

# ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN  
GESTIÓN MINERA Y AMBIENTAL



**“Propuesta de un plan de minado a corto plazo para la  
producción mensual en unidad Corihuarmi de Minera IRL  
Limitada durante el año 2022”**

**Trabajo de Investigación  
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en  
Gestión Minera y Ambiental

**Autor:**

Bach. Cuba García, Johony Ramon

**Docente Guía:**

Mtro. Leo Rossi, Ernesto Alessandro

TACNA – PERÚ

2022

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.undac.edu.pe">repositorio.undac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.epneumann.edu.pe">repositorio.epneumann.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://kupdf.net">kupdf.net</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://biblioteca.usac.edu.gt">biblioteca.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://www.dspace.unitru.edu.pe">www.dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO</b> .....	1
<b>1.1. TÍTULO DEL TEMA</b> .....	1
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	2
<b>1.3.1. Objetivo General</b> .....	2
<b>1.3.2. Objetivos Específicos</b> .....	3
<b>1.4. METODOLOGÍA</b> .....	3
<b>1.4.1. Tipo de investigación</b> .....	3
<b>1.4.2. Diseño de investigación</b> .....	3
<b>1.4.3. Fuentes, herramientas y análisis de datos</b> .....	4
<b>1.5. JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>1.5.1. Justificación teórica</b> .....	4
<b>1.5.2. Justificación metodológica</b> .....	4
<b>1.5.3. Justificación práctica</b> .....	5
<b>1.6. PRINCIPALES DEFINICIONES</b> .....	5
<b>1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES</b> .....	6
<b>1.7.1. Alcances</b> .....	6
<b>1.7.2. Limitaciones</b> .....	6
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>2.1. ANTECEDENTES</b> .....	7
<b>2.2. BASES TEÓRICAS</b> .....	14
<b>2.2.1. Planificación</b> .....	14
<b>2.2.2. Planificación de mina</b> .....	16
<b>2.2.3. Planificación minera de corto plazo</b> .....	18
<b>2.2.4. Disponibilidad de equipos</b> .....	21
<b>2.3. CONCEPTUALIZACIÓN</b> .....	22
<b>CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL</b> .....	25

3.1. Reseña histórica de la organización.....	25
3.1.1. Enfoque económico.....	26
3.2. Filosofía organizacional.....	28
3.3. Diseño organizacional.....	32
3.4. Productos y/o servicios.....	36
3.5. Diagnóstico de la organización.....	36
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
4.1. DIAGNÓSTICO.....	38
4.2. DISEÑO DE LA MEJORA.....	40
4.2.1. Ubicación Geográfica y Accesibilidad.....	40
4.2.2. Geología.....	42
4.2.3. Mineralización.....	45
4.2.4. Hidrología e Hidrogeología.....	49
4.2.5. Geomecánica.....	49
4.2.6. Tonelaje de material a extraer.....	53
4.2.7. Secuencia de explotación.....	56
4.2.8. Operaciones Mina.....	62
4.2.9. Diseño del planeamiento corto plazo.....	62
4.2.10. Diseño de perforación.....	70
4.2.11. Diseño de Voladura.....	78
488 742.....	83
768 459.....	83
211 804.....	83
247 348.....	83
23 048.....	83
34 209.....	83
221 874.....	83
29 892.....	83
271.....	83
542.....	83

23 268 .....	83
33 957 .....	83
333.....	84
1 909 .....	84
<b>4.2.12. Determinación de equipos de carguío y acarreo .....</b>	<b>84</b>
<b>4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>89</b>
<b>4.3.1. Presupuesto de propuesta de plan de minado a corto plazo .....</b>	<b>89</b>
<b>4.3.2. Evaluación económica de propuesta de plan de minado a corto</b>	
<b>plazo 91</b>	
<b>4.4. MECANISMO DE CONTROL .....</b>	<b>94</b>
<b>CAPITULO V: SUGERENCIAS .....</b>	<b>97</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica.....	20
Figura 2. Política de Conflicto de intereses .....	21
Figura 3. Política de Anticorrupción.....	22
Figura 4. Código de conducta y ética.....	22
Figura 5. Política de Seguridad y Salud ocupacional.....	23
Figura 6. Organigrama.....	24
Figura 7. Perfil de Cargo Superintendente de Mina y Planeamiento.....	25
Figura 8. Diagrama de Ishikawa.....	30
Figura 9. Ubicación geográfica.....	33
Figura 10. Sección transversal típica de un depósito epitermal.....	34
Figura 11. Mapa geológico regional de U.M. Corihuarmi.....	36
Figura 12. Sección transversal mostrando alteraciones.....	38
Figura 13. Ángulos de estabilidad de taludes.....	43
Figura 14. Mapa de ángulos de estabilidad de taludes.....	43
Figura 15 Tajos de Unidad minera Corihuarmi.....	45
Figura 16. Zonas de minado em tajos de Unidad minera Corihuarmi.....	45
Figura 17. Mapa de perforaciones en tajos Unidad Corihuarmi.....	46
Figura 18. Secuencia de minado en polígonos de bancos en Tajo Susan-Enero 2022.....	47
Figura 19. Secuencia de minado en polígonos de bancos en Tajo Scree Slope-Enero 2022.....	48
Figura 20. Secuencia de minado en polígonos de bancos en Tajo ampliación Diana- Enero 2022.....	48

Figura 21. Secuencia de minado en polígonos de bancos en Tajo Laura-Enero 2022.....	49
Figura 22. Secuencia de minado en polígonos de bancos en Tajo Cayhua Norte-Enero 2022.....	49
Figura 22. Secuencia de minado en polígonos de bancos en Tajo Cayhua Norte-Enero 2022.....	49
Figura 23. Sección de tajo: Ampliación Diana.....	51
Figura 24. Plan de minado a corto plazo mensual para unidad Corihuarmi- 2022.....	53
Figura 26. Diseño de malla de perforación triangular.....	65
Figura 27. Diseño de carga de taladros – Tajo Susan.....	69
Figura 28. Producción Ejecutada vs Programada de Mineral.....	73
Figura 29. Producción Ejecutada vs Programada de Desmonte.....	74
Figura 30. Costos Unitarios de Planeamiento mensual.....	74
Figura 31. Costos Unitarios mensuales programado vs ejecutado.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis comparativo y crítico de métodos de planeamiento de minado-parte1	10
Tabla 2. Análisis comparativo y crítico de métodos de planeamiento de minado-parte2	10
Tabla 3. Niveles jerárquicos y niveles de planeamiento	10
Tabla 4. Recursos Minerales: Corihuarmi	38
Tabla 5. Recursos Minerales: Corihuarmi 2021	39
Tabla 6. Reservas Minerales: Corihuarmi 2019	39
Tabla 7. Distribución de reservas minerales: Corihuarmi Feb-2021	40
Tabla 8. Resultados ensayos de suelo: corte directo	41
Tabla 9. Propiedades físicas de la roca-densidades	41
Tabla 10. Propiedades físicas de la roca	41
Tabla 11. Resultados ensayos de carga puntual	42
Tabla 12. Ensayos de compresión triaxial- esfuerzo de rotura	42
Tabla 13. Ensayos de compresión triaxial	42
Tabla 14. Parámetros geotécnicos de taludes	43
Tabla 15. Ubicación de Tajos de unidad minera Corihuarmi	44
Tabla 16. Parámetros de unidad Corihuarmi para software Whittle	44
Tabla 17. Plan de minado a corto plazo, por tajo 2022	46
Tabla 18. Secuencia de minado en porcentajes de mineral a extraer-2022	49
Tabla 19. Leyes (g Au/Tm mineral) de tajos del Plan de minado a corto plazo-2022	50
Tabla 20. Stripping Ratio (S.R.) bancos de tajos del Plan de minado a corto plazo-2022	51
Tabla 21. Plan de minado a corto plazo mensual 2022	53
Tabla 22. Plan de minado-Enero 2022	54
Tabla 23. Plan de minado-Febrero 2022	54
Tabla 24. Plan de minado-Marzo 2022	55
Tabla 25. Plan de minado-Abril 2022	55
Tabla 26. Plan de minado-Mayo 2022	55
Tabla 27. Plan de minado-Junio 2022	56

Tabla 28. Plan de minado-Julio 2022.....	56
Tabla 29. Plan de minado- Agosto 2022.....	56
Tabla 30. Plan de minado- Septiembre 2022.....	57
Tabla 31. Plan de minado- Octubre 2022 .....	57
Tabla 32. Plan de minado- Noviembre 2022 .....	58
Tabla 33. Plan de minado- Diciembre 2022 .....	58
Tabla 34. Datos para la perforación en tajos-Unidad Corihuarmi.....	59
Tabla 35. Densidad de rocas.....	60
Tabla 36. Factores de corrección de burden.....	61
Tabla 37. Valores de burden con formula Konya (1985) en tajos.....	61
Tabla 38. Burden con formula López Jimeno (1980) en tajos.....	62
Tabla 39. Valores de espaciamiento con formula Konya (1985) en tajos-Unidad Corihuarmi.....	63
Tabla 40. Valores de burden con formula ASH (1963) en tajos-Unidad Corihuarmi.....	63
Tabla 41. Valores de sobre perforación Konya (1998) en tajos-Unidad Corihuarmi.....	64
Tabla 42. Parámetros de perforación en tajos -Unidad Corihuarmi.....	64
Tabla 43. Parámetros de perforadora Soosan STD155 en tajos.....	64
Tabla 44. Resultados de Taco obtenido para cada tajo.....	65
Tabla 45. Carga lineal para cada tajo.....	66
Tabla 46. Longitud de carga obtenida para cada tajo.....	66
Tabla 47. Carga explosiva de emulex para cada tajo.....	67
Tabla 48. Carga explosiva de Anfo por taladro, para cada tajo.....	67
Tabla 49. Resumen de parámetros de voladura obtenidos-U.M. Corihuarmi.....	67
Tabla 50. Parámetros de consumo de accesorios de voladura para cada tajo.....	68
Tabla.51. Parámetros de consumo de accesorios(faneles) de voladura para cada tajo.....	68
Tabla 52. Requerimiento de Explosivos y accesorios de voladura- Plan de minado 2022.....	69
Tabla 53. <i>Parámetros de carguío de Mineral con excavadora Hyundai R380 LC 9SH</i> .....	70
Tabla 54. <i>Parámetros de carguío de desmonte con excavadora Hyundai R380 LC 9SH</i>	

.....	70
Tabla 55. Parámetros de Volquete SCANIA 21 m <sup>3</sup> en tajos, para mineral.....	70
Tabla 56. Parámetros de Volquete SCANIA 21 m <sup>3</sup> en tajos, para lastre.....	70
Tabla 57. Requerimiento de equipos auxiliares.....	70
Tabla 58. Resumen de equipos requeridos.....	73
Tabla 59. Cronograma de actividades del proyecto de plan de minado a corto plazo .....	73
Tabla 60. Resumen de equipos requeridos.....	73
Tabla 61. VAN (Valor actual neto) del plan de minado a corto plazo.....	73
Tabla 62. Evaluación económica del plan de minado a corto plazo de unidad Corihuarmi de Minera IRL del año 2022-Parte 1 .....	73
Tabla 62. Evaluación económica del plan de minado a corto plazo de unidad Corihuarmi de Minera IRL del año 2022-Parte 2 .....	73
Tabla 64. Comparación de costos.....	73

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La unidad minera Corihuarmi de Minera IRL limitada, se encuentra al sur este de Lima, dedicada a la extracción de oro, cuyo compromiso de ventas anuales necesita acompañar a sus programas anuales de producción, un planeamiento detallado que le garantice cumplir sus metas de productividad y rentabilidad.

Por ello, la presente investigación tiene como objetivo general, proponer el plan de minado a corto plazo para la producción mensual de unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada durante el año 2022, considerando los datos de las diferentes variables involucradas en el estudio como las leyes de mineral, las zonas mineralizadas, la geomecánica del terreno, los explosivos, la carga óptima para su uso, los tipos de equipos y cantidad de los mismos a usar en las operaciones mineras.

El presente estudio del planeamiento de minado a corto plazo, es una investigación de tipo aplicada, con un diseño no experimental, cuantitativa y descriptiva, utilizándose técnicas e instrumentos de recolección de los datos de campo, mediante registros de campo, guías de evaluación y consecuente análisis en gabinete y procesamiento de los mismos, empleándose el programa Excel, el software whittle y Minesight para el tratamiento de los datos, determinándose los parámetros necesarios para realizar el plan de minado a corto plazo.

El presupuesto estimado de la propuesta de plan de minado a corto plazo para la producción mensual de unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada durante el año 2022, es de \$ 3 350 dólares con un tiempo de desarrollo e implementación de 30 días.

Los resultados alcanzados en la planificación de corto plazo realizada, tomaron en consideración las características operacionales como rendimientos y capacidades de los equipos, tiempos de perforación, carguío, entre otros, cuya combinación sustenta el secuenciamiento de minado del plan de minado, para cumplir las metas de producción de mineral.

El estudio concluye que el plan de minado a corto plazo mensual obtenido es una herramienta de gestión imprescindible para alcanzar las metas de producción y comercialización comprometidas por la empresa con sus clientes, ya que se determinan en forma anticipada todos los recursos necesarios para ello. Asimismo, la metodología sencilla, didáctica y técnica desarrollado en el planeamiento de minado a corto plazo, constituye una herramienta importante para la gestión eficaz de las operaciones mineras.

Asimismo, los resultados demuestran que con la propuesta de plan de minado a corto plazo para la producción mensual de unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada para el año 2022, se logrará una disminución de los costos unitarios de \$895.47 dólares por onza de oro fino en el año 2021 a \$891.47 dólares por onza de oro fino extraído en el año 2022.

## **ABSTRACT**

Corihuarmi mining unit of Minera IRL Limitada, is located to the southeast of Lima, dedicated to the extraction of gold, whose anual committed needs to accompany its anual production programs, a detailed planning that guarantees meeting its productivity goals and cost effectiveness.

For this reason, the present investigation has a general objective, to propose the short-term mining plan for the monthly production of the Corihuarmi unit of Minera IRL Limitada during year 2022, considering data of the different variables involved in the study, such as the grades of mineral, mineralized zones, geomechanics of the terrain, explosives, the optimal load for its use, the types of equipment and quantity of the same to be used in mining operations.

The present study of short-term mining planning is an applied research with a non-experimental, quantitative and descriptive design, using field data colletion techniques and instruments, through field records, evaluation guides and consequent cabinet análisis and processing thereof, using the Excel program, Whittle and Minesight software for data treatment, determining the necessary parameters to carry out the short-term mining plan

The results achieved in the short-term planning carried out, taking into account the operational characteristics such as performance and equipment capacities, drilling times, loading, among others, whose combination supports the mining sequencing of the mining plan, to meet the goals of ore production.

This study concludes that the monthly short-term mining plan obtained is an essential management tool to achieve the production and marketing goals committed by the company to its clients, since all the necessary resources are determined for it. Likewise, the simple, didactic and technical methodology developed in short-term mining planning constitutes an important tool for the effective management of mining operations.

Likewise, the results show that with the proposed short-term mining plan for the monthly production of the Corihuarmi unit of Minera IRL Limitada for the year 2022, a decrease in unit costs of \$ 895.47 dollars per ounce of fine gold will be achieved in the year 2021 to \$891.47 per ounce of fine gold mined in 2022.

## INTRODUCCIÓN

El contexto minero, para las empresas mineras se desarrolla mediante contratos de compra- venta del mineral extraído, de manera que la producción ya está vendida por adelantado y las empresas mineras deberán adecuar su producción para cumplir estos compromisos comerciales. Para cumplir estas obligaciones las áreas operativas tienen que determinar cuáles son los recursos que se necesitan y esto les implicará determinar las zonas mineralizadas, su ubicación, sus leyes, la cantidad de desmonte necesario para extraer el mineral. Asimismo, se deberá cuantificar la cantidad de equipos que se necesitan, como excavadoras, volquetes, cargadores frontales, tractores y equipos auxiliares como retroexcavadora, motoniveladora, rodillo, cisternas de agua y de combustible y también las perforadoras tanto para la preparación de voladura, como para las exploraciones de reservas.

Las áreas de operaciones mineras deben entonces manejar todos estos requerimientos de recursos para la producción, de manera equilibrada, eficiente y a tiempo; estas necesidades también las afronta la unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada; motivo por el cual se desarrolla el presente trabajo de investigación como la propuesta de un plan de minado a corto plazo para la producción mensual en unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada durante el año 2022.

La unidad Minera Corihuarmi de la empresa Minera IR, ubicada en el departamento de Lima, tiene que satisfacer con la producción necesaria de mineral, para cumplir con las ventas pactadas con sus clientes, por lo que es imprescindible que sus operaciones mineras tengan una explotación del rentable de mineral, mediante una

planificación pormenorizada de los procesos de operaciones mina; mediante un planeamiento de minado a corto plazo.

La presente investigación permite contar con una metodología concreta para el planeamiento de minado a corto plazo, que contribuya a una gestión minera eficiente, para beneplácito de las partes interesadas.

El presente estudio tiene como objetivo general, proponer el plan de minado a corto plazo para la producción mensual de unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada durante el año 2022.

El presente trabajo de investigación tiene como limitaciones, el estar circunscrito exclusivamente a la unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada, así como a la comprensible información reservada y poco accesible.

El Capítulo I, del presente trabajo describe el planteamiento del problema, los objetivos, la metodología de la investigación, la justificación, las definiciones de los términos que se usaran y los alcances y limitaciones del trabajo de investigación de la propuesta de un plan de minado a corto plazo para la producción mensual en unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada durante el año 2022. El Capítulo II desarrolla el marco teórico, mostrando los antecedentes, las bases teóricas y la conceptualización de las principales expresiones que se usan en el presente trabajo de investigación. El capítulo III del marco referencial, describe el contexto donde se realiza la investigación, la reseña histórica de la unidad Corihuarmi de Minera IRL Limitada, la filosofía organizacional, el diseño organizacional, los productos y

servicios que brinda y el diagnóstico de la organización. El Capítulo IV, presenta los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, mediante el diseño de la mejora del planeamiento a corto plazo, mediante el diseño de la perforación, la voladura, la determinación de los equipos de carguío y acarreo y finalmente la propuesta de los mecanismos de control necesarios. El capítulo V, enlista las sugerencias y conclusiones finales a las que se ha llegado al finalizar el trabajo de investigación.