

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO  
BENEDICTO XVI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**IMPACTO GENERADO POR LA IMPLEMENTACIÓN DEL  
MÉTODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE PARA REDUCIR  
ACCIDENTES DE UNA UNIDAD MINERA DEL DISTRITO DE  
PATAZ 2020.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL EN  
INGENIERO DE MINAS**

**AUTOR(ES)**

Br. Gian Pierl Santos Castañeda Armas

Br. Roycer Edder Rojas Blas

**ASESOR**

Ms. Ing. John Piter Bejarano Guevara

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gerencia y sistemas de gestión

**TRUJILLO-PERÚ**

2022

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Arzobispo Metropolitano de Trujillo  
Fundador y Gran Canciller de la Universidad  
Católica de Trujillo - Benedicto XVI

**R.P. Fray Dr. Juan José Lydon Mc Hugh, OSA**

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

**Dra. Silvia Ana Valverde Zavaleta**

Vicerrectora académica

**Dr. Francisco Alejandro Espinoza Polo**

Vicerrector de Investigación

**Mg. Edwar Glorimer Luján Segura**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Mg. José Andrés Cruzado Albarrán**

Secretario General

## **PÁGINA DE JURADO**

---

Mg. Ing. Fernando Saldaña Milla

**PRESIDENTE**

---

Mg. Ing. Estuardo Bravo Asanza

**SECRETARIO**

---

Mg. Ing. John Bejarano Guevara

**VOCAL**

## **PÁGINA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

Yo, Bejarano Guevara John Piter, con DNI N° 41520959, asesor de la tesis de pre grado titulada:

“Impacto generado por la implementación del método de corte y relleno ascendente para reducir accidentes de una unidad minera del distrito de Pataz 2020”; presentado por los bachilleres: Gian Pierl Santos Castañeda Armas, con DNI N° 74647806 y Roycer Eder Blas Rojas, con DNI N° 70799842 informo lo siguiente:

En mi calidad de asesor, me permito conceptuar que la tesis reúne los requisitos técnicos, metodológicos y científicos exigidos según las normas establecidas en el reglamento de la Universidad Católica de Trujillo – Benedicto XVI.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación está en condiciones para su presentación y defensa ante un jurado.

Trujillo, 08 de noviembre de 2021



---

**Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara**

**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A Dios por orientarme, bendecirme y haberme ayudado en los momentos más difíciles.

A mi madre Lidia Blas Sandoval y a mi padre Segundo Rojas Ventura por inculcarme los valores para ser una buena persona y seguir cumpliendo mis sueños

A mi compañero de estudios Gian pierl Castañeda armas por darme la motivación de seguir adelante y culminar el proyecto.

A mi capataz Capa Girón Eloy por haberme instruido en el área de operaciones en interior mina.

Al Ing. Honorio Torres Eddie por el apoyo y la oportunidad que me otorgo en el área de seguridad

**Bach. Rojas Blas Roycer Edder**

A Dios por guiarme y bendecirme en mi camino en todo momento, por bendecirme al formar una familia y darme a mi hija que pronta nacerá.

Agradezco a mi madre, a mi padre, mi hermano, mis abuelas y toda mi familia por su apoyo en toda esta etapa de estudios para ser un gran profesional y cultivándome a la vez valores para ser también un gran hombre de bien.

**Bach. Gian Pierl Santos Castañeda  
Armas**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarnos la salud, la vida por las bendiciones que nos da durante todos los días.

A nuestros docentes de ingeniería de minas de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI por la perseverancia, dedicación y el tiempo de enseñanza que nos encamino hacia este rubro que es la minería.

Al residente, los jefes de guardia e ingenieros de seguridad de la unidad minera por creer en nosotros y darnos la oportunidad de enseñarnos, formarnos para ser unos buenos profesionales en las distintas ramas de nuestra ingeniería como tanto en operaciones como en seguridad minera.

De otra forma agradecemos en especial a nuestro asesor el Ing. John Piter Bejarano Guevara por la inducción, la asesoría, dedicación y su tiempo brindado.


## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Gian Pierl Santos Castañeda Armas con DNI 74647806 y Roycer Eder Rojas Blas con DNI 70799842, egresados del Programa de Estudios de Ingeniería de Minas de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “Impacto generado por la implementación del método de corte y relleno ascendente para reducir accidentes de una unidad minera del distrito de Pataz 2020”, el cual consta de un total de 163 páginas, en las que se incluye 80 tablas y 12 figuras, más un total de 29 páginas en anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento, corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 18 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

*Los autores*



Bch. Gian Pierl Santos Castañeda Armas

DNI: 74647806



Bch. Roycer Eder Rojas Blas

DNI: 70799842

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	18
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Formulación del problema .....	19
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problemas específicos .....	19
1.3 Formulación de objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo general .....	20
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
1.4 Justificación de la investigación .....	21
1.4.1 Justificación económica .....	21
1.4.2 Justificación social .....	21
1.4.3 Justificación tecnológica .....	21
CAPITULO II.....	22
MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes de la investigación .....	22
2.2. Bases teórico científicas.....	30
2.2.1 Variable independiente .....	30
2.3. Definición de términos básicos .....	35



2.4. Formulación de hipótesis .....	37
2.4.1. Hipótesis general.....	37
2.4.2. Hipótesis específicas .....	38
2.5. Operacionalización de variables .....	39
CAPITULO III .....	42
3. METODOLOGÍA.....	42
3.1. Tipo de investigación .....	42
3.1.1. De acuerdo a la orientación o finalidad.....	42
3.1.2. De acuerdo a la técnica de contratación .....	42
3.1.3. Línea de investigación.....	42
3.2. Métodos de investigación.....	42
3.3. Diseño de investigación .....	42
3.4. Población, muestra y muestreo .....	43
3.5. Técnicas e instrumentos de recojo de datos .....	44
3.5.3. Técnicas de recojo de datos.....	44
3.5.4. Instrumentos de recojo de datos .....	44
3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	44
3.7. Ética investigativa .....	44
CAPITULO IV .....	45
RESULTADOS .....	45
4.1. Presentación y análisis de resultados .....	45

4.1.1. Determinar el estado actual de seguridad en la unidad minera de la provincia de Pataz. .....	45
4.1.2 Calcular los costos ocasionados por los accidentes antes de la implementación del método corte y relleno ascendente.....	73
4.1.3 Realizar la implementación del método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad minera del distrito de Pataz. ....	97
4.1.4 Evaluar la seguridad después de implementar el método de explotación corte y relleno ascendente en la unidad minera del distrito de Pataz. ....	104
4.1.5 Calcular la reducción de costos por accidentes con la implementación del método corte y relleno ascendente.....	132
4.2. Discusión de resultados.....	150
CAPÍTULO V .....	153
5. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	153
5.1. Conclusiones .....	153
5.2. Sugerencias .....	154

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicación del método de explotación de corte y relleno ascendente .....	32
Tabla 2. Operacionalización de Variables .....	39
Tabla 3. Identificación de riesgo y evaluación de peligros del método Open Stopping .....	45
Tabla 4. Resumen de números de peligros según actividad .....	59
Tabla 5. Tipos de incidente 2019 .....	60
Tabla 6. Tipos de accidentes 2019 .....	63
Tabla 7. Índices de seguridad 2019 .....	63
Tabla 8. Tipos de incidentes 2020 .....	67
Tabla 9. Tipos de accidentes 2020 .....	70
Tabla 10. Índices de seguridad 2020 .....	70
Tabla 11. Atención del accidentado del accidente leve .....	74
Tabla 12. Investigación del evento del accidente leve .....	74
Tabla 13. Costos de producción del accidente leve .....	75
Tabla 14. Costos laborales del accidente leve .....	76
Tabla 15. Atención del accidentado de un accidente incapacitante .....	77
Tabla 16. Investigación del evento del accidente incapacitante .....	77
Tabla 17. Costos de producción del accidente incapacitante .....	78
Tabla 18. Difusión del evento (alerta de seguridad) del accidente incapacitante .....	79
Tabla 19. Atención del accidentado de un accidente mortal 1 .....	80
Tabla 20. Retorno a operación normal del accidente mortal 1 .....	80
Tabla 21. Investigación del evento del accidente mortal 1 .....	80
Tabla 22. Costos de producción de un accidente mortal 1 .....	81
Tabla 23. Costos laborales de un accidente mortal 1 .....	82
Tabla 24. Sanciones, multas e indemnizaciones de un accidente mortal 1 .....	82

Tabla 25. Difusión del evento (alerta de seguridad) de un accidente mortal 1 .....	83
Tabla 26. Costo del impacto familiar de un accidente mortal 1 .....	83
Tabla 27. Fiscalización y peritaje de un accidente mortal 1 .....	84
Tabla 28. Otros costos de un accidente mortal 1 .....	84
Tabla 29. Atención del accidentado de un accidente mortal 2 .....	85
Tabla 30. Retorno a operación normal de un accidente mortal 2 .....	85
Tabla 31. Investigación del evento de un accidente mortal 2 .....	86
Tabla 32. Costos de producción de un accidente mortal 2.....	87
Tabla 33. Costos laborales de un accidente mortal 2 .....	88
Tabla 34. Sanciones, multas e indemnización de un accidente mortal 2 .....	88
Tabla 35. Difusión del evento (alerta de seguridad) de un accidente mortal 2 .....	89
Tabla 36. Costo de impacto familiar del accidente mortal 2 .....	89
Tabla 37. Fiscalización y peritaje de un accidente mortal 2 .....	90
Tabla 38. Otros costos de un accidente mortal 2 .....	90
Tabla 39. Atención del accidentado de un accidente mortal 3 .....	91
Tabla 40. Retorno a operación normal de un accidente mortal 3 .....	91
Tabla 41. Investigación del evento de un accidente mortal 3 .....	92
Tabla 42. Costos de producción de un accidente mortal 3 .....	93
Tabla 43. Costos laborales de un accidente mortal 3 .....	93
Tabla 44. Sanciones, multas e indemnización de un accidente mortal 3 .....	94
Tabla 45. Difusión del evento (alerta de seguridad) de un accidente mortal 3 .....	94
Tabla 46. Costo de impacto familiar de un accidente mortal 3 .....	95
Tabla 47. Fiscalización y peritaje de un accidente mortal 3 .....	95
Tabla 48. Otros costos de un accidente mortal 3 .....	96
Tabla 49. Costos de accidentes ocurridos en el método de explotación open stoping .....	97

Tabla 50. Aplicación del método corte y relleno ascendente .....	98
Tabla 51. Ciclo de minado de método corte y relleno ascendente .....	101
Tabla 52. Identificación de peligros y evaluación de riesgos y controles en el método corte y relleno ascendente .....	104
Tabla 53. Resumen de números de peligros según actividad en método corte y relleno ascendente .....	125
Tabla 54. Incidentes en el año 2021 .....	126
Tabla 55. Índices de seguridad en el método corte y relleno ascendente.....	129
Tabla 56. Costos de accidentes ocurridos en el método de explotación corte y relleno ascendente .....	132
Tabla 57. Costo de perforación - Galería 2,70 m x 2,50 m .....	133
Tabla 58. Costos de accesorios de perforación - Galería 2,70 m x 2,50 m .....	133
Tabla 59. Costos de voladura - Galería 2,70 m x 2,50 m .....	134
Tabla 60. Costos de sostenimiento - Galería 2,70 m x 2,50 m .....	135
Tabla 61. Costos de limpieza y extracción - Galería 2,70 m x 2,50 m .....	136
Tabla 62. Costos de herramientas de desatado de rocas – Galería 2,70 m x 2,50 m .....	136
Tabla 63. Costos de perforación - Chimenea doble 1,40 m x 2,50 m .....	137
Tabla 64. Costos de materiales de perforación - Chimenea doble 1,40 m x 2,50 m .....	138
Tabla 65. Costos de insumos de voladura - Chimenea doble 1,40 m x 2,50 m .....	138
Tabla 66. Costos de herramientas de sostenimiento - Chimenea doble 1,40m x 2,50m ..	139
Tabla 67. Costos de equipos de extracción - Chimenea doble 1,40m x 2,50m .....	140
Tabla 68. Costos de herramientas de desatado de rocas - Chimenea Doble 1,40 m x 2,50 m .....	140
Tabla 69. Costos de equipo de perforación - Subnivel 1,80 m x 1,20 m .....	141
Tabla 70. Costos de materiales de perforación - Subnivel 1,80 m x 1,20 m .....	142

Tabla 71. Costos de insumos de voladura - Subnivel 1,80 m x 1,20 m .....	142
Tabla 72. Costos de materiales de sostenimiento - Subnivel 1,80m x 1,20m .....	143
Tabla 73. Costos de herramientas de limpieza y extracción - Subnivel 1,80m x 1,20m ..	144
Tabla 74. Costos de herramientas de desatado de rocas - Subnivel 1,80m x 1,20m .....	144
Tabla 75. Costos de perforación – Tajo .....	145
Tabla 76. Costos de materiales de perforación – Tajo .....	145
Tabla 77. Costos de insumos en voladura – Tajo .....	146
Tabla 78. Costos de herramientas en sostenimiento – Tajo .....	147
Tabla 79. Costos de equipos de limpieza y extracción – Tajo .....	147
Tabla 80. Costos de EPPS implementados.....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte y relleno ascendente .....	35
Figura 2. Índice de frecuencia 2019 .....	64
Figura 3. Índice de severidad 2019 .....	65
Figura 4. Índice de severidad 2019 .....	66
Figura 5. Índice de frecuencia 2020 .....	71
Figura 6. Índice de severidad 2020 .....	72
Figura 7. Índice de accidentabilidad 2020 .....	73
Figura 8. Chimeneas convencionales .....	100
Figura 9. Subnivel en el método corte y relleno ascendente .....	101
Figura 10. Índice de frecuencia del método corte y relleno ascendente .....	130
Figura 11. Índice de severidad durante el método corte y relleno ascendente .....	130
Figura 12. Índice de accidentabilidad durante el método corte y relleno ascendente .....	131

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis de investigación es determinar el impacto que genera la reducción de accidentes al implementar el método de explotación de corte y relleno ascendente de la unidad minera del distrito de Pataz.

Se empleo la siguiente metodología: el tipo de investigación es la aplicada, y el diseño de investigación es: pre experimental, (pre test y post test) un antes y un después. La técnica que se utiliza es de observación y el instrumento de recojo de datos es el cuestionario. La población está comprendida por todos los colaboradores y trabajadores de la unidad minera de la provincia de Pataz y la muestra está representada por las labores del TJ 2150 -1 del Nv 2300 y el TJ 2470 -2 del Nv 2400 de la unidad minera consuelo.

La conclusión esencial fue que se determinó el impacto que genero la reducción de accidentes al a ver implementado el método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad minera en el distrito de Pataz porque se realizó un estudio base de seguridad haciendo uso de las distintas herramientas de gestión en seguridad para poder hallar como se encontraba la seguridad antes de implementar este método siguiendo así se implementó el método corte y relleno ascendente se realizó un estudio base de seguridad de nuevo y calculando los diferentes costos de accidentes.

**Palabras clave:** producción, explotación, reducción de accidentes, método de explotación corte y relleno ascendente, unidad minera.



## **ABSTRACT**

The objective of this research thesis is to determine the impact generated by the reduction of accidents when implementing the method of exploitation of cut and fill ascending of the mining unit of the Pataz district. The following methodology was used: the type of research is applied, and the research design is: pre-experimental, (pre-test and post-test) a before and after. The technique used is observational and the data collection instrument is the questionnaire. The population is comprised of all the collaborators and workers of the mining unit in the province of Pataz and the sample is represented by the work of TJ 2150-1 of Nv 2300 and TJ 2470-2 of Nv 2400 of the consuelo mining unit. The essential conclusion was that the impact generated by the reduction of accidents was determined by seeing the method of exploitation of cut and fill upwards implemented in the mining unit in the district of Pataz because a safety base study was carried out using the different Safety management tools in order to find out how safety was implemented before this method, following this way, the cut-and-fill method was implemented, a safety baseline study was carried out again and the different accident costs were calculated.

**Keywords:** Production, Exploitation, Accident reduction, Cut-and-fill method of exploitation, Mining unit.