

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INCLINADO NUEVA MERCEDES PARA EL
INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA VETA MERCEDES EN LA U.E.A. SAN
JUAN DE AREQUIPA**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

BACH. HECTOR MAMANI CCARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO-PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INCLINADO NUEVA MERCEDES
PARA EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA VETA MERCEDES
EN LA U.E.A. SAN JUAN DE AREQUIPA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:

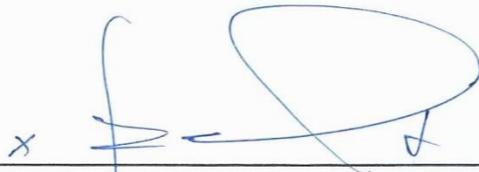
BACH. HECTOR MAMANI CCARI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

APROBADO POR:

PRESIDENTE

: 
Dr. Eugenio Alfredo Camac Torres.

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. Fernando Benigno Salas Urviola

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. Amilcar Giovanni Teran Dianderas

TEMA: Desarrollo de labores mineras y otras excavaciones

ÁREA: Ingeniería de Minas

DEDICATORIA

Esta investigación la dedico a mis queridos padres Gumercindo y Marcela por darme la vida para poder estudiar Ingeniería de Minas.

A mis queridos hermanos por sus consejos y su apoyo durante mi desarrollo personal y profesional.

A la razón por cual me impulsa a ser cada día mejor en la vida, Piero Alejandro mi pequeño hermano.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN MODALIDAD ARTICULO CIENTIFICO

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

Diseño y construcción del Inclinado Nueva Mercedes para el incremento de producción de la veta Mercedes en la U.E.A. San Juan de Arequipa.....	7
1. Resumen.....	7
2. Introducción	8
3. Materiales y Métodos.....	10
4. Resultados y discusión	12
5. Conclusiones	22
6. Agradecimiento.....	22
7. Literatura citada	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano del proyecto del Inclinado Nueva Mercedes mostrando el portal de ingreso Crucero 8524N a una sección de 4.0x 4.0m.	12
Figura 2: Comportamiento geomecánico en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.	13
Figura 3: Estereograma de dominios estructurales en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.	14
Figura 4: Cuñas inestables en la parte superior (presencia de bloques macizos de roca ígnea de dimensiones métricas) en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.	14
Figura 5: Diseño de las cimbras a aplicar en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.	15
Figura 6: Carro minero de descarga inferior en el Inclinado Nueva Mercedes.....	17
Figura 7: Estándar de trabajo Inclinado sección 2.40 x 2.40m.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Levantamiento geomecánico del Inclinado Nueva Mercedes - Cx8524N.	13
Tabla 2: Dominios estructurales en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.....	14
Tabla 3: Consumo de energía eléctrica del Inclinado Nueva Mercedes.....	15
Tabla 4: Datos técnicos de winche Canadian Ingersoll Rand.....	16
Tabla 5: Capacidad de winche Canadian Ingersoll Rand.	16
Tabla 6: Capacidad de winche Canadian Ingersoll Rand (CIR 60"x48").	17
Tabla 7: Costo capital para la construcción del Inclinado Nueva Mercedes.	17
Tabla 8: Costo laboreo para la construcción del Inclinado Nueva Mercedes.....	18
Tabla 9: Costo de operación actual en la zona de Mercedes.	18
Tabla 10: Reservas y recursos en el nivel 570 hacia el lado este de la zona Mercedes.....	18
Tabla 11: Flujo de caja proyectado para el Inclinado Nueva Mercedes.	21

Diseño y construcción del Inclinado Nueva Mercedes para el incremento de
producción de la veta Mercedes en la U.E.A. San Juan de Arequipa

Design and construction of the Inclined New Mercedes for the increase in the
production of the Mercedes vein in the U.E.A. San Juan de Arequipa

Hector, Mamani-Ccari

Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, Puno, Perú.

hectormamaniccari@gmail.com, Cel.: 957860143.

1. Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo realizar la viabilidad del diseño del Inclinado Nueva Mercedes de la veta Mercedes, en la U.E.A. San de Juan de Arequipa para el aumento de producción en la zona de Mercedes. Este sistema se basará principalmente en realizar un inclinado para transportar todo el material sea desmonte o mineral mediante un winche de izaje desde el nivel inferior a desarrollar, es decir el Nv. 570 hacia el este de la veta Mercedes, por donde se evacuará todo este material mediante locomotoras y carros mineros hacia superficie, todo esto de acuerdo con el plan anual de minado para el año 2020. El desarrollo de este trabajo expone la determinación de todas las características el sistema de extracción, el cual incluye el izaje propiamente dicho, así como el transporte involucrado directamente al izaje. Asimismo, se presenta una evaluación económica global del proyecto del inclinado Nueva Mercedes, en donde se consideran adicionalmente las inversiones y costos estimados de la operación, donde se obtuvieron indicadores económicos que contemplen la evaluación integral del proyecto.

Palabras Claves: Viabilidad, exploración, extracción, izaje.

Abstract:

The objective of this work is to carry out the feasibility of the design of the New Mercedes Incline of the Mercedes vein, in the U.E.A. San de Juan de Arequipa to increase production in the Mercedes area. This system will be based mainly on making an incline to transport all the

material, be it dismantled or mineral by means of a lifting winch from the lower level to be developed, that is, Nv. 570 to the east of the Mercedes vein, where all this material will be evacuated by locomotives and mining cars to the surface, all this in accordance with the annual mining plan for the year 2020. The development of this work exposes the determination of all the characteristics of the extraction system, which includes the lift itself, as well as the transport directly involved in the lift. Likewise, a global economic evaluation of the project of the inclined New Mercedes is presented, where additionally the estimated investments and costs of the operation are considered, where economic indicators were obtained that contemplate the integral evaluation of the project.

Keywords: Viability, exploration, extraction, lifting.

2. Introducción

En la unidad minera San Juan de Arequipa en la zona de Mercedes tenemos problemas de accesibilidad a las reservas de mineral que se encuentran a grandes profundidades y al extremo este de la zona Mercedes en el nivel 570. Se tiene reconocido las reservas de mineral en el extremo este del Nv. 570 los mismos que han sido determinados por las actividades de exploración diamantina. Se tiene problemas con el aporte de producción de mineral en la zona Mercedes; el nivel de operación actualmente es el Nv. 480 que tiene 06 tajos en explotación; estos tajos están a una altura considerable en su explotación y de acuerdo al ritmo de explotación estos tienen 08 meses de vida, actualmente la extracción de mineral y desmonte se realiza por el pique principal 7801 con un winche Worthilla Saffer de 60Hp, siendo este pique también

el único lugar por donde ingresa aire limpio a la zona de Mercedes y único acceso para el personal a la zona de Mercedes; ante ello la necesidad de generar nuevos tajos para aporte de mineral, tener otro sistema de izaje principal de mineral y desmonte, es de urgencia dar solución a los problemas de ventilación con otro lugar de ingreso de aire limpio a la zona de Mercedes y culminar la rehabilitación del pique principal 7801.

Ante esta situación problemática se justifica la necesidad de evaluar el presente proyecto de investigación, cuya hipótesis fue el diseño y construcción del inclinado Nueva Mercedes nos permitirá el incremento de producción de la veta Mercedes en la Unidad Minera San Juan de Arequipa.

Las reservas de mineral en los niveles 4400-4370 de la veta Juanita en la Unidad Minera Casapalca, se están agotando teniendo recursos minerales por debajo del nivel

4370, se deberá construir un pique inclinado 370.

Para lograr este objetivo se plantea profundizar la mina mediante el desarrollo de un pique inclinado, el cual servirá de acceso a las reservas y como medio de transporte para la extracción del mineral, aprovechando al máximo la infraestructura existente en la mina, reduciendo así al mínimo la inversión de capital adicional. (Cuadros-Salcedo, 2018).

Con la investigación planteada se contribuirá a generar un nuevo modelo para profundizar las Vetas en Cía. Minera Poderosa considerando la inclinación del pique en 30° aplicando el método de Corte y relleno Ascendente Convencional en el cuerpo denominado Julie 2, para optimizar, reducir los costos y mejorar la producción, de esta forma ampliar la vida útil de la mina; además, aporta al desarrollo de una teoría, como instrumento para recolectar o analizar datos.

(Barzola-Ceras, 2018).

La explotación de la mina Paraíso, depende de proyectos de exploración, preparación y desarrollo lo que hace imprescindible el diseño y construcción de labores mineras, tales como, piques, cruceros, by pass, galerías, sub niveles, chimeneas, cámaras de acumulación, refugios, entre otras.

(Carpio-Vera, 2016).

La extracción del mineral a través del pique inclinado tiene ventajas como la rapidez,

facilidad, flujo continuo, costo bajo comparado con la extracción del mineral mediante volquetes y con posibilidad de automatizar el izaje.

(Jayo-Acuña, 2008).

Las reservas de mineral desde el nivel 07 hasta el nivel 1 O se están agotando, teniendo recursos mineralógicos por debajo del nivel 1 O se prepararán nuevas zonas de exploración y explotación; producción que será izado a través del pique vertical 650 Alex.

(Prado-Ramos, 2015).

El presente trabajo muestra todo un estudio de diseño y construcción del pique inclinado 447 en el nivel 3300 hasta el nivel 2960 en la Mina Atacocha con la finalidad de explorar y desarrollar el yacimiento en profundidad y así disponer de nuevas reservas de mineral en un periodo relativamente corto en razón de que en los niveles superiores de esta mina se estén agotando las reservas.

(Silva-Medina, 2013).

Para hacer posible el acceso a las reservas y los recursos explotables desde el Nivel 18 hasta el Nivel 20 de la veta Esperanza en la Unidad Minera Casapalca, se deberá construir un pique inclinado 043 de 30° de pendiente negativa, con una longitud de 200 metros y se deberá preparar la infraestructura necesaria para la extracción rápida del mineral, siguiendo el método de explotación de corte y relleno ascendente.

(Jauregui-Mercado, 2015).

El objetivo del presente proyecto es realizar el planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la mina San Braulio Uno, que comprende el izaje y transporte del material hacia superficie. Esto incluye determinar los equipos óptimos, ciclos de trabajo y costos de capital y operación para el izaje y transporte.

(Arias-Calla, 2013).

Para lograr este objetivo se plantea profundizar la mina mediante el desarrollo del pique inclinado 340, que servirá de acceso a las reservas y como medio de transporte para la extracción del mineral a mayor capacidad, aprovechando al máximo la infraestructura existente de la mina, reduciendo así al mínimo la inversión de capital adicional y poder incrementar la producción.

(Arone-Alarcon, 2016).

Se planteó como objetivo principal el aumento de la producción de la veta Mercedes, también mejorar la ventilación de la zona de Mercedes al permitir el ingreso de aire limpio a la zona y culminación de la rehabilitación del pique principal 7801 para hacer uso de este como acceso principal para el personal mediante jaulas, se usará el inclinado Nueva Mercedes como sistema principal de extracción de mineral y desmonte.

3. Materiales y Métodos

3.1 Modalidad básica de la investigación: La investigación es de tipo descriptivo y aplicativo, pues se determinarán y describirán los factores que influyen en la extracción de mineral, así como las variables son la implementación del sistema de extracción de mineral.

En la investigación predominó lo cuantitativo y estuvo dado por la preferente utilización de los datos numéricos en forma descriptiva y bibliográfica con un enfoque normativo.

Población y muestra:

Población: Para el estudio de investigación se ha tomado de referencia la mina San Juan de Arequipa debido a que en esta unidad minera se trabaja con equipos de extracción de mineral en el cual el winche de izaje es uno de los equipos importantes de extracción de mineral.

Muestra: Como muestra representativa se ha considerado el proyecto del Inclinado Nueva Mercedes.

Para un correcto análisis se parte del tipo de explotación a emplear a partir de las reservas y recursos del mineral identificados, y del tipo de yacimiento.

Descripción del área experimental: San Juan de Arequipa está ubicado en el flanco occidental de los Andes, el Gran Batolito Costanero del Sur del Perú, en el extremo sur de la “Franja Aurífera”, Nazca - Ocoña,

ubicado en el paraje San Juan, Distrito de Rio Grande, Provincia de Condesuyos, Región Arequipa. Se ubica en las coordenadas UTM 8241180N y 709114E, donde se ubica el campamento, su ubicación promedio con respecto al nivel del mar es de 800 m.s.n.m.

3.2 Recursos necesarios para el proyecto; para realizar el proyecto se requerirán los siguientes recursos:

- i. Campamento
- ii. Equipos
 - Calculadora
 - Laptop
- iii. Recursos materiales
 - Información bibliográfica
 - Muebles y escritorio
 - Útiles de escritorio
- iv. Recursos humanos
 - 01 Cadista

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Los datos han sido recolectados de la veta Mercedes, donde se ha realizado perforación diamantina hacia el lado este de la veta Mercedes ubicado entre el nivel 734 y el nivel 570.

Observación: Se ejecutaron observaciones con fundamentos teóricos concernientes al tema de investigación para conocer las situaciones reales del proyecto de profundización de la veta Mercedes y

evaluar los resultados usando inclinados en 30° en la U.E.A. San Juan de Arequipa.

Datos primarios: La gerencia de la U.E.A. San Juan facilitó la siguiente información:

- Reportes de precios unitarios antes de la ejecución del proyecto del inclinado.
- Reportes diarios de producción antes de la ejecución del proyecto del inclinado.
- Cantidad y tipo de mano de obra calificada antes de la ejecución del proyecto del inclinado.
- Procedimientos Operacionales.

Datos secundarios:

Para ello se optó por la revisión de fuentes bibliográficas, proyectos realizados anteriormente referidos al tema de investigación así mismo como: libros, informes de tesis, revistas, publicaciones, etc.

Técnicas de procesamiento de datos:

En primera instancia se realizará la recopilación de información histórica y actual con la que cuenta la compañía minera y se hará un análisis interno y externo de la misma.

3.4 Operacionalización de variables:

Variable dependiente: Diseño de inclinado.

- Definición conceptual: Sistema de extracción que se utiliza en minería subterránea.

- Definición operacional: Equipos vinculados al transporte de material.
- Dimensiones: Ángulo de inclinación, profundidad.
- Indicadores: Metros.

Variable independiente: Producción.

- Definición conceptual: Extracción de minerales.
- Definición operacional: Material total que se va a extraer.
- Dimensiones: Mineral y desmante.
- Indicadores: Toneladas.

4. Resultados y discusión

4.1 Evaluación Geomecánica del proyecto Inclinado Nueva Mercedes de la U.E.A. San Juan: Fenómenos de inestabilidad ocurrentes en el portal de ingreso del proyecto Inclinado Nueva Mercedes; crucero inferior 8524N a una sección de 4.0mx4.0m en el Nv. 734. (ver Figura 1).

El principal fenómeno de inestabilidad que afecta al macizo rocoso en el portal de ingreso del Proyecto Inclinado Nueva Mercedes - Nv. 734, es la presencia de bloques macizos de roca ígnea (cuñas de roca) de dimensiones métricas propensos a desplome.

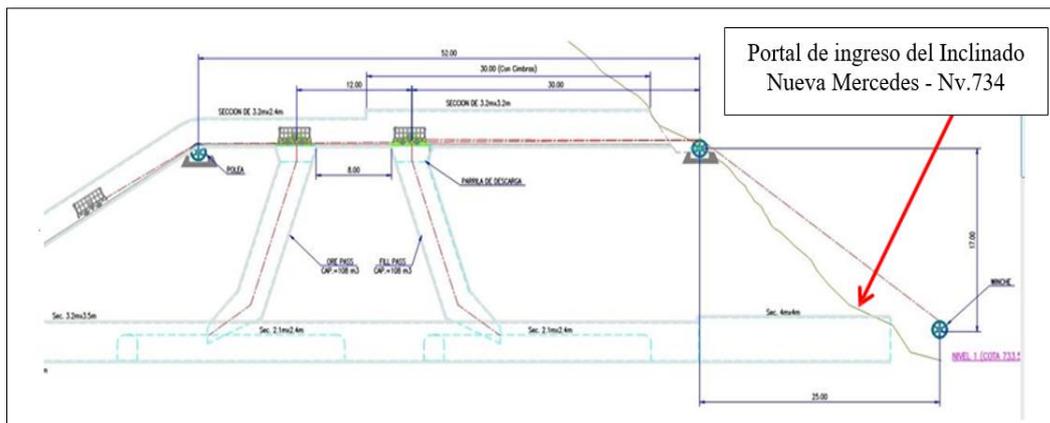


Figura 1: Plano del proyecto del Inclinado Nueva Mercedes mostrando el portal de ingreso Crucero 8524N a una sección de 4.0x 4.0m.

Fuente: Elaboración área de Planeamiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

El macizo rocoso de la zona en estudio se emplaza sobre rocas granodioritas, sección del crucero 4.0 x4.0m. Que muestra una alta susceptibilidad a desprendimientos de roca ello debido al efecto de desajuste natural del macizo rocoso por la cercanía a superficie recordemos que esta excavación es la apertura del túnel para dar inicio al

Proyecto del Inclinado Nueva Mercedes. Por efecto natural de desajuste y bajas tensiones en las discontinuidades que separan los bloques de roca métricos están abiertas favoreciendo su inestabilidad y riesgo a desplome.

Como conclusión se ha determinado la aplicación de cimbras de acero tipo H6 para

el portal de ingreso del proyecto de dimensiones 4.0x4.40m en un tramo aproximado de 25 m.

Información geomecánica en el portal de ingreso del proyecto Inclinado Nueva Mercedes - Cx 8524N a una sección 4.0mx4m en el Nv. 734:

La litología en la zona de análisis en el portal de ingreso del proyecto Inclinado Nueva Mercedes - Nv. 734 está integrada por roca ígnea intrusiva del tipo granodiorita. la roca intacta es dura, compacta y como macizo rocoso esta fracturada. Como principales estructuras geológicas que atraviesan la labor en esta zona de análisis, son discontinuidades de alta persistencia (>5m) transversales a la labor y otras paralelas a la dirección de la labor (discontinuidades verticales) que serán analizadas.

Marco geomecánico:

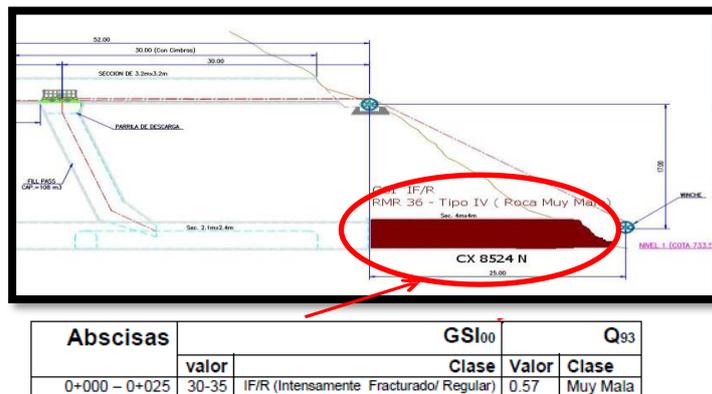


Figura 2: Comportamiento geomecánico en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.

Fuente: Elaboración área de Geomecanica U.E.A. San Juan de Arequipa.

Se llevó a cabo un levantamiento geomecánico, de los primeros metros del tramo de análisis, a fin de establecer su respectivos zoneamiento geomecánico. (ver Figura 2).

Para la determinación de la calidad del macizo rocoso se realizó el mapeo geomecánico (ver Tabla 1) en función a la valorización del macizo rocoso (R.M.R) - clasificación R.M.R de Bieniawski (1989) y la clasificación Q de Barton (1974).

Tabla 1: Levantamiento geomecánico del Inclinado Nueva Mercedes - Cx8524N.

Abscisas	GSI ₀₀		RMR ₈₉		Q ₉₃	
	valor	Clase	Valor	Tipo	Valor	Clase
0+000 - 0+0025	30-35	IF/R	36	IV	0.57	Muy Mala

Fuente: Elaboración área de Geomecanica U.E.A. San Juan de Arequipa.

Análisis estructural:

Se realizaron mapeos geomecánicos por el método de celdas y líneas de detalle para determinar el arreglo estructural del macizo rocoso asociado a la ubicación de la zona de estudio (en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes - Cx 8524N (Sección 4.0x4.0m - Nv. 734), para determinar las características estructurales del macizo rocoso: fallas principales, familias de discontinuidades y cuñas que pueden desestabilizar la labor.

Utilizando proyecciones estereográficas con ayuda de software DIPS se ha procesado la data registrada de los mapeos geomecánicos (ver Figura 3), obteniéndose los principales sistemas de discontinuidades. (ver Tabla 2).

Tabla 2: Dominios estructurales en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.

Sistema de Discontinuidades	Tipo de Discontinuidad	Buzamiento	Dirección de Buzamiento
F1	Dominio Estructural	90	22
F2	Dominio Estructural	90	175
F3	Dominio Estructural	58	330

Fuente: Elaboración área de Geomecanica U.E.A. San Juan de Arequipa.

Los resultados indican que existen 3 sistemas de discontinuidades marcadas, por tanto, se ha evidenciado la formación de cuñas en el techo fundamentalmente, generando una zona de inestabilidad estructural controlable con el sostenimiento adecuado. (ver Figura 3).

Sostenimiento a aplicar con cimbra:

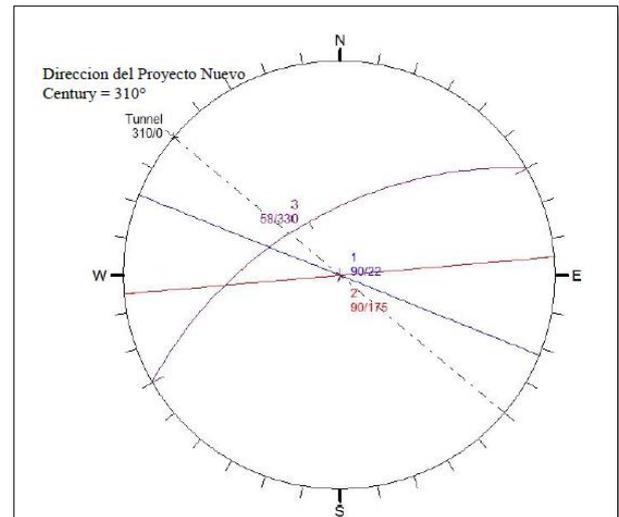


Figura 3: Estereograma de dominios estructurales en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.

Fuente: Elaboración área de Geomecanica U.E.A. San Juan de Arequipa.

Según estas proyecciones, se realizó un análisis con el programa Undwedge, se puede mostrar la presencia de cuñas inestables en la parte superior del portal de ingreso. (ver Figura 4).

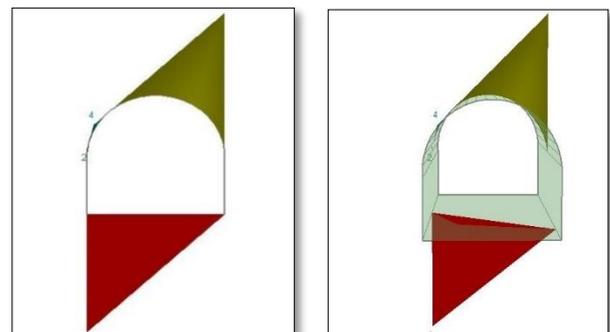


Figura 4: Cuñas inestables en la parte superior (presencia de bloques macizos de roca ígnea de dimensiones métricas) en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.

Fuente: Elaboración área de Geomecanica U.E.A. San Juan de Arequipa.

Del análisis realizado, el diseño de soporte a considerar será la aplicación de cimbras de acero tipo H6 – 20 lb/pie de dimensiones 4.0 m x 4.40 m. en un tramo aproximado de 25 m.

Diseño de las cimbras a aplicar:

Cimbras viga H6 x 20 lb/pie, acero ASTM A36 de 4.00m x 4.40m (medidas interiores: Ancho x Alto), en 3 cuerpos, con 10 distanciadores de 1200mm (Ø3/4" con placas de empalme de 1/2" x 200mm x 200mm, placas base de 1/2" x 250mm x 250mm, con 04 pernos de empalme Ø3/4" x 2 1/2", en grado 8, con tuerca y arandela a presión. Pintado anticorrosivo. (ver Figura 5).

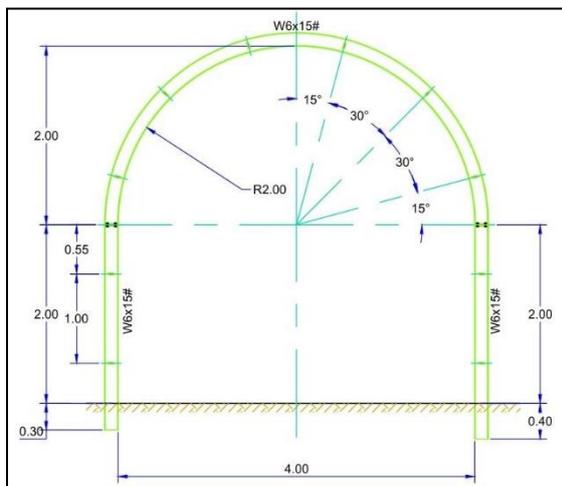


Figura 5: Diseño de las cimbras a aplicar en el portal de ingreso del Inclinado Nueva Mercedes.

Fuente: Elaboración área de Geomecánica U.E.A. San Juan de Arequipa.

4.2 Evaluación de la demanda eléctrica:

En base a la experiencia en este tipo de proyectos se ha estimado los equipos necesarios para el funcionamiento del sistema de izaje. En base a esto, se ha elaborado el siguiente cuadro de carga, se muestra los resultados. (ver Tabla 3).

Actualmente el costo de energía actual en la compañía minera San Juan de Arequipa es de 0.0522 US\$/kW/h suministro de energía que se toma de la red eléctrica por SEAL.

Tabla 3: Consumo de energía eléctrica del Inclinado Nueva Mercedes.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA		FACTOR DE DEMANDA	MÁXIMA DEMANDA KW	CONSUMO DE ENERGÍA KW/h	COSTO DE ENERGÍA US\$/mes	
		HP	KW					
Sala de Winche								
Winche de izaje 60"x48"	1	250	187	1	187	134,280	7,013	
SS.AA	1	-	10	1	10	7,200	376	
Zona de descarga y polea								
UPH tolvias / deflector	2	15	11	0.65	15	10,474	547	
SS.AA	1	-	10	1	10	7,200	376	
Zona de carga Nv. 480								
UPH tolvias carga	1	15	11	0.65	7	5,237	274	
SS.AA	1	-	5	1	5	3,600	188	
						233	167,991	\$8,774

Fuente: Elaboración área de Mantenimiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

Evaluación de las capacidades del winche de izaje: Parámetros y consideraciones para la evaluación. Para poder diseñar, calcular y dimensionar en forma racional y adecuada todos los componentes de un sistema integral de izaje, de tal manera que se ajusten a los objetivos del proyecto con sus propias características, ya que cada uno de estos “es una historia nueva y diferente”.

Estos parámetros deben ser los más reales posibles, para lograr cálculos y diseños reales y coherentes al proyecto. Razón por la cual, al inicio de este estudio, se elaboró un cuadro de parámetros, como igualmente con la recopilación de información y datos obtenidos en las propias zonas de trabajo. (ver Tabla 4).

Tabla 4: Datos técnicos de winche Canadian Ingersoll Rand.

DATOS TECNICOS WINCHE CANADIAN INGERSOLL RAND (CIR)		
S/N		1846B
Potencia del motor	HP	250
Altura de izaje	m	600
Carga útil skip	TN	2.8
Volumen de skip	m ³	1.6
Diámetro del cable	in	1
Peso nominal del cable	Kg/m	2.8
Line pull	Lbs	15,500
Suspended load	Lbs	20,800
Dimensiones de los tambores	in	60" x 48"

Fuente: Elaboración área de Mantenimiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

Cálculo de la capacidad del winche:

Es importante señalar que, el winche CIR son winches que fueron diseñados y fabricados para condiciones de operación distintas a las proyectadas y para distintos escenarios propuestos. Asimismo, es un winche repotenciado los cuales tienen una cantidad considerable de ciclos de izaje y de los cuales se tienen registros de mantenimiento y/o componentes reemplazados (ver Tabla 5).

Tabla 5: Capacidad de winche Canadian Ingersoll Rand.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	Winche Canadian Ingersoll Rand
1	Tiempo de operación	hrs	16
2	Tiempo para cambio de carro por calesa	hrs	N/A
3	Tiempo de izaje de personal (2 turnos)	hrs	N/A
4	Longitud de izaje	m	630
5	Angulo de inclinación	°	30
6	Mineral	TPD	300
7	Viajes por hora		9
8	Toneladas por hora	TMH	19
9	Velocidad máxima	m/s	4
10	Ciclo de trabajo	s	400
11	Tiempo de carga	s	30
12	Potencia consumida	HP	250
13	Transporte de mineral		
14	Capacidad de carro minero	TM	2.1
15	Peso de carro minero	TM	1.8
16	Tipo de descarga		Inferior
17	Transporte de personal		
18	Personas x hora	pers/hora	N/A
19	Capacidad de transporte de personal	persona	N/A
20	Peso de carro de transporte de personal	TM	N/A
21	FS de cable		7.0

N/A: No aplica

Fuente: Elaboración área de Mantenimiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

Capacidad del Winche Canadian Ingersoll Rand (CIR 60" x 48"): Se ha calculado la capacidad instalada del winche considerando la altura de izaje de 630 m con un ángulo de inclinación de 30°. En cuanto al winche de producción, se muestra el resumen de los parámetros de cálculo y la performance del sistema de izaje. (ver Tabla 6).

Tabla 6: Capacidad de winche Canadian Ingersoll Rand (CIR 60"x48").

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	Winche Canadian Ingersoll Rand
1	Tiempo de operación	hrs	16
2	Tiempo de izaje de personal (2 turnos)	hrs	N/A
3	Longitud de izaje	m	630
4	Angulo de inclinación	°	30
5	Mineral	TPD	300
6	Toneladas por hora	TMH	19
7	Velocidad máxima	m/s	4
8	Ciclo de trabajo	s	400
9	Tiempo de carguío	s	30
10	Potencia consumida	HP	250

N/A: No aplica

Fuente: Elaboración área de Mantenimiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

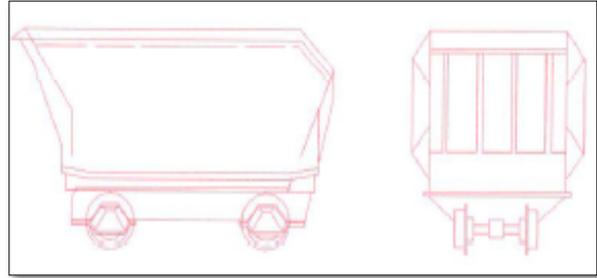
De acuerdo con la verificación correspondiente, conforme a los datos tomados en campo, para el presente proyecto se ha considerado que, el winche trabajara con un solo tambor exclusivamente para el izaje de mineral, no se considera transporte de personal, por lo tanto, las horas efectivas se dedicaran al izaje de mineral y desmonte.

Así mismo se tiene proyectado construir estaciones de carga en cada nivel de producción, para cumplir con la producción el carro minero serán cargados en diferentes niveles de carga.

Transportadores carro minero de descarga inferior: Se plantea para para el presente proyecto el uso de carros mineros con descarga inferior para el acarreo del material desde los niveles inferiores hasta la zona de descarga, considerando que este transportador eliminara la necesidad que el transportador se desplace hasta la zona de poleas para poder realizar la descarga. (ver Figura 6).

Fuente: Elaboración área de Planeamiento U.E.A.

Figura 6: Carro minero de descarga inferior en el Inclinado Nueva Mercedes.



San Juan de Arequipa.

4.3 Análisis económico del Inclinado Nueva Mercedes de la U.E.A. San Juan: A continuación, se detalla la inversión en equipos y compra de materiales para poder dar inicio a la construcción del inclinado. (ver Tabla 7).

Tabla 7: Costo capital para la construcción del Inclinado Nueva Mercedes.

Equipamiento para el sistema de extracción Nv.570					
Descripción	Und	Cantidad	P.U. S/.	Total	Total \$
Carro minero U-35	Und	10	3,500	35,000	10,448
Cable de acero diámetro 3/4"	m	1	5,561	5,561	1,660
Locomotoras de 1.5 Ton	Und	1	66,000	66,000	19,701
Bomba Sumergible 7.7 Kw (Tipo H)	Und	1	18,150	18,150	5,418
				124,711	37,227

Materiales y herramientas para sistema de extracción					
Descripción	Und	Cantidad	P.U. S/.	Total	Total \$
Materiales y herramientas para construcción	Global	1	172,829	172,829	51,591
Materiales y Herramientas para rehabilitación Pique	Global	1	86,415	86,415	25,795
				259,244	77,386

Fuente: Elaboración área de Planeamiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

A continuación, se detalla la construcción en infraestructura; consiste en el costo de construcción basado en los precios unitarios de la Contrata Adgeminco S.A.C. (ver Tabla 8).

Tabla 8: Costo laboreo para la construcción del Inclinado Nueva Mercedes.

Inversión en Infraestructura					
Descripción	Und	Cant	P.U. S/.	Total	Total S.
Inclinado Nuevo Century	m	328	2,100.00	688,800.00	205,612
Refugios del Inclinado Nuevo Century	m	41	723.31	29,655.71	8,852
By Pass Principal Nv.570	m	335	723.31	242,308.85	72,331
Refugios del By Pass Principal	m	30	723.31	21,699.30	6,477
				982,463.86	293,272.79

Fuente: Elaboración área de Planeamiento U.E.A. San Juan de Arequipa.

Como avances para la ejecución de este proyecto; debemos de ejecutar lo siguiente:

- Construcción de la Cámara de winche en el nivel 734 en la zona de Mercedes.
- Dar inicio a la profundización mediante el inclinado Nueva Mercedes con una sección de 2.40 x 2.40m; para llegar al nivel 570 se tiene que ejecutar un total de 328m a 30° de inclinación.
- Conforme se realice la profundización se ira generando los refugios mineros a cada 15m de operación.
- Paralelo al avance del inclinado Nueva Mercedes; desde interior mina debemos de ir avanzando con el Bp570E hacia el este del nivel 570, un total de 335m en sección 2.10 x 2.10m.
- Conforme se esté ejecutando en Bp570E en el nivel 570; se ira generando los refugios a cada 50m.
- Culminado el avance del inclinado Nueva Mercedes y el Bp570E se va a proceder a la ejecución de los pockets de mineral y desmonte respectivos para poder hacer uso de estos en la extracción de

mineral y desmonte.

4.4 Costo de operación:

Aquí se considera el costo promedio del ejercicio del año 2018; información brindada por el área de costos donde se incluye el laboreo minero ejecutado, mano de obra, elementos de sostenimiento, explosivos y suministros. (ver Tabla 9).

Tabla 9: Costo de operación actual en la zona de Mercedes.

Costo Operativo Mercedes II	\$/TM	523
	\$/./TM	1725.9

Fuente: Elaboración área de costos U.E.A. San Juan de Arequipa.

4.5 Reservas objetivas del proyecto:

La ejecución de este proyecto tiene como objetivo explotar las reservas cubicadas por el área de Geología en la veta Mercedes hacia el lado este del nivel 570 y con esto aumentar la producción de la zona. (ver Tabla 10).

Tabla 10: Reservas y recursos en el nivel 570 hacia el lado este de la zona Mercedes.

TIPO	TMS	LEY	POT	ONZ	\$/ONZ
RECURSO	13,461	44.14	0.48	19,105	24,339,489
RESERVA	27,194	21.85	0.78	19,105	24,339,489
TOTAL	40,655	29.23	0.63	38,210	48,678,978

Fuente: Elaboración área de Geología U.E.A. San Juan de Arequipa.

4.6 Ventajas operativas del proyecto Inclinado Nueva Mercedes:

Capacidad actual de izaje pique principal 7801:

- 30 TMS/Día de mineral
- 40 TMS/Día de desmonte

Capacidad de producción con la ejecución del Inclinado Nueva Mercedes:

- 69 TMS/Día de mineral
- 92 TMS/Día de desmonte

Culminado el Inclinado Nueva Mercedes se podrá rehabilitar el pique principal desde el Nv. 570 al Nv. 734; cuyo fin es aumentar la sección del pique principal y acondicionamiento de la infraestructura del pique principal 7801 para el izaje de personal mediante jaulas.

Reducir los costos operativos de izaje de mineral y desmonte desde el Nv. 480 al Nv. 734. El costo de izaje con el pique actual es de 16.79 \$/. /TM y lo proyectado con el inclinado será 10.27 \$/. /TM.

Aumentar el ingreso de aire limpio a la zona de Mercedes el cual nos permitirá cumplir con el requerimiento de caudal de aire necesario (Observación de Osinergmin).

4.7 Estándar de trabajo para el Inclinado Nueva Mercedes:

La implementación de los estándares de trabajo se hizo con el fin de establecer lineamientos técnicos para el trabajo seguro en planos inclinados; la implementación de este estándar se hizo en base a la normatividad de nuestro país en temas de seguridad y salud ocupacional; también tiene un fin humanitario, que es el de mejorar las condiciones laborales y las actitudes de los trabajadores mediante la prevención de los incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales. (ver Figura 7).

Al implementar un estándar de trabajo vamos a llevar una sola idea en la ejecución de una labor, también nos ayuda en la minimización de ocurrencias de un accidente de trabajo.

Tabla 11: Flujo de caja proyectado para el Inclinado Nueva Mercedes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ingresos																								
Valor Venta Mineral Fase 1							2,983,989	2,983,989	2,983,989	2,983,989	2,983,989	2,983,989	2,983,989	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983	4,475,983
Valor Venta Mineral Fase 2																								
Egresos																								
Inversión en Equipamiento		124,711					- 86,415	- 40,561	- 115,219															
Inversión en Inclinado fase I							- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000
Inversión en rehabilitación del Pique							- 25,000	- 25,000	- 25,000															
Inversión en Inclinado fase II																								
Inversión en Desarrollo y Preparación de Mina							- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 350,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000	- 450,000
Costos de Operación							- 2,157,375	- 2,157,375	- 2,157,375	- 2,157,375	- 2,157,375	- 2,157,375	- 2,157,375	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063	- 3,256,063
Utilidad Operativa							365,199	411,653	336,395	288,783	288,783	288,783	288,783	288,783	789,921	789,921	789,921	789,921	789,921	3,895,541	3,895,541	3,895,541	3,895,541	3,895,541
Flujo de Caja	-124,710.91	-368,321.77	-196,492.77	-386,492.77	-196,492.77	-196,492.77	365,199.44	411,653.44	336,394.94	288,782.94	288,782.94	288,782.94	288,782.94	288,782.94	789,920.91	789,920.91	789,920.91	789,920.91	789,920.91	3,895,540.91	3,895,540.91	3,895,540.91	3,895,540.91	3,895,540.91
Flujo de Caja Acumulado	-124,710.91	-494,032.27	-690,525.04	-887,017.82	-1,083,510.59	-1,280,003.36	-944,803.92	-503,750.48	-167,355.54	121,427.40	410,210.34	698,993.28	987,776.21	1,277,059.15	1,567,638.04	1,857,558.95	2,147,478.86	2,437,398.77	2,727,318.68	3,017,238.59	3,307,158.50	3,597,078.41	3,886,998.32	4,176,918.23

VAN 15,522,400

TIR 22%

Fuente: Elaboración área de Planeamiento U.E.A. San Juan de Arequipa

5. Conclusiones

- A raíz del progresivo avance en la explotación de los tajos del nivel 480 de la zona de Mercedes se ve la necesidad de reemplazar estos por tajos nuevos en la veta Mercedes en el nivel 570 hacia el lado este y con el objetivo de extraer en el menor tiempo posible el mineral de los bloques generados en la veta Mercedes, es que surge la necesidad de realizar un inclinado apuntando a esos objetivos ya reconocidos.
- Económicamente es viable el proyecto del inclinado Nueva Mercedes, producto de la evaluación económica se concluyó que el valor actual neto del proyecto de profundización minera (VAN) es de 15 522 430 dólares y un TIR de 22%.
- Se tendrá un aumento significativo en la capacidad de extracción de mineral en 39 Ton por demás de lo que actualmente se ejecuta.
- Se tendrá un aumento significativo en la capacidad de extracción de desmonte en 52 Ton por demás de lo que actualmente se ejecuta.

6. Agradecimiento

Mi agradecimiento a mi alma mater “Universidad Nacional del Altiplano - Puno”, a mis docentes de la Facultad de

Ingeniería de Minas quienes me brindaron su conocimiento en mi formación profesional.

También mi agradecimiento a la Empresa “Century Mining Perú SAC” por la oportunidad de plasmar mis conocimientos, a mis compañeros de trabajo y al Ing. Edwin Castro Leiva por su apoyo, en todo momento.

Agradezco el apoyo desinteresado, a los ingenieros Fernando Aliaga Carrión, Máximo Lozano Godofredo por su apoyo y consejo.

De igual manera mi profundo y eterno agradecimiento a mis padres: Gumercindo Mamani Cotacallapa y Marcela Ccari Jove, a mis queridos hermanos por su apoyo y consejo durante mi vida profesional.

7. Literatura citada

Arias-Calla, L. D. (2013). Planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la U.O San Braulio Uno. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Arone-Alarcon, P. (2016). Planeamiento y diseño del pique inclinado 340 para el incremento de producción en la Unidad Chaparral, Compañía Minera Golden River Resources Chaparra - Caraveli - Arequipa - 2016. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

- Barzola-Ceras, R. J. (2018). Influencia del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la CIA. Minera Poderosa S.A. (Universidad Continental; Vol. 110). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Carpio-Vera, D. J. (2016). Construcción del pique 35 del nivel 7 al 12 Veta Tres Ranchos (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6925/EDMcccacm.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Cuadros-Salcedo, M. A. (2018). Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 Veta Juanita - Mina Casapalca (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4621/MDmacojp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Jauregui-Mercado, I. R. (2015). Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 043 niveles 18 al 20 veta Esperanza - Mina Casapalca (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/46299>.
- Jayo-Acuña, W. (2008). Proyecto de profundización del pique inclinado Mina Limpe Centro Tercera Etapa Unidad Minera Iscaycruz. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Prado-Ramos, N. D. (2015). Proyecto de profundización del pique vertical 650 Alex, del nivel 10 al nivel 16, Unidad Minera Americana de Empresa Minera Casapalca S.A.-2013. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Silva-Medina, W. (2013). Proyecto de construcción del pique inclinado 447 del nivel 3300 al nivel 2960 Unidad Minera Atacocha (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.