

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ENTRE DOS
ESCÁNER 3D Y UNA ESTACIÓN TOTAL PARA
MEJORAR LA DILUCIÓN DE PUNTOS Y
OPTIMIZAR COSTOS EN LOS TAJOS DE LA
UNIDAD MINERA SAN RAFAEL – PUNO.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Fritz Chang Poquioma

Asesor:

Mg. Ing. Edmundo Vereau Miranda
<https://orcid.org/0000-0003-1984-1734>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Jose Luis Neyra Torres	21454204
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ruben Kevin Manturano Chipana	46905022
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Neicer Campos Vasquez	42584435
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.1.1. Antecedentes	15
1.1.2. Ubicación del Proyecto.....	18
1.1.3. Marco Teórico	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. JUSTIFICACIÓN	22
1.3.1. Justificación Económica	22
1.3.2. Justificación Social.....	22
1.4. OBJETIVOS	22
1.4.1. Objetivo General	22
1.4.2. Objetivo Específico	22
1.5. HIPÓTESIS	23
1.5.1. Hipótesis Principal.....	23
1.5.2. Hipótesis Especifico.....	23
1.6. VARIABLES	24
1.6.1. Variable Independiente:.....	24
<i>Análisis Comparativo de un Levantamiento Topográfico.</i>	<i>24</i>
1.6.2. Variable Dependiente:	24
<i>Dilución de puntos y optimización de costos.....</i>	<i>24</i>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	25

2.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN:	25
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
2.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	26
2.4	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	27
2.5	ANÁLISIS DE DATOS	31
2.6	ASPECTOS ÉTICOS	32
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....		33
3.1	RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1:	33
3.2	RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2:	39
<p style="text-align: center;">APLICAR ESCÁNER LÁSER MEJORA LA DILUCIÓN DE LOS PUNTOS EN LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS EN COMPARACIÓN CON LA ESTACIÓN TOTAL EN LA MINA SAN RAFAEL.....</p>		39
3.3	RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 3:	50
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		54
4.1	DISCUSIÓN	54
4.1.1	<i>Limitaciones:</i>	54
4.1.2	<i>Interpretación Comparativa:</i>	55
4.1.3	<i>Implicancias practicas:</i>	57
4.1.4	<i>Implicancias Metodológicas:</i>	57
4.2	CONCLUSIONES	57
<p style="text-align: center;">DE ACUERDO A LAS PRUEBAS REALIZADAS CON EL ESCÁNER CMS V500, ZEB REVO Y LA ESTACIÓN TOTAL TS-06 LEICA. DONDE SE TOMÓ EN CONSIDERACIÓN LOS PARÁMETROS REFERIDOS A LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS. DILUCIÓN DE PUNTOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL MINERAL A EXTRAER Y COSTOS QUE SON FUNDAMENTALES A LA HORA DE DETERMINAR EL TIPO DE EQUIPOS QUE SE UTILIZARÁ PARA CUMPLIR CON LAS METAS PROGRAMADAS DE LA MINA SAN RAFAEL. SE LLEGÓ A LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES LAS CUALES SERÁN ANALIZADAS PUNTUALMENTE.....</p>		57
CONCLUSIONES RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1:.....		58
CONCLUSIONES RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2:.....		59
CONCLUSIONES RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 3:.....		59
REFERENCIAS		62
ANEXOS		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características técnicas ET TS06 3”	33
Tabla 2. Características técnicas escáner laser CMS V500	36
Tabla 3. Características técnicas escáner Zeb-Revo - GeoSlam	37
Tabla 04. Cuadro comparativo técnico ET TS06-CMS V500-Zeb Revo..	38
Tabla 5. Costo x día de labor del escáner CMS V500 y personal.	51
Tabla 6. Costo CMS V500- Nuevo-Alquiler y calibración	51
Tabla 7. Costo escáner Zeb Revo GeoSlam	52
Tabla 8. Costo de la ET TS06 03 s – Nuevo-Alquiler y calibración	52
Tabla 9. Costo de una brigada e n UR Topografía	53
Tabla 10. Rendimiento Zeb Revo-CMSV500 y ET TS06.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio	18
Figura 2 Características técnicas del escáner CMS V500	19
Figura 3 Escáner de mano Zeb Revo – GeoSlam.	20
Figura 4 Estación total TS06 Leica.	21
Figura 5 Zona de estudio unidad minera minsur	26
Figura 6. Mediciones generadas con la ET TS06 de 3”	28
Figura 7. Georreferenciación Escáner Láser CMS V500	29
Figura 8. CMS V500 en tajo San Rafael	29
Figura 9. Armandando el escáner Zeb Revo – GeoSlam	30
Figura 10 Especificaciones técnicas ET TS06 Leica.....	34
Figura 11 Especificaciones técnicas ET TS06- Leica	35
Figura 12. Especificaciones técnicas escáner CMS V500 Teledyne Optech	36
Figura 13. Especificaciones técnicas escáner Zeb-Revo - GeoSlam.....	37
Figura 14. Modelo 3d tramo 01	40
Figura 15. Analizando el tramo 01	40
Figura 16. Modelo 3d tramo 02	41
Figura 17. Perfiles comparativos del tramo 2	41
Figura 18. Modelo 3d sección 03	42
Figura 19. Perfiles comparativos del tramo 3	43
Figura 20. Solido generado con el software Datamine.....	43
Figura 21. Perfil transversal entre el CMS V500 y la ET TS06	45
Figura 22. Perfil transversal entre CMS V500 y el Zeb Revo GeoSlam.....	46
Figura 23. Perfil transversal entre el zeb Revo Geo Slam y la ET TS06 3”	47

Figura 24. Modelo 3d del solido generado por la ET TS06 leica.....	48
Figura 25. Modelo 3d del solido generado por el escáner CMS V500.....	48
Figura 26. Modelo 3d del solido generado por el Zeb Revo Geoslam	49
Figura 27, Resultado de volúmenes entre los 3 equipos ópticos.	49
Figura 29. Certificado de operatividad de la estación total ts06 3” leica.	65
Figura 30 Certificado de operatividad del escáner Zeb Revo.....	67
Figura 31 Certificado de operatividad del scanner CMS V500.....	69
Figura 32 Inspección y reparación del CMS V500	70
Figura 33 Inspección y reparación del CMS V500	71
Figura 34 Inspección y reparación del CMS V500	72
Figura 35 Costo escáner CMS V500 – nuevo puesto en Perú.....	73

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal realizar un análisis comparativo de un Levantamiento Topográfico entre dos escáner 3D y una Estación Total para mejorar la dilución de puntos y optimizar costos en los tajos de la unidad Minera San Rafael. Las pruebas se realizaron con el escáner de mano modelo ZEB REVO de la marca GEOSLAM y el otro escáner fijo será el CMS V500 de la marca Teledyne Optech. Con el cual realizaremos los levantamientos topográficos de 3 tramos de un túnel de la mina Minsur ubicada en el distrito de Antauta, provincia de Melgar, en el departamento de Puno. (Capítulo de Introducción).

El objetivo es determinar cuál de las tecnologías es técnicamente, más precisa, rápida, económica y confiable para evitar exponer al personal a riesgos innecesarios.

Para realizar las comparaciones se tomarán mediciones con los tres métodos ya indicados en 3 tramos diferentes de un túnel. (Capítulos de Resultados)

Finalmente serán analizados a través de la generación de un modelo digital las cuales serán obtenidas por el software MineSight generados a partir de la nube de puntos obtenidas por los tres métodos de medición. Los cuales nos servirán para comparar la calidad de las mallas obtenidas. A su vez con ayuda del Civil se generarán perfiles cada 50 m para comparar la calidad de la información por tramos. (Capítulo de Resultados)

El resultado comparativo entre la información obtenida, coincide en que el uso del escáner 3D proporciona una gran cantidad de nube de puntos muy precisa y de calidad fiable. Con la cual se reduce el tiempo del levantamiento topográfico en cavidades, mejoramos la dilución de los puntos con la finalidad de mantener y/o mejorar la calidad del mineral

Estaño que se extrae, se reduce errores de medición generados por el hombre debido a la disponibilidad de un gran número de puntos 3D. (Capítulo de Resultados).

PALABRAS CLAVES: Levantamiento topográfico, Nube de puntos 3D, Georreferenciación de puntos, Dilución de puntos.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to carry out a comparative analysis of a Topographic Survey between two 3D scanners and a Total Station to improve the dilution of points and optimize costs in the pits of the San Rafael Mining unit. The tests were carried out with the ZEB REVO handheld scanner of the GEOSLAM brand and the other fixed scanner will be the CMS V500 of the Teledyne Optech brand. With which we will carry out the topographic surveys of 3 sections of a tunnel of the Minsur mine located in the district of Antauta, province of Melgar, in the department of Puno. (Introduction Chapter).

The objective is to determine which of the technologies is technically more accurate, fast, economical and reliable to avoid exposing personnel to unnecessary risks and improve production costs in surveying tasks.

To make the comparisons, measurements will be taken with the three methods already indicated in 3 different sections of a tunnel. (Chapters of Results).

Finally they will be analyzed through the generation of a digital model which will be obtained by the MineSight software generated from the point cloud obtained by the three measurement methods. Which will help us to compare the quality of the meshes obtained. In turn, with the help of Civil, profiles will be generated every 50 m to compare the quality of the information by sections. (Chapter of Results).

The comparative result between the information obtained agrees that the use of the 3D scanner provides a large number of very precise point clouds of reliable quality. With which the time of the topographic survey in cavities is reduced, it reduces measurement

errors generated by man due to the availability of a large number of 3D points. (Chapter of Results).

KEY WORDS: Topographic survey, 3D point cloud, point georeferencing, Point dilution.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Rubén Pérez Álvarez. (2014). Aplicación del Láser Escáner en Entornos Mineros, Implementación en el Grupo Minero La Florida.
- D. Miguel Ángel Conejo Martín. (2014). Propuesta metodológica para el estudio de sistemas topográficos aplicados a la representación gráfica de bodegas subterráneas tradicionales.
- L. Jordá-Bordehore. (2016). Análisis Estructural y Geomecánica en zonas inaccesibles de Cavernas Naturales.
- Leidy Dallam López Tunjo, Anamaría Gómez colmenares. (2014). Estudios de Subsistencia para Excavaciones Subterráneas en la Primera Línea del Metro de Bogotá.
- Ramon Nunes Araújo. (2016). Levantamiento de parámetros geomecánicos de una cavidad natural subterránea utilizando tecnologías de laser scanner 3d e realidad virtual.
- Sergio Barrera Mayo. (2010). La tecnología de realidad virtual al servicio de la comunicación y difusión de la Cueva de Santimamiñe.
- Roberto Ontañón Peredo¹. (2013). Sistema Gestor de Cavidades Protegidas
- Dr. Antonio Núñez Jiménez. (2014). Elaboración del modelo digital de elevaciones mediante tecnología 3D láser escáner
- Hernán Porras Díaz. (2014). Modelos urbanos tridimensionales generado a partir de nubes de puntos de un escáner láser terrestre.

Barragán-Zaque, William; de la Rosa. (2020). Modelo para evaluación de
la exactitud de escáner láser terrestre – TLS.

Barragán, W., & Escobar, K. (2017). Obtención de parámetros óptimos
en la clasificación de nubes de puntos LiDAR, a partir de sensores
aerotransportados. Revista.

Date, H., Yokoyama, T., & Sugawara, T. (2018). Efficient registration of
laser scanned point clouds of bridges using linear features.
International Journal of Automation Technology.

Ramos, L., Marchamalo, M., Rejas, J. G., & Martínez, R. (2015).
Aplicación del láser escáner terrestre (TLS) a la modelización de
estructuras: precisión, exactitud y diseño de la adquisición de datos en
casos reales. Informes de la Construcción, 67(538): e074.
<http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.103>.

Sofia Falip, Daniel Del Cogliano. (2019). Generation of 3D Point Clouds
with Terrestrial Laser Scanner. Georeferencing and Quality
Evaluation.