



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA
Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas



**Diseño y planificación de una rampa de comunicación
entre el nivel 2446 y el nivel 2387 en Veta encuentro,
Mina Farallón Negro.**

APELLIDO Y NOMBRE: Carreño, Carlos.

PROFESOR: Ing. Gerardo Fuentes.

Ing. Ramón E. Álvarez.

MATRICULA N°: 01111

CARRERA: Ingeniería de Minas.

CATEDRA: Electiva I (Proyecto y Diseño de explotación de Mina subterránea).

AÑO: 2021

Contenido

Resumen.....	3
DISEÑO E INGENIERIA DEL PROYECTO	4
Labores de Acceso	4
Rampa:	4
• Sección:	4
• Gradiente:	4
• Radio de curvatura:	4
• Longitud de la rampa:	4
• Tipo de rampa:	5
Labores de Preparación y Auxiliares:	5
Bolsillos de carguío:.....	5
Cruceros:	5
Chimeneas de relleno y ventilación:	5
Distribución de labores y sus longitudes:.....	6
Secuencia de Desarrollo y Preparación:.....	8
Estimación de costos:.....	8
Tabla 1: Rampa:.....	9
Tabla 2: Crucero	9
Tabla 3: Chimenea.....	9
Conclusión	11

Resumen

En el presente informe se demuestra técnica y económicamente el costo de inversión del proyecto de profundización desde el nivel 2446 hasta el nivel 2387 mediante la construcción de una rampa. Para lograr el acceso a las reservas económicamente explotables existentes en la veta encuentro en la mina Farallón Negro, se plantea profundizar mediante el desarrollo de una rampa, con pendiente negativa 12%, la cual además puede servir para programas exploración y como medio de transporte para la extracción del mineral, partirá desde la galería de transporte en la cota 2446, aprovechando la infraestructura ya existente de la mina. De esta manera se mejorarán los indicadores de producción y de productividad.

La longitud total de rampa es de 543 metros con una sección de 4m x 4m y una gradiente negativa 12%, cuyo desarrollo es entre el nivel 2446 y 2387. La perforación de la rampa se realizará mediante un equipo jumbo para la perforación logrando un avance de 3m, se planifica realizar 2 perforaciones por día durante el primer año, luego para el siguiente año se tiene programado agregar un segundo equipo de perforación.

El diseño de la construcción del proyecto en estudio, se empleará el software minero llamado Minesight 3D, del cual solo se usará el módulo de modelamiento, que nos permitirá visualizar con mayor detalle los parámetros geométricos empleados en el proyecto. Para la estimación de cuanto nos costara desarrollar la rampa se va a utilizar una hoja de cálculo Excel.

DISEÑO E INGENIERIA DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivo profundizar la mina en la zona de veta Esperanza mediante el desarrollo de la rampa, por debajo del Nivel 2446, con la finalidad de acceder y explotar el mineral estimado en dicha zona.

Considerando la magnitud del yacimiento, las características de los equipos a emplearse en el transporte del material y con el fin de generar alta rentabilidad, se debe realizar un diseño integral iniciando desde la apertura de la rampa hasta cortar la veta.

Labores de Acceso

Rampa:

Las consideraciones más importantes que se tendrán en cuenta para un diseño adecuado de la rampa serán las siguientes características geométricas:

- Sección:

La sección transversal debe ser la óptima para la libre circulación de todos los vehículos de la mina, intentando ser la mínima posible. Se considera para determinar la sección óptima los siguientes factores: dimensión de los equipos que se van a utilizar para la carga y transporte, capacidad de producción, características físicas y estructurales del macizo rocoso.

Sección establecida (Ancho X Alto): **4 m x 4 m**

- Gradiente:

Debe ser la óptima para que los equipos puedan lograr velocidades de 10 a 20 Km por hora, evitando que tengan dificultad para subir con carga. Está en función de las cotas de los puntos de comunicación inicial y final.

Es importante tener en cuenta que un mal diseño de la gradiente puede ocasionar sobreesfuerzos en los equipos de carga y de esa manera dañarlos prematuramente, disminuyendo considerablemente la vida útil de los equipos.

La gradiente longitudinal establecida para el proyecto será de 12 % y para las curvas de 8%.

- Radio de curvatura:

Debe presentar una amplitud suficiente y necesaria para que todos los vehículos o equipos puedan girar libremente sin retroceder y evitar accidentes. Está en función de los equipos con mayores dimensiones a utilizar como ser los de carga del material en el frente de trabajo.

El radio de curvatura mínimo establecido para el proyecto será de 12 m.

- Longitud de la rampa:

Es la distancia total de desarrollo, que se realiza desde una cota superior hasta una inferior. Es muy importante determinar esta longitud para realizar una adecuada planificación del desarrollo minero, además será útil para determinar y calcular el costo de inversión total del proyecto.

La longitud total de la Rampa determinada será de 543 m.

- Tipo de rampa:

El diseño de rampa que se va a llevar a cabo es del tipo “Zig-Zag”, está formada por una combinación de tramos rectos y curvos. Los tramos curvos están compuestos de un solo radio de curvatura y diseñadas con una gradiente de -8%, mientras que los tramos rectos están diseñados con una gradiente de 12%.

Se profundizará desde el **Nivel 2446** hasta el **Nivel 2387**. Cada 75 m de avance se construirá un bolsillo de carguío o también llamada estocada, de sección 4m x 4m con una longitud de 10 m, la cual es perpendicular el eje de la rampa con el objetivo de acumular de forma temporal el material producido por el disparo del frente y de esa manera hacer más veloz y dinámica la extracción hacia los acopios principales de descarga.

Labores de Preparación y Auxiliares:

Además, medida que se lleva a cabo la construcción de la rampa, también se debe diseñar y construir una serie de labores que forman parte de la etapa de desarrollo, preparación e infraestructura para poder acceder al mismo.

Bolsillos de carguío:

A lo largo de la rampa, se construirán 3 bolsillos de carguío, con el fin de hacer la transferencia del material extraído y así poder dar una rapidez y dinámica a la construcción de la rampa, sus características son:

Dimensiones: 4m x 4m.

Longitud: 10 m.

Numero de cámara: 3

Cruceros:

Labores de sección 4,0 m x 4,0 m y con una gradiente de 2% las cuales se ejecutarán a partir de la rampa en los niveles 2429, 2415, 2401 y 2387, con longitudes de 76m, 72m, 58m y 61m respectivamente. Su función es comunicar con la veta y dar interpretación de su rumbo y buzamientos. Sus características son:

Dimensiones: 4m x 4m

Longitud total: 267 m

Cantidad: 4

Chimeneas de relleno y ventilación:

Sirve para acceso, ventilación (para que el flujo de aire fresco fluya a lo largo de las labores) y para el relleno de las cámaras explotadas. Se desarrollarán en forma paralela a la explotación de la cámara y será del tipo Raise Borer.

Sus características son:

Dimensiones: 1,50 m x 1,50 m

Longitud de chimenea de Ventilación: 9 m

Longitud de chimenea de Relleno: 10 m

Cantidad: 8

Distribución de labores y sus longitudes:

Veta Encuentro (Cámaras de 17,5 de altura)				
Nivel	Labor	Longitud [m]	Acumulado	Remanente
2446	Rpa 2446 2429	129	129,00	0,00
2429	Corta Veta 2429	76,00	76,00	0,00
	Preparacion 1 SE Nv 2029	251	251,00	0,00
	Preparacion 2 SE Nv 2029	262	262,00	0,00
	Preparacion 1 NO Nv 2029	346	346,00	0,00
	Preparacion 2 NO Nv 2029	80	80,00	0,00
	Cx CH Relleno 2429	49	49,00	0,00
	CH Relleno 2429	18	18,00	0,00
	Cx Acc CH33_2429	9	9,00	0,00
	CH33 2429	11	11,00	0,00
2415	Rpa 2429-2415	135	135,00	0,00
	Bolsillo de carga	10	10,00	0,00
	Corta Veta 2415	72,00	72,00	0,00
	Preparacion 1 SE Nv 2415	259	259,00	0,00
	Preparacion 2 SE Nv 2415	267	267,00	0,00
	Preparacion 1 NO Nv 2415	308	308,00	0,00
	Preparacion 2 NO Nv 2415	89	89,00	0,00
	Cx CH Relleno 2415	9	9,00	0,00
	CH Relleno 2415	10	10,00	0,00
	Cx Acc CH33_2415	9	9,00	0,00
	CH33 2415	10	10,00	0,00
	Rpa 2415-2401	144	144,00	0,00
2401	Bolsillo de carga	10	10,00	0,00
	Corta Veta 2401	58,00	58,00	0,00
	Preparacion 1 SE Nv 2401	258	258,00	0,00
	Preparacion 2 SE Nv 2401	274	274,00	0,00
	Preparacion 1 NO Nv 2401	307	307,00	0,00
	Preparacion 2 NO Nv 2401	42	42,00	0,00
	Cx CH Relleno 2401	9	9,00	0,00
	CH Relleno 2401	10	10,00	0,00
	Cx Acc CH33_2401	9	9,00	0,00
	CH33 2401	10	10,00	0,00
	Rpa 2401-2387	135	135,00	0,00
	Bolsillo de carga	10	10,00	0,00
2387	Corta Veta 2387	61,00	61,00	0,00
	Preparacion 1 SE Nv 2387	225	225,00	0,00
	Preparacion 2 SE Nv 2387	279	279,00	0,00
	Preparacion 1 NO Nv 2387	282	282,00	0,00
	Preparacion 2 NO Nv 2387	51	51,00	0,00
	Cx CH Relleno 2387	9	9,00	0,00
	CH Relleno 2387	11	11,00	0,00
	Cx Acc CH33_2387	9	9,00	0,00
	CH33 2387	10	10,00	0,00

A continuación, se presentan screenshot tomadas del software Minesight 3D del proyecto diseñado, donde se observa las distintas labores que conforman el mismo:

Vista General del diseño:

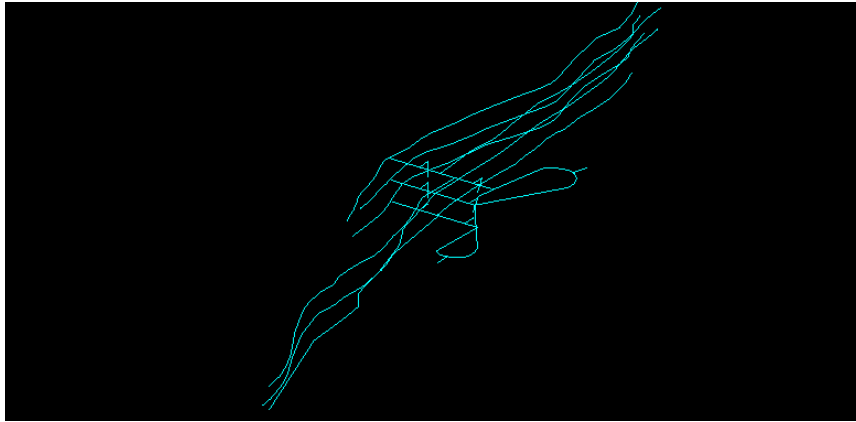


Imagen 1

Vista en Planta:

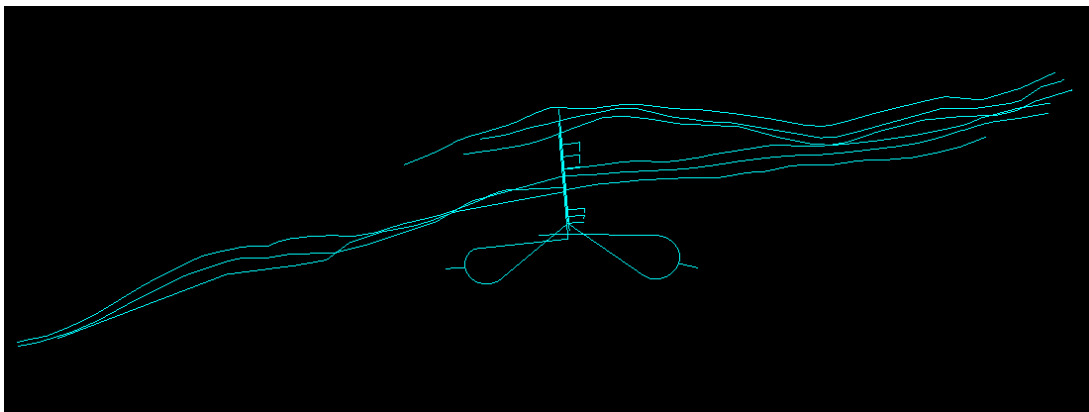


Imagen 2

Vista frontal:

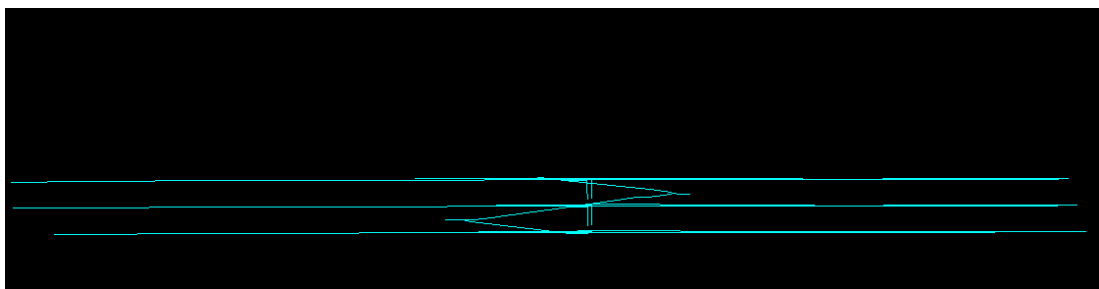


Imagen 3

Secuencia de Desarrollo y Preparación:

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt, donde se detalla los metros avanzados por día a lo largo de la ejecución del proyecto:

Veta Encuentro (Cámaras de 17,5 de altura)					2021																																			
Nivel	Labor	Longitud (m)	Acumulado	Remanente	Julio																																			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
2446	Ripa 2446-2429	123	123,00	0,00																																				
2429	Corta Veta 2429	76,00	76,00	0,00																																				
	Preparación 1 SE Nv 2023	251	251,00	0,00																																				
	Preparación 2 SE Nv 2023	262	262,00	0,00	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0		
	Preparación 1 NO Nv 2023	346	346,00	0,00	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	
	Preparación 2 NO Nv 2023	80	80,00	0,00	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3		
	Cx CH Relleno 2429	49	49,00	0,00																																				
	CH Relleno 2429	18	18,00	0,00																																				
	Cx Acc CH33_2429	9	9,00	0,00																																				
	CH33 2429	11	11,00	0,00																																				
2415	Ripa 2429-2415	135	135,00	0,00																																				
	Bollillo de carga	10	10,00	0,00																																				
	Corta Veta 2415	72,00	72,00	0,00																																				
	Preparación 1 SE Nv 2415	259	259,00	0,00	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	
	Preparación 2 SE Nv 2415	267	267,00	0,00	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0
	Preparación 1 NO Nv 2415	308	308,00	0,00	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	
	Preparación 2 NO Nv 2415	89	89,00	0,00	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0
	Cx CH Relleno 2415	9	9,00	0,00																																				
	CH Relleno 2415	10	10,00	0,00																																				
	CH Relleno 2429	18	18,00	0,00																																				

El inicio de la construcción de la rampa Iniciará el 1^{er}o de Julio del 2.021, con el avance de seis (6) metros diarios de la rampa, es decir alternando entre dos días de avance y dos días para realizar sostenimiento e instalación de servicios (Agua, Aire comprimido, corriente eléctrica, etc.).

Por lo tanto, durante la primera mitad del año 2021 se desarrollará la totalidad de la rampa desde el nivel 2446 al 2429 y solo la mitad de la longitud total del avance de las labores de Preparación, corta veta y cruceros del respectivo nivel. En la segunda mitad del año se concluirá con la totalidad de la construcción del nivel 2029.

En el año 2.022, debido a que se tiene varios frentes de trabajo y para optimizar el tiempo se planifico agregar un segundo equipo de perforación. Con la finalidad de continuar con la profundización de la rampa hasta el último nivel (cota2387) y simultáneamente continuar con la construcción de labores (corta veta, cruceros y preparación) en distintos niveles.

Se estima que la construcción de la rampa principal será concretada en su totalidad a fines del año 2.022, llegando hasta el último nivel 2387. La etapa de Preparación que consiste en las galerías basales listas para la producción, finalizara su construcción considerando la totalidad de los niveles a fines del año 2.023.

El tiempo total que demanda la obra está estimado en 371 días. Iniciando el 1 de Julio del 2.021 y finalizando el 7 de Julio del 2.023.

Estimación de costos:

A continuación, se efectuará un análisis integral y detallado de todos los costos que influirán en la puesta en marcha del proyecto.

Para la estimación de los costos de operación se sumarán los costos más considerables del proceso, los cuales van a estar dividido por tipos de labores es decir Rampa, Chimenea y Crucero. Los valores de las tablas siguientes están expresados en dólares.

Tabla 1: Rampa:

Descripción	Costo por metro lineal [USD/m]
Mano de Obra	80.94
Implementos de seguridad	24.79
Aceros de perforación	34.37
Explosivos y Accesorios	418.79
Equipos en operación	55.80
Gastos indirectos	153.67
Total	768.35

Tabla 2: Crucero

Descripción	Costo por metro lineal [USD/m]
Mano de Obra	80.95
Implementos de seguridad	22.13
Aceros de perforación	31.02
Explosivos y Accesorios	402.47
Equipos en operación	56.73
Gastos indirectos	148.32
Total	741.62

Tabla 3: Chimenea

Descripción	Costo por metro lineal [USD/m]
Mano de Obra	20.23
Implementos de seguridad	5.53
Aceros de perforación	9.34
Explosivos y Accesorios	80.40
Equipos en operación	13.82
Gastos indirectos	32.33
Total	161.66

A partir de los costos por metro de avance del proyecto de profundización de las distintas labores y la longitud total que presenta cada una, las cuales fueron determinadas a partir del software minero Minesight, se estimará cuanto será el costo total de inversión.

Descripción	Avance /mes [m]	Longitud Total [m]	Costo metro Lineal [USD/m]	Costo TOTAL [USD]
Rampa	33,94	543,00	USD 768,35	USD 525.813,20
Corta Veta	15,00	267,00	USD 741,62	USD 251.411,47
Preparación	145,30	3.580,00	USD 741,62	USD 3.370.985,19
Cx. Acc. a Chimenea	1,93	36,00	USD 741,62	USD 33.898,18
Chimenea VCR	5,00	90,00	USD 161,66	USD 14.549,22
Cx. Acc. relleno de cámara	4,47	67,00	USD 741,62	USD 63.088,27
				USD 4.259.745,5

Teniendo en cuenta que los costos más importantes se reflejan en las labores de preparación ya que tiene el valor más alto, debido a la cantidad de metros que se deben realizar en comparación con las demás labores. Se concluye como resultado final una inversión total estimada de 4.259.745 millones de dólares para realizar la profundización de la rampa negativa desde el nivel 2446 hasta el 2387.

Conclusión

- La finalización de la obra tomara 371 días, al cabo de 12 meses tendremos el primer nivel terminado habilitado para la producción. Iniciando el 1 de Julio del 2.021 y finalizando el 7 de Julio del 2.023.
- Se debe tener previsto la disponibilidad de un jumbo en el segundo año que funcione como soporte para reducir los tiempos de ejecución.
- A partir de los valores obtenidos se estima una inversión total de 4.259.745, 5 dólares para profundizar hasta el nivel 2387.