

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**“EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS MINERALES  
DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL MARGEN  
DE CONTRIBUCIÓN, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA CIA.  
MINERA ARES-AREQUIPA”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DELFER LEONCIO LUNA CUENTAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO – PERÚ**

**2018**



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

**TESIS:**

**“EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS MINERALES DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA CIA. MINERA ARES-AREQUIPA”**

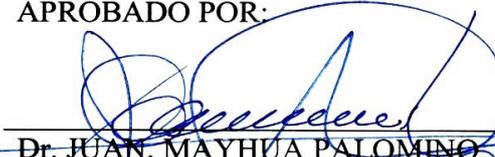
**PRESENTADO POR:**

Bach. DELFER LEONCIO LUNA CUENTAS

A la coordinación de investigación de la facultad de ingeniería de minas de la universidad nacional de altiplano, como requisito para optar el título de Ingeniero de Minas:

**Fecha de sustentación:** 01 de Junio del 2018

APROBADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :   
Dr. JUAN, MAYHUA PALOMINO

PRIMER MIEMBRO :   
Ing. DAVID VELASQUEZ MEDINA

SEGUNDO MIEMBRO :   
Dr. ROBERTO CHÁVEZ FLORES

DIRECTOR :   
M. Sc. ESTEBAN AQUINO ALANOCA

**Área:** Ingeniería de Minas

**Tema:** Evaluación, estimación y categorización de recursos minerales.

## DEDICATORIA

### A DIOS.

Por tener a mi familia unida, haberme ayudado a llegar hasta este punto dentro de lo planeado, darme fe, la fortaleza, la salud y la sabiduría que fueron totalmente indispensables para lograr mi objetivo, además por su infinita bondad y amor.

### A MIS PADRES.

Leoncio y Prudencia, son el mejor ejemplo; gracias por la vida y por todo lo que me han dado, por su apoyo incondicional que en todo momento me impartió para lograr mis objetivos simplemente los amo, para ustedes es cada triunfo, este es uno más importante hasta hoy porque estoy convencido que llegaran más, ahora les puedo decir misión cumplida.

### A MI NOVIA E HIJO

A Mariela, quien con su apoyo incondicional me ayudo para poder llegar a ser un profesional de bien y seguir creciendo para ser un profesional de éxito. A mi pequeño hijo Mathias que es mi alegría y motivo de seguir adelante.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano quien me albergó todos estos años e hizo posible nuestra formación académica.

A los catedráticos de la facultad de ingeniería de minas quienes compartieron sus enseñanzas y nos dieron las herramientas para poder triunfar.

A los ingenieros y trabajadores de la Unidad Operativa Arcata-Compañía Minera Ares S.A.C., por haber compartido la información y su valioso tiempo.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2	Formulación del problema .....	3
1.2.1	Pregunta general.....	3
1.2.2	Preguntas específicas.....	3
1.3	Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1	Objetivo general .....	4
1.3.2	Objetivos específicos.....	4
1.4	Justificación de la investigación .....	4
1.5	Limitaciones del estudio .....	4
1.6	Viabilidad del estudio .....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación .....	6
2.2	Bases teóricas.....	9
2.3	Definiciones conceptuales .....	16
2.4	Formulación de hipótesis .....	19

2.4.1	Hipótesis general .....	19
2.4.2	Hipótesis específica .....	20

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño metodológico .....	21
3.1.1	Tipo de investigación .....	21
3.2	Diseño de la investigación .....	21
3.3	Población .....	22
3.4	Muestra .....	22
3.5	Operacionalización de variables .....	22
3.5.1	Variable independiente.....	22
3.5.2	Variable dependiente.....	22
3.6	Técnicas e instrumentos para la de recolección de datos.....	23
3.7	Técnicas para el procesamiento de la información.....	25

### CAPÍTULO IV

#### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1	Unidad de estudio .....	26
4.2	Ubicación .....	26
4.3	Ubicación en coordenadas UTM .....	27
4.4	Accesibilidad .....	27
4.5	Historia.....	27
4.6	Topografía y fisiografía .....	28
4.7	Drenaje.....	29
4.8	Clima.....	29
4.9	Vegetación y fauna .....	29
4.10	Disponibilidad de recursos.....	30

4.10.1	Suministro de energía.....	30
4.10.2	Hidrografía .....	30
4.10.3	Recursos Humanos .....	30
4.10.4	Organización .....	31
4.11	Geología del yacimiento .....	31
4.12	Geología general .....	31
4.13	Geología regional.....	31
4.14	Geología local .....	33
4.15	Geología estructural .....	36
4.16	Geología económica .....	39
4.17	Estratigrafía.....	40
4.17.1	Rocas sedimentarias .....	40
4.17.2	Rocas volcánicas .....	40
4.17.3	Volcánicos cuaternarios pleistocenicicos.....	41
4.18	Mineralización .....	42
4.19	Control estructural de la mineralización.....	45
4.20	Mineralización en la veta alexia .....	46

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1	Composición de la producción reservas vs recursos 2016.....	48
5.2	Composición de la producción por métodos de explotación 2016 .....	50
5.3	Composición de la producción mina por fuente de mineral 2016 .....	51
5.4	Evaluación de recursos minerales veta Alexia.....	53
5.4.1	Recursos minerales veta Alexia .....	54
5.4.2	Evaluación de acceso y explotación a los recursos minerales de la veta Alexia...	55
5.4.2.1	Diseño.....	55

5.4.2.1.1 Nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011) .....	55
5.4.2.1.2 Nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012) .....	56
5.4.2.1.3 Nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032) .....	58
5.4.2.1.4 Nivel 4530 (Diseño raise borer) .....	59
5.5 Evaluación técnica-económica de los recursos minerales de la veta Alexia .....	60
5.5.1 Estimación de recursos .....	61
5.5.1.1 Criterios y normas de estimación .....	61
5.5.1.1.1 Muestras .....	61
5.5.1.1.2 Bloques de estimación.....	61
5.5.1.1.3 Potencia de la veta.....	61
5.5.1.1.4 Densidad del mineral.....	61
5.5.2 Evaluación y cálculo de recursos veta Alexia (Ley media) .....	62
5.5.3 Evaluación de la variable del porcentaje de dilución .....	62
5.5.4 Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley media diluida.....	63
5.5.5 Recursos vs recursos diluidos.....	63
5.5.6 Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad (diseño).....	66
5.5.7 Cálculo del Cut Off (ley de corte).....	67
5.5.8 Cálculo de valor del mineral .....	68
5.5.9 Evaluación económica veta Alexia .....	69
5.5.10 Análisis de sensibilidad .....	70
5.5.11 Desarrollo del programa de producción .....	71
5.5.11.1 Ciclo de minado.....	71
5.5.11.2 Cálculo de duración de los tajos de la veta Alexia.....	72
5.5.11.3 Plan de producción .....	73
5.5.12 Flujo neto proyectado de producción de la veta Alexia .....	76
5.5.13 Cálculo del VAN y TIR.....	77

5.6	Evaluación económica veta Alexia por nivel.....	78
5.6.1	Nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011) .....	78
5.6.1.1	Estimación de recursos .....	78
5.6.1.2	Evaluación y cálculo de recursos .....	79
5.6.1.3	Evaluación de la variable del porcentaje de dilución .....	79
5.6.1.4	Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley diluida .....	79
5.6.1.5	Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad.....	80
5.6.1.6	Cálculo valor del mineral .....	80
5.6.1.7	Evaluación económica.....	81
5.6.2	Nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012) .....	82
5.6.2.1	Estimación de recursos.....	82
5.6.2.2	Evaluación y cálculo de recursos .....	82
5.6.2.3	Evaluación de la variable del porcentaje de dilución .....	83
5.6.2.4	Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley diluida .....	83
5.6.2.5	Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad.....	83
5.6.2.6	Cálculo valor del mineral .....	84
5.6.2.7	Evaluación económica.....	84
5.6.3	Nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032) .....	86
5.6.3.1	Estimación de recursos .....	86
5.6.3.2	Evaluación y cálculo de recursos .....	86
5.6.3.3	Evaluación de la variable del porcentaje de dilución .....	86
5.6.3.4	Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley diluida .....	87
5.6.3.5	Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad.....	87
5.6.3.6	Cálculo valor del mineral .....	87
5.6.3.7	Evaluación económica.....	88
5.7	Contrastación de hipótesis .....	89

5.7.1	Análisis hipótesis general.....	89
5.7.2	Análisis hipótesis específica.....	90
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>94</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>97</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Muestra DDH (taladro diamantino) .....	15
<b>Figura N° 2:</b> Geología regional yacimiento de Arcata.....	32
<b>Figura N° 3:</b> Geología local yacimiento de Arcata .....	35
<b>Figura N° 4:</b> Fallas y fisuras preliminares y post mineralizadas.....	37
<b>Figura N° 5:</b> Distribución geológica estructural idealizada .....	39
<b>Figura N° 6:</b> Columna estratigráfica del yacimiento de Arcata .....	42
<b>Figura N° 7:</b> Muestra de veta Marion .....	43
<b>Figura N° 8:</b> Muestra de veta que indica alteraciones hidrotermales.....	44
<b>Figura N° 9:</b> Ilustración de la figura N°8.....	44
<b>Figura N° 10:</b> Litología en cuanto a las cajas .....	45
<b>Figura N° 11:</b> Zoneamiento vertical de mineralización .....	46
<b>Figura N° 12:</b> Afloramiento veta Alexia.....	47
<b>Figura N° 13:</b> Estructura veta Alexia (Ag-Au), nivel 4490 .....	47
<b>Figura N° 14:</b> Comparativo de explotación reservas vs recursos .....	50
<b>Figura N° 15:</b> Producción mensual de tajos (explotación).....	52
<b>Figura N° 16:</b> Producción mensual de sub niveles (preparaciones).....	53
<b>Figura N° 17:</b> Producción mensual de sub niveles (desarrollos) .....	53
<b>Figura N° 18:</b> Recursos minerales veta Alexia (vista perfil) .....	54
<b>Figura N° 19:</b> Diseño nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011)-vista perfil.....	56
<b>Figura N° 20:</b> Diseño nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011)-vista planta.....	56
<b>Figura N° 21:</b> Diseño nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012)-vista perfil.....	57
<b>Figura N° 22:</b> Diseño nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012)-vista planta.....	57
<b>Figura N° 23:</b> Diseño nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032)-vista perfil.....	58
<b>Figura N° 24:</b> Diseño nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032)-vista planta.....	59
<b>Figura N° 25:</b> Diseño nivel 4530 (diseño raise borer)-vista perfil.....	60

<b>Figura N° 26:</b> Diseño nivel 4530 (diseño raise borer)-vista planta.....	60
<b>Figura N° 27:</b> Comparativo de recursos vs recursos diluidos .....	64
<b>Figura N° 28:</b> Comparativo de ley de Au vs ley Au diluido .....	65
<b>Figura N° 29:</b> Comparativo de ley de Ag vs ley Ag diluido .....	65
<b>Figura N° 30:</b> Análisis de sensibilidad margen neto-económico con respecto a la dilución .....	70
<b>Figura N° 31:</b> Análisis de sensibilidad recursos minerales-margen económico con respecto a la dilución .....	71
<b>Figura N° 32:</b> Programa del ciclo de minado semanal.....	72
<b>Figura N° 33:</b> Duración de los tajos VS Producción por mes.....	73
<b>Figura N° 34:</b> Programa de producción veta Alexia .....	76
<b>Figura N° 35:</b> Análisis de sensibilidad.....	82
<b>Figura N° 36:</b> Análisis de sensibilidad.....	85
<b>Figura N° 37:</b> Análisis de sensibilidad.....	89
<b>Figura N° 38:</b> Análisis de sensibilidad margen neto-bruto con respecto a la dilución .....	91
<b>Figura N° 39:</b> Análisis de sensibilidad recursos minerales-margen económico con respecto a la dilución .....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1:</b> Parámetros económicos .....	11
<b>Cuadro N° 2:</b> Operacionalización de variables .....	22
<b>Cuadro N° 3:</b> Recolección de datos .....	23
<b>Cuadro N° 4:</b> Ubicación.....	26
<b>Cuadro N° 5:</b> Ubicación en coordenadas .....	27
<b>Cuadro N° 6:</b> Accesibilidad .....	27
<b>Cuadro N° 7:</b> Explotación de reservas y recursos.....	49
<b>Cuadro N° 8:</b> Explotación por método.....	51
<b>Cuadro N° 9:</b> Producción por fuente de mineral.....	52
<b>Cuadro N° 10:</b> Variables de la evaluación de recursos de la veta Alexia.....	54
<b>Cuadro N° 11:</b> Metraje de acceso al Nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011).....	55
<b>Cuadro N° 12:</b> (Tajo 0991-Tajo 1011) (Tajo 0992-Tajo 1012).....	57
<b>Cuadro N° 13:</b> Metraje de acceso al Nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032).....	58
<b>Cuadro N° 14:</b> Metraje de acceso al Nivel 4530 (raise borer).....	59
<b>Cuadro N° 15:</b> Estimación de recursos veta Alexia por tajo .....	62
<b>Cuadro N° 16:</b> Cálculo recursos veta Alexia y ley media .....	62
<b>Cuadro N° 17:</b> Valores de dilución de la veta Alexia por tajo.....	63
<b>Cuadro N° 18:</b> Cálculo recursos diluidos y ley media diluida.....	63
<b>Cuadro N° 19:</b> Recursos vs recursos diluidos.....	64
<b>Cuadro N° 20:</b> Inversión infraestructura de accesibilidad .....	67
<b>Cuadro N° 21:</b> Cut Off económico y valor de punto (Ag-Au) .....	68
<b>Cuadro N° 22:</b> Cálculo valor del mineral veta Alexia .....	69
<b>Cuadro N° 23:</b> Evaluación económica recursos minerales veta Alexia.....	69
<b>Cuadro N° 24:</b> Cálculo de duración de los tajos de la veta Alexia .....	72
<b>Cuadro N° 25:</b> Programa de producción veta Alexia 2016.....	74

<b>Cuadro N° 26:</b> Programa de producción veta Alexia 2017.....	75
<b>Cuadro N° 27:</b> Flujo neto proyectado de producción de la veta Alexia .....	77
<b>Cuadro N° 28:</b> Cálculo del VAN y TIR.....	78
<b>Cuadro N° 29:</b> Estimación de recursos nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011) .....	79
<b>Cuadro N° 30:</b> Cálculo recursos y ley media nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011) .....	79
<b>Cuadro N° 31:</b> Valores de dilución nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011) .....	79
<b>Cuadro N° 32:</b> Cálculo recursos diluidos y ley media diluida nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011).....	80
<b>Cuadro N° 33:</b> Inversión infraestructura de acceso nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)....	80
<b>Cuadro N° 34:</b> Cálculo valor del mineral nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011).....	80
<b>Cuadro N° 35:</b> Evaluación económica recursos minerales nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011) .....	81
<b>Cuadro N° 36:</b> Estimación de recursos nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012) .....	82
<b>Cuadro N° 37:</b> Cálculo recursos y ley media nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012) .....	83
<b>Cuadro N° 38:</b> Valores de dilución nivel 4450 ((Tajo 0992-Tajo 1012).....	83
<b>Cuadro N° 39:</b> Cálculo recursos diluidos y ley media diluida nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012).....	83
<b>Cuadro N° 40:</b> Inversión infraestructura de acceso nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)....	84
<b>Cuadro N° 41:</b> Cálculo valor del mineral nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012).....	84
<b>Cuadro N° 42:</b> Evaluación económica recursos minerales nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012) .....	85
<b>Cuadro N° 43:</b> Estimación de recursos nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032) .....	86
<b>Cuadro N° 44:</b> Cálculo recursos y ley media nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032) .....	86
<b>Cuadro N° 45:</b> Valores de dilución nivel 4430 ((Tajo 1022-Tajo 1032).....	87
<b>Cuadro N° 46:</b> Cálculo recursos diluidos y ley media diluida nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032).....	87
<b>Cuadro N° 47:</b> Cálculo valor del mineral nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032).....	87



**Cuadro N° 48:** Inversión infraestructura de acceso nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032).... 88

**Cuadro N° 49:** Evaluación económica recursos minerales nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

..... 88

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>ORE</b>	Mineral
<b>TJ</b>	Tajo
<b>S/N</b>	Sub nivel
<b>Gal</b>	Galería
<b>CRC</b>	Corte relleno ascendente convencional
<b>CRM</b>	Corte relleno ascendente mecanizado
<b>BP</b>	By Pass
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>TMD</b>	Tonelada mineral por día
<b>Cut Off</b>	Ley de corte
<b>RP</b>	Capa
<b>CH</b>	Chimenea
<b>RB</b>	Raise Borer
<b>RH</b>	Relleno Hidráulico

## RESUMEN

Hochschild Mining es una compañía que en la actualidad, opera cuatro unidades de operación, tres de ellas en el sur del Perú, y una en el sur de Argentina. Todas las operaciones son de explotación subterráneas, se realizan en yacimientos de vetas epitermales y el principal método de explotación minera utilizado es corte y relleno. El mineral de nuestras operaciones se procesa hasta convertirse en concentrado o barras doré de aleación de plata/oro.

El presente estudio de investigación titulado “**Evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia para la determinación del margen de contribución, en la Unidad Operativa Arcata - Compañía Minera Ares S.A.C-Arequipa**”. Tiene como objetivo principal determinar el margen de contribución mediante la evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia, también demuestra que los recursos evaluados son económicamente explotables y a partir de eso categorizarlos como reservas.

Los resultados del estudio de investigación se obtuvieron a partir de la evaluación de los recursos de seis tajos en tres niveles diferentes de la veta Alexia; nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011), nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012) y nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032), con lo que se logró determinar márgenes de contribuciones positivos, frente a diez escenarios distintos de variables de dilución.

Sujeto a los detalles mencionados se logró obtener los siguientes resultados, margen bruto es de 59.59 US\$/t y el margen económico asciende a US\$ 5, 470,802. También se logró categorizar los recursos evaluados a reservas, por lo que se incorporó 91,804 toneladas de reservas minerales de la veta Alexia, con leyes medias de 371.31 g/t de Ag y 1.65 g/t de Au, todo esto sujeto a una variable de dilución media de 36.04%. Los resultados obtenidos permiten que la explotación de los tajos de la veta Alexia sea rentable económicamente, ya que se demostró que los recursos minerales evaluados generaran contribución positiva para la empresa. Además se garantiza la continuidad de la mina Arcata con una producción selectiva y sostenida, aprovechando la coyuntura actual del mercado.

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación económica, margen de contribución, dilución, reservas.

## ABSTRACT

Hochschild Mining is a company that currently operates four operating units, three of them in southern Peru, and one in southern Argentina. All operations are underground exploitation, are made in epithermal vein deposits and the main mining method used is cutting and filling. The ore from our operations is processed to become concentrate or doré bars of silver / gold alloy.

The present research study entitled "Economic evaluation of the mineral resources of the Alexia vein for the determination of the margin of contribution, in the Arcata Operating Unit - Compañía Minera Ares S.A.C-Arequipa". Its main objective is to determine the margin of contribution through the economic evaluation of the mineral resources of the Alexia vein. It also demonstrates that the resources evaluated are economically exploitable and, from that, categorize them as reserves.

The results of the research study were obtained from the evaluation of the resources of six pits at three different levels of the Alexia vein; level 4490 (pit 0991-pit 1011), level 4450 (pit 0992-pit 1012) and level 4430 (pit 1022-pit 1032), with which it was possible to determine margins of positive contributions, against ten different scenarios of dilution variables.

Subject to the aforementioned details, the following results were obtained, gross margin is US \$ 59.59 / t and the economic margin amounts to US \$ 5,470,802. It was also possible to categorize the resources evaluated to reserves, for which 91,804 tons of mineral reserves of the Alexia vein were incorporated, with average grades of 371.31 g / t of Ag and 1.65 g / t of Au, all subject to a variable of average dilution of 36.04%. The results obtained allow the exploitation of the Alexia vein pits to be economically profitable, since it was demonstrated that the mineral resources evaluated would generate a positive contribution for the company. The continuity of the Arcata mine is also guaranteed with a selective and sustained production, taking advantage of the current market situation.

**KEYWORD:** Economic evaluation, contribution margin, dilution, reservations.

## INTRODUCCIÓN

Cualquier proyecto minero, independientemente de la fase en la que se encuentre tales como: investigación, evaluación o desarrollo, presenta una dimensión económica ineludible que debe analizarse antes de asignar los recursos necesarios para llevarlo a cabo.

La complejidad de las actividades de investigación y explotación de los yacimientos minerales se caracterizan por la incertidumbre que las rodea tal es el caso del agotamiento de reservas puesto que los minerales son recursos no renovables y por ende las consecuencias del agotamiento progresivo de las reservas en un depósito son muy variadas; y el gran volumen de capital requerido para su realización, acentúan la necesidad de invertir según criterios selectivos de eficacia, estudiando las diversas alternativas para intentar acercarse a la solución óptima, tanto en el plano técnico como en el económico. Los sistemas de evaluación económica para la determinación del margen de contribución deben analizar dos aspectos muy importantes los cuales son: el atractivo económico, y el riesgo previsible. Esto implica una sistematización del proceso de análisis para garantizar que tales estudios incluyen todos los aspectos críticos que pueden presentarse. Por tal motivo el estudio de un proyecto minero debe describir el método de explotación que se considera como el más económico y productivo. Para ello en la Unidad Operativa Arcata-Compañía Minera Ares S.A.C, el método de explotación usado es corte relleno ascendente el cual puede desarrollarse de manera convencional o mecanizada, por consiguiente para la toma de dicha decisión es inevitable una evaluación económica para la determinación de margen de contribución frente a diferentes escenarios con la finalidad de lograr una mayor productividad en la extracción de los minerales plata y oro. La actualidad de este mundo demanda la ejecución de una minera moderna, con técnicas de vanguardia en la aplicación de nuevos métodos de explotación debidamente sustentados frente al atractivo económico y los riesgos previsibles que se podrían presentar durante la ejecución de los trabajos de explotación de los minerales, desde su inicio hasta su culminar.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción de la realidad problemática

En la Unidad Operativa Arcata de la Compañía Minera Ares, se tiene como objetivos principales desarrollar y evaluar proyectos que garanticen la selectividad de la explotación con una producción sostenida, con la prioridad de asegurar el futuro de la mina de manera económicamente rentable. Su cálculo confiable es fundamental para la seguridad en un estudio de factibilidad y para las operaciones diarias de la mina Arcata.

Durante el último semestre del año en ejercicio, en la Unidad Operativa Arcata se ha elaborado y evaluado el programa de producción para el año 2016, el cual contempla la explotación de tajos en las vetas Alexia, Amparo, Baja, Blanca, Julia, Lucero, Luz, Mariana, Nicole, Pamela, Primavera, Rosita, Socorro, Soledad, Sorpresa, Túnel 2, Túnel 3 y Túnel 4. El programa de producción tiene como prioridad tener una producción estable y sostenida durante el transcurso de todo el año, para poder aprovechar al máximo la coyuntura del mercado.

En la mina Arcata existe un nivel bajo de aporte de reservas que determinan la continuidad de la explotación, el resultado de que los recursos se conviertan en reservas se debe a la interpretación del margen de contribución que es consecuencia de la evaluación económica, el cual limita a que los recursos pasen a formar parte de las reservas dependiendo del comportamiento del margen de contribución.

Para poder cumplir con el programa producción elaborada para el año 2016, es necesario la evaluación de recursos en todas las vetas que se contempla. Para elaboración del programa de producción de la Veta Alexia se ha considerado los tajos del nivel 4490 (tajo 0991-tajo1011), nivel 4450 (tajo 0992-tajo1012) y nivel 4430 (tajo 1022-tajo1032), es necesario y de vital importancia realizar la evaluación económica correspondiente para cada uno de ellos, tomando todas las consideraciones necesarias, con el propósito de interpretar el margen de contribución que darán como resultado ante la evaluación, de tal manera que si la contribución es positiva los recursos de los tajos pasen a formar parte de las reservas y si la contribución es negativa se quedan en recursos, de esa manera tomar decisiones en cuanto a su explotación, desarrollo y continuidad.

En vista de que se genera problemas al momento de evaluar los recursos muchas veces obviando consideraciones importantes, se propone desarrollar evaluaciones económicas de recursos teniendo en cuenta todas las variables económicas necesarias para obtener mejores resultados y por ende aprovechar mejor la coyuntura del mercado actual.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Pregunta general.**

¿Cómo determinamos el margen de contribución de la Veta Alexia mediante la evaluación económica de sus recursos minerales, en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa?

### **1.2.2 Preguntas específicas.**

- a) ¿Cuál es el margen de contribución de la Veta Alexia mediante la evaluación de recursos minerales en los diferentes escenarios del porcentaje de dilución, en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa?
- b) ¿Cuál es el aporte de recursos a reservas minerales de la veta Alexia mediante resultado de la evaluación económica, en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el margen de contribución de la veta Alexia mediante la evaluación económica de sus recursos minerales en la unidad operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Identificar el margen de contribución de la veta Alexia mediante la evaluación de recursos minerales en los diferentes escenarios del porcentaje de dilución en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa.
  
- b) Determinar la cuantificación y categorización de recursos a reservas minerales de la veta Alexia mediante el resultado de la evaluación económica en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa.

### **1.4 Justificación de la investigación**

El presente trabajo de investigación titulado: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS RESERVAS MINERALES DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA CIA. MINERA ARES-AREQUIPA, permitirá convertir recursos en reservas de mineral económicamente explotables mediante la evaluación económica, que tengan como resultado generar margen positivo, teniendo en cuenta todas las consideraciones que ayuden a mejorar la contribución de manera rentable para la empresa, de tal forma continuar con la preparación, desarrollo y explotación de los tajos que se contempla dentro del programa de producción del año 2016.

En consecuencia el trabajo de investigación se justifica plenamente, por cuanto incorporara reservas de mineral económicamente explotables y además con esto se podrá establecer un plan anual de minado selectivo y sostenido para la Unidad Operativa Arcata.

### **1.5 Limitaciones del estudio**

El presente trabajo de investigación se realiza solo a partir de la interpretación de datos de muestreos resultados de las perforaciones de taladros diamantinos, cuya cantidad de datos es mucho menor en comparación a los que proporcionan las galerías/sub niveles que se

ejecutan sobre estructura mineral, a la vez se asume comportamientos futuros de cotizaciones de precios de los minerales en el mercado internacional.

Teniendo como consideración lo mencionado líneas arriba, el desarrollo del presente trabajo de investigación no tendrá más limitaciones en el proceso de su ejecución, se tiene el apoyo de la Unidad Operativa Arcata-Cía. Minera Ares, para la recolección e interpretación de datos.

### **1.6 Viabilidad del estudio**

Este estudio es viable ya que la Compañía Minera Ares, actualmente busca analizar e interpretar los resultados de la evaluación económica de los recursos de tal forma continuar con su preparación, desarrollo y posterior explotación de los tajos.

Es viable como herramienta para la empresa minera, porque favorece la incorporación de reservas minerales económicamente explotables con margen de contribución positivo, además interviene la siguiente consideración:

- La minería es una actividad productiva basada en la utilización de recursos naturales no renovables, por la cual deben ser explotados de manera razonable y sostenida tanto para el provecho de la empresa minera a cargo y de nuestro país.

Conociendo su grado de importancia es viable para su desarrollo de acuerdo a nuevos métodos y avances de la tecnología minera y para su ejecución se cuenta con recursos económicos y recursos humanos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

(Ordoñez Mestas, 2013). Tesis: “Explotación de vetas angostas por medio de rampas y basculantes en la unidad minera Arcata Cía. Minera Ares S.A.C”, de la UNA-PUNO, describe:

El yacimiento ofrece expectativas favorables de mineralización en vista de que las vetas Mariana, Michell, Soledad, Marion y Blanca, tienen posibilidades de continuidad tanto en profundización como en longitud, con valores en planta.

A la vez indica que los costos de inversión para los desarrollos en el método por basculantes es alto, esto se ve recompensado en la producción de 850 TM/día por el método convencional a 2360 TM/día por el método mecanizado por basculantes y sumado al periodo de recuperación de 1.42 años a 2.18 años.

La tasa interna de retorno para la diferencia de costos entre las dos alternativas es del 27% lo cual indica que el “Método por rampas y basculantes” es un método en potencia.

(Yapo Quispe, 2009). Tesis: “Sistema de explotación en la Cía. Minera Ares S.A.C”, de la UNA-PUNO, describe realizar una evaluación en cuanto al diseño de explotación y a su vez una evaluación económica financiera para incrementar la producción de los tajeos.

**(Pacori Toque, 2014).** Tesis: “Evaluación de recursos minerales y reservas en el proyecto Pinaya-Canper S.A.C”, de la UNA-PUNO, describe que para el resultado de la optimización del modelo de bloques, se eligió el método del inverso a la distancia y el método del variograma, aplicando el kriging que es el más recomendable su aplicación en ese tipo de yacimiento.

**(Zela Ramírez, 2011).** Tesis: “Planeamiento en operaciones mineras aplicado en una mina peruana”, de la UNA-PUNO, describe:

Los resultados de un planeamiento de minado dependen del adecuado ingreso de datos y de la generación de un muestreo consistente.

La calidad de mineral en un planeamiento de minado se puede cuantificar por los siguientes parámetros: Ley de cabeza, contenido de impurezas, dilución mineral, peso específico, formas de tratamiento, contenido de humedad.

**(Machaca Huayta, 2010).** Tesis: “Ley de cut off y su incidencia en planeamiento a corto, mediano y largo plazo”, de la UNA-PUNO, describe:

La optima ley corte maximiza el VAN del proyecto, la ley de corte optima varia directamente al precio de los metales actuales.

Básicamente el planeamiento de minado se realiza tomando en consideraciones dos aspectos: la capacidad instalada de la planta concentradora (requerimiento de mineral) y los medios que se deben emplear para obtener este mineral (equipos necesarios, accesibilidad, etc.)

La ley de corte (Cut Off) es el punto de equilibrio entre los beneficios y los costos de operación, por lo cual se debe tener mucho cuidado en su determinación.

**(Lazo Monsalves, 2007),** Tesis: “Evaluación Técnico Económica de la Internalización de las Obras de Desarrollo en Mina Subterránea de División Andina-Codelco Chile”, CONCEPCIÓN-CHILE, describe: Como resultado de este análisis se determina que es factible realizar un alto porcentaje de desarrollos horizontales y verticales con personal propio en los niveles, producción y transporte; mecanizado las operaciones con tecnología de punta, con personal experto, otorgando un aumento de productividad y una mayor utilización de los activos.

**(Palma Oquendo)**, Proyecto de Investigación: “Análisis del Estado Tecnológico de los Métodos de Explotación Subterránea Aplicados en las minas del Perú”, menciona que el incremento del volumen de mineral roto por disparo en un tajeo esta en relación al diseño del método de explotación y de condiciones del yacimiento, así como las interrupciones inevitables debido al disparo, la productividad es un parámetro importante para medir la eficiencia de un proceso y tecnología minera, para cada método de explotación , la productividad está relacionada con las condiciones del yacimiento; especialmente la potencia. En la explotación de corte y relleno ascendente se puede registrar una productividad más eficiente, debido a su diseño, alta mecanización y condiciones del yacimiento.

También menciona que optimizar el ciclo de las operaciones unitarias a través de un buen diseño de explotación, a fin de asegurar una mejor utilización del tiempo operativo del personal y equipo, de esta manera aumentara la producción en los tajeos.

**(GCV MINERVEN)**, Investigación: “Diseño de un Método de explotación para la Mina el Bolson GCV MINERVEN, Estado Bolívar”, con el objetivo de establecer un método alternativo de explotación para el área de “El Bolson” en los niveles 5 y 6, localizada en las cercanías de El Callao, estado Bolívar, perteneciente a la empresa GCV MINERVEN, para obtener un incremento en la producción y una mayor recuperación de las reservas, junto con una notable productividad, en consecuencia, obtener mayores beneficios económicos de la explotación minera. Obtuvo los siguientes resultados: se recomienda realizar sondeos hacia los bordes de “El Bolson” así como en la falla Santa María, y hacia los niveles inferiores para la evaluación del resto de la estructura, realizar estudios en cuanto a las labores mineras con el objeto de aumentar la recuperación de los recursos. Efectuar un estudio de costos de las labores mineras en la mina de Colombia, para obtener la rentabilidad de la explotación, también proponer un diseño de explotación óptimo que se vea reflejado en el nivel de extracción y por ende en la maximización de la producción. También se aconseja realizar una continua y eficiente labor de mantenimiento a los equipos de producción, para evitar caídas en la producción de mineral. Con el fin mantener un continuo suministro de servicios en la mina se recomienda realizar frecuentes controles y evaluaciones a las redes de servicios en las zonas de explotación.

## 2.2 Bases teóricas

### Ley de corte (Cut Off)

Las reservas constituyen el activo valorizado del mineral que puede ser extraído económicamente, para llegar a estos resultados es necesario realizar un análisis y cálculos de costos de producción, recuperación metalúrgica y elección del precio del metal o metales dentro de los plazos de recuperación de la inversión más utilidades.

Estas tres variables al parecer simples, definen con certeza la ley de corte (Cut Off) requerida para el trabajo cotidiano de las operaciones mineras.

$$\mathbf{LEY * T * R * P > CI}$$

En donde las variables son tonelaje (T), recuperación metalúrgica (R), precio del metal a vender (P), costos (CI) para la actividad minera, en las operaciones mineras siempre se tiene que buscar que el lado izquierdo de la expresión sea mucho mayor que el lado derecho, sin embargo estas expresiones al ser iguales se encuentra la ley que indica el valor mínimo de la ley que se debe extraer y enviar a la planta metalúrgica.

$$\mathbf{LEY * T * R * P = CI}$$

La ley de mineral (ley equivalente de varios elementos, por ejemplo Pb, Ag, Zn) en este caso significa Cut Off o ley de corte. Hoy se manejan términos como Cut Off operativo, Cut Off empresarial y otros, que se van adoptando en un proyecto minero a medida que avanzan las operaciones y se tienen que interactuar con activos depreciados (pero con importante valor en el mercado), con costos financieros pagados o refinanciados.

Con esta ley de corte podemos identificar los cuerpos o zonas mineralizadas de interés, sin embargo es necesario que este volumen de mineral identificado pueda pagar su extracción tanto en minería subterránea como en minería superficial, este concepto es de igual significado.

En minería subterránea, si luego de la estimación de recursos, encontramos que algunos tajeos tienen mayor ley de corte, sin embargo se encuentran muy alejados de la planta metalúrgica, no formara parte de las reservas (hasta encontrar alguna forma que reduzca los costos de extracción o minado).

Cut Off Marginal, es aquel valor expresado en US\$/t que representa un punto de equilibrio en los costos de explotación, es decir no representa ganancia ni perdida pero nos sirve de base para orientar nuestros resultados a beneficios mayores. Expresado de otra forma es el costo que cubre los costos variables es decir aquellos relacionados directamente a la producción incluido el costo directo pero de mina.

Cut off económico, parámetro expresado en US\$/t, el mismo que representa aquel valor que cubre tanto los costos variables como los costos fijos establecidos de acuerdo a la coyuntura actual y los ritmos de producción en cada empresa minera.

### **Parámetros económicos**

#### **Valor actual neto (VAN)**

El valor actual neto, también conocido como valor actualizado neto o valor presente neto, cuyo acrónimo es VAN, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja (cash-flow) futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del producto entre el costo medio ponderado de capital (CMPC) y la tasa de inflación del periodo. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado.

En las transacciones internacionales es necesario aplicar una tasa de inflación particular, tanto, para las entradas (cobros), como, para las de salidas de flujos (pagos). La condición que maximiza el margen de los flujos es que la económica exportadora posea un IPC inferior a la importadora y viceversa.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

- $V_t$  = representa los flujos de caja en cada periodo t.
- $I_0$  = es el valor del desembolso inicial de la inversión.

- $n$  = es el número de periodos considerado.
- $k$  = es el tipo de interés.

Si el proyecto no tiene riesgo, se tomara como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimara si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico. En otros casos, se utilizara el coste de oportunidad.

Cuando el VAN toma un valor igual a 0,  $k$  para a llamarse TIR (tasa interna de retorno). La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.

**Cuadro N° 1: Parámetros económicos**

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
$VAN > 0$	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida ( $r$ )	El proyecto puede aceptarse
$VAN < 0$	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida ( $r$ )	El proyecto debería rechazarse
$VAN = 0$	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida ( $r$ ), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores

Fuente: Internet

### Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para “reinvertir”. En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad; así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto-expresada por la TIR-supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

### **Relación beneficio costo (B/C)**

Contrario al VAN, cuyos resultados están expresado en términos absolutos, este indicador financiero expresa la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en centavos por cada “sol” o “dólar” que se ha invertido.

Para el cómputo de la Relación Beneficio Costo (B/C) también se requiere de la existencia de una tasa de descuento para su cálculo.

En la relación de Beneficio/Costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

Situaciones que se pueden presentar en la Relación Beneficio Costo:

#### **Relación $B/C > 0$**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

#### **Relación $B/C < 0$**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio.

Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

El valor de la relación Beneficio/Costo cambiara según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

La fórmula que se utiliza es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+i)^n}}$$

Donde:

B/C = Relación beneficio/costo

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3, 4...n)

i = Tasa de descuento

### **Dilución**

Fijados los parámetros que determinan el grado de reservas económicas. A la hora de estudiar la explotación de las reservas hay que tener en cuenta que ningún método de explotación racional permite recuperar la totalidad de las reservas minables, también al momento de establecer el programa de producción vendible hay que tener en cuenta la dilución del mineral, la que se produce como consecuencia de la aplicación práctica del método de explotación, tratándose por lo tanto de una contaminación del mineral. Por otro lado, cada etapa del proceso de producción de una sustancia (desde el mineral hasta la obtención final del metal), se caracteriza por un factor de recuperación. En la práctica, las recuperaciones oscilan entre 65% y el 95%, pudiendo estas ser menores cuando se trate de menas complejas y de textura muy fina. Centrándose en la recuperación minera, esta indica el grado de aprovechamiento de las reservas de un yacimiento e indirectamente las pérdidas de mineral que se producen:

$$\text{RECUPERACIÓN MINERAL} + \text{PÉRDIDA DE MINERAL} = 100\%$$

En el caso de nuestro estudio para el método de explotación corte relleno ascendente la formula a aplicar es la siguiente:

$$\% \text{ DILUCIÓN} = \frac{\text{ANCHO DE MINADO} - \text{POTENCIA}}{\text{POTENCIA}} * 100$$

La aplicabilidad puede ser para el método mecanizado y convencional.

### **Flujo de caja**

Los factores que determinan el valor de la mineralización pueden ser expresados en términos de ingresos y egresos de la futura operación minera. El Cash Flow es un modelo financiero que comprende los factores anteriormente descritos y su establecimiento permite determinar el valor del yacimiento. La fórmula general del flujo de caja es la siguiente:

$$\text{Cash Flow} = \text{Flujos que entran (Ingresos)} - \text{Flujos que salen (Egresos)}$$

$$\text{Ingresos} = \text{Ce} + \text{Cb} + \text{Ct} + \text{Cv} + \text{Cc} + \text{Pi} + \text{I}$$

- Ce = Costos de explotación
- Cb = Costos de beneficio
- Ct = Costos de transporte
- Cv = Costos de venta
- Cc = Costos de capital
- Pi = Pago interés
- I = Impuestos

### **Explotación de vetas angostas en la Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares**

Para un yacimiento mineralizado existen diferentes criterios para explotar tomando en consideración sus características fundamentales: buzamiento, potencia, tipo de roca encajonante. El método de explotación se tiene que adaptar al yacimiento fijando objetivos claros para su extracción apropiada bajo las circunstancias existentes, para lo cual se ejecuta estudios de ingeniería básica, garantizando alcanzar la máxima eficiencia y rentabilidad tales como, alta productividad, mayor recuperación de minerales, menor contaminación, condiciones seguras de trabajo, condiciones ambientales, etc.

#### **2.2.1 Información geológica**

##### **Las exploraciones diamantinas**

La exploración por sondeos diamantinos tiene por objetivo fundamental, determinar la presencia o ausencia de zonas mineralizadas y obtener una idea preliminar del contenido y el tamaño que tienen dichas zonas mineralizadas.

En las primeras etapas de exploración, es conveniente aprovechar al máximo los costos de perforación, dirigiendo estos a obtener una idea de la extensión y forma del cuerpo mineralizado por medio de sondeos con testigos en mallas de perforación más extensas, que

gastar la misma cantidad en la consecución de excelentes testigos en número menor de sondeos a consecuencia de una malla de perforación más pequeña en tamaño.



**Figura N° 1:** *Muestra DDH (taladro diamantino)*  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

La perforación con obtención de testigo continuo sigue siendo la herramienta más versátil y utilizada, dado que es capaz de perforar en cualquier ángulo y obtener testigos continuos en un rango de profundidades que pueden superar los 1500 metros.

En la exploración e investigación de yacimientos, los sondeos se llevan, habitualmente desde la superficie y solo en caso en que la mina esté preparada o en desarrollo se puede proceder a la ejecución de sondeos desde labores subterráneas.

### **Interpretación geológica**

La interpretación geológica de un yacimiento es un proceso sistemático-recreativo, diferente del logeo diamantino, ya que este proceso es llevado a cabo dentro de un software o paquete minero-geológico o realizado a mano. La finalidad es representar por medio de un diseño estandarizado todas las características, implicancias, descripciones y datos obtenidos en pasos anteriores dentro de un software o en planos borradores hechos a mano, lo cual nos permita realizar la interpretación y evaluación matemática del respectivo yacimiento.

## **2.3 Definiciones conceptuales**

### **1. Margen de contribución**

Es la diferencia entre las ventas de la empresa o ingresos y sus costos variables. Los costos variables son costos, como materiales y mano de obra directa, que están directamente unidos a la manufactura o adquisición de producto. Para calcular el ingreso neto, resta los costos fijos de tu empresa de su margen de contribución.

### **2. Evaluación económica**

La evaluación económica se define como la manera de medir y comparar los diversos beneficios de los recursos minerales y puede constituir un instrumento poderoso para ayudar a explotarlos de manera racionalmente.

### **3. Análisis de sensibilidad**

El Análisis de Sensibilidad busca medir cómo afecta la rentabilidad de un proyecto, este método trata de responder a la pregunta ¿Qué sucedería si? Se procede estudiando el efecto de las variaciones de los elementos que determinan el valor económico del yacimiento. Para esto se estima un caso base a partir de la información disponible más confiable, el efecto del riesgo se introduce modificando las distintas variables del proyecto y analizando las implicaciones que estos cambios provocan en la rentabilidad del mismo.

### **4. Rentabilidad minera**

Relación existente entre los beneficios que proporcionan una determinada operación minera y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho.

### **5. Indicadores económicos**

Un indicador económico, como su nombre lo dice, sirve para indicar la situación de un aspecto económico particular en un momento determinado en el tiempo.

### **6. Plan anual de minado**

Plan minero que comprende todos los detalles operacionales sobre la base de tiempo real; identifica los planes mineros, su secuencia de extracción, los materiales requeridos, el personal de la mina y demás recursos relevantes; identifica los programas básicos para el desarrollo de la mina y las metas de producción.

## **7. Dilución mineral**

Es la reducción en ley por la cantidad de material por debajo de la ley mínima de corte o estéril que se mezcla con el mineral económico.

## **8. Método de explotación en minería**

Es el trabajo realizado para extraer el mineral económicamente rentable del yacimiento. Los métodos de explotación pueden clasificarse genéricamente en dos grandes grupos, subterráneo y a cielo abierto.

## **9. Desarrollo y preparación en mina**

Consiste en trabajos previos que se realizan para llegar al mineral desde superficie, en otras palabras significa establecer los accesos a las reservas minerales y prepararlas para su producción comercial.

Si el proyecto es una mina subterránea se realizan trabajos de desarrollo para llegar hasta el mineral mediante galerías (Labores mineros horizontales), chimeneas (Labores mineros verticales o inclinados), piques (Labores mineros verticales o inclinados), rampas (Túneles en forma de espiral), etc. Posteriormente se realizan trabajos de preparación es decir se diseña en el terreno la forma de como extraer el mineral estableciendo un método de minado.

## **10. Corte relleno ascendente**

Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo para los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes y en algunos casos especiales el techo.

## **11. Ley mineral**

La ley, en minería es una medida que describe el grado de concentración de recursos naturales valiosos (como los metales o minerales) disponibles en una mena. Se utiliza para determinar la viabilidad económica de una operación de explotación minera: el costo de extraer recursos naturales desde su yacimiento se relaciona directamente con su concentración.

### **12. Ley de corte (Cut Off)**

Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser económicamente explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costes de su extracción, su tratamiento y su comercialización. Es un factor que depende a su vez de otros factores, que pueden no tener nada que ver con la naturaleza del yacimiento, como, por ejemplo, su proximidad o lejanía a vías de transporte, avances tecnológicos en la extracción, en otros. Es la ley por debajo de la cual un yacimiento no es económicamente explotable.

### **13. Veta**

Una veta es un cuerpo tabular, o en forma de lámina, compuesto por minerales que han sido introducidos en las rocas por una diaclasa o fisura, o por sistemas de diaclasas y fisuras. Es una fractura de la corteza terrestre que aloja sustancias minerales metálicas como consecuencia de la precipitación de las soluciones hidrotermales.

### **14. Tajo**

Es la unidad de explotación sobre la que se desarrolla el tajeo o trabajo de extracción.

### **15. Tajeo**

Es una labor de producción, consta de un block de una determinada dimensión en metros divididos en 3 alas separadas por buzones y en los extremos se tienen los buzón/camino.

### **16. Mineral**

Sustancia homogénea originada por un proceso genético natural con composición química, estructura cristalina y propiedades físicas constantes dentro de ciertos límites.

### **17. Mineral económico**

Material que contiene uno o más minerales o metales, cuyo valor es mayor que todos los costos necesarios para su extracción y su tratamiento.

### **18. Yacimiento mineral**

Es un sector de la corteza terrestre en el que a raíz de unos u otros procesos geológicos se produjeron la acumulación de una sustancia mineral, que puede utilizarse industrialmente, dada su cantidad, calidad y condiciones de yacimiento, para su explotación comercial.

## 19. Recurso mineral

Son aquellas concentraciones minerales de significancia económica que han sido sometidas a un análisis para cuantificar su contenido metálico hasta un cierto grado de certeza. Los cuales su grado de certidumbre se clasifican en:

**Recursos medidos (reservas probadas):** Hablaremos de mineral medido cuando dispongamos de una información directa tomada de un muestreo detallado de trincheras (calicatas), labores, sondeos. El tonelaje real no puede diferir en más de un 1.5% con respecto al calculado.

**Recursos indicados (reservas probables):** También determinados por muestreo pero esta vez, más disperso.

**Recursos inferidos (reservas posibles):** Para el concepto de reserva inferida primaria el criterio geológico sobre las mediciones directas. Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resultando inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales pero no verificadas en profundidad.

## 20. Valor actual neto (VAN)

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de cajas futuros, originados por una inversión.

## 21. Tasa interna de retorno (TIR)

Es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para “reinvertir”. En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

### 2.4 Formulación de hipótesis

#### 2.4.1 Hipótesis general

La evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia nos permitirá determinar su margen de contribución en la Unidad operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa.

#### 2.4.2 Hipótesis específica

- a) La evaluación de los recursos minerales en los diferentes escenarios del porcentaje de dilución nos permitirá determinar el margen de contribución de la Veta Alexia en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa.
- b) El resultado de la evaluación económica nos permitirá determinar la cuantificación y categorización de recursos y/o reservas minerales de la veta Alexia en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Diseño metodológico

##### 3.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo a la naturaleza del trabajo de investigación y por las características de estudio es de tipo descriptivo-analítico, ya que el objetivo principal es determinar el margen de contribución de la veta Alexia mediante la evaluación de sus recursos minerales, desarrollando todos los análisis de las consideraciones y restricciones técnicas-económicas que se presentan en la evaluación de los tajos.

Por otra parte el estudio será de tipo aplicativo, de causa y efecto, donde la causa es la evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia; y su efecto será el margen de contribución que se tiene como resultado después de la evaluación, así determinar si el aporte de la contribución es positivo o negativo y con esto poder establecer la explotación de los tajos en la Veta Alexia Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares-Arequipa.

#### 3.2 Diseño de la investigación

El diseño que se utilizó en esta investigación fue el tipo: no experimental, descriptivo-analítico, ya que los datos que se tomó para la cubicación de recursos fueron sondajes diamantinos que se realizaron en los años 2012 y 2013, y en base a estas muestras, se ha desarrollado los elementos de la evaluación de recursos minerales.

La metodología de esta actividad consistirá en interpretación de los márgenes de contribución frente a diferentes escenarios del porcentaje de dilución, mediante la evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia, de esa manera incorporar reservas minerales de los recursos evaluados y garantizar su viabilidad, teniendo consideración de todas las condiciones que se toman en cuenta en la evaluación.

### 3.3 Población

El universo para este trabajo de investigación está constituida por veta Alexia de la Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares-Arequipa.

### 3.4 Muestra

La muestra está constituida por los tajos: tajo 0991-tajo 1011 (nivel 4490), tajo 0992-tajo 1012 (nivel 4450), tajo 1022-tajo 1032 (nivel 4430) de la Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares-Arequipa.

### 3.5 Operacionalización de variables

#### 3.5.1 Variable independiente

Evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia, en la Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares-Arequipa.

#### 3.5.2 Variable dependiente

Determinación del margen de contribución de la Veta, en la Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares-Arequipa.

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N° 2: Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN
<b>Independiente (VI):</b> Evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia, en la Unidad Operativa Arcata	Recursos minerales	Toneladas de recursos	T
		Leyes (Ag-Au)	g/t
		Potencia de la veta	Metros (m)
		Densidad del mineral	t/m <sup>3</sup>

Cía. Minera Ares-Arequipa.		Recuperación minera para el método de explotación.	%
	Evaluación económica	Dilución	%
		Toneladas de recursos diluidos	T
		Ancho de minado	Metros (m)
		Ley promedio diluido (Ag-Au)	g/t
		Ley de corte	US\$/t
		Valor del mineral	US\$/t
		Valor punto (Ag-Ag)	US\$/t
		Cotización (Ag-Au)	US\$/Oz
Diseño de acceso y explotación al recurso	Inversión al recurso mineral	US\$/t	
<b>Dependiente (VD):</b>  Determinación del margen de contribución de la Veta, en la Unidad Operativa Arcata Cía. Minera Ares-Arequipa.	Margen de contribución	Margen neto	US\$
		Margen bruto	US\$
		Margen económico	US\$
		Beneficio costo	Índice

Fuente: Autor de tesis

### 3.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La recolección de datos para las variables consideradas en esta investigación se dio de la siguiente manera:

**Cuadro N° 3:** Recolección de datos

DIMENSIÓN	RECOLECCIÓN DE DATOS		
	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA

Recursos minerales (Información geológica)	Toneladas de recursos	MineSight-MS Excel	Interpretación de datos de sondajes
	Leyes (Ag-Au)	MineSight-MS Excel	Muestreo-Análisis químico
	Potencia de la veta	MS Excel	Medición in situ-interpretación de datos de sondaje
	Densidad del mineral	MS Excel	Muestreo-Análisis químico
	Recuperación minera para el método de explotación.	MineSight	Estadística
Evaluación económica	Dilución	MS Excel	Cálculo-Interpretación de datos de sondajes
	Toneladas de recursos diluidos	MS Excel	Cálculo de recursos diluidos
	Ancho de minado	MS Excel	Cálculo-Interpretación de datos de sondajes
	Ley promedio diluido (Ag-Au)	MS Excel	Cálculo de leyes diluidas
	Ley de corte	MS Excel	Cálculo de ley de corte
	Valor del mineral	MS Excel	Cálculo valor del mineral
	Valor punto (Ag-Ag)	MS Excel	Cálculo valor punto
	Cotización (Ag-Au)		Estadística anual
Diseño de acceso y explotación al recurso	Inversión al recurso mineral	MineSight	Diseño de acceso
Margen de contribución	Margen neto	MS Excel	Análisis de sensibilidad
	Margen bruto	MS Excel	Análisis de sensibilidad
	Margen económico	MS Excel	Análisis de sensibilidad
	Beneficio costo	MS Excel	Análisis de sensibilidad

Fuente: Autor de tesis

### 3.7 Técnicas para el procesamiento de la información.

Se aplicaron instrumentos y procedimientos de acuerdo a lo siguiente:

- Cuadros estadísticos.
- Revisión de datos.
- Volumen y tonelaje extraído.
- Programa diario de producción.
- Capacidad de planta.

## CAPÍTULO IV

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1 Unidad de estudio

La unidad operativa Arcata, la zona de recursos son los tajos 0991-1011 (nivel 4490), tajos 0992-1012 (nivel 4450) y tajos 1022-1032 (nivel 4430), que se ubican dentro de la veta Alexia, de la Compañía Minera Ares S.A.C.

#### 4.2 Ubicación

El yacimiento de Arcata se encuentra ubicado en el distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. Geográficamente se encuentra al NE del Nevado Coropuna, a 175 Km al NE en línea recta a la ciudad de Arequipa, dentro del macizo Occidental de la cordillera de los andes.

**Cuadro N° 4:** Ubicación

Departamento:	Arequipa
Provincia:	Condesuyos
Distrito:	Cayarani

### 4.3 Ubicación en coordenadas UTM

El Perú para sus concesiones mineras utiliza el sistema UTM. El área de las operaciones de la mina Arcata se ubica dentro de las siguientes coordenadas UTM.

**Cuadro N° 5:** Ubicación en coordenadas

Coordenada Norte	Coordenada Sur
8341624	78945

**Fuente:** Autor de tesis

### 4.4 Accesibilidad

El distrito minero es accesible desde la ciudad de Arequipa por una carretera en su totalidad afirmada, cubriéndose desde Arequipa 307 km en los tramos siguientes:

**Cuadro N° 6:** Accesibilidad

TRAMO	DISTANCIA	TIPO DE CARRETERA
Arequipa-Pampa Cañahuas	95 Km.	Carretera Asfaltada
Pampa Cañahuas-Sibayo	53 Km.	Carretera Asfaltada
Sibayo-Caylloma	69 Km.	Carretera Afirmada
Caylloma-Arcata	90 Km.	Carretera Afirmada

**Fuente:** Autor de tesis

El tiempo de viaje desde la ciudad de Arequipa es aproximadamente 7 horas. A 25 kilómetros al sur de Arcata se encuentra la mina Orcopampa, dicha mina cuenta con una pista de aterrizaje de 1,600 m de longitud. El tiempo total de vuelo entre Lima y Orcopampa es aproximadamente 2 horas, cubriéndose el viaje de Lima y Arcata en 4 horas.

### 4.5 Historia

Se tiene conocimiento de la ocurrencia de los minerales de oro y plata desde el siglo XVIII, época en que los españoles, a juzgar por la magnitud de laboreo antiguo que se observa, habrían extraído alrededor de 100,000 toneladas de menas que fueron procesadas en los ingenios o trapiches, cuyos restos aún se observan cerca al pueblo Viejo de Arcata. Aparentemente, las operaciones mineras permanecieron paralizadas durante todo el siglo

XIX, reiniciándose durante el presente siglo en 1952, con la presentación del denuncia de 700 hectáreas denominadas "Zwich", de propiedad del Sr. Werner Swicky.

El grupo Hochschild realizó los primeros reconocimientos geológicos de las estructuras de Arcata en 1954 a través de la compañía, denominada Compañía de Minas del Perú. Los muestreos efectuados en las labores antiguas, revelaron altos valores de plata, sin considerar estimación alguna de mineral potencial que permitiera justificar la inversión en un programa de explotación detallado. Es precisamente esta compañía que solicitó los denuncios más extensos: Calvario I, Calvario II, Calvario III y Calvario IV, superpuestos a los denominados: Fundición, Macarena y otros. Durante los años de 1954 y 1956, se consolidó la propiedad minera iniciándose en este último año la construcción de una trocha carrozable de 120 km, que permitió el acceso a la zona de Arcata desde la mina Suycutambo.

La Ejecución del primer programa de exploraciones se inició en 1958 y concluyó en 1960; los resultados propiciaron la constitución de la actual sociedad Minas de Arcata S.A., en el año de 1961. El desarrollo y las preparaciones mineras comenzaron a partir de 1961 en las vetas Baja, Alta y Marión. Hasta enero de 1962, se estimó una reserva de mineral de 23,400 TM con 15.61 Ag oz/TM y 1.44 Au g/TM, que justificó la instalación de una planta concentradora de 50 TM/día de capacidad, que inició sus operaciones a fines de 1964.

Al promediar el año 1965, las labores de exploración y desarrollo permitieron estimar reservas adicionales que alcanzaron 135,000 TM con 20.2 oz Ag/TM y 1.3 g Au/TM; calculándose las reservas potenciales en un millón de toneladas. La capacidad de tratamiento de planta concentradora se incrementó en ese mismo año a 150 TM/día.

Como resultado del éxito alcanzado con la explotación y desarrollo, la producción minera comenzó a incrementarse gradualmente en forma significativa; la capacidad de tratamiento se elevó en 1971 a 250 TM/día y en el año 1975 a 500 TM/día; siendo a la fecha, más de 2000 TM/día, para cuya operación se cuenta con una reserva de mineral de 681,550 TM, con 13.80 oz.Ag/TM.

#### **4.6 Topografía y fisiografía**

La topografía presenta sectores de relieve ondulado a semi - accidentado y sectores de relieve abrupto o muy accidentado formando montañas y quebradas con escasos recursos de vegetación.

La fisiografía de la zona de estudio ha sido impartida por la acción degradacional de las glaciaciones, dado que se observan indicios inequívocos de este suceso. Presenta superficies estriadas o laminares como consecuencia de la abrasión efectuada en superficies rocosas, por los glaciares.

La zona de estudio se encuentra en una zona orogénica de varios relieves con altos picos superiores a los 5 000 m.s.n.m, profundos valles y cuencas dados por fuerzas tectónicas.

#### **4.7 Drenaje**

Los recursos hídricos, esta localizadas en una serie de lagunas escalonadas de origen glaciar formados por represamientos morrenicos donde más importante es la laguna de Chumille y cuyas aguas discurren formando un drenaje de tipo dendrítico. Estas aguas llegan a formar parte del sistema hídrico de la cuenca donde está ubicada la unidad operativa Arcata. La laguna Chumille llega a formar la quebrada Orcopampa, para formar la laguna El Salto; luego discurren hasta desembocar en la laguna represada Huisca-Huisca y finalmente ser descargada a la laguna Arcata.

#### **4.8 Clima**

En la unidad operativa Arcata presenta un clima frío y seco, característico de la región puna y cordillera. La temperatura varía entre los 13°C y - 10°C entre el día y la noche.

El clima está dividido en dos estaciones marcadamente diferentes durante el año. Una seca y fría entre abril y noviembre, en esta época se producen las más bajas temperaturas (heladas), los meses de junio, julio y parte de agosto son los meses de las heladas. La otra estación húmeda y lluviosa se presenta entre los meses de diciembre y marzo originando el incremento de las aguas debido a las precipitaciones sólidas y líquidas.

#### **4.9 Vegetación y fauna**

La vegetación que predomina en la zona son: el ichu, la huayquera, la ortiga, pastos que sirven para uso doméstico en parte y como alimentos para auquénidos y ovejas.

Los animales que habitan en esta zona son las alpacas, llamas, vizcachas, guanaco, taruca, venado, zorro andino; aves como la parihuana, gaviota, etc.

#### **4.10 Disponibilidad de recursos**

##### **4.10.1 Suministro de energía**

El suministro de energía eléctrica para la unidad operativa Arcata se da debido al abastecimiento de dos centrales una que viene de Musapuquio con 33000 voltios es decir 3800 Kw y la otra que viene de interconexión SEAL vía Callali también con 33000 voltios; estos dos suministros se unen en la sub-estación Arcata o también conocida como central térmica donde dos transformadores respectivamente reducen el voltaje de cada una a 10000 voltios y es de esta central que se distribuye a las secciones de planta, zona mariana, zona marion y campamentos.

##### **4.10.2 Hidrografía**

Ocurrencia del río Orcopampa, laguna de Arcata vieja y la vertiente del río Chumille. El suministro de agua para la planta concentradora, relleno y consumo; se hace desde la represa Chumille, que se encuentra aproximadamente a 3.0 Km. De la unidad operativa Arcata, también para las operaciones en interior mina se recircula el agua por un sistema de bombeo con bombas gould 5500 de las tres reyes y de marion, y otro sistema de bombeo con bombas flyt por una red de tuberías de alvenius hacia superficie.

El drenaje de la zona es del tipo dendrítico, las aguas discurren buscando el cauce más fácil sorteando las dificultades del terreno y aprovechando los rasgos estructurales.

##### **4.10.3 Recursos Humanos**

En la unidad operativa Arcata laboran 810 personas en total, de los cuales 620 son obreros y 190 empleados; cuya mano de obra es calificada, ya que el personal obrero es evaluado constantemente, recibiendo capacitación, entrenamiento y charlas de seguridad con metodología del trabajo y no sufrir accidentes voluntarios.

Debido al sistema de rotación aplicado, la población que habitualmente se encuentra en la operación es alrededor de 540 personas. El régimen de trabajo es de 14 días en la operación y 7 días libre.

#### **4.10.4 Organización**

La unidad operativa Arcata cuenta con un tipo de organización formal de sistema abierto el cual podemos observar en el anexo 1.

#### **4.11 Geología del yacimiento**

Las características físico-químicas del yacimiento de Arcata, permiten clasificarlo como un depósito epitermal de metales preciosos de baja sulfuración, del tipo adularia-sericita.

#### **4.12 Geología general**

La geología de la mina de Arcata está compuesta por una sucesión de flujos lávicos andesíticos a dacíticos de gran espesor, intercalados con rocas vulcano-clásticas tanto de origen primario como re trabajadas, las lavas son porfídicas con fenocristales abundantes de plagioclasas tabular, de alrededor de 1.0 cm de longitud, y minerales ferro-magnesianos principalmente agujas de piroxenas de pocos milímetros y láminas de biolita también pequeñas que no superan el centímetro de diámetro, en algunas lavas se han reconocido escasos fenocristales de cuarzo. Los fenocristales suelen estar dispersos en una pasta afanítica de color gris medio a oscuro. Comúnmente estos flujos lávicos poseen decenas de metros de espesor, son macizos o con disyunción columnar intercalados con los depósitos lávicos se reconoce una potente sucesión de rocas vulcano-clásticas formadas principalmente por flujos piro-clásticos compuestos por brechas matriz sostén, que muestran diferentes grados de soldamiento.

#### **4.13 Geología regional**

El yacimiento de Arcata se encuentra localizado en el segmento sur de la Cordillera de los Andes, donde afloran extensamente rocas volcánicas Cenozoicas genéticamente relacionadas con varios yacimientos epitermales de Plata y Oro existentes en el área tales como Caylloma, Suycutambo, Orcopampa, Ares, y otros. Ver figura N° 2:

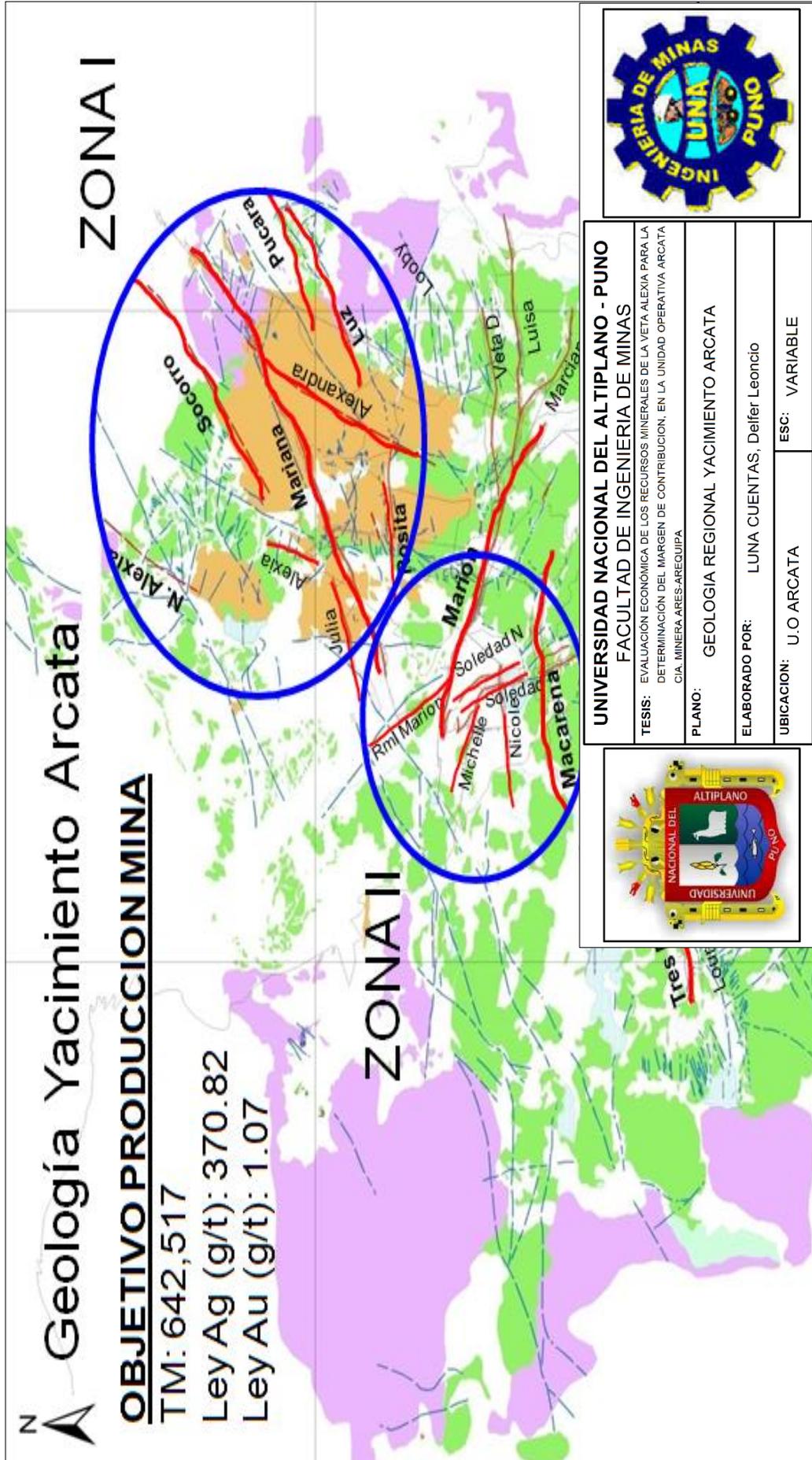


Figura N° 2: Geología regional yacimiento de Arcata

Fuente: Área de geología U.O. ARCATA

Arcata se encuentra situada en un amplio arco volcánico de edad miocena, conformado por lavas y rocas vulcano-clásticas de composición intermedia a ácida y afiliación calco-alcalina, típicas de márgenes continentales de la zona. La secuencia volcánica se deposita discordantemente sobre rocas sedimentarias de origen marino de edad jurásica-cretácica. Las vulcanitas del Mioceno inferior se encuentran plegadas y deformadas por la fase Quechua I (Mégard et al., 1984), mientras que las rocas más jóvenes se encuentran no deformadas.

El distrito de Arcata se caracteriza por la presencia de dos juegos de lineamientos regionales conjugados de rumbo noroeste y noreste, que actuarían paralelos y transversales al arco volcánico mioceno, respectivamente. Sobre impuesto a estos lineamientos se reconoce una estructura circular de aproximadamente 15 kilómetros de diámetro. Posiblemente se trate de una estructura de colapso relacionada al evento volcánico ya que se encuentra centrada por un domo de composición ríolítica. En este marco, las vetas de Arcata se disponen asociadas a las fracturas arqueadas paralelas al margen de dicha estructura circular y hacia su borde nort-noreste.

En Arcata afloran rocas sedimentarias de diferente composición que forman el basamento en la región, y rocas volcánicas que adquieren mayor importancia, porque en ellas se alojan la mayoría de las estructuras mineralizadas. Las características físico-químicas del yacimiento de Arcata, permiten clasificarlo como un depósito epitermal de metales preciosos de baja sulfuración, del tipo adularia-sericita.

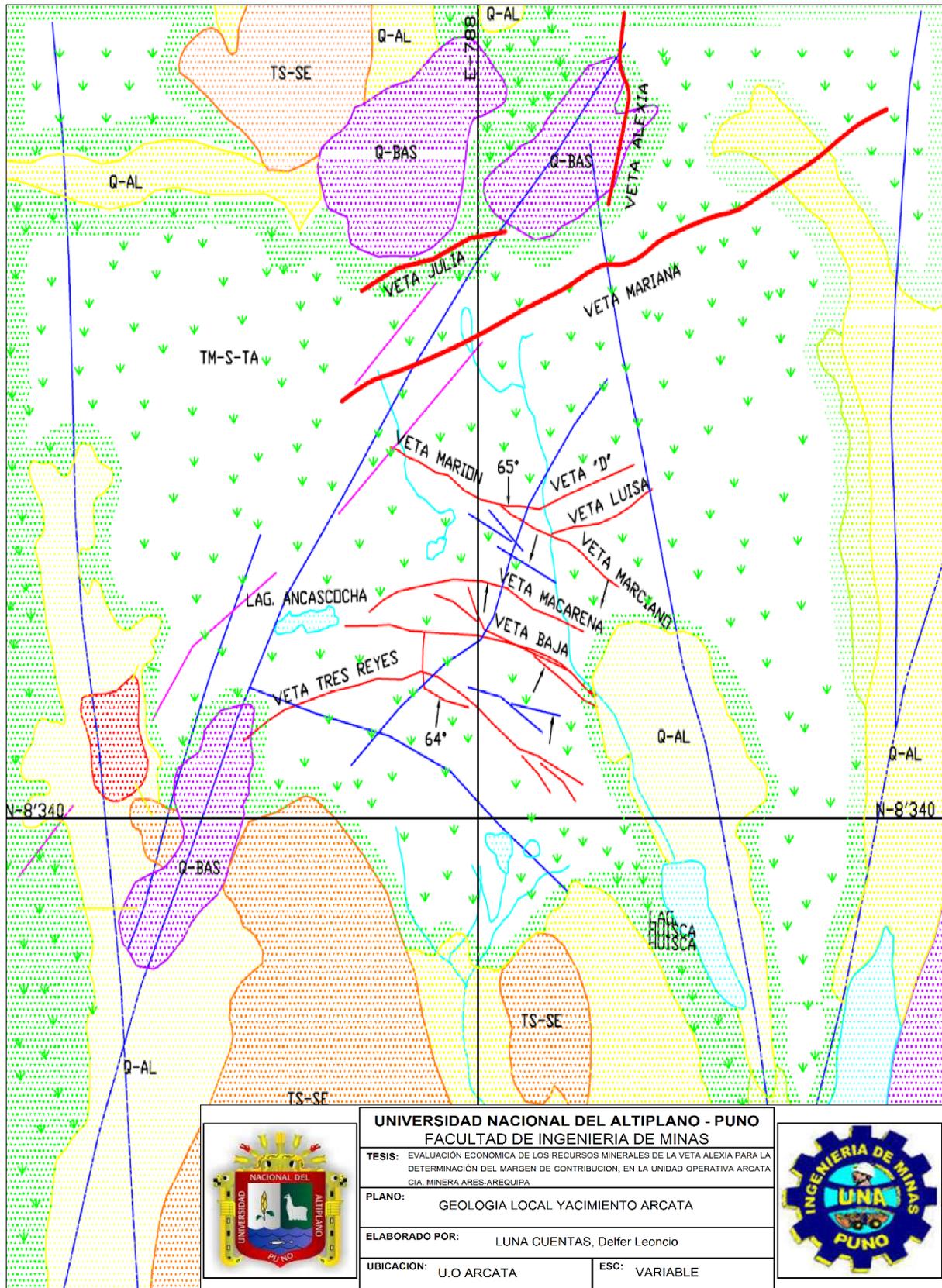
#### **4.14 Geología local**

La geología de la mina de Arcata está compuesta por una sucesión de flujos lávicos ande-síticos a dacíticos de gran espesor, intercalados con rocas vulcano-clásticas tanto de origen primario como re trabajadas, donde muestra la distribución del afloramiento en dos escalas diferentes.

Las lavas son porfídicas con fenocristales abundantes de plagioclasas tabulares, y minerales ferro- magnesianos, principalmente agujas de piroxenas y láminas de biotita. En algunas lavas se han reconocido escasos fenocristales de cuarzo. Los fenocristales suelen estar dispersos en una pasta afanítica de color gris medio a oscuro. En general, la disposición de los fenocristales es azarosa, aunque en sectores se observa una alineación que evidencia cierta fluidalidad. Comúnmente, estos flujos lávicos poseen decenas de metros de espesor, son macizos o con disyunción columnar.

Intercalados con los depósitos lávicos descritos se reconoce una potente sucesión de rocas vulcano-clásticas formadas principalmente por flujos piro-clásticos de origen primario y rocas vulcano-clásticas retrabajadas. Las piroclastitas primarias están constituidas por brechas matriz soportadas, formadas en general por abundantes fragmentos pumáceos sub redondeados a alargados que alcanzan 3 centímetros de diámetro/largo. Los lito-clastos son menos abundantes, poseen formas angulosas y diferentes composiciones, comúnmente son fragmentos de rocas volcánicas porfídicas de intermedias a ácidas.

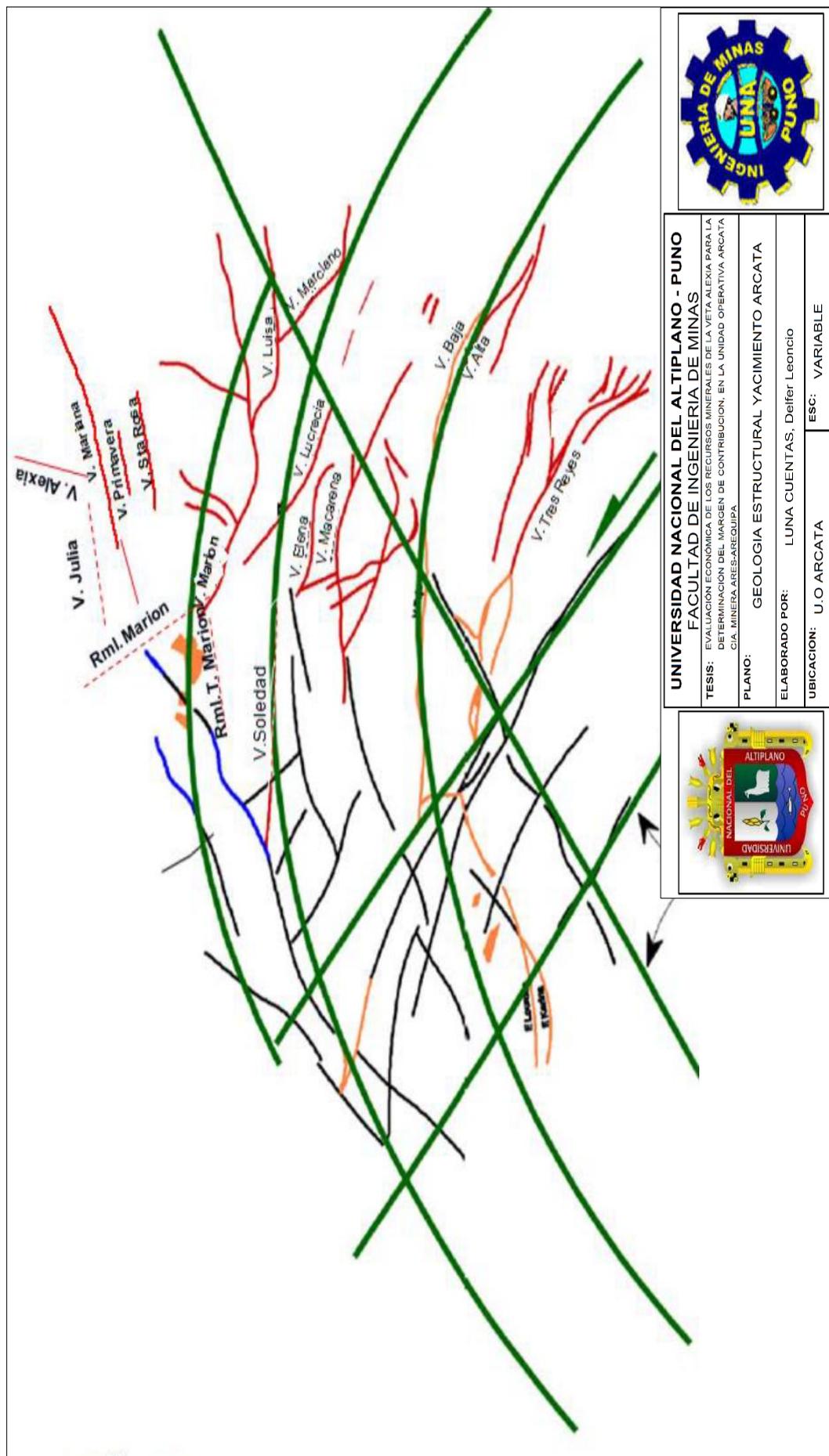
Las estructuras de veta de la mina Arcata, ocurren dentro de una potente secuencia de rocas volcánicas, de edad miocena tardía a plioceno, constituido mayormente por derrames andesíticos intercalados con brechas de la misma composición y lentes pseudo estratificados de tobas y tufos compactados. La base de esta secuencia volcánica, está constituida por flujos de ignimbrita riolítico de una edad radiométrica de 6,3 millones de años. Domos volcánicos riolíticos afloran al suroeste y noreste del distrito de Arcata, cortando a las rocas volcánicas. Las edades radiométricas de estos domos, indican una edad de 5,4 millones de años. Rocas volcánicas post-minerales más recientes, no alteradas y de composición andesítica-basáltica, también ocurren supra-yaciendo a las rocas de caja alteradas, que al parecer fueron eyectadas de varios conos volcánicos que se presentan en el yacimiento y alrededores.



**Figura N° 3:** Geología local yacimiento de Arcata  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

#### **4.15 Geología estructural**

En el área de la mina se observa estructuras que manifiestan un fuerte tectonismo ocurrido en la región, posiblemente debido al levantamiento andino (pleistoceno), estas fuerzas tectónicas han dejado vestigios impresos en las diversas estructuras existentes como fallas u fisuras, a las que se han dividido de acuerdo al tiempo que se formaron.



**Figura N° 4:** Fallas y fisuras preliminares y post mineralizadas  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

Dentro de las más importantes fallas y fisuras pre minerales, están las fallas gravitacionales en las cuales se hallan emplazadas las vetas: Alta, baja y Consuelo. Dichas fallas tienen un rumbo general NW y SW y buzamiento promedio de 60° SW.

La escarpa de la falla de veta alta se presenta en forma conspicua a lo largo de 3 kilómetros. La veta baja se puede apreciar a lo largo de 2,5 kilómetros mientras que la veta consuelo tiene una corrida de 1 kilómetro.

Entre las fisuras de mayor importancia son las de Marciano y Marión, de menor importancia las fisuras en las que se hallan emplazadas las vetas: Tres reyes, Lucrecia y Alexia.

Las fallas y fracturas post-minerales se han producido por movimientos orogénicos epirogenéticos que han dado lugar al callamiento y fracturamiento en forma diagonal o transversal a los sistemas mineralizados, pero no han afectado mayormente a las vetas anteriormente detallados.

Las vetas que se trabajaron y se está trabajando actualmente se muestra en una idealización geológica donde se relaciona la distribución de todas las vetas en la U.O. ARCATA lo cual se realiza a lo largo de la interpretación de las vetas trabajadas en la unidad es como muestra la Figura N° 5.



**Figura N° 5:** Distribución geológica estructural idealizada  
Fuente: Área de geología U.O. ARCATA

#### 4.16 Geología económica

La mineralización económica en el distrito ocurre en vetas, exhibiendo texturas típicas de relleno de espacios abiertos, evidenciadas por el bandeamiento y crustificación de los minerales de mena y ganga.

La mineralización de mena de Arcata, se presenta mostrando un zoneamiento vertical muy claro. En los afloramientos más elevados de las vetas poco erosionadas, solamente se presentan valores geoquímicos de Plata y Oro por encima de los clavos mineralizados, como en el caso, de las vetas Marión (Cimoide), "D", Luisa y Macarena. Hacia profundidad, estos valores, se incrementan gradualmente alcanzando valores de mena aproximadamente a partir de los 45 y 100 m. (niveles 4743.70 y 4701.60); constituyendo debajo de estos niveles, un horizonte de plata y oro, alargado y casi continuo, de un intervalo vertical de unos 240 m y cuyo borde inferior se sitúa aproximadamente en el nivel -4512.30.

En general, aproximadamente por debajo del nivel -160, los valores de Plata disminuyen gradualmente; incrementándose inversamente, los minerales de metales básicos (Pb, Zn y Cu) en profundidad, indicando una posición paragenética más antigua (nivel - 4465).

En resumen, la mineralización de mena, del horizonte de metales preciosos y básicos muestra un intervalo vertical de aproximadamente 300 m y una extensión lateral de 1,500 a 2,500 m.

El borde superior del horizonte de metales preciosos, de la mayoría de las vetas, se encuentra parcialmente oxidada y constituye una franja estrecha de 20 a 60 m más o menos subparalela

a la superficie topográfica erosionada. Esta franja de oxidación, está constituida mayormente por óxidos de manganeso (Pirolusita), hierro limonitas y remanentes de minerales de Plata.

#### **4.17 Estratigrafía**

##### **4.17.1 Rocas sedimentarias**

Son las rocas más antiguas de la región de la edad cretácica y está representada por las siguientes formaciones:

- **Formación hualhyani**

Pertenece al grupo Yura y está conformada por cuarcitas con intercalación de areniscas y lutitas carbonosas con un espesor aproximado de 100 metros.

- **Formación murco**

Aflora parcialmente con una potencia de 100 metros y está compuesta por areniscas y lutitas que se vuelven rojizas por intemperismo. El tope de esta secuencia corresponde a la formación Arcurquina, que está constituida por calizas grises y azulinas se estima una potencia de 200 metros.

- **Formación Maure**

Corresponde a los depósitos lacustritos expuestos en forma localizada en ciertas áreas y sobreyacen en discordancia angular a los volcánicos Orcopampa y Shila, está compuesta de una interrelación de areniscas con tufos retrabajados de coloración verdosa; se estima que tiene un espesor de aproximadamente de 150 a 400 metros.

##### **4.17.2 Rocas volcánicas**

- **Volcánicos Terciarios**

Los volcánicos terciarios sobreyacen en discordancia erosional a las cuarcitas Huarhuani e infrayacen a los basaltos Andagua. Está representado por los siguientes:

- **Volcánico Orcopampa**

Regionalmente es conocido como volcánicos Tacaza ampliamente distribuido en la sierra sur del Perú. En la región cubre gran parte del área y se encuentra sobre yaciendo en discordancia angular a las formaciones cretáceas. Está compuesta de una alternancia de

brechas andesíticas gris verdosas con lavas andesíticas gris oscuras, presentando ocasionalmente depósitos lacústricos en la base y en predominio de piroclastos hacia el techo. La secuencia tiene un espesor de 500 a 600 metros.

- **Volcánico Shila**

Se expone al sur de Arcata, la secuencia está constituido por lavas brechosas y brechas volcánicas de composición riodacíticas, estimándose un espesor de 60 metros.

- **Volcánico Sencca**

Se presenta en dos fases, una constituidas por tufos ignimbricos brechoides de composición riodacíticas y la otra compuesta por domos riolíticos.

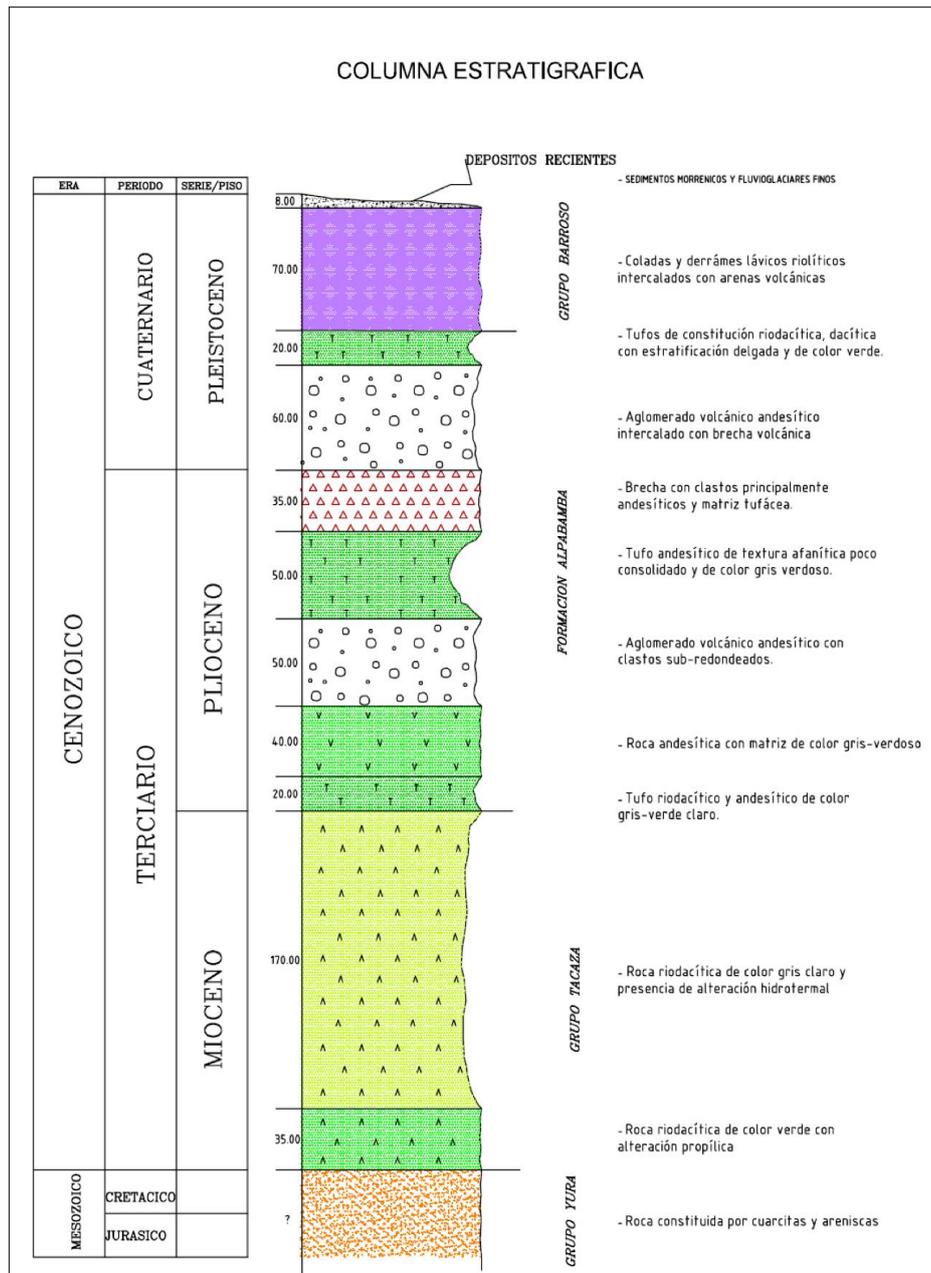
#### **4.17.3 Volcánicos cuaternarios pleistocénicos**

- **Volcánico Barroso**

Se expone en el área sobre yaciendo en su mayor parte a los volcánicos Orcopampa y en menor área al domo riolítico y formación Maure. Está compuesto por conglomerados y aglomerados volcánicos seguidos por una potente columna de lavas andesíticas y andesitas basálticas porfirítica, se estima un espesor de 400 a 500 metros.

- **Volcánico Andagua**

Afloran en el sur del área de Arcata, cubriendo mayormente a los volcánicos Orcopampa y a los volcánicos Shila. Constituye la actividad volcánica más reciente y se caracteriza por el desarrollo conos volcánicos bien formados se considera un espesor de 100 a 500 metros.



**Figura N° 6:** Columna estratigráfica del yacimiento de Arcata  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

### 4.18 Mineralización

La mineralización del distrito de Arcata se localiza en vetas sub paralelas, de rumbo predominante noroeste, continuas y bien desarrolladas. Existen algunas estructuras que se disponen transversalmente con alto ángulo a las precedentemente mencionadas, aunque son estructuras menores y sólo forman clavos de importancia en raras ocasiones. Las vetas poseen desde pocos centímetros hasta más de 10 metros de potencia, con texturas de relleno de espacios abiertos como bandeados costriformes, en cucarda, crecimientos en peine y brechas. Los clavos mineralizados suelen ser continuos tanto horizontal como verticalmente.

La mineralización consistente en plata con cantidades variables de oro y metales base, como se puede apreciar un ejemplo en la ilustración N°7, por lo que se puede clasificar como epitermal de sulfuración intermedia a baja (Hedenquist et al., 2000, Sillitoe y Hedenquist, 2003).

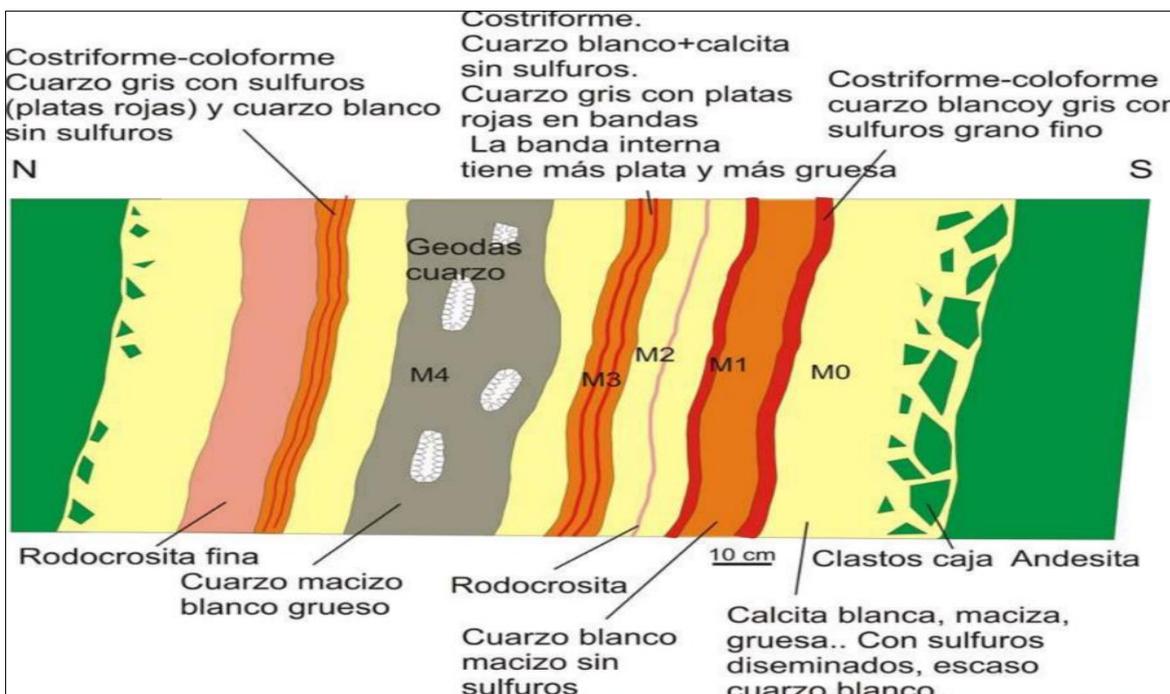


**Figura N° 7:** *Muestra de veta Marion*  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

La alteración hidrotermal más ampliamente distribuida es la propilitización, caracterizada por una alteración a clorita de los minerales máficos y en la pasta de las vulcanitas, mientras que las plagioclasas se encuentran alteradas de débil a fuertemente por sericita y/o calcita . En las cercanías de las vetas se reconoce un fuerte metasomatismo potásico, caracterizado por la presencia de cuarzo y adularia, con las plagioclasas frecuentemente sericitizadas y los minerales máficos cloritizados, y abundante pirita diseminada, mientras que en los sectores más altos se ha reconocido marcasita en cavidades y venillas. La alteración potásica y la silicificación suelen estar sobrepuestas a la alteración propilítica dando a la roca un aspecto de brecha, con textura en rompecabezas y abundantes venillas de cuarzo-adularia.



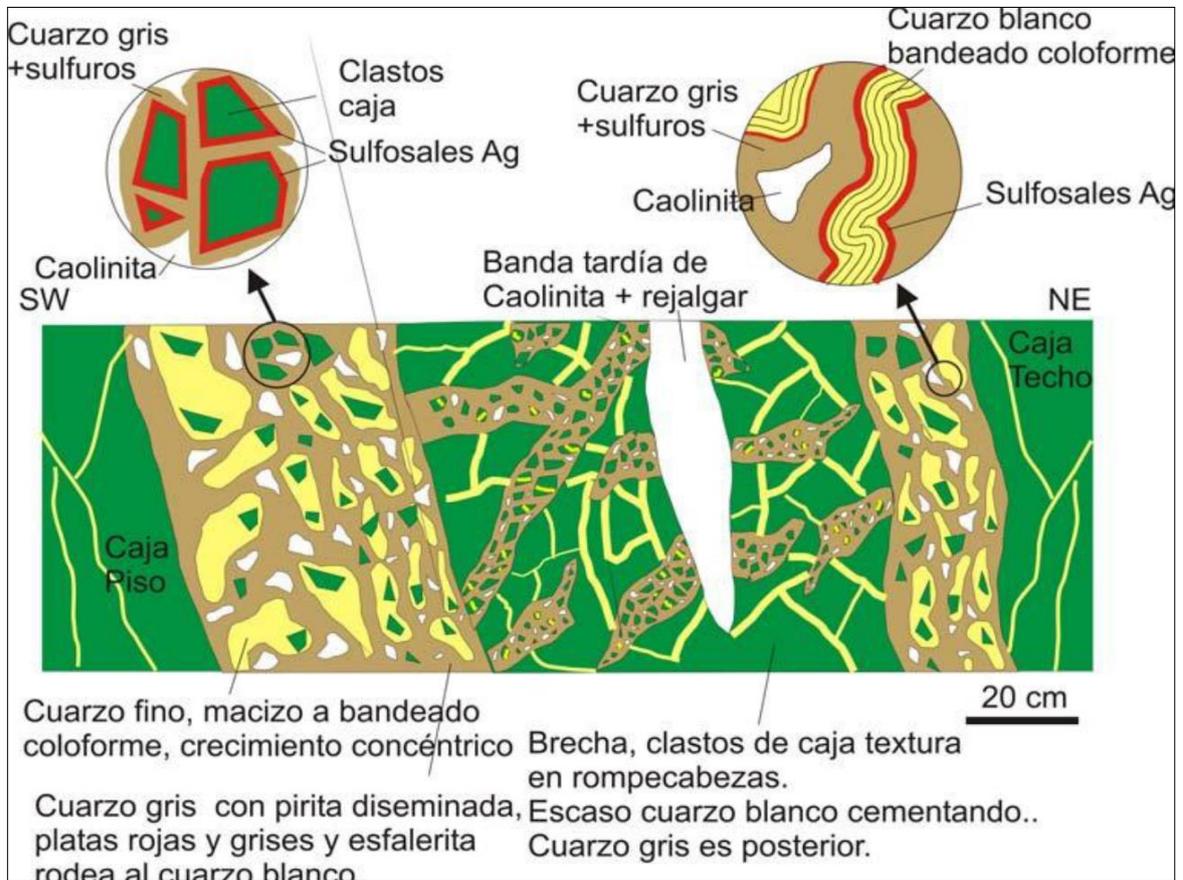
**Figura N° 8:** Muestra de veta que indica alteraciones hidrotermales  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA



**Figura N° 9:** Ilustración de la figura N°8  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

Se logra determinar con método de microscopía de luz reflejada un primer estado, marcado, para este relleno hidrotermal, con la presencia de carbonatos tempranos (calcita y rodocrosita), el cual como se observa en la **figura N°9** es corroído por un cuarzo de un segundo estado con el que estaría llegando o muy contemporáneo a éste la mineralización económica. Con luz transmitida pudimos observar la alteración que esta mineralización trajo

en diversos tipos de roca encajonante, una silicificación marcada para la roca más próxima al filón con una propilitización fuerte a intensa dejando la argilización en un tercer orden en proporción a las dos anteriores. Una cartografía detallada de los tipos de litología ayudarían a comprender mejor el papel que cumplen las variadas rocas cajas.



**Figura N° 10:** Litología en cuanto a las cajas

**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

#### 4.19 Control estructural de la mineralización

La mayoría de las principales vetas están localizadas en fallas normales sub paralelas que poseen un rumbo de este-oeste a noroeste e inclinan entre 40° y 65°. Las vetas del sector norte integradas por el sistema Marión, que incluye a la veta Marión, D, Luisa y Marciano, inclinan hacia el sur, mientras que el resto de las principales vetas del distrito inclinan hacia el norte. El movimiento de dichas fallas origina una fosa (graben) con un desnivel total de más de 100 metros.

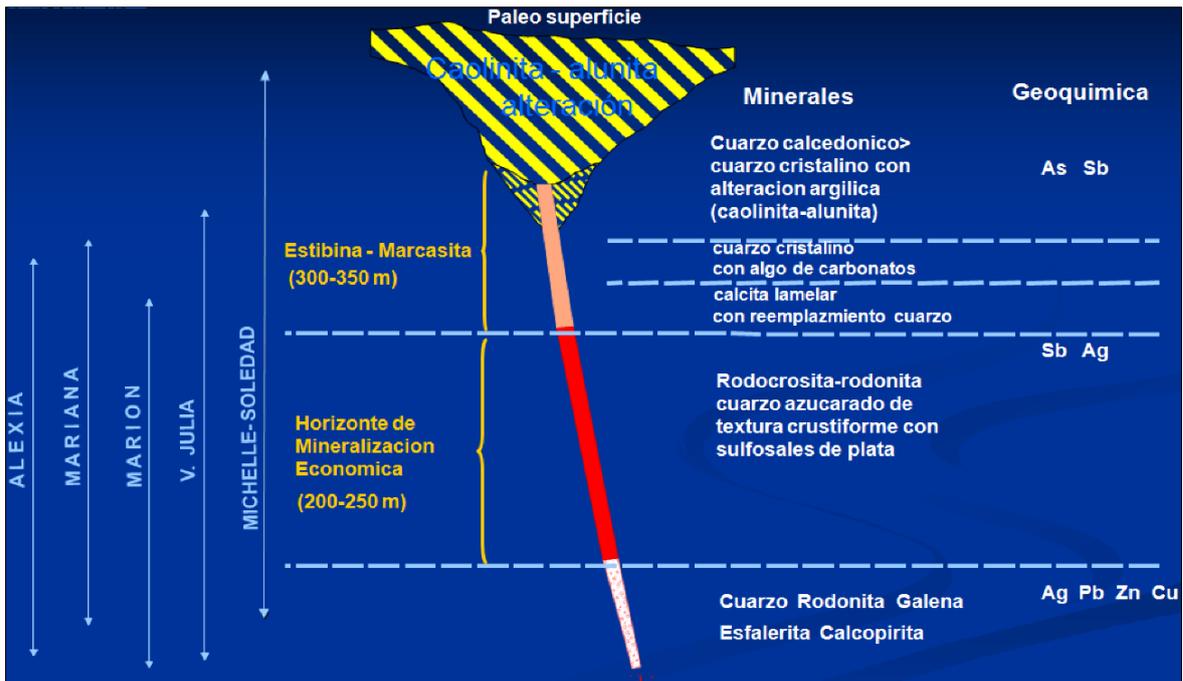


Figura N° 11: Zoneamiento vertical de mineralización  
Fuente: Área de geología U.O. ARCATA

#### 4.20 Mineralización en la veta alexia

En la superficie, la veta Alexia (4900 metros de altitud) ocurre como una porción de una estructura mucho más larga mayormente compuesta por una brecha rellena de calcedonia con fragmentos de cajas menores a un metro de ancho por uno de largo, menores a 10 metros de extensión de buzamiento.



**Figura N° 12:** Afloramiento veta Alexia  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

En las exposiciones subterráneas a una altura de 4530 metros la veta Alexia fue examinada como una zona de hasta 1 metro de ancho que comprende cuarzo-carbonato bien bandeado cuyo análisis arroja 0,8 g/t Au, 300 g/t Ag y Pb anómalo y Zn.



**Figura N° 13:** Estructura veta Alexia (Ag-Au), nivel 4490  
**Fuente:** Área de geología U.O. ARCATA

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En la unidad operativa Arcata se elabora los programas de producción de forma anual de acuerdo a recursos y reservas minerales, que son parte del planeamiento a corto y mediano plazo de la unidad. Esto se elabora con la premisa de preparar la mina de forma sostenida, de modo que nos permita reemplazar el mineral explotado, también asegurar el tonelaje y calidad del mineral a ser tratado.

El plan de minado a mediano y largo plazo está programado en forma semestral y anual respetivamente, con la finalidad de tener un escenario claro del comportamiento de la producción en el transcurso del año.

A continuación se explica los programas de producción de forma detallada, con el propósito de determinar el aporte de los recursos minerales económicos a la producción de la mina, y con mayor énfasis el estudio los tajos evaluados de la veta Alexia.

#### **5.1 Composición de la producción reservas vs recursos 2016**

La producción del 2016 está estimada y elaborada en base a la información geológica de las reservas y recursos minerales, las reservas tienen un aporte de 75% en cuanto se refiere a la producción, versus un 25% de aporte de los recursos, a medida que se vaya ejecutando el

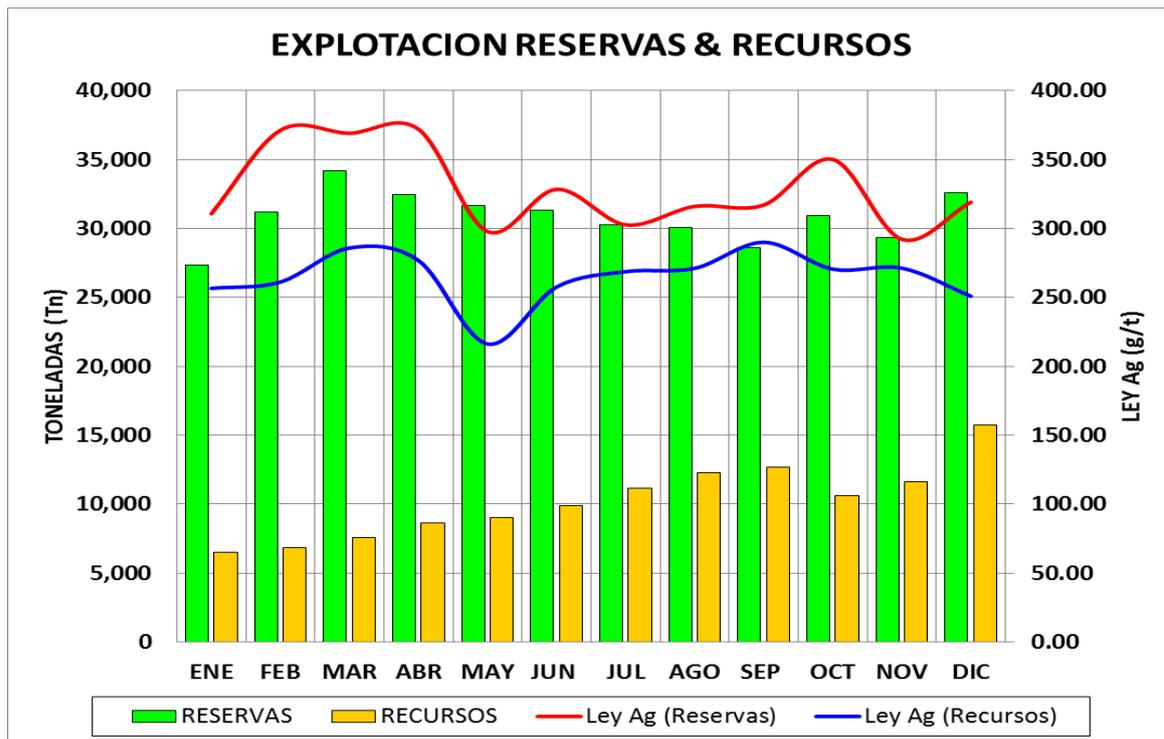
plan de producción, dichos recursos pasaran a ser reservas explotables, los datos se muestran en el Cuadro N° 6.

**Cuadro N° 7: Explotación de reservas y recursos**

PRODUCCION 2016													
EXPLORACION RESERVAS & RECURSOS													
EXPLORACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>RESERVAS</b>	<b>81%</b>	<b>82%</b>	<b>82%</b>	<b>79%</b>	<b>78%</b>	<b>76%</b>	<b>73%</b>	<b>71%</b>	<b>69%</b>	<b>74%</b>	<b>72%</b>	<b>67%</b>	<b>75%</b>
Toneladas	27,344	31,233	34,170	32,459	31,676	31,353	30,307	30,065	28,638	30,933	29,366	32,591	370,134
Ley Ag (g/t)	310.83	371.37	369.21	372.17	297.87	328.59	302.76	316.18	317.11	350.26	292.29	319.22	330
Ley Au (g/t)	0.94	1.13	1.11	1.08	0.97	1.09	1.02	1.06	1.07	1.15	0.98	1.19	1.07
Pot (m)	1.10	1.08	1.12	0.94	0.90	0.90	0.94	0.88	0.91	0.92	0.90	0.94	0.96
Dil. (%)	40%	39%	40%	41%	41%	40%	41%	40%	41%	41%	40%	41%	40%
<b>RECURSOS</b>	<b>19%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>21%</b>	<b>22%</b>	<b>24%</b>	<b>27%</b>	<b>29%</b>	<b>31%</b>	<b>26%</b>	<b>28%</b>	<b>33%</b>	<b>25%</b>
Toneladas	6,527	6,846	7,591	8,635	9,065	9,873	11,156	12,276	12,718	10,661	11,631	15,769	122,748
Ley Ag (g/t)	256.70	261.28	285.98	276.89	216.29	257.69	268.81	271.21	290.13	270.62	271.39	250.97	265
Ley Au (g/t)	0.97	0.98	0.93	1.02	0.88	0.88	0.86	1.03	0.91	0.88	0.89	0.78	0.91
Pot (m)	1.12	1.07	1.06	1.04	1.02	1.04	1.00	1.00	0.96	0.97	1.00	1.07	1.02
Dil. (%)	46%	46%	45%	44%	46%	47%	47%	45%	45%	44%	45%	50%	46%
<b>TOTAL EXPLORACION</b>													
Toneladas	33,871	38,079	41,760	41,094	40,741	41,226	41,463	42,342	41,356	41,594	40,997	48,360	492,882
Ley Ag (g/t)	300.40	351.58	354.09	352.14	279.72	311.61	293.63	303.14	308.81	329.85	286.36	296.97	314
Ley Au (g/t)	0.94	1.11	1.08	1.07	0.95	1.04	0.98	1.05	1.02	1.08	0.95	1.06	1.03
Pot (m)	1.10	1.08	1.11	0.96	0.93	0.93	0.96	0.92	0.92	0.93	0.93	0.98	0.98
Dil. (%)	41%	40%	41%	41%	42%	42%	43%	42%	42%	42%	42%	44%	42%
TMD	1,411	1,410	1,392	1,423	1,364	1,422	1,388	1,411	1,426	1,392	1,414	1,348	1,400

Fuente: Área de planeamiento U.O ARCATA

El cuadro muestra que a medida que se ejecuta el plan de producción, el aporte de reservas al programa producción es constante, sin embargo en cuanto al aporte de los recursos estos aumentan de manera progresiva con el pasar de los meses, debido a que recursos pasan a ser reservas. Ver figura N° 14:



**Figura N° 14:** Comparativo de explotación reservas vs recursos  
**Fuente:** Autor de tesis

En la figura se ve la constancia del aporte de reservas al programa de producción con leyes de Ag y Au considerablemente más altas con respecto a los recursos. En cuanto al aporte de los recursos se tiene un aumento progresivo con el pasar de los meses.

Los recursos pasan a ser reservas con el pasar de los meses y a medida que se ejecuta el programa de producción, esto se debe que a medida que se ejecuta el programa, también se desarrollan labores de avance lineal (sub-niveles y galerías) que ayudan a la consolidación y recolección de datos con mucha más certeza en cuanto a leyes y potencia de estructura (veta), que son determinantes para la evaluación de los recursos y su conversión a reservas.

### 5.2 Composición de la producción por métodos de explotación 2016

Es necesario y de suma importancia la clasificación por método de explotación en el programa de producción, para el año 2016 los métodos de explotación pretenden ser más selectivos y sostenidos en cuanto se refiere a la producción del mineral, por tal razón que a partir de mes de mayo para el método corte relleno ascendente mecanizado (CRM), no se tiene programa debido al agotamiento de vetas de gran potencia, y la producción a partir de dicho mes se centralizara en tajos con explotación de corte relleno ascendente convencional (realce y breasting) como se muestra en el siguiente cuadro N° 8:

**Cuadro N° 8:** Explotación por método

PRODUCCION 2016													
EXPLOTACION POR METODOS EXPLOTACION													
MET_EXPLOTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>CRC_Realce</b>	33%	37%	35%	44%	45%	46%	46%	48%	48%	49%	48%	48%	44%
Toneladas	11,095	14,075	14,638	18,118	18,480	18,882	18,909	20,424	19,682	20,468	19,717	23,353	217,840
Ley Ag (g/t)	283.45	303.35	250.78	263.33	259.48	279.78	287.73	310.02	326.82	349.39	309.97	320.00	297.81
Ley Au (g/t)	0.82	0.87	0.77	0.78	0.72	0.81	0.79	0.88	0.87	0.90	0.89	0.87	0.83
Pot (m)	0.86	0.81	0.80	0.81	0.80	0.81	0.80	0.81	0.80	0.81	0.80	0.81	0.81
Dil. (%)	35.9%	36.6%	35.9%	36.0%	36.0%	35.8%	35.6%	36.0%	36.4%	36.1%	36.2%	35.8%	36.0%
<b>CRC_Breasting</b>	55%	52%	55%	52%	55%	54%	54%	52%	52%	51%	52%	52%	53%
Toneladas	18,774	19,913	23,026	21,186	22,261	22,344	22,555	21,918	21,674	21,126	21,280	25,006	261,063
Ley Ag (g/t)	277.50	331.80	362.90	349.80	296.52	338.52	298.57	296.73	292.47	310.92	264.49	275.46	308.01
Ley Au (g/t)	1.00	1.25	1.22	1.25	1.14	1.23	1.13	1.21	1.16	1.26	1.01	1.23	1.18
Pot (m)	1.12	1.06	1.06	1.08	1.03	1.04	1.09	1.02	1.04	1.05	1.04	1.14	1.06
Dil. (%)	46.7%	45.4%	46.1%	46.8%	47.1%	46.3%	48.5%	47.1%	47.4%	46.8%	46.8%	50.9%	47.22%
<b>CRM_Realce</b>	12%	11%	10%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Toneladas	4,001	4,092	4,096	1,790									13,979
Ley Ag (g/t)	454.79	613.78	673.71	1,278.84									670.99
Ley Au (g/t)	1.04	1.23	1.39	1.89									1.31
Pot (m)	1.70	2.08	2.46	1.07									1.95
Dil. (%)	30.3%	28.7%	26.6%	31.3%									28.91%
<b>TOTAL EXPLOTACION (SIN CONTAMINACION)</b>													
Toneladas	33,871	38,079	41,760	41,094	40,741	41,226	41,463	42,342	41,356	41,594	40,997	48,360	492,882
Ley Ag (g/t)	300.40	351.58	354.09	352.14	279.72	311.61	293.63	303.14	308.81	329.85	286.36	296.97	313.80
Ley Au (g/t)	0.94	1.11	1.08	1.07	0.95	1.04	0.98	1.05	1.02	1.08	0.95	1.06	1.03
Pot (m)	1.10	1.08	1.11	0.96	0.93	0.93	0.96	0.92	0.92	0.93	0.93	0.98	0.98
Dil. (%)	41.25%	40.35%	40.60%	41.35%	42.06%	41.52%	42.61%	41.76%	42.16%	41.53%	41.69%	43.65%	41.8%
TMD	1,411	1,410	1,392	1,423	1,364	1,422	1,388	1,411	1,426	1,392	1,414	1,348	1,399
<b>TOTAL EXPLOTACION (CON CONTAMINACION)</b>													
Toneladas	35,056	39,412	43,222	42,532	42,167	42,669	42,914	43,824	42,803	43,050	42,431	50,052	510,133
Ley Ag (g/t)	290.24	339.69	342.11	340.24	270.26	301.08	283.70	292.89	298.37	318.69	276.68	286.93	303.19
Ley Au (g/t)	0.91	1.07	1.04	1.03	0.92	1.00	0.94	1.01	0.99	1.04	0.92	1.02	0.99
Pot (m)	1.10	1.08	1.11	0.96	0.93	0.93	0.96	0.92	0.92	0.93	0.93	0.98	0.98
Dil. (%)	41.25%	40.35%	40.60%	41.35%	42.06%	41.52%	42.61%	41.76%	42.16%	41.53%	41.69%	43.65%	41.75%
TMD	1,461	1,460	1,441	1,473	1,411	1,471	1,436	1,461	1,476	1,441	1,463	1,395	1,448

Fuente: Área de planeamiento U.O ARCATA

En el cuadro N°7, se muestra el total de explotación (sin contaminación) que es resultado de los cálculos realizados con datos proporcionados por el área de geología. También se muestra total de explotación (con contaminación), que resulta de la consideración del factor de contaminación (3.5%) que siempre se da al momento de la explotación (dilución por pisos, factor de ajuste corte relleno ascendente mecanizado y convencional), el cual tiene influencia directa en las toneladas de producción y leyes del mineral, ya que este total de explotación es la producción que va directamente a planta a ser tratada.

### 5.3 Composición de la producción mina por fuente de mineral 2016

El programa de producción mina para el año 2016, está sostenido por tajos (explotación), sub-niveles (preparaciones) y galerías (desarrollos); los cuales tienen aportes contemplados dentro del programa de 94.9%, 2.3% y 2.9% respectivamente. El aporte de los sub-niveles y galerías es considerablemente bajo con respecto a los tajos, debido a que no son excavaciones exclusivas de producción y/o explotación, son labores de avance lineal que tienen aporte de mineral, pero no a la magnitud del aporte de los tajos, además se ve afectado por la sección que se contempla dentro del programa anual de avances, que a la vez influye en las leyes y porcentaje de dilución como se muestran en el siguiente cuadro N°8.

**Cuadro N° 9:** Producción por fuente de mineral

DESCRIPCION	PRODUCCION 2016												TOTAL
	PROGRAMA DE PRODUCCION MINA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<b>EXPLORACION (TJ.)</b>	<b>90.0%</b>	<b>95.4%</b>	<b>93.2%</b>	<b>93.4%</b>	<b>97.9%</b>	<b>96.6%</b>	<b>90.2%</b>	<b>92.1%</b>	<b>93.9%</b>	<b>98.2%</b>	<b>98.1%</b>	<b>99.2%</b>	<b>94.9%</b>
Toneladas	35,056	39,412	43,222	42,532	42,167	42,669	42,914	43,824	42,803	43,050	42,431	50,052	510,133
Ley Ag (g/t)	290.24	339.69	342.11	340.24	270.26	301.08	283.70	292.89	298.37	318.69	276.68	286.93	303.19
Ley Au (g/t)	0.91	1.07	1.04	1.03	0.92	1.00	0.94	1.01	0.99	1.04	0.92	1.02	0.99
Pot (m)	1.10	1.08	1.11	0.96	0.93	0.93	0.96	0.92	0.92	0.93	0.93	0.98	0.98
Dil. (%)	41%	40%	41%	41%	42%	42%	43%	42%	42%	42%	42%	44%	41.8%
<b>PREPARACIONES (SN)</b>	<b>4.8%</b>	<b>2.1%</b>	<b>4.4%</b>	<b>2.7%</b>	<b>0.0%</b>	<b>2.6%</b>	<b>4.0%</b>	<b>2.9%</b>	<b>3.9%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>2.3%</b>
Toneladas	1,857	887	2,040	1,250	0	1,145	1,882	1,373	1,783				12,217
Ley Ag (g/t)	95.55	72.52	198.76	157.54	0.00	146.80	265.18	143.42	312.74				185.46
Ley Au (g/t)	1.62	1.75	1.22	1.60	0.00	0.51	0.89	0.74	0.84				1.13
Pot (m)	1.47	1.70	1.30	1.17	0.00	1.22	2.19	1.20	0.89				1.40
Dil. (%)	101%	94%	108%	142%	0%	113%	84%	87%	238%				122.8%
<b>DESARROLLOS (GAL.)</b>	<b>5.2%</b>	<b>2.5%</b>	<b>2.4%</b>	<b>3.9%</b>	<b>2.1%</b>	<b>0.8%</b>	<b>5.8%</b>	<b>5.0%</b>	<b>2.2%</b>	<b>1.8%</b>	<b>1.9%</b>	<b>0.8%</b>	<b>2.9%</b>
Toneladas	2,043	1,025	1,114	1,754	917	340	2,760	2,374	997	792	807	409	15,333
Ley Ag (g/t)	90.62	67.60	394.77	152.53	193.80	230.00	191.58	147.50	126.55	175.14	139.21	106.14	164.17
Ley Au (g/t)	1.40	1.44	0.64	1.16	1.62	1.79	0.88	0.61	0.33	0.44	0.92	0.70	0.96
Pot (m)	1.77	1.86	1.24	1.15	0.85	0.80	2.13	1.15	0.90	0.83	0.80	0.80	1.38
Dil. (%)	110%	92%	181%	193%	93%	96%	83%	131%	91%	94%	96%	96%	117.5%
<b>TOTAL EXTRACCION MINA</b>													
Toneladas	38,956	41,324	46,376	45,536	43,084	44,153	47,556	47,571	45,583	43,842	43,239	50,461	537,683
Ley Ag (g/t)	270.49	327.21	337.07	327.99	268.63	296.53	277.62	281.32	295.17	316.10	274.11	285.46	297
Ley Au (g/t)	0.97	1.09	1.04	1.05	0.93	1.00	0.94	0.99	0.97	1.03	0.92	1.02	1.00
Pot (m)	1.16	1.11	1.12	0.97	0.93	0.94	1.07	0.94	0.92	0.93	0.93	0.98	1.00
Dil. (%)	47.7%	42.8%	46.9%	50.0%	43.1%	43.8%	46.6%	47.5%	50.9%	42.5%	42.7%	44.1%	45.8%
TMD	1,623	1,531	1,546	1,577	1,442	1,523	1,592	1,586	1,572	1,468	1,491	1,407	1,526

Fuente: Área de planeamiento U.O ARCATA

La figura N° 15 muestra la tendencia positiva en cuanto al aporte de producción de los tajos en el programa de producción mina, en cuanto a las leyes (Ag-Au) son muy constantes con mínimas variaciones sujetos a aspectos geológicos.

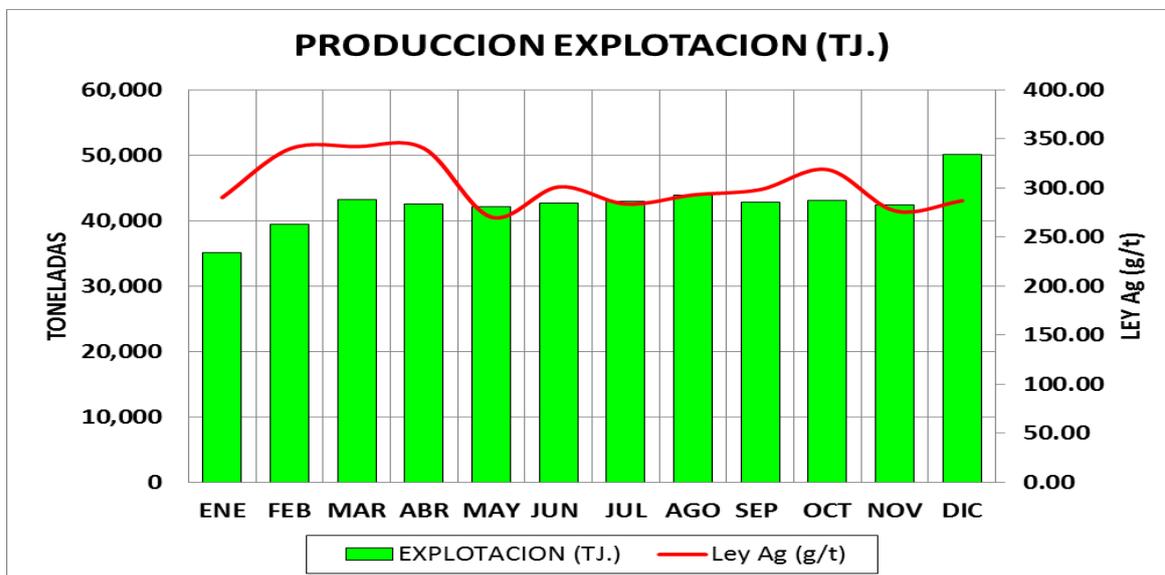


Figura N° 15: Producción mensual de tajos (explotación)

Fuente: Autor de tesis

En cuanto las preparaciones (Sub Niveles), la producción no es constante, es más los tres últimos meses no tienen ningún aporte, ya que no son trabajos exclusivos de explotación. Las leyes (Ag-Au) son considerablemente bajas con respecto a las que presentan los tajos, debido a que se ven afectados por la dilución.

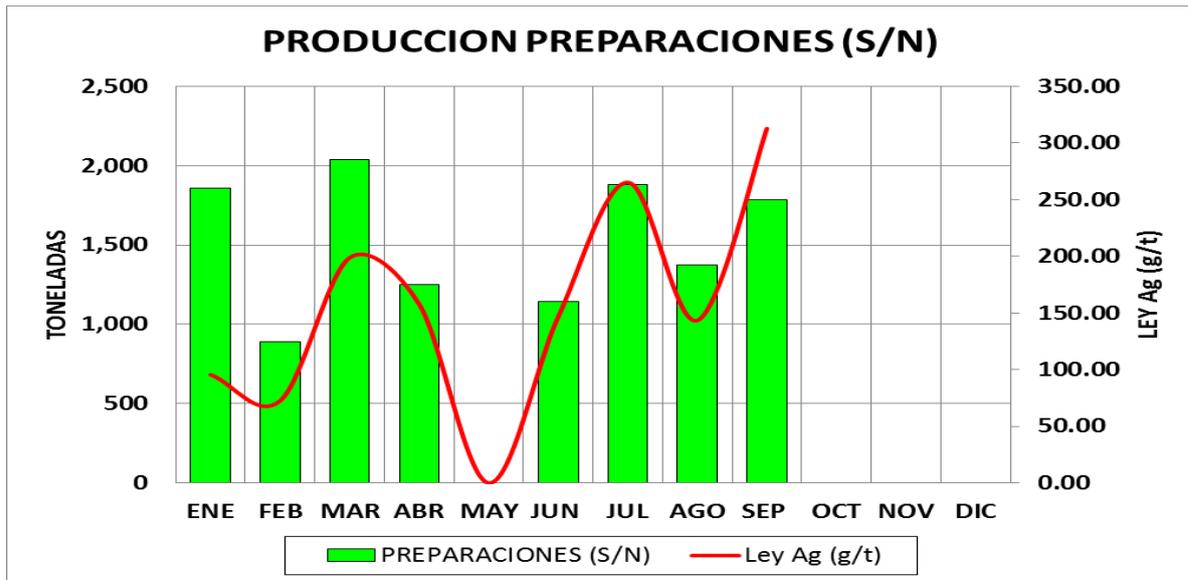


Figura N° 16: Producción mensual de sub niveles (preparaciones)  
Fuente: Autor de tesis

El aporte de los desarrollos (Galerías) al igual que las preparaciones (Sub Niveles) es considerablemente menor a la explotación (Tajos). Son labores de avance lineal el cual contempla porcentajes de dilución bastante altos con respecto a los tajos, que se ve influido en las leyes (Ag-Au).

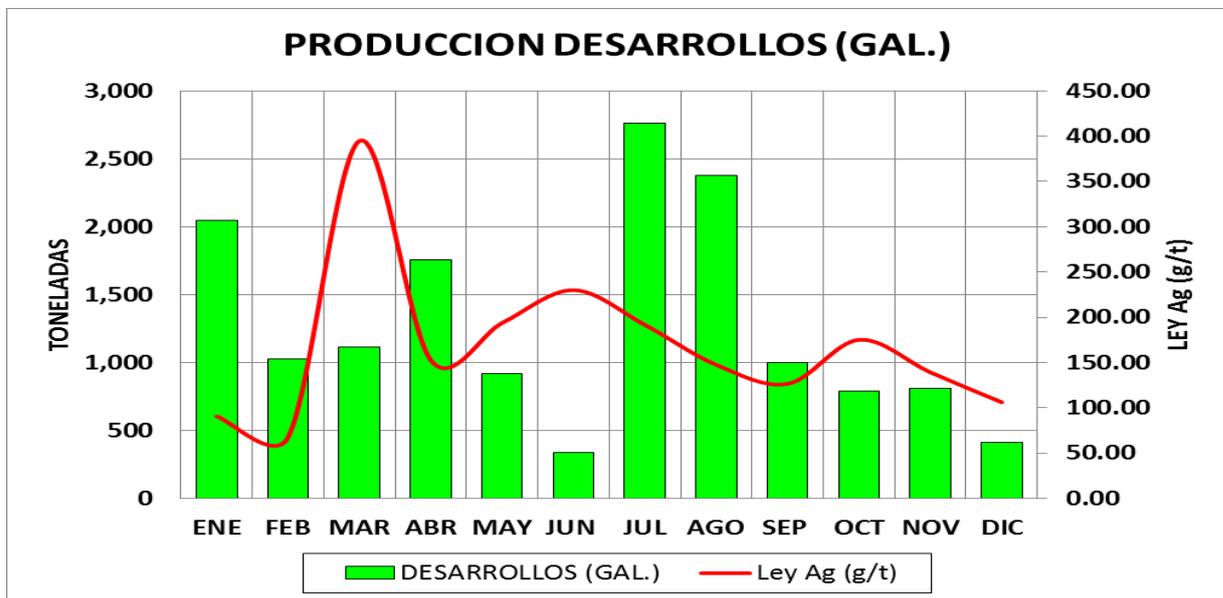


Figura N° 17: Producción mensual de sub niveles (desarrollos)  
Fuente: Autor de tesis

#### 5.4 Evaluación de recursos minerales veta Alexia

Este estudio es a fin de tener una idea más clara acerca del efecto de las variables que interceden en la evaluación económica de recursos minerales de la veta Alexia para la

determinación de su margen de contribución, se procederá a detallar la zona de recursos y evaluación de acceso y explotación al recurso de la veta Alexia.

### 5.4.1 Recursos minerales veta Alexia

En la siguiente figura N° 18, se observa la zona de los recursos de la veta Alexia delimitado por los 6 tajos que serán motivo de análisis y evaluación en el presente proyecto de investigación. El cuadro N° 10 se presenta las variables de la evaluación de recursos de la veta Alexia.

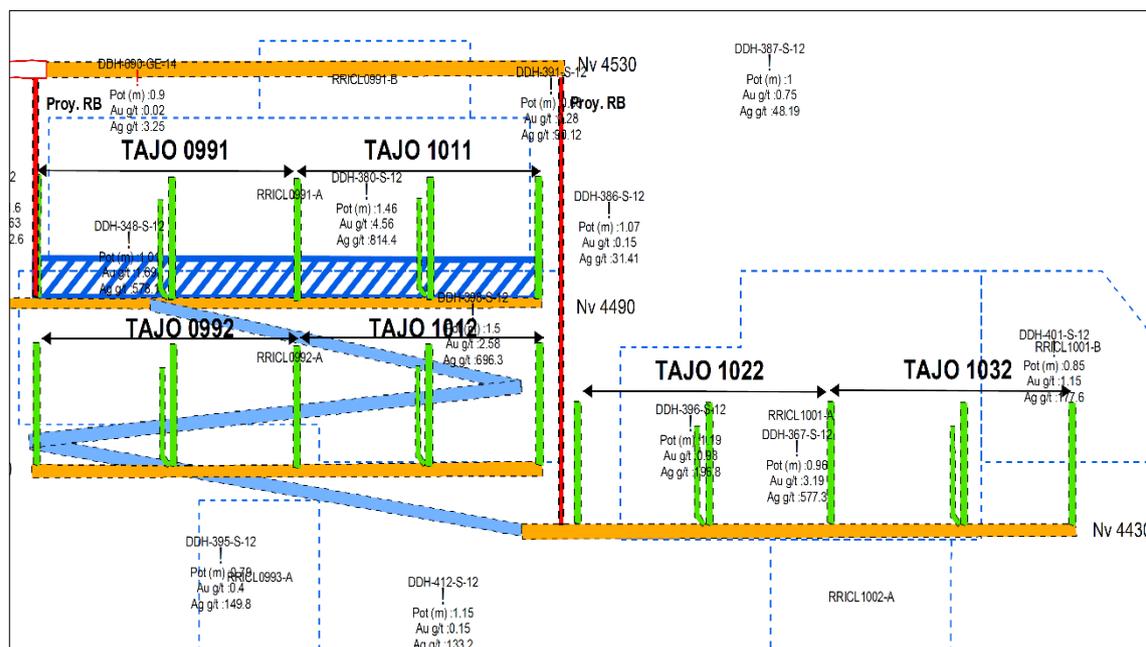


Figura N° 18: Recursos minerales veta Alexia (vista perfil)

Fuente: Área de planeamiento U.O ARCATA

Cuadro N° 10: Variables de la evaluación de recursos de la veta Alexia

POLÍGONO	VETA	NIVEL	TAJO	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)
RRICL0991-A	Alexia	4490	Tj 0991	9,490	578.10	1.69	1.01
			Tj 1011	15,242	814.40	4.56	1.46
RRICL0992-A	Alexia	4450	Tj 0992	9,144	542.60	1.59	1.10
			Tj 1012	11,784	696.30	2.58	1.50
RRICL1001-A	Alexia	4430	Tj 1022	11,802	196.80	0.98	1.19
			Tj 1032	10,022	577.30	3.19	0.96
<b>TOTAL RECURSOS</b>				<b>67,485</b>	<b>580.50</b>	<b>2.58</b>	<b>1.23</b>

Fuente: Autor de tesis

El cuadro considera toneladas de recursos minerales por tajo, leyes (Ag-Au) y potencia de la estructura. Para la evaluación de los recursos en cuanto se refiere a los totales de las leyes (Ag-Au) y potencia, están calculados por la media aritmética ponderada, que en este caso

vendrían a ser la ley media y la potencia media, se utiliza este cálculo estadístico ya están sujetos a las toneladas de recursos.

El cuadro N° 9, muestra una estimación total de recursos minerales de 67,485.00 Tn, con ley media de Ag 580.50 g/t, ley media de Au 2.58 g/t y una potencia media de veta de 1.23 m.

## 5.4.2 Evaluación de acceso y explotación a los recursos minerales de la veta Alexia

### 5.4.2.1 Diseño

El acceso a los tajos de la veta Alexia, los cuales se ubican en tres niveles diferentes, contempla los tipos de excavaciones típicos dentro de la mina Arcata los cuales son: Infraestructura de operación (rampas, basculantes, cruceros), infraestructura de desarrollo (By pass, ventanas), desarrollos (galerías, sub niveles), preparación (chimeneas).

Para los tajos que se considera en la evaluación económica de recursos minerales de la veta Alexia, se realizó un diseño apropiado en el acceso y explotación de los recursos. El cual se detalla a continuación por nivel de producción.

#### 5.4.2.1.1 Nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

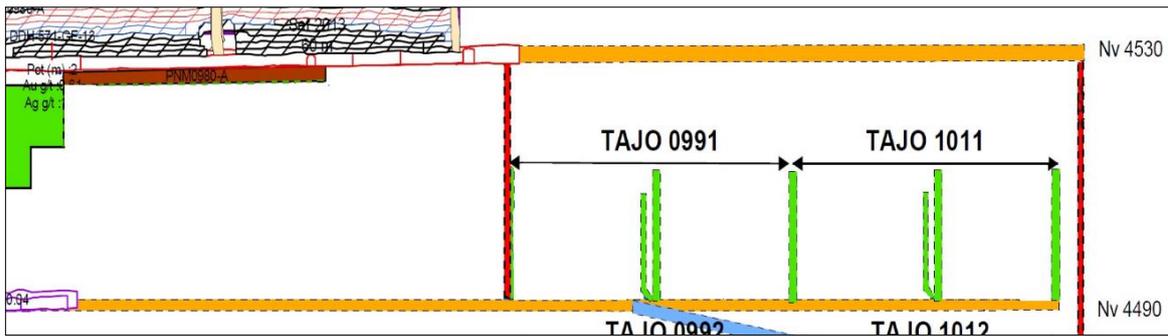
El diseño para el acceso a los recursos de los tajos 0091-1011 en el nivel 4490, requiere ejecutar un by pass a lo largo del rumbo de la veta de manera paralela se ejecutara galería sobre veta, además se desarrollara ventanas de acceso entre el by pass y la galería. Como labores de preparación a partir de las galerías se ejecutarán las chimeneas, tanto para acceso al tajo, para ventilación y ore pass; en el que su avance es de forma gradual a como ascienda el tajo.

El cuadro N° 10, muestra la cantidad de metros a ejecutar que considera el diseño.

**Cuadro N° 11:** Metraje de acceso al Nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

LABOR	SECCIÓN	CANT.	UND.	OBJETIVO	TIPO DE EXCAVACIÓN
By Pass	4.5 m x 4.0 m	360.0	m	Extracción de mineral	Infraestructura de desarrollo
Ventana	4.5 m x 4.0 m	50.0	m	Extracción de mineral	Infraestructura de desarrollo
Galería	2.4 m x 1.8 m	190.0	m	Preparación del tajo	Desarrollo
Chimenea camino	2.4 m x 1.2 m	200.0	m	Acceso al tajo	Preparación
Ore Pass	1.5 m x 1.5 m	80.0	m	Evacuación de mineral	Preparación
Raise borer	1.5 m	58.0	m	Servicio ventilación	Infraestructura de operación
<b>TOTAL ACCESO</b>		<b>938.0</b>	<b>m</b>		

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 19:** Diseño nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011)-vista perfil  
**Fuente:** Autor de tesis



**Figura N° 20:** Diseño nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011)-vista planta  
**Fuente:** Autor de tesis

#### 5.4.2.1.2 Nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

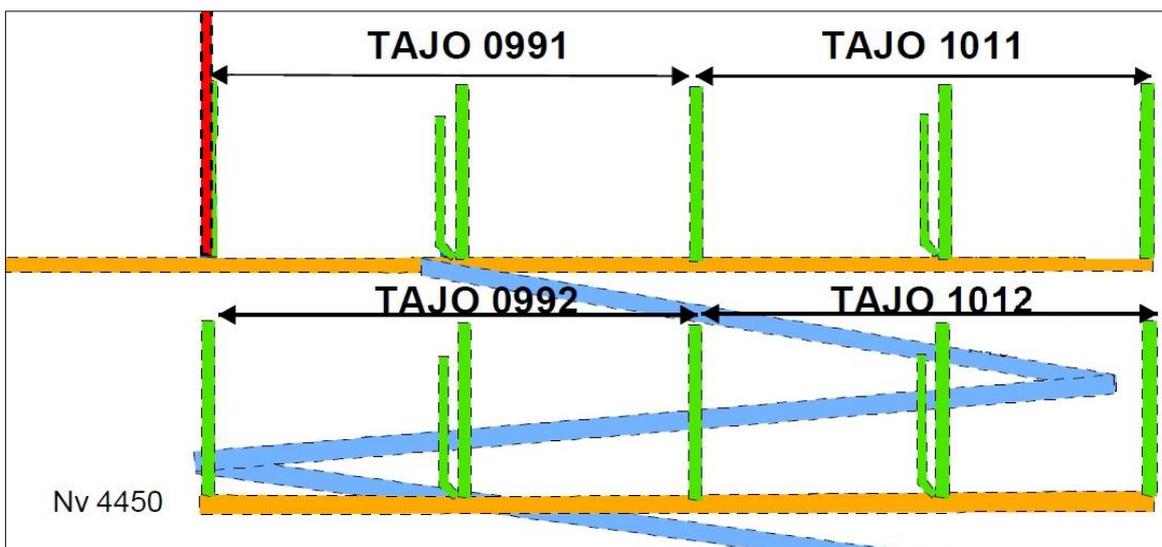
Para el acceso a los recursos de los tajos 0992-1012, demanda ejecutar un rampa de profundización del nivel 4490 al nivel 4450, se realizara un crucero desde la rampa hasta cortar veta de forma transversal, a partir de ello se desarrolla las galerías en ambas direcciones. Como labores de preparación a partir de las galerías se ejecutarán las chimeneas, tanto para acceso al tajo, para ventilación y ore pass; en el que su avance es de forma gradual a como ascienda el tajo.

El cuadro N° 11, muestra la cantidad de metros a ejecutar que considera el diseño.

**Cuadro N° 12:** (Tajo 0991-Tajo 1011) (Tajo 0992-Tajo 1012)

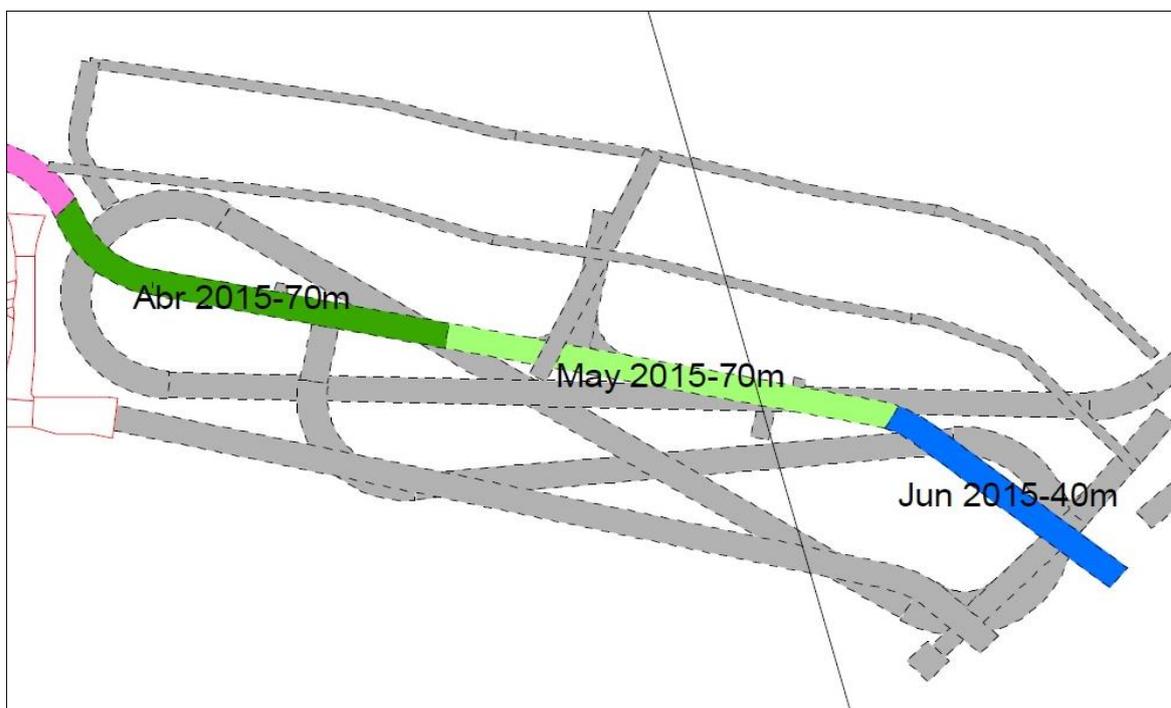
LABOR	SECCIÓN	CANT.	UND.	OBJETIVO	TIPO DE EXCAVACIÓN
Rampa	4.5 m x 4.0 m	420.0	m	Profundización de nivel	Infraestructura de operación
Crucero	3.0 m x 3.0 m	43.0	m	Extracción de mineral	Infraestructura de operación
Ventana	3.0 m x 3.0 m	27.0	m	Extracción de mineral	Infraestructura de operación
Galería	2.4 m x 1.8 m	187.0	m	Preparación del tajo	Desarrollo
Chimenea camino	2.4 m x 1.2 m	175.0	m	Acceso al tajo	Preparación
Ore Pass	1.5 m x 1.5 m	70.0	m	Evacuación de mineral	Preparación
<b>TOTAL ACCESO</b>		<b>922.0</b>	<b>m</b>		

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 21:** Diseño nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012)-vista perfil

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 22:** Diseño nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012)-vista planta

Fuente: Autor de tesis

**5.4.2.1.3 Nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)**

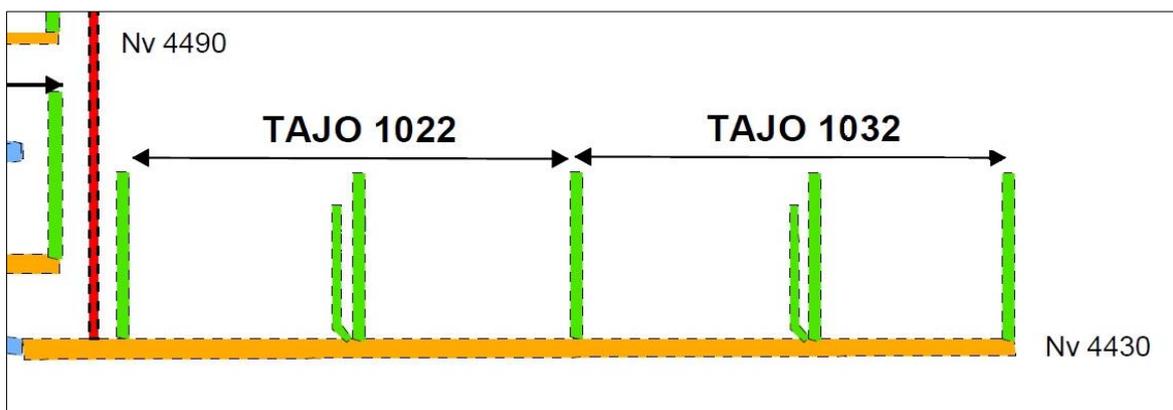
De igual forma se considera ejecutar un rampa de profundización del nivel 4450 al nivel 4430, finalizada la rampa se proyecta desarrollar by pass hasta alcanzar la veta en forma transversal, una vez alcanzada la veta se empiezan a realizar la galería, de forma paralela se procede a ejecutar by pass la cual mantendrá una separación de 20 metros con respecto al avance de la galería con el fin de direccionarlo si fuera necesario, además se harán cortadas o ventanas desde el by pass hacia la galería con propósitos de explotación. Como labores de preparación a partir de las galerías se ejecutarán las chimeneas, tanto para acceso al tajo, para ventilación y ore pass; en el que su avance es de forma gradual a como ascienda el tajo.

El cuadro N° 12, muestra la cantidad de metros a ejecutar que considera el diseño.

**Cuadro N° 13: Metraje de acceso al Nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)**

LABOR	SECCIÓN	CANT.	UND.	OBJETIVO	TIPO DE EXCAVACIÓN
Rampa	4.50 x 4.00	100.0	m	Profundización de nivel	Infraestructura de operación
By Pass	4.50 x 4.00	217.0	m	Extracción de mineral	Infraestructura de desarrollo
Ventana	4.50 x 4.00	75.0	m	Extracción de mineral	Infraestructura de desarrollo
Galería	2.40 x 1.80	195.0	m	Preparación del tajo	Preparación
Chimenea camino	2.40 x 1.20	200.0	m	Acceso al tajo	Preparación
Ore Pass	1.50 x 1.50	80.0	m	Evacuación de mineral	Preparación
Raise borer	1.5 m	118.0	m	Servicio Ventilación	Infraestructura de operación
<b>TOTAL ACCESO</b>		<b>985.0</b>	<b>m</b>		

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 23: Diseño nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032)-vista perfil**

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 24:** *Diseño nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032)-vista planta*  
**Fuente:** Autor de tesis

**5.4.2.1.4 Nivel 4530 (Diseño raise borer)**

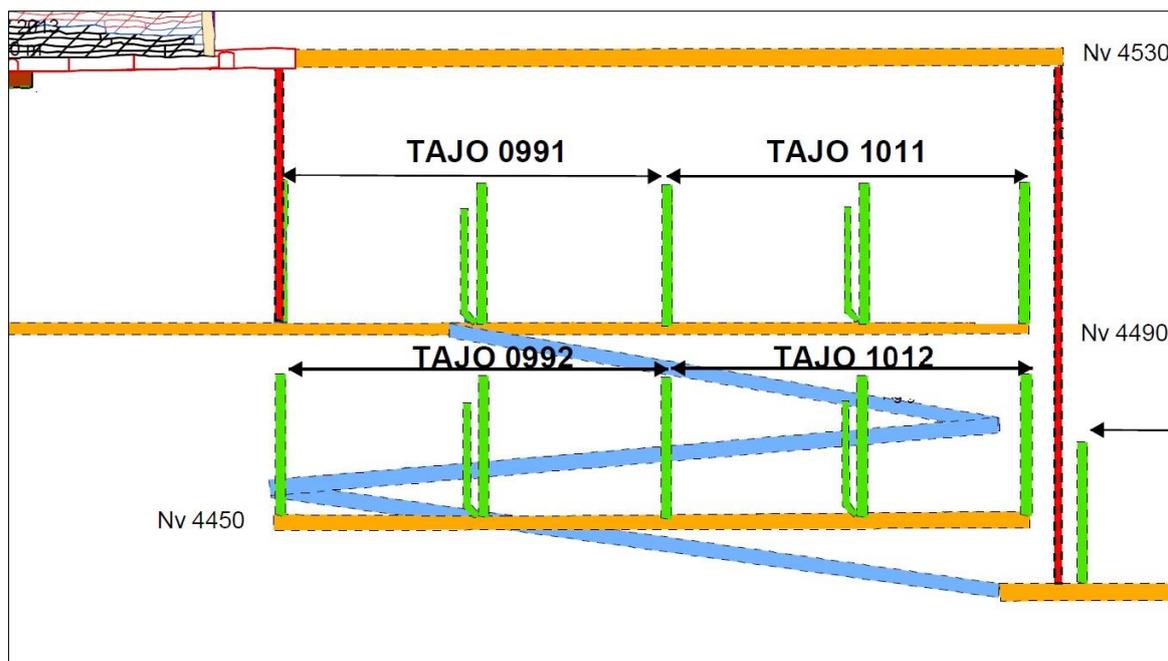
A medida que se ejecuta la profundización de niveles para la explotación de los tajos de la veta Alexia, es importante contar con una ventilación adecuada por lo que es necesario realizar chimeneas raise borer que permiten un buen flujo del aire. Se considera ejecutar el raise borer desde el nivel principal 4530, hasta los niveles de profundización que son el nivel 4490 y a 4430, los raise borer se ejecutaran de forma autónoma para cada nivel respectivamente.

El cuadro N° 13, muestra la cantidad de metros a ejecutar que considera el diseño.

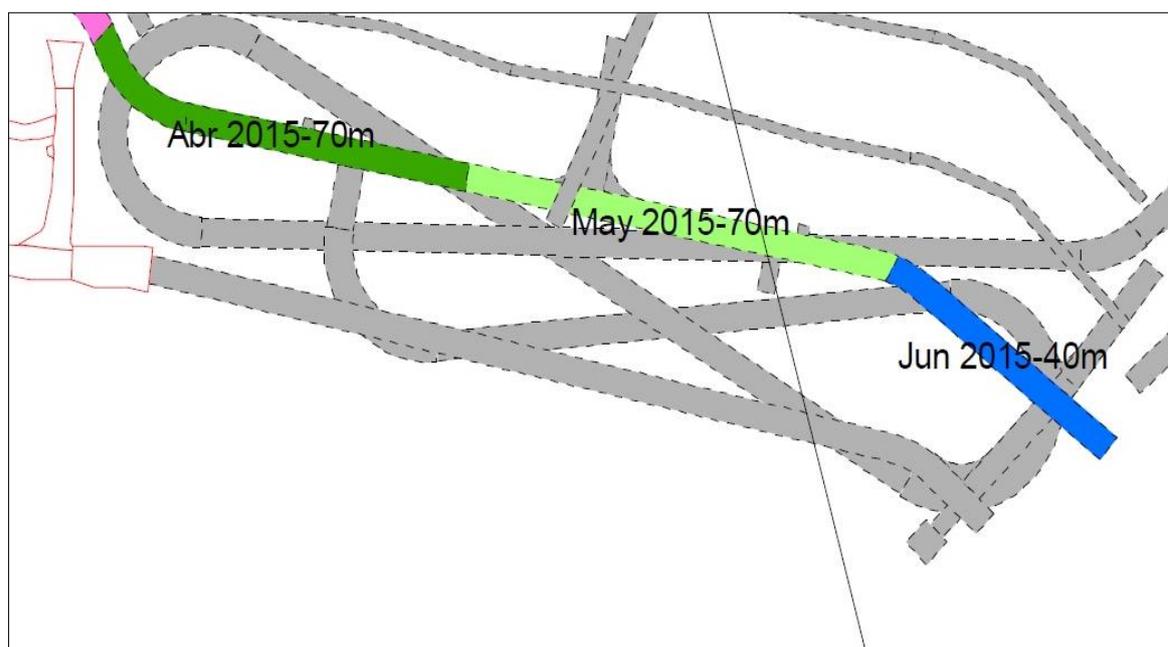
**Cuadro N° 14:** Metraje de acceso al Nivel 4530 (raise borer)

LABOR	SECCIÓN	CANT.	UND.	OBJETIVO	TIPO DE EXCAVACIÓN
Crucero	4.5 m x 4.0 m	150.0	m	Servicio ventilación	Infraestructura de operación
Cámara	4.5 m x 4.0 m	6.0	m	Cabeza de rb	Infraestructura de operación
Ventana	3.0 m x 3.0 m	50.0	m	Servicio ventilación	Infraestructura de operación
<b>TOTAL ACCESO</b>		<b>206.0</b>	<b>m</b>		

**Fuente:** Autor de tesis



**Figura N° 25:** *Diseño nivel 4530 (diseño raise borer)-vista perfil*  
**Fuente:** Autor de tesis



**Figura N° 26:** *Diseño nivel 4530 (diseño raise borer)-vista planta*  
**Fuente:** Autor de tesis

### 5.5 Evaluación técnica-económica de los recursos minerales de la veta Alexia

El análisis realizado en lo que respecta a recursos minerales y diseño de acceso y explotación, son el punto de partida para la presente evaluación que considerara la variable del porcentaje de dilución como el valor más importante dentro de la operación, con la única finalidad de determinar o no la explotación de los tajos de la veta Alexia, además de que dicha evaluación

nos ayudara a concluir si los recursos minerales evaluados pasaran a formar parte de las reservas minerales de la veta Alexia.

### **5.5.1 Estimación de recursos**

#### **5.5.1.1 Criterios y normas de estimación**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se emplearon las siguientes normas y criterios para el cálculo de recursos (estimación):

##### **5.5.1.1.1 Muestreos**

El muestreo en la veta Alexia en los tres niveles que son motivo de estudio en el presente trabajo de investigación, ha sido hecho a partir de sondeos de perforaciones diamantinas de forma sistemática. Las muestras fueron tomadas selectivamente cubriendo la parte mineralizada de la veta Alexia, pero en algunos casos también se ha incluido brechas y zonas de alteración.

##### **5.5.1.1.2 Bloques de estimación**

Los bloques de estimación de los recursos minerales están determinado por la proyección de las chimeneas (altura de minado) que se desarrollan a partir de las galerías (longitud de minado).

Los bloques de estimación se han definido considerando el área encerrada entre galerías y chimeneas. El perfil de la veta se ha idealizado, y se han formado figuras geométricas sin las irregularidades.

##### **5.5.1.1.3 Potencia de la veta**

La potencia de la veta Alexia, se da a partir de los resultados de sondeos de perforaciones diamantinas de forma sistemática. Las muestras fueron tomadas selectivamente cubriendo la parte mineralizada de la veta Alexia.

##### **5.5.1.1.4 Densidad del mineral**

Se tomaron muestra de la veta Alexia, a partir de los resultados de sondeos de perforaciones diamantinas de forma sistemática, se tomaron muestras de mineral en los diferentes niveles para realizar ensayos. Los resultados dieron un peso específico promedio de 2.61

El cuadro N° 14, muestra el cálculo de la estimación total de los recursos minerales de cada uno de los 6 tajos de la veta Alexia, evaluados y calculados tomando todos los criterios y normas de estimación: muestreos, bloques de estimación (longitud de la galería y altura a minar de cada tajo), potencia de veta y densidad de mineral.

**Cuadro N° 15:** Estimación de recursos veta Alexia por tajo

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ALTURA MINADO (m)	LONGITUD GALERÍA (m)	DENSIDAD	RECURSOS (t)
		Ore (m)			t/m <sup>3</sup>	
4490	Tj 0991	1.01	40.0	90.0	2.61	9,490
	Tj 1011	1.46	40.0	100.0		15,242
4450	Tj 0992	1.10	35.0	91.0	2.61	9,144
	Tj 1012	1.50	35.0	86.0		11,784
4430	Tj 1022	1.19	40.0	95.0	2.61	11,802
	Tj 1032	0.96	40.0	100.0		10,022

Fuente: Autor de tesis

### 5.5.2 Evaluación y cálculo de recursos veta Alexia (Ley media)

El cálculo de la ley media para los tajos a evaluar de la veta Alexia, se da a partir de tener el resultado de la interpretación geológica de los recursos y leyes. La ley media está calculado por la media aritmética ponderada de las leyes con respecto a los recursos de los 6 tajos de la veta Alexia. Ver cuadro N° 15.

**Cuadro N° 16:** Cálculo recursos veta Alexia y ley media

POLÍGONO	VETA	NIVEL	TAJO	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)
RRICL0991-A	Alexia	4490	Tj 0991	9,490	578.10	1.69	1.01
			Tj 1011	15,242	814.40	4.56	1.46
RRICL0992-A	Alexia	4450	Tj 0992	9,144	542.60	1.59	1.10
			Tj 1012	11,784	696.30	2.58	1.50
RRICL1001-A	Alexia	4430	Tj 1022	11,802	196.80	0.98	1.19
			Tj 1032	10,022	577.30	3.19	0.96
<b>TOTAL RECURSOS</b>				<b>67,485</b>	<b>580.50</b>	<b>2.58</b>	<b>1.23</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.5.3 Evaluación de la variable del porcentaje de dilución

Los recursos diluidos son el resultado de considerar la variable operacional del porcentaje de dilución, que tiene como premisas el tipo de roca que encajona la estructura, ancho de minado a ejecutar y sistema de limpieza que se va utilizar en cada tajo.

El cuadro muestra los valores de dilución a contemplar en cada tajo de la veta Alexia, teniendo en cuenta las premisas mencionadas líneas arriba, además indica el tipo de explotación y sistema de limpieza que se planea ejecutar.

**Cuadro N° 17:** Valores de dilución de la veta Alexia por tajo

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ANCHO DE MINADO	DILUCIÓN PLANEADA	LIMPIEZA	TIPO
		Ore (m)				
4490	Tj 0991	1.01	1.37	35.71%	Winche	Convencional
	Tj 1011	1.46	1.98	35.71%	Microscop	Mecanizado
4450	Tj 0992	1.10	1.50	36.55%	Winche	Convencional
	Tj 1012	1.50	2.05	36.55%	Microscop	Mecanizado
4430	Tj 1022	1.19	1.62	35.91%	Winche	Convencional
	Tj 1032	0.96	1.30	35.91%	Winche	Convencional

Fuente: Autor de tesis

### 5.5.4 Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley media diluida

La variable de la dilución afecta en forma directa los resultados de la evaluación de los recursos y las leyes de mineral, lo que implica que para la evaluación de los recursos minerales de la veta Alexia, es necesario considerar recursos diluidos y ley media diluida.

**Cuadro N° 18:** Cálculo recursos diluidos y ley media diluida

POLÍGONO	VETA	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA Ore (m)	ANCHO DE MINADO
					Ag (g/t)	Au (g/t)		
RRICL0991-A	Alexia	Tj 0991	35.71%	12,878	371.68	1.09	1.01	1.37
		Tj 1011	35.71%	20,685	523.61	2.93	1.46	1.98
RRICL0992-A	Alexia	Tj 0992	36.55%	12,487	344.26	1.01	1.10	1.50
		Tj 1012	36.55%	16,092	441.78	1.64	1.50	2.05
RRICL1001-A	Alexia	Tj 1022	35.91%	16,041	126.12	0.63	1.19	1.62
		Tj 1032	35.91%	13,622	369.98	2.04	0.96	1.30
<b>TOTAL RECURSOS DILUIDOS</b>			<b>36.04%</b>	<b>91,804</b>	<b>371.31</b>	<b>1.65</b>	<b>1.23</b>	<b>1.68</b>

Fuente: Autor de tesis

De igual forma que el cálculo de la ley media de realiza el cálculo de la ley media diluida.

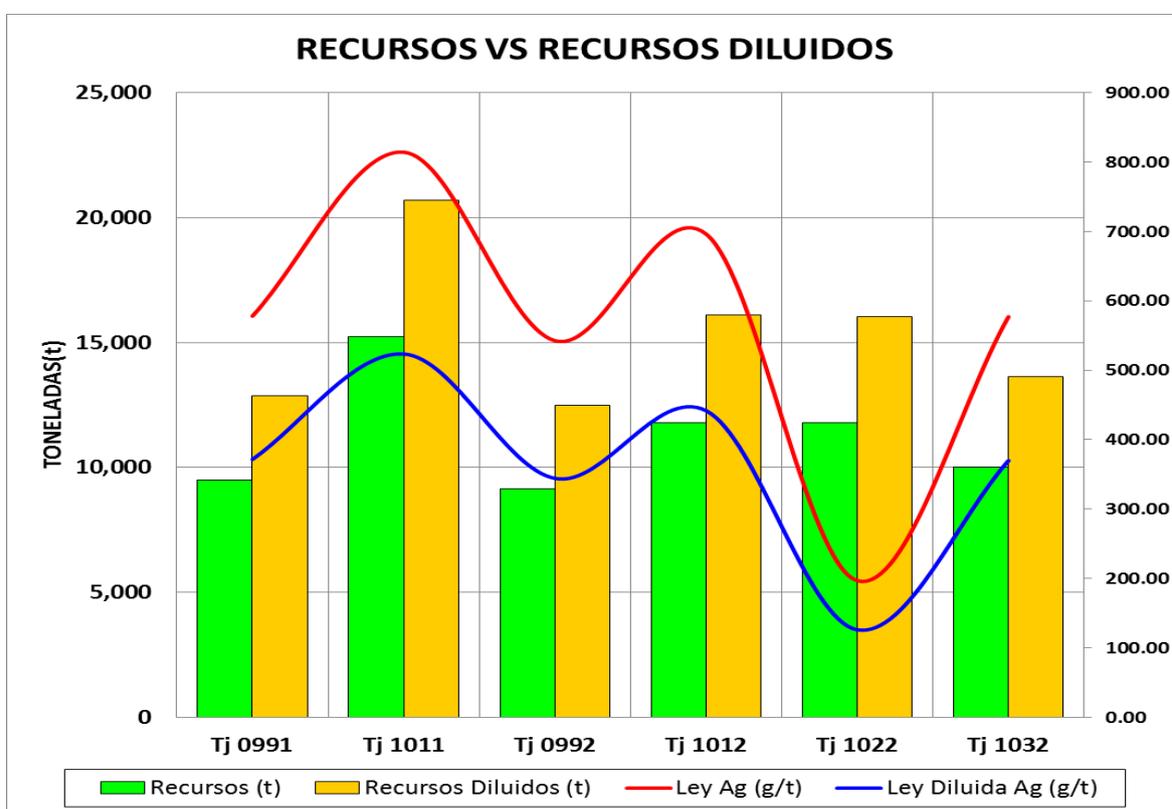
### 5.5.5 Recursos vs recursos diluidos

El cuadro N° 18, muestra un análisis de la variación de recursos vs recursos diluidos y ley (Ag-Au) vs ley diluida (Ag-Au) en los 6 tajos evaluados de veta Alexia, se tiene la consideración de la dilución planeada para cada tajo a explotar. En lo que respecta a la operación la variable del porcentaje de dilución es quizá la premisa más importante, con respecto a la evaluación económica.

**Cuadro N° 19:** Recursos vs recursos diluidos

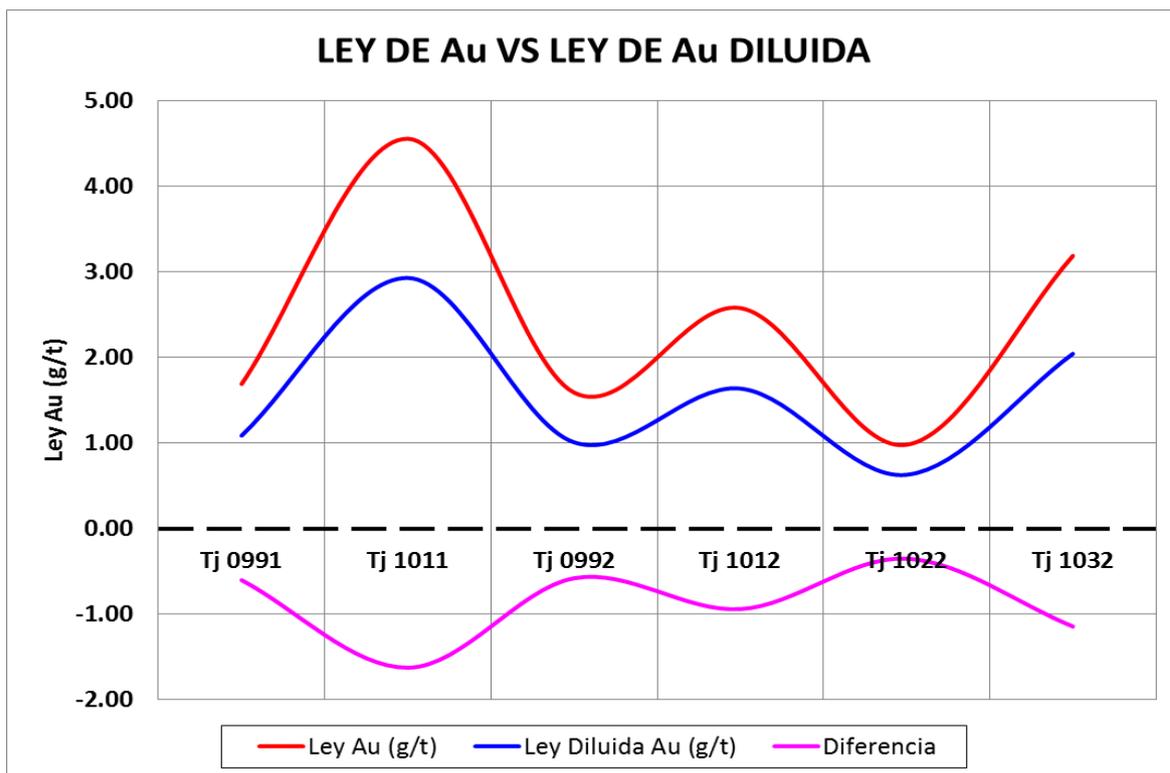
RECURSOS VS RECURSOS DILUIDOS (VETA ALEXIA)							
TAJOS	Tj 0991	Tj 1011	Tj 0992	Tj 1012	Tj 1022	Tj 1032	TOTAL
Dilución Planeada	35.71%	35.71%	36.55%	36.55%	35.91%	35.91%	36.04%
Recursos (t)	9,490	15,242	9,144	11,784	11,802	10,022	67,485
Recursos Diluidos (t)	12,878	20,685	12,487	16,092	16,041	13,622	91,804
<b>Diferencia (t)</b>	<b>3,389</b>	<b>5,443</b>	<b>3,342</b>	<b>4,307</b>	<b>4,239</b>	<b>3,599</b>	<b>24,319</b>
Ley Ag (g/t)	578.10	814.40	542.60	696.30	196.80	577.30	580.50
Ley Diluida Ag (g/t)	371.68	523.61	344.26	441.78	126.12	369.98	371.31
<b>Diferencia (g/t)</b>	<b>-206.42</b>	<b>-290.79</b>	<b>-198.34</b>	<b>-254.52</b>	<b>-70.68</b>	<b>-207.32</b>	<b>-209.19</b>
Ley Au (g/t)	1.69	4.56	1.59	2.58	0.98	3.19	2.58
Ley Diluida Au (g/t)	1.09	2.93	1.01	1.64	0.63	2.04	1.65
<b>Diferencia (g/t)</b>	<b>-0.60</b>	<b>-1.63</b>	<b>-0.58</b>	<b>-0.94</b>	<b>-0.35</b>	<b>-1.15</b>	<b>-0.93</b>

Fuente: Autor de tesis

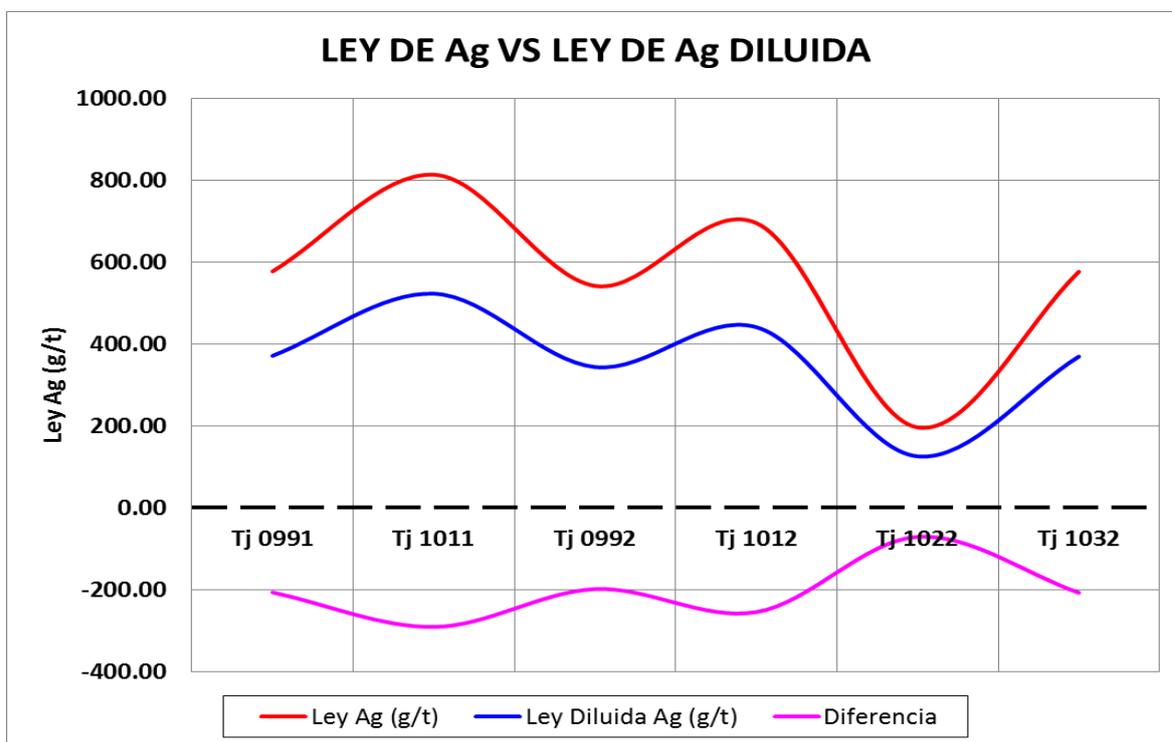


**Figura N° 27:** Comparativo de recursos vs recursos diluidos

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 28:** Comparativo de ley de Au vs ley Au diluido  
**Fuente:** Autor de tesis



**Figura N° 29:** Comparativo de ley de Ag vs ley Ag diluido  
**Fuente:** Autor de tesis

La consideración de la variable del porcentaje dilución que se contempla para cada uno de los tajos de la veta Alexia, tiene efectos en lo que respecta a los recursos y leyes. En la figura

N°27, se muestra el aumento de forma considerable en lo que se refiere a las toneladas de recursos y la gran disminución en el valor de las leyes (Ag-Au). Para la evaluación de los recursos minerales de la veta Alexia es importante el cálculo y la consideración de los recursos diluidos y leyes diluidas como se muestra en el cuadro N° 19.

#### **5.5.6 Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad (diseño)**

Para la explotación de los tajos de la veta Alexia se elaboró un diseño, teniendo en cuenta todas las consideraciones necesarias. El cuadro N° 19, indica las labores a ejecutar para la evaluación de acceso y explotación de los tajos, cantidad de metros a ejecutar, tarifa de las labores y la inversión con respecto a las toneladas de recursos minerales diluidos.

**Cuadro N° 20:** Inversión infraestructura de accesibilidad

NIVEL	LABOR	SECCIÓN	CANT. (m)	TARIFA (US\$/m)	PARCIAL (US\$)	INVERSIÓN (US\$/t)
4530	Crucero	4.5 m x 4.0 m	150.0	742.0	111,307	1.21
	Camara	4.0 m x 4.0 m	6.0	738.5	4,431	0.05
	Ventana	3.0 m x 3.0 m	50.0	618.8	30,942	0.34
<b>TOTAL INVERSIÓN NIVEL 4530</b>					<b>146,680</b>	<b>1.60</b>
4490	By Pass	4.5 m x 4.0 m	360.0	742.0	267,136	2.91
	Ventana	4.0 m x 4.0 m	50.0	738.5	36,927	0.40
	Galería	2.4 m x 1.8 m	190.0	418.8	79,577	0.87
	Chimenea camino	2.4 m x 1.2 m	200.0	301.6	60,317	0.66
	Ore Pass	1.5 m x 1.5 m	80.0	272.0	21,760	0.24
	Raise Borer	1.5 m	58.0	618.0	35,846	0.39
	Tolva	-	2.0	2,071.0	4,142	0.05
<b>TOTAL INVERSIÓN NIVEL 4490</b>					<b>505,704</b>	<b>5.51</b>
4450	Rampa	4.5 m x 4.0 m	420.0	771.6	324,085	3.53
	Crucero	3.0 m x 3.0 m	43.0	618.8	26,610	0.29
	Ventana	3.0 m x 3.0 m	27.0	618.8	16,708	0.18
	Galería	2.4 m x 1.8 m	187.0	418.8	78,320	0.85
	Chimenea camino	2.4 m x 1.2 m	175.0	301.6	52,777	0.57
	Ore Pass	1.5 m x 1.5 m	70.0	272.0	19,040	0.21
	Tolva	-	2.0	2,071.0	4,142	0.05
<b>TOTAL INVERSIÓN NIVEL 4450</b>					<b>521,683</b>	<b>5.68</b>
4430	Rampa	4.5 m x 4.0 m	100.0	771.6	77,163	0.84
	By Pass	4.5 m x 4.0 m	217.0	742.0	161,024	1.75
	Ventana	4.0 m x 4.0 m	100.0	738.5	73,854	0.80
	Galería	2.40 x 1.80	195.0	418.8	81,671	0.89
	Chimenea camino	2.40 x 1.20	200.0	301.6	60,317	0.66
	Ore Pass	1.50 x 1.50	80.0	272.0	21,760	0.24
	Raise Borer	1.5 m	118.0	618.0	72,927	0.79
	Tolva	-	2.0	2,071.0	4,142	0.05
<b>TOTAL INVERSIÓN NIVEL 4430</b>					<b>552,858</b>	<b>6.02</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>					<b>1,726,925</b>	<b>18.81</b>

Fuente: Autor de tesis

La tarifa del metro de avance contempla el sostenimiento y transporte de desmote, para la determinación de la inversión expresada en dólares por tonelada, se realiza la división del total parcial por labor entre las toneladas totales de los recursos diluidos.

### 5.5.7 Cálculo del Cut Off (ley de corte)

Es necesario establecer el Cut Off, considerando un escenario actual de cotización de precio de los metales y de acuerdo a los costos operaciones, costos fijos y costos variables.

**Cuadro N° 21:** Cut Off económico y valor de punto (Ag-Au)

CONCEPTO	VALOR (US\$/t)	Ag_Equi (g/t)
Desmonte	<51.00	-
Sub marginal	51.0	136.0
Cut Off marginal (Cost. Var)	73.4	195.0
<b>Cut Off económico (Cost. Tot)</b>	<b>108.7</b>	<b>289.0</b>
Cut Off 1.5 econ.	163.0	433.5
Cut Off 2.0 econ.	217.4	578.0
<b>Valor punto de Ag (US\$/t)</b>	<b>0.38</b>	
<b>Valor punto de Au (US\$/t)</b>	<b>28.75</b>	

Fuente: Autor de tesis

Cut Off Marginal, es aquel valor expresado en US\$/t que representa un punto de equilibrio en los costos de explotación, es decir no representa ganancia ni perdida pero nos sirve de base para orientar nuestros resultados a beneficios mayores. Expresado de otra forma es el costo que cubre los costos variables es decir aquellos relacionados directamente a la producción incluido el costo directo pero de mina.

Cut off económico, parámetro expresado en US\$/t, el mismo que representa aquel valor que cubre tanto los costos variables como los costos fijos establecidos de acuerdo a la coyuntura actual y los ritmos de producción en cada empresa minera.

Estos parámetros nos permitirán obtener un modelo de bloques diferenciado aparte de la categoría donde se encuentre medido, indicado o inferido, agrupar el modelo de bloques por leyes tanto de plata, oro, potencia y sobre todo el valor de mineral. Para ello es necesario el uso del valor punto tanto para la ley de oro y de plata.

### 5.5.8 Cálculo de valor del mineral

El valor de mineral, parámetro que expresa el valor de cada bloque en US\$/t, es un parámetro estimado a partir del cut off y del valor punto a una determinada cotización, factible para el planteamiento de diferentes escenarios, este parámetro nos permitirá clasificar los recursos minerales de la veta Alexia por valor de mineral de cada uno de los tajos evaluados en los tres niveles.

**Cuadro N° 22:** Cálculo valor del mineral veta Alexia

NIVEL	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		VALOR PUNTO		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)
				Ag (g/t)	Au (g/t)	Ag (US\$/t)	Au (US\$/t)	
4490	Tj 0991	35.71%	12,878	371.68	1.09	0.38	28.75	171.03
	Tj 1011	35.71%	20,685	523.61	2.93	0.38	28.75	281.22
4450	Tj 0992	36.55%	12,487	344.26	1.01	0.38	28.75	158.48
	Tj 1012	36.55%	16,092	441.78	1.64	0.38	28.75	213.21
4430	Tj 1022	35.91%	16,041	126.12	0.63	0.38	28.75	65.49
	Tj 1032	35.91%	13,622	369.98	2.04	0.38	28.75	197.92
<b>TOTALES</b>		<b>36.04%</b>	<b>91,804</b>	<b>371.31</b>	<b>1.65</b>	<b>0.38</b>	<b>28.75</b>	<b>187.09</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.5.9 Evaluación económica veta Alexia

Con los cálculos realizados en los cuadros anteriores, se tiene la evaluación económica de los recursos minerales de los 6 tajos de la veta Alexia, considerando 10 escenarios diferentes de dilución a partir de la dilución media, que nos indicaran la variación y el comportamiento del valor del mineral que generan el resultado del margen bruto y margen económico de los recursos evaluados. Ver cuadro N° 22.

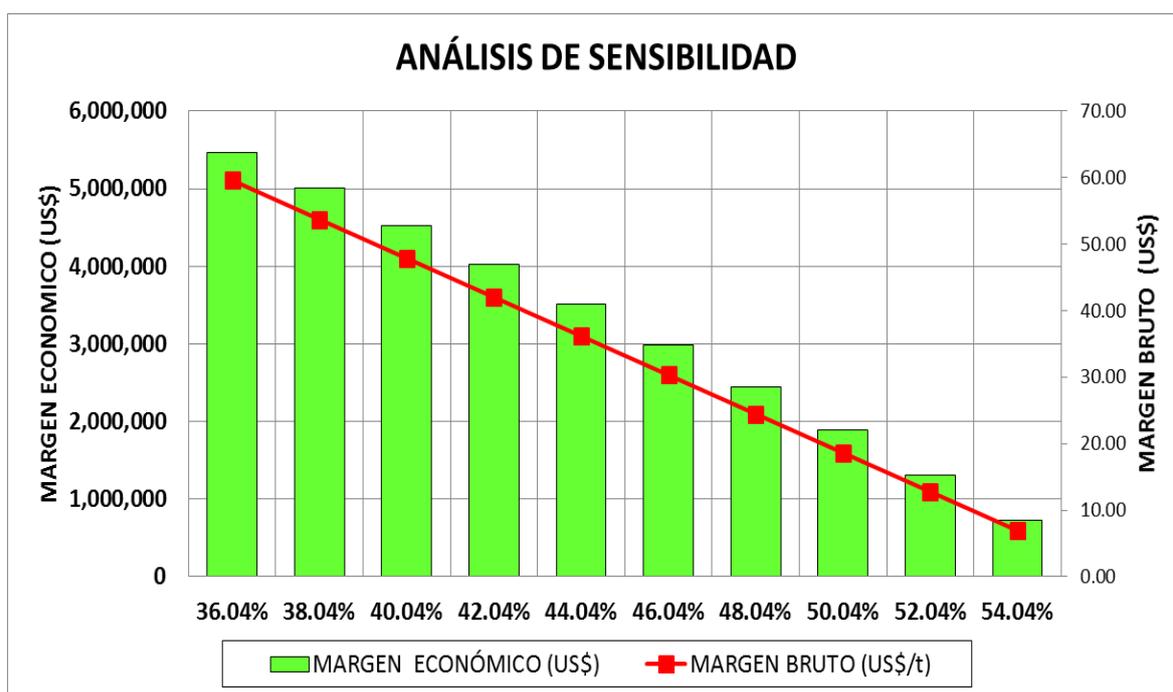
**Cuadro N° 23:** Evaluación económica recursos minerales veta Alexia

DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS DILUIDOS (t)	LEYES		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)	CUT-OFF (US\$/t)	INVERSIONES (US\$/t)	MARGEN BRUTO (US\$/t)	MARGEN ECONÓMICO (US\$)
		Ag (g/t)	Au (g/t)					
<b>36.04%</b>	<b>91,804</b>	<b>371.31</b>	<b>1.65</b>	<b>187.09</b>	<b>108.69</b>	<b>18.81</b>	<b>59.59</b>	<b>5,470,802</b>
38.04%	93,155	359.70	1.60	181.22	108.69	18.81	53.72	5,004,039
40.04%	94,504	348.09	1.55	175.37	108.69	18.81	47.87	4,523,766
42.04%	95,854	336.48	1.49	169.52	108.69	18.81	42.02	4,027,704
44.04%	97,204	324.87	1.44	163.67	108.69	18.81	36.17	3,515,853
46.04%	98,553	313.26	1.39	157.82	108.69	18.81	30.32	2,988,212
48.04%	99,903	301.65	1.34	151.97	108.69	18.81	24.47	2,444,781
50.04%	101,253	290.04	1.29	146.12	108.69	18.81	18.62	1,885,561
52.04%	102,603	278.43	1.24	140.27	108.69	18.81	12.77	1,310,552
54.04%	103,952	266.82	1.19	134.42	108.69	18.81	6.92	719,753

Fuente: Autor de tesis

El cuadro N° 22, se muestra la evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia teniendo en cuenta todas las consideraciones, se observa que se tiene un resultado positivo de margen de contribución (margen neto y margen económico), por consiguiente, los recursos evaluados son económicamente explotables generando márgenes positivos de contribución, en tal sentido los recursos evaluados de la veta Alexia pasaran a formar parte de las reservas de la unidad operativa Arcata. La incorporación de reservas de la veta Alexia es de 91,804 toneladas con leyes de Ag 371.31 g/t y Au 1.65 g/t.

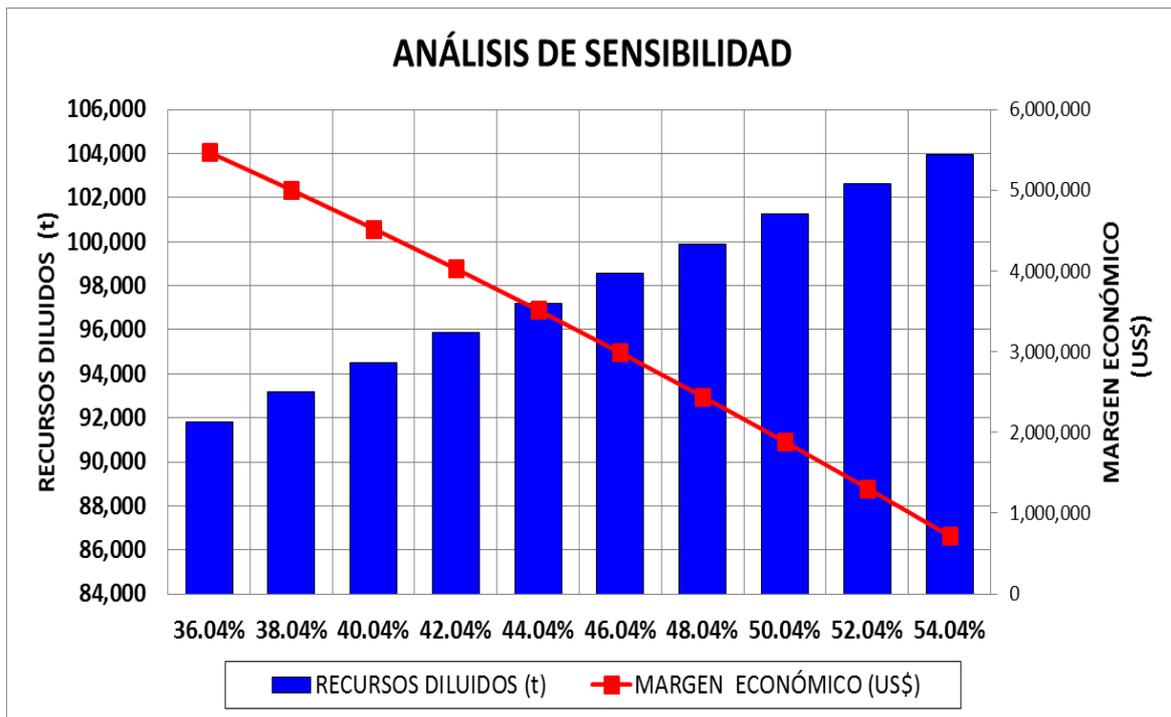
5.5.10 Análisis de sensibilidad



**Figura N° 30:** Análisis de sensibilidad margen neto-económico con respecto a la dilución  
**Fuente:** Autor de tesis

En la figura N°30, se muestra el análisis de sensibilidad del margen de contribución (margen neto y margen económico), con respecto a los escenarios de dilución, se puede observar que el aumento de dilución tiene directa influencia de forma negativa hacia el margen neto y bruto, esto se debe a cuando la dilución aumenta los recursos también lo hacen de forma proporcional, todo lo contrario ocurre con las leyes de Ag y Au que sufren una disminución también proporcional a la dilución. A momento de calcular el valor del mineral esta disminución de leyes tiene efecto determinante, que en lo posterior tiene resultado en el margen neto y económico.

De acuerdo al gráfico de la figura N°30, se puede observar que el margen de contribución es positivo, por lo que se sugiere la explotación de los tajos de la veta Alexia.



**Figura N° 31:** Análisis de sensibilidad recursos minerales-margen económico con respecto a la dilución

**Fuente:** Autor de tesis

En la figura N°31, se muestra el análisis de sensibilidad de los recursos minerales y margen económico con respecto a los escenarios de dilución. El análisis muestra claramente que a medida que la dilución aumenta los recursos también lo hacen, todo lo contrario ocurre con el aporte del margen bruto que sufre disminución considerable. Lo que la figura indica es que no por tener mayor aporte de reservas minerales se tendrá similar margen de contribución, debido a que las leyes disminuyen con el aumento de la dilución.

### 5.5.11 Desarrollo del programa de producción

#### 5.5.11.1 Ciclo de minado

Para el ciclo de minado se toma como inicio semanal el día viernes por ser cambio de guardia. El método de explotación convencional (limpieza con winche), considera mayor número de días de limpieza dentro del ciclo de minado, lo que influye de forma considerable en la producción.

El método de explotación mecanizado (limpieza con microscop), el ciclo es mucho más fluido por la rapidez de la limpieza lo que nos logra generar mayor producción. Ver figura N°32:

	PERF		LIMPIEZA	RELLENO			
EXPLORACIÓN	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
CONVENCIONAL	Perf	Perf	Limp	Limp	Limp	Rel	Rel
MECANIZADO	Rel	Rel	Perf	Perf	Limp	Limp	Rel

Figura N° 32: Programa del ciclo de minado semanal

Fuente: Autor de tesis

En la figura N°32, se considera que para el cálculo de producción mensual de los tajos, por el método convencional se realizara 4 voladuras durante el mes; y en cuanto al método mecanizado se realizara 5 voladuras durante el mes.

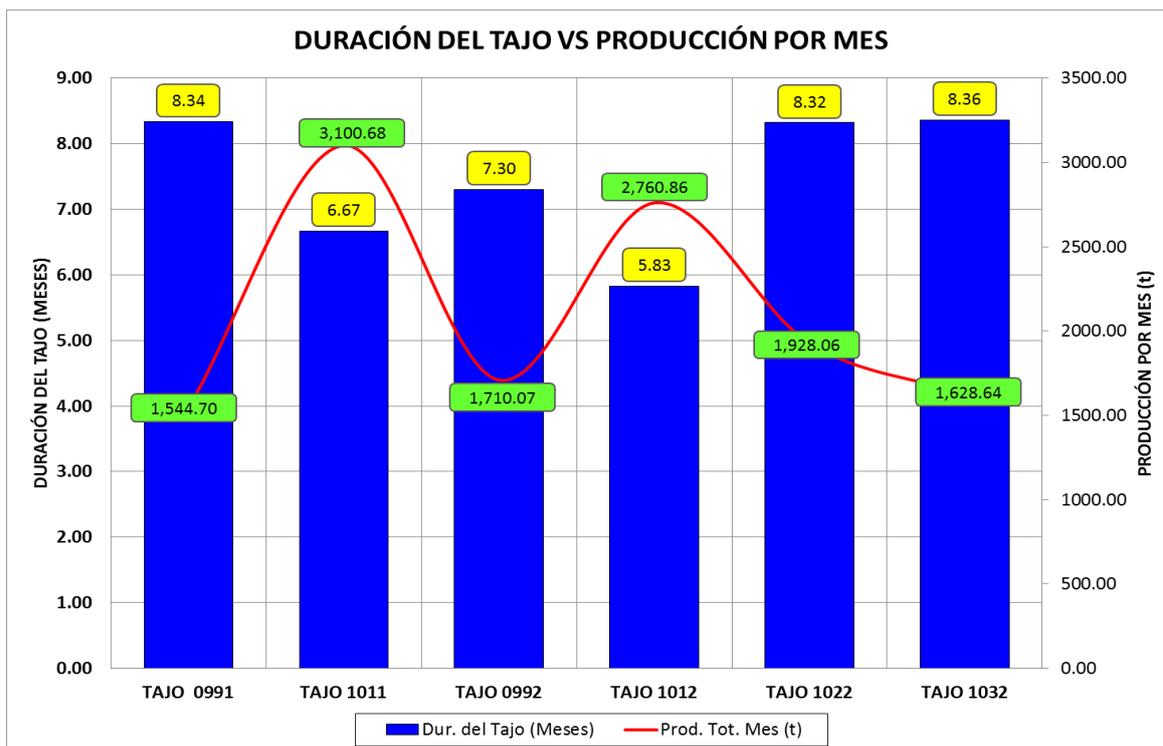
### 5.5.11.2 Cálculo de duración de los tajos de la veta Alexia

El cuadro N° 23, muestra el cálculo de la producción total de los tajos de la veta Alexia por mes y la duración que tendrán cada uno de ellos de acuerdo a sus reservas.

Cuadro N° 24: Cálculo de duración de los tajos de la veta Alexia

DATOS	CONVENCIONAL		MECANIZADO		CONVENCIONAL		MECANIZADO		CONVENCIONAL		CONVENCIONAL	
	TAJO 0991		TAJO 1011		TAJO 0992		TAJO 1012		TAJO 1022		TAJO 1032	
	Ala NE	Ala SW	Ala NE	Ala SW	Ala NE	Ala SW	Ala NE	Ala SW	Ala NE	Ala SW	Ala NE	Ala SW
Longitud (m)	45.00	45.00	50.00	50.00	45.00	46.00	40.00	46.00	45.00	50.00	50.00	50.00
Altura de Perf. (m)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Ancho de Minado (m)	1.37	1.37	1.98	1.98	1.50	1.50	2.05	2.05	1.62	1.62	1.30	1.30
Densidad (t/m³)	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61
Prod. Por Disparo (t)	193.09	193.09	310.07	310.07	211.41	216.11	256.82	295.35	228.32	253.69	203.58	203.58
Prod. Por Mes (t)	772.35	772.35	1550.34	1550.34	845.64	864.43	1284.12	1476.74	913.29	1014.77	814.32	814.32
Prod. Tot. Mes (t)	1544.70		3100.68		1710.07		2760.86		1928.06		1628.64	
Reservas (t)	12,878		20,685		12,487		16,092		16,041		13,622	
Dur. del Tajo (Meses)	8.34		6.67		7.30		5.83		8.32		8.36	

Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 33:** Duración de los tajos VS Producción por mes  
**Fuente:** Autor de tesis

### 5.5.11.3 Plan de producción

La elaboración del plan de producción de la veta Alexia planea una durabilidad de 17 meses dentro los años 2016 y 2017. Ver cuadro N° 24:

**Cuadro N° 25:** Programa de producción veta Alexia 2016

METAS FÍSICAS 2016-PROGRAMA DE PRODUCCIÓN VETA ALEXIA													
DESCRIPCIÓN	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tajo 0991	Producción (t)	1805.1	1805.1	1544.7	1544.7	1544.7	1544.7	1544.7	1544.7				12878.5
	Ley Ag (g/t)	371.68	371.68	371.68	371.68	371.68	371.68	371.68	371.68				371.68
	Ley Au (g/t)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09				1.09
	Pot (m)	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01				1.01
	Dil (%)	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%				35.71%
Tajo 1011	Producción (t)			3447.5	3447.5	3447.5	3447.5	3447.5	3447.5				20684.9
	Ley Ag (g/t)			523.61	523.61	523.61	523.61	523.61	523.61				523.61
	Ley Au (g/t)			2.93	2.93	2.93	2.93	2.93	2.93				2.93
	Pot (m)			1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46				1.46
	Dil (%)			35.71%	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%	35.71%				35.71%
Tajo 0992	Producción (t)			1710.1	1710.1	1710.1	1710.1	1710.1	1710.1	516.1			12486.6
	Ley Ag (g/t)			344.26	344.26	344.26	344.26	344.26	344.26	344.26			344.26
	Ley Au (g/t)			1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01			1.01
	Pot (m)			1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10			1.10
	Dil (%)			36.55%	36.55%	36.55%	36.55%	36.55%	36.55%	36.55%			36.55%
Tajo 1012	Producción (t)								2760.9	2760.9	2760.9	2760.9	11043.4
	Ley Ag (g/t)								441.78	441.78	441.78	441.78	441.78
	Ley Au (g/t)								1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
	Pot (m)								1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	Dil (%)								36.55%	36.55%	36.55%	36.55%	36.55%
Tajo 1022	Producción (t)								1928.1	1928.1	1928.1	1928.1	7712.2
	Ley Ag (g/t)								126.12	126.12	126.12	126.12	126.12
	Ley Au (g/t)								0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
	Pot (m)								1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
	Dil (%)								35.91%	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%
Tajo 1032	Producción (t)									1628.6	1628.6	1628.6	4885.9
	Ley Ag (g/t)									369.98	369.98	369.98	369.98
	Ley Au (g/t)									2.04	2.04	2.04	2.04
	Pot (m)									0.96	0.96	0.96	0.96
	Dil (%)									35.91%	35.91%	35.91%	35.91%
<b>TOTAL EXTRACCIÓN VETA ALEXIA</b>													
Producción (t)	1805.1	1805.1	6702.3	6702.3	6702.3	6702.3	6702.3	6702.3	6399.0	6833.7	6317.6	6317.6	69691.6
Ley Ag (g/t)	371.68	371.68	442.83	442.83	442.83	442.83	442.83	442.83	320.61	328.24	326.93	326.93	395.68
Ley Au (g/t)	1.09	1.09	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	1.17	1.40	1.43	1.43	1.72
Pot (m)	1.01	1.01	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.30	1.25	1.27	1.27	1.25
Dil (%)	35.71%	35.71%	35.92%	35.92%	35.92%	35.92%	35.92%	35.92%	36.36%	36.22%	36.19%	36.19%	36.03%
TMD	58.2	64.5	216.2	223.4	216.2	223.4	216.2	216.2	213.3	220.4	210.6	203.8	190.9
Dias De Operación Mina	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

Fuente: Autor de tesis

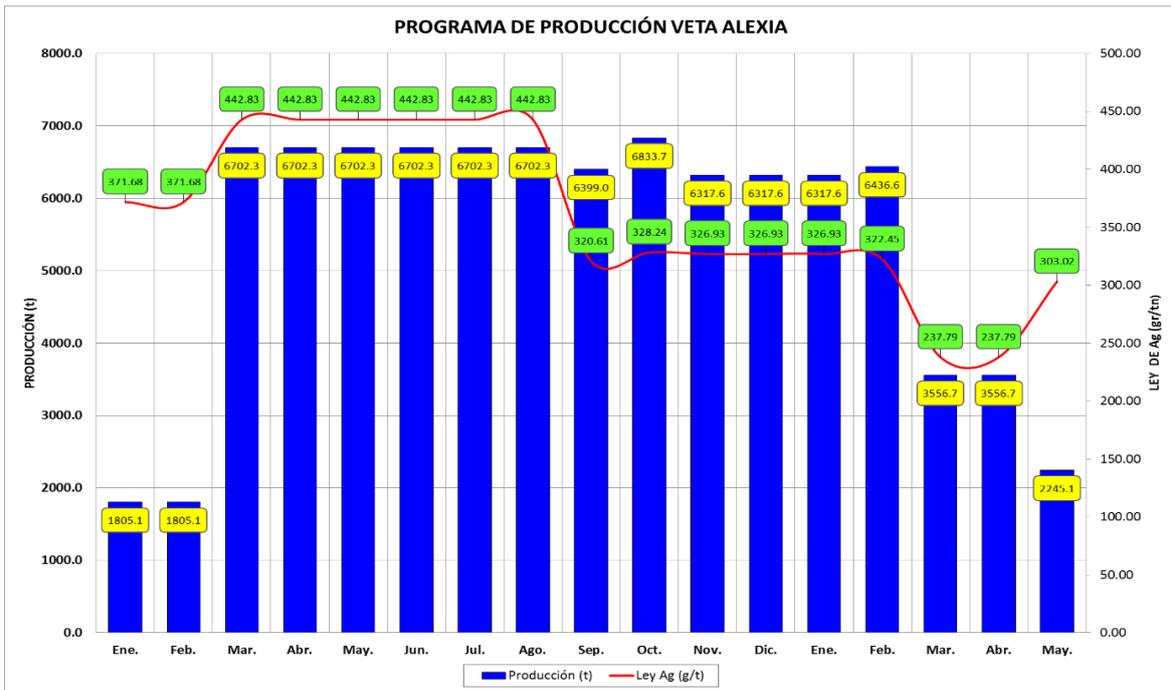
El cuadro N° 24, muestra las metas físicas del programa de producción 2016 de la veta Alexia, se puede observar que los dos primeros meses la producción es baja en comparación con los meses siguientes que es mucho mayor y más estable. La incorporación de la producción de los tajos de la veta Alexia se da a partir de culminación de tajos ya explotados en otras zonas de la mina, con el objetivo de garantizar el funcionamiento de la planta.

**Cuadro N° 26:** Programa de producción veta Alexia 2017

<b>METAS FÍSICAS 2017-PROGRAMA DE PRODUCCIÓN VETA ALEXIA</b>							
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>May.</b>	<b>TOTAL</b>
Tajo 0991	Producción (t)						<b>0.0</b>
	Ley Ag (g/t)						0.00
	Ley Au (g/t)						0.00
	Pot (m)						0.00
	Dil (%)						0.00%
Tajo 1011	Producción (t)						<b>0.0</b>
	Ley Ag (g/t)						0.00
	Ley Au (g/t)						0.00
	Pot (m)						0.00
	Dil (%)						0.00%
Tajo 0992	Producción (t)						<b>0.0</b>
	Ley Ag (g/t)						0.00
	Ley Au (g/t)						0.00
	Pot (m)						0.00
	Dil (%)						0.00%
Tajo 1012	Producción (t)	<b>2760.9</b>	<b>2287.3</b>				<b>5048.2</b>
	Ley Ag (g/t)	441.78	441.78				441.78
	Ley Au (g/t)	1.64	1.64				1.64
	Pot (m)	1.50	1.50				1.50
	Dil (%)	36.55%	36.55%				36.55%
Tajo 1022	Producción (t)	<b>1928.1</b>	<b>1928.1</b>	<b>1928.1</b>	<b>1928.1</b>	<b>616.5</b>	<b>8328.7</b>
	Ley Ag (g/t)	126.12	126.12	126.12	126.12	126.12	126.12
	Ley Au (g/t)	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
	Pot (m)	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
	Dil (%)	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%
Tajo 1032	Producción (t)	<b>1628.6</b>	<b>2221.2</b>	<b>1628.6</b>	<b>1628.6</b>	<b>1628.6</b>	<b>8735.8</b>
	Ley Ag (g/t)	369.98	369.98	369.98	369.98	369.98	369.98
	Ley Au (g/t)	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
	Pot (m)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	Dil (%)	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%	35.91%
<b>TOTAL EXTRACCIÓN VETA ALEXIA</b>							
Producción (t)	<b>6317.6</b>	<b>6436.6</b>	<b>3556.7</b>	<b>3556.7</b>	<b>2245.1</b>	<b>22112.7</b>	
Ley Ag (g/t)	326.93	322.45	237.79	237.79	303.02	294.52	
Ley Au (g/t)	1.43	1.48	1.28	1.28	1.66	1.42	
Pot (m)	1.27	1.22	1.08	1.08	1.02	1.17	
Dil (%)	36.19%	36.14%	35.91%	35.91%	35.91%	36.06%	
<b>TMD</b>	<b>203.8</b>	<b>229.9</b>	<b>114.7</b>	<b>118.6</b>	<b>72.4</b>	<b>42.9</b>	
Días De Operación Mina	31	28	31	30	31	516	

Fuente: Autor de tesis

El cuadro N° 25, muestra las metas físicas del programa de producción 2017 de la veta Alexia, es la continuidad del cuadro N° 24. Se puede observar la producción sostenida los dos primeros meses y partir de marzo del 2017 la baja por el ritmo de producción y la incorporación y reemplazo de nuevos tajos en diferentes zonas.



**Figura N° 34:** Programa de producción veta Alexia  
**Fuente:** Autor de tesis

En la figura N°34, se puede observar la constancia de la producción de los tajos de la veta Alexia desde marzo del 2016 hasta febrero del 2017, la variabilidad se puede observar al inicio de la producción de la veta Alexia por el mismo inicio de la operación; también se puede observar variabilidad en la finalización de la explotación de la veta Alexia debido al agotamiento de reservas de esta zona.

**5.5.12 Flujo neto proyectado de producción de la veta Alexia**

El análisis del flujo proyectado, que se utilizó para la veta Alexia se realizó combinando el resumen del programa de producción que se desarrolló, combinado con datos financieros, costos de explotación, valor del mineral y cutt-off, por lo que muchos de estos datos pueden variar en comparación del avance del tiempo.

En el cuadro N° 26, se puede observar el cálculo del flujo neto de los tajos de la veta Alexia de acuerdo al programa de producción elaborado para los 17 meses que cubrirá las reservas de la veta Alexia.

**Cuadro N° 27:** Flujo neto proyectado de producción de la veta Alexia

DATOS		PRODUCCIÓN	VALOR DEL MINERAL	CUT-OFF	INGRESOS	COSTO DE EXPL.	EGRESOS	FLUJO NETO
Unidades		t	US\$/t	US\$/t	US\$	US\$/t	US\$	US\$
Mes 1	Ene. 2016	1805.1	187.1	108.7	141,528	18.81	33,956	107,572
Mes 2	Feb. 2016	1805.1	187.1	108.7	141,528	18.81	33,956	107,572
Mes 3	Mar. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 4	Abr. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 5	May. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 6	Jun. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 7	Jul. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 8	Ago. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 9	Sep. 2016	6399.0	187.1	108.7	501,700	18.81	120,371	381,329
Mes 10	Oct. 2016	6833.7	187.1	108.7	535,778	18.81	128,547	407,231
Mes 11	Nov. 2016	6317.6	187.1	108.7	495,315	18.81	118,839	376,476
Mes 12	Dic. 2016	6317.6	187.1	108.7	495,315	18.81	118,839	376,476
Mes 13	Ene. 2017	6317.6	187.1	108.7	495,315	18.81	118,839	376,476
Mes 14	Feb. 2017	6436.6	187.1	108.7	504,649	18.81	121,079	383,571
Mes 15	Mar. 201	3556.7	187.1	108.7	278,856	18.81	66,905	211,951
Mes 16	Abr. 2017	3556.7	187.1	108.7	278,856	18.81	66,905	211,951
Mes 17	May. 2017	2245.1	187.1	108.7	176,025	18.81	42,233	133,792
<b>TOTAL</b>		<b>91804.3</b>	<b>187.1</b>	<b>108.7</b>	<b>7,197,727</b>	<b>18.81</b>	<b>1,726,925</b>	<b>5,470,802</b>

Fuente: Autor de tesis

Si sumáramos todos los flujos netos obtendremos la misma rentabilidad Cuadro N° 23: Evaluación económica recursos minerales veta Alexia, que asciende a US\$ 5, 470,802, sin embargo podemos ver la fragilidad y su alto grado de sensibilidad. Entonces el flujo neto, nos permite tener otra visión sobre la valorización para poder mitigar la variabilidad de los flujos netos futuros. En este flujo se ha contemplado 17 meses de producción y su respectivo beneficio.

### 5.5.13 Cálculo del VAN y TIR

Con los indicadores financieros tales como: El valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), vamos a medir la rentabilidad actualizada y el riesgo en el mercado de la veta Alexia.

**Cuadro N° 28:** Cálculo del VAN y TIR

DATOS		VALOR	UNIDAD
Inversión inicial		-1,726,925	US\$
Mes 1	Ene. 2016	337,728	US\$
Mes 2	Feb. 2016	337,728	US\$
Mes 3	Mar. 2016	1,253,946	US\$
Mes 4	Abr. 2016	1,253,946	US\$
Mes 5	May. 2016	1,253,946	US\$
Mes 6	Jun. 2016	1,253,946	US\$
Mes 7	Jul. 2016	1,253,946	US\$
Mes 8	Ago. 2016	1,253,946	US\$
Mes 9	Sep. 2016	1,197,206	US\$
Mes 10	Oct. 2016	1,278,528	US\$
Mes 11	Nov. 2016	1,181,970	US\$
Mes 12	Dic. 2016	1,181,970	US\$
Mes 13	Ene. 2017	1,181,970	US\$
Mes 14	Feb. 2017	1,204,244	US\$
Mes 15	Mar. 201	665,433	US\$
Mes 16	Abr. 2017	665,433	US\$
Mes 17	May. 2017	420,049	US\$
Tasa de interés		12%	%
Inversión del periodo		1,726,925	US\$
Valor actual neto		5,248,904	US\$
Tasa interna de retorno		45%	%

Fuente: Autor de tesis

En base al cuadro se han estimado el VAN y TIR, como se puede apreciar el VAN para el estudio propuesto será de US\$ 5, 248,904, el TIR es de 45%, los valores nos indican la alta rentabilidad del sistema de explotación de la veta Alexia.

## 5.6 Evaluación económica veta Alexia por nivel

EL análisis y evaluación económica de reservas minerales de la veta Alexia por nivel, permitirá identificar las diferencias e influencia de la dilución que existen con respecto al análisis y evaluación económica en general de la veta Alexia que se desarrolló.

### 5.6.1 Nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

#### 5.6.1.1 Estimación de recursos

El cuadro N° 28 muestra el cálculo de la estimación total de los recursos minerales del nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011), evaluados y calculados tomando todos los criterios y normas de estimación: muestreos, bloques de estimación (longitud de la galería y altura a minar de cada tajo), potencia de veta y densidad de mineral.

**Cuadro N° 29:** Estimación de recursos nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ALTURA	LONGITUD	DENSIDAD	RECURSOS
		Ore (m)	MINADO (m)	GALERÍA (m)	t/m <sup>3</sup>	
4490	Tj 0991	1.01	40.0	90.0	2.61	9,490
	Tj 1011	1.46	40.0	100.0		15,242

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.1.2 Evaluación y cálculo de recursos

El cálculo de la ley media para el nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011), se muestra en el siguiente cuadro N° 29.

**Cuadro N° 30:** Cálculo recursos y ley media nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

POLÍGONO	VETA	NIVEL	TAJO	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)
RRICL0991-A	Alexia	4490	Tj 0991	9,490	578.10	1.69	1.01
			Tj 1011	15,242	814.40	4.56	1.46
TOTAL RECURSOS				24,732	723.73	3.46	1.29

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.1.3 Evaluación de la variable del porcentaje de dilución

El cuadro N° 30, muestra los valores de dilución a contemplar en el nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011), teniendo en cuenta el tipo de explotación y sistema de limpieza que se planea ejecutar.

**Cuadro N° 31:** Valores de dilución nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ANCHO DE	DILUCIÓN	LIMPIEZA	TIPO
		Ore (m)	MINADO	PLANEADA		
4490	Tj 0991	1.01	1.37	35.71%	Winche	Convencional
	Tj 1011	1.46	1.98	35.71%	Microscoop	Mecanizado

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.1.4 Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley diluida

Los recursos diluidos y ley media diluida de los tajos 0991 y tajo 1011 en el nivel 4490 se muestran en el siguiente cuadro N° 31:

**Cuadro N° 32:** Cálculo recursos diluidos y ley media diluida nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

POLÍGONO	VETA	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA Ore (m)	ANCHO DE MINADO
					Ag (g/t)	Au (g/t)		
RRICL0991-A	Alexia	Tj 0991	35.71%	12,878	371.68	1.09	1.01	1.37
		Tj 1011	35.71%	20,685	523.61	2.93	1.46	1.98
<b>TOTAL RECURSOS</b>			<b>35.71%</b>	<b>33,563</b>	<b>465.31</b>	<b>2.22</b>	<b>1.29</b>	<b>1.75</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.1.5 Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad

Para la explotación de los tajos 0991 y tajo 1011 en el nivel 4490 se necesita ejecutar labores para la evaluación de acceso y explotación al recurso mineral, la cantidad de metros a ejecutar, tarifa de las labores y la inversión con respecto a las toneladas de recursos minerales diluidos. Ver cuadro N° 32:

**Cuadro N° 33:** Inversión infraestructura de acceso nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

NIVEL	LABOR	SECCIÓN	CANT. (m)	TARIFA (US\$/m)	PARCIAL (US\$)	INVERSIÓN (US\$/t)
4490	By Pass	4.5 m x 4.0 m	360.0	742.0	267,136	2.91
	Ventana	4.0 m x 4.0 m	50.0	738.5	36,927	0.40
	Galería	2.4 m x 1.8 m	190.0	418.8	79,577	0.87
	Chimenea camino	2.4 m x 1.2 m	200.0	301.6	60,317	0.66
	Ore Pass	1.5 m x 1.5 m	80.0	272.0	21,760	0.24
	Raise Borer	1.5 m	58.0	618.0	35,846	0.39
	Tolva	-	2.0	2,071.0	4,142	0.05
<b>TOTAL NIVEL 4490</b>					<b>505,704</b>	<b>5.51</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.1.6 Cálculo valor del mineral

El valor de mineral, se muestra en el cuadro N° 33, es el parámetro que expresa el valor del bloque. Nos permitirá clasificar los recursos minerales de la del nivel 4490 por valor de mineral del tajo 0991 y tajo 1011 respectivamente.

**Cuadro N° 34:** Cálculo valor del mineral nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

NIVEL	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		VALOR PUNTO		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)
				Ag (g/t)	Au (g/t)	Ag (US\$/t)	Au (US\$/t)	
4490	Tj 0991	35.71%	12,878	371.68	1.09	0.38	28.75	171.03
	Tj 1011	35.71%	20,685	523.61	2.93	0.38	28.75	281.22
<b>TOTALES</b>		<b>35.71%</b>	<b>33,563</b>	<b>465.31</b>	<b>2.22</b>	<b>0.38</b>	<b>28.75</b>	<b>238.94</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.1.7 Evaluación económica

Con los cálculos realizados en los cuadros anteriores, se tiene la evaluación económica de los recursos minerales del nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011), al igual que la evaluación económica general también se consideró 10 escenarios diferentes de dilución para que mediante el análisis de sensibilidad respectivo se pueda observar la variación y el comportamiento del valor del mineral, pero ya no con una variable de dilución media como se desarrolló en la evaluación anterior, sino considerando la variable de dilución de los tajos 0991-1011. Ver cuadro N° 34:

**Cuadro N° 35:** Evaluación económica recursos minerales nivel 4490 (Tajo 0991-Tajo 1011)

DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS DILUIDOS (t)	LEYES		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)	CUT-OFF ECONÓMICO (US\$/t)	INVERSIONES (US\$/t)	MARGEN BRUTO (US\$/t)	MARGEN ECONÓMICO (US\$)
		Ag (g/t)	Au (g/t)					
35.71%	33,563	465.31	2.22	238.94	108.69	5.51	124.74	4,186,604
37.71%	34,058	450.84	2.15	231.50	108.69	5.51	117.30	3,995,164
39.71%	34,553	436.36	2.09	224.07	108.69	5.51	109.87	3,796,370
41.71%	35,047	421.89	2.02	216.64	108.69	5.51	102.44	3,590,224
43.71%	35,542	407.41	1.95	209.21	108.69	5.51	95.01	3,376,724
45.71%	36,037	392.94	1.88	201.77	108.69	5.51	87.57	3,155,871
47.71%	36,531	378.46	1.81	194.34	108.69	5.51	80.14	2,927,665
49.71%	37,026	363.99	1.74	186.91	108.69	5.51	72.71	2,692,106
51.71%	37,521	349.52	1.67	179.47	108.69	5.51	65.28	2,449,194
53.71%	38,015	335.04	1.60	172.04	108.69	5.51	57.84	2,198,929

Fuente: Autor de tesis

El cuadro N° 34, se muestra la evaluación económica de los recursos minerales del nivel 4490 (tajo 0991-tajo 1011) teniendo en cuenta todas las consideraciones, se observa que se tiene un resultado positivo de margen de contribución (margen neto y margen bruto), por consiguiente, los recursos evaluados del nivel 4490 (tajo 0991-tajo1011) son económicamente explotables generando márgenes positivos de contribución, en tal sentido los recursos evaluados de los tajos 0991-1011, pasaran a formar parte de las reservas de la unidad operativa Arcata. La incorporación de reservas de los tajos 0991-1011 es de 33.563 toneladas con leyes de Ag 465.31 g/t y Au 2.22 g/t.

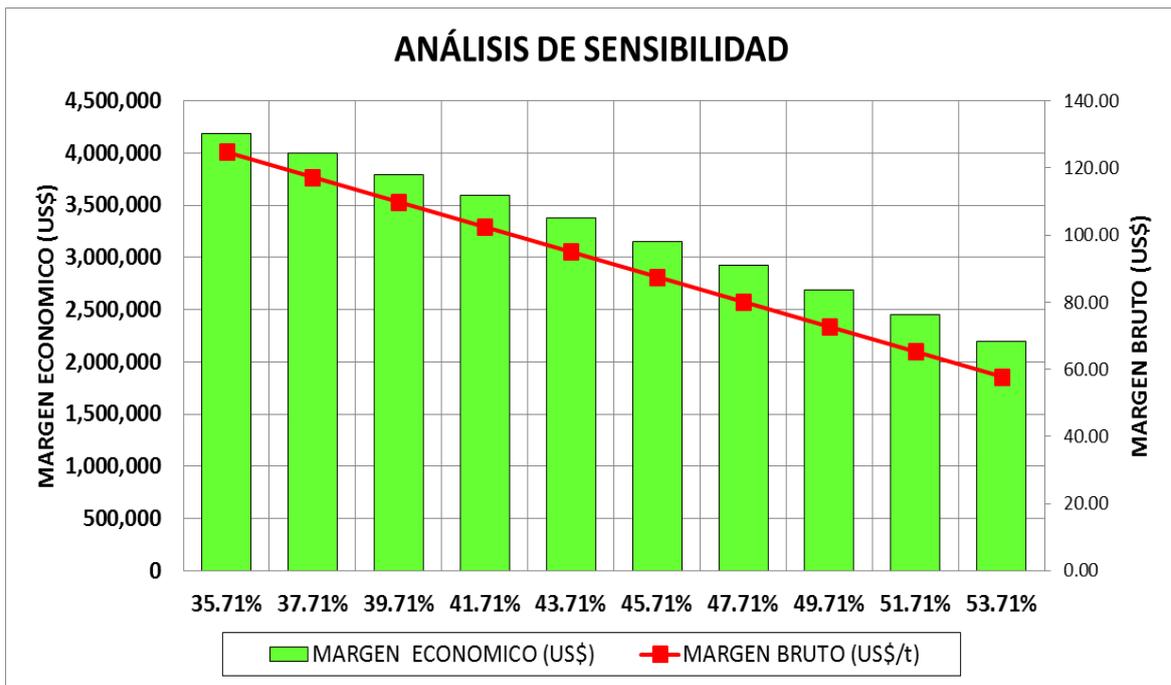


Figura N° 35: Análisis de sensibilidad

Fuente: Autor de tesis

De acuerdo al gráfico de la figura N°35, se puede observar que el margen de contribución es positivo, por lo que se sugiere la explotación de los tajos del nivel 4490.

### 5.6.2 Nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

#### 5.6.2.1 Estimación de recursos

El cuadro N° 35, muestra el cálculo de la estimación total de los recursos minerales del nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012), evaluados y calculados tomando todos los criterios y normas de estimación: muestreos, bloques de estimación (longitud de la galería y altura a minar de cada tajo), potencia de veta y densidad de mineral.

Cuadro N° 36: Estimación de recursos nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ALTURA	LONGITUD	DENSIDAD	RECURSOS
		Ore (m)	MINADO (m)	GALERÍA (m)	t/m <sup>3</sup>	
4450	Tj 0992	1.10	35.0	91.0	2.61	9,144
	Tj 1012	1.50	35.0	86.0		11,784

Fuente: Autor de tesis

#### 5.6.2.2 Evaluación y cálculo de recursos

El cálculo de la ley media para el nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012), se muestra en el cuadro N° 36:

**Cuadro N° 37:** Cálculo recursos y ley media nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

POLÍGONO	VETA	NIVEL	TAJO	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)
RRICL0992-A	Alexia	4450	Tj 0992	9,144	542.60	1.59	1.10
			Tj 1012	11,784	696.30	2.58	1.50
TOTAL RECURSOS				20,928	629.14	2.15	1.33

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.2.3 Evaluación de la variable del porcentaje de dilución

El cuadro N° 37, muestra los valores de dilución a contemplar en el nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012), teniendo en cuenta el tipo de explotación y sistema de limpieza que se planea ejecutar.

**Cuadro N° 38:** Valores de dilución nivel 4450 ((Tajo 0992-Tajo 1012)

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ANCHO DE MINADO	DILUCIÓN PLANEADA	LIMPIEZA	TIPO
		Ore (m)				
4450	Tj 0992	1.10	1.50	36.55%	Winche	Convencional
	Tj 1012	1.50	2.05	36.55%	Microscop	Mecanizado

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.2.4 Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley diluida

Los recursos diluidos y ley media diluida de los tajos 0992 y tajo 1012 en el nivel 4450 se muestran en el siguiente cuadro N° 38:

**Cuadro N° 39:** Cálculo recursos diluidos y ley media diluida nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

POLÍGONO	VETA	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA	ANCHO DE MINADO
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)	
RRICL0992-A	Alexia	Tj 0992	36.55%	12,487	344.26	1.01	1.10	1.50
		Tj 1012	36.55%	16,092	441.78	1.64	1.50	2.05
TOTAL RECURSOS			36.55%	28,578	399.17	1.36	1.33	1.81

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.2.5 Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad

Para la explotación de los tajos 0992 y tajo 1012 en el nivel 4450 se necesita ejecutar labores para la evaluación de acceso y explotación al recurso mineral, la cantidad de metros a ejecutar, tarifa de las labores y la inversión con respecto a las toneladas de recursos minerales diluidos. Ver cuadro N° 39:

**Cuadro N° 40:** Inversión infraestructura de acceso nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

NIVEL	LABOR	SECCIÓN	CANT. (m)	TARIFA (US\$/m)	PARCIAL (US\$)	INVERSIÓN (US\$/t)
4450	Rampa	4.5 m x 4.0 m	420.0	771.6	324,085	3.53
	Crucero	3.0 m x 3.0 m	43.0	618.8	26,610	0.29
	Ventana	3.0 m x 3.0 m	27.0	618.8	16,708	0.18
	Galería	2.4 m x 1.8 m	187.0	418.8	78,320	0.85
	Chimenea camino	2.4 m x 1.2 m	175.0	301.6	52,777	0.57
	Ore Pass	1.5 m x 1.5 m	70.0	272.0	19,040	0.21
	Tolva	-	2.0	2,071.0	4,142	0.05
<b>TOTAL NIVEL 4450</b>					<b>521,683</b>	<b>5.68</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.2.6 Cálculo valor del mineral

El valor de mineral, se muestra en el cuadro N° 40, es el parámetro que expresa el valor del bloque. Nos permitirá clasificar los recursos minerales de la del nivel 4490 por valor de mineral del tajo 0992 y tajo 1012 respectivamente.

**Cuadro N° 41:** Cálculo valor del mineral nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

NIVEL	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		VALOR PUNTO		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)
				Ag (g/t)	Au (g/t)	Ag (US\$/t)	Au (US\$/t)	
4450	Tj 0992	36.55%	12,487	344.26	1.01	0.38	28.75	158.48
	Tj 1012	36.55%	16,092	441.78	1.64	0.38	28.75	213.21
<b>TOTALES</b>		<b>36.55%</b>	<b>28,578</b>	<b>399.17</b>	<b>1.36</b>	<b>0.38</b>	<b>28.75</b>	<b>189.30</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.2.7 Evaluación económica

Con los cálculos realizados en los cuadros anteriores, se tiene la evaluación económica de los recursos minerales del nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012), también se consideró 10 escenarios diferentes de dilución para que mediante el análisis de sensibilidad respectivo, se pueda observar la variación y el comportamiento del valor del mineral, con la variable de dilución de los tajos 0992-1012. Ver cuadro N° 41:

**Cuadro N° 42:** Evaluación económica recursos minerales nivel 4450 (Tajo 0992-Tajo 1012)

DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS DILUIDOS (t)	LEYES		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)	CUT-OFF ECONOMICO (US\$/t)	INVERSIONES (US\$/t)	MARGEN BRUTO (US\$/t)	MARGEN ECONOMICO (US\$)
		Ag (g/t)	Au (g/t)					
36.55%	28,578	399.17	1.36	189.30	108.69	5.68	74.93	2,141,278
38.55%	28,997	386.59	1.32	183.33	108.69	5.68	68.96	1,999,611
40.55%	29,415	374.01	1.28	177.37	108.69	5.68	62.99	1,852,948
42.55%	29,834	361.42	1.23	171.40	108.69	5.68	57.03	1,701,290
44.55%	30,252	348.84	1.19	165.43	108.69	5.68	51.06	1,544,637
46.55%	30,671	336.26	1.15	159.46	108.69	5.68	45.09	1,382,989
48.55%	31,090	323.68	1.10	153.50	108.69	5.68	39.12	1,216,345
50.55%	31,508	311.09	1.06	147.53	108.69	5.68	33.16	1,044,706
52.55%	31,927	298.51	1.02	141.56	108.69	5.68	27.19	868,072
54.55%	32,345	285.93	0.98	135.59	108.69	5.68	21.22	686,443

Fuente: Autor de tesis

El cuadro N° 41, se muestra la evaluación económica de los recursos minerales del nivel 4450 (tajo 0992-tajo 1012) teniendo en cuenta todas las consideraciones, se observa que se tiene un resultado positivo de margen de contribución (margen neto y margen bruto), por consiguiente, los recursos evaluados del nivel 4450 (tajo 0992-tajo1012) son económicamente explotables generando márgenes positivos de contribución, en tal sentido los recursos evaluados de los tajos 0992-1012, pasaran a formar parte de las reservas de la unidad operativa Arcata. La incorporación de reservas de los tajos 0992-1012 es de 28,578 toneladas con leyes de Ag 399.17 g/t y Au 1.36 g/t.

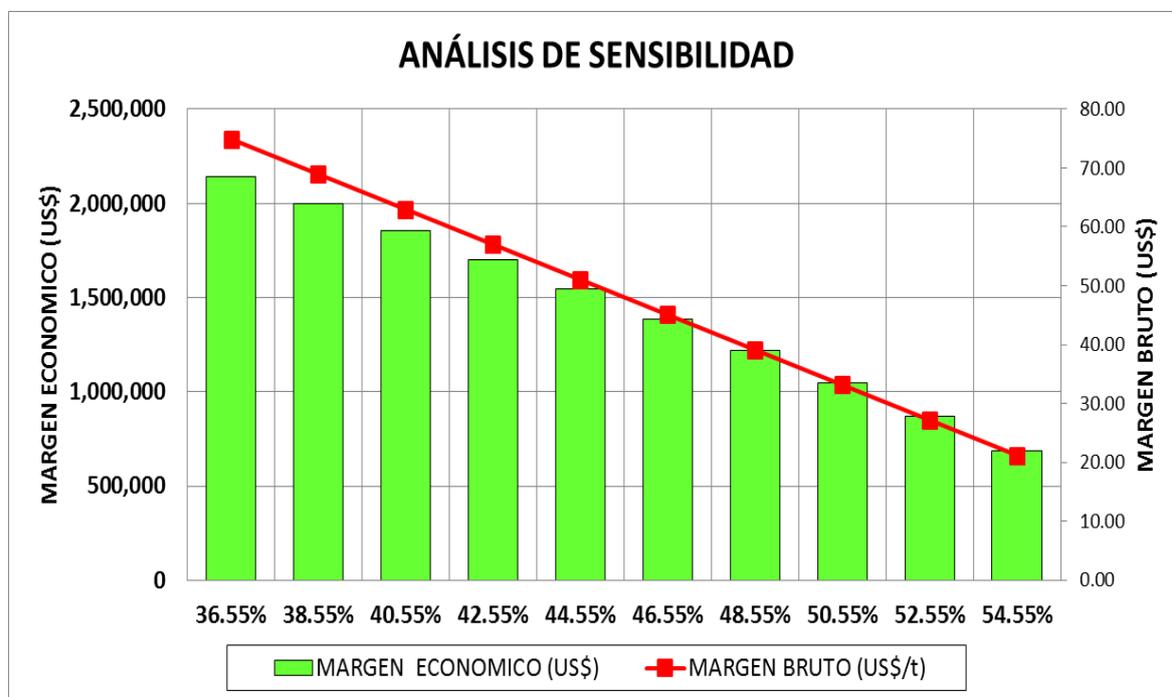


Figura N° 36: Análisis de sensibilidad

Fuente: Autor de tesis

De acuerdo al grafico de la figura N° 36, se puede observar que el margen de contribución es positivo, por lo que se sugiere la explotación de los tajos del nivel 4430.

### 5.6.3 Nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

#### 5.6.3.1 Estimación de recursos

El cuadro muestra el cálculo de la estimación total de los recursos minerales del nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032), evaluados y calculados tomando todos los criterios y normas de estimación: muestreos, bloques de estimación (longitud de la galería y altura a minar de cada tajo), potencia de veta y densidad de mineral.

**Cuadro N° 43:** Estimación de recursos nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ALTURA	LONGITUD	DENSIDAD	RECURSOS
		Ore (m)	MINADO (m)	GALERÍA (m)	t/m <sup>3</sup>	
4430	Tj 1022	1.19	40.0	95.0	2.61	11,802
	Tj 1032	0.96	40.0	100.0		10,022

Fuente: Autor de tesis

#### 5.6.3.2 Evaluación y cálculo de recursos

El cálculo de la ley media para el nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032), se muestra en el cuadro N° 43:

**Cuadro N° 44:** Cálculo recursos y ley media nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

POLÍGONO	VETA	NIVEL	TAJO	RECURSOS (t)	LEYES		POTENCIA
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)
RRICL1001-A	Alexia	4430	Tj 1022	11,802	196.80	0.98	1.19
			Tj 1032	10,022	577.30	3.19	0.96
TOTAL RECURSOS				21,825	371.53	1.99	1.08

Fuente: Autor de tesis

#### 5.6.3.3 Evaluación de la variable del porcentaje de dilución

El cuadro N° 44, muestra los valores de dilución a contemplar en el nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032), teniendo en cuenta el tipo de explotación y sistema de limpieza que se planea ejecutar.

**Cuadro N° 45:** Valores de dilución nivel 4430 ((Tajo 1022-Tajo 1032)

NIVEL	TAJO	POTENCIA	ANCHO DE MINADO	DILUCIÓN PLANEADA	LIMPIEZA	TIPO
		Ore (m)				
4430	Tj 1022	1.19	1.62	35.91%	Winche	Convencional
	Tj 1032	0.96	1.30	35.91%	Winche	Convencional

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.3.4 Evaluación y cálculo de recursos diluidos y ley diluida

Los recursos diluidos y ley media diluida de los tajos 1022 y tajo 1031 en el nivel 4430 se muestran en el siguiente cuadro N° 45:

**Cuadro N° 46:** Cálculo recursos diluidos y ley media diluida nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

POLIGONO	VETA	TAJO	DILUCION PLANEADA	TONELADA RESERVAS	LEYES		POTENCIA	ANCHO DE MINADO
					Ag (g/t)	Au (g/t)	Ore (m)	
RRICL1001-A	Alexia	Tj 1022	35.91%	16,041	126.12	0.63	1.19	1.62
		Tj 1032	35.91%	13,622	369.98	2.04	0.96	1.30
TOTAL RESERVAS			35.91%	29,663	238.11	1.28	1.08	1.47

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.3.5 Cálculo de inversión infraestructura de accesibilidad

El valor de mineral, se muestra en el cuadro N° 46, es el parámetro que expresa el valor del bloque. Nos permitirá clasificar los recursos minerales de la del nivel 4490 por valor de mineral del tajo 1022 y tajo 1032 respectivamente.

**Cuadro N° 47:** Cálculo valor del mineral nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

NIVEL	TAJO	DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS (t)	LEYES		VALOR PUNTO		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)
				Ag (g/t)	Au (g/t)	Ag (US\$/t)	Au (US\$/t)	
4430	Tj 1022	35.91%	16,041	126.12	0.63	0.38	28.75	65.49
	Tj 1032	35.91%	13,622	369.98	2.04	0.38	28.75	197.92
TOTALES		35.91%	29,663	238.11	1.28	0.38	28.75	126.31

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.3.6 Cálculo valor del mineral

Para la explotación de los tajos 1022 y tajo 1032 en el nivel 4430 se necesita ejecutar labores para la evaluación de acceso y explotación al recurso mineral, la cantidad de metros a ejecutar, tarifa de las labores y la inversión con respecto a las toneladas de recursos minerales diluidos. Ver cuadro N° 47:

**Cuadro N° 48:** Inversión infraestructura de acceso nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

NIVEL	LABOR	SECCIÓN	CANT. (m)	TARIFA (US\$/m)	PARCIAL (US\$)	INVERSIÓN (US\$/t)
4430	Rampa	4.5 m x 4.0 m	100.0	771.6	77,163	0.84
	By Pass	4.5 m x 4.0 m	217.0	742.0	161,024	1.75
	Ventana	4.0 m x 4.0 m	100.0	738.5	73,854	0.80
	Galería	2.40 x 1.80	195.0	418.8	81,671	0.89
	Chimenea camino	2.40 x 1.20	200.0	301.6	60,317	0.66
	Ore Pass	1.50 x 1.50	80.0	272.0	21,760	0.24
	Raise Borer	1.5 m	118.0	618.0	72,927	0.79
	Tolva	-	2.0	2,071.0	4,142	0.05
<b>TOTAL NIVEL 4430</b>					<b>552,858</b>	<b>6.02</b>

Fuente: Autor de tesis

### 5.6.3.7 Evaluación económica

Con los cálculos realizados en los cuadros anteriores, se tiene la evaluación económica de los recursos minerales del nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032), igual que en los casos anteriores se consideró 10 escenarios diferentes de dilución para que mediante el análisis de sensibilidad respectivo se pueda observar la variación y el comportamiento del valor del mineral, con la variable de dilución de los tajos 1022-1032. Ver cuadro N° 48:

**Cuadro N° 49:** Evaluación económica recursos minerales nivel 4430 (Tajo 1022-Tajo 1032)

DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS DILUIDOS (t)	LEYES		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)	CUT-OFF ECONÓMICO (US\$/t)	INVERSIONES (US\$/t)	MARGEN BRUTO (US\$/t)	MARGEN ECONÓMICO (US\$)
		Ag (g/t)	Au (g/t)					
35.91%	29,663	238.11	1.28	126.31	108.69	7.62	10.00	296,538
37.91%	30,099	230.68	1.24	122.37	108.69	7.62	6.06	182,259
39.91%	30,536	223.24	1.20	118.42	108.69	7.62	2.11	64,540
41.91%	30,972	215.81	1.16	114.48	108.69	7.62	-1.83	-56,621
43.91%	31,409	208.38	1.12	110.54	108.69	7.62	-5.77	-181,222
45.91%	31,845	200.95	1.08	106.60	108.69	7.62	-9.71	-309,265
47.91%	32,282	193.52	1.04	102.66	108.69	7.62	-13.65	-440,749
49.91%	32,718	186.09	1.00	98.71	108.69	7.62	-17.59	-575,674
51.91%	33,155	178.66	0.96	94.77	108.69	7.62	-21.54	-714,039
53.91%	33,591	171.23	0.92	90.83	108.69	7.62	-25.48	-855,846

Fuente: Autor de tesis

El cuadro N° 48, se muestra la evaluación económica de los recursos minerales del nivel 4430 (tajo 1022-tajo 1032) teniendo en cuenta todas las consideraciones, se observa que se tiene un resultado positivo de margen de contribución (margen neto y margen bruto), por consiguiente, los recursos evaluados del nivel 4430 (tajo 1022-tajo1032) son económicamente explotables generando márgenes positivos de contribución, en tal sentido los recursos evaluados de los tajos 1022-1032, pasaran a formar parte de las reservas de la

unidad operativa Arcata. La incorporación de reservas de los tajos 1022-1032 es de 29,663 toneladas con leyes de Ag 238.11 g/t y Au 1.28 g/t.

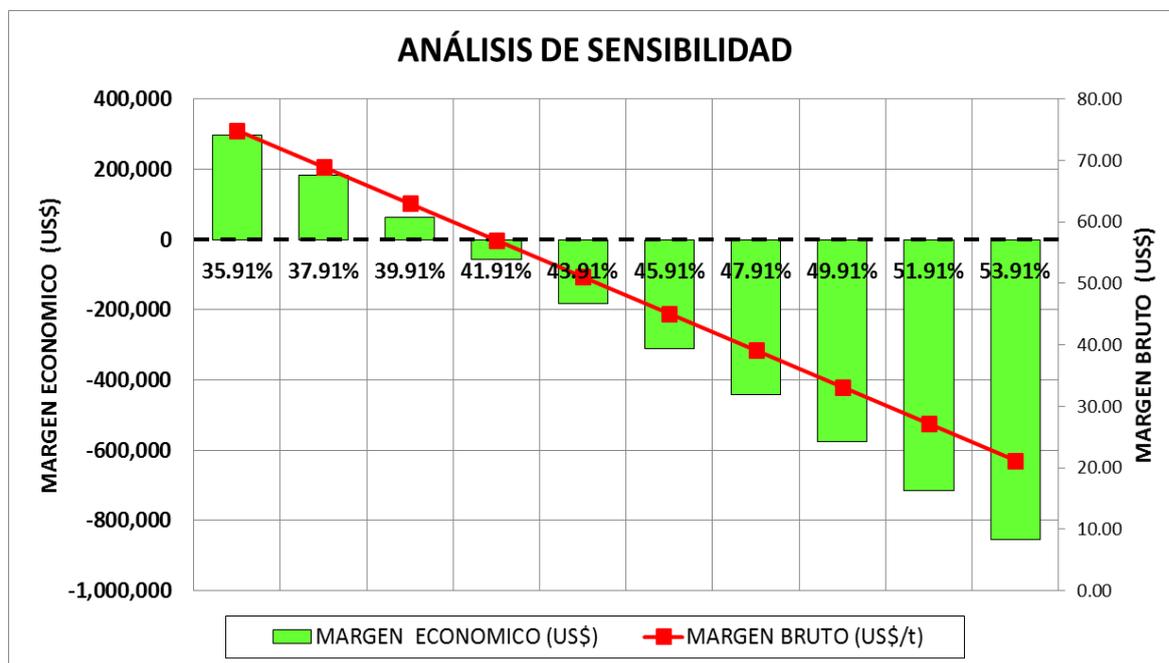


Figura N° 37: Análisis de sensibilidad

Fuente: Autor de tesis

De acuerdo al gráfico de la figura N°37, a diferencia que los casos anteriores el análisis de sensibilidad de este nivel 4430, muestra que si se genera un margen de contribución positivo hasta el tercer escenario de dilución de 39.91 %, a partir del siguiente escenario 41.91 % se generan márgenes negativos en cuanto a la contribución se refiere. Se sugiere su explotación teniendo en cuenta que se debe controlar la dilución y no sobrepasar los escenarios que muestra el gráfico de la figura N° 37.

## 5.7 Contrastación de hipótesis

### 5.7.1 Análisis hipótesis general

“La evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia nos permitirá determinar su margen de contribución, en la Unidad operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa”

Los resultados obtenidos con la evaluación económica de recursos minerales de la veta Alexia, son satisfactorios ya que generan márgenes de contribuciones positivos en todos los escenarios evaluados, por lo que los recursos minerales son económicamente explotables. Ver cuadro N° 23 y Ver cuadro N° 27.

**Cuadro N° 23:** Evaluación económica recursos minerales veta Alexia

DILUCIÓN PLANEADA	RECURSOS DILUIDOS (t)	LEYES		VALOR DEL MINERAL (US\$/t)	CUT-OFF (US\$/t)	INVERSIONES (US\$/t)	MARGEN BRUTO (US\$/t)	MARGEN ECONÓMICO (US\$)
		Ag (g/t)	Au (g/t)					
36.04%	91,804	371.31	1.65	187.09	108.69	18.81	59.59	5,470,802
38.04%	93,155	359.70	1.60	181.22	108.69	18.81	53.72	5,004,039
40.04%	94,504	348.09	1.55	175.37	108.69	18.81	47.87	4,523,766
42.04%	95,854	336.48	1.49	169.52	108.69	18.81	42.02	4,027,704
44.04%	97,204	324.87	1.44	163.67	108.69	18.81	36.17	3,515,853
46.04%	98,553	313.26	1.39	157.82	108.69	18.81	30.32	2,988,212
48.04%	99,903	301.65	1.34	151.97	108.69	18.81	24.47	2,444,781
50.04%	101,253	290.04	1.29	146.12	108.69	18.81	18.62	1,885,561
52.04%	102,603	278.43	1.24	140.27	108.69	18.81	12.77	1,310,552
54.04%	103,952	266.82	1.19	134.42	108.69	18.81	6.92	719,753

Fuente: Autor de tesis

**Cuadro N° 27:** Flujo neto proyectado de producción de la veta Alexia

DATOS		PRODUCCIÓN	VALOR DEL MINERAL	CUT-OFF	INGRESOS	COSTO DE EXPL.	EGRESOS	FLUJO NETO
Unidades		t	US\$/t	US\$/t	US\$	US\$/t	US\$	US\$
Mes 1	Ene. 2016	1805.1	187.1	108.7	141,528	18.81	33,956	107,572
Mes 2	Feb. 2016	1805.1	187.1	108.7	141,528	18.81	33,956	107,572
Mes 3	Mar. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 4	Abr. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 5	May. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 6	Jun. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 7	Jul. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 8	Ago. 2016	6702.3	187.1	108.7	525,477	18.81	126,076	399,401
Mes 9	Sep. 2016	6399.0	187.1	108.7	501,700	18.81	120,371	381,329
Mes 10	Oct. 2016	6833.7	187.1	108.7	535,778	18.81	128,547	407,231
Mes 11	Nov. 2016	6317.6	187.1	108.7	495,315	18.81	118,839	376,476
Mes 12	Dic. 2016	6317.6	187.1	108.7	495,315	18.81	118,839	376,476
Mes 13	Ene. 2017	6317.6	187.1	108.7	495,315	18.81	118,839	376,476
Mes 14	Feb. 2017	6436.6	187.1	108.7	504,649	18.81	121,079	383,571
Mes 15	Mar. 2017	3556.7	187.1	108.7	278,856	18.81	66,905	211,951
Mes 16	Abr. 2017	3556.7	187.1	108.7	278,856	18.81	66,905	211,951
Mes 17	May. 2017	2245.1	187.1	108.7	176,025	18.81	42,233	133,792
<b>TOTAL</b>		<b>91804.3</b>	<b>187.1</b>	<b>108.7</b>	<b>7,197,727</b>	<b>18.81</b>	<b>1,726,925</b>	<b>5,470,802</b>

Fuente: Autor de tesis

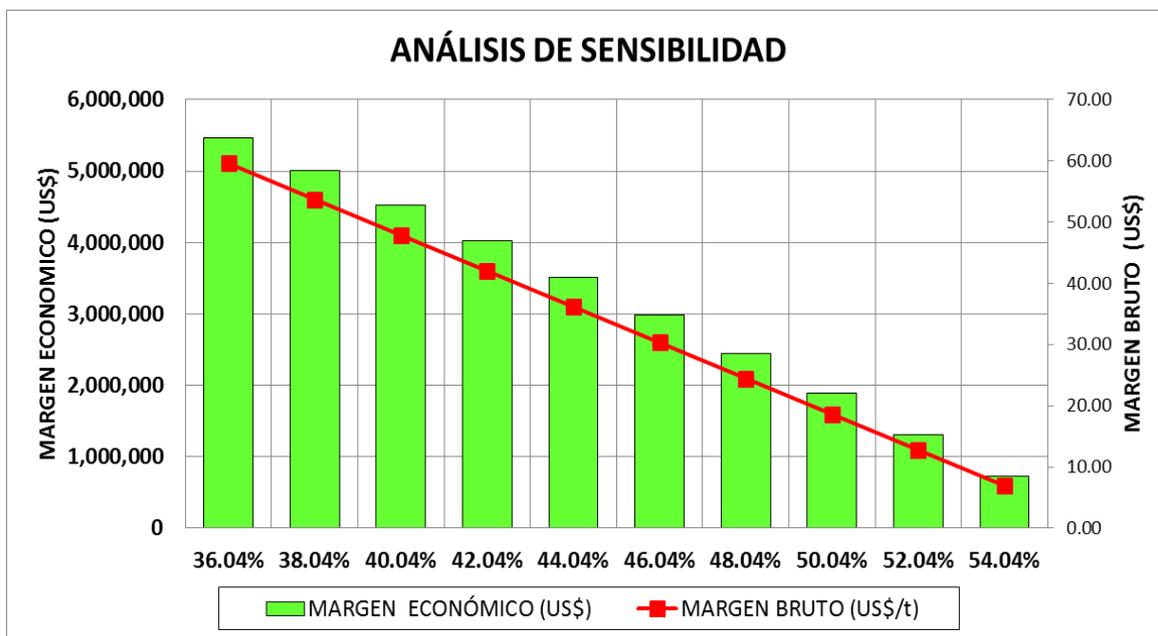
### 5.7.2 Análisis hipótesis específica

“La evaluación de los recursos minerales en los diferentes escenarios del porcentaje de dilución nos permitirá determinar el margen de contribución de la Veta Alexia en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa”

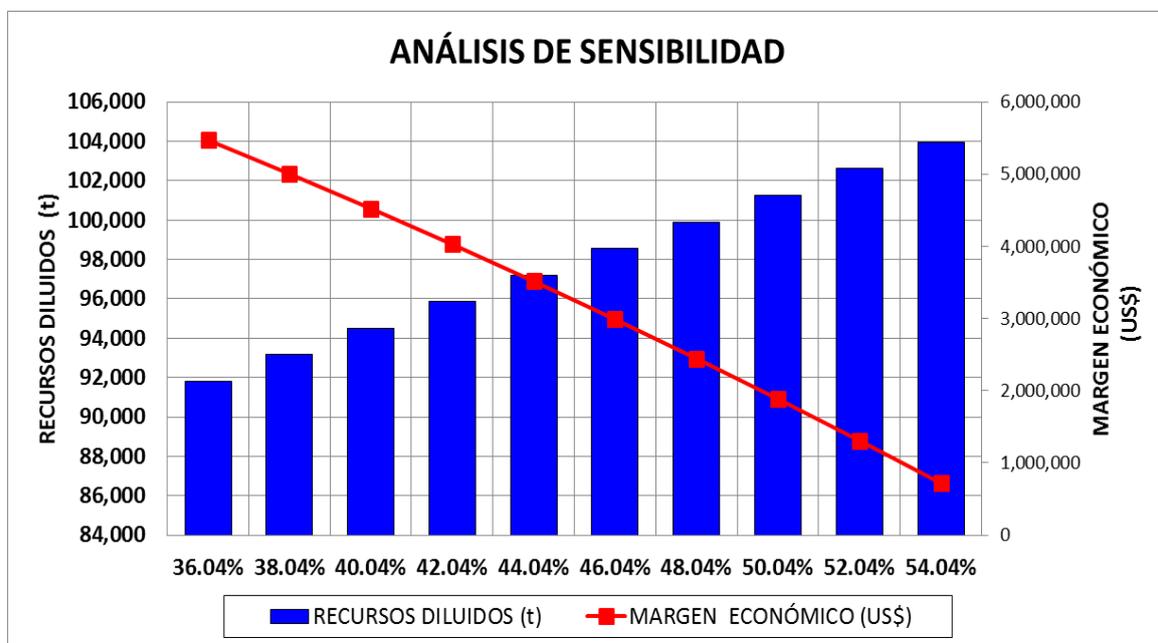
Para demostrar hipótesis específica nos basamos en el análisis de sensibilidad del margen de contribución (margen neto y margen económico) con respecto a los 10 escenarios de dilución que se planteó, se puede observar que el aumento de dilución tiene directa influencia de forma negativa hacia el margen de contribución (margen neto y margen económico), esto se debe a cuando la dilución aumenta los recursos también lo hacen de forma proporcional, todo lo contrario ocurre con las leyes de Ag y Au que sufren una disminución también proporcional a la dilución. Al momento de calcular el valor del mineral esta disminución de

leyes tiene efecto determinante, que en lo posterior tiene resultado en el margen neto y económico.

El gráfico de la Figura N°38 y 39, muestran que los resultados obtenidos son positivos, por consecuencia se sugiere la explotación de los 6 tajos evaluados de la veta Alexia.



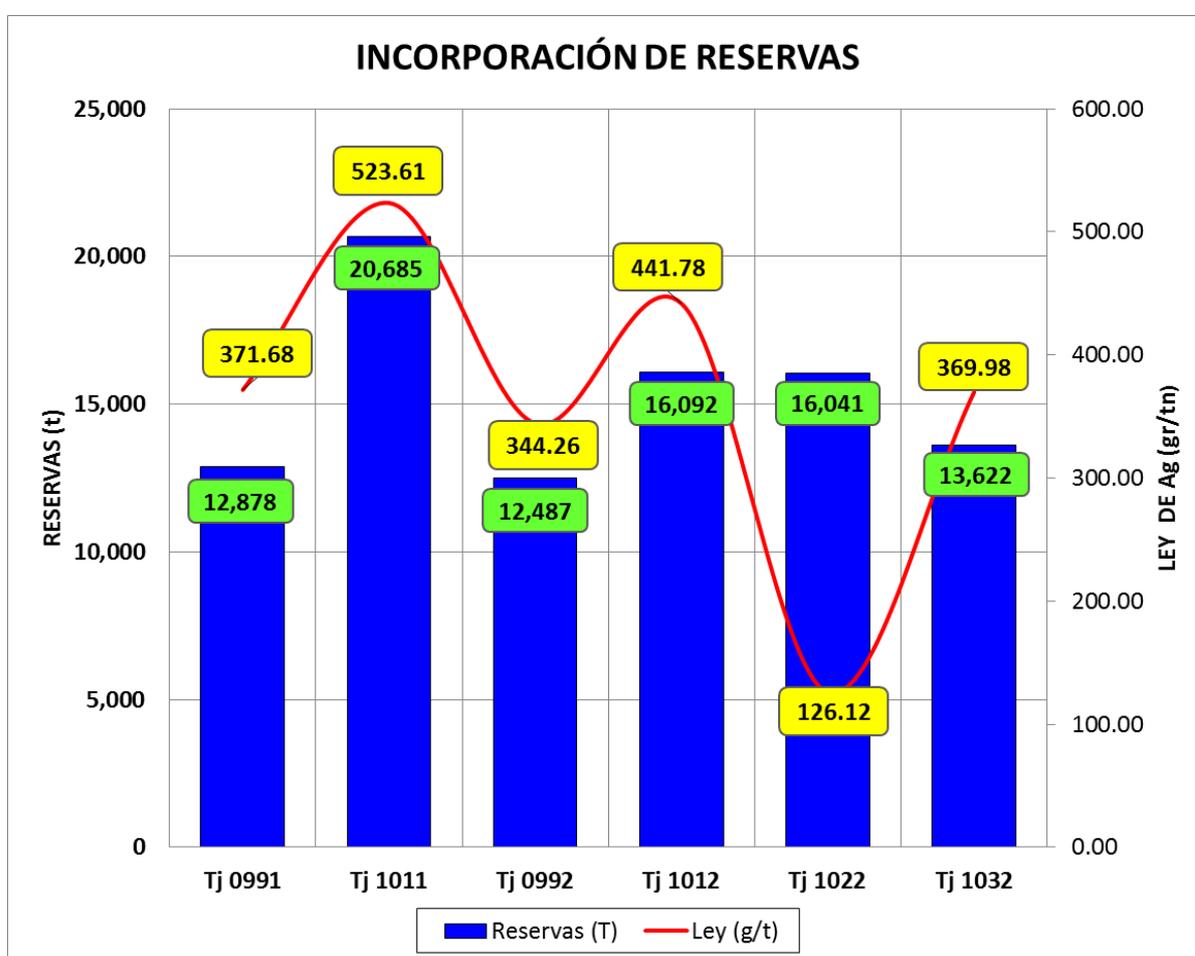
**Figura N° 38:** Análisis de sensibilidad margen neto-bruto con respecto a la dilución  
Fuente: Autor de tesis



**Figura N° 39:** Análisis de sensibilidad recursos minerales-margen económico con respecto a la dilución  
Fuente: Autor de tesis

“El resultado de la evaluación económica nos permitirá determinar la cuantificación y categorización de recursos y/o reservas minerales de la veta Alexia en la Unidad Operativa Arcata CIA. Minera Ares-Arequipa”

El resultado de la evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia muestran que los recursos evaluados son económicamente explotables generando márgenes positivos de contribución, en tal sentido los recursos evaluados de la veta Alexia pasaran a categorizarse como reservas ya que se demostró la rentabilidad de los recursos frente a la evaluación económica. La incorporación de reservas de la veta Alexia es de 91,804 toneladas con leyes de Ag 371.31 g/t y Au 1.65 g/t



## CONCLUSIONES

- La evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia, obtenida teniendo todas las consideraciones operativas y las condiciones del mercado actual, tuvo los siguientes resultados:

Margen bruto: 59.59 US\$/t

Margen económico: US\$ 5, 470,802

Valor actual neto: US\$ 5, 248,904

Tasa interna de retorno: 12.00%

Se concluye que todos los indicadores económicos son positivos y que los recursos minerales de la veta Alexia evaluados son económicamente explotables.

- El análisis de sensibilidad del margen de contribución (margen bruto y margen económico) con respecto a los diez escenarios de dilución que se planteó, nos permite determinar el margen de contribución óptimo, ya que el aumento de dilución tiene directa influencia de forma negativa hacia el margen de contribución (margen bruto y margen económico).
- El resultado de la evaluación económica de los recursos minerales de la veta Alexia, muestran que los recursos evaluados son económicamente explotables, generando márgenes positivos de contribución, en tal sentido los recursos evaluados de la veta Alexia pasaran a categorizarse como reservas ya que se demostró la rentabilidad de los recursos frente a la evaluación económica. La incorporación de reservas es la siguiente:

Reservas: 91,804 toneladas

Ley Ag: 371.31 g/t

Ley Au: 1.65 g/t

## RECOMENDACIONES

- Debido al agotamiento de los recursos minerales de la mina Arcata, se tiene que implementar trabajos de exploración mediante campañas de perforación diamantinas ayudara con el crecimiento sostenido de recursos minerales que posteriormente podrían pasar a ser reservas mediante una previa evaluación económica.
- Evaluar nuevamente de forma económica los tajos de la veta Alexia, a medida o una vez concluida la ejecución de galerías y/o sub niveles de desarrollo, ya que este tipo de labores se ejecuta sobre estructura mineral (veta) y se tendrá mayor cantidad de datos en cuanto al recurso mineral.
- Se debe reemplazar los recursos minerales agotados por recursos con márgenes positivos en cuanto a la evaluación económica se refiere, ya que estos generan ganancia a la empresa y garantizan la rentabilidad de los trabajos realizados para su extracción.
- Para la incorporación de reservas, los recursos deben estar evaluados teniendo todas las consideraciones operativas de la mina y las consideraciones económicas actuales del mercado.
- Considerar un adecuado diseño de accesibilidad al recurso tomando en cuenta las restricciones geológicas, geomecánicas y geométricas del yacimiento, para reducir los riesgos de ejecutar labores muy cercanas entre sí que puedan generar inestabilidad en el macizo rocoso.
- Se debe tener en cuenta cómo influye la variable de dilución al momento de evaluar los recursos minerales de forma económica.

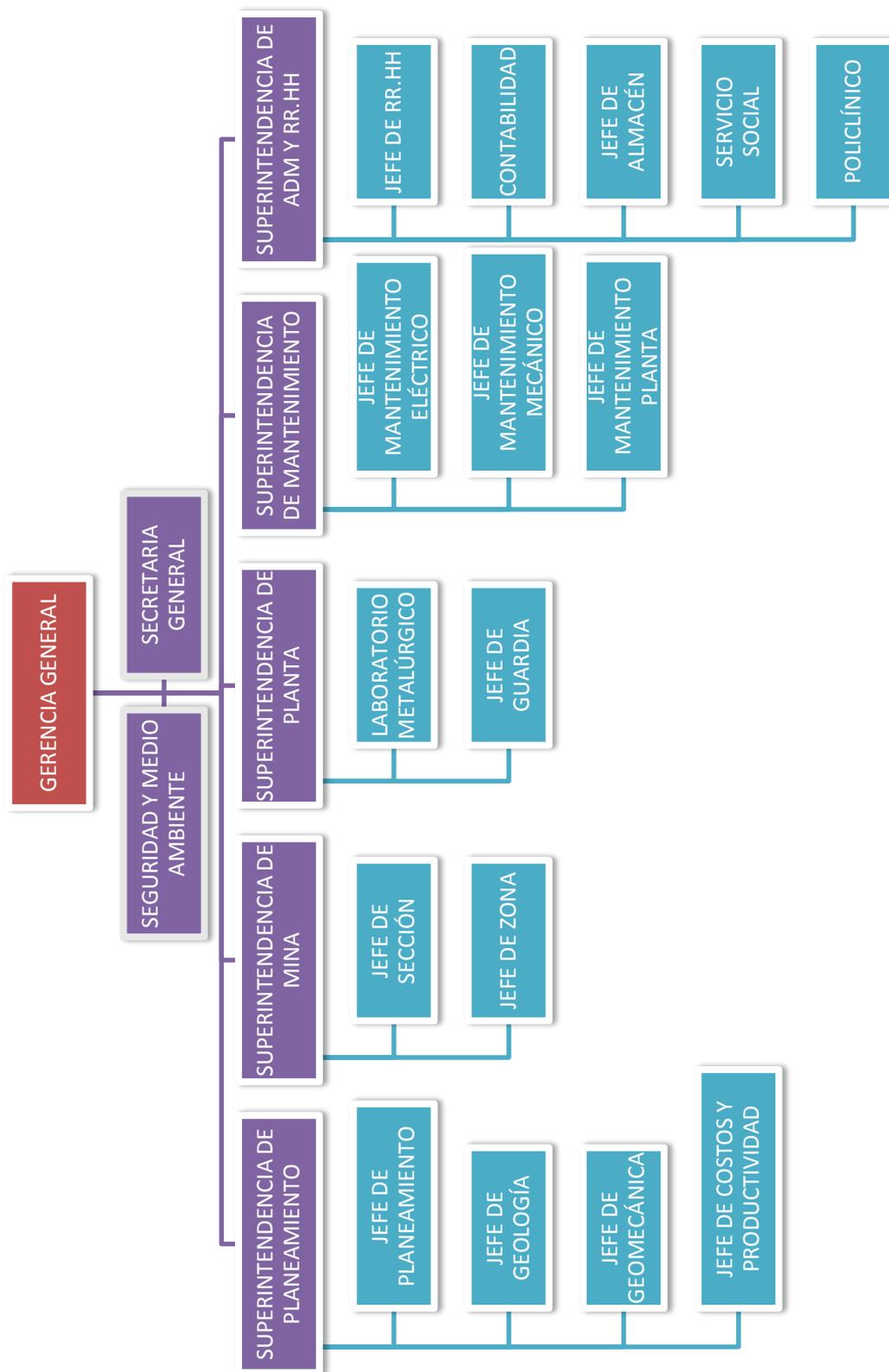
**BIBLIOGRAFÍA**

- Andia Valencia, W. (2009). *Proyectos de Inversión*.
- Andrade, S. (1982). *Proyectos de inversión*. Lima: Lucero.
- Carbajal , A. (1980). *Serie de proyectos de inversión*. Lima: Horizonte.
- Córdoba Padilla, M. (2008). *Fomulación y evaluación de proyectos*. Colombia: ECOE.
- Córdoba Padilla, M. (2010). *Formulación y evaluación de proyectos*. Colombia: ECOE.
- Fontaine Ferreira, E. R. (1981). *Evaluación social de proyectos*. Santiago de Chile - Chile.
- Franco Sepúlveda, G., & Velilla Avilez, D. A. (2014). *Planeamiento minero como función de la variación de la ley de corte crítica*. Medellín - Colombia .
- Hernández Sampieri, R. (2005). *Metodología de la investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- Herrera , H. J., & Plá de la Rosa, F. (2001). *Evaluación y planificación minera*. Universidad Politécnica de Madrid - Madrid.
- Hirshleifer, J. (1980). *Toría de precios y sus aplicaciones*. Nueva York - E.E.U.U.: DOSSAR.
- Ilpes. (1979). *Guía para la presentación de proyectos*. México: Siglo XXI.
- Lazo Monsalves, R. E. (2007). *Evaluación técnica económica de internalización de la obras de desarrollo en mina subterránea de división andina - Codelco Chile*. (Tesis de pregrado) Concepción-Chile.
- Lopez Jimeno, C. (2005). *Manual de evaluación técnico económico de proyectos mineros*. Madrid - España.
- Lopez Jimeno, C., & Bustillo Revuelta, M. (1996). *Recursos minerales: Tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia, impacto ambiental*. Madrid - España.
- Lopez Jimeno, C., & Bustillo Revuelta, M. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras*. Madrid - España.

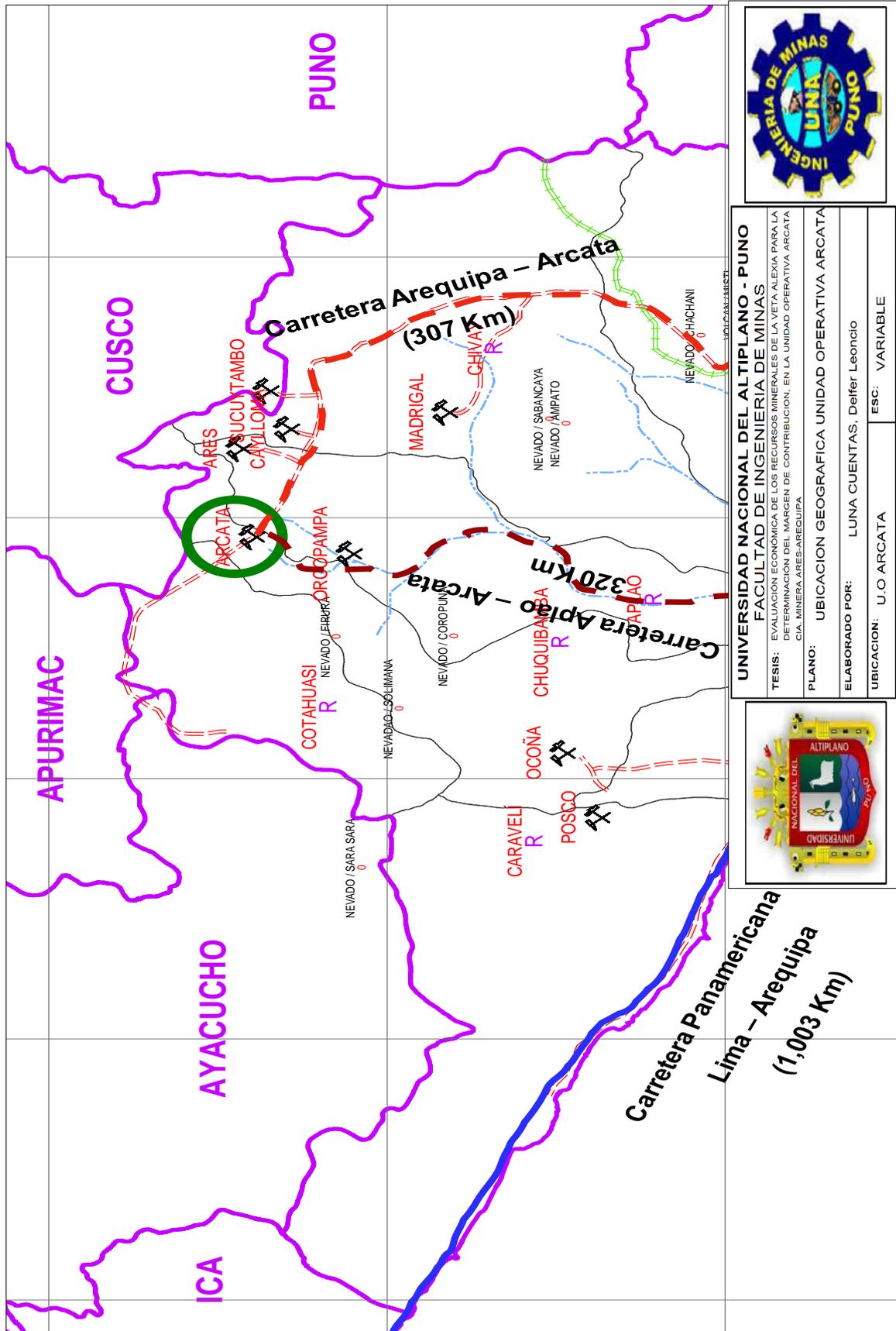
- Machaca Huayta, R. (2010). *Ley de cut off y su incidencia en planeamiento a corto, mediano y largo plazo*. (Tesis de grado) UNA Puno - Perú.
- Marin Yupanqui, C. (2009). *Formulación de proyectos en excel*. Lima: Yupanqui Cayoja.
- Ordoñez Mestas, J. A. (2013). *Explotación de vetas angostas por medio de rampas y vasculantes en la unidad minera Arcata Cia. Minera Ares S.A.C.* (Tesis de pregrado) UNA Puno - Perú.
- Pacori Toque, R. (2014). *Evaluación de recursos minerales y reservas en el proyecto Pinaya-Canper S.A.C.* (Tesis de pregrado) UNA Puno - Perú.
- Zela Ramirez, R. (2011). *Planeamiento en operaciones mineras aplicado en una mina peruana*. (Tesis de pregrado) UNA Puno - Perú.

**ANEXOS**

ANEXO-1: ORGANIGRAMA UNIDAD OPERATIVA ARCATA



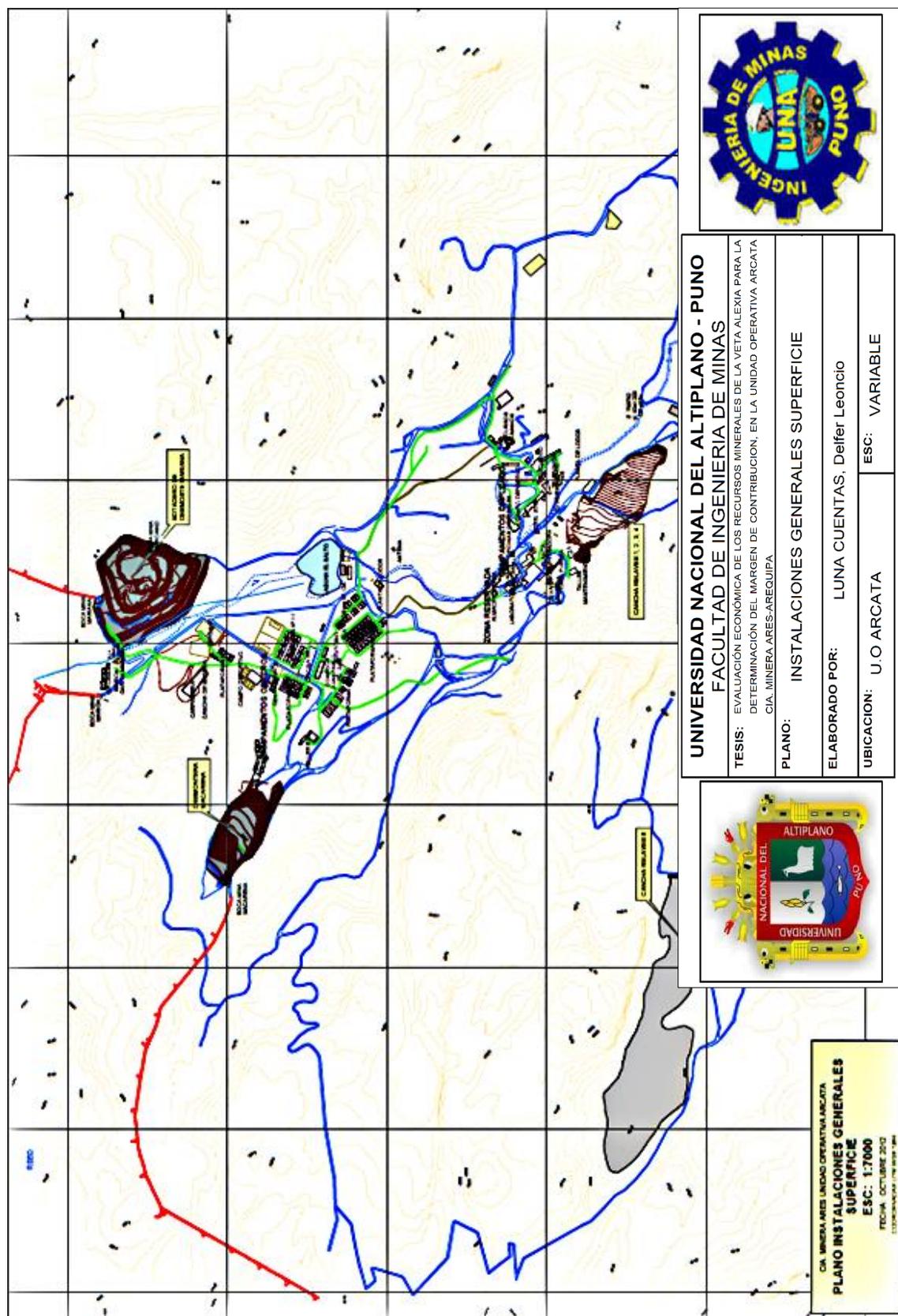
**ANEXO-2: MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
 TESIS: EVALUACION ECONOMICA DE LOS RECURSOS MINERALES DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACION DEL MARGEN DE CONTRIBUCION, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA CIA. MINERA ARES-AREQUIPA  
 PLANO: UBICACION GEOGRAFICA UNIDAD OPERATIVA ARCATA  
 ELABORADO POR: LUNA CUENTAS, Deifer Leoncio  
 UBICACION: U.O ARCATA  
 ESC: VARIABLE



**ANEXO-3: PLANO DE UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**

TESIS: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS MINERALES DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA C/A. MINERA ARES-AREQUIPA

PLANO: INSTALACIONES GENERALES SUPERFICIE

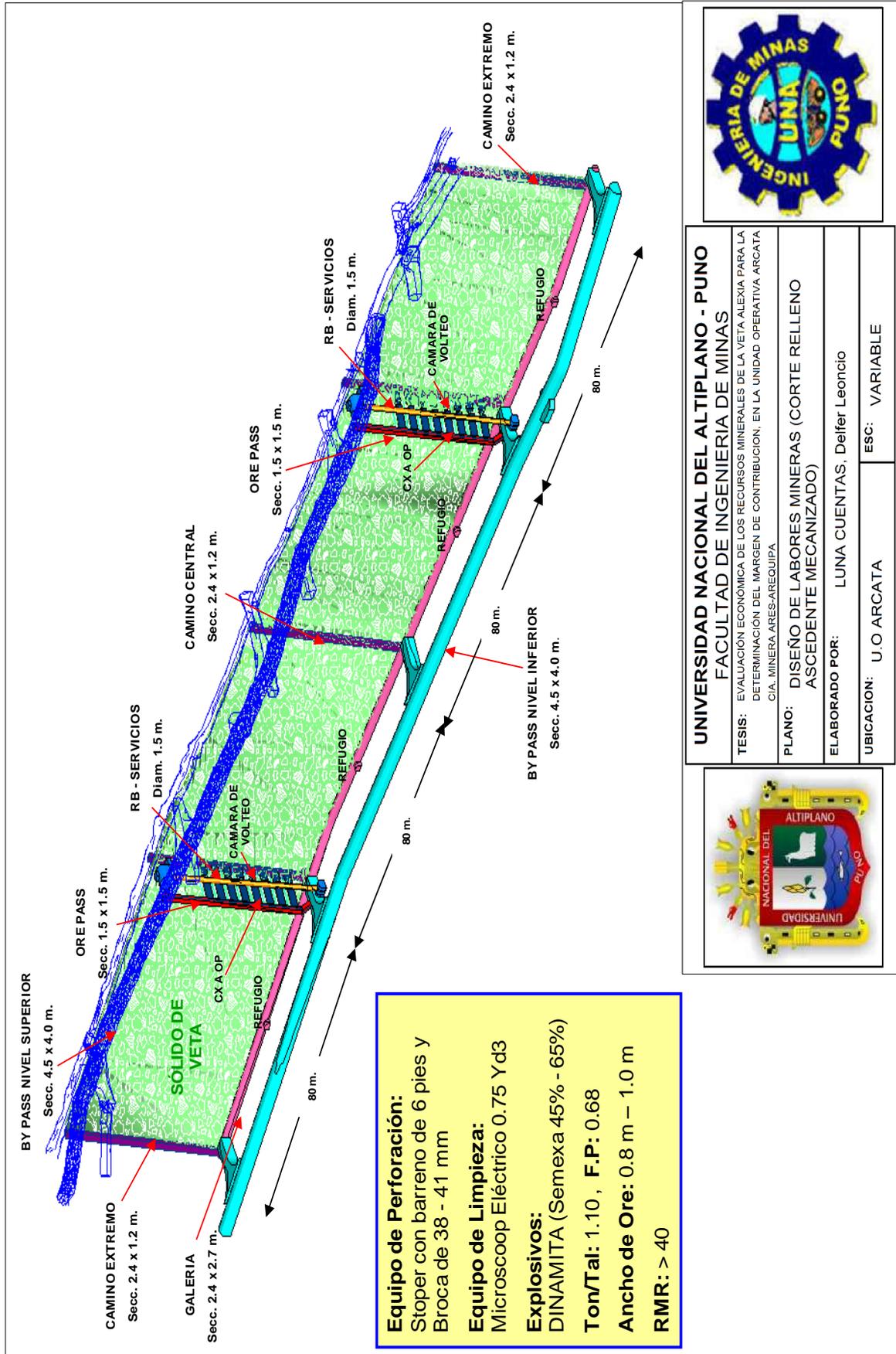
ELABORADO POR: LUNA CUENTAS, Delfer Leoncio

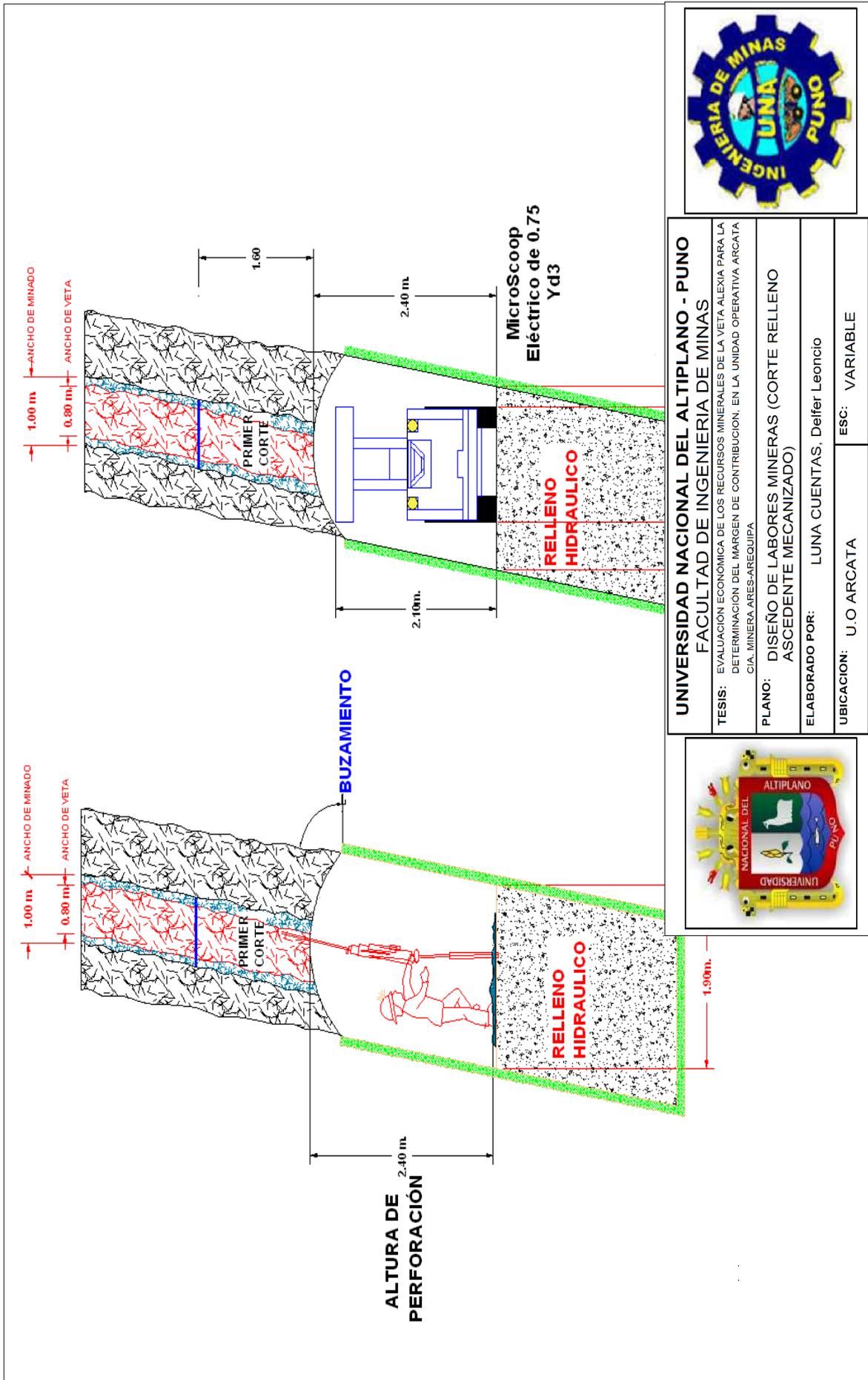
UBICACION: U.O ARCATA ESC: VARIABLE



C/A. MINERA ARES UNIDAD OPERATIVA ARCATA  
**PLANO INSTALACIONES GENERALES SUPERFICIE**  
 ESC: 1:7000  
 FECHA: OCTUBRE 2010  
 ESTADÍSTICA DE MINAS 2010

**ANEXO-4: DISEÑO DE LABORES MINERAS (CORTE RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO)**

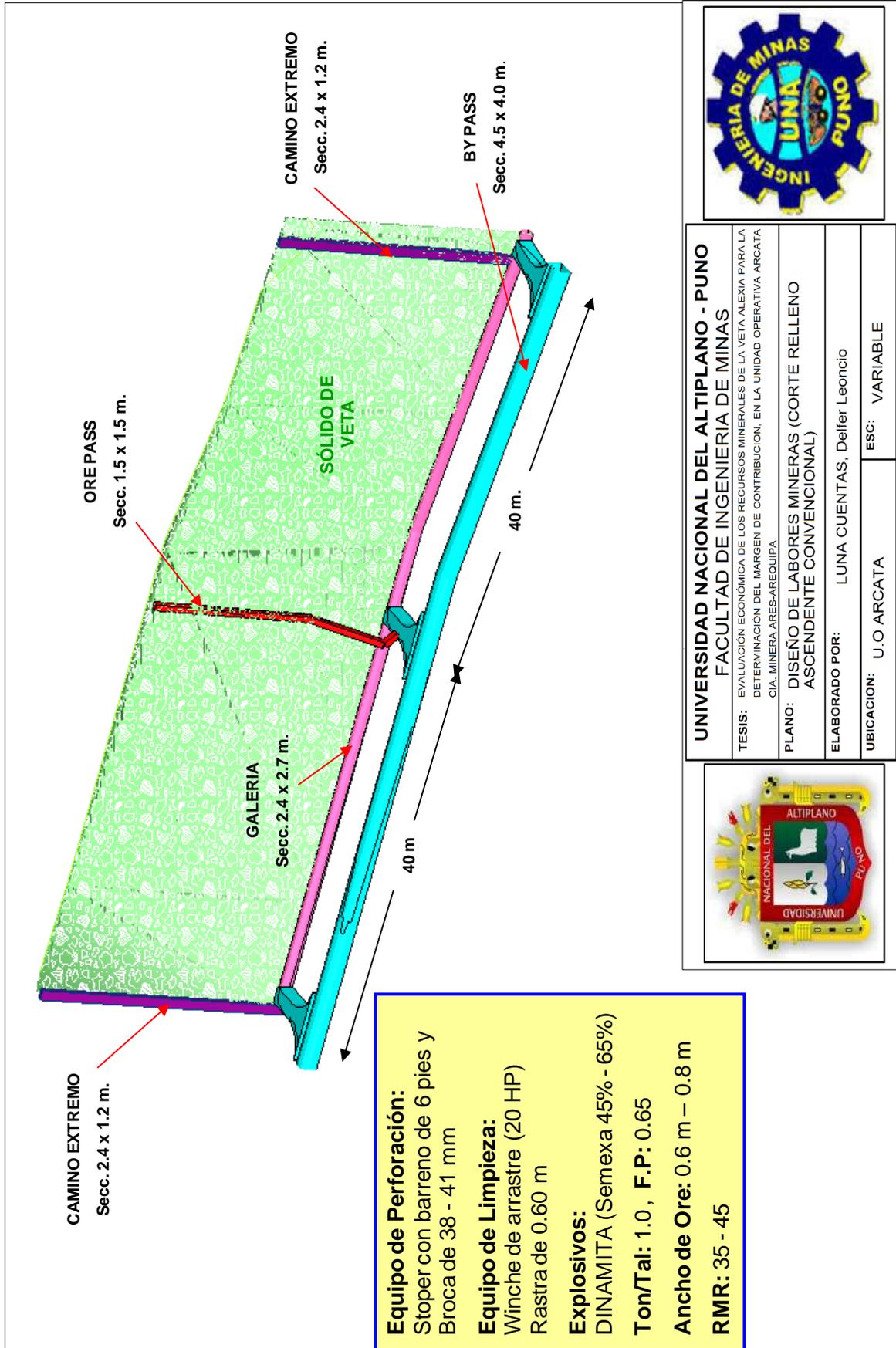


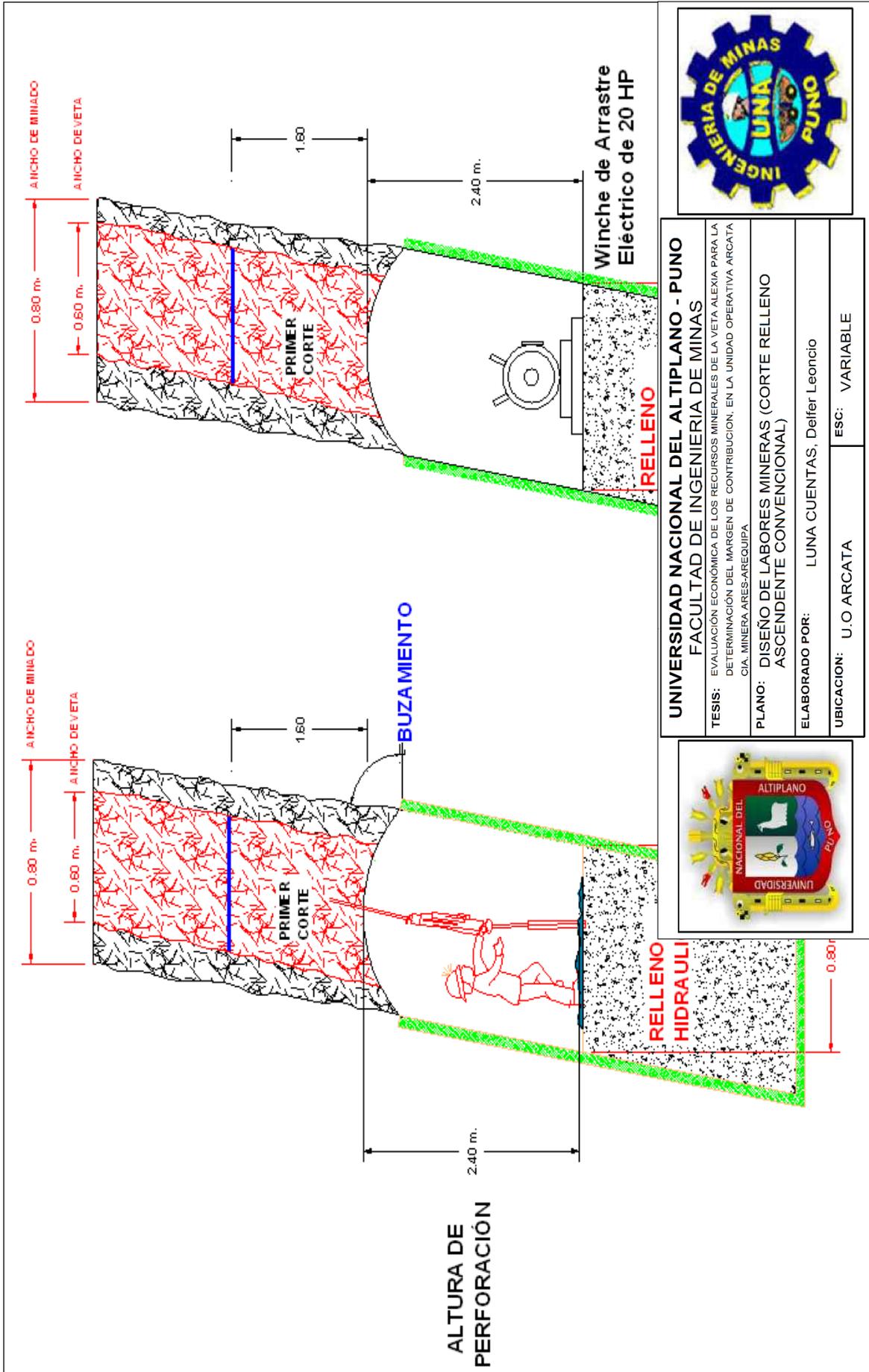


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS</b>	
<b>TESIS:</b> EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS MINERALES DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA CIA. MINERA ARES-AREQUIPA	
<b>PLANO:</b> DISEÑO DE LABORES MINERAS (CORTE RELLENO ASCEDENTE MECANIZADO)	
<b>ELABORADO POR:</b> LUNA CUENTAS, Delfer Leoncio	
<b>UBICACION:</b> U.O ARCATA	<b>ESC:</b> VARIABLE



**ANEXO-5: DISEÑO DE LABORES MINERAS (CORTE RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL)**





<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS</b>	
TESIS: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS MINERALES DE LA VETA ALEXIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN, EN LA UNIDAD OPERATIVA ARCATA CIA. MINERA ARES-AREQUIPA	
PLANO: DISEÑO DE LABORES MINERAS (CORTE RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL)	
ELABORADO POR:	LUNA CUENTAS, Delfer Leoncio
UBICACION:	U.O ARCATA
ESC:	VARIABLE



ANEXO-6: PLAN DE OPERACIÓN PLANTA CONCENTRADORA 2016

PREMISAS PRODUCCION PLANTA	
Capacidad Nominal Planta (TMSD)	2,500
Días de mantenimiento	12
Capacidad Planta efectiva (TMSD)	1,500
Cambios de guardia	4
Factor Impacto	13%

TRATAMIENTO PLANTA 2016													
DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Días nominal mes	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366
Días Mantenimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Días Operación Efectiva	30	28	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30	354
<b>T RATAMIENTO MES</b>	<b>38,956</b>	<b>41,324</b>	<b>46,376</b>	<b>45,536</b>	<b>43,084</b>	<b>44,153</b>	<b>47,556</b>	<b>47,571</b>	<b>45,583</b>	<b>43,842</b>	<b>43,239</b>	<b>50,461</b>	<b>537,683</b>

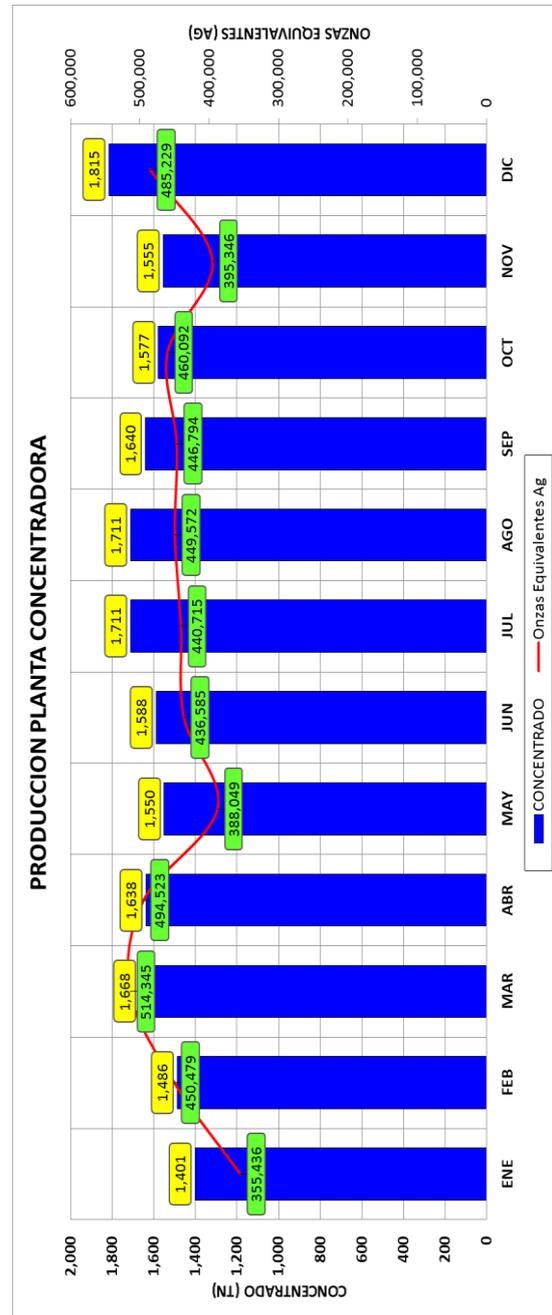
PRODUCCION MINA 2016													
DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Días mes	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	366
Nro Cambio de guardia	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	52
Días Cambio de guardia	0.5	0.5	0.5	0.625	0.625	0.5	0.625	0.5	0.5	0.625	0.5	0.625	6.625
Corte energía (lluvias)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6
Días Operación Efectiva	30	28	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30	353
<b>TOTAL EXTRACCION MES</b>	<b>38,956</b>	<b>41,324</b>	<b>46,376</b>	<b>45,536</b>	<b>43,084</b>	<b>44,153</b>	<b>47,556</b>	<b>47,571</b>	<b>45,583</b>	<b>43,842</b>	<b>43,239</b>	<b>50,461</b>	<b>537,683</b>

PRODUCCION MINA POR TIPO DE EXPLOTACION 2016													
DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Produccion Tajeos	35,056	39,412	43,222	42,532	42,167	42,669	42,914	43,824	42,803	43,050	42,431	50,052	510,133
Produccion Avances	3,900	1,912	3,154	3,004	917	1,485	4,642	3,747	2,780	792	807	409	27,550
<b>TOTAL PRODUCCION</b>	<b>38,956</b>	<b>41,324</b>	<b>46,376</b>	<b>45,536</b>	<b>43,084</b>	<b>44,153</b>	<b>47,556</b>	<b>47,571</b>	<b>45,583</b>	<b>43,842</b>	<b>43,239</b>	<b>50,461</b>	<b>537,683</b>

PRODUCCION MINA POR TIPO DE TAJO 2016													
DESCRIPCION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
# Tajos Mecanizados	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
# Tajos Convencional Realce	26	26	25	25	24	21	20	18	14	15	17	22	21
# Tajos Convencional Breasting	29	29	33	35	37	37	39	41	42	42	41	41	37
<b>TOTAL PRODUCCION</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>63</b>	<b>65</b>	<b>67</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>69</b>	<b>64</b>

ANEXO-7: METAS FÍSICAS 2016 PLANTA CONCENTRADORA

METAS FÍSICAS 2016														
PRODUCCION PLANTA CONCENTRADORA & ILR														
DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Extracción Mina	t	537,683	38,955.79	41,324.17	46,375.79	45,536.34	43,083.97	44,153.49	47,556.18	47,570.96	45,583.50	43,842.04	43,238.87	50,461.50
Ley de Cabeza Ag	g/t	296.55	270.49	327.21	337.07	327.99	268.63	296.53	277.62	281.32	295.17	316.10	274.11	285.46
Ley de Cabeza Au	g/t	1.00	0.97	1.09	1.04	1.05	0.93	1.00	0.94	0.99	0.97	1.03	0.92	1.02
<b>Tratamiento Planta</b>														
Volumen tratado	t	537,683	38,956	41,324	46,376	45,536	43,084	44,153	47,556	47,571	45,583	43,842	43,239	50,461
Ley de Cabeza Ag	g/t	296.55	270.49	327.21	337.07	327.99	268.63	296.53	277.62	281.32	295.17	316.10	274.11	285.46
Ley de Cabeza Ag	oz/t	9.53	8.70	10.52	10.84	10.55	8.64	9.53	8.93	9.04	9.49	10.16	8.81	9.18
Ley de Cabeza Au	g/t	1.00	0.97	1.09	1.04	1.05	0.93	1.00	0.94	0.99	0.97	1.03	0.92	1.02
Recuperación Efectiva Ag	%	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50	86.50
Recuperación Efectiva Au	%	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50	85.50
<b>RATIO DE CONCENTRACION</b>														
CONCENTRADO	tms	19,341	1,401	1,486	1,668	1,638	1,550	1,588	1,711	1,711	1,640	1,577	1,555	1,815
Ley de Ag en concentrado	oz/t	229.27	209	253	261	254	208	229	215	217	228	244	212	221
Ley de Au en concentrado	g/t	23.74	23	26	25	25	22	24	22	23	23	25	22	24
Humedad del concentrado	%	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Contenido Fino Ag	oz	4,434,311	293,041	376,040	434,728	415,361	321,871	364,113	367,165	372,176	374,191	385,408	329,616	400,600
Contenido Fino Au	oz	14,714	1,040	1,241	1,327	1,319	1,103	1,208	1,226	1,290	1,210	1,245	1,095	1,410
<b>Onzas Equivalentes Ag</b>	<b>oz</b>	<b>5,317,164</b>	<b>355,436</b>	<b>450,479</b>	<b>514,345</b>	<b>494,523</b>	<b>388,049</b>	<b>436,585</b>	<b>440,715</b>	<b>449,572</b>	<b>446,794</b>	<b>460,092</b>	<b>395,346</b>	<b>485,229</b>



ANEXO-8: DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS MINERALES UNIDAD OPERATIVA ARCATA 2016

Descripción	Recursos (M+I)		Leyes		Potencia		Finos		Factor (%)
	Tonn (t)	Ag (g/t)	Au (g/t)	Ag Eq.(g/t)	Ore (m)	Onzas Ag. Eq.			
<b>Recursos Medidos</b>	1,305,781	465.5	1.41	550	0.91	23,099,405	39.1%		
<b>Recursos Indicados</b>	2,037,413	391.0	1.33	471	0.95	30,836,249	60.9%		
<b>Recursos Geología (M+Ind.)</b>	3,343,193	420.1	1.36	502	0.93	53,935,654	100.0%		
<b>Total Recursos Delimitados</b>	2,883,683	436.66	1.42	522	0.95	48,407,187	86.3%		
Recursos (M+Ind.) Sin Galería	451,331	411.06	2.00	531	1.20	7,708,345	13.5%		
Recursos (M+Ind.) Con Galería	2,432,352	441.41	1.32	520	0.90	40,698,842	72.8%		
<b>Recursos Eval._Reservas c/Gal.</b>	<b>2,432,352</b>	<b>441.41</b>	<b>1.32</b>	<b>520</b>	<b>0.90</b>	<b>40,698,842</b>	<b>72.8%</b>		
(-) Puentes (diseño)	380,997	590.81	1.80	699	0.97	8,561,654	15.7%		
(-) Pérdida (operación)	22,912	458.15	1.31	537	0.90	395,354	0.9%		
(-) Inaccesibles (Eval_Económica)	745,735	390.15	1.21	463	0.89	11,101,788	30.7%		
(-) Recursos NO Económicos (sub_Marg.)	33,469	140.85	0.54	173	0.82	186,579	1.4%		
(-) Recursos NO Económicos (Marginales)	122,209	198.48	0.69	240	0.83	942,595	5.0%		
<b>Saldo recursos &gt;&gt;&gt;Reservas</b>	<b>1,127,030</b>	<b>459.76</b>	<b>1.31</b>	<b>538</b>	<b>0.90</b>	<b>19,510,872</b>	<b>46.3%</b>		
(1) Reservas económicas	1,339,419	357.24	1.00	417	0.91	17,977,795	84.0%		
(2) Reservas marginales	255,675	155.11	0.52	187	0.84	1,533,077	16.0%		
<b>Total Reservas</b>	<b>1,595,093</b>	<b>324.84</b>	<b>0.93</b>	<b>380</b>	<b>0.90</b>	<b>19,510,872</b>	<b>100.0%</b>		
<b>(*) Dilución Planeada</b>	<b>468,064</b>						<b>41.5%</b>		
(1) Accesibles	1,069,333	330.51	0.95	388	0.91	13,322,848	67.0%		
(2) Inaccesibles	525,760	313.32	0.88	366	0.88	6,188,024	33.0%		

DISTRIBUCIÓN: RECURSOS, RESERVAS Y DILUCIÓN PLANEADA: "UNIDAD ARCATA"						
Método Minado/Equipo Limpieza / Sostentamiento	Recursos		Reservas		Dilución	
	(t)	(t)	(t)	(m)	Plan. (%)	Inc. (%)
Corte y Relleno Convencional: Winche 20 Hp: Perno y malla	838,019	1,155,827	0.88	37.9%	72%	44.5%
Corte y Relleno Mecanizado: Scoop 0.75/0.50 yd3: Perno y malla	96,577	141,249	0.90	46.3%	9%	51.9%
Corte y Relleno Convencional: Winche 20 Hp: Perno y malla (B)	192,434	298,017	0.99	54.9%	19%	0.0%
Subnivel / Galerías: Sección 1.80 m x 2.40 m / 2.70 m x 2.70 m						
<b>TOTAL RESERVAS</b>	<b>1,127,030</b>	<b>1,595,093</b>	<b>0.90</b>	<b>41.5%</b>	<b>100%</b>	<b>50.1%</b>

**ANEXO-9: METAS FÍSICAS 2016-VETA (MECANIZADO-CONVENCIONAL)**

METAS FÍSICAS 2016														TOTAL
TAJEOS CON WINCHE														
VETA	TAJO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Alexia	TJ0991	1,805	1,805	1,545	1,545	1,545	1,545	1,545	1,545					12,878
Alexia	TJ0992			1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	1,710	516			12,487
Alexia	TJ1022									1,928	1,928	1,928	1,928	7,712
Alexia	TJ1032										1,629	1,629	1,629	4,886
Amparo	TJ4364	485	620	619	594	622	665	657						4,263
Amparo	TJ4764	495	540											1,034
Amparo	TJ4864	478	598	687	635	661								3,058
Blanca1	TJ4128		370	342	292	321	374	408	163					2,269
Blanca2	TJ4626	519	526	645	629									2,318
BlancaT	TJ4466	579	577	630	642	674	635	697	362					4,796
CPamela	TJ5031	419	497	491	474									1,881
Julia	TJ0786							1,290	1,216	1,271	1,234	1,266	1,277	7,554
Julia	TJ0794											635	642	1,277
Julia	TJ0874												613	613
Lucero	TJ4028	542	553	676	589	657	635	622	599	602	632			6,106
Lucero	TJ4038	548	611	603	616	677	602	615	681	590	666	647	422	7,279
Mariana	TJ0677	557	520	586	620	588	588	593	613					4,665
Mariana	TJ0678	491	495	518	545	609	589	525						3,771
Mariana	TJ0679	505	568	628	530									2,230
Mariana	TJ0764				598	514	622	600	676	642	594	664	681	5,592
MarianaNE	TJ1504									631	640	679	662	2,613
Nicole	TJ1206	522	507	655	582	605	660	370						3,901
Pamela	TJ6031	394	505	498	502	612	485	499	601	493	504	564	658	6,314
PamelaS	TJ4941	449	545	619	599	623	618	605	604	621	630	634	721	7,266
Primavera	TJ0698	986												986
RJulia	TJ0850												800	800
RLeslieS	TJ4726	534	607	642	460									2,242
RLeslieS	TJ4926	516	577	157										1,250
RNicoleS	TJ3110	563	604	622	619	676	214							3,298
RNicoleS	TJ3111	532	586	636	625	636	568	656	596					4,835
RNicoleW	TJ1606												762	762
Rosita2	TJ0409										693	679	776	2,148
Rosita2	TJ0410											642	1,403	2,044
Rosita2	TJ0411											639	599	1,238
RTecho	TJ0605					450	509	588	570	546	599	610	615	4,487
RTecho	TJ0705					543	540	505	592	654	558	531	541	4,465
Socorro	TJ6105	548	460	552	564	525	564	553	101					3,868
Soledad	TJ1016					575	578	673	615	628	533	669	581	4,851
SoledadNW	TJ0626								670	589	623	809	840	3,531
SoledadNW	TJ0726								551	572	646	614	679	3,062
Tunel2	TJ4524	509	550	598	626	294								2,576
Tunel2	TJ4525	536	577	619	618	664	623	618						4,256
Tunel2	TJ4526	539	607	689	587	674								3,096
<b>TOTAL</b>		<b>14,049</b>	<b>14,404</b>	<b>15,966</b>	<b>15,799</b>	<b>15,453</b>	<b>13,325</b>	<b>14,331</b>	<b>12,465</b>	<b>11,478</b>	<b>12,624</b>	<b>13,839</b>	<b>16,829</b>	<b>170,561</b>
METAS FÍSICAS 2016														TOTAL
TAJEOS CON MICROSCOOP														
VETA	TAJO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Alexia	TJ1011			3,447	3,447	3,447	3,447	3,447	3,447					20,685
Alexia	TJ1012									2,761	2,761	2,761	2,761	11,043
Alexia	TJ0980	995	1,006	1,336	1,222	1,365	1,173	1,375	1,311	1,203	1,709	1,780	1,908	16,384
AlexiaT	TJ4904	898	583											1,481
Amparo	TJ4765	803	904	1,020	916	1,070	938	697	646	607	646	655	806	9,709
Julia	TJ0855					754	937	1,040	968	991	943	923	345	6,900
Mariana	TJ1036			1,057	1,896	1,905	1,954	2,069	1,989	2,043	1,959	2,091	1,366	18,329
<b>TOTAL</b>		<b>2,697</b>	<b>2,492</b>	<b>6,860</b>	<b>7,482</b>	<b>8,542</b>	<b>8,449</b>	<b>8,628</b>	<b>8,362</b>	<b>7,604</b>	<b>8,018</b>	<b>8,210</b>	<b>7,187</b>	<b>84,531</b>

**ANEXO-10: DILUCIÓN ESTIMADA POR MÉTODO DE MINADO, CALIDAD DE ROCA, POR RELLENO Y SELECTIVIDAD**

DILUCION METODO DE MINADO					
METODO DE MINADO	EQUIPO DE LIMPIEZA	TIPO DE PERFORACION	ANCHO EQUIPO (m)	HOLGURA/VOLADIZO (m)	ANCHO MINIMO LABOR (m)
Corte y Relleno Convencional	Winche Arrastre	Vertical	0.60	0.105	0.70
		Horizontal	0.60	0.105	0.70
		Horizontal	0.60	0.105	0.70
Corte y Relleno Convencional	Winche Arrastre	Vertical	0.80	0.105	0.90
		Horizontal	0.80	0.105	0.90
		Horizontal	0.80	0.105	0.90
Corte y Relleno Mecanizado	Micro Scoop de 0.75 Yd3	Vertical (descaje)	1.10	0.08	1.18
		Vertical (descaje)	1.10	0.10	1.20
		Vertical (descaje)	1.10	0.18	1.28
		Horizontal	1.10	0.400	1.50
		Horizontal	1.10	1.300	2.40
Corte y Relleno Mecanizado	Micro Scoop de 1.0 Yd3	Vertical (descaje)	1.30	0.09	1.39
		Vertical (descaje)	1.30	0.12	1.42
		Vertical (descaje)	1.30	0.21	1.51
		Horizontal	1.30	0.375	1.67
		Horizontal	1.30	0.375	1.67
Corte y Relleno Mecanizado	Scooptram de 1.50 Yd3	Vertical (descaje)	1.45	0.11	1.56
		Vertical (descaje)	1.45	0.13	1.58
		Vertical (descaje)	1.45	0.24	1.69
		Horizontal	1.45	0.383	1.83
		Horizontal	1.45	0.383	1.83

DILUCION METODO DE MINADO					
METODO DE MINADO	EQUIPO DE LIMPIEZA	TIPO DE PERFORACION	ANCHO EQUIPO (m)	INFLUENCIA DEL VOLADIZO (m)	ANCHO MINIMO LABOR (m)
Corte y Relleno Mecanizado	Scooptram de 2.20 Yd3	Taladros Largos	1.60	0.297	1.90

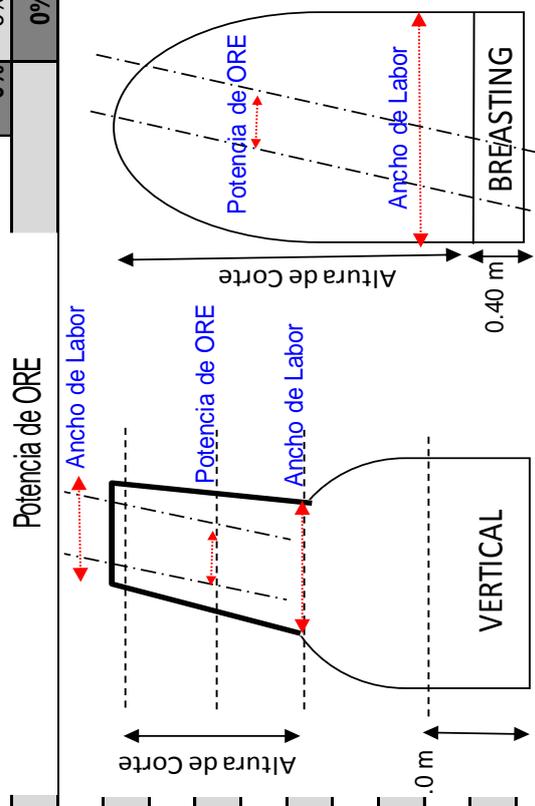
DILUCION PLANEADA (%)						
ANCHO DEL ORE (m)	METODO DE MINADO	CALIDAD DE ROCA	POR RELLENO	POR SELECTIVIDAD (PALLAQUEO)	TOTAL	TIPO DILUCION
0.80	0.0%	12.5%	0.0%	0.0%	12.5%	D1
0.80	0.0%	31.3%	0.0%	0.0%	31.3%	D2
0.80	0.0%	62.5%	0.0%	0.0%	62.5%	D3
0.85	6.4%	11.8%	0.0%	0.0%	18.2%	D4
0.85	6.4%	29.4%	0.0%	0.0%	35.8%	D5
0.85	6.4%	58.8%	0.0%	0.0%	65.2%	D6
0.80	10.0%	12.5%	0.0%	0.0%	22.5%	D7
0.80	12.5%	12.5%	0.0%	0.0%	25.0%	D8
0.80	22.5%	12.5%	0.0%	0.0%	35.0%	D9
1.00	50.0%	25.0%	0.0%	0.0%	75.0%	D10
1.00	140.0%	50.0%	0.0%	0.0%	190.0%	D11
1.05	8.6%	9.5%	0.0%	0.0%	18.1%	D12
1.05	11.4%	9.5%	0.0%	0.0%	21.0%	D13
1.05	20.0%	9.5%	0.0%	0.0%	29.5%	D14
1.05	59.5%	23.8%	0.0%	0.0%	83.3%	D15
1.05	59.5%	47.6%	0.0%	0.0%	107.1%	D16
1.10	10.0%	9.1%	0.0%	0.0%	19.1%	D17
1.10	11.8%	9.1%	0.0%	0.0%	20.9%	D18
1.10	21.8%	9.1%	0.0%	0.0%	30.9%	D19
1.10	66.7%	22.7%	0.0%	0.0%	89.4%	D20
1.10	66.7%	45.5%	0.0%	0.0%	112.1%	D21

DILUCION PLANEADA (%)						
ANCHO DEL ORE (m)	METODO DE MINADO	CALIDAD DE ROCA	POR RELLENO	POR SELECTIVIDAD (PALLAQUEO)	TOTAL	TIPO DILUCION
1.10	27.0%	18.2%	0.0%	0.0%	45.2%	D22

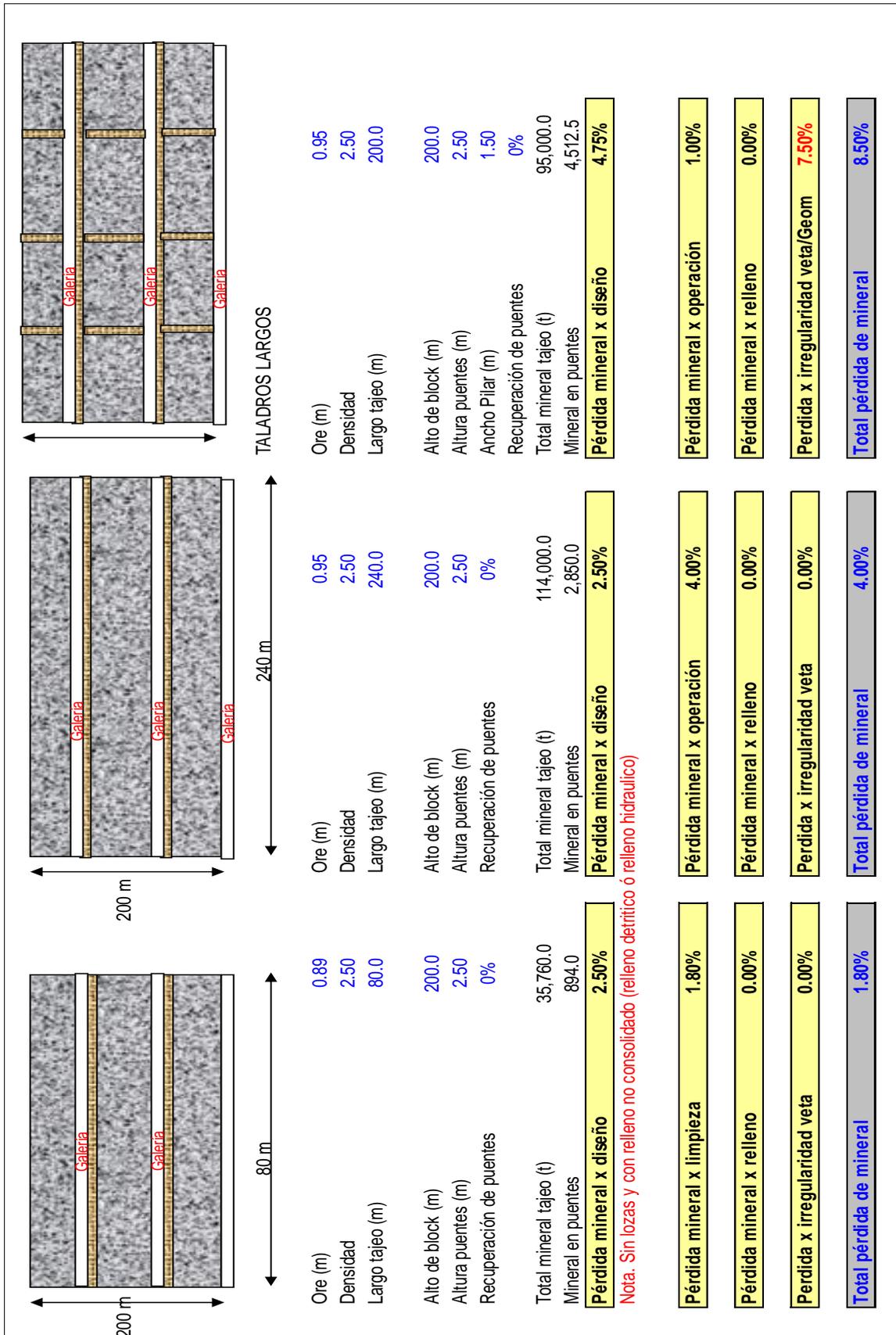
ANEXO-11: TABLA DE DILUCIÓN (POTENCIA DE ORE VS ANCHO DE LABOR)

POTENCIA ORE (m)	ANCHO DE LABOR (m)																						
	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
0.80	0%	13%	25%	38%	50%	63%	75%	88%	100%	113%	125%	138%	150%	163%	175%	188%	200%	213%	225%	238%	250%	263%	275%
0.90	0%	0%	11%	22%	33%	44%	56%	67%	78%	89%	100%	111%	122%	133%	144%	156%	167%	178%	189%	200%	211%	222%	233%
1.00	0%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%	170%	180%	190%	200%	200%
1.10	0%	0%	9%	18%	27%	36%	45%	54%	63%	72%	81%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%	170%	180%	190%	200%
1.20	0%	0%	8%	17%	25%	33%	42%	50%	58%	66%	74%	82%	90%	98%	106%	114%	122%	130%	138%	146%	154%	162%	170%
1.30	0%	0%	8%	16%	23%	31%	39%	46%	54%	62%	70%	78%	86%	94%	102%	110%	118%	126%	134%	142%	150%	158%	166%
1.40	0%	0%	8%	16%	23%	31%	39%	46%	54%	62%	70%	78%	86%	94%	102%	110%	118%	126%	134%	142%	150%	158%	166%
1.50	0%	0%	7%	14%	21%	28%	35%	42%	49%	56%	63%	70%	77%	84%	91%	98%	105%	112%	119%	126%	133%	140%	147%
1.60	0%	0%	7%	14%	21%	28%	35%	42%	49%	56%	63%	70%	77%	84%	91%	98%	105%	112%	119%	126%	133%	140%	147%
1.70	0%	0%	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	54%	60%	66%	72%	78%	84%	90%	96%	102%	108%	114%	120%	126%
1.80	0%	0%	6%	12%	18%	24%	30%	36%	42%	48%	54%	60%	66%	72%	78%	84%	90%	96%	102%	108%	114%	120%	126%
1.90	0%	0%	5%	11%	16%	21%	26%	31%	36%	41%	46%	51%	56%	61%	66%	71%	76%	81%	86%	91%	96%	101%	106%
2.00	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.10	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.20	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.30	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.40	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.50	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.60	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.70	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.80	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
2.90	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%
3.00	0%	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%

% Dilución = (Ancho de Labor - Potencia de ORE)



ANEXO-12: EJEMPLO PÉRDIDA DE MINERAL (CONVENCIONAL-MECANIZADO-TALADROS LARGOS)



ANEXO-13: PÉRDIDA EN EL TAJEO (DILUCIÓN POR RELLENO)

DILUCIÓN POR RELLENO (PERDIDA EN EL TAJEO)						
Pond.	Ore	Longitud	Altura Perf/rell	Total M3	Dilución	M.Explot.
30%	1.00	80	1.50	120	1.70%	CRC
	1.00	80	0.025	2		
70%	1.00	200	1.50	300	2.70%	CRM
	1.00	200	0.04	8.0		
0%	1.00	200	10.00	2000	0.40%	CRM (TL)
	1.00	200	0.04	8		
<b>Dilución x relleno y otros ponderada</b>					<b>2.40%</b>	

DESCRIPCION	CRC(Winche)	CRM(0.75)	T. Largos
Buzamiento veta (prom) =	80	80	80
Altura Scoop 0.75 yd3 (m) =	<b>0.60</b>	<b>2.10</b>	<b>2.50</b>
Número de cortes	1.00	1.00	1.00
Ancho hacia la caja techo (x)			
2.10/tan(80°)	0.11	0.37	0.44
Angulo reposo mineral	38	38	38
Altura triangulo ABC (h=)	0.05	0.21	0.26
Area triangulo ABC =	0.003	0.04	0.06
Pérdida mineral (tajeo) = m3	0.22	7.92	11.53
Recuperación (50%)	0.11	3.96	11.53
Perdida x irregularidad veta/Geom			<b>7.50%</b>
Pérdida mineral (tajeo) =	1.80%		
Pérdida mineral (tajeo) =		4.00%	
Pérdida mineral (tajeo) =			8.50%
<b>Pérdida mineral (prom) =</b>			<b>2.46%</b>

ANEXO-14: MÉTODO CORTE Y RELLENO CON DESCAJE

A1 y A2....Se asumen como triángulos

$$A_{total} = A1 + A2$$

$$X = He / \text{Tang}(B)$$

$$P' = P / \text{Seno}(B)$$

$$A1 = X * (Hc - He) / 2$$

$$A2 = Y * (Hc - He) / 2$$

$$Y = Ae - P' - X$$

$$A_{total} = (Hc - He) * (X + Y) / 2$$

$$A_{total} = (Hc - He) * (He / \text{Tang}(B) + Ae - P / \text{Seno}(B) - He / \text{Tang}(B)) / 2$$

$$A_{total} = (Hc - He) * (Ae - P / \text{Seno}(B)) / 2$$

$$A_{total} = (Hc - He) * (Ae * \text{Seno}(B) - P) / (2 * \text{Seno}(B))$$

donde.... SI  $(P > Ae * \text{Seno}(B))$ ,  $A_{total} = 0$

Donde:

- Hc = Altura de labor
- He = Altura de equipo (inc.holgura)
- Ae = Ancho de equipo (inc.holgura)
- P = Potencia del ore
- B = Buzamiento
- Lp = Longitud Perforación
- Dil\_Oper = Dilución Operativa

**CALCULO DILUCION OPERATIVA**

$$\text{Dil\_Oper} (\%) = A_{total} / (Lp * P)$$

SI  $(\text{Dil\_Oper}) \leq \text{Dilución mínima} = \text{Dilución mínima}$

**ANEXO-15: MÉTODO CORTE Y RELLENO BREASTING**

$A_{labor} = H_c * A_e$   
 $A_{ore} = H_c / \text{Sen}(B) * P$

Donde:  
 Hc = Altura de labor  
 He = Altura de equipo (inc.holgura)  
 Ae = Ancho de equipo (inc.holgura)  
 P = Potencia del ore  
 B = Buzamiento

$Dil\_Oper (\%) = (A_{labor} - A_{ore}) / A_{ore}$   
 $Dil\_Oper (\%) = ((A_e * H_c - H_c / \text{Sen}(B) * P) / (H_c / \text{Sen}(B) * P))$

Si  $P / \text{Sen}(B) < A_e$

$Dil\_Oper (\%) = ((A_e * \text{Sen}(B) - P) / P)$

Si  $P / \text{Sen}(B) \geq A_e$

$Dil\_Oper (\%) = ((A_e * \text{Sen}(B) - P) / 2P)$