi
1	Sitio web	<a href="http://www.kobotoolbox.org/">http://www.kobotoolbox.org/</a>	<a href="http://opendatakit.org">http://opendatakit.org</a>	<a href="http://www.datadyne.org/episurveyor">http://www.datadyne.org/episurveyor</a>
2	Empresa Soporte	Harvard humanitarian Initiative	Universidad de Washington y la Comunidad Open Source con el soporte de Google.	DataDyne
3	Casos de Uso	Varios casos de estudio populares aplicados en la Republica de Africa Central, Uganda, Liberia.	ODK deployments utilizado en casos de estudio y monitoreo de deforestación en la Amazonía, para el apoyo en la toma de decisiones de pacientes pediátricos en Tanzania	American Red Cross, WHO, CDC y otros <a href="http://www.datadyne.org/about/partners">http://www.datadyne.org/about/partners</a>
4	Descripción Básica	KoBotoobox proporciona un conjunto integrado de aplicaciones para la recopilación de datos digitales en medios portables, que se basa en la capacidad de recopilar datos en entornos desconectados para sincronizarlo después con el servidor. Los formularios están diseñados en servidores en la nube y difundidos a los dispositivos móviles a través de conexiones de datos. El navegador se puede descargar para uso sin conexión y todos los datos se almacenan localmente.	Los formularios se desarrollan localmente (o en Internet utilizando ODK Build) y se cargan en los teléfonos móviles que ejecutan ODK Collect. Los datos recopilados con ODK Collect se transmiten al servidor central (ODK Aggregate) que puede ejecutarse localmente o en Internet. Aggregate puede retener los datos o transmitirlos a otros servicios.	Servicio basado en la nube en el que todos los datos se envían y reciben desde servidores centralizados. Las cuentas se gestionan a través de una PC conectada a Internet.
5	Tipo de datos soportados	Texto a través de formularios, códigos de barras, imágenes, audio y fotos.	Texto, imágenes, sonido, código de barras, vídeo, posición GPS.	Principalmente datos de texto a través de formularios web móviles. También puede recoger la ubicación con los teléfonos con GPS habilitado

6	Requiere conexión de datos	Puede funcionar en modo offline. Permite crear y rellenar formularios sin necesidad de conexión y utilizar posteriormente la tarjeta móvil, wlan o de memoria disponible para transferir datos.	Puede funcionar en modo offline. Permite crear y rellenar formularios sin necesidad de conexión y utilizar posteriormente la tarjeta móvil, wlan o de memoria disponible para transferir datos.	Puede funcionar en modo offline. Los formularios se pueden guardar para su posterior transferencia.
7	Configuración de Herramientas	KoboForm es una interfaz gráfica basada en la nube para crear formularios, los formularios también se pueden agregar a través de la herramienta ODK xls, aunque esto es probablemente menos fácil para la mayoría de los usuarios	Los formularios se pueden desarrollar y desplegar de varias maneras usando XForms y ODK Build. ODK Build permite que sea un creador / editor de formularios basado en la web. XLS2XForms, PurcForms y OpenRosa Form Designer son alternativas compatibles.	Creador / editor de formularios, gestión y sistema de datos basado en web.
8	Exportar	csv, google spreadsheet	Exporta en múltiples formatos	Exporta en múltiples formatos
9	Licenciamiento	Open Source	Open Source	Propietario, el cliente en el teléfono es Open Source
10	Soporte	Guía de Usuarios y Foro de Usuarios, limitado, pero altamente elogiado soporte personalizado.	Tutoriales, guías, videos, wikis, papeles, presentaciones, carteles, listas de correo (desarrollador e implementador). Apoyo pagado y entrenamiento disponible.	Portal comunitario, casos de estudio, guías de usuario, tutoriales de vídeo y guías técnicas de usuario API disponibles. Apoyo pagado y entrenamiento también disponible.

Fuente: Elaboración Propia

Después de analizar las tres herramientas objeto de estudio, se determinó en base a las características de cada una de ellas que la que mejor se adapta a las necesidades de la investigación es *Open Data Kit* especializado en la recolección de datos en sitio, útil para las labores de los técnicos de la Coordinación de Planificación del GADPCH, es notable la utilidad de sus características entre ellas la simplificación en el uso de algunos equipos y la centralización de la información, así como la eliminación de gran cantidad de errores y la disminución sustancial del tiempo en el levantamiento de la información.

#### **4.1.9. Diagnóstico para sistemas de Recolección de Datos**

Durante el proceso de investigación tal como se muestra en la tabla precedente se han analizado varios sistemas de Recolección de datos, encontrándose con evaluaciones de las características y beneficios de cada uno de los sistemas, lo que se ha resumido en la tabla mencionada; en dicho análisis se estudió tres plataformas Kobo Toolbox, Open Data Kit y Magpi y para la decisión se pensó especialmente en la necesidad de ser libre y gratuito basados en el Decreto 1014 del Gobierno Central en el que en su literal número 1 menciona: “Artículo 1.- Establecer como política pública para las Entidades de la Administración Pública Central la utilización de Software Libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.” (*Sistema Operativo GNU con Linux - Trisquel*, s. f.); agrega a ellos las ventajas inigualables de los otros sistemas ofertados en materia de Recolección de Datos.

## **4.2. Metodología de Desarrollo**

### **4.2.1. Modelo de Gestión**

Según (Guillermo & RINAUDO, 2015) durante esta etapa se debe “modelar teniendo en cuenta los siguientes asuntos: la información que conduce a la gestión, la información generada y el responsable de haberla generado.”

En este apartado se desarrolló el modelo en lo que corresponde los datos informativos, antecedentes, justificación, los objetivos, los roles que cumplirán los entes encargados del levantamiento de información en sitio y la organización del trabajo.

### **4.2.2. Modelo de Datos**

Según (Guillermo & RINAUDO, 2015) en esta etapa “teniendo en consideración los objetos de datos básicos que el sistema procesará, los tributos y componentes de ese objetos y su relación.”

En esta fase del modelado de datos se incluye la socialización del trabajo a la población, el acceso a la Unidad Productiva, el levantamiento de datos y los lineamientos para las entrevistas.

#### **4.2.3. Modelo de Procesos**

El modelo de procesos según (Guillermo & RINAUDO, 2015) lo establece como “lo que se busca modelar es el proceso de agregar, eliminar, modificar los datos obtenidos en la etapa de modelado de datos.”

Durante este proceso se estableció la guía para realizar la entrevista en campo y el diseño de los cuestionarios digitales.

#### **4.2.4. Generación de Aplicaciones**

De acuerdo a (Guillermo & RINAUDO, 2015) a esta etapa corresponde “La generación de aplicaciones corresponde al desarrollo del código necesario en un lenguaje de programación predefinido de los requerimientos estipulados”

Dentro de la etapa de aplicaciones se clasificó la elaboración de los cuestionarios digitales, la subida de los formularios al servidor de base de datos y la exportación de los datos en diferentes tipos de archivos para su correspondiente publicación.

#### **4.2.5. Pruebas y Entrega**

Según (Guillermo & RINAUDO, 2015) en esta etapa “Cuando los componentes usados sean nuevos se requerirá llevar a cabo un conjunto de pruebas que logren asegurar el correcto funcionamiento del componente en cuestión.”

Finalmente, en la etapa de las pruebas y entrega se clasificó la revisión de los datos en la herramienta ODK y la publicación de los datos recolectados en un visor de mapas como es el caso de google maps.

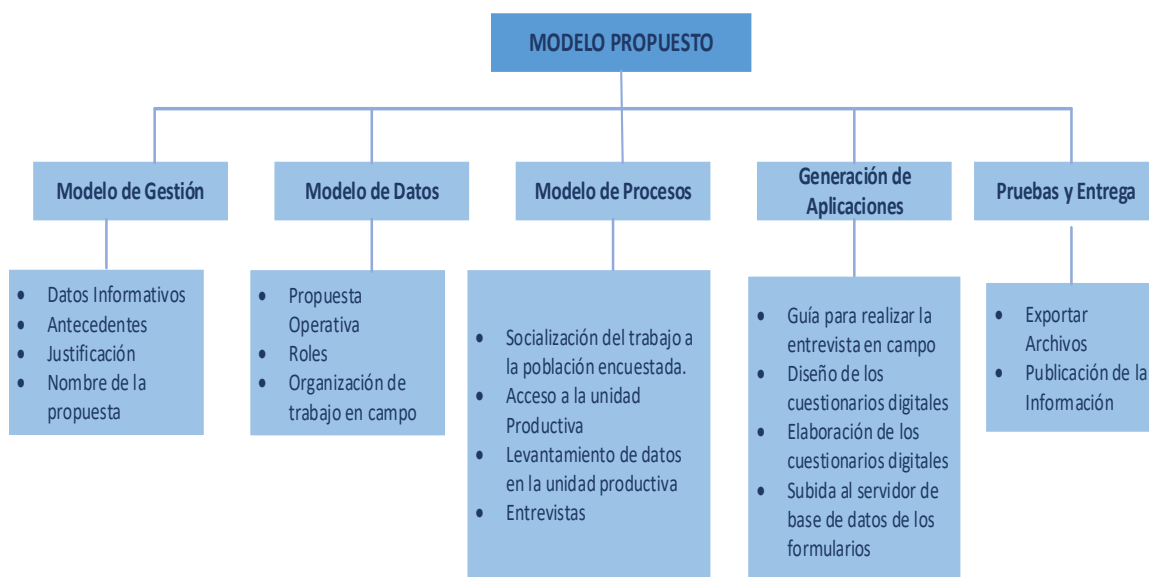
A lo largo del proceso investigativo para el desarrollo del modelo se realizó de acuerdo a la metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones; se considera lo que el autor se encarga de aclarar que “Las etapas mencionadas previamente pueden variar según el autor”.

## Capítulo 5

# Resultados

En la aplicación del modelo para la recolección de datos y basados en la metodología de desarrollo seleccionada, se describe claramente las etapas del modelo; las que en orden secuencial son la de gestión de datos, de procesos, de aplicaciones y de pruebas.

Gráfico 9 Modelo Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

### 5.1. Modelado de Gestión

Para el modelo en esta etapa se enmarca lo referente a los datos informativos de la Institución, los antecedentes por los que se realiza el modelo, así como también la justificación para finalmente determinar el nombre que va a tener nuestra propuesta de modelo.

#### 5.1.1. Datos Informativos

Proponer la aplicación de un modelo para la recopilación de datos geoespaciales de la infraestructura productiva del GADPCH, apoyados en herramientas de Código Abierto; dicha información será cargada en un servidor local ubicado en el Data Center de la Institución.

- **Institución ejecutora.**- Coordinación de Planificación del GADPCH

- **Beneficiarios.-** Técnicos de Infraestructura Productiva pertenecientes a la coordinación de Planificación del GADPCH, así como también usuarios internos y externos de la Institución.
- **Ubicación.-** La institución se encuentra ubicada en la parroquia Veloz del cantón Riobamba provincia de Chimborazo.
- **Equipo técnico responsable.-** Para que se ejecute el modelo, los responsables son: la Coordinación de Planificación, la Unidad de Infraestructura Productiva, y los técnicos afines a las tareas de recopilación y procesamiento de datos.

### **5.1.2. Antecedentes**

Hoy en día ha tomado relevante importancia el uso de Sistemas de Información Geográfica debido a los múltiples usos que se les puede dar, siendo parte importante para este tipo de sistemas la recolección de datos, de ahí la relevancia del tema de Investigación.

El trabajo de investigación también se enmarca en las políticas del Plan Nacional del Buen Vivir, donde expresa: “Crear y fortalecer infraestructura, equipamiento y tecnologías que, junto al talento humano capacitado, promuevan el desarrollo de las capacidades creativas, cognitivas y de innovación a lo largo de la educación, en todos los niveles, con criterios de inclusión y pertinencia cultural” (Ecuador, 2013). El GADPCH está empeñado en el levantamiento de información en sitio con la utilización de tecnologías de vanguardia, y que esta tarea siga lineamientos establecidos y estandarizados; por ello la importancia del presente trabajo de investigación para el mejor desenvolvimiento de las actividades, así como el aprendizaje continuo de los miembros del equipo de Planificación encargados de esta labor.

### **5.1.3. Justificación**

La Coordinación de Planificación actualmente no usa un modelo definido para el levantamiento de la información, sus tareas las realiza de manera empírica y con formatos de hojas impresas establecidas de acuerdo a necesidades individuales.

El levantamiento de la información en el Eje de Infraestructura Productiva debe ser un proceso sistematizado de verificación del valor de todos los beneficios de los emprendimientos y empresas existentes en la provincia para la planificación estratégica. Está enfocada a la planificación, diseño y aplicación de estrategias y políticas locales y nacionales para la toma de decisiones, incentivos y protección a la producción local. El fin debería ser la evaluación de los diferentes elementos que afectan la producción en la Provincia, así como el mapeo y catastro de las empresas productivas, para la actualización periódica de la información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, utilización,

ordenación y tendencias de la formación de la Producción, que permitan una amplia visión de Fomento Productivo Provincial.

La importancia está en la utilización de las TIC, con herramientas informáticas de última generación que permitan el levantamiento de la información en sitio de manera eficiente, disminuyendo errores, y la optimización de tiempos y recursos.

Es importante tener en cuenta que el proceso de la recolección de información al momento de cualquier investigación o el levantamiento de catastro es vital y tiene un enfoque multidisciplinario e integral donde depende de la calidad de los datos para la posterior evaluación y manejo de la información.

Es necesario considerar que el modelo para la recolección de datos, va a guiar al entrevistador al correcto levantamiento de la información siendo, elemento esencial en el éxito o fracaso que pueda tener un proyecto; más aún, cuando se procesa un eje tan importante como es el de la Infraestructura Productiva, pues con esta información se proporciona el insumo para la toma de decisiones a nivel gerencial, así como también la adecuada planificación del desarrollo provincial.

Por los motivos expuestos la utilización de un modelo para la recopilación de datos geoespaciales, sumado el uso de herramientas software libres de última generación para dicha labor; van a permitir el levantamiento de la información de manera óptima, disminuir errores, mejorar el uso de recursos humanos y económicos, así como también el mejoramiento en la Planificación del desarrollo productivo provincial.

El GADPCH junto con la Coordinación de Planificación en lo que respecta al eje de Infraestructura Productiva se beneficiará directamente con el modelo desarrollado; a la vez que de manera directa también se contribuye al desarrollo de la Provincia para alcanzar los objetivos planteados en el Plan Minga por la Vida.

Con este modelo y las herramientas utilizadas se lo puede aplicar libremente en cualquier campo que requiera la recolección de datos en sitio, así como en múltiples plataformas con lo que se logra un avance significativo tanto en automatización como en mejoramiento de los servicios.

Entre los aspectos relacionados con este tema de investigación se pueden destacar algunos más, entre ellos, los Sistemas de Información Geográfica, el mejoramiento de los diferentes ejes del GADPCH, la aplicabilidad de software libre en varios de los procesos utilizados, insumo para el Sistema de Información Provincial, entre otros.

La elaboración del modelo consta fundamentalmente de los pasos a seguir para el diseño y elaboración de formularios digitales con el fin de recolectar la información en sitio, el uso de herramientas libres con dispositivos móviles, que generen fiabilidad y confianza; así como la optimización de los recursos.

#### **5.1.4. Nombre de la propuesta**

“DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS GEOESPACIALES DE LA INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO CON DISPOSITIVOS MÓVILES”

##### **a.) Objetivo General**

Definir un modelo de recopilación de datos geoespaciales para generar información de la Infraestructura Productiva de la Provincia con dispositivos móviles.

##### **b.) Objetivos Específicos**

- Desarrollar y fortalecer los conocimientos de los técnicos de Planificación en la capacidad para el proceso de recolección, recopilación, procesamiento y difusión de información actualizada y confiable de la Infraestructura Productiva
- Colaborar con la Coordinación de Planificación en el análisis y desarrollo del formulario para el levantamiento de la información en el Plan Piloto de la Infraestructura Provincial.
- Asesorar y ayudar en el desarrollo de la información actualizada y la implementación de la propuesta del modelo en el Departamento de Planificación.

## **5.2. Modelado de Datos**

En el modelo de dato se encasilla ya la teoría con respecto a la propuesta operativa, los roles de los miembros del equipo de trabajo y la organización del trabajo en campo.

### **5.2.1. Propuesta Operativa**

El diseño de un modelo para el levantamiento de la información geográfica de la Infraestructura productiva de la provincia, conlleva varios principios metodológicos que permitan planificar, dirigir, controlar y evaluar el trabajo realizado en sitio, tanto de los técnicos encargados del levantamiento de la información como de las herramientas que se van a usar para dicha labor.

## **5.2.2. Roles**

### **a.) Jefe del Equipo**

Es el responsable de organizar todas las fases del trabajo en sitio, desde la preparación a la recolección de datos. Tiene a su cargo la responsabilidad de contactar y mantener las mejores relaciones con las personas encuestadas en la comunidad o sus dirigentes y sobre todo tener una visión global de los procesos y progresos logrados durante el trabajo en el campo.

Deberá cumplir las tareas de:

- Analizar los lugares en donde se va a efectuar el muestreo y planificar el acceso a los lugares del muestreo.
- Preparar el trabajo en sitio.
- Será el responsable de la aprobación final de los formularios que se van a usar en el campo.
- Se encargará de la planificación del equipo de trabajo a su cargo.
- Será el nexo directo entre la Coordinación de Planificación y el Departamento de Infraestructura Productiva para la presentación de los avances e informes de la labor efectuada.
- Su labor será la de administrar y cuidar toda la logística del grupo de trabajo, organizará y administrará el grupo de trabajo en cuanto a alojamiento, alimentación, equipos y materiales del grupo de trabajo.
- Se asegurará de que los formularios digitales sean fiables, sean operativos y se llenen adecuadamente, a la vez que los datos recogidos sean transferidos al servidor establecido para dicha labor.
- Será también el responsable de la seguridad del equipo de trabajo en el campo.

### **b.) Rol del asistente del jefe de equipo**

Las tareas del asistente del jefe de equipo serán:

- Colaborar con el jefe del equipo en la realización de las tareas a su cargo.
- Encargarse de que el trabajo se realice con lineamientos estandarizados y mediciones adecuadas.
- Confirmar que los recursos y materiales del equipo estén completos y sean suficientes para la operatividad de sus actividades.
- Colaborar en la supervisión a los encuestadores y capacitar a todo el grupo de trabajo en sus tareas encomendadas.

### **c.) Rol de los encuestadores**

Será responsabilidad de los encuestadores:

- Ser el nexo directo entre el encuestador y el encargado de las empresas o emprendimientos productivos del lugar del muestreo.
- Informar cualquier novedad sobre el acceso a los lugares del muestreo
- Proporcionar toda la información levantada en los dispositivos móviles
- Subir con la supervisión del asistente o el jefe del equipo, la información levantada en sitio.
- Cuidar, preservar y disponer de todo el material y los recursos que se la ha proporcionado para su labor.
- Cumplir su labor con calidad y calidez, encargándose de mantener las mejores relaciones con los encuestados.

#### **5.2.3. Organización del trabajo en campo**

Los datos geoespaciales que se van a levantar en la Infraestructura Productiva deben ser en sitio, es decir, poseer la ubicación geográfica exacta proporcionada con el dispositivo de Posicionamiento Global (con los márgenes de error propios del dispositivo), se indica las coordenadas del punto en el que se pueda localizar en el mapa la empresa, por referencia siempre se escogerá como punto la oficina o sitio de mayor relevancia en la empresa productivo (puede ser la oficina, la fábrica, el despacho, etc.), con ello evitar errores de navegación posteriores o actualizaciones a la información.

El sistema usado para el levantamiento de la información será en Unidades *Tranversor Mercator*, UTM, previo al levantamiento de la información se deberá planificar el itinerario a las empresas productivas que se va a encuestar. El orden para el levantamiento dependerá de la facilidad de acceso, se debe procurar visitar lugares cercanos entre ellos con el fin de optimizar el tiempo y los recursos.

### **5.3. Modelado de Procesos**

En esta etapa del modelo se focalizó especialmente en la socialización del trabajo que se realiza a la población encuestada, las consideraciones que se debe tener en el acceso a la unidad productiva, y las entrevistas a realizarse.

#### **5.3.1. Socialización del trabajo a la población encuestada**

Cuando el área de muestreo está definida, en primer lugar el equipo de trabajo debe socializar con la población local, explicar las ventajas de dicha labor con una explicación breve de la finalidad de la visita y del estudio; así como también, el métodos y los trabajos que se van a realizar. Adicionalmente, el

equipo de trabajo deberá conocer a los representantes de la población más próxima al lugar de muestreo, en lo posible a los propietarios de las unidades productivas y/o encargados de las mismas, también puede organizarse una reunión introductoria si fuera necesaria; Es indispensable estar seguros de que la población local como el equipo de trabajo entiendan que zona y que lugares son los que entran al estudio, se debe procurar evitar en lo más mínimo los malos entendidos o a su vez crear falsas expectativas en la población.

La cooperación, las facilidades que brinde la población local, la honestidad con la que contesten y todo el apoyo que puedan brindar a esta labor son fundamentales para que el trabajo de campo se pueda efectuar satisfactoriamente. Deben tener claro que el trabajo en sitio consiste en la recolección de los datos, y de ningún modo esto represente un proyecto de desarrollo local inmediato.

Algunos puntos fundamentales a considerar

- Uno de los objetivos de este proyecto es el levantamiento de la Infraestructura Productiva del cantón Chambo, con el inicio en este programa piloto para con ello contribuir al Sistema de Información Provincial.
- La ciudadanía externa a la institución tiene poca información sobre las unidades productivas existentes en la provincia, así como su ubicación. La información recopilada sobre cada unidad productiva será utilizada por el GADPCH y la Provincia en general para la toma de decisiones a nivel gerencial y de emprendimientos.
- Los resultados producto del presente estudio se socializarán con la comunidad local, y los entes que requieran dicha información.
- El levantamiento de la Infraestructura Productiva con este método, es un programa piloto que luego se replicará en todos los demás ejes que administra el GADPCH, y servirá de base para futuras investigaciones y tareas.

Además de la explicación de las tareas que se van a realizar, esta socialización debe resolver y solventar temas logísticos; después de la bienvenida e introducción se discutirá el acceso a las Unidades Productivas, el programa de entrevistas y posibles problemas de movilidad, alimentación o alojamiento. Se recomienda que el número de personas en el equipo de trabajo no debe ser muy grande, para que no se dé la impresión de que existe exceso de personal en las labores encomendadas. Esta reunión inicial debe también brindar la oportunidad para determinar los informadores claves para la ejecución adecuada de las tareas, se recomienda de la misma manera programar las entrevistas en conjunto con la población y dar a conocer el programa diario en el que se va a trabajar.

### **5.3.2. Acceso a la Unidad Productiva**

Las Unidades Productivas se ubican con el apoyo de mapas, fotografías aéreas o imágenes satelitales que dispone el GADPCH donde se configura la ubicación de los principales centros poblados y la tentativa de la ubicación de las unidades; un guía local puede ser de bastante ayuda para acceder de manera más rápida a las unidades productivas; Al acceder a la primera Unidad se debe llenar el Formulario 1 donde se indican los campos generales, la orientación en sitio se logra también con la ayuda del GPS, navegando para ubicar el sitio donde se va a levantar la encuesta, según las coordenadas ya levantadas o la tentativa de donde se encuentran (coordenadas teóricas). Dado el margen de error que tiene el GPS de los dispositivos móviles usados la ubicación final a levantar se lo realizará con el apoyo de la fuente cartográfica, adicionalmente para ello puntos de referencia ya sea un puente, vía, río, etc.

### **5.3.3. Levantamiento de datos en la unidad productiva**

Para la tarea del levantamiento de la información se requieren los siguientes equipos y materiales básicos.

- a.) Dispositivo Móvil
- b.) Botiquín de primeros auxilios
- c.) Bolsas Plásticas para el dispositivo móvil
- d.) Cargados Dispositivo Móvil
- e.) Nota de identificación de las cuadrillas de campo
- f.) Binoculares (opcional)

### **5.3.4. Entrevistas**

Las encuestas o entrevistas se deben ejecutar durante la actividad del levantamiento de la información en campo por el grupo o cuadrilla de entrevistadores. En el mapa de guía se especifica cómo, cuándo y el tipo de datos que se lograrán consensuar.

Dependiendo del número de formularios a llenar, así como del tipo de información a levantar el encargado debe conocer y dominar la información, así como las posibles opciones de respuesta que se presentan en el formulario, las preguntas y las opciones a responder deben ser claras y sencillas que sea lo más fácil al encuestado.

## 5.4. Generación de Aplicaciones

En esta etapa se realiza la parte tecnológica para dejar a punto el modelo de recolección de datos; lo que incluye la guía para realizar la entrevista en campo, la manera en que se debe diseñar los cuestionarios digitales, la elaboración de los cuestionarios se utiliza las herramientas tecnológicas propuesta, y finalmente la subida del formulario al servidor de base de datos.

### 5.4.1. Guía para realizar la entrevista en campo

Tabla 4. Guía Entrevista de campo

Personas a encuestar	Cómo	Dónde	Cuándo	Información que debe proporcionar
Propietarios, también se puede encuestar a los administradores en caso de ausencia del propietario.	Preguntando a personas de la comunidad, vecinos de las visitas previas	En la unidad productiva	Durante la reunión inicial, en la etapa de planificación o directamente en el levantamiento	Autorización a ingresar a la Unidad Información general sobre la Unidad Productiva Información necesaria en el formulario de levantamiento de Información.

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.2. Diseño de los Cuestionarios Digitales

Las fuentes de información para el ingreso de los datos son:

- La información levantada con los dispositivos móviles (fotos, posición gps, audio, vídeo)
- La información recogida con los propietarios o sus administradores de las Unidades Productivas.

Para estas dos fuentes de información es necesario el buen uso de métodos y enfoques que se entrelazan entre sí. El instrumento más importante para la recolección de la información son los formularios digitales realizados en ODK; los cuales deben completarse con un trabajo concienzudo y muy bien elaborado.

Para ellos se usa técnicas de diseño de cuestionarios, y acoger las recomendaciones para la creación de los mismos.

No existe un método único generalmente aceptado para diseñar un cuestionario, pero analizados varios textos de investigación se ha resumido en los siguientes pasos a seguir:

- Requiere una medida de ciencia y una medida del arte con un buen diseño.
- Se debe eliminar la presunción al diseñar el cuestionario.
- El formato debe ser simple, y con una secuencia lógica en el desarrollo de la información
- Debe ser formal, serio, y contener en lo posible preguntas cerradas con el fin de evitar ambigüedades.
- Evitar saltar de un paso a otro que no sea el siguiente o hacer bucles a través de pasos anteriores o posteriores.

Los pasos sugeridos para la ejecución de un instrumento eficaz son los siguientes:

- 1.) Determinar la información específica necesaria para lograr la recolección de la información que esté alineada con los objetivos del formulario.
- 2.) Identifique las fuentes de la información requerida.
- 3.) Elija el método claro y fácil de llegar a la gente, para que se adapta al tipo de personas a las que se va a encuestar
- 4.) Determinar los tipos de preguntas que se utilizarán y la forma de respuesta que puedan existir, procurando usar preguntas cerradas.
- 5.) Determine la secuencia de las preguntas procurando seguir una secuencia lógica y la longitud del cuestionario, se sugiere una longitud no muy extensa.
- 6.) Si se va a usar algún tipo de codificación que luego será utilizada en el procesamiento de la información predeterminarla y documentarla de antemano.
- 7.) Realizar un pre-test del cuestionario con un muestreo de personas con un nivel parecido al real.
- 8.) Revisar y validar el cuestionario.
- 9.) Y finalmente realizar una breve discusión con el equipo de trabajo de los pasos desarrollados y el producto final que se va a usar en sitio al recolectar la información.

El formulario desarrollado por el equipo de trabajo que se usó en el levantamiento de la información del eje de Infraestructura Productiva se estructuró de la siguiente manera:

Tabla 5. Formulario de levantamiento de Información

<b>ENCUESTA DE LA UNIDAD PRODUCTIVA DE</b>
<b>LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO</b>
<b>A.- LEVANTAMIENTO</b>
<b>1. Fecha</b>
<b>2. Código del Encuestador</b>
<b>B.- UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>
<b>3. Cantón</b>
<b>4. Parroquia</b>
<b>5. Comunidad</b>
<b>6. Coordenadas</b>
<b>7. Fotografía</b>
<b>C.- DATOS UNIDAD PRODUCTIVA</b>
<b>8. Nombre del Representante Legal</b>
<b>9. Dirección</b>
<b>10. Teléfono Convencional</b>
<b>11. Ubicación:</b> Urbano ( <input type="checkbox"/> ) Rural ( <input type="checkbox"/> )
<b>D.- INFORMACIÓN GENERAL UNIDAD PRODUCTIVA</b>
<b>12. Tipo de Infraestructura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Acopio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centro de Producción</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de Procesamiento</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talleres Artesanales</li> </ul>
<b>13. Estructura Organizativa</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunitaria</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperativa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corporación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mixta</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privada</li> </ul>

• Publica
• Asamblea General
• Junta de Accionistas
• Gerente
• Preside de la Comunidad
<b>14. Constitución Jurídica y Tributaria</b>
• Personería Jurídica
• RUC
• RUP
• Acuerdo Ministerial
• Registro Sanitario
<b>15. Línea Productiva</b>
• Agrícola
• Industrial
• Artesanal
• Pecuario
• Manufactura
<b>16. Generación de Empleado Directo</b>
• De 1 a 3
• De 4 a 10
• De 10 en adelante
<b>17. Servicios Básicos</b>
• Agua Potable
• Agua Entubada
• Alcantarillado
• Pozo Séptico
• Electrificación
• Recolección de Basura
• Internet
• Telefonía Fija

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telefonía Móvil</li> </ul>
<b>18. Financiamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banca Privada</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• B.N.F.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.F.N.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperativa de Ahorro y Crédito</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ONG's</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otra Fuente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> </ul>
<b>19. Productos Principales de Producción</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3. Elaboración de los Cuestionarios Digitales

Para el proceso de la elaboración, luego de definida las preguntas y la información que se va a recopilar en sitio, se utiliza las herramientas de última generación, discutidas y determinadas en el capítulo anterior.

Para la creación del formulario electrónico se utilizará la herramienta *ODK build* para lo cual se debe crear una cuenta en el link <http://build.opendatakit.org/>.

Gráfico 10. ODK Build



Fuente: Elaboración propia

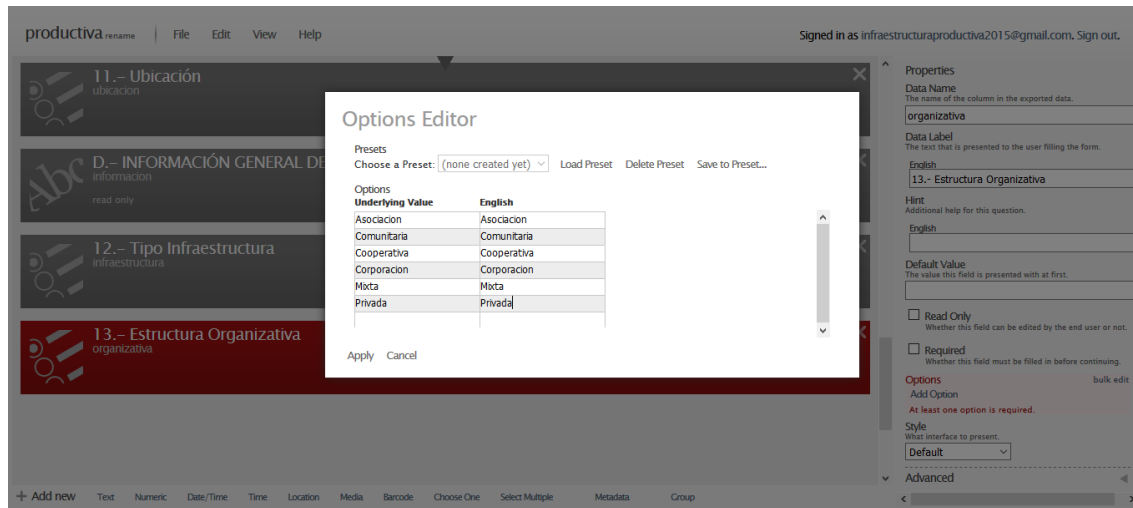
Una vez en la aplicación, se encuentra la barra de herramientas 1 en la cual se puede crear un nuevo, guardar, exportar, editar y visualizar un formulario.

Numeral 2 se encuentra la barra de herramientas de los diferentes tipos de datos con el cual se puede crear los campos del Formulario tales como de tipo: texto, numérico, fecha, tiempo, localización, Media (foto, video), barra de código, selección simple, selección múltiple, metadatos y creación de grupos.

En el numeral tres se encuentra las propiedades con las cuales se puede configurar los campos entre los principales: nombre del dato como se guardará en la base de datos, etiqueta de datos mediante la cual se visualiza en el formulario, mensaje de ayuda para la pregunta, también se puede encontrar si el campo es de lectura o requerido.

En la creación del formulario se ha utilizado el tipo de dato selección simple y de texto.

*Gráfico 11. Opciones del desarrollador de formularios*



Fuente. Elaboración propia

El formulario creado consta de cuatro secciones:

*Tabla 6. Secciones del formulario*

Sección	Número Pregunta	Descripción	Tipo de Dato
LEVANTAMIENTO	1	Fecha	Fecha
	2	Código del Encuestador	Texto
UBICACIÓN LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	3	Cantón	Selección Simple
	4	Parroquia	Texto
	5	Comunidad	Texto
	6	Coordenadas	Localización

	7	Fotografía	Media
DATOS PRODUCTIVA	8	Nombre del Representante Legal	Texto
	9	Dirección	Texto
	10	Teléfono Convencional	Numérico
	11	Ubicación	Selección Simple
INFORMACIÓN GENERAL UNIDAD PRODUCTIVA	12	Tipo de Infraestructura	Selección Simple
	13	Estructura Organizativa	Selección Simple
	14	Constitución Jurídica y Tributaria	Selección Simple
	15	Línea productiva	Selección Simple
	16	Generación de Empleo Directo	Selección Simple
	17	Servicios Básicos	Selección Múltiple
	18	Financiamiento	Selección Múltiple
	19	Productos Principales de Producción	Grupo y Texto

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12. Formulario realizado por el desarrollador de formularios

The screenshot shows a web-based form builder interface. At the top, there is a menu bar with 'productiva rename', 'File', 'Edit', 'View', and 'Help'. On the right, it says 'Signed in as infraestructuraproductiva2015@gmail.com. Sign out.' The main area displays a list of form fields with their configurations:

- b.-Ubicación y localización Geográfica** (ubicacion): read only.
- 3.- Cantón** (cantón): required.
- 4.- Parroquia** (parroquia): required.
- Comunidad** (Comunidad): no specific configuration shown.
- Georeferenciación** (georeferenciacion): no specific configuration shown.

On the right side, there is a configuration panel for the selected field (4.- Parroquia). It includes options for:

- Default Value:** The value this field is presented with at first.
- Read Only:** Whether this field can be edited by the end user or not.
- Required:** Whether this field must be filled in before continuing.
- Length:** Valid lengths for this user input of this control.
  - Enable Minimum:** with a text input field.
  - Maximum:** with a text input field.
- Invalid Text:** Message to display if the value fails the length check.
  - English: [text input field]
- Advanced:** [collapse arrow]

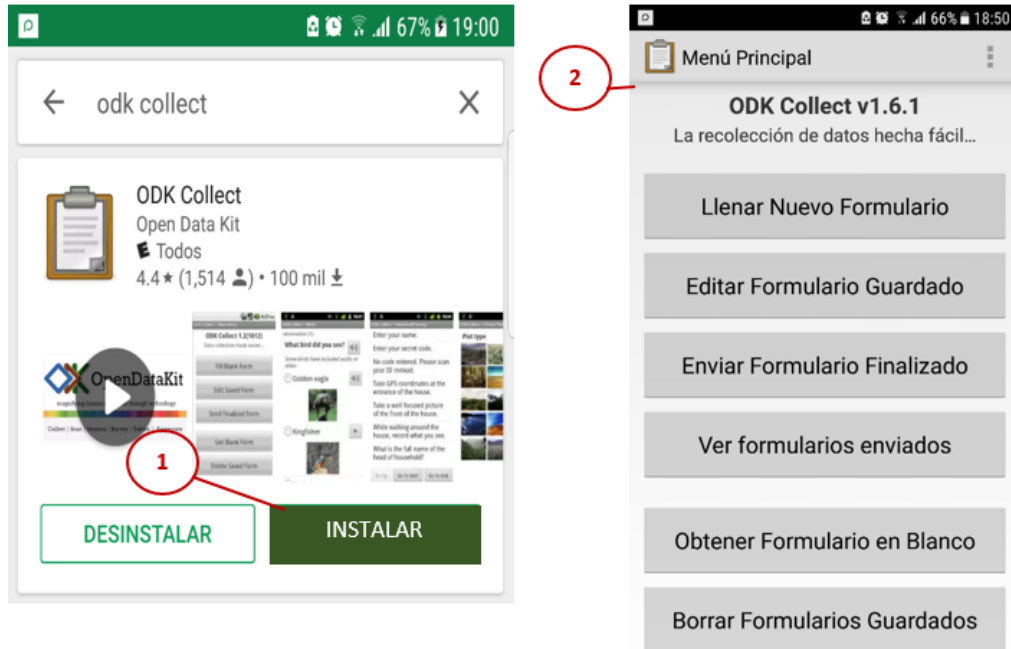
At the bottom, there is a toolbar with options: 'Add new', 'Text', 'Numeric', 'Date/Time', 'Time', 'Location', 'Media', 'Barcode', 'Choose One', 'Select Multiple', 'Metadata', and 'Group'.

Fuente. Elaboración propia

Posteriormente se realiza la configuración de los dispositivos móviles:

a.- Desde Play Store se debe buscar la App ODK Collect, mismo que debe ser instalado en cada uno de los dispositivos móviles acorde al numeral uno.

Gráfico 13. Instalación y Características del App ODK Collect

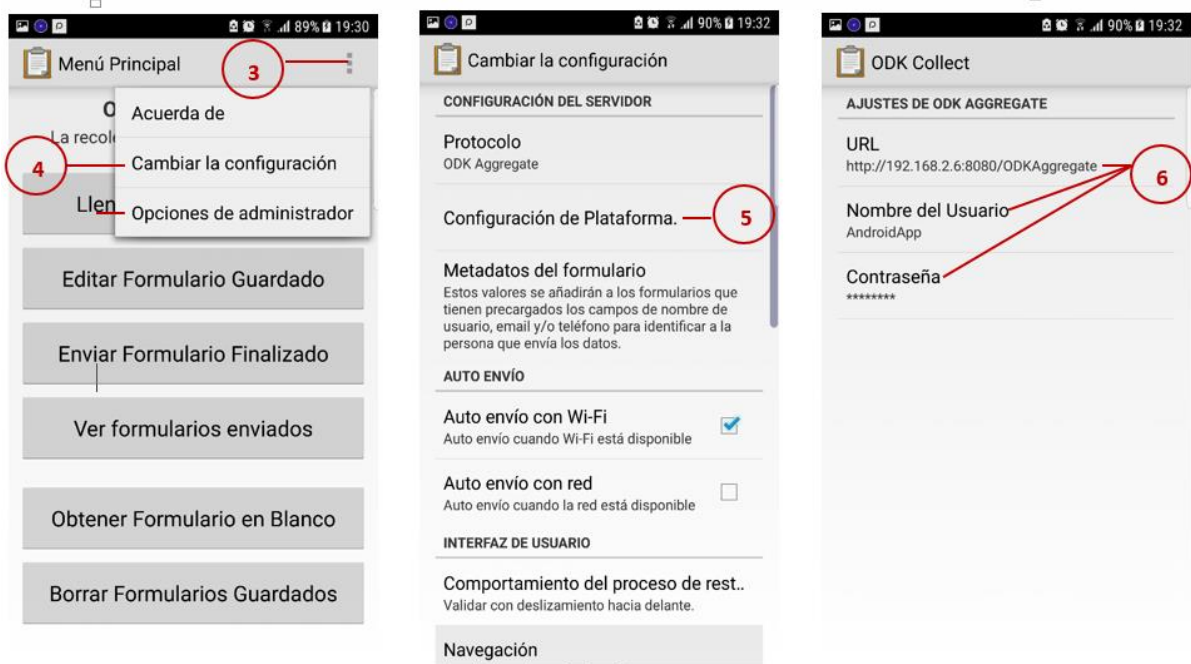


Fuente. Elaboración propia

b.- Una vez que es instalada la App se habrá el aplicativo como se muestra en el numeral dos, el cual permite:

- Llenar nuevo formulario.
- Editar un formulario guardado.
- Enviar Formulario Finalizado.
- Ver formularios Enviados.
- Obtener Formulario en Blanco.
- Borrar formularios guardados.

Gráfico 14. Configuración de ODK Collect con el servidor Odk Aggregate.



Fuente: Elaboración propia

c.- Para la configuración del App con el servidor se debe dar un clic en la parte superior derecha del menú principal del Odk Collect acorde al numeral cuatro del gráfico 14, muestra un submenú. Para continuar con la configuración se debe dar un clic acorde al numeral 4, en la opción cambiar la configuración, en este nuevo menú denominado configuración del servidor, se debe fijar que se encuentre con un visto en la opción Auto envío con Wi-Fi lo que permitirá que el dispositivo envíe automáticamente los formularios guardados.

Para la siguiente configuración se debe dar un clic acorde al numeral 5 en la configuración de la plataforma, muestra un nuevo menú denominado ajustes de ODK Aggregate como se muestra en el numeral 6 siendo el último paso de la configuración, se debe ingresar los datos con los cuales fue configurado el servidor ODK Aggregate que son: :

- URL.- que es la dirección IP de un servidor encuentra en el data center de la red interna del GADPCH siendo <http://192.168.2.6:8080/ODK>
- Usuario.- AndroidApp
- Contraseña: root.

Completada la configuración de la App OdkCollect en el dispositivo móvil, se ingresa a la aplicación y el menú principal en la opción Obtener Formulario en Blanco, se conecta al servidor y muestra la plantilla creada en ODK Build que se denomina productiva.

Una vez obtenida la plantilla mediante la opción llenar nuevo formulario del menú principal de Odk Collect, se toman los datos acorde a los parámetros que se explicaron en el punto 3.4.3 elaboración de los cuestionarios digitales.

#### 5.4.4. Subida al Servidor de Base de Datos de los formularios

Para subir el archivo xml al servidor de aplicaciones y base de datos, se tiene que configurar la herramienta medular de todo el proceso que es ODK Aggregate, para ello hace falta instalar bajo el Sistema Operativo Centos los siguientes programas de distribución *Open*:

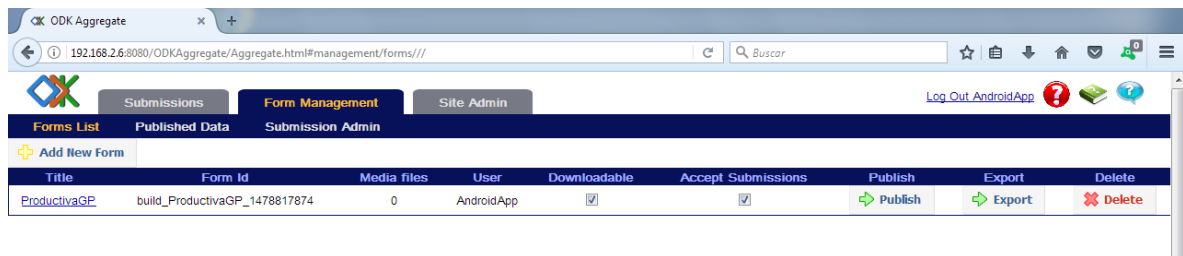
- a) Jdk (Entorno de Desarrollo)
- b) Jre (Máquina Virtual)
- c) Mysql / Postgresql (Motor de Base de Datos)
- d) Tomcat (Servidor Web)
- e) Odk Aggregate (Aplicación de Administración)

Al tener correctamente instalado y funcionando la aplicación por el puerto 8080, que se usa por defecto, los formularios realizados en la herramienta descrita en el apartado anterior tienen que ser subidos a la herramienta ODK *Aggregate*.

En primer lugar se ingresa a la página del servidor de aplicaciones instalado, que está con el servidor web tomcat; en la dirección:

192.168.2.6:8080/ODKAggregate

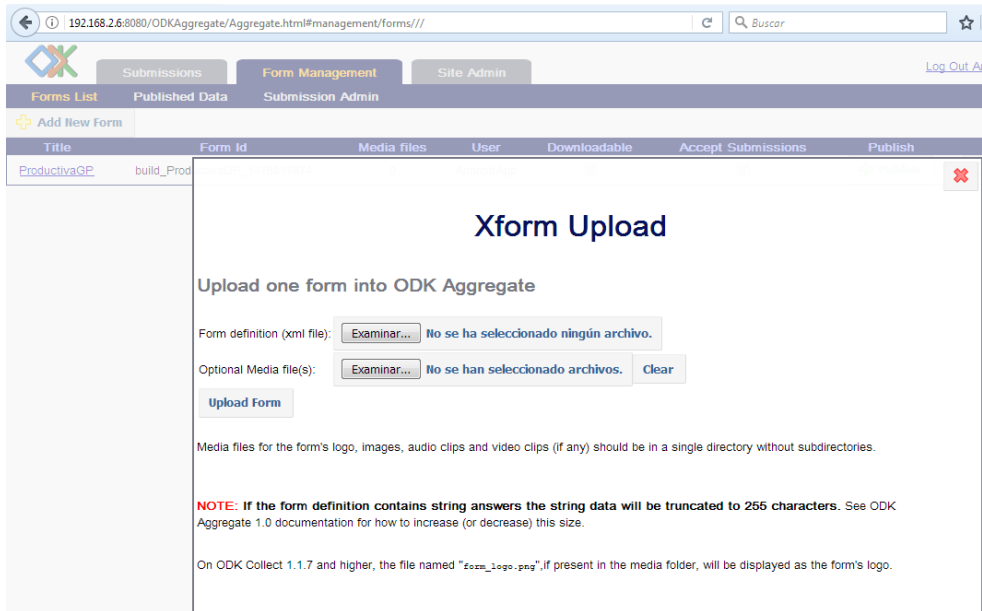
Gráfico 15. Servidor web



Fuente: Elaboración propia

En la pantalla se elige la opción agregar nuevo formulario y se carga el archivo xml generado en el paso anterior.

Gráfico 16. Cargar formulario



Fuente: Elaboración propia

Cuando el proceso ha sido satisfactorio se genera un visor de xml con el archivo subido, tal como aparece en la figura siguiente:

Gráfico 17. XML del formulario



Fuente: Elaboración propia

Al concluir con este paso se dispone del formulario para poder realizar la descarga al dispositivo móvil y hacer uso del aplicativo.

## 5.5. Pruebas y Entrega

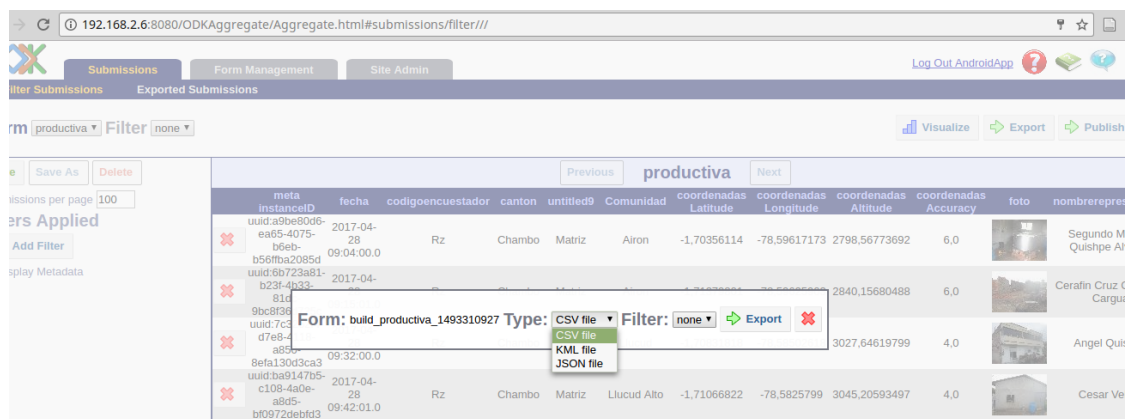
ODK es un grupo de herramientas que ayudan en la tarea de recolectar datos mediante dispositivos móviles y también colaboran en el envío de datos a un servidor online, aunque no se disponga de

conexión a Internet o acceso a datos con la red móvil al momento de recopilar los datos, posteriormente cuando se conecte a una red los datos se envían manual o automáticamente.

### 5.5.1. Exportar archivos

En el menú Submissions de ODK Aggregate existe una lista de los formularios creados al seleccionar uno de ellos se encuentra los detalles de los datos levantados en sitio y subidos al servidor y centralizados en la base de datos; desde aquí se accede a la opción de exportar los datos ya sea en cvs, kml o json; estos tipos de archivos son compatibles en diferentes visores de mapas de acuerdo a la necesidad; de la misma manera también se puede publicar en Google Fusion Tables, Google Spreadsheet, Z-ALPHA REDCap Server, Z-ALPHA JSON Server y Z-ALPHA Ohmage JSON Server.

Gráfico 18. Exportar datos



Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2. Publicación de la Información

ODK Aggregate incluye un enlace automático con tablas dinámicas de Google. Permiten subir diferentes grupos de datos, combinarlos y visualizarlos en un mapa. Para efectos de la investigación se generó en archivo kml que es una extensión del lenguaje marcado xml, pero para la presentación de datos geográficos y se lo va a visualizar en google maps.

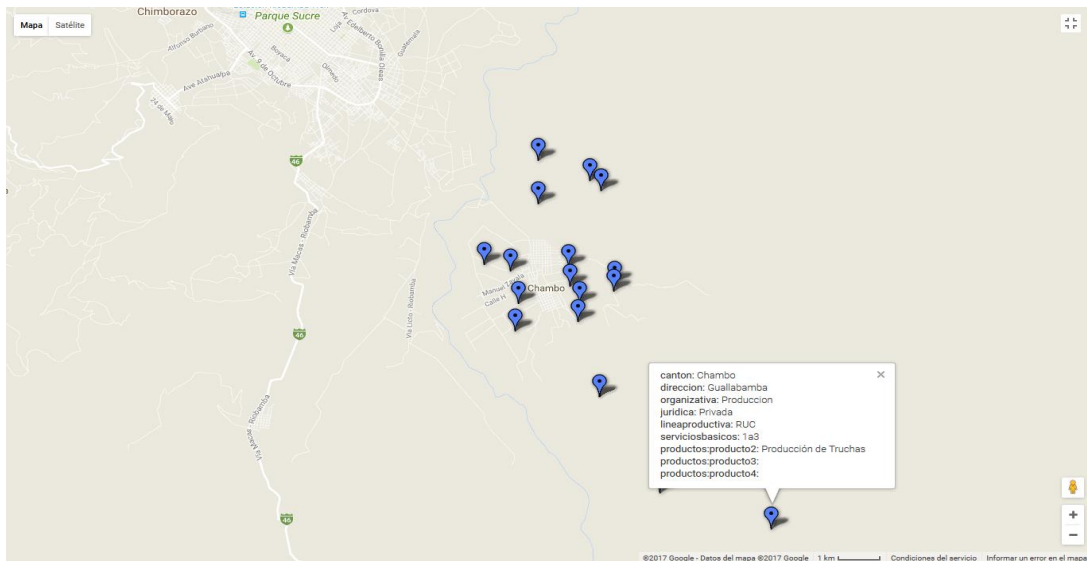
Para ello, se generó una capa en google maps y se importó el archivo kml generado desde ODK Aggregate, con el mapa listo se puede compartir o visualizar desde links externos.

Gráfico 19. Publicación de resultados



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20 Detalle de los registros



Fuente: Elaboración propia

## **5.6. Análisis de Resultados**

Con el fin de evidenciar la utilidad práctica del modelo desarrollado se ha usado instrumentos útiles, dicha validación se sustenta en métodos evaluativos cuantificables y de investigación, entre ellos los siguientes:

- Comparativa referencial.
- Investigación de campo.
- Tabulación de resultados.
- Discusión de los resultados.

### **5.6.1 Comparativa referencial.**

El modelo desarrollado se aplica en etapa de producción, debido a ellos un procedimiento de medición se ejecuta la comparación de los diferentes indicadores establecidos que van a ser evaluados sin el uso del modelo cuando solo se utiliza hojas de papel y archivos Excel y el contraste con el uso del modelo planteado.

#### **Establecimiento de métricas**

Las métricas establecidas para comprobar la ejecución de los indicadores y que definen el comportamiento exitoso de lo que realmente se quieren comprobar, debería sustentar los siguientes elementos:

- Objetivas
- Sencillas
- Obtenibles
- Válidas y
- Robustas

El modelo requiere métricas sobre el producto terminado y con ese fin se va a utilizar el mapa con la información levantada, pasa por el desarrollo del formulario digital y su correcto funcionamiento en el dispositivo móvil, que es el resultado de aplicar el modelo del trabajo desarrollado, por lo que se seleccionó métricas para establecer los indicadores.

De los distintos tipos de medidas establecidas para un producto Software o de recolección de datos, se selecciona solo aquellas que realmente son prácticas y que cumplen las características mencionadas en una métrica. Por lo tanto se va a usar medidas que proporcionen cuantitativamente resultados para compararlos y posteriormente los cualitativos. Las métricas seleccionadas son las siguientes.

**a.) Tiempo de Recolección de datos.**

Se usa como métrica el tiempo que toma la recolección de datos en sitio, en una comparativa basada en la toma con formularios físicos y la posterior transcripción para trasladarlo al archivo Excel matriz, y el tiempo que tarda el encuestador en recoger los datos en sitio con el formulario digital y el tiempo que toma centralizarlo en la base de datos.

Con el fin de tomar referencias reales se procedió a cronometrar desde el momento que inicia la recolección, hasta el momento que concluye el llenado de datos y luego el tiempo que tarda en transcribirlos desde el papel al archivo Excel, estos dos tiempos se sumaron y se promediaron en la muestra realiza a 17 encuestados en el cantón Chambo y por otro lado se cronometró el tiempo que el encuestador se toma en levantar la encuesta con el formulario digital, y a esto se sumó el tiempo que tarda en subirlo al servidor de aplicaciones, y estos valores se los promedió; finalmente se comparó estos dos valores, a continuación los resultados.

*Tabla 7. Medición de tiempos*

<b>CON FORMULARIO DIGITAL</b>			<b>CON FORMULARIO DE PAPEL</b>		
<b>TIEMPO 1</b>	<b>TIEMPO 2</b>	<b>SUMA</b>	<b>TIEMPO 1</b>	<b>TIEMPO 2</b>	<b>SUMA</b>
05:07:00	00:35:00	05:42:00	06:57:00	09:47:20	16:44:20
04:40:32	00:40:00	05:20:32	06:50:22	09:17:15	16:07:37
04:19:56	00:30:00	04:49:56	05:49:36	09:07:35	14:57:11
04:42:34	00:36:00	05:18:34	05:42:24	09:20:21	15:02:45
04:01:32	00:35:00	04:36:32	05:21:42	09:30:11	14:51:53
03:59:56	00:31:00	04:30:56	06:18:16	09:40:52	15:59:08
04:22:34	00:33:00	04:55:34	05:22:33	09:19:11	14:41:44
04:02:00	00:37:00	04:39:00	06:03:10	09:50:33	15:53:43
04:30:18	00:38:00	05:08:18	05:28:11	09:35:41	15:03:52
04:10:46	00:39:00	04:49:46	05:14:23	09:40:28	14:54:51
04:42:24	00:32:00	05:14:24	05:21:33	09:17:37	14:39:10
04:34:42	00:34:00	05:08:42	05:17:22	09:40:36	14:57:58
04:27:46	00:36:00	05:03:46	05:52:16	09:37:08	15:29:24
04:12:14	00:33:00	04:45:14	05:04:44	09:39:50	14:44:34
04:11:22	00:34:00	04:45:22	05:10:47	09:27:21	14:38:08
04:20:06	00:37:00	04:57:06	05:42:44	09:30:24	15:13:08
04:12:14	00:37:00	04:49:14	05:40:13	09:27:38	15:07:51
<b>PROMEDIO</b>		<b>04:58:32</b>	<b>PROMEDIO</b>		<b>15:14:33</b>

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se demuestra que el tiempo empleado al usar el formulario en papel, es más del triple del tiempo utilizado con el formulario digital; con el uso del formulario digital el tiempo en la toma de datos es en promedio 04:58:32, mientras que en el formulario tradicional de papel el tiempo sube a 15:13:33 en promedio; adicionalmente, se debe considerar que con el dispositivo digital no hace falta más equipos que el dispositivo, en cambio con el formulario en papel, se necesita el equipo GPS y la cámara fotográfica y posteriormente llevar eso a una carpeta organizada y las coordenadas al archivo Excel toma una cantidad de tiempo considerable.

#### **b.) Cantidad de errores generados**

Realmente en la práctica son varios los factores que provocan errores, tales como: el nivel de preparación del encuestador o el grado de cuidado que tuvo al llenar los datos en el formulario, el sector o el acceso al sitio, entre otros.

Para determinar cuantitativamente los errores generados se procedió a revisar minuciosamente la información existente en el archivo Excel y contar los errores existentes tanto en gramática como en integridad de los datos; se hizo el mismo procedimiento con los datos existentes en el archivo digital; dicho análisis determina el menor número de errores existente con los dos métodos de ingreso.

El resultado con la aplicación del método anteriormente descrito dio los siguientes resultados:

*Tabla 8. Número de errores*

<b>Tipo de error</b>	<b>Número de errores Archivo Excel</b>	<b>Número de errores Archivo Digital</b>
Gramatical	7	5
Puntuación	2	2
Coordenadas inexactas	3	0
Intercambio de datos entre registros	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia

El resultado es claro, el número de errores se duplica en un archivo Excel siendo 15 distribuidos entre los diferentes tipos de errores debido principalmente por el hecho de que los encuestadores tienen que transcribir al archivo Excel la información levantada, mientras que en el archivo digital de la base de datos se reduce a 7, dados por la gramática al momento del ingreso de los datos, en este caso se tiene

errores cero en las coordenadas ingresadas y en el lugar donde se guardan las fotografías o los elementos multimedia debido a que todo este proceso el software lo realiza automáticamente.

### **c.) Acceso masivo a la información**

El acceso masivo a la información, se lo puede brindar mediante el acceso y la disponibilidad inmediata y centralizada; para lo cual se considera las herramientas usadas son orientadas a la web y las ventajas que ofrece el servidor web tomcat, el acceso se lo realiza desde cualquier computador conectado a la red de la Institución por el puerto 8080 en la dirección <http://192.168.2.6:8080> y con la administración adecuada de usuario y perfiles de los mismos, es totalmente abierto a cualquier tipo de consulta. Con miras a futuro de poder posicionarlo en la web institucional para el acceso masivo al público. En la actualidad la institución para el acceso al archivo Excel o a la información, además de que no es preciso ni centralizado, es un privilegio de un grupo reducido de técnicos o personas.

## **5.7. Validación de resultados**

### **5.7.1. Investigación de campo.**

Finalmente se va a realizar un análisis no solo cuantitativo sino también cualitativo orientado a la definición de los resultados de las métricas que se han establecido. Alineado con el método científico, la investigación de campo compone las prácticas y procedimientos para el levantamiento de conocimientos con el fin de determinar las realidades, necesidades, dificultades y practicidad de la investigación aplicada. Para ello se realizó una encuesta online desarrollada con Google Drive que se publicó en la Intranet Institucional orientada a medir los resultados obtenidos con el desarrollo y la aplicación del modelo para la recolección de datos, esta encuesta orientada al personal experto y también a los que hacen uso del sistema de recolección de datos.

### **Población y Muestra**

Dada la naturaleza de la investigación, se considera que el modelo beneficia realmente a las personas expertas en el Área de Planificación; debido al número de usuarios directos del modelo de recolección de datos que usó para el levantamiento de la información en sitio se ha tomado una muestra no probabilística resultado de la fórmula para población finita, basados en un margen del 0,05% de error para 15 empleados que son los que van a responder la encuesta, y son las personas de la Coordinación de Planificación del GADPCH, dedicados a la Infraestructura Productiva.

### 5.7.2. Indicadores.

Son conceptos que se puede medir o cuantificables en el ámbito de la demostración de la utilidad del modelo para estimar el resultado. Los indicadores considerados son Reducción del tiempo y por consiguiente una mayor eficiencia en las tareas realizadas, la disminución de los errores en el archivo final y el acceso masivo a la información. Basados en los indicadores y con el fin de demostrarlos en el levantamiento de las encuestas se realizó 6 preguntas orientadas a responder y cualificar los resultados obtenidos con el modelo de recolección de datos, con el fin de validar el trabajo efectuado. Las preguntas que se usaron para la encuesta tienen dos posibles opciones de SI y NO (Ver anexo 2)

### 5.7.3. Tabulación

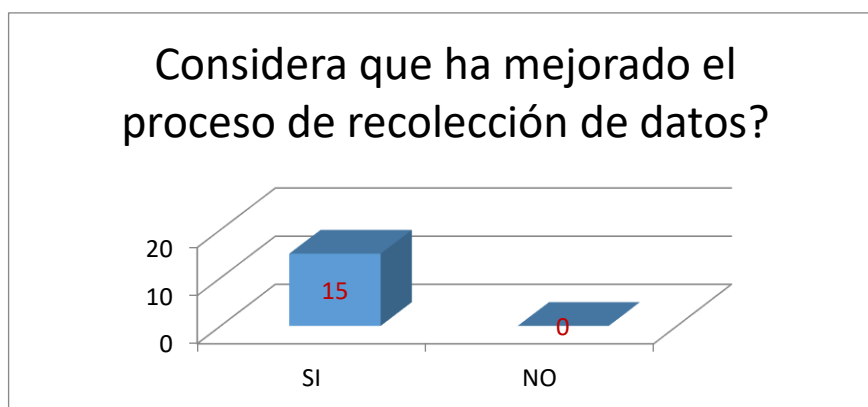
#### a.) Tiempo de recolección de datos.

Tabla 9. Resultado tiempos de recolección

No.	Pregunta	Opción	Resp.	Total	%
1	¿Considera que ha mejorado el proceso de recolección de datos?	SI	15	15	100%
		NO	0		0%
2	¿A su criterio, ha disminuido el tiempo tomado para recolectar datos usando el modelo y por lo tanto es más eficiente?	SI	15	15	100%
		NO	0		0%

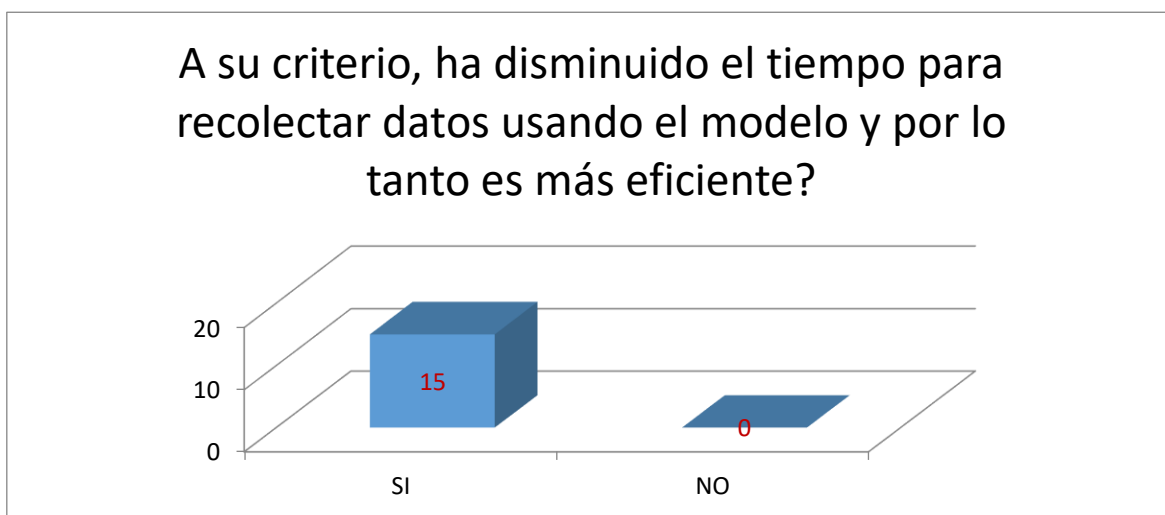
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21. Tiempos de recolección



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 22. Disminución de tiempo en recolectar datos



Fuente: Elaboración Propia

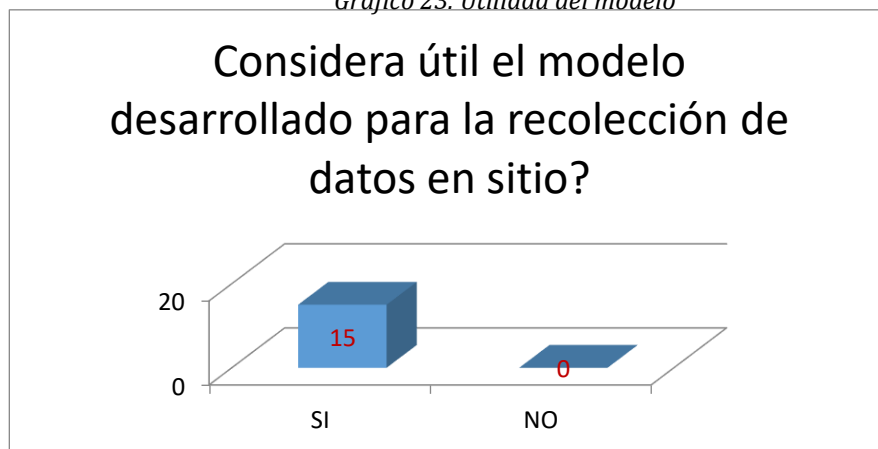
**b.) Cantidad de errores generados.**

Tabla 10. Resultado errores generados

No.	Pregunta	Opción	Respuestas	Total	%
3	¿Considera útil el modelo desarrollado para la recolección de datos en sitio?	SI	15	15	100%
		NO	0		0%
4	¿Ha disminuido el número de errores con el modelo de recolección de datos?	SI	15	15	100%
		NO	0		0%

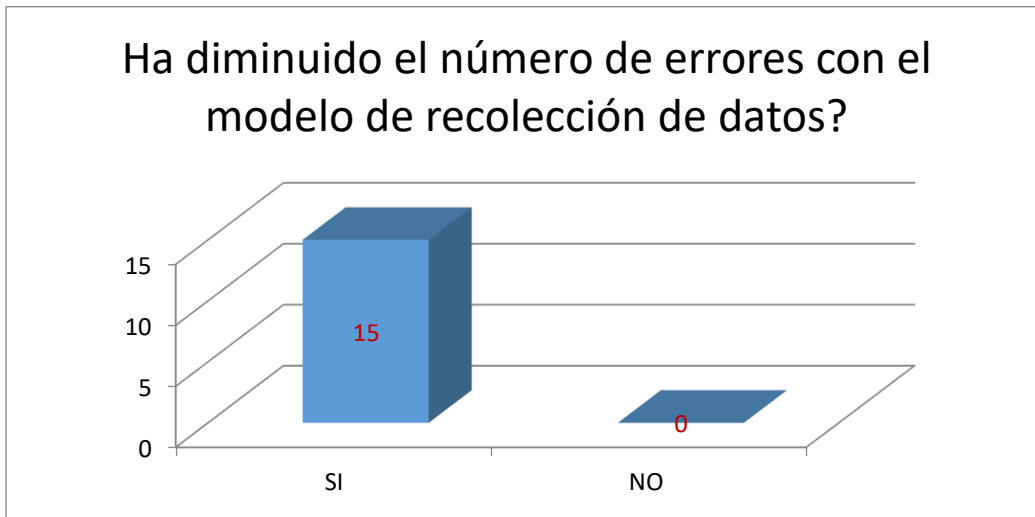
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 23. Utilidad del modelo



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24 Disminución número de errores.



Fuente: Elaboración propia

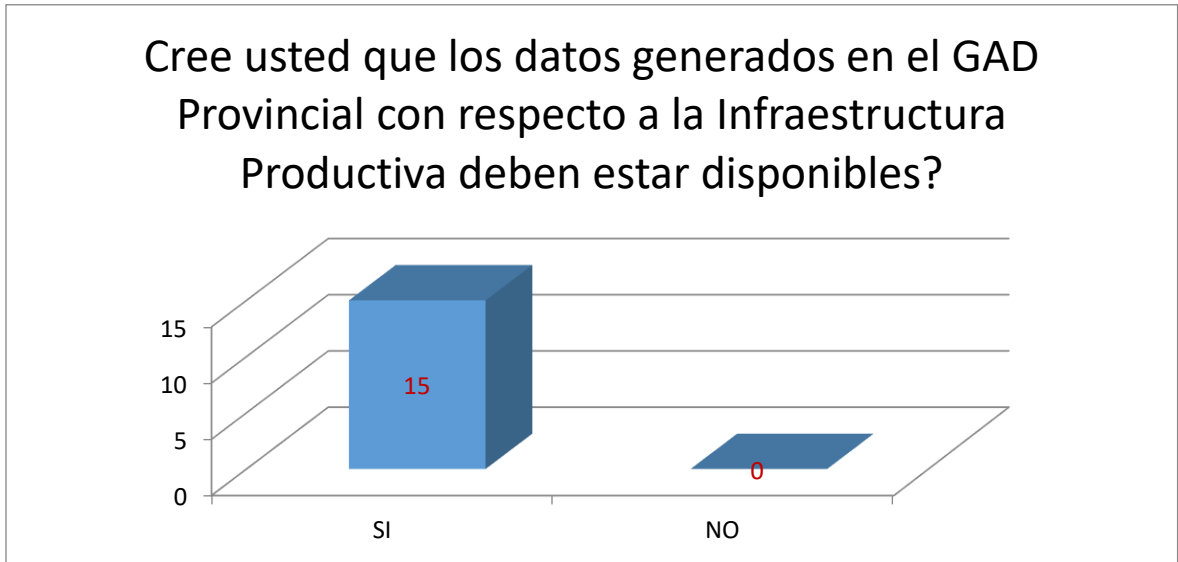
**c.) Acceso masivo a la información**

Tabla 11. Resultado acceso a la información

No.	Pregunta	Opción	Respuestas	Total	%
5	¿Cree usted que los datos generados en el GAD Provincial con respecto a la Infraestructura Productiva deberían estar disponibles?	SI	15	15	100%
		NO	0		0%
6	¿Considera que la información debería ser accesible y proporcionarse al público no experto?	SI	15	15	100%
		NO	0		0%

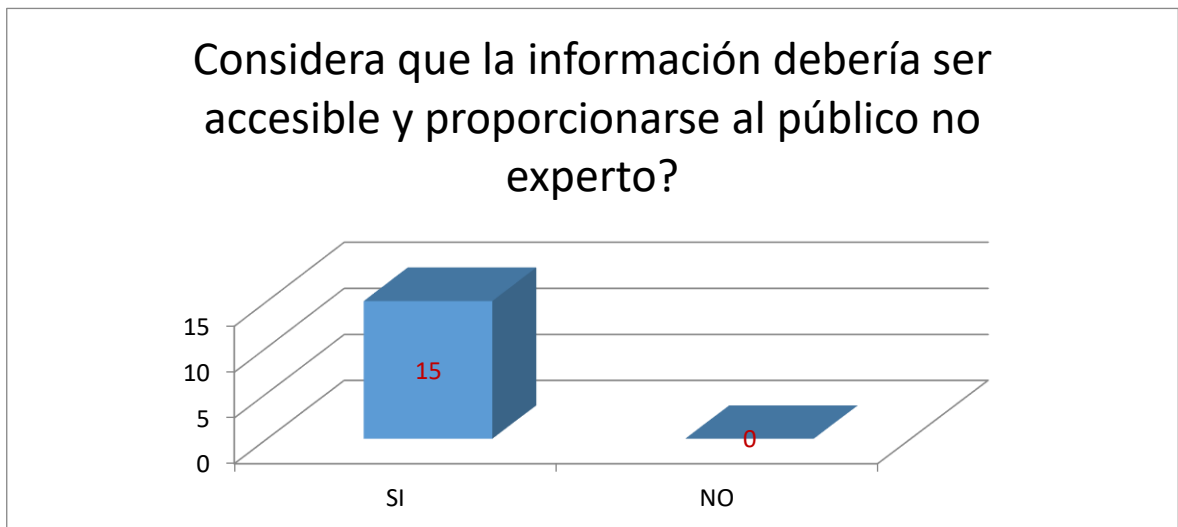
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 25. Resultado acceso a la información



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 26. Acceso a la información



Fuente: Elaboración propia

#### **5.7.4 Discusión de los resultados.**

Acorde a los indicadores y las métricas establecidas claramente se puede afirmar que se ha disminuido el tiempo en el proceso de recolección de datos en sitio con la consecuente optimización de tiempo y recursos, al lograr guardar directamente los datos desde el dispositivo móvil a la Base de Datos centralizada en el servidor se disminuyó los errores considerablemente, y finalmente, basados en el tipo de información generada se puede afirmar de manera contundente que se puede disponer de los datos de manera inmediata veraz.

A su vez, los resultados obtenidos en la encuesta realizada al personal experto del Departamento de Planificación que trabaja en Infraestructura Productiva, en los tres puntos centrales que se refieren a los indicadores y las 6 preguntas orientadas a responder dichos indicadores; claramente se nota como el conjunto de encuestados respondió afirmativamente en todas las preguntas efectuadas, lo que evidentemente comprueba la validez del modelo desarrollado.

## Capítulo 6

# Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

- El modelo denominado Desarrollo Rápido de Aplicaciones, posterior al análisis de los diferentes modelos de recopilación de datos, fue el seleccionado para la recolección de datos geoespaciales en sitio, pues ahorra y optimiza tiempo y recursos, además de la facilidad de poder secuenciar las diferentes etapas de desarrollo.
- Producto de las encuestas y la observación realizadas a los técnicos de la Coordinación de Planificación, se determinó la necesidad del modelo de recopilación de datos geoespaciales mediante dispositivos móviles que permita contar con información fiable y a tiempo, con el uso de herramientas open source y dispositivos móviles Android, se centraliza los datos en un servidor de base de datos para la mejor administración de formularios.
- Con el modelo propuesto se impulsa el trabajo colaborativo, estandarizado y con mejoras al proceso habitual de recolección de datos al contar con una herramienta informática que brinda los lineamientos a seguir en el proceso de recopilación de datos geoespaciales aplicado en la infraestructura productiva del GADPCH.
- Aplicado el modelo desarrollado para la recopilación de datos geoespaciales es sumamente útil el uso de dispositivos móviles para el proceso de descarga de los formularios digitales, el posterior llenado de los mismos y la descarga en tiempo real al servidor de base de datos

## **6.2. Recomendaciones**

- El plan piloto servirá para que a futuro el modelo sea aplicable para las demás competencias de GADPCH, en lo que se refiere a Riego, Vías, Ambiente y otros ámbitos.
- Para el adecuado geo posicionamiento de los lugares donde se levanta la información, se recomienda usar dispositivos móviles de última generación, con el fin de que la precisión del GPS sea óptima; de la misma manera con la resolución de la cámara fotográfica.
- Se recomienda la investigación en campos relacionados a este tema, para completar el proceso del tratamiento de la información espacial, tales como la creación de un sistema de información local con el uso de servidores de mapas como mapserver.
- Para la correcta implementación del modelo, se recomienda el uso de herramientas open source con todas las ventajas que ofrecen como estabilidad, costos, fiabilidad, portabilidad, entre otros.

## Referencias

- Aliaga, G. (2006). Juan Peña Llopis. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. *Revista de geografía Norte Grande*, (36), 97-101. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022006000200007>
- Cornelio, E. R., Rivas, C. G., & Hernández, J. C. R. (2010). *Bases de datos relacionales: diseño físico*. Univ Pontificia Comillas.
- Council, N. R. (2008). *The Behavioral and Social Sciences: Achievements and Opportunities*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Date, C. J. (2011). *Introducción a los sistemas de bases de datos*. Pearson Educación.
- García, J. (2014). Recolección móvil de datos de especies introducidas en las Islas Galápagos, con dispositivos móviles. Cuenca: Universidad del Azuay
- Ecuador (Ed.). (2013). *Buen vivir: plan nacional 2013-2017: todo el mundo mejor* (Primera edición). Quito, Ecuador: Senplades.
- Junta de Andalucía, .. (s.f.). [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es). Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/5-0>
- Ecuador (Ed.). (2014). *Preguntas frecuentes sobre descentralización fiscal en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Fraser, H. S. F. (2017). *Global Health Informatics: Principles of EHealth and MHealth to Improve Quality of Care*. MIT Press.
- Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Editorial Brujas.
- Guillermo, P., & RINAUDO, L. (2015). *Ingeniería de Software*. Alfaomega Grupo Editor.
- López, D. M. O., & Gómez, M. C. S. (2006). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. *Revista de Investigación Educativa*, 24(1), 205–222.
- Martin, J. (1991). *Rapid Application Development*. Macmillan Publishing Company.
- Meaden, G. J., & Kapetsky, J. M. (2012). *Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura*. Food & Agriculture Org.
- Navarro, A. P. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Editorial UOC.
- OFICIAL, D. D. R. (2010). Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. *Registro Oficial*, (306).  
Recuperado a partir de

[http://cne.gob.ec/documents/lotaip/2.informacion\\_legal/base\\_legal/cdigo\\_organico\\_de\\_pla\\_nificacin\\_y\\_finanzas\\_publicas\\_copfp.pdf](http://cne.gob.ec/documents/lotaip/2.informacion_legal/base_legal/cdigo_organico_de_pla_nificacin_y_finanzas_publicas_copfp.pdf)

Plant, R., & Murrell, S. (2007). *An Executive's Guide to Information Technology: Principles, Business Models, and Terminology*. Cambridge University Press.

Rocha, Á., Correia, A. M., Adeli, H., Reis, L. P., & Teixeira, M. M. (2016). *New Advances in Information Systems and Technologies*. Springer.

Rossini, G. (s. f.). *Rapid Application Development with Qcubed*. Gianni Rossini. Sánchez, J. C. (2012). *Los métodos de investigación*. Ediciones Díaz de Santos.

**ANEXO 1.**

**ENCUESTA AL DPTO. DE PLANIFICACIÓN**

1. ¿De qué modo recopila la información actualmente?
  - a. Formularios de papel
  - b. Hojas de Excel
  - c. Otro
2. ¿Ha tenido dificultades al momento de la recopilación de la información?
  - a. SI
  - b. NO
3. ¿Se ha presentado errores al recopilar la información en papel o en archivo Excel?
  - a. SI
  - b. NO
4. ¿Crees usted que se podría disminuir los errores al recolectar la información en sitio en formato digital?
  - a. SI
  - b. NO
5. ¿Considera que podría mejorar la manera de recopilar la información?
  - a. SI
  - b. NO
6. ¿Facilitaría su trabajo de recolección de datos, el hacerlo en formulario electrónico?
  - a. SI
  - b. NO
7. ¿Cree usted que sería útil disponer de la información recopilada en tiempo real?
  - a. SI
  - b. NO
8. ¿Beneficiaría el tener la información recopilada en una representación en un visor de mapas?
  - a. SI
  - b. NO

## **ANEXO 2. ENTREVISTA**

1. ¿Considera que ha mejorado el proceso de recolección de datos?
2. ¿A su criterio, ha disminuido el tiempo tomado para recolectar datos usando el modelo y por lo tanto es más eficiente?
3. ¿Considera útil el modelo desarrollado para la recolección de datos en sitio?
4. ¿Ha disminuido el número de errores con el modelo de recolección de datos?
5. ¿Cree usted que los datos generados en el GAD Provincial con respecto a la Infraestructura Productiva deberían estar disponibles?

### **ANEXO 3**

**Entrevistado:** Ing. Hugo Pesantez

**Entrevistador:** Ing. Jaime Zárate

#### **¿Ha tenido inconvenientes con el proceso de recolección de datos?**

Sí, como en todo proceso ha existido algunos inconvenientes, realmente al ser información que se levanta en el campo, y luego tiene que venir a transcribirse aquí en la institución para unir lo de los diferentes frentes o equipos de trabajo, si es un proceso extenuante y hasta cierto punto tedioso para los técnicos de mi departamento.

#### **¿Qué tipo de errores ha tenido en el levantamiento de la información?**

Durante el proceso y en la transcripción existen errores, aunque se trata de disminuirlos siendo minuciosos y teniendo algunas supervisiones; lo más frecuente se da en los errores de la ortografía, en la repetición de los campos en el archivo maestro o centralizado que se maneja, también se han dado errores en el link a las carpetas con los archivos de la fotografía y con las coordenadas; que a veces se ha puesto cambiada esta información.

#### **¿Estarían dispuestos a experimentar con una solución tecnológica para mejorar este proceso?**

Enfáticamente sí, para mejorar los procesos institucionales y a la vez actualizarnos con los cambios tecnológicos; conscientes y seguros de que van a mejorar y hacer más eficiente nuestras tareas.

## ANEXO 4 INSTALACIÓN DE HERRAMIENTAS

### a) Jdk (Entorno de Desarrollo)

Para instalar OpenJDK en centos se utiliza el comando yum

```
sudo yum install java-1.7.0-openjdk-devel
```

Al concluir la instalación en el prompt de centos confirma la correcta secuencia de procesos

### b) Jre (Máquina Virtual)

Para que el servidor web con el que funciona la aplicación se ejecute correctamente requiere tener instalada y configurada la máquina virtual JRE, para la instalación se descarga el archivo que se ejecuta en Linux .rpm o desde alguno de los repositorios con el comando wget.

Se debe cambiar el home del directorio para la descarga y posteriormente ejecutar la siguiente línea de comando, note que debe elegir correctamente el archivo rpm de acuerdo a la versión de centos instalar en el equipo:

```
cd ~ wget --no-cookies --no-check-certificate --header "Cookie: gpw_e24=http%3A%2F%2Fwww.oracle.com%2F; oraclelicense=accept-securebackup-cookie" \
"http://download.oracle.com/otn-pub/java/jdk/8u60-b27/jre-8u60-linux-x64.rpm"
```

Por lo general la instalación se crea en el directorio /usr/java/jdk1.8.0\_60/jre/bin/java, a menos que se haya especificado algo diferente.

Es necesario configurar las variables de entorno de la máquina virtual para ello se debe usar las directivas JAVA\_HOME o JRE\_HOME si el caso se diera en el que la instalación se ejecutó en el directorio /usr/java/jdk1.8.0\_70/jre/bin se deberá crear la variable de entorno JAVA\_HOME con la siguiente línea de comando en centos.

```
export JAVA_HOME=/usr/java/jdk1.8.0_60/jre
```

### **c) Mysql / Postgresql (Motor de Base de Datos)**

En la instalación del gestor de base de datos se puede elegir entre mysql y postgresql, y de acuerdo a esta elección descargarlo y configurarlo para que funcione el aplicativo.

En el caso específico aplicado se lo instaló sobre Mysql, un manejador de base de datos open-source, centos versión 7 prefiere en lugar de Mysql usar MariaDB en su reemplazo, aunque para instalación y todo su funcionamiento realmente utiliza exactamente los mismos comandos.

En primer lugar se descarga el rpm desde la página oficial, se revisa la arquitectura y la versión, se verifica la integridad del archivo descargado con el comando md5sum versus el archivo rpm descargado, posteriormente se realiza la ejecución en la línea de comandos ya sea para ejecutar desde archivo la instalación o desde el repositorio. A continuación la línea de comandos cualquiera de los dos casos.

```
sudo rpm -ivh mysql57-community-release-el7-9.noarch.rpm
```

```
sudo yum install mysql-server
```

Post instalación es necesario iniciar el gestor se ejecuta el demonio con la siguiente línea de comandos:

```
sudo systemctl start mysqld
```

Si Mysql se ha instalado adecuadamente debe emitir el mensaje que el servicio está corriendo (running).

Para configurar el motor se usa el comando:

```
sudo mysql_secure_installation
```

#### **d) Apache tomcat**

Apache tomcat es un servidor web y contiene servlet que pueden ser usados para ejecutar aplicaciones realizadas en Java. Es una herramienta Open Source implementada para tecnología Java Servlet y Java Server de la Fundación de Software de Apache.

Para instalarlo se debe secuenciar los siguientes pasos:

```
sudo yum install tomcat
```

Con este comando se instalará el apache tomcat y sus dependencias. Los archivos de tomcat generalmente se ubicarán en el directorio `/usr/share/tomcat`. Las aplicaciones que se van a ejecutar se las debe ubicar en el directorio `/usr/share/tomcat/webapps`.

Es necesario cambiar algunas opciones de configuración del servidor web, para ellos se edita el archivo `tomcat.conf` con la siguiente línea de comandos:

```
sudo vi /usr/share/tomcat/conf/tomcat.conf
```

En este archivo se configura el `JAVA_OPTS` para lo cual se modifica los valores a los atributos `Xmx` y `MaxPermSize`; se debe reiniciar servicio y ejecutar en el browser la línea `localhost:8080` para verificar el funcionamiento correcto del servidor web, que debe presentar una pantalla como la siguiente:



**Administration**  
[Status](#)  
[Tomcat Manager](#)

**Documentation**  
[Release Notes](#)  
[Change Log](#)  
[Tomcat Documentation](#)

**Tomcat Online**  
[Home Page](#)  
[FAQ](#)  
[Bug Database](#)  
[Users Mailing List](#)  
[Developers Mailing List](#)  
[IRC](#)

**Miscellaneous**  
[Servlets Examples](#)  
[JSP Examples](#)  
[Specifications](#)

**If you're seeing this page via a web browser, it means you've setup Tomcat successfully. Congratulations!**

As you may have guessed by now, this is the default Tomcat home page. It can be found on the local filesystem at:

```
$CATALINA_HOME/webapps/ROOT/index.html
```

where "\$CATALINA\_HOME" is the root of the Tomcat installation directory. If you're seeing this page, and you don't think you should be, then you're either a user who has arrived at new installation of Tomcat, or you're an administrator who hasn't got his/her setup quite right. Providing the latter is the case, please refer to the [Tomcat Documentation](#) for more detailed setup and administration information than is found in the INSTALL file.

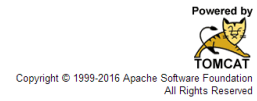
**NOTE: For security reasons, using the manager webapp is restricted to users with certain roles such as "manager-gui".** Users are defined in \$CATALINA\_HOME/conf/tomcat-users.xml.

Included with this release are a host of sample Servlets and JSPs (with associated source code), extensive documentation, and an introductory guide to developing web applications.

Tomcat mailing lists are available at the Tomcat project web site:

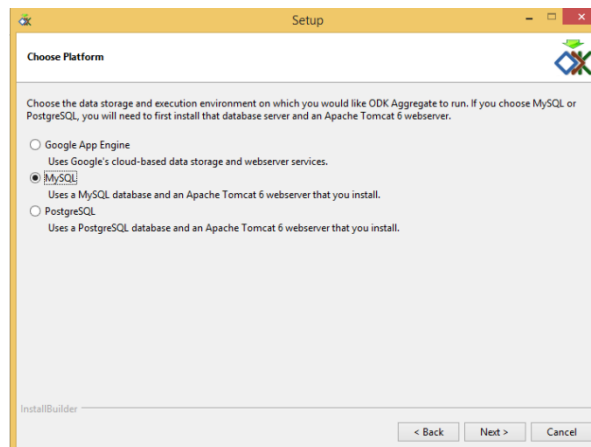
- [tomcat-users](#) for general questions related to configuring and using Tomcat
- [tomcat-dev](#) for developers working on Tomcat

Thanks for using Tomcat!

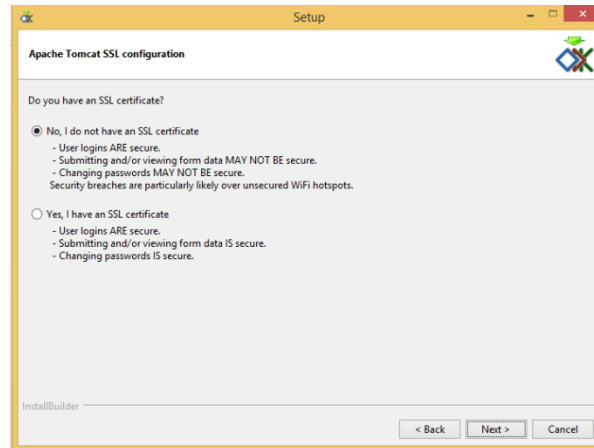


### e.) ODK Aggregate

Para la instalación de la herramienta ODK Aggregate posterior a tener instalado todos los requerimientos enlistados anteriormente se debe seguir una secuencia de pasos, en primer lugar se ejecuta el archivo de instalación, posteriormente se presenta el tipo de licencia y la aceptación, la misma que es del tipo Apache, la herramienta permite la configuración e instalación dentro de Google App Engine, en el motor de base de datos de mysql o en Postgresql.



Posteriormente apache se encarga de configurar el puerto seguro https y pregunta el tipo de certificado a instalar



Luego se debe configurar la IP de la máquina visible o el nombre de dominio y el puerto http a usar, que por defecto es el 8080, enseguida se configura el puerto de la base de datos y el nombre del host donde estará alojado el DBMS.

A continuación, se solicita el nombre de usuario de la base de datos a usar que por defecto es odk\_user y el password.

Al finalizar la instalación se crean instancias del aplicativo que se tienen que configurar, tal es el caso del archivo sql de la base de datos para subirla al servidor mysql, dicha base de datos tiene la siguiente estructura

