

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones



Desarrollo de un sistema para recolección y exportación de información topográfica para
la empresa R.G topografía y construcciones.

Daniel Andrés Mendoza Carrillo

Colombia, Barranquilla

2021

Desarrollo de un sistema para recolección y exportación de información topográfica para
la empresa R.G topografía y construcciones.

Daniel Andrés Mendoza Carrillo

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Electrónico y en
Telecomunicaciones

Director

ING. Meglys Pérez, Msc

Co-Director

ING. José Ledesma, Msc

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Colombia, Barranquilla

2021

Resumen

Un levantamiento topográfico, es la representación gráfica de un lugar. Su objetivo es examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno. Para el caso de la empresa R.G Topografía y Construcciones se presenta un contratiempo debido a que llevan escritas a mano las características físicas del terreno, lo que ocasiona gasto innecesario en tiempo por parte de los trabajadores, de manera que puede ser empleado en otras actividades, incurriendo por parte de la empresa en contrataciones adicionales para personal solamente encargado para digitar las mediciones realizadas en campo.

Con la realización del proyecto “Desarrollo de un sistema para recolección y exportación de información topográfica para la empresa R.G Topografía y Construcciones”, se realiza una aplicación capaz de almacenar las observaciones topográficas realizadas en campo con posibilidad de editar en tiempo real y exportar el archivo, que luego será combinado por medio de un algoritmo en un computador, con el objetivo de exportar un único archivo que es el suministro fundamental para un levantamiento topográfico.

Con la realización de este proyecto se espera que se convierta en una herramienta útil para reducir los tiempos de digitación de datos topográficos en la empresa, donde pueda incurrir en la reducción de gastos.

Abstract

A topographic survey is the graphical representation of a place. Its objective is to examine the surface carefully taking into account the physical, geographical and geological characteristics of the terrain. In the case of the company R.G Topography and Constructions, there is a setback due to the fact that they have handwritten the physical characteristics of the land, which causes unnecessary expenditure in time on the part of the workers, so that it can be employed in other activities, incurring on the part of the company in additional contracts for personnel only commissioned to digitize the measurements made in field.

With the development of a system for the collection and export of topographic information for the company R.G Topography and Constructions, in order to reduce overtime work, which consists of an application capable of storing the observations made in the field with the possibility of editing in real time and exporting the file, and then will be combined by means of an algorithm, with the aim of exporting a single file that is the fundamental tool for a topographic survey.

With the realization of this project is expected to become a useful tool to reduce the fingering times of topographic data, where the company can incur a reduction in expenses.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, 29 de enero de 2021.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, por todo su esfuerzo y sacrificio, por brindarme todo el amor, la comprensión, el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida y sobre todo en mis estudios universitarios, recuerden este logro no es solo mío sino también de ustedes, los amo ..!!!

Dedico de manera especial a mis docentes que estuvieron en cada proceso del proyecto respaldándome en el crecimiento para la construcción de mi vida profesional, motivaron los deseos de superación, en ello tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y sus grandes corazones me llevan a admirarlos cada día más.

Agradecimientos

Primeramente agradezco a la universidad UAC por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de sus senos científicos para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mis asesores de tesis Ing. José Ledesma e Ing. Meglys Pérez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos profesionales.

Mi agradecimiento también va dirigido al gerente propietario de la empresas “R.G Topografía y construcciones” Ing. Rubén Gonzales por haber aceptado que se realice mi tesis en su prestigiosa empresa y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los semestres de universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

Contenido

Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Introducción	1
Capítulo 1 Descripción del Proyecto	3
Planteamiento del Problema	3
Formulación del Problema.....	4
Impacto Esperado.....	4
Usuarios Directos.....	5
Objetivos.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Metodología	6
Materiales y Equipos Utilizados	10
Capítulo 2 Marco Teórico y Estado del Arte	11
Capítulo 3 Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril	15
Capítulo 4 Conclusiones	22
Capítulo 5 Recomendaciones.....	23
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.
Anexos	25

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Comparación entre App móvil y anotaciones en papel (campo).	19
Gráfica 2. Comparación entre algoritmo y manual paso a paso (oficina).	20
Gráfica 3. Comparación entre levantamientos topográficos.....	21

Lista de Figuras

Figura 1. Flujograma de los pasos correspondientes a la primera etapa.....	6
Figura 2. Flujograma de los pasos correspondientes a la segunda etapa.	8
Figura 3. Home aplicación móvil.	15
Figura 4. Home algoritmo en visual Basic.	16
Figura 5. Observaciones escritas a mano.....	16
Figura 6. Ejemplo de información generada por la aplicación.	17
Figura 7. Ejemplo de información generada por la estación total.	17
Figura 8. Hoja cartera de campo (principal).....	18
Figura 9. Hoja cuadro de coordenadas.....	18

Lista de Anexos

Anexo 1. Estación leica TS02.....	25
Anexo 2. Estación armada sobre un trípode.	26
Anexo 3. Autor presente en un levantamiento.....	27
Anexo 4. Autor trabajando junto al topógrafo y auxiliar en un levantamiento.	28
Anexo 5. Tatos utilizados para calcular la reducción de tiempo.	28
Anexo 6. Topógrafo corroborando la información escrita.	29
Anexo 7. Calculo para corroborar información.....	30
Anexo 8. Observaciones escritas en papel.....	31
Anexo 9. Explicación por parte del topógrafo.....	32
Anexo 10. Estación armada sobre un punto.	33
Anexo 11. Exportación de información GSI a la USB.....	34
Anexo 12. Ejemplo de una cartera de campo.	35
Anexo 13. Ejemplo del archivo generado por la APP.....	35
Anexo 14. Cronograma de actividades.....	36
Anexo 15. Presupuesto del proyecto.	36
Anexo 16. Código fuente App.....	37
Anexo 17. Código fuente algoritmo VB.....	37
Anexo 18. Apk TopoNote.....	37
Anexo 19. Archivo VB program.	37
Anexo 20. Ejemplo Archivo GSI.....	37

Introducción

El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para edificaciones y construcciones. (codazzi, 2021).

Este proyecto, busca solucionar un contratiempo en la empresa R.G Topografía y Construcciones de la ciudad de Valledupar. Enfocado a problemas en cuanto al rendimiento laboral en campo, ya que los operarios en conjunto con sus equipos de trabajo están teniendo retrasos lo que impide agilizar el procedimiento, para ejecutar a corto plazo las diferentes obras en procedimiento. Afectando directamente los costos de la empresa.

Se convocó a una parte del personal encargado de los levantamientos en campo, incluyendo a personas empíricas y topógrafos, luego de escuchar varias propuestas para la comodidad del personal. Una en especial llamo la atención y es que el topógrafo debe hacer múltiples observaciones del área, como lo son obstáculos, objetos, construcciones etc. Esto anclado a diferentes coordenadas que arrojan los equipos de trabajo, comentando el topógrafo encargado que sin estas observaciones es imposible hacer un levantamiento impecable lo que conlleva a hacerlas en una libreta para luego ser digitalizadas en un ordenador, y procesadas por el programa en donde esté de manera automatizada genera un claro grafico del área con su diferentes observaciones.

Al observar esta situación donde el personal si está haciendo su trabajo, pero no de forma cómoda con un alto margen de error. Se le propuso a la empresa darle fin a esta situación de una manera muy innovadora que está llevando a muchas empresas a una nueva era volviéndolas más atractivas, como lo son las aplicaciones móviles. Donde esta brinda la posibilidad de digitalizar la información de manera dinámica, la cual será redirigida a un documento en Excel, ya que esta es la mejor forma de importar la información al programa (AutoCAD) y como habitualmente lo vienen haciendo. Cabe mencionar que con la ayuda de un algoritmo en Excel (Macro) es posible mesclar la información de la aplicación y la estación total.

Como limitante se necesita una red global o local inalámbrica para transportar la información de las observaciones topográficas, ya que la App brinda la posibilidad de exportación vía correo electrónico, whatsapp etc. Además la obtención de información de la estación total debe ser extraída vía USB.

Capítulo 1

Descripción del Proyecto

Planteamiento del Problema

En la empresa R.G topografía y construcciones un sector de las instalaciones lo comprende un personal que está dedicado a los levantamientos topográficos, donde se encuentran personas con capacidades empíricas y profesionales en esta labor. Grupo que desempeña un cargo muy importante el cual es identificar, detallar y plasmar el área de trabajo con métodos profesionales. Donde consiste en tomar múltiples puntos coordenados para luego ser digitalizados, obteniendo un detallado plano del área.

Teniendo en cuenta lo anterior, los levantamientos presentan una alta probabilidad de error ligado a un rendimiento laboral. Debido a que sus anotaciones son escritas en papel, en este se debe hacer un manejo digitalizado que corresponda directamente con el objetivo final deseado es decir un plano digital. Por otro lado en la oficina toca organizar y limpiar el documento GSI generado por la estación total, además con las observaciones obtenidas en campo se completa el documento en Excel.

Finalmente, todos estos obstáculos que hacen mantener un proceso lento sobre las diferentes informaciones adquiridas en campo y oficina. Conlleva a perder oportunidades económicas y de reconocimiento, en otras palabras es una problemática que generaría horas extras de trabajo.

Formulación del Problema

¿Es posible a través de la automatización reducir tiempos en la recolección y exportación de información topográfica para la empresa R.G Topografía y Construcciones?

Impacto Esperado

El presente proyecto tiene como objetivo, facilitar a la empresa el proceso de levantamientos topográficos reduciendo tiempos en la digitación de las variables medidas. Por consiguiente la generación de un documento el cual es la herramienta para generar un claro gráfico, con esto se reduce costos que benefician al progreso de la empresa.

Por otra parte, brinda el interés a empresarios con necesidades reales, así mismo a la hora de crear y sacar adelante una empresa de nuevas proyecciones. Del mismo modo, diseñando futuras soluciones por medio de algoritmos encaminados a facilitar el complicado camino de competencia y demanda en que se encuentra toda empresa.

De acuerdo con lo anterior, crear una cultura emprendedora asociada a las nuevas tecnologías aceptando de forma positiva el diseño de sistemas como contribución en el desarrollo, al mismo tiempo crea un entorno favorable para los emprendedores, de esta manera elimina todos los problemas de altas y bajas consecuencias.

Por último, se espera que este proyecto pueda ser referente para continuar con este tipo de implementaciones. Con una posible mejora para convertirlo en una herramienta con más opciones que complementen y faciliten la ejecución de los diferentes proyectos.

Usuarios Directos

Trabajadores de la empresa R.G topografía y construcciones de la ciudad de Valledupar.

Empíricos en Topógrafos.

Profesionales en topografía.

Usuarios contratantes.

Usuarios indirectos

Beneficiarios de contratantes.

Objetivos**Objetivo General**

Desarrollar un sistema para recolección y exportación de información topográfica para la empresa R.G topografía y construcciones.

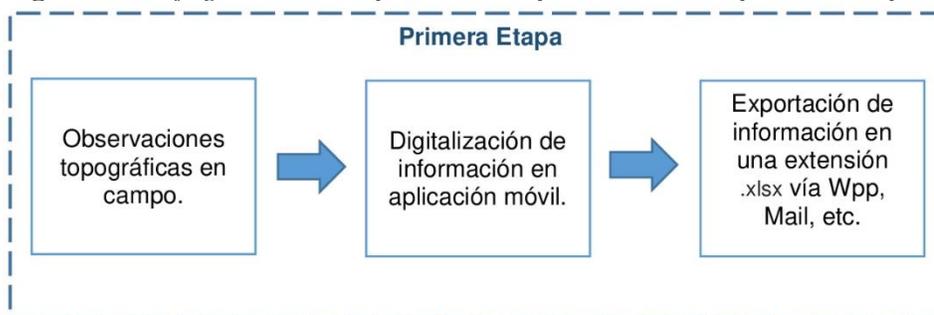
Objetivos Específicos

- Diseñar una aplicación móvil para la recolección de la información de mediciones topográficas en campo.
- Desarrollar un algoritmo que genere la información completa para el levantamiento topográfico.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema con observaciones en campo.

Metodología

Este proyecto se ha dividido en dos etapas: En la **primera etapa** se realiza el desarrollo de una aplicación móvil en el sistema operativo Android a continuación se muestra el flujo grama.

Figura 1. *Flujograma de los pasos correspondientes a la primera etapa.*



Nota: Fuente: El Autor

1. Observaciones topográficas en campo.

Inicialmente se identifica en el terreno las diferentes observaciones como lo son obstáculos e imperfecciones del terreno, del mismo modo los movimientos de la estación realizada por el operario (Armadas), también las diferentes mediciones de altura de los equipos, cabe resaltar que este trabajo lo realizan mínimo dos personas.

2. Digitalización de información en aplicación móvil.

En este momento el usuario tiene la posibilidad por medio de la aplicación móvil digitar las diferentes observaciones que en conjunto seria: descripción del terreno, altura de los instrumentos y armadas del equipo (desplazamiento).

3. Exportación de información en una extensión .xlsx vía wpp, MAIL, etc.

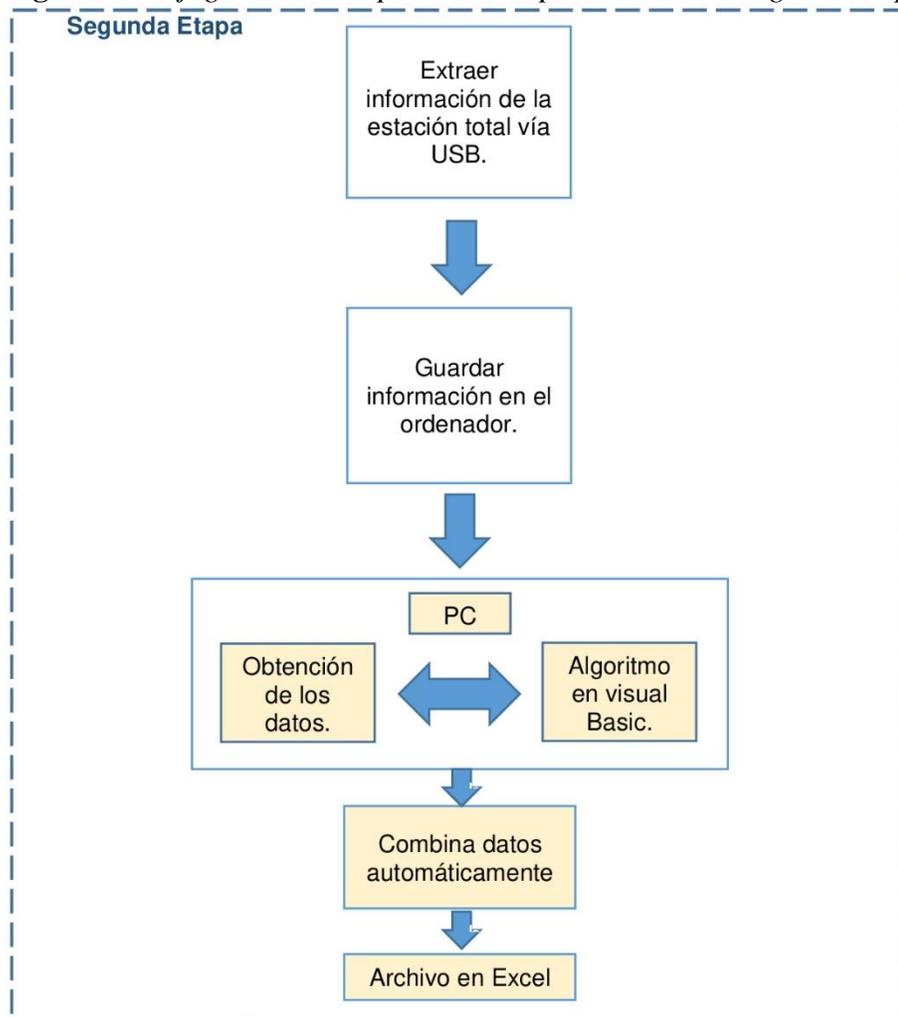
Se implementa la posibilidad de exportar toda aquella información digitada en la aplicación móvil, cabe resaltar que esta debe estar sujeta a una secuencia numérica de información suministrada por la estación total. Es decir el operario de la App debe trabajar en conjunto con la estación total para evitar errores.

Así mismo en la aplicación es posible editar una medición en tiempo real, con tal de evitar un desfase de información o error de escritura, teniendo en cuenta todo lo anterior es posible exportar la información en una plantilla con extensión .xlsx vía wpp, MAIL, etc.

Nota: Una vez se obtenga la información .xlsx que genera la aplicación seguido se extrae la información de la estación.

Para la **segunda etapa**, se diseña un algoritmo en un sistema operativo Windows por medio de las herramientas Excel y visual Basic, con la intención de generar la información complete para el levantamiento topográfico.

Figura 2. *Flujograma de los pasos correspondientes a la segunda etapa.*



Nota: Fuente: El Autor

4. Extraer información de la estación total vía USB.

Es indispensable, extraer esta parte de la información en la estación total vía USB. Consecuentemente sin esta no es posible completar la información requerida del levantamiento, además esta información es compuesta por ángulos y distancias.

Asumiendo que la información ha sido extraída en su totalidad es transportada por el operario del equipo, siendo este mismo el encargado del levantamiento en general, cabe resaltar que la información debe ser extraída al momento de finalizar un levantamiento.

Cabe señalar, que los equipos utilizados por la empresa no están en condiciones para trabajar la extracción de información por otro medio (bluetooth).

5. Guardar información en el ordenador.

La información a guardar en el ordenador es el archivo GSI generado por la estación total y la plantilla en Excel compartida por la aplicación móvil.

6. Obtención de los datos y algoritmo en visual Basic.

Es necesario saber que el algoritmo en Excel solamente reconocerá la información y ejecutara su acción si se guarda de forma correcta, por consiguiente el algoritmo desarrollado en Visual Basic a través de la función MACRO genere la información complete para el levantamiento topográfico.

7. Combina datos automáticamente.

Esta es una función que contiene el algoritmo, la cual por medio de un botón en el documento que contiene el algoritmo (Excel), es posible ejecutar la acción combinar datos.

8. Archivo en Excel.

Este es el resultado final de la suma de dos informaciones de diferentes fuentes, la cual es capaz de describir un terreno digital por medio del programa AutoCAD.

Materiales y Equipos Utilizados

- Teléfono androide
- Computador Windows
- Estación total Leica TS02
- Memoria USB

Capítulo 2

Marco Teórico y Estado del Arte

De manera análoga, este proyecto tiene como finalidad solucionar un percance en la empresa R.G Topografía y Construcciones el cual está enfocado a la realización de sistemas automáticos digitales, siendo este uno de los principales problemas para solucionar en las empresas a nivel mundial.

(rosselló, 2016) Realiza la interfaz de usuario de una aplicación para dispositivos móviles. Se trata de una aplicación para Smartphone que facilita las labores de la topografía espeleológica, donde los topógrafos se encargaban de describir gráficamente una cavidad subterránea realizando una serie de medidas de distancia, direcciones y ángulos; tabulares y posteriormente procesarlas para obtener un mapa de la cavidad. En la toma de datos el trabajador usaba una plantilla en papel donde se anotan las mediciones tomadas con varios instrumentos. Esta interfaz disminuyó las largas jornadas de trabajo con la ayuda de los sensores incorporados en el dispositivo.

Por otra parte en barranquilla atlántico, se desarrolló una aplicación móvil para la organización de clientes para un óptimo servicio de los mantenimientos preventivos y correctivos de la empresa SYMTEC S.A.S. Esta empresa está especializada en equipos médicos de ultrasonido e imágenes diagnósticas y brinda servicios a clientes, cubre parte del área del caribe colombiano como santa marta, Valledupar, barranquilla, Cartagena etc. Esta empresa debía fortalecer su planificación y organización para un servicio más oportuno y eficiente ya que presentaba un desconcierto a la hora de agendar a los clientes y prestarles el servicio a tiempo, además de semanas de acumulación de trabajo y el tiempo que se recorre lleva a la necesidad de tener una excelente

planificación. Con esta App se pudo crear una agenda de los mantenimientos preventivos y correctivos por ciudad, el jefe puede tomar medidas para darles prioridad a clientes y darse cuenta de cualquier evento extraordinario, estimulando que los clientes se sientan más satisfechos, que los ingenieros de campo trabajen de una manera más efectiva y que no haya más semanas con trabajo acumulado. (Garces & Christian, 2018)

Además, en Tolima Colombia un proyecto tuvo como finalidad evaluar la diferencia de precisión y costo de dos métodos directos de levantamientos topográficos con el uso de estación total y RPA (dron). El trabajo de campo se realizó mediante la recolección de datos, con el uso de una ficha técnica, los cuales fueron procesados con el software Agisoft Metashape, en versión educativo, donde se obtuvo nube de puntos, ortofoto, modelo digital de elevación y superficie con curvas de nivel. Posterior a ello, se procesó la información obtenida anteriormente con el uso del software AutoCAD Civil 3d para la obtención de los puntos y su comparación. El trabajo de investigación fue de tipo aplicada por el hecho que se centra a encontrar mecanismos para la obtención de datos cuantitativos y poder comprarlos. Según su profundidad, es explicativa porque tiene como objetivo observar las variables dependientes de precisión y costo así mismo las variables independientes de acuerdo al equipo topográfico. Como resultados se concluye el método de levantamiento topográfico con RPA (dron) es 10 veces más preciso en este, 5 veces en norte y 51 veces en elevación. El costo obtenido con el RPA (dron) resultó tener un menor costo habiéndose obtenido una disminución de 8.59% del levantamiento topográfico con estación total. (cabada, 2019)

Completando estos antecedentes a nivel mundial, específicamente en Indonesia el autor diseñó un sistema de información de ventas en Riverside Store Samarinda utilizando Microsoft Excel Macro" se basó en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el campo del procesamiento automatizado de datos en un esfuerzo por superar las demoras en el proceso de administración de ventas en Riverside Store Samarinda como una unidad de negocio minorista. El proceso de registro de las transacciones de ventas de las MiPyME incluye el registro de datos de mercancías entrantes, la venta de mercancías, el informe de transacciones de ventas y la impresión de Notas de Ventas. Riverside Store Samarinda todavía utiliza el método manual y no ha utilizado una aplicación informática integrada, por lo que a menudo hay problemas, entre ellos, es difícil encontrar datos en archivos apilados y los cálculos de los resultados comerciales que tendrán un impacto en los costos y el tiempo son bastante largos. (Ibrahim Musa, 2020).

Según el Centro de Soporte de Microsoft, un macro es la automatización de una acción o un conjunto de ellas, como la creación de un reporte de cuentas vencidas o un cuadro resumen que muestra las veces que se repite un valor en una serie de datos.

Su gran aporte es poder grabar código propio en lenguaje Visual Basic for Applications (VBA), generando instrucciones, comandos y funciones que se automatizarán y serán accesibles vía botones y otras interfaces fáciles para el usuario. Un cálculo manual o acciones tediosas podrán ser realizados de manera sencilla ahorrando tiempo. (Guzmán, 2020).

En cambio, una aplicación móvil, también llamada App móvil, es un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil, que puede ser un teléfono inteligente o una tableta. Incluso si las aplicaciones suelen ser pequeñas unidades de software con funciones

limitadas, se las arreglan para proporcionar a los usuarios servicios y experiencias de calidad. (Herazo, 2020).

Según (codazzi, 2021) El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento de planificación para edificaciones y construcciones.

Capítulo 3

Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril

Para la reducción de tiempos en la empresa R.G topografía y construcciones se lleva a cabo el desarrollo de un sistema que consta de una aplicación móvil y un algoritmo en Visual Basic, en la **figura 3 y 4** se muestra el home de los dos sistemas.

Figura 3. Home aplicación móvil.



Nota: Fuente: El Autor.

Figura 4. Home algoritmo en visual Basic.

A	B	C	D	E	F	G	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
EST.	P.V	No	SLD	H. Z G M S	DIST. HORIZ.	DIFER. NIVEL	No	ALT. INST.	ALT. PRIS.	PUNTOS	N=Y	COORDENADAS E=X	COTA	OBSERVACIONES									
T5				155 20 7.11								0	1649480,375	1089356,801	186,786	T5							
	T5	1	271,870	000 00 00	271,869	0,62	1	1,222	1,333	1	1649233,310	1089470,254	187,300	Casa									
		2	154,793	359 17 41	154,792	0,58	2	1,222	1,333	2	1649340,511	1089423,123	187,252	Casa									
		3	47,786	358 58 34	47,786	-0,21	3	1,222	1,333	3	1649437,312	1089377,515	186,467	calle									
		4	10,397	181 39 14	10,395	-0,19	4	1,222	1,333	4	1649489,943	1089352,737	186,489	calle									
		5	36,953	180 03 18	36,952	-0,32	5	1,222	1,333	5	1649513,970	1089341,413	186,354	bordillo									
	T1	6	63,986	179 51 31	63,986	0,04	6	1,222	1,333	6	1649538,457	1089329,956	186,716	bordillo									
T5	T5	7	103,905	177 28 23	103,895	-1,46	7	1,200	1,300	7	1649572,788	1089309,324	185,229	casa									
		8	103,902	000 00 01	103,895	-1,19	8	1,222	1,333	8	1649385,958	1089400,157	185,482	bordillo									

Nota: Fuente: El Autor.

Persiguiendo con lo planteado anteriormente se logró diseñar y desarrollar la aplicación móvil, con la cual se podrá evitar transcripción de información escrita a mano esto con la finalidad de aumentar el rendimiento laboral. En la **figura 5** se muestran las diferentes observaciones escritas en papel.

Figura 5. Observaciones escritas a mano.

No	Observación	Cota
1-1	Linea A-B	1,300
2-1	Exp. M. 4	"
3-4	" " 3	"
5-6	" " 2	"
7-10	" " 1	"
11-12	" " 2	"
13-14	" " 3	"
15-16	" " 4	"
17-18	" " 5	"
19-20	" " 6	"
21-22	" " 7	"
23	" " 1	1,350
24	" " 2	"
25	" " 3	"
26	" " 4	2,150
27-28	Via	"
29-30	"	1,300
31-32	"	2,150
33	Mangal	"
34-35	Via	"
36-37	"	1,300
38-39	"	2,150
40	"	2,300
41-42	"	2,150
43	Rg-234	1,170
44	Rg-354	3,300
45	Rg-232	1,170
Σ Rg-234 → M-4		
46	Linea A-B	1,300
47	Via A-B	1,300

Nota: Fuente: El Autor.

Por otra parte, se desarrollo un algoritmo capaz de limpiar, unir y organiza informaciones de disintas fuentes. De forma similar a lo anterior, se muestran los dos archivos generados por la aplicación y la estacion totla. En la **figura 6 y 7** se aprecia el formato e informacion de los dos archivos.

Figura 6. Ejemplo de información generada por la aplicación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD											
1	EST.	P.V	No	SLD	H. Z			V			H. Z			AZIMUT			ANG VERT			AZIMUT			ANG VERT			DIST.		DIFER.		No		ALT.		ALT.		PUNTOS		COORDENADAS			OBSERVACIONES
2					G	M	S	G	M	S	DEC	DEC	DEC	AZIMUT	G	M	S	RAD	RAD	CALC.	HORIZ.	NIVEL	No	INST.	PRIS.				N = Y	E = X	COTA										
3	T5																																T5								
4		T5	1																					1	1,2	1,3							1	Casa							
5			2																					2	1,2	1,3							2	Casa							
6			3																					3	1,2	1,3							3	calle							
7			4																					4	1,2	1,3							4	calle							
8			5																					5	1,2	1,3							5	bordillo							
9		T1	6																					6	1,2	1,3							6	bordillo							
10	T5	T5	7																					7	1,2	1,3							7	casa							
11			8																					8	1,2	1,3							8	bordillo							

Nota: Fuente: El Autor

Figura 7. Ejemplo de información generada por la estación total.

M_FINCA SAN JUAN: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

110001+00000001	21.024+35959590	22.024+08952060	31...0+00271870	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110002+00000002	21.024+35917410	22.024+08947110	31...0+00154793	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110003+00000003	21.024+35858340	22.024+09014560	31...0+00047786	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110004+00000004	21.024+18139140	22.024+09101240	31...0+00010397	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110005+00000005	21.024+18003180	22.024+09029490	31...0+00036953	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110006+00000006	21.024+17951310	22.024+08957470	31...0+00063986	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110007+00000007	21.024+17728230	22.024+09048130	31...0+00103905	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110008+00000008	21.024+17925110	22.024+09039290	31...0+00103902	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110009+00000009	21.024+35805130	22.024+09012090	31...0+00058329	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110010+00000010	21.024+25011010	22.024+09354120	31...0+00004229	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110011+00000011	21.024+18811530	22.024+09020480	31...0+00035951	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110012+00000012	21.024+18516410	22.024+09011090	31...0+00063679	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110013+00000013	21.024+18409060	22.024+09012120	31...0+00091351	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110014+00000014	21.024+18327000	22.024+09008000	31...0+00133578	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110015+00000015	21.024+18248550	22.024+09005590	31...0+00202361	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110016+00000016	21.024+18241560	22.024+09007490	31...0+00231546	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110017+00000017	21.024+18238340	22.024+09008290	31...0+00256619	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110018+00000018	21.024+18235450	22.024+09008500	31...0+00291153	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110019+00000019	21.024+18233030	22.024+09008380	31...0+00301808	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110020+00000020	21.024+18229580	22.024+09009390	31...0+00330579	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110021+00000021	21.024+18221030	22.024+09009230	31...0+00333785	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110022+00000022	21.024+00000020	22.024+08956200	31...0+00333786	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110023+00000023	21.024+19126110	22.024+09003290	31...0+00004497	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110024+00000024	21.024+18122300	22.024+09011090	31...0+00031998	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110025+00000025	21.024+18037210	22.024+09017280	31...0+00059175	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110026+00000026	21.024+18026350	22.024+09019430	31...0+00073609	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110027+00000027	21.024+17903500	22.024+09022060	31...0+00344074	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110028+00000028	21.024+35959590	22.024+08943260	31...0+00344073	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110029+00000029	21.024+35921250	22.024+08938150	31...0+00174986	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110030+00000030	21.024+35906070	22.024+08938400	31...0+00146431	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110031+00000031	21.024+35844180	22.024+08931550	31...0+00117647	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110032+00000032	21.024+35811570	22.024+08924260	31...0+00087523	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110033+00000033	21.024+35710260	22.024+08926550	31...0+00059925	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110034+00000034	21.024+35132560	22.024+08939010	31...0+00021328	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110035+00000035	21.024+18455320	22.024+09005320	31...0+00045004	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000
110036+00000036	21.024+18315000	22.024+08949140	31...0+00074027	81...0+00000000	82...0+00000000	83...0+00000000	87...0+00000000

Nota: Fuente: El Autor

Final mente, después de un corto proceso se genera la información necesaria para describir un terreno en AutoCAD, de estas hojas se escoge una para importar llamada “cuadro de coordenadas”. En la **figura 8 y 9** se muestran las diferentes hojas.

Figura 8. Hoja cartera de campo (principal).

	A	B	C	D	E	F	G	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	
1	EST.	P.V	No	SLD	H. Z	G	M	S	DIST. HORIZ.	DIFER. NIVEL	No	ALT. INST.	ALT. PRIS.	PUNTOS	COORDENADAS			OBSERVACIONES							
2														N = Y	E = X	COTA									
4		T5	1	271.870	000	00	00	271.869	0.62	1	1.222	1.333	1	1649233.310	1089470.254	187.300	Casa								
5			2	154.793	359	17	41	154.792	0.58	2	1.222	1.333	2	1649340.511	1089423.123	187.252	Casa								
6			3	47.786	358	58	34	47.786	-0.21	3	1.222	1.333	3	1649437.312	1089377.515	186.467	calle								
7			4	10.397	181	39	14	10.395	-0.19	4	1.222	1.333	4	1649489.943	1089352.737	186.489	calle								
8			5	36.953	180	03	18	36.952	-0.32	5	1.222	1.333	5	1649513.970	1089341.413	186.354	bordillo								
9		T1	6	63.986	179	51	31	63.986	0.04	6	1.222	1.333	6	1649538.457	1089329.956	186.716	bordillo								
10	T5	T5	7	103.905	177	28	23	103.895	-1.46	7	1.200	1.300	7	1649572.788	1089309.324	185.229	casa								
11			8	103.902	000	00	01	103.895	-1.19	8	1.222	1.333	8	1649385.958	1089400.157	185.482	bordillo								

Nota: Fuente: El Autor

Figura 9. Hoja cuadro de coordenadas.

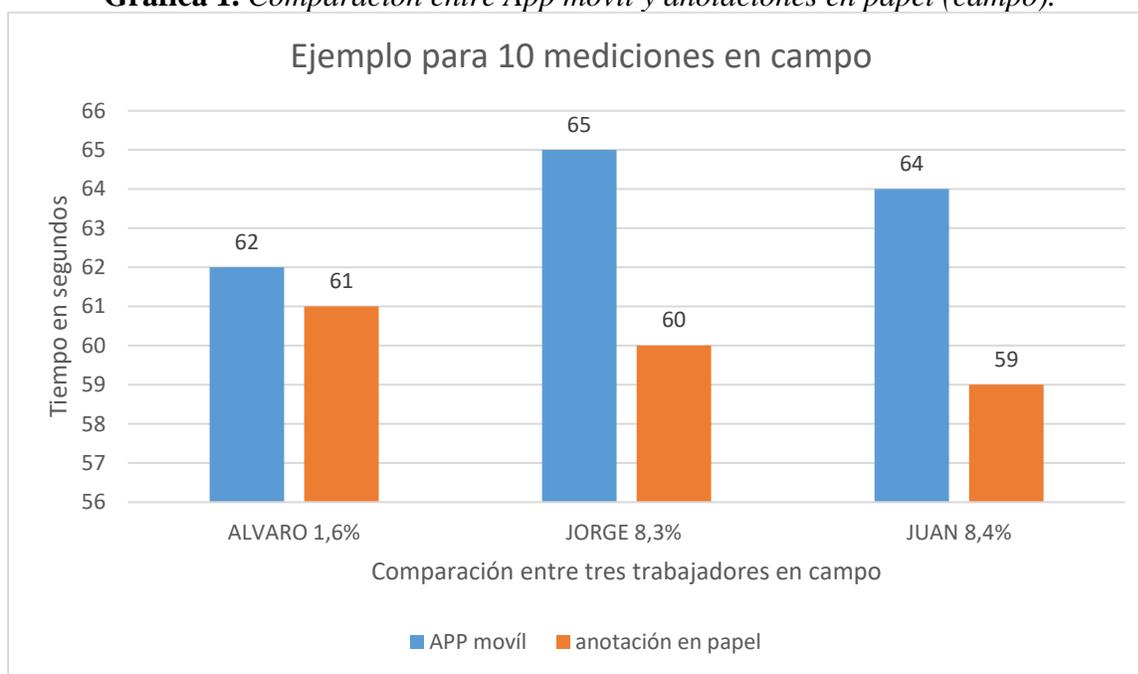
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1	CUADRO DE COORDENADAS																						
2	PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	COTAS	DESCRIPCIÓN																		
3	0	1649480.375	1089356.801	186.786	T5																		
4	1	1649233.310	1089470.254	187.300	Casa																		
5	2	1649340.511	1089423.123	187.252	Casa																		
6	3	1649437.312	1089377.515	186.467	calle																		
7	4	1649489.943	1089352.737	186.489	calle																		
8	5	1649513.970	1089341.413	186.354	bordillo																		
9	6	1649538.457	1089329.956	186.716	bordillo																		
10	7	1649572.788	1089309.324	185.229	casa																		
11	8	1649385.958	1089400.157	185.482	bordillo																		

Nota: Fuente: El Autor

Nota: Se adjunta como anexos el manual de usuario: sistema “App móvil” “Algoritmo VB”.

Para corroborar el objetivo final deseado, el cual es reducir tiempo extra se realiza un estudio de comparación en la duración al momento de ejecutar los diferentes procesos en un levantamiento, para esto se hizo una prueba con el ejercicio avitual y otra con el nuevo sistema. De manera que se tomaron ejemplos de 10 mediciones para cada metodología. En la **gráfica 1, 2 y 3** se comparan el lapso de tiempo con los diferentes sistemas para campo y oficina.

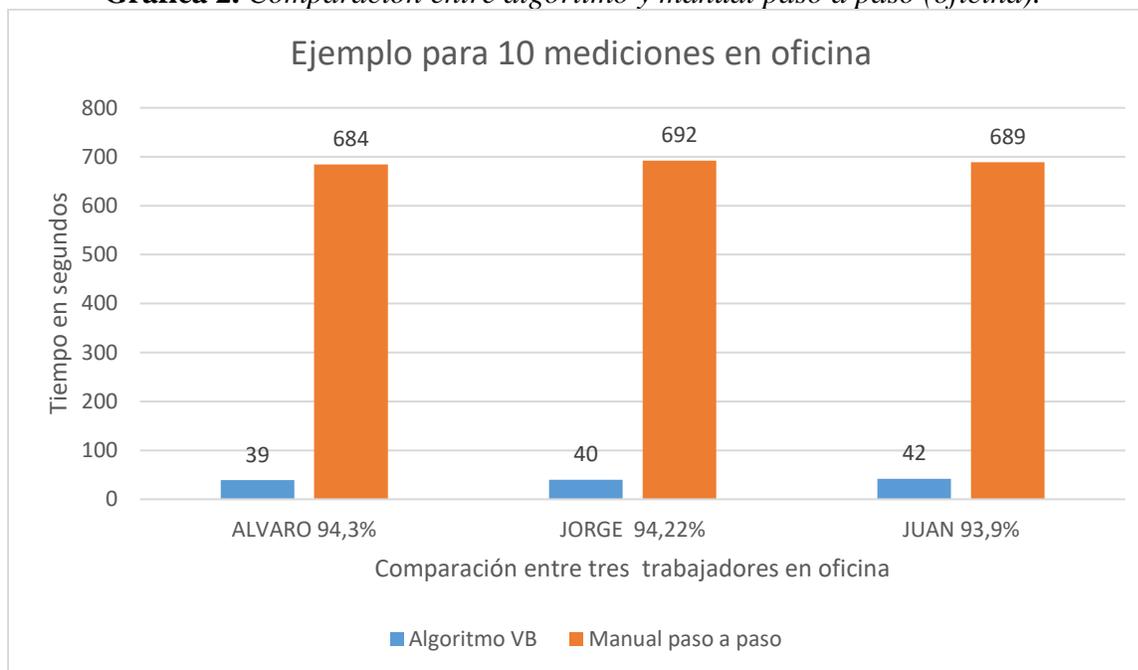
Gráfica 1. Comparación entre App móvil y anotaciones en papel (campo).



Nota: Fuente: El Autor

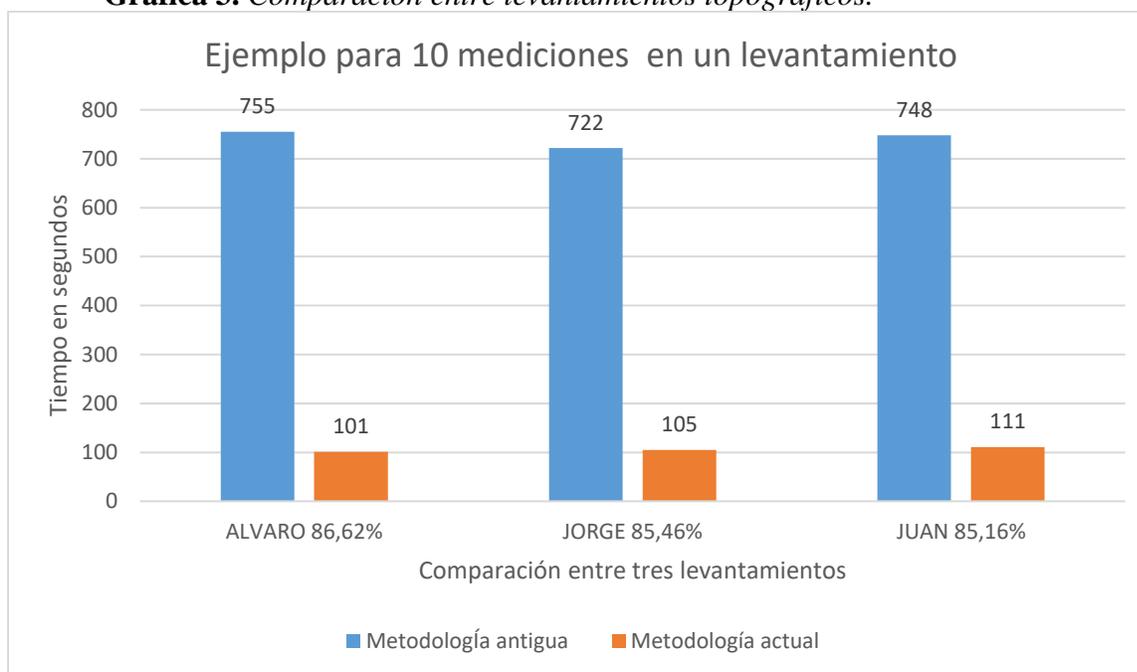
El anterior gráfico representa, la diferencia de tiempo entre el uso de las herramientas “anotación a papel” y “aplicación móvil” para identificar las observaciones en campo, además se eligieron tres trabajadores de la empresa para verificar en que porcentaje aumento el tiempo de uso en la aplicación móvil para cada trabajador, con un ejemplo de 10 mediciones para cada uno: Álvaro aumento el tiempo de descripción del terreno usando la aplicación móvil en un 1,6% luego Jorge un 8,3% y por ultimo Juan 8,4%. Se concluye que la aplicación genera un aumento de tiempo, el cual es directamente conveniente ya que no es necesario hacer una transcripción de la información.

Gráfica 2. Comparación entre algoritmo y manual paso a paso (oficina).



Nota: Fuente: El Autor.

El anterior gráfico representa, la disminución de tiempo en porcentaje que generó el algoritmo VB con respecto al método manual paso a paso, estos unen y organizan las diferentes informaciones en el computador, además se eligieron tres trabajadores de la empresa para verificar en qué porcentaje disminuyó el tiempo con el algoritmo en oficina para cada trabajador, con un ejemplo de 10 mediciones para cada uno: Álvaro logró disminuir el tiempo utilizando el algoritmo en un 94,3% luego Jorge un 94,22% y por último Juan 93,9%.

Gráfica 3. Comparación entre levantamientos topográficos.

Nota: Fuente: El Autor.

El anterior gráfico representa, la disminución de tiempo en porcentaje que generó la metodología antigua y la actual las cuales realizan la descripción grafica de un terreno, además se eligieron tres trabajadores de la empresa para verificar en que porcentaje disminuyo el tiempo con la metodología actual en cada trabajador, con un ejemplo de 10 mediciones para cada uno: Álvaro logro disminuir el tiempo utilizando el algoritmo en un 86,62% luego Jorge un 85,46% y por ultimo Juan 85,16%.

Analizando el promedio de tiempo de los tres trabajadores se puede decir que la metodología actual que consta de una aplicación móvil y un algoritmo en visual Basic logro reducir tiempo en tres levantamientos en un 85,72% para la empresa R.G Topografía y Construcciones, con relación al método inicial utilizado por ellos para la ejecución de un levantamiento topográfico.

Capítulo 4

Conclusiones

Con el diseño de este sistema se puede confirmar que se cumplió con lo planteado, se realizó de manera satisfactoria la disminución de horas extras en la empresa R.G topografía y construcciones de la ciudad de Valledupar, todo esto gracias a la convocatoria de empleados realizada en dicha empresa, donde se buscaban fallas y falencias dispuestas a corregirse por intermedio de una ciencia tecnológica como lo es la ingeniería electrónica y de telecomunicaciones. Teniendo en cuenta que estas fallas y falencias estaban relacionadas con la automatización y digitalización de información se logra por medio de dos sistemas digitales solucionar las largas jornadas de trabajo que afectaban directamente con el rendimiento de la empresa,

Para concluir, con el desarrollo de este proyecto se logró reducir el tiempo empleado por los trabajadores en promedio para tres levantamientos topográfico en un 85,72%, para obtener el archivo final el cual describe terrenos, edificaciones, etc. con esto se logra que los operarios puedan dedicar el tiempo ganado en otras actividades como por ejemplo el análisis de levantamientos topográficos, iniciar un nuevo proyecto, etc. Además incurrir la empresa en un exceso de contrataciones de personal que solamente este dedicado a la digitación de información de levantamientos topográficos.

Capítulo 5

Recomendaciones

Como recomendación, se propone a la empresa que cuando sea necesario el cambio de sus equipos (estación leyca TS02) se tenga en cuenta la posibilidad que a futuro pueda incluirse la herramienta de compartir información vía bluetooth, para esto se debe tener en cuenta que el nuevo equipo sea abierto a compartir información o sugerir al fabricante brindar las herramientas necesarias para que la aplicación lea esa información ya que no son de conocimiento general, para este caso se recomienda una estación Leyca TS09. Además, teniendo en cuenta que esta fue la inicial opción prevista en el proyecto se opta por importar y transporta la información GSI en una memoria USB como habitualmente lo venían haciendo.

También, se sugiere como trabajo futuro al momento de incorpora la herramienta bluetooth, compartir la información GSI y observaciones digitadas desde la aplicación hacia el computador, el cual sería el documento final a importar en Auto CAD. Esto se logra con la ayuda de un macro incorporado en la APP, finalmente completando la automatización general de un levantamiento topográfico por medio de este proyecto, que consta de una aplicación móvil y un algoritmo en Visual Basic (macro).

Bibliografía

- cabada, j. (25 de septiembre de 2019). *Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-DRON) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca*. repositorioupn:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22186>
- codazzi, i. g. (2021). ¿En qué consiste un levantamiento topográfico? *igac*, 1.
- Garces, R., & Christian, A. (4 de septiembre de 2018). *Aplicación móvil para la organización de clientes para un óptimo servicio de los mantenimientos preventivos y correctivos de la empresa Symtec S.A.S*. repositorio digital unimagdalena:
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/2564>
- Guzmán, J. (2020). Macros en Excel: la herramienta para potenciar la gestión administrativa. *Capacitación y Desarrollo UC*, 1.
- Herazo, L. (23 de mayo de 2020). *QUÉ ES UNA APLICACIÓN MÓVIL*. anincubator:
<https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>
- Ibrahim Musa, R. M. (25 de noviembre de 2020). *DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE VENTAS EN LA TIENDA LATERAL DEL RÍO SAMARINDA USANDO MACRO MICROSOFT EXCEL*. POLTEKBA SNITT PROSIDING:
<https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1041>
- rosselló, m. (13 de junio de 2016). *conceptualización y diseño de una aplicación móvil para topografía espeleológica* . openaccess:
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53341/7/miguelrosselloTFM0616memoria.pdf>

Anexos

A continuación, se muestran los diferentes anexos donde en el 1 y 2 se presenta la estación total leica TS02 armada sobre un trípode. Además en los anexos 3 y 4 se muestra al autor asistiendo a un levantamiento topográfico. En cuanto al anexo 5 se muestra la información que se tomó para calcular el porcentaje en reducción de tiempo con los diferentes sistemas. También, en el anexo 6, 7 y 8 se muestra al topógrafo corroborando la información anteriormente escrita. De manera análoga en el anexo 9 se muestra al autor recibiendo información de cuáles son las observaciones a tener en cuenta. Así mismo, en el anexo 10 se muestra la armada de la estación total sobre un punto llamado MP-1. También, en el anexo 11 se muestra el momento en que el operario exporta la información a la USB. Dado que, se evidenciaron los anexos en campo en el 12 y 13 se muestra los resultados de un levantamiento.

Anexo 1. Estación leica TS02.



Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 2. Estación armada sobre un trípode.



Nota: Fuente: El Auto.

Anexo 3. Autor presente en un levantamiento.



Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 4. Autor trabajando junto al topógrafo y auxiliar en un levantamiento.



Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 5. Tatos utilizados para calcular la reducción de tiempo.

Dia 27 Mar 02 Año 2020 Levantamiento Terreno Ob. Maria Eugenia - Codazzi				
π	DL-4	→	DL-1	
1-	linea	Atas	1,593	1,300
2-		Eq Mz	4	"
3-4	"	"	3	"
5-6	"	"	2	"
7-10	"	"	1	"
				170,035

Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 7. Calculo para corroborar información.

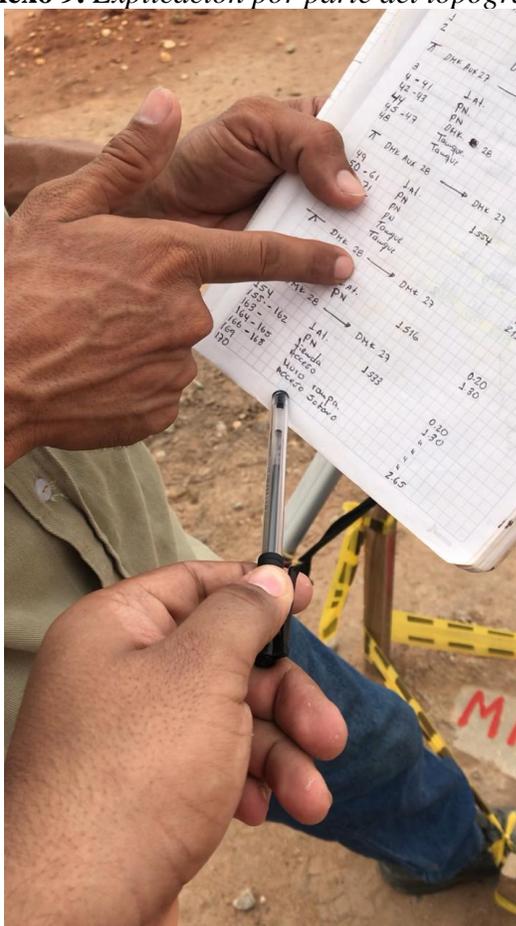
Localización: Acueducto Marichal pista
 20.08.2020

1	Empalme	94	94	9	222.250	2.20
2	Tubo de 1/2"	98	24.26	1	105.821	
3	Tubo de 1/2"	95	22	1	135.72	
4	Tubo de 1/2"	171	38	37	6.8312	
5	Tubo de 1/2"	193	17	6	7.094	

CILINDRO
 INGRESO A
 CONCEPTO
 LA SUMA DE
 CILINDRO
 INGRESO A
 CONCEPTO
 LA SUMA DE

Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 9. Explicación por parte del topógrafo.



Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 10. Estación armada sobre un punto.



Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 11. *Exportación de información GSI a la USB.*



Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 12. Ejemplo de una cartera de campo.

EST.	P.V.	No	SLD	H. Z	G	M	S	No	ALT. INST.	ALT. PRIS.	PUNTOS	COORDENADAS N = Y	E = X	COTA	OBSERVACIONES
E-1				155	20	7	11				0	1649480.375	1089356.801	186.786	E-1
	E-2	1	271.870	359	59	59	1	1.300	1.300	1	1649480.375	1089356.801	187.411	E-2	62.295 -28.606 1,312 1649418.080 1089385.407 186.099
		2	154.793	359	17	41	2	1.300	1.300	2	1649480.375	1089356.801	187.363	BR Vía	
		3	47.786	358	58	34	3	1.300	1.300	3	1649480.375	1089356.801	186.578	BR Vía	
		4	10.397	181	39	14	4	1.300	1.300	4	1649480.375	1089356.801	186.600	BR Vía	
		5	36.953	180	3	18	5	1.300	1.300	5	1649480.375	1089356.801	186.465	BR Vía	
		6	63.986	179	51	31	6	1.300	1.300	6	1649480.375	1089356.801	186.827	BR Vía	
		7	103.905	177	28	23	7	1.300	1.300	7	1649480.375	1089356.801	185.329	BR Vía	
		8	103.902	0	0	1	8	1.300	1.300	8	1649480.375	1089356.801	185.593	BR Vía	
		9	58.329	358	5	13	9	1.300	1.300	9	1649480.375	1089356.801	186.580	BR Vía	
		10	4.229	250	11	1	10	1.300	1.300	10	1649480.375	1089356.801	186.498	BR Vía	
		11	35.951	188	11	53	11	1.300	1.300	11	1649480.375	1089356.801	186.568	BR Vía	
E-3	E-1	12	63.679	185	16	41	12	1.300	1.300	12	1649480.375	1089356.801	186.579	BR Vía	
		13	91.351	184	9	6	13	1.300	1.300	13	1649480.375	1089356.801	186.462	BR Vía	
		14	133.578	183	27	0	14	1.300	2.150	14	1649480.375	1089356.801	185.625	BR Vía	
		15	202.361	182	48	55	15	1.300	1.300	15	1649480.375	1089356.801	186.434	BR Vía	
		16	231.546	182	41	56	16	1.300	1.300	16	1649480.375	1089356.801	186.260	BR Vía	
		17	256.619	182	38	34	17	1.300	1.300	17	1649480.375	1089356.801	186.153	BR Vía	
		18	291.153	182	35	45	18	1.300	1.300	18	1649480.375	1089356.801	186.038	BR Vía	
		19	301.808	182	33	3	19	1.300	1.300	19	1649480.375	1089356.801	186.028	BR Vía	
		20	330.579	182	29	58	20	1.300	1.300	20	1649480.375	1089356.801	185.858	BR Vía	

Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 13. Ejemplo del archivo generado por la APP.

EST.	P.V.	No	SLD	H. Z	G	M	S	V	H. Z	V	DEC	DEC	AZIMUT	AZIMUT	ANG VERT	ANG VERT	DIST.	DIFER.	No	ALT.	ALT.	PUNTOS	COORDENADAS N = Y	E = X	COTA	OBSERVACIONES
E-1																						0			E-1	
	E-2	1																		1	1.300	1.300	1			E-2
		2																		2	1.300	1.300	2			BR Vía
		3																		3	1.300	1.300	3			BR Vía
		4																		4	1.300	1.300	4			BR Vía
		5																		5	1.300	1.300	5			BR Vía
		6																		6	1.300	1.300	6			BR Vía
		7																		7	1.300	1.300	7			BR Vía
		8																		8	1.300	1.300	8			BR Vía
		9																		9	1.300	1.300	9			BR Vía
		10																		10	1.300	1.300	10			BR Vía
		11																		11	1.300	1.300	11			BR Vía
E-3	E-1	12																		12	1.300	1.300	12			BR Vía
		13																		13	1.300	1.300	13			BR Vía
		14																		14	1.300	2.150	14			BR Vía
		15																		15	1.300	1.300	15			BR Vía

Nota: Fuente: El Autor.

Anexo 16. *Código fuente App.*

codigo App.rar

Anexo 17. *Código fuente algoritmo VB.*

codigo VB.rar

Anexo 18. *Apk TopoNote.*

app-release.rar

Anexo 19. *Archivo VB program.*

VB program.xls

Anexo 20. *Ejemplo Archivo GSI.*

Archivo GSI.GSI

Anexo 21. *Manual de usuario del sistema.*