



VICERRECTORADO ACADÉMICO

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

TESIS

**“INFLUENCIA DE LA PERFORACIÓN VERTICAL A
MEDIA BANCADA EN EL PORCENTAJE DE DILUCIÓN
DEL MINERAL - STOPE 6610 - NV 3610 UNIDAD DE
PRODUCCIÓN UCHUCCHACUA - BUENAVENTURA –
2018”**

Presentado por:

Bach. Efraín CÁRDENAS MARÍN

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

CERRO DE PASCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mis queridos padres Oswaldo Cárdenas Taype, Nicomedes Marín Palomino, mi esposa e hijos por la paciencia y el apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a mi alma mater Universidad Alas Peruanas y docentes de la casa superior por habernos compartido los conocimientos teóricos y práctico para nuestro desarrollo en el ámbito laboral minero. Aportar en el desarrollo predictivo y productivo en la minería, aplicando la seguridad como prioridad en la sociedad minera del Perú y del mundo.

De igual manera mi agradecimiento a la empresa especializada RESEFER E.I.R.L. Por habernos compartido su información y sus respectivas instalaciones, lugar donde se ha desarrollado la investigación.

Agradecer al Ing. Juan Ore Superintendente de Mina de la Unidad de Producción Uchucchacua, por impartirnos sus enseñanzas y la gentileza de facilitarnos la información necesaria para poder desarrollar este proyecto de investigación.

Agradecer al Ing. Rolando Ccente por apoyarnos y brindarnos la información necesaria para la ejecución de esta investigación.

RESÚMEN

En la minería internacional, dentro de las actividades de los procesos productivos se tiene diferentes problemas que limitan la normal producción planificada, y uno de los problemas más críticos se tiene en el control de la dilución de stop de producción.

En la Unidad de Producción Uchucchacua dedicada a la explotación de minerales de plata, cobre, zinc, con el método de banqueo y relleno, no es ajena a esta problemática de la dilución, quienes hacen grandes esfuerzos para mejorar en el control de la dilución, especialmente en los stop de banqueo y relleno quienes aportan el 60% de la producción de la mina.

En vista de la problemática se optan por mejorar los procesos productivos especialmente en la perforación de taladros y en vetas angostas, ya que es un punto de inicio para optimizar el proceso productivo.

En esta investigación se determinó como objetivo principal la relación que existe entre la influencia de perforación vertical de media bancada en el porcentaje de la dilución.

En este estudio damos a conocer que tuvo un diseño descriptivo correlacional en su desarrollo, cumpliendo con las disposiciones y requisitos para dicho diseño, para el cual utilizamos una base de datos adecuados, aplicando el análisis documentario, realizando un análisis estadístico, se arribó a la siguiente conclusión: Mediante el test estadístico de shapiro wilk $t=247,937$ se establece que el grado de correlación alta y significativa para la relación existente entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua – Buenaventura - 2018.

ABSTRACT

International mining, centrally shares of production processes Unequal have drawbacks that limit the projected normal manufacturing and one of the most difficult rating we control dilution stop processing.

In Production Unit Uchucchacua shown in minerals like silver, copper, zinc with the banking procedure and full, this is not surprising to this uncertain dilution which make great efforts to optimize in dilution control, mainly in the stop benching and full contributors 60% of mine production.

Considering the problematic, they prefer to improve production processes, mainly in digging holes and small veins because it is a starting point to refine the production process.

In this study we determined the main purpose that is the relationship between the influence vertical excavation medium bench in the percentage of dilution.

In this research we use the correlational descriptive design in its growth agreement with certain supplies and requirements for that project, using an appropriate database applying the documentary analysis, where we execute a statistical analysis, obtaining the following conclusion by Shapiro-Wilk test statistic $t = 247.937$ establishing the degree of high correlation and significant in order to the relationship between the influence of the vertical drilling half bench in the dilution 6610 - 3610 Nv - stope percentage, Production Unit Uchucchacua 2018 Bonaventure.

SINTESIS

Esta investigación determinó la relación existente entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del mineral, la cual se desarrolla en la Unidad de Producción Uchucchacua de la compañía minera Buenaventura S.A. para lo cual se ha tomado 30 secciones del stope 6610 de labores de producción, donde se ha realizado la perforación con la longitud de 10 metros y posteriormente reduciendo la longitud del taladro a 5 metros de perforación positivo y luego completando la perforación negativa de 5 metros, dándonos buenos resultados en el control del porcentaje de dilución del mineral, este disminuyó significativamente de 23.13% a 9.12%.

La utilización de la reducción de longitud del taladro de perforación ha sido la etapa principal, para mejorar el proceso productivo en el método de banqueo y relleno de vetas angostas, por ende se opta por aplicar la variación del proceso de perforación, reduciendo la longitud del taladro de perforación de diez metros del total que tiene el banco del stope, la longitud del banco se divide en dos tramos de cinco metros positivos y cinco metros negativo, por lo cual se ha tenido una disminución significativamente en la contaminación del mineral, la cual la ley promedio del stope es de 13.83 oz/tn, obteniendo un control de la ley de mineral de 6.91 a 11.82 oz/tn de plata, lo cual representa un ahorro significativo para la empresa minera.

INDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Síntesis.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	xi
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiv
Introducción.....	xvii

CAPITULO I18

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	18
1.1.1. Geología Regional.....	19
1.1.2. Geología Local.....	21
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....	23
1.2.1. Formulación Delimitación Espacial.....	23
1.2.2. Delimitación Temporal.....	25
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	25
1.3.1. Problema General.....	25
1.3.2 Problema Específico.....	25
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
1.4.1. Objetivos Generales.....	26
1.4.2. Objetivos Específicos.....	27

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.5.1. Hipótesis General.....	27
1.5.2. Hipótesis Específico.....	27
1.6. VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.6.1. Variable Independiente	28
1.6.2. Variable Dependiente.....	28
1.6.3. Operacionalización de Variables.....	28
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
1.7.1. Tipo de Investigación.....	29
1.7.2. Nivel de Investigación.....	29
1.7.3. Método de Investigación	29
1.7.4. Diseño de Investigación.	29
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
1.8.1. Población.....	30
1.8.2. Muestra.....	30
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
1.9.1. Técnicas.....	31
1.9.2. Instrumentos	31
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	32
1.10.1. Justificación.....	32
1.10.2. Importancia	33

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
2.1.1. A nivel internacional.....	34

2.1.2. A nivel nacional	35
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS	37
2.2.1. Tipología de los trabajos de perforación en el arranque con explosivo.....	37
2.2.2. Clasificación de tipos de trabajo de perforación.....	38
2.2.3. Sistemas de perforación a percusión	40
2.2.4. Aplicación de los modelos matemáticos.....	50
2.2.5. Parámetros de medida	52
2.2.6. Factores que influyen en la desviación de taladros	56
2.2.7. Desviación de perforación con barra.....	59
2.2.8. Desviación de Perforación con estabilizador	60
2.2.9. Desviación de Perforación con D.T.	61
2.2.10. El buzamiento.....	65
2.2.11. Dilución de Diseño.....	67
2.2.12. Aspectos prácticos de influencia de la perforación vertical a media bancada en la porcentaje de dilución del mineral - stope 6610 - Nv 3610 – Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura.	69
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	97

CAPÍTULO III

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

3.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS	103
3.1.1. Hipótesis General	103
3.1.2. Hipótesis Específicas 1	108
3.1.3. Hipótesis Especifica 2.....	113

CAPÍTULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO.....	119
4.1.1. Confiabilidad del Instrumento.....	119
4.1.2. Validación del Instrumento.....	121
4.2. ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.....	121
4.3. PRUEBA DE NORMALIDAD.....	123

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	127
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES.....	130
FUENTE DE INFORMACIÓN.....	131
CITAS WEB.....	133
ANEXOS	134
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	135
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos	136
Anexo 3. Prueba para la Campana de Gauss	138
Anexo 4. Plano geomecanico del Stope 6610.....	139
Anexo 5 . Plano de planta del Stope 6610	141
Anexo 6. Plano de malla de perforación positiva	143

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de la Variable Independiente.....	28
Cuadro 2. Operacionalización de la Variable Dependiente	29
Cuadro 3. Parámetros principales de los sistemas MWD, notación original, nombre en castellano y unidades.....	53
Cuadro 4. Criterio para la clasificación de roca.....	71
Cuadro 5. Características del Nutilus DSB14.....	79
Cuadro 6. Relación de las variables para la Hipótesis General	104
Cuadro 7. Relación VI vs VD - Dimensión 1 para la Hipótesis Especifica 1	109
Cuadro 8. Relación VI vs VD - Dimensión 2 para la Hipótesis Especifica 2	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencias de percusión de acuerdo al varillaje	49
Tabla 2. Desviación de perforación con barra	59
Tabla 3 Desviación de perforación con estabilizador	60
Tabla 4 Desviación de perforación con estabilizador	62
Tabla 5 Datos para la Contrastación de Hipótesis	102
Tabla 6 Datos generales para la Contrastación de Hipótesis	103
Tabla 7 Prueba de Normalidad para Hipótesis General.....	105
Tabla 8 Prueba de T Student para Hipótesis General	105
Tabla 9 Muestras Emparejadas y medias.....	106
Tabla 10 Porcentaje de dilución antes y después.....	107
Tabla 11 Porcentaje de dilución antes y después.....	108
Tabla 12 Prueba de Normalidad para Hipótesis Especifico 1	110
Tabla 13 Prueba T- Student para Hipótesis Especifica 1.....	110
Tabla 14 Muestras emparejadas y medias	111
Tabla 15 Porcentaje de dilución antes y después.....	112
Tabla 16 Promedio de contaminación de mineral.....	113
Tabla 17 Prueba de Normalidad para Hipótesis Especifica 2.....	114
Tabla 18 Prueba T- Student para Hipótesis Especifica 2.....	115
Tabla 19 Muestras emparejadas y medias	116
Tabla 20 Leyes de mineral antes y después	117
Tabla 21 Promedio de contaminación de mineral.....	118
Tabla 22 División de muestra para método Split Halves.....	120
Tabla 23 Análisis cuantitativo del porcentaje de dilución antes y después	122
Tabla 24 Análisis cuantitativo de longitud de taladro después-porcentaje de dilución después	123
Tabla 25 Prueba de Normalidad para Hipótesis General.....	124

Tabla 26 Prueba de Normalidad para Hipótesis Especifica 1.....	125
Tabla 27 Prueba de Normalidad para Hipótesis Especifica 2.....	126

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa geológico regional Uchucchacua	20
Figura 2 Perfil geológico regional Uchucchacua.....	20
Figura 3 Columna Estratigráficas del área de la Unidad de Producción Uchucchacua..	21
Figura 4 Vista en planta de geología estructural de Uchucchacua	23
Figura 5 Ubicación y acceso a la Unidad de Producción Uchucchacua.....	24
Figura 6 Diseño de Investigación	30
Figura 7 Potencia de percusión y parámetros	41
Figura 8. <i>Disposición de elementos en perforación neumática</i>	42
Figura 9. Disposición de equipo de perforación	42
Figura 10. Martillo neumático	43
Figura 11. <i>Funcionamiento del martillo de fondo</i>	44
Figura 12. <i>Fundamento del sistema ODEX (Adaptado de DPMF)</i>	45
Figura 13. Diagrama de compresor de pistón (izquierda) y de paletas (derecha).....	46
Figura 14 Principio de funcionamiento del compresor de tornillo	47
<i>Figura 15. Carro perforador sobre oruga (izquierda) y jumbo hidráulico (derecha).....</i>	49
Figura 16 Pantalla de control real	56
Figura 17. <i>Fotografía de desviación de taladros</i>	57
Figura 18. Desviación de taladros según herramientas de perforación	58
<i>Figura 19. Curva de desviación con barrenos integrales o cónicos de perforación</i>	59
<i>Figura 20. Curva de desviación con estabilizadores de perforación</i>	61
<i>Figura 21. Curva de desviación con martillos de fondo de perforación</i>	62
Figura 22. Curvas de desviación de perforación	63
<i>Figura 23. Influencia de estratificación de roca en la desviación del taladro.....</i>	63
<i>Figura 24. Broca cara plana</i>	64
<i>Figura 25. Broca retráctil</i>	64
<i>Figura 26 Broca retrac drop center</i>	65

Figura 27. <i>Broca Guía</i>	65
Figura 28. Rumbo y buzamiento.....	66
Figura 29. <i>Cálculo del porcentaje de dilución operativa de diseño</i>	68
Figura 30. <i>Formula para el cálculo de dilución</i>	68
Figura 31. Cálculo del porcentaje de dilución real	69
Figura 32. <i>Cálculo del porcentaje de sobre dilución</i>	69
Figura 33. <i>Características geomecánicas de las cajas</i>	72
Figura 34. <i>Determinación de abertura estable sin sostenimiento de caja piso/techo</i>	72
Figura 35. <i>Características geomecánicas del tajo 6610</i>	73
Figura 36. Cartilla geomecánica	74
<i>Figura 37. Cálculo de burden según la formula Langefors</i>	75
Figura 38. <i>Plano de perforación positiva</i>	76
Figura 39. <i>Plano de slot</i>	77
Figura 40. <i>Dimensiones del equipo Nutilus DSB14</i>	77
Figura 41. <i>Dimensiones de posición de perforación del Nutilus DSB14</i>	78
Figura 42. <i>Inspección de arnés</i>	86
Figura 43. Inspección de labor.....	87
Figura 44. <i>Check list de guardia anterior</i>	87
Figura 45. <i>Plano de perforación</i>	88
Figura 46. <i>Check list de equipo</i>	88
Figura 47. <i>Bloque de tajo</i>	89
Figura 48 Instalación del reflector	90
Figura 49. <i>Pintado de Malla de perforación (+) en labor</i>	90
Figura 50. <i>Anclado de cable eléctrico en refugio</i>	91
Figura 51. Tablero eléctrico con energía cero	92
Figura 52 Conector tripolar instalado con energía.....	92

Figura 53. <i>Medición de ángulo con clinómetro manual</i>	93
Figura 54. <i>Desatado de roca</i>	95
Figura 55. <i>Orden y limpieza de labor</i>	96
Figura 56. <i>Estacionamiento de equipo</i>	96
Figura 57. <i>Campana de Gauss para Hipótesis General</i>	106
Figura 58. <i>Comparativo de dilución de mineral</i>	107
Figura 59. <i>Campana de Gauss para Hipótesis Específica N° 1</i>	111
Figura 60. <i>Comparativo de contaminación Antes y después</i>	112
Figura 61. <i>Campana de Gauss para Hipótesis Especifica 2</i>	115
Figura 62. <i>Buzamiento de veta antes y después</i>	116
Figura 63. <i>Método de Mitades Partidas (split-haves)</i>	119
Figura 64. <i>Grado de correlación para ambos grupos</i>	120
Figura 65. <i>Interpretación del coeficiente de confiabilidad</i>	121

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua Buenaventura - 2018” se desarrolló con la finalidad de optimizar los procesos productivos de las operaciones de la mina. En la minería actual, dentro de las actividades de los procesos productivos se tiene distintos problemas que limitan la normal producción planificada, y uno de los problemas más críticos se tiene en el control de la dilución del stope de producción en vetas angostas.

Esta investigación se divide en cinco capítulos:

Primer y segundo capítulo, son basados en la teoría, nos describe la realidad problemática, la delimitación, la formulación de problemas, los objetivos, las hipótesis de investigación, la operacionalización de variables, el tipo, el nivel de diseño, el método, el diseño, las técnicas, la instrumentación, la población, la muestra, la justificación, la importancia, se da aportes a los antecedentes de investigación, marco histórico, marco teórico, glosario de términos y aspectos prácticos de perforación de taladros.

El tercero, cuarto y quinto capítulo, son basados en el análisis estadístico, en el desarrollo de la investigación, la confiabilidad, validación de los instrumentos de medición, análisis cuantitativo de variables, prueba de normalidad, y la contratación de hipótesis aplicando el sistema de test estadístico, el cual dará la confiabilidad a nuestro trabajo de investigación, y luego realizar un análisis respectivo, realizando la interpretación de resultados y culminando con la conclusión, reducir el porcentaje de dilución del mineral y la recomendación.

El investigador

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Unidad de Producción Uchucchacua - Compañía Minera Buenaventura, dedicada a la explotación y beneficio de minerales, en el desarrollo de sus operaciones mineras ha estado aplicando el método de banqueo y relleno en las distintas labores de producción, obteniendo buenos resultados en rentabilidad, no obstante se tiene problema con los stopes de producción en vetas angostas, esto debido a la falta de preparación de stopes de mayores potencias y con leyes altas, las que nos ayudan a regular la ley de corte, sin embargo se tiene stopes preparados en vetas angostas las que se continua con la explotación, en estos stopes de vetas angostas presenta problemas con el control de la dilución del mineral y esto obliga a tomar medidas y controles en el tema de la reducción de la dilución para extraer el mineral con las leyes calculadas por geología, y de esta manera incrementar la producción y minimizar los costos de operación.

La Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura en enero del 2018 decidió aplicar un cambio dentro de la perforación, dividiendo la longitud de bancada en dos tramos de 5 metros de perforación positivo y 5 metros negativo para vetas menores a 0.60 cm de potencia de veta con la finalidad de tener una mayor recuperación de mineral, disminuir el porcentaje de dilución presentado en los stopes con vetas angostas y continuar con la mejora de las operaciones e incrementar de la producción y trabajar con estándares de seguridad requeridos.

1.1.1 Geología Regional

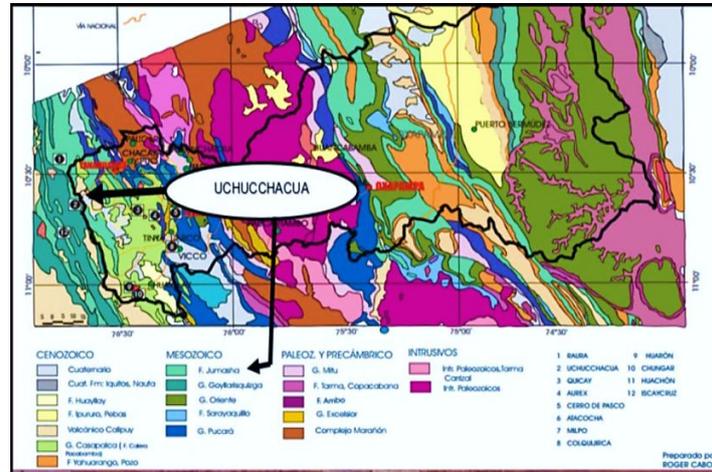
Durante el movimiento de la placa continental encima la placa oceánica, han generado fases compresivas y distensivas comprometidas durante el proceso de la evolución de los andes.

La característica de este fenómeno se puede evidenciar en una serie de detalles estructurales de diversa magnitud, afectando a las rocas sedimentarias de la zona de Uchucchacua, las cuales se observa en las Figuras 1, 2 y 3.

Grupo y formación

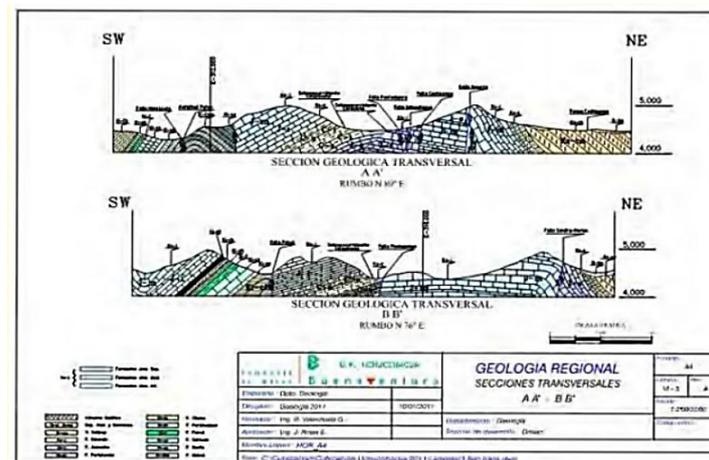
- Grupo Goyllarisquisga
- Grupo Machay
- Formación Jumasha
- Jumasha Inferior
- Jumasha Medio
- Jumasha Superior
- Formacion Celendin

- Formación Casapalca
- Volcánicos Calipuy
- Intrusivos.



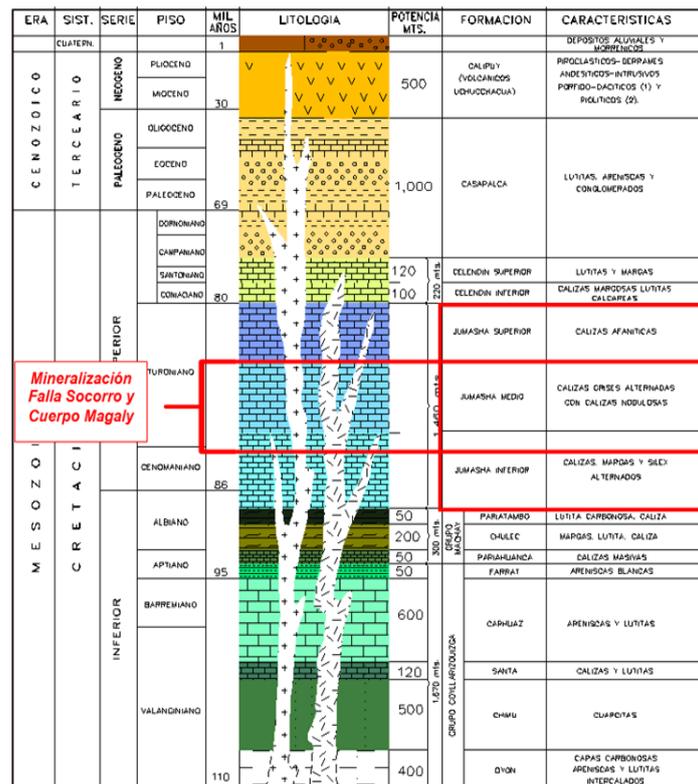
Fuente: Departamento de geología Unidad de Producción Uchucchacua

Figura 1 Mapa geológico regional Uchucchacua



Fuente: Departamento de geología Unidad de Producción Uchucchacua

Figura 2 Perfil geológico regional Uchucchacua



Fuente: Departamento de geología Uchucchacua

Figura 3 Columna Estratigráficas del área de la Unidad de Producción Uchucchacua

1.1.2 Geología Local

La geología local de la Unidad de Producción Uchucchacua se caracteriza por ser un depósito hidrotermal las cuales fueron rellenando las fracturas o vetas, que fueron canales de circulación y reemplazamiento metasomático, rica en soluciones mineralizantes.

Formación Jumasha (KS-J)

- En dicha formación encontramos caliza grises que están formados en estrato de aproximado de un grosor de uno a dos metros. En esta formación crástica.

- Estas unidades crásticas ocasionan aberturas dentro de las calizas, esto debido a la disolución química, producto de esto existe menor proporción en el área de depósito de relaves de la formación celendin.

Fallas y fracturas

- **Fallas del área de Socorro**

El área ha sido afectada en el tiempo por numerosas fallas en diversas etapas de su formación, las de mayor magnitud son transversales al plegamiento. Es el caso de la Falla Socorro que es una falla de gran magnitud y la cual dio origen al cuerpo Magaly. Las Fallas más importantes en Uchucchacua son las fallas: Mancacuta, Socorro, Uchucchacua, Cachipampa y Patón.

- **Fracturamiento del área de Socorro**

Tiene una relación genética el fracturamiento secundario en el aspecto estructural regional, pero de importancia económica, es el que se encuentra alrededor de la falla Socorro; muchas son fallas, otras son fisuras tensionales de limitada longitud. Todas ellas en diversas magnitudes, han sido afectadas por actividad hidrotermal.

La falla Socorro en la superficie presenta una extensa longitud de aproximadamente 2500 metros y tiene venillas irregulares de calcita, siempre con oxidaciones de manganeso y hierro, en la Figura 4 observamos a detalle la geología estructural de Uchucchacua.



Fuente: Departamento de geología Uchucchacua

Figura 4 Vista en planta de geología estructural de Uchucchacua

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

1.2.1 Formulación Delimitación Espacial

La mina Uchucchacua está situada en la vertiente occidental de los andes, correspondiendo al distrito de Oyón, en la provincia de Oyón del departamento de Lima, presenta un clima seco y frígido típico de la región puna, (ver Figura 5).

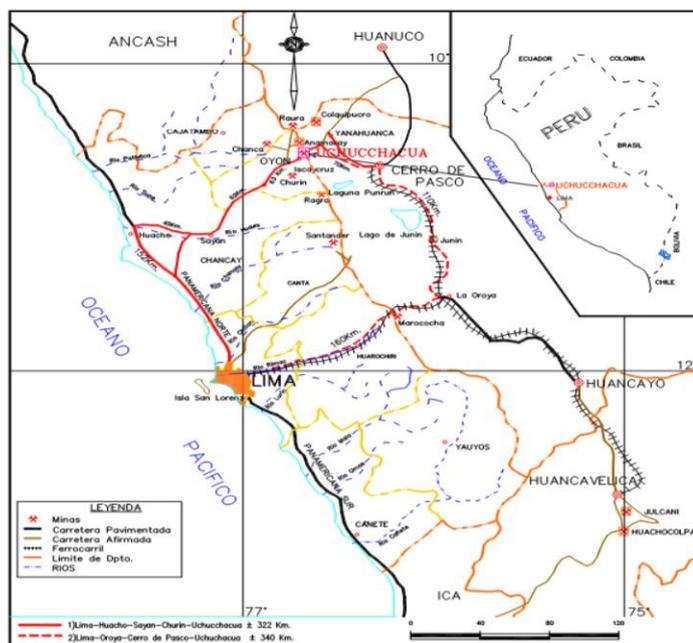
Se ubica en las siguientes coordenadas:

- 10° 36' 34" Latitud Sur.
- 76° 59' 56" Longitud Oeste.

La mina se encuentra en una altitud entre los 4,300 y 5,000 m.s.n.m.

Existen dos vías de acceso hacia la unidad Uchucchacua:

- La principal lo constituye en primer término el tramo asfaltado Lima-Huacho, de 152 Km. Y de Huacho-Sayan de 45 Km. Posteriormente un tramo afirmado de Sayan.
- El segundo acceso es el que une Lima-La Oroya-Cerro de Pasco de 320 Km. asfaltado y Cerro de Pasco-Uchucchacua de 70 Km. afirmado, totalizando 390 Km, en la Figura 5 se tiene las rutas para el acceso a la unidad de producción Uchucchacua.



Fuente: Departamento de geología Unidad de Producción Uchucchacua

Figura 5 Ubicación y acceso a la Unidad de Producción Uchucchacua

1.2.2 Delimitación Temporal

Durante enero - setiembre del 2018, se observa incremento de dilución en la producción en los tajos verticales de vetas angostas y se procede a realizar el procesamiento de datos para su estudio y análisis respectivo.

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la Unidad de producción Uchucchacua - Buenaventura. Busca mejorar continuamente en todos sus procesos, existe la necesidad de incrementar la producción y minimizarlos costos en la explotación, el control de la dilución en el proceso de explotación es prioridad para la empresa, es la problemática interna, por lo que la presente investigación con la recopilación, estudio y análisis de los datos ayuda a la evaluación y determinación del proyecto para una sostenible explotación de los minerales, todo ello se explica de forma detallada en el presente estudio.

1.3.1 Problema General

¿Cómo influye la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del Mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura 2018?

1.3.2 Problema Específico

a) ¿De qué manera incide la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018?

b) ¿De qué manera afecta la perforación vertical a media bancada en el control de la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad las empresas mineras están en busca de optimizar sus operaciones para ello analizan la problemática que afecta a los procesos en general y plantean una serie de soluciones, y el área de perforación no es ajena a esta problemática, que se tiene con la dilución de mineral en los stope en vetas angostas, para lo cual buscan nuevos métodos y diseños que ayude a controlar el tema del porcentaje de la dilución, en vista al problema se realiza la perforación vertical a media bancada, realizando la perforación inicial de longitud de 5 metros positivo y posterior en negativo de 5 metros, y de esta manera disminuir la sobre rotura de las cajas y mantener la ley estimada del stope, es así que esta investigación busca contribuir en mejorar el proceso de perforación y por ende la rentabilidad, es por ello que damos a conocer los objetivos:

1.4.1 Objetivos Generales

Determinar el porcentaje de dilución del mineral con la perforación vertical a media bancada - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 20182018.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Estimar el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura – 2018.

- b) Calcular la ley de mineral con perforación vertical a media bancada - stope 6610 - Nv 6310 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura – 2018.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Consideramos ciertas afirmaciones como las más adecuadas para la presente investigación y son:

1.5.1 Hipótesis General

Existe influencia directa de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del mineral- stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura – 2018.

1.5.2 Hipótesis Específico

- a) Si aplicamos la perforación vertical a media bancada entonces determinamos el porcentaje de contaminación del mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

- b) Si aplicamos la perforación vertical a media bancada entonces podemos estimar la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

1.6 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable Independiente

Influencia de Perforación vertical a media bancada

Son agujeros realizados a media bancada, positiva y negativa de un stope verticales que están en producción de mineral.

1.6.2 Variable Dependiente

Porcentaje de dilución del mineral

Agregar material estéril al mineral económico bajando la ley de corte producto de una ineficiente perforación y voladura.

1.6.3 Operacionalización de Variables

La operacionalización de la variable independiente se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Operacionalización de la Variable Independiente.

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice
Influencia de la perforación vertical a media bancada	Longitud	Longitud de taladro	metros

Fuente: Elaboración propia.

La operacionalización de la variable dependiente se muestra en el Cuadro2.

Cuadro 2 Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice
Porcentaje de dilución del mineral	Sobre rotura	Cubicación	Metros cúbicos
	Muestreo	Ley de mineral	Onza/tonelada

Fuente: Elaboración propia.

1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo de Investigación

Según el tipo de investigación que utilizaremos en la investigación se adapta en cuanto a la naturaleza que se persigue es una investigación aplicada, esta investigación es correlacionar, usando datos recolectados por la empresa.

1.7.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación que utilizaremos en la investigación se adapta al nivel descriptivo correlacional debido a los datos recolectados de la influencia de perforación vertical a media bancada.

1.7.3 Método de Investigación

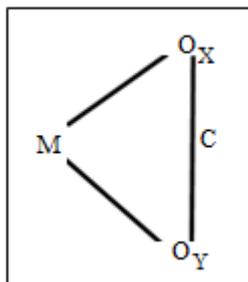
La actual investigación se ejecutó según el Método cuantitativo, siendo estadístico y experimental.

1.7.4 Diseño de Investigación.

El diseño que utilizamos en la investigación es de carácter Pre Experimental.

El diseño se detalla en la Figura 6.

Figura 6 Diseño de Investigación



Fuente: Elaboración propia

Donde:

O_x = Medición Antes de la aplicación de la variable independiente.

M = Muestra.

O_y = Medición después de la aplicación de la variable independiente.

C = Aplicación de la Variable Independiente.

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Población

La población se encuentra dentro de las instalaciones Unidad de Producción. Uchucchacua,- Buenaventura, en el stope 6610 del Nv 3610, ejecutados desde enero a setiembre del año 2018.

1.8.2 Muestra

Para el caso de nuestra investigación, la muestra será las secciones de perforación del stope 6610 del Nv 3610, las cuales están dentro de las

instalaciones de la mina Unidad de Producción Uchucchacua, comprendido entre Enero hasta Setiembre del 2018, un total de 30 secciones han sido sometidas a estudio a estudio. La selección de la muestra es selectiva no probabilística, por lo cual depende del proceso de toma de decisiones del investigador.

R. Hernandez Sampieri (2010), Metodología de la Investigación, 5ta edición:

“En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación... el procedimiento no es con base a fórmulas de probabilidad”, (pág.176).

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1 Técnicas

Para esta investigación se realiza la técnica de recolección de datos, basados en el análisis documental cuya información que fue procesada en la Unidad de Producción Uchucchacua en el periodo de enero hasta setiembre del 2018.

1.9.2 Instrumentos

Dicho instrumento que hemos utilizado para la recopilación de datos es la matriz de análisis de datos, cuya actividad es requerida para el procesamiento estadístico riguroso.

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Justificación

Dentro de los procesos productivos de la mina, se tiene el problema del control de la dilución en vetas angostas, la cual representa un problema para las operaciones, es de gran importancia de conocer cuáles son las principales causas que generan la dilución y a partir de allí adoptar medidas y controles que permitan prevenir o disminuir la sobre rotura de las cajas.

La presente investigación surge de la necesidad de estudiar las causas que generen la dilución, con el propósito de identificar el porcentaje de dilución que se tiene en las distintas stopes.

La presente investigación busca proporcionar información que será útil a la comunidad minera, para mejorar el conocimiento sobre el alcance del problema de la dilución y la forma de controlarlos.

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios sobre el control de la dilución en vetas angostas y las estrategias de control, el presente trabajo conveniente para afianzar un mayor conocimiento sobre los problemas de la dilución, las características y el control. Por otra parte, la investigación contribuye a ampliar los conocimientos sobre el control de la dilución con otros estudios similares y analizar sus variantes.

1.10.2 Importancia

Esta investigación, utilizo la influencia de la perforación vertical a media bancada, es de gran importancia para controlar el porcentaje de la dilución en el método de banqueo y relleno y vetas angostas, toda empresa minera tiene el objetivo de optimizar las operaciones y reducir los costos de producción en base al control de la dilución causada por la perforación deficiente en labores verticales, este mejoramiento del proceso de la perforación a media bancada representa un ahorro significativo para la empresa minera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 A nivel internacional

Jorquera (2015) “Método de explotación Bench and fill y su aplicación en minera Michilla”, Universidad de Chile - Santiago de Chile. Donde menciona los siguientes objetivos:

El método de Bench & Fill en estudio consiste en una variación del método tradicional Cut & Fill, en donde la explotación de se hace por medio de banqueo y relleno. La secuencia de explotación siempre sigue dos direcciones: siempre se realiza en retroceso dentro de un mismo nivel, y se efectúa de manera descendente dentro de un mismo tajeo. Con el método planteado, se estima el costo mina para el bench & fill sin tomar en cuenta los costos distribuibles de otros departamentos. Es así como se obtiene un costo mina de 34,3 US\$/ton asociados al método. Al

implementar el plan minero proporcionado, se obtiene un costo total de desarrollo para el tajeo de 18,46 (MUS\$), y haciendo la comparación de manera favorable con el “cut & fill post room and pillar” (46,5 (US\$/ton) y 31,2 (MUS\$) respectivamente.

2.1.2 A nivel nacional

Quispe (2014) “aplicación del método bench and fill stoping como una variante del método vertical crater retreat (vcr) para optimizar las operaciones en Cia. Minera Suyamarca” Universidad san Agustín de Arequipa – Arequipa. Donde menciona los siguientes objetivos:

Se ha aplicado el método bench and fill como variante del método vcr, con longitudes de taladros de 8 a 12 m. según la potencia de la veta además del relleno de cámaras después de la voladura; como producto de la implementación del método en la veta Pallancata Oeste, la producción general de mineral programada es de 3 000 ton/día, con una dilución que varía entre los 25 a 27,2 %, realizando los controles adecuados después del estudio, la producción puede alcanzar las 7 000 ton/día con una dilución de 15 a 17 %.

Caballero (2016) “Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stoping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 - 11A, Mina Casapalca-Unidad Americana.2016. Donde menciona los siguientes objetivos:

Determinamos que en los taladros perforados de 20 metros de longitud se tiene una desviación promedio de 6,6 % estando en el rango de desviación mala. Para los taladros de 12 metros se obtuvo una desviación promedio de 3.71 % estando en el rango de desviación permisible. Así como para los taladros de 8 metros se obtuvo una desviación promedio de 3.21% estando también en el rango de desviación permisible.

Determinamos con la práctica que a mayor longitud de perforación mayor es la desviación del taladro perforado. Dicho inversamente, a menor longitud de perforación menor será la desviación del taladro perforado.

Determinamos que al implementar la modificación de la secuencia de minado por tramos de 12m (positivo) y 8 m (negativo) reducimos en 3% la desviación siendo esta desviación permisible.

Determinamos que al implementar la modificación de la secuencia de minado por tramos de 12m (positivo) y 8 m (negativo) reducimos a 5% la existencia de bancos y con ello reduciríamos notablemente la voladura secundaria atacando directamente a la causa principal que es la desviación de los taladros de producción.

Calixto (2015) "Control De Dilución Optimizando los Procesos Unitarios De Perforación, Voladura y Acarreo Mina Del Norte" Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima. Donde realiza mención sobre la dilución:

El problema se debe a la sobre dilución para el cual se analizó tres labores, durante el periodo de tres meses, para ello se tuvo en cuenta la sección de diseño, y el levantamiento topográfico de labores de extracción. En el proyecto se propone una reducción en la sección de diseño de 3.5x3.5m, el cual nos ayuda a obtener una mejor ley de cabeza manteniendo la producción planeada de 1500 t/día.

2.2 BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

La Unidad de Producción Uchucchacua ha demostrado efectividad en la influencia de la perforación vertical de media bancada. A continuación, detallaremos las partes teóricas:

Según López (s.f.) nos menciona:

La perforación La perforación por las rocas dentro del campo de las voladuras es la primera operación que se realiza y tiene como finalidad Abrir unos huecos, con la distribución y geometría adecuada dentro de los macizos, conde alojara a las cargas explosivas y sus accesorios iniciadores.

2.2.1 Tipología de los trabajos de perforación en el arranque con explosivo.

Dentro de la amplia variedad de los trabajos de excavación con explosivos, se han desarrollado un gran número de maquinaria que da lugar a dos procedimientos de perforación:

- Perforación manual; se realiza con equipos ligeros manejados a mano por los perforistas, se utiliza en tajos de pequeña envergadura,

donde por las dimensiones reducidas no es posible utilizar otras máquinas.

- Perforación mecanizada; los equipos de perforación van montados sobre unas estructuras metálicas y estas sobre ruedas u orugas, las cuales son motrices o remarcables, donde el operador se sienta cómodo y de fácil maniobrar el posicionamiento del brazo y controlar las presiones de perforación.

2.2.2 Clasificación de tipos de trabajo de perforación.

a) Perforación de banqueo.

Es uno de los mejores métodos para la voladura de rocas ya que se cuenta con un frente de cara libre para la salida del material y esto permita una sistematización de las labores, este método de perforación son utilizados en proyectos a cielo abierto y subterráneo de perforación verticales.

b) Perforación de avance de galerías y túneles.

Es necesario abrir un hueco inicial la cual sal secuencialmente los fragmentos de la roca y de las demás cargas. La perforación de avance se realiza con barrenos que bien se podrá realizar manualmente pero la tendencia es de mecanizar la perforación con jumbos electrohidráulicos con uno o varios brazos.

c) Perforación de producción.

Son aquellas perforaciones que se realizan en el tajeo de producción de mineral, los equipos pueden variar según el método de explotación.

d) Perforación de chimeneas.

Son perforaciones subterráneas que se realiza de forma positiva para abrir chimeneas en obras subterráneas o públicas, hay otra tendencia de realizar chimeneas con el método REISE BORING.

e) Perforación de rocas con recubrimiento.

La perforación de roca donde yacen lechos de materiales sin evaluar nos obliga a utilizar métodos especiales de perforación con entubado que también se emplean en la perforación y voladura submarina.

f) Sostenimiento de rocas.

Para realizar el sostenimiento, Antes de se realiza la perforación necesaria para realizar el sostenimientos de las rocas que se requiera, pueden ser con pernos de sostenimiento o cementado de cable (página 16).

Bernaola, Castilla y Herrera (2013) Perforación y Voladura de Rocas en Minería” Universidad politécnica de Madrid – Madrid. Menciona sobre sistema de perforación y es:

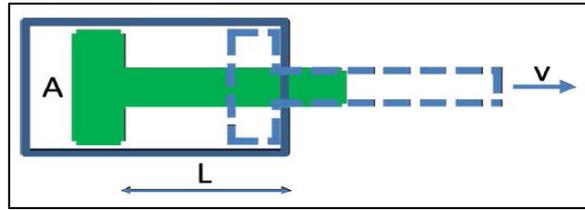
2.2.3 Sistemas de perforación a percusión

Son todas aquellas formas de perforación en las que la fragmentación de la roca se produce por impacto de un útil de filo más o menos aguzado sobre la misma.

Los sistemas de percusión simple son todavía utilizados en algunos equipos antiguos de perforación de pozos de agua (perforadoras de cable), que consisten en un trépano en forma de cuchilla con el filo inferior más o menos aguzado y que, suspendido de un cable, se deja caer sobre el fondo del pozo. De éste fondo se retiran los fragmentos producidos mediante un útil especial (cuchara) que los recoge junto con cierta cantidad de agua que se añade para facilitar la operación. Este sistema de percusión en la actualidad se encuentra totalmente obsoleto.

Dado que la única forma técnicamente aceptable de valorar un martillo perforador es su potencia de percusión y su eficiencia, es conveniente describir y analizar los aspectos que definen ésta potencia, las distintas formas que existen de medirla y los parámetros de los que depende.

La potencia de percusión se da mediante mecanismo que consta de una pieza móvil (pistón) que se desplaza con un movimiento de vaivén en el interior de una cámara (cilindro) por la acción de un fluido a presión (aire ó aceite) ejerce sobre la superficie (área de trabajo). La longitud de este desplazamiento que en general es una constante de diseño se denomina carrera, como observamos en la Figura 7.



Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 7 Potencia de percusión y parámetros

Una primera sería haciendo el cálculo del trabajo realizado sobre el pistón mediante la siguiente expresión:

$$E1 = P_m * A$$

Siendo:

P_m = Presión media efectiva del fluido.

A = Área de trabajo del pistón.

L = Carrera.

Otra forma de hacerlo, que descontaría las pérdidas por rozamiento, sería mediante el cálculo de la energía cinética del pistón al final de su carrera:

$$E2 = 1/2 * M * V^2$$

Siendo:

M = Masa del pistón.

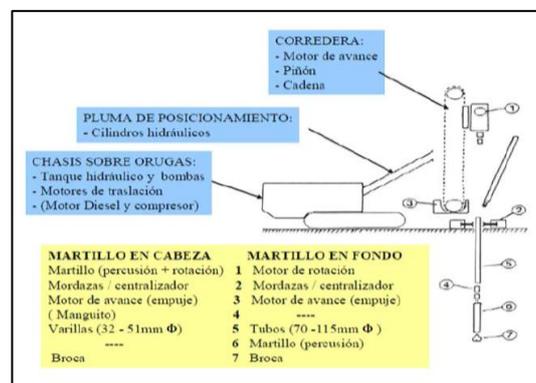
V = Velocidad del pistón al final de la carrera.

a) Perforación neumática

El accionamiento de la perforación neumática es mediante el aire comprimido a una determinada presión de uso, normalmente de valores están comprendidos entre 7 y 25 bar.

Existen dos alternativas:

- Que la percusión se produzca fuera del taladro y se transmita a la broca a través de la sarta de varillaje (martillo en cabeza).
- Que el martillo se sitúe en el fondo del taladro, golpeando así el pistón directamente sobre la broca (martillo de fondo), en la Figura 8 detallamos las partes de un equipo de martillo de fondo y en la Figura 9 se observa los equipos de perforación superficial.



Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 8. Disposición de elementos en perforación neumática

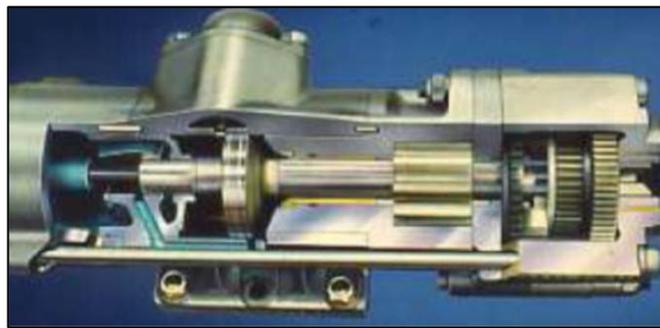


Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 9. Disposición de equipo de perforación

b) Perforadoras con martillo en cabeza

Son perforadoras cuyo martillo está diseñado para trabajar con aire de 7 a 8 bar de presión máxima. De tal forma que tenga una energía de impacto suficiente, el área de trabajo del pistón (ténganse en cuenta que la energía de impacto viene dada por el producto de tres factores: presión efectiva, área y carrera del pistón). El perfil longitudinal del pistón tiene por tanto forma de T, como se observa en la Figura 10.

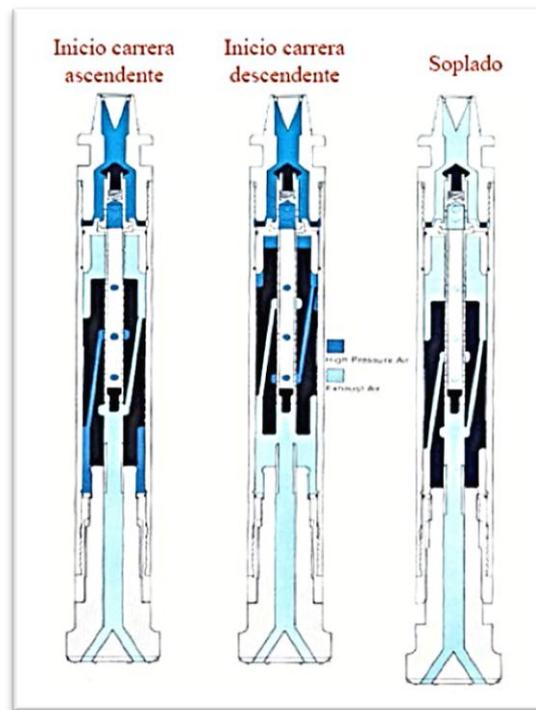


Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 10. *Martillo neumático*

c) Perforadoras con martillo en fondo

Son perforadoras que a diferencia de los martillos en cabeza, el elemento que proporciona la percusión va situado en el interior del taladro e incorpora únicamente el mecanismo de percusión (los elementos que le proporcionan la rotación y el empuje son independientes y están situados en superficie. El chasis y los restantes elementos son similares a los mencionados para las perforadoras de martillo en cabeza, también viene incluido el compresor y la cabina para el operador, el funcionamiento se observa en la Figura 11.



Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 11. Funcionamiento del martillo de fondo

La perforación con el martillo de fondo tiene restricciones en cuanto al diámetro del pistón son mayores en los pequeños diámetros de perforación, por ello se determina que los de mayor diámetro son más efectivos que diámetros de perforación inferiores a 80 mm por ende no existe martillos en fondo con un rendimiento aceptable. Sin embargo, no todo son desventajas para el martillo de fondo. Este sistema tiene también importantes ventajas en comparación con el martillo de cabeza neumático, como son:

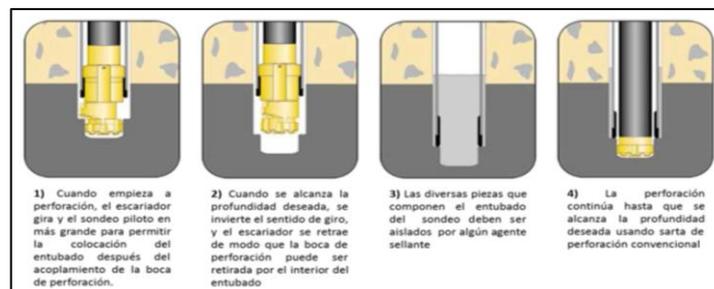
- La velocidad de perforación prácticamente es constante e independiente de la profundidad. Sin embargo, con el martillo en cabeza se pierde aproximadamente entre un 5 y un 10% de la

energía disponible en cada varilla, de tal forma que la velocidad de perforación va disminuyendo con la profundidad.

- Tiene mejor aprovechamiento de la energía neumática al aprovechar el escape del martillo como aire de barrido para la evacuación del detritus.
- Tiene menor nivel de ruido.
- Tiene menor fatiga en las varillas de la columna de perforación.
- Hay menores desviaciones.

d) Perforación de recubrimientos (Sistema ODEX)

A la hora de atravesar materiales de recubrimiento alterados suele ser frecuente que sea necesario revestir el sondeo y es usual emplear técnicas de perforación y entubado simultáneo, como se observa en la Figura 12 (ODEX - Overburden Drilling with Eccentric Drilling).



Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013).

Figura 12. Fundamento del sistema ODEX (Adaptado de DPMF)

• COMPRESORES

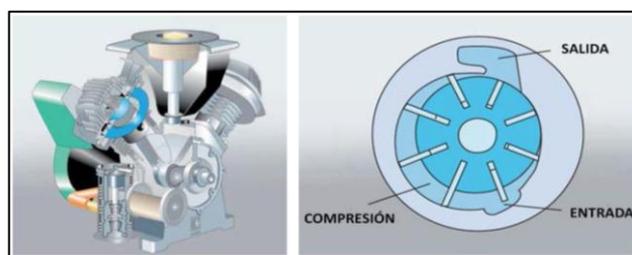
Son los equipos que suministran el aire comprimido a los distintos elementos de accionamiento neumático. En la perforación se utilizan

fundamentalmente tres tipos distintos de unidades compresoras o sistemas de compresión:

- De pistón.
- De paletas.
- De tornillo.

De pistón, son equipos rotatorios que al realizar la rotación del eje, transmiten movimiento a los pistones las cuales son suministradas por la admisión de aire para luego comprimirlo, luego por medio de una válvula se pasa el aire comprimido y repitiendo constantemente este ciclo de carga y descarga de aire comprimido.

Las unidades de paletas consisten en un rotor excéntrico con unas paletas que se mueven radialmente dentro de las ranuras en que se alojan acoplándose a las paredes del cilindro. De esta manera, al girar, aprisionan el aire confinándolo cada vez en espacios más reducidos, hasta que finalmente el aire comprimido sale por una lumbrera de escape, en la Figura 13 se observa los dos tipos de compresor.

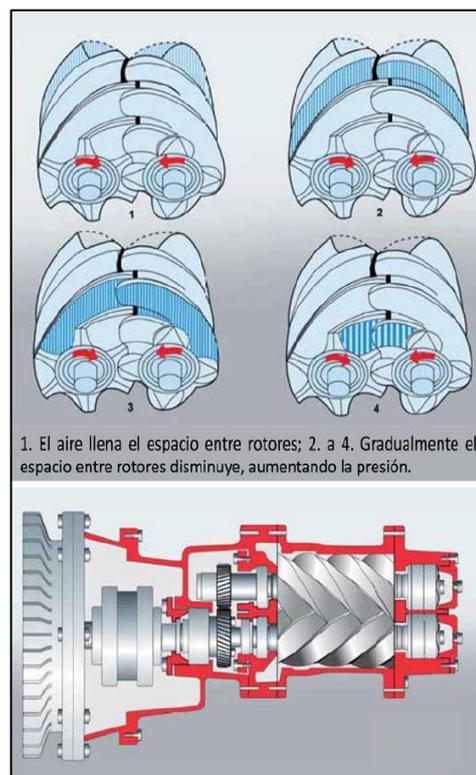


Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 13. Diagrama de compresor de pistón (izquierda) y de paletas (derecha)

El sistema de tornillo se visualiza en la Figura 14, opera según el mismo principio de confinamiento progresivo del aire que entra por la

admisión, llena el espacio entre rotores y gradualmente el espacio entre rotores disminuye, aumentando la presión de salida, luego inicia nuevamente el ciclo de carga de aire, todo se realiza aprisionándolo entre dos rotores helicoidales que giran en sentido contrario, siendo el rotor macho el elemento motriz que arrastra al rotor hembra el movimiento del eje es mediante un motor diésel o motores eléctricos.



Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 14 Principio de funcionamiento del compresor de tornillo

e) Perforación hidráulica

Martillos en fondo hidráulicos, funcionan con aceite hidráulico a 100-250 bar de presión. Esta presión, que es de 15 a 35 veces superior a la del aire que alimenta los martillos neumáticos, permite en los martillos hidráulicos que el área de trabajo del pistón sea muy

pequeña y prácticamente reducida a un insignificante resalte del mismo, por lo que adquiere un perfil longitudinal casi rectangular y muy estilizado.

Este pistón, por su forma geométrica distinta de la de un pistón de martillo neumático, genera una onda de tensión sobre el varillaje también diferente. Se trata de una onda de forma escalonada, cuyo primer escalón en los martillos hidráulicos tiene una forma prácticamente rectangular, mientras que en los neumáticos presenta un pico, originado justamente por la parte más ancha del pistón. Si se representara en ordenadas y se tiene otras nuevas curvas similares a las anteriores y, de acuerdo con la expresión de la energía de impacto, ésta vendría representada por el área comprendida entre estas nuevas curvas y el eje de abscisas. De la simple observación se deduce que, con un martillo hidráulico, puede conseguirse una mayor energía de impacto, siendo el esfuerzo ejercido sobre el varillaje incluso algo menor.

De esta manera puede aplicarse de un 50 a un 100 % más de potencia de percusión sobre el varillaje sin incrementar la fatiga del mismo. Este aumento de potencia permite perforar más rápidamente o, lo que es más interesante aún, incrementar el diámetro de perforación con una sustancial mejora de la producción, como se observa en la Tabla 1 las potencias de percusión de acuerdo al varillaje.

Tabla 1. Potencias de percusión de acuerdo al varillaje

Potencia de percusión en función del diámetro de varillaje		
Diámetro varillaje	Martillo neumático	Martillo hidráulico
7/8"	3 KW	5 KW
1"HEX	6 KW	9 KW
1 1/4"	8 KW	12 KW
1 1/2"	10 KW	15 KW
1 3/4"	12 KW	18 KW
2"	15 KW	22 KW

Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Sin embargo, cabe aún señalar que, con los últimos equipos hidráulicos, cuyo alto grado de automatización permite un riguroso control de todos los parámetros de perforación (empuje, rotación, etc.).

La perforación hidráulica presenta además otras ventajas sobre la neumática, como son:

- Menor consumo energético.
- Mejora de las condiciones ambientales.

Permite un mayor grado de automatización de los equipos, como los dos equipos que se muestra en la Figura 15.



Fuente: J. Bernaola Alonso - J. Castilla Gómez - J. Herrera Herbert (2013)

Figura 15. Carro perforador sobre oruga (izquierda) y jumbo hidráulico (derecha)

f) Perforación de Taladros Largos

Gonzalo (2001) “Sistema de perforación y voladura con taladros largos - mina perubar. S.A.” Universidad Nacional de Ingeniería-Lima, donde menciona los modelos matemáticos usados para calcular el burden y buzamiento.

En los tajos a minar se apertura cruceros longitudinales, a partir de aquellos, se realiza toda la perforación, el equipo es capaz de perforar taladros hasta 120 pies de longitud en forma radial (360°) con barras acoplables de 5 pies de longitud y brocas de botones de 2 pulgadas de diámetro. Para el diseño de malla de perforación se tiene distintos autores de modelos matemáticos con los que se realiza el cálculo del burden y espaciamento.

2.2.4 Aplicación de los modelos matemáticos.

a) Según modelo de U. Langefors

El diseño de Perforación según Langefors, uno de los más destacados especialistas suecos sugirió que la determinación de burden se basa en muchos más factores además del diámetro del taladro, como la potencia relativa del explosivo, el grado de compactación, una constante de la roca, su grado de fracturamiento, por lo que propuso su modelo.

$$B = \frac{D}{33} \sqrt{\frac{dcxPRP}{Cxfx(S/B)}}$$

Dónde:

$V = B = \text{Burden (m)}$.

$D = \text{Diámetro del taladro (mm)}$.

$C = \text{Cte. De la roca}$.

$\text{PRP} = \text{Potencia relativa en peso del explosivo}$.

$F = \text{Factor de fijación} = 0.85 \text{ (taladros inclinados)}$.

$E/V = S/B = \text{Relación de Espaciamiento-Burden}$

$D_c = \text{Densidad de carga (kg/m}^3\text{)}$.

Diámetro del taladro, se considera diámetro del taladro al diámetro del barreno con el que se perforó. El diámetro del taladro influye en los siguientes factores:

- Fragmentación: disminuye cuando aumenta el diámetro.
- Proyección: aumenta con el diámetro.
- Grietas: aumenta con el diámetro.

La desviación de la perforación es normalmente debido a las características de la roca, habilidad del operador, sistema de perforación utilizado, tipo de trazo de voladura y peso de varillaje, los taladros destinados a la voladura no irán a parar al punto deseado sino a la vecindad del mismo.

Burden, llamado también piedra, carne o peso, es la línea de menor resistencia a la salida del disparo o sea la distancia del taladro a la cara libre medida perpendicularmente a ésta.

Burden teórico o burden máximo, se expresa como:

Se puede calcular el burden teórico utilizando la fórmula, pero esta vez lo calcularemos utilizando la expresión: $V = k.d$

Para $K = 0.024$ por que la roca a perforar es considerada de dureza media y el diámetro en el fondo es de 51 mm entonces el burden teórico sería: $V = 0.024 \times 51 = 1.2$ mt.

González D. (2016) “Evaluación de los Parámetros de Perforación en Barrenos y Correlación con la geología del terreno”. Explica los parámetros de perforación:

2.2.5 Parámetros de medida

Este tipo de sistemas recoge y procesa una gran cantidad de parámetros que, dependiendo del fabricante, pueden variar. Pero existen unos que son comunes y que se engloban como parámetros principales de los sistemas MWD, MEASUREMENTS WHILE DRILLING (mediciones durante la perforación), los cuales se definen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros principales de los sistemas MWD, notación original, nombre en castellano y unidades

Siglas	Notación Internacional	Notación Castellano	Unidades	Unidades S.I.
T	Time	Tiempo	[h:min:s]	[s]
HD	Hole Deep	Profundidad	[mm;m]	[m]
PR	Penetratio Rate	Ratio de penetración	[dm/min]	[m/s]
HP	Hammer/Head Pressure	Presión en cabeza	[bar]	[Pa]
FP	Feed Pressure	Empuje	[bar]	[Pa]
DP	Damp Pressure	Presión de amortiguamiento	[bar]	[Pa]
RS	Rotation Speed	Velocidad de rotación	[rpm]	[rad/s]
RP	Rotation Pressure	Presión de rotación (torque)	[bar]	[Pa]
WF	Water Flow	Caudal	[l/min]	[m ³ /s]
WP	Water Pressure	Presión de agua	[bar]	[Pa]

Fuente: http://oa.upm.es/40237/1/PFG_DIEGO_GONZALEZ_CABRERO.pdf

A continuación se definen y explican con mayor detalle las características principales de estos parámetros:

a) Tiempo (T)

Poco hay que definir de este parámetro. Los sistemas MWD cuentan con un cronómetro para medir el tiempo transcurrido desde el inicio de la perforación hasta que se finalizan las tareas. También existe la posibilidad de tomar tiempos parciales o totales según si están planificadas una o varias perforaciones.

b) Profundidad (HD)

Éste es uno de los parámetros más importantes ya que sirve para focalizar y cortar los demás parámetros medidos. Cuando hay una variación en alguna de las medidas tomadas con éste parámetro se define en que profundidad se da. Esta medición se realiza con los sensores instalados en el MWD.

c) Ratio de penetración (PR)

Es una relación inmediata que realiza el sistema gracias a los dos parámetros que se han definido anteriormente. Simplemente se hace el cociente entre la profundidad el intervalo de tiempo inmediatamente posterior al último dato. Estos valores pueden ser infinitesimales con lo que se da una medida continua o como ya se ha dicho, por intervalos de tiempo. Con este parámetro y los estudios geológicos previos, se puede definir el tipo de roca que existe y la dureza de ésta según se perfora el barreno.

d) Presión en cabeza (HP)

Este parámetro también se mide a través de los sensores que llevan incorporados los sistemas MWD en cabeza. Con esta medida se puede conocer la presión real que ejerce la broca en su parte más avanzada sobre la roca a perforar. Es la presión con la que golpea la broca en el macizo rocoso y dicha presión es ejercida por la máquina.

e) Empuje (FP)

Como definición es la fuerza perpendicular que ejerce el equipo de perforación sobre el plano que forma la roca. Existe una fuerza en sentido contrario que ejerce la roca que es la Resistencia de ésta. La unidad de medida en el SI es el Newton, pero este tipo de máquinas suele asignar como unidad el bar, por lo que en realidad lo que se está midiendo es el empuje en función del diámetro del barreno. Como ya se explicó en el punto 2 donde se analizaron los distintos tipos de

máquinas, éste parámetro varía mucho si se trata de una maquina roto-percusiva o únicamente rotativa. Este parámetro está relacionado de forma directa con el HP.

f) Presión de amortiguamiento (DP)

En las máquinas roto-percusivas los sistemas MWD también miden la presión en el final de carrera de la broca. Esto sirve para hacer una relación con el parámetro HP.

g) Velocidad de rotación (RS)

Es el ángulo girado por unidad de tiempo de la sarta de perforación. Los sensores del MWD miden el ángulo y al igual que con el Ratio de penetración, se hace la relación con el tiempo. Este parámetro es importante en máquinas rotativas.

h) Presión de rotación/Torque (RP)

Como definición, es la fuerza aplicada por el motor de rotación a una distancia sobre la sarta de perforación, por los que se considera un momento de fuerza y las unidades en el SI son Nm. Pero este valor normalmente es entregado en bar y se entiende como la presión que ejerce de forma negativa la roca en oposición al avance de la máquina.

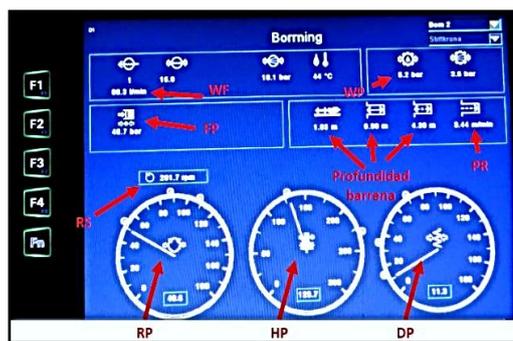
i) Caudal (WF)

Nos permite conocer y relacionar la cantidad de agua (o fluido de barrido) que entra al barreno con la que sale a la superficie. La

variación de este parámetro nos facilita la previsión de fracturas, huecos o cavernas en el macizo geológico que se estudia.

j) Presión de agua (WP)

Simplemente es la medida de presión a la que se está inyectando el fluido de barrido, se observa en el panel de perforación de la Figura 16



Fuente: http://oa.upm.es/40237/1/PFG_DIEGO_GONZALEZ_CABRERO.pdf

Figura 16. Pantalla de control real

2.2.6 Factores que influyen en la desviación de taladros

Ojeda “Diseño de Mallas de Perforación y Voladura Subterránea Aplicando un Modelo Matemático de Áreas de Influencia”, Ingeniero de Minas – Perú. Nos da a conocer los factores de desviación de taladros el cual detalla:

Las desviaciones de perforación afectan mucho en el diseño de mallas de perforación, porque varían el burden de diseño dentro de la perforación y afectan mucho en la fragmentación como y el avance del disparo, por que la eficiencia de voladura está relacionada con la

desviación porque a mayor desviación menor será la eficiencia de voladura o viceversa se especifica en la Figura 17.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>

Figura 17. Fotografía de desviación de taladros

a) Factores originados fuera del taladro

- Error de posicionamiento del equipo.
- Error en la selección y lectura de ángulos.
- Error en la fijación de viga de avance.

b) Factores relacionados durante la perforación

- Fuerza de avance.
- Rotación.
- Barrido de detritus.
- Percusión.

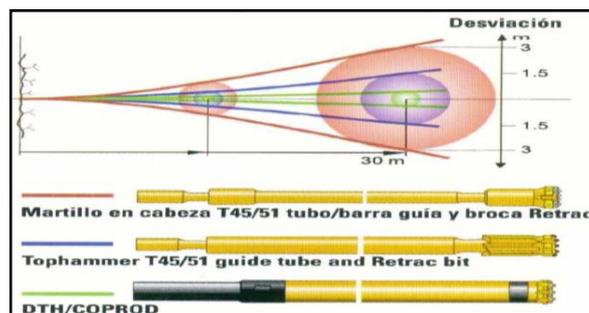
c) Factores dentro del taladro

- Tipo de roca.
- Tamaño de grano.
- Fracturamiento.
- Plegamiento.

d) Factores relacionados con el equipo:

- Condición mecánica de la perforadora.
- Regulación de la perforadora.
- Selección adecuada del varillaje de perforación.
- Afilador correcto y oportuno de las brocas.

Estos factores relacionados a las herramientas de perforación se visualizan en la Figura 18.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.

Figura 18. Desviación de taladros según herramientas de perforación

En la figura se muestra cómo afecta el tipo de herramienta a utilizar en la desviación de perforación, donde a una profundidad de 30m, la máxima desviación la tiene cuando se perfora con barras, y la mínima desviación se tiene cuando se perfora con D.T.H. (martillos de fondo).

Para realizar un análisis de desviaciones en la perforación se utilizara esta misma figura para calcular las desviaciones a distintas profundidades de perforación, haciendo uso de los datos que muestra el grafico.

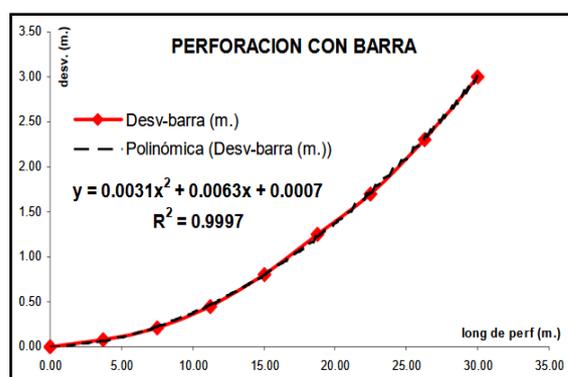
2.2.7 Desviación de perforación con barra

Para aproximar la desviación, cuando se perfora con barra se interpolara el grafico anterior, y se determinara la ecuación para calcular la desviación a una distinta profundidad donde los resultados se observan en la Tabla 2 y Figura 19.

Tabla 2. Desviación de perforación con barra

L perf (m.)	Desv-barra (m.)
0.00	0.00
3.75	0.08
7.50	0.21
11.25	0.45
15.00	0.80
18.75	1.25
22.50	1.70
26.25	2.30
30.00	3.00

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.

Figura 19. Curva de desviación con barrenos integrales o cónicos de perforación

En conclusión, la ecuación que se muestra, se representara de la siguiente forma;

$$\text{Desv}_{\text{barra}} = 0.0031 * \text{Long}_{\text{perf}}^2 + 0.0063 * \text{long}_{\text{perf}} + 0.0007$$

Donde:

$\text{Desv}_{\text{barra}}$ = desviación de perforación con barra.

$\text{Long}_{\text{perf}}$ = Longitud de perforación.

2.2.8 Desviación de Perforación con estabilizador

Para aproximar la desviación, cuando se perfora con estabilizador se interpolara el grafico anterior, y se determinara la ecuación donde los resultados se observan en la Tabla 3 y Figura 20.

Tabla 3. Desviación de perforación con estabilizador

L perf (m.)	Desv-estabilizador (m.)
0.00	0.00
3.75	0.05
7.50	0.14
11.25	0.25
15.00	0.40
18.75	0.60
22.50	0.85
26.25	1.10
30.00	1.40

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.

Figura 20. Curva de desviación con estabilizadores de perforación

En conclusión la ecuación que se muestra, se representara de la siguiente forma;

$$\text{Desv}_{\text{estabilizador}} = 0.0013 * \text{Long}_{\text{perf}}^2 + 0.0078 * \text{long}_{\text{perf}} + 0.0014$$

Donde:

$\text{Desv}_{\text{estabilizador}}$ = desviación de perforación con estabilizador.

$\text{Long}_{\text{estabilizador}}$ = Longitud de perforación.

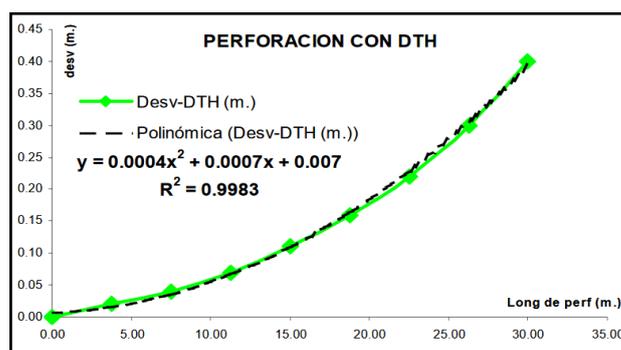
2.2.9 Desviación de Perforación con D.T.

Para aproximar la desviación, cuando se perfora con equipos D.T.H. se interpolara el grafico anterior, y se determinara la ecuación donde los resultados se observan en la Tabla 4 y Figura 21.

Tabla 4. Desviación de perforación con estabilizador

L perf (m.)	Desv-DTH (m.)
0.00	0.00
3.75	0.02
7.50	0.04
11.25	0.07
15.00	0.11
18.75	0.16
22.50	0.22
26.25	0.30
30.00	0.40

Fuente <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.

Figura 21. Curva de desviación con martillos de fondo de perforación

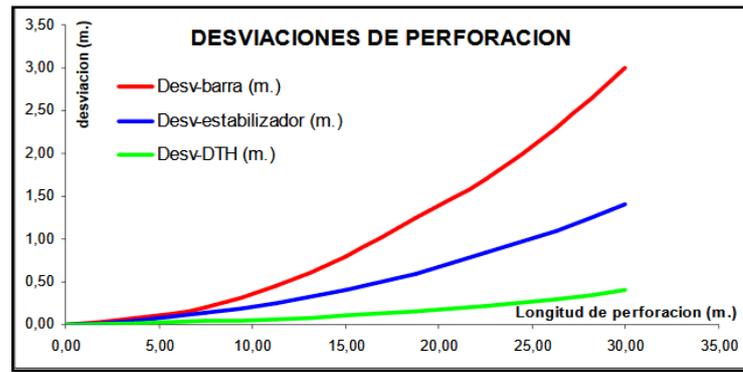
En conclusión, la ecuación que se muestra, se representara de la siguiente forma de la Figura 22.

$$Desv_{DTH} = 0.0004 * Long_{perf}^2 + 0.0007 * long_{pref} + 0.007$$

Donde:

$Desv_{DTH}$ = desviación de perforación con DTH.

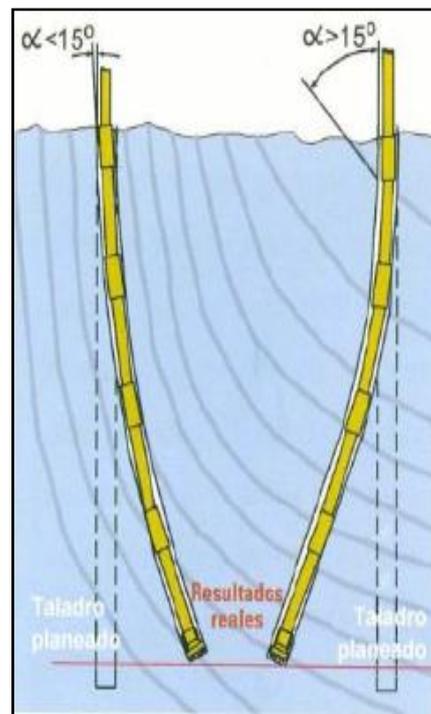
$Long_{DTH}$ = Longitud de perforación.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.

Figura 22. Curvas de desviación de perforación

Este diagrama muestra como los aceros de perforación son afectados por la dirección de la estratificación de la roca, produciendo una sustancial desviación del taladro de la Figura 23.



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>.

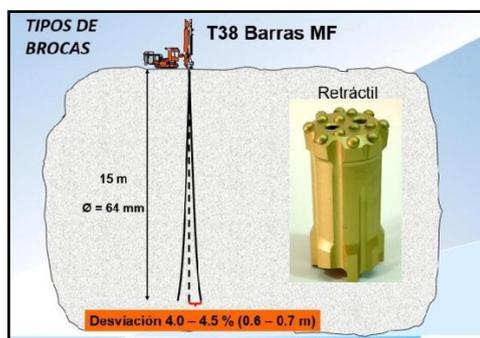
Figura 23. Influencia de estratificación de roca en la desviación del taladro

Uno de los factores de la desviación de taladro reside en el tipo de broca que se utiliza, para lo cual se requiere realizar una evaluación del macizo rocoso, la dureza, la abrasividad y el equipo que se va a utilizar, para tener un rendimiento óptimo, a continuación se detalla los distintos tipos de brocas y sus características las cuales nos ayudaran en disminuir el porcentaje de desviación de taladros largos en vetas verticales, que se visualizan de manera correlativa en las Figuras 24, 25, 26 y 27.



Fuente: <https://web.facebook.com/edgar.alcantaratrujillo/posts/1946668855381623>

Figura 24. Broca cara plana



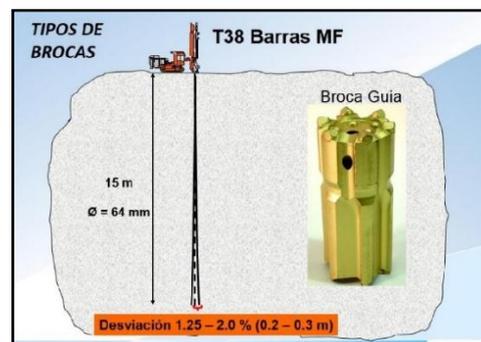
Fuente: <https://web.facebook.com/edgar.alcantaratrujillo/posts/1946668855381623>

Figura 25. Broca retráctil



Fuente: <https://web.facebook.com/edgar.alcantaratrujillo/posts/1946668855381623>

Figura 26. Broca retrac drop center



Fuente: <https://web.facebook.com/edgar.alcantaratrujillo/posts/1946668855381623>

Figura 27. Broca Guía

Ramírez (2011) “Introducción a Geología Rumbo y Buzamiento”
Fundación Universitaria del Área Andina - sede Valledupar. Se
menciona:

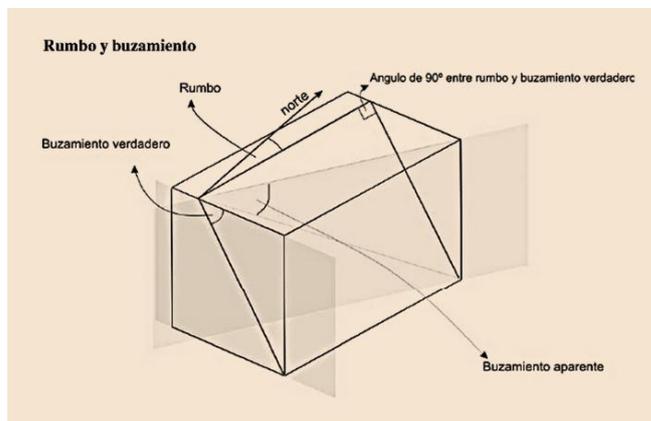
2.2.10 El buzamiento

(Inclinación) es el ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal. El buzamiento incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada. En la Figura 28, el ángulo de buzamiento del estrato rocoso es de 30°. Una buena manera de visualizar el

buzamiento es imaginar que el agua descenderá siempre por la superficie rocosa según una línea paralela al buzamiento. La dirección de caída formará siempre un ángulo de 90° con la dirección.

- **Características**

El buzamiento de un plano corresponde al ángulo que forma una de sus rectas de máxima dependiente con respecto a un plano horizontal, y el sentido de buzamiento, a su vez, es el mismo que poseen estas rectas que se observan de manera representativa en la Figura 28.



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/62355466/Rumbo-y-buzamiento>

Figura 28. Rumbo y buzamiento

2.2.11 Dilución de Diseño

Calixto (2015) hace mención a tipos de dilución:

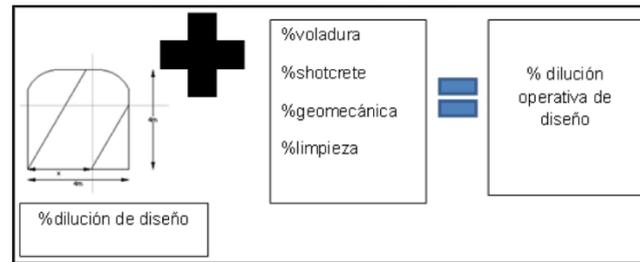
“Es aquella que se estima como parte de las cajas (techo y piso) las cuales colapsaran producto de la minería. Por ende la dilución planeada contempla la dilución de diseño que este caso se tendrá en cuenta la sección de minado el cual es 4m x 4m adicional a ello se tendrá en cuenta la dilución proveniente de voladura, shotcrete, geomecánica y limpieza (dilución de piso). La suma de todo lo mencionado anteriormente da como resultado porcentaje de dilución operativa de diseño”. (p. 356)

En la actualidad, en la mina del norte la dilución operativa de diseño se calcula teniendo en cuenta el ancho de veta promedio de diseño y el ancho de la sección de minado que es de 4m y la dilución operativa real se calcula en cuenta el ancho de la veta real y el ancho de la labor luego de efectuado el disparo se representa el proceso de porcentaje de dilución operativa en la Figura 29.

- % dilución operativa de diseño = $(1 - (\text{Ancho de veta de diseño} / \text{Ancho de sección})) * 100\%$
- % dilución operativa real = $(1 - (\text{Ancho de veta real} / \text{Ancho de labor})) * 100\%$

Consideraciones:

- Densidad del mineral: 3.4 t/M³
- Densidad del desmonte: 2.7 t/m³



Fuente: Bachiller Calixto S.C. pag. 34

Figura 29. Cálculo del porcentaje de dilución operativa de diseño

Para realizar el cálculo de la dilución se tomó en cuenta la segunda las definiciones de la tabla de Pakalnis mostradas en la Figura 30.

EQ 1 Dilution = (Tonnes waste mined)/(Tonnes ore mined)
EQ 2 Dilution = (Tonnes waste mined)/(Tonnes ore mined + Tonnes waste mined)
EQ 3 Dilution = (Undiluted in-situ grade as derived from drill holes)/(Sample assay grade at drawpoint)
EQ 4 Dilution = (Undiluted in-situ grade reserves)/(Mill head grades obtained for same tonnage)
EQ 5 Dilution = (Tonnage mucked - Tonnage blasted)/(Tonnage blasted)

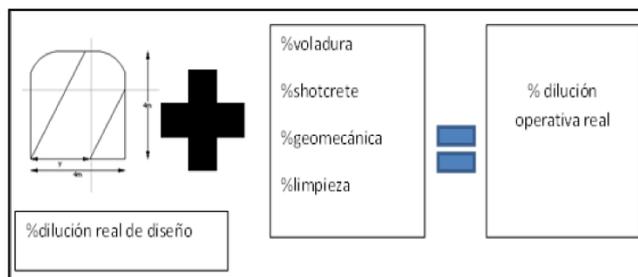
Fuente: Bachiller Calixto S.C.

Figura 30. Fórmula para el cálculo de dilución

a) Dilución Operativa Real

Se considera dilución operativa real al verdadero factor de dilución para el cual se tendrá en cuenta las reales dimensiones de las vetas y anchos de minado para con ello proceder a calcular la dilución real de diseño para ello se toma en cuenta las dimensiones reales de la veta y la sección de minado 4m x 4m adicionalmente se tomará en cuenta la dilución proveniente de la voladura, shotcrete, geomecánica y limpieza (dilución de piso). La suma de todo lo mencionado anteriormente dará como resultado el porcentaje de dilución operativa real para calcular todos los factores anteriormente mencionados se

tomaran en cuenta la información del levantamiento topográfico se muestra el proceso de porcentaje de dilución real en la Figura 31.



Fuente: Bachiller Calixto S.C.

Figura 31. Cálculo del porcentaje de dilución real

b) Sobre dilución

Es la diferencia entre el porcentaje de dilución real operativa y el porcentaje de dilución operativa de diseño esto nos sirve para observar en qué medida se está cumpliendo lo planeado con lo ejecutado y determinar porque factores se está dando ello, para esto se muestra la formula en la Figura 32.

$$\% \text{dilución operativa real} - \% \text{dilución operativa de diseño} = \text{SOBRE DILUCIÓN}$$

Fuente: Bachiller Calixto S.C.

Figura 32. Cálculo del porcentaje de sobre dilución

2.2.12 Aspectos prácticos de influencia de la perforación vertical a media bancada en la porcentaje de dilución del mineral - stope 6610 - Nv 3610 – Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura.

Para este caso de nuestra investigación, se realizó tomando los datos de los distintos tajos, en primer lugar se tomó los datos del tajeo con

bancada de 10 metros y posteriormente en el tajeo con media bancada de 5 metros para luego verificar la efectividad y la incidencia de la dilución, en los diferentes tajos.

En toda actividad minera de tienen el ciclo de minado donde la labor tienen las siguientes actividades que son: perforación, voladura, ventilación, limpieza, transporte y relleno. La perforación es la actividad principal del proceso productivo, para ello el operador de jumbo de taladros largos debe contar con el plano de perforación, la cual ha sido diseñado por el área de planeamiento, al momento de iniciar la perforación se debe respetar los parámetros indicados en el plano de perforación de tal forma que se realice una eficiente perforación y continuar con el entubado de cada taladro para proteger de posibles caídas de detritus dentro del taladro.

En el aspecto práctico del cambio de malla de perforación detallamos a continuación:

a) Malla de perforación

En La actividad del diseño de malla de perforación está a cargo del área de planeamiento de mina, quienes cuentan con el apoyo de topografía para que puedan diseñar de acuerdo a los datos obtenidos del área de geología para la elaboración de la malla se de tener en consideración lo siguiente:

- Las Características geomecánicas del macizo rocoso.
- El Levantamiento geológico de la veta.

- El Levantamiento topográfico actualizado de labor.
- El rumbo y buzamiento de la veta.
- El burden y espaciamento.
- Las Características del equipo que va realizar la perforación.

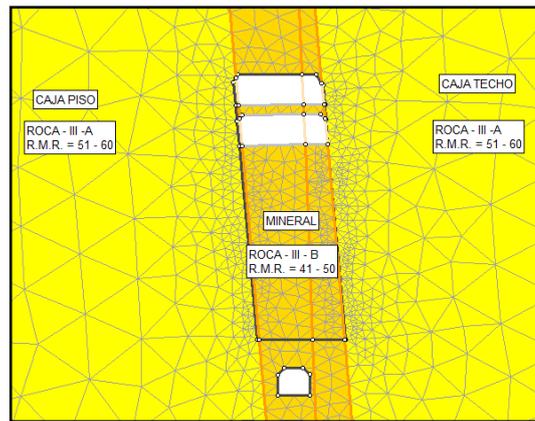
Las características de macizo rocoso es un aspecto a considerar dentro del diseño de taladros largos, el cuerpo mineralizado presenta una roca de mediana resistencia compresiva de 41 Mpa a 50 Mpa, con presencia de fallamiento paralelo a la estructura mineralizada y clasificación geomecánica RMR (Bienawski), comprendida en tipo III A, el criterio para la clasificación de roca se mencionan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Criterio para la clasificación de roca

Tipo de roca	Rango RMR	Rango Q	Calidad según RMR
II	> 60	> 5.92	Buena
IIIA	51 – 60	2.18 – 5.92	Regular A
IIIB	41 – 50	0.72 – 1.95	Regular B
IVA	31 – 40	0.24 – 0.64	Mala A
IVB	21 – 30	0.08 – 0.21	Mala B
V	<21	<0.08	Muy Mala

Fuente: Geomecánica – Uchucchacua

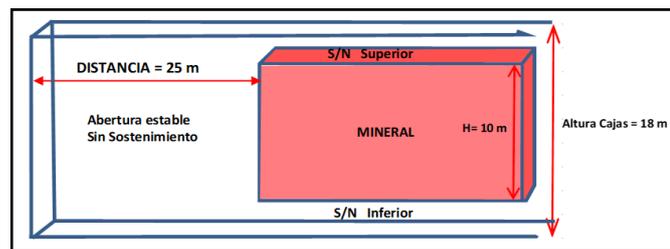
Según los cálculos realizados en el estudio geomecánico basados en las condiciones naturales del yacimiento (geológicos-geomecánico), se considera factible aplicar el método de banqueo y relleno, para una roca del Tipo III - A. Estas características se muestran en la Figura 33.



Fuente: Geomecánica – Uchucchacua.

Figura 33. Características geomecánicas de las cajas.

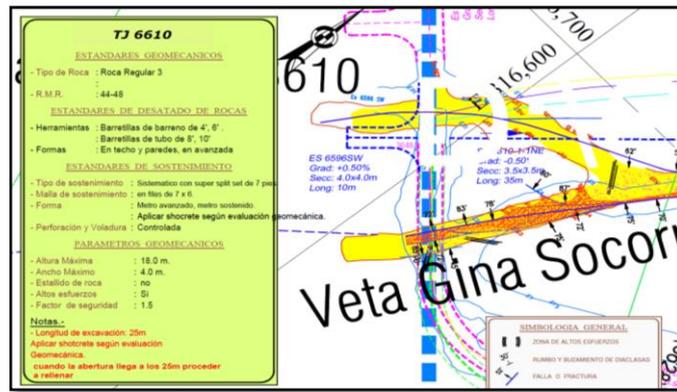
Se realizaron los cálculos de los radios hidráulicos a lo largo de los puentes mineralizados a recuperar, con la finalidad de evaluar la abertura estable sin sostenimiento (ASS), que permita tener la caja piso/techo que se establece en la Figura 34, determinación de abertura estable sin sostenimiento de caja piso/techo.



Fuente: Geomecánica – Uchucchacua.

Figura 34. Determinación de abertura estable sin sostenimiento de caja piso/techo.

Las características geomecánicas del tajo 6610, se señalan en la Figura 35, de la veta Gina Socorro.



Fuente: Geomecánica – Uchucchacua

Figura 35. Características geomecánicas del tajo 6610

De acuerdo al trabajo de investigación en la minera U.P. Uchucchacua se usa la cartilla geomecánica la cual establece las características del macizo rocoso y el tipo de sostenimiento a aplicar en las distintas labores de producción lo cual se representa en la Figura 36.

BUENAVENTURA U.E.A. - UDHUCHAGUA		TIPO DE ROCA Y SOSTENIMIENTO APLICABLE		IDENTIFICACION DE CALIDAD Y TIPO DE ROCA		EL EMPLEO DE SOSTENIMIENTO Y CANTIDAD DE MALLA	
		DUREZA (DURA, SEMI DURA, SUAVE)		E ESTRUCTURAL (FRACTURAS DIACLASAS, FALLAS)		A AGUA (HUMEDO, MOJADO, GOTEO)	
		TIPO DE SOSTENIMIENTO PARA EXCAVACIONES		LABORES TEMPORALES (RAMPA, CRUCEROS Y GALERIAS PRINCIPALES)		LABORES TEMPORALES (VENTANA, SUB-NEVES, TAJOS Y ACCESOS A TAJOS)	
		LADRETES		LADRETES		LADRETES	
1	81 - 100	Roca Muy Buena	1	1	1	1	1
2	61 - 80	Roca Buena	2	2	2	2	2
3	41 - 60	Roca Regular	3	3	3	3	3
4	21 - 40	Roca Mala	4	4	4	4	4
5	0 - 20	Roca Muy Mala	5	5	5	5	5

TIPO DE ROCA	CANTIDAD DE TALADROS (MAXIMO)	FRECUENCIA PARA DESARROLLO DE ROCA (TODA)	ANCHO MAXIMO EN TAJOS	ALTURA MAXIMA EN TAJOS
2 Roca Buena	1 Año	CADA 16 TALADROS PERFORADOS.	15 m.	6 m. con Jumbo 5 m. con Maquina Chica
3 Roca Regular	4 Dias	CADA 05 TALADROS PERFORADOS.	10 m.	6 m. con Jumbo 5 m. con Maquina Chica
4 Roca Mala	4 Horas.	CADA TALADRO PERFORADO.	5 m.	5 m. con Jumbo 3 m. con Maquina Chica
5 Roca Muy Mala	0 Horas.	NO APLICA (LANZADO DE SHOTCRETE)	0 m.	4 m. con Jumbo

EN FRENTE Y TAJOS (BREASTING)	EN REALCE (TAKOS)

SOSTENIMIENTO EN INTERSECCIONES	USO DE GALFAS	ARMAZO DE WOOD PACK

OTROS ESTANDARES COMPLEMENTARIOS
<p>Tranque de mallas electrohormadas a 21 cm (3 cocadas) con split set de 2" para maquina chica o 3", split set de 3" para jumbo. Uso en labores de avance y tajos de ser necesario (solo para tranque de mallas).</p> <p>En tajos cuando el disparo es con jumbo - percutado con jumbo o scaler - sostenimiento con jumbo o con emparrador mecanizado.</p> <p>EN LAS ZONAS DE INTERSECCION (rampas y Profundizaciones) por dibujo del No. 3640, el sostenimiento espaciado entre perno y perno a 1.0 metro, + malla + capa de estriote de 2" espesor y refuerzo final con cables bolting espaciados en cocada a 2.5 m.</p> <p>Para labores con presencia de altas vibraciones (deformacion, tajamiento, empujamiento, cargas de mallas): EL SIPAN (longitud maxima permitida con sostenimiento INICIAL solo pernos/split set - malla).</p> <p>De acuerdo a evaluacion, se aplicara una capa de shotcrete de 2" (fino) a 3" (P.5cm)</p> <p>EN LA MALLA RESPECTAR EL TIEMPO DE FRAGUADO DEL SHOTCRETE: 4 HORAS COMO MINIMO</p> <p>Cuando la labor presente condiciones de inestabilidad (chispas, reventazon), evacuar de inmediato.</p>

EMERGENCIAS	4377
SEGURIDAD	4231
GEOMECANICA	4280
CONTROL DE OPERACIONES	4201

Fuente: Geomecánica – Uchucchagua.

Figura 36. Cartilla geomecánica

El diseño de malla es realizado por el área de planeamiento con el soporte de topografía, para ello se debe tener en consideración la estructura geología del macizo rocoso, el tamaño de la fragmentación requerida, el diámetro del taladro, desviación entre taladros, la longitud de perforación, el espaciamiento y orientación entre taladros, la longitud del taladro, se realiza las evaluaciones y cálculo para hallar el burden y espaciamiento, los factores mencionados determinaran el tipo de

máquina perforadora y el diseño de malla de perforación, se utiliza el algoritmo de Langefors cuyos cálculos se ven en la Figura 37.

cálculo de burden según la formula de langefors

$$B1_{max} = (D/33) \times \sqrt{(dc \times PRP) / (c \times f \times (E/B))}$$

$$B2_{max} = 0.046 \times D$$

$$BP1 = B_{max} - 2 \times D - 0.02 \times L$$

$$BP2 = B_{max} - 0.1 - 0.03 \times L$$

LEYENDA	
Bmax.	Burden Máximo
D	Diametro del taladro (mm)
C	Constante de la roca se toma lo siguiente: c=0.3 + 0.75 Rocas medias c=0.4 + 0.75 Rocas duras
f	Factor de fijación Taladros verticales f: 1.00 Taladros inclinados - 3:1 f: 0.90 Taladros inclinados - 2:1 f: 0.85
E/B	Relación entre Espaciamiento y Burden
dc	Densidad de carga (g/cm ³)
PRP	Potencia relativa en peso del explosivo

Fuente: Topografía-Planeamiento Mina Uchucchacua.

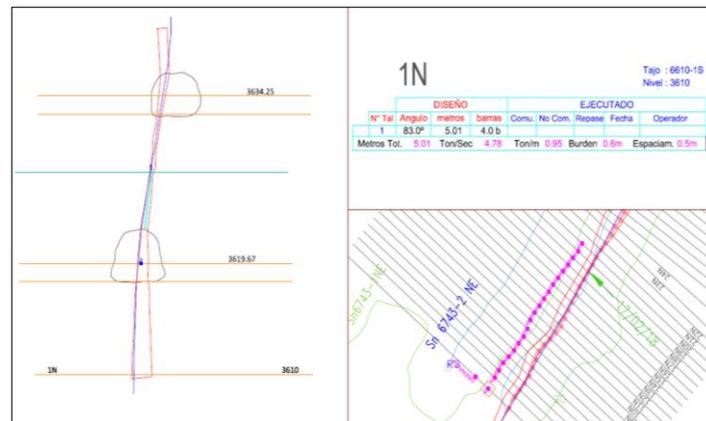
Figura 37. Cálculo de burden según la formula Langefors.

- Diámetro del taladro (D): 64 mm
- Constante de roca (C):1.15
- Factor de fijación (f): 0.85
- Longitud de taladro (L):5 m
- Densidad de carga (dc):0.76 gr/cm³
- Relación (E/B) :1.10
- Potencia relativa en peso del explosivo (PRP): 1.10
- Espaciamiento (E):0.6
- Burden (B):0.6

En el plano tiene los siguientes detalles:

- Plano con vista transversal del tajo
- Punto de perforación entre el baricentro y techo

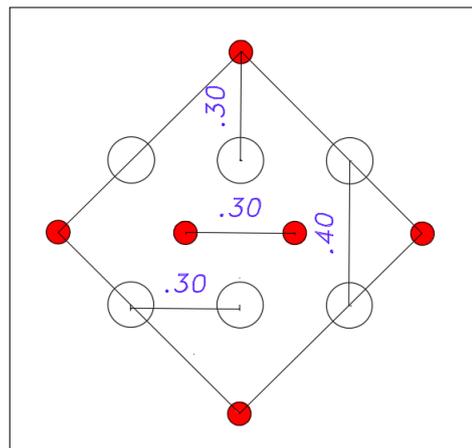
- Plano de planta para ubicar el posicionamiento del equipo
- En el plano se incluye el cuadro de diseño, donde se indica las características como número de sección, ángulo de perforación, longitud de perforación, burden, espaciamento, los que se especifican en la Figura 38: Plano de perforación positiva.



Fuente: Topografía-Planeamiento Mina Uchucchacua.

Figura 38. Plano de perforación positiva

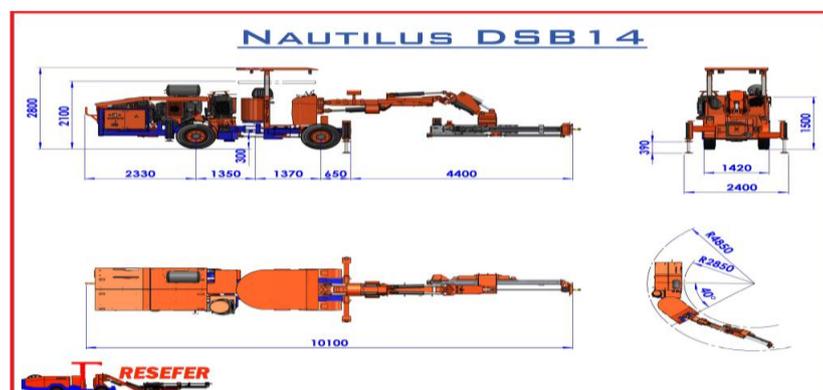
En cuanto a la malla de perforación del slot, el diseño de la malla de perforación del slot se debe considerar el burden y espaciamento calculado anteriormente, el contorneo geológico en la labor, levantamiento topográfico del tajo actualizado, el rumbo y buzamiento de la veta y las características del equipo que realizara la perforación, este slot se realiza para asegurar la salida de las filas perforadas un claro ejemplo se observa en la Figura 39.



Fuente: Topografía-Planeamiento Mina Uchucchacua

Figura 39. Plano de slot

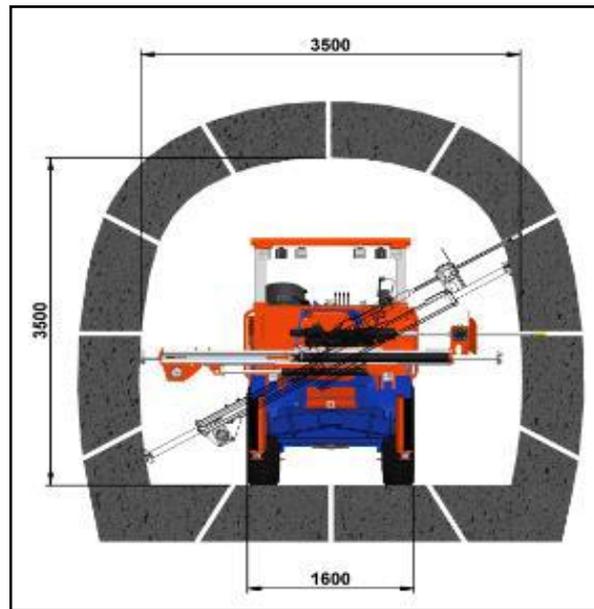
El equipo a perforar debe tener el diseño para la perforación en posición vertical y un giro de viga de 360° , cumplir con los dimensiones de la sección de la labor a perforar, longitud máxima y de viga de perforación. En la unidad se cuentan con tres equipos de perforación de taladros largos Nautilus DSB14, los cuales se encuentran en operación, las dimensiones del equipo se visualizan en la Figura 40.



Fuente: especificaciones técnicas RESEFER

Figura 40. Dimensiones del equipo Nautilus DSB14.

Las dimensiones de posición de perforación se visualizan en la Figura 41.



Fuente: Especificaciones técnicas RESEFER

Figura 41. Dimensiones de posición de perforación del Nutilus DSB14

Las características técnicas del equipo de perforación Nutilus DSB14, se observan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Características del Nutilus DSB14

MODELO	NAUTILUS DSB14
Peso del equipo	11000 Kg
Altura de traslado de equipo	2.70 mt
Altura de perforación	2.70 mt
Ancho de galería de transporte	1400 mm
Longitud de barra	4 Pies 5Pies
Unidad de potencia	75 Kw
Tipo de avance	cadena
N° de barra de carrucel	Sin carrucel
Giro de tonamesa	360°
N° de gatos	4
Diametro de perforación	51-88 mm
Stinger	2
Medidor digital de angulo	No tiene
Perforadora	1838HD
Peso de perforadora	175 Kg
Torque máximo	335Nm
Energia de impacto	18 Kw
Frecuencia de golpes	60 Hz
Percusion de reserva	No tiene

Fuente: Especificaciones técnicas RESEFER

b) Ejecución de los procesos de taladros largos

Continuando con la investigación, A continuación detallaremos cada una de procesos de trabajo. Para el caso, se realizó obteniendo datos de la actividad con la perforación inicial, con una longitud de diez metros de bancada y posteriormente dividiendo la bancada en dos tramos de cinco metros tanto como positivo y negativo con el objetivo de controlar la desviación de taladros.

En el caso práctico de la perforación con la longitud de diez metros de bancada y en negativo.

❖ **Perforación de taladros largos con 10 metros de bancada:**

a. Ingreso del personal

Antes de iniciar la operación el Supervisor o Ing. Jefe de guardia tiene la obligación de realizar una charla de seguridad de diez minutos a todo el personal a su cargo, enfocado en aplicar la seguridad en todo momento y concientizar del cuidado de su integridad y la de sus compañeros.

b. Ingreso a interior mina

El Supervisor o Ing. Jefe de guardia debe indicar las órdenes de trabajo escritas en el cuaderno de identificación de peligro y evaluación de riesgos, continuo (IPERC) y entregar al personal su respectivo PETAR de acuerdo a la actividad a realizar.

c. Pasos de los trabajos interior mina

- ✓ Rellenar el cuaderno IPERC, identificando los peligros existentes en el área de trabajo y aplicar los controles respectivos.
- ✓ Inspeccionar los equipos anticaidas con check list.
- ✓ Inspeccionar el acceso, la labor, el sostenimiento y la ventilación de labor de perforación de taladros negativos
- ✓ Realizar la inspección del jumbo según el check list de equipo: tablero eléctrico, mando hidráulico, niveles de

aceite, combustible, llantas, etc. Incidiendo en los PUNTOS NO NEGOCIABLES.

- ✓ Realizar el trasladar del equipo a la zona de perforación
- ✓ El operador y asistente de operador deben bloquear la zona de perforación (nivel superior) bloquear con una malla y señalización de advertencia a 5 mts de la cara libre y la zona de comunicación de los taladros (nivel inferior) utilizando una cadena delimitadora con su respectivo letrero: “Prohibido el ingreso de personal no autorizado”
- ✓ Instalar el reflector bajando la palanca disyuntora del tablero eléctrico, luego ubicar el reflector a 10 mts de la zona de perforación, enseguida levantar la palanca disyuntora del tablero eléctrico.
- ✓ Se deben verificar las filas a perforar o repaso, si éstas se encuentran a 5 mts de la cara libre, utilizar equipo anti caídas fijado a un punto de anclaje más alejado de la cara libre.
- ✓ Verificar los puntos marcados por el área de topografía para la perforación con el plano de perforación aprobado.
- ✓ Anclar el estrobo del cable del jumbo a un punto fijo en el refugio del tablero eléctrico, El operador debe ir avanzando desenrollando su cable hasta ubicar al jumbo en el frente de trabajo a la distancia adecuada para la perforación

- ✓ Se debe inspeccionar la manguera de agua, asegurar las abrazaderas antes de conectar al jumbo, así mismo la presión de agua de la tubería principal.
- ✓ Verificar el estado del cable eléctrico de jumbo con energía cero, se colgará en los ganchos tipo “S” aisladas a 1m de altura del piso. Luego se conectará el chupón del cable eléctrico del jumbo a la toma del tablero eléctrico, con la palanca disyuntora en posición OFF y luego levantar la palanca disyuntora en posición ON.
- ✓ Posicionar el equipo de perforación, bajar las gatas de tal manera que se consiga la horizontalidad tanto de forma longitudinal como lateral con relación al chasis.
- ✓ Posicionar el brazo en donde el eje de la unidad de rotación llegue a la altura del baricentro marcado por topografía y la viga con la columna de perforación como guía en el punto de diseño marcado en la corona de la labor, verificar con el clinómetro el ángulo 90° hacia la cara libre (ángulo longitudinal), hacia los hastiales (ángulo transversal). También se puede utilizar un láser para realizar este paso.
- ✓ Antes de iniciar la perforación con el uso del clinómetro se tiene que rotar la viga y posicionar de acuerdo al ángulo que indica el plano de perforación en cada sección, anclar la viga al techo y piso con los stinger, volver a verificar el ángulo transversal de acuerdo al proyecto y el ángulo longitudinal 90° .

- ✓ Efectuar el emboquillado con la percusión y avance en baja.
- ✓ El supervisor debe verificar que durante la perforación el ayudante estará alejado a 4 metros de la zona de influencia, el operador verificará constantemente en el panel de control las presiones:
 - ✓ Agua: 4 Bar (mínimo)
 - ✓ Rotación: mantener en el rango de 30 a 60 Bar.
 - ✓ Percusión: Baja 120 a 140 Bar. Alta 180 a 200 Bar.
 - ✓ Avance: Baja 30 a 60 Bar. Alta 60 a 110 Bar.
- ✓ El asistente de operador al momento de realizar el colocado y retiro de las barras de perforación el equipo debe estar completamente detenido (perforación sin rotación y avance). El ayudante embona o desembona parcialmente la barra de perforación, y se retira a una distancia de 4 metros, para que el operador inicie la operación del equipo, esto hasta completar la perforación del taladro.
- ✓ En el caso de detectarse rocas sueltas durante la perforación, paralizar y proceder a realizar el desatado y/o descargado.
- ✓ Al momento de avanzar o retroceder el equipo, para cambiar de ubicación, se deberá tocar la bocina como señal de advertencia, verificando que no haya personal alrededor, el ayudante siempre deberá de permanecer alejado del brazo y de la viga de perforación, el operador por ningún motivo

operara el equipo cuando el ayudante este cerca a la parte rotatoria o móvil del equipo.

- ✓ Cuando se requiera verificar los taladros por la zona de llegada (nivel inferior o superior), el supervisor, operador y asistente de operador, deben inspeccionar el sostenimiento, desatado de rocas, y si el tajo se encuentra en relleno realizar la coordinación directa con el operador de scoop para paralizar el relleno temporalmente, luego verificar el punto donde comunicó y medir la distancia de desviación, anotar las observaciones encontradas en los planos de perforación y TPM.
- ✓ Proteger los taladros perforados con los tubos de PVC de 2” dejar 0.50 cm hacia la parte inferior y 30cm sobre el piso, tapar los taladros perforados en la parte superior con tela arpillera a 0.50 cm de profundidad.
- ✓ Para realizar la desinstalación del equipo debe cerrar las válvulas de agua y aire, colocar la palanca disyuntora de la toma eléctrica en posición OFF, desconectar la manguera y cable eléctrico, enrollar las mangueras en el equipo y proceder a enrollar el cable en la tambora del jumbo.
- ✓ Ordenar y limpiar la zona de trabajo, ubicando cada cosa en su lugar dejando el área delimitada.
- ✓ Se debe estacionar el equipo en zona segura y reportar el estado del equipo, herramientas y estado de labor en el

check list y cuaderno de reporte de labor, colocar los conos y tacos y/o gatas de seguridad.

d. Restricciones

- ✓ El operador por ningún motivo dejara la llave en el contacto.
- ✓ No se operará si el equipo no cumple las condiciones de operatividad.
- ✓ No se operara el equipo si hay presencia de personas ajenas a la actividad a menos de 20 metros del equipo.
- ✓ No se procederá a perforar en presencia de tiros cortados.
- ✓ Nunca ingrese al filo del banco si no está autorizado.

❖ **Perforación de taladros largos con 5 metros de bancada**

a) Ingreso del personal

Antes de iniciar la operación el Supervisor o Ing. Jefe de guardia tiene la obligación de realizar una charla de seguridad de diez minutos a todo el personal a su cargo, enfocado en aplicar la seguridad en todo momento y concientizar del cuidado de su integridad y la de sus compañeros.

b) Ingreso a interior mina

El Supervisor o Ing. Jefe de guardia debe indicar las órdenes de trabajo escritas en el cuaderno de identificación de peligro y evaluación de riesgos, continuo (IPERC) y entregar

al personal su respectivo PETAR de acuerdo a la actividad a realizar.

c) Pasos de los trabajos interior mina

1. Rellenar el cuaderno IPERC, identificando los peligros existentes en el área de trabajo y aplicar los controles respectivos.
2. Inspeccionar los equipos anticaídas con check list donde se representa una foto de la inspección de arnés en la Figura 42.



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. *Inspección de arnés*

3. Inspeccionar el acceso, la labor y el sostenimiento de la labor donde se va a realizar la perforación de taladros largos. Cuya inspección de la labor se muestra en la Figura 43.



Fuente: Elaboración propia

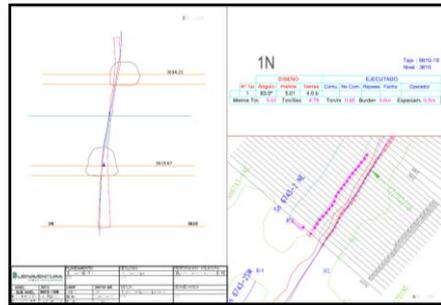
Figura 43. Inspección de labor

4. Inspeccionar la ventilación de la labor con la ayuda del fosforo.
5. El operador y asistente de operador, Deben revisar el reporte de equipo (TPM y Check list de equipo) verificando en qué condiciones queda el equipo y la labor. Una muestra del esquema de llenado de la ficha se observa en la Figura 44 check list.

Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Check list de guardia anterior

6. El operador y asistente de operador deben llevar los planos de malla de perforación firmados por los superintendentes de: Mina, Planeamiento y Geología, ver Figura 45.



Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Plano de perforación

7. El operador y asistente de operador Inspeccionarán el jumbo según el check list de equipo: tablero eléctrico, mando hidráulico, niveles de aceite, combustible, llantas, etc. Incidiendo en los puntos no negociables. Estos procedimientos de llenado se muestra en la Figura 46.

Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Check list de equipo

8. El operador y asistente de operador deben trasladar el equipo a la zona de perforación

9. El supervisor, operador y asistente de operador deben bloquear la zona de relleno con malla geosintética, candado y letreros “prohibido el ingreso a personal no autorizado” a continuación bloquear la zona de perforación (nivel inferior) bloquear con una malla y señalización de advertencia a 5 mts de la cara libre y en el nivel superior bloquear utilizando una cadena delimitadora con su respectivo letrero: “Prohibido el ingreso de personal no autorizado”, cuya muestra se ve en la Figura 47.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47. *Bloque de tajo*

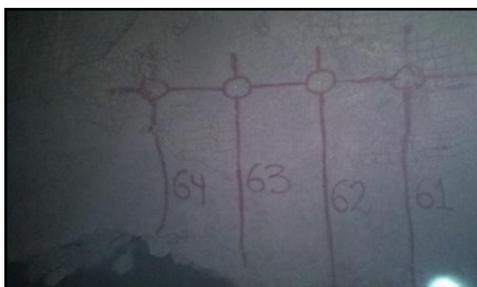
10. El operador y asistente de operador, para instalar el reflector deben bajar la palanca disyuntora del tablero eléctrico, luego ubicar el reflector a 10 mts de la zona de perforación, enseguida levantar la palanca disyuntora del tablero eléctrico. Donde la ubicación se muestra en la Figura 48.



Fuente: Elaboración propia

Figura 48 Instalación del reflector

11. El operador y asistente de operador deben verificar las filas a perforar o repaso, si éstas se encuentran a 5 mts de la cara libre.
12. El operador y asistente de operador deben verificar los puntos marcados por el área de topografía para la perforación con el plano de perforación aprobado. Luego se hace el pintado de malla, que podemos observar en la Figura 49.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. *Pintado de Malla de perforación (+) en labor.*

13. El asistente de operador debe anclar el estrobo del cable del jumbo a un punto fijo en el refugio del tablero eléctrico, luego se debe ir desenrollando el cable. El

operador debe ir avanzando desenrollando su cable y con bastante coordinación con el asistente de operador hasta ubicar al jumbo en el frente de trabajo a la distancia adecuada para la perforación. Este trabajo se muestra en la Figura 50.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 50. Anclado de cable eléctrico en refugio

14. El asistente de operador debe inspeccionar la manguera de agua, asegurar las abrazaderas antes de conectar al jumbo, así mismo la presión de agua de la tubería principal.
15. El asistente de operador debe verificar el estado del cable eléctrico de jumbo con energía cero, se colgará en los ganchos tipo “S” aisladas a 1m de altura del piso. Luego se conectará el chupón del cable eléctrico del jumbo a la toma del tablero eléctrico, con la palanca disyuntora en posición OFF esta operación se muestra en la Figura 51.



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Tablero eléctrico con energía cero

16. El operador verificará la correcta instalación eléctrica del equipo y procederá a indicar al asistente de operador para que levante la palanca disyuntora en posición ON. Esta conexión eléctrica se observa en la Figura 52.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 52 Conector tripolar instalado con energía

17. El operador debe posicionar el equipo de perforación, bajar las gatas de tal manera que se consiga la horizontalidad tanto de forma longitudinal como lateral con relación al chasis.

18. El operador y asistente de operador debe posicionar el brazo en donde el eje de la unidad de rotación llegue a la altura del baricentro marcado por topografía y la viga con la columna de perforación como guía en el punto de diseño marcado en la corona de la labor, verificar con el clinómetro el ángulo 90° hacia la cara libre (ángulo longitudinal), hacia los hastiales (ángulo transversal).
19. El operador y asistente de operador antes de iniciar la perforación positiva, con el uso del clinómetro se tiene que rotar la viga y posicionar de acuerdo al ángulo que indica el plano de perforación en cada sección, anclar la viga al techo y piso con los stinger, volver a verificar el ángulo transversal de acuerdo al proyecto y el ángulo longitudinal 90° , esta operación se puede visualizar en la Figura 53.



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. *Medición de ángulo con clinómetro manual*

20. El operador y asistente de operador deben efectuar la perforación positiva, según el plano de perforación, el emboquillado con la percusión y avance se deberá iniciar

en baja, hacer la corrección por emboquillado liberando los stinger y verificar la posición de la viga a los ángulos inicial de acuerdo a la sección de diseño longitudinal 90° y volver anclar los stinger.

21. El supervisor debe verificar que durante la perforación el ayudante estará alejado a 4 metros de la zona de influencia, el operador verificará constantemente en el panel de control las presiones:
 - Agua: 4 Bar (mínimo)
 - Rotación: mantener en el rango de 30 a 60 Bar.
 - Percusión: Baja 120 a 140 Bar. Alta 180 a 200 Bar.
 - Avance: Baja 30 a 60 Bar. Alta 60 a 110 Bar.
22. El asistente de operador al momento de realizar el colocado y retiro de las barras de perforación el equipo debe estar completamente detenido (perforación sin rotación y avance). El ayudante embona o desembona parcialmente la barra de perforación, y se retira a una distancia de 4 metros, para que el operador inicie la operación del equipo, esto hasta completar la perforación del taladro.
23. El operador y asistente de operador, en el caso de detectarse rocas sueltas durante la perforación, paralizar y proceder a realizar el desatado y/o descargado, ver Figura 54.



Fuente: Elaboración propia

Figura 54. *Desatado de roca*

24. El operador al momento de avanzar o retroceder el equipo, para cambiar de ubicación, se deberá tocar la bocina como señal de advertencia, verificando que no haya personal alrededor, el ayudante siempre deberá de permanecer alejado del brazo y de la viga de perforación, el operador por ningún motivo operara el equipo cuando el ayudante este cerca a la parte rotatoria o móvil del equipo.
25. El asistente de operador debe entubar los taladros perforados con los tubos de PVC de 2” dejar 0.50 cm hacia la parte inferior.
26. El asistente de operador, para realizar la desinstalación del equipo debe cerrar las válvulas de agua y aire, colocar la palanca disyuntora de la toma eléctrica en posición OFF, desconectar la manguera y cable eléctrico, enrollar las mangueras en el equipo y proceder a enrollar el cable en la tambora del jumbo.

27. El operador y asistente de operador deben ordenar y limpiar la zona de trabajo, ubicando cada cosa en su lugar dejando el área delimitada, este procedimiento se observa en la Figura 55.



Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Orden y limpieza de labor

28. El operador debe estacionar el equipo en zona segura y reportar el estado del equipo, herramientas y estado de labor en el check list y cuaderno de reporte de labor, colocar los conos y tacos y/o gatas de seguridad, como se observa en la Figura 56.



Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Estacionamiento de equipo

d) Restricciones

- El operador por ningún motivo dejara la llave en el contacto.
- No se operará si el equipo no cumple las condiciones de operatividad.
- No se operara el equipo si hay presencia de personas ajenas a la actividad a menos de 20 metros del equipo.
- No se procederá a perforar en presencia de tiros cortados.
- Nunca ingrese al filo del banco si no está autorizado.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**Actividad minera.**

Es el ejercicio de las actividades de exploración, explotación, beneficio, comercialización, y transporte minero, en concordancia con la normatividad vigente del Perú.

Banco.

Parte de cualquier mina subterránea o a cielo abierto donde se va a efectuar trabajos de excavación.

Broca.

Extremidad cortante de un taladro, generalmente hecha de un material muy duro, como diamante industrial o carburo de tungsteno.

Burden.

Distancia más corta al punto de alivio al momento que un taladro detona, considerando al alivio como la cara original del banco o bien como una cara interna creada por una hilera de taladros que han sido previamente disparados.

Contenido Metálico.

Cantidad que expresa el peso total del uno o varios metales en una cantidad determinada de producto. Se calcula multiplicado el tonelaje de un producto por su ley y se expresa en toneladas, onzas, gramos, etc., dependiendo del metal en cuestión.

Geomecánica.

Se ocupa del estudio teórico y práctico de las propiedades y comportamientos mecánicos de los materiales rocosos. Básicamente este comportamiento geomecánico depende de los siguientes factores: Resistencia de la roca, grado de fracturación del macizo rocoso y la resistencia de las discontinuidades.

Gestión de recursos humanos.

Identificación y descripción de las estrategias que los gerentes utilizan para alcanzar un desempeño superior y una ventaja competitiva para sus organizaciones.

Labores permanentes.

Son aquellas labores mineras que serán de larga duración o duración permanente durante la vida de la mina, en las que se requieren aplicar el sostenimiento adecuado que garantice un alto factor de seguridad, pues en estas labores se tendrá un tránsito constantemente de personas y equipos y la construcción de diversas instalaciones.

Labores temporales.

Son labores que requieren un sostenimiento ocasional y menor que en las labores permanentes, pues estas labores serán rellenadas luego de ser explotadas.

Matriz rocosa.

Es el material rocoso exento de discontinuidades o bloques de roca intacta.

Mena.

Se denomina así a toda acumulación de mineral con contenido valioso recuperable por algún proceso metalúrgico. Es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación.

Mineral.

Es todo compuesto químico inorgánico, que tiene propiedades particulares en cuyo origen no han intervenido los seres orgánicos, y se encuentran en lo interior o en la superficie de la tierra, tales como metales, piedras, etc.

Minería.

Actividad desarrollada por el hombre para la extracción de productos minerales que se encuentran en la corteza terrestre y que tienen algún valor económico.

Nivel.

Galerías horizontales de un frente de trabajo existente en una mina; es usual trabajar las minas desde un pozo, estableciendo niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación de 50 metros o más.

Peligro.

Todo aquello que tiene potencial de causar daño a las personas, equipos, procesos y ambiente.

Pérdida.

El costo de los artículos o servicios que fueron comprados y perdieron su valor sin haber prestado ningún beneficio.

Pilar.

Bloque sólido de mineral o de roca dejado en un lugar para sostener la estructura del pozo, de las paredes o del techo de la mina.

Riesgo.

Combinación de la probabilidad y las consecuencias que se derivan de la materialización de un suceso peligroso especificado.

Roca.

Cualquier combinación natural de minerales, las rocas forman parte de la corteza terrestre.

Seguridad.

Ausencia de riesgos de daño inaceptables.

Tajeo.

Son las labores temporales destinadas a la extracción de mineral.

Stops.

Cuerpos de mineral en forma alargada, limitados por planos irregulares de rocas denominadas "cajas". Generalmente una veta es muy parada o vertical. Cuando la veta aparece tendida o echada en el Perú se le llama "manto".

Yacimiento

Es un lugar donde se encuentra un fósil o un mineral. Normalmente se restringe al sentido de yacimiento, identificándolo con el yacimiento metalífero entendiendo por ello toda acumulación o concentración de una o más sustancias útiles que pueden ser explotadas económicamente.

CAPÍTULO III

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

En el caso de nuestro proceso de contraste, para la prueba de hipótesis se utilizará la Matriz de Análisis de Datos, con la cantidad de muestras de 30 secciones del tajeo 6610 desde enero hasta setiembre del 2018. La recolección de datos brindará resultados con el software SPSS Statistics versión 24 y el software Microsoft Excel 2016, a cada interrogante formulada, el margen de error y la confiabilidad con la que se trabaja se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. *Datos para la Contratación de Hipótesis*

Margen de error	Confiabilidad	Valor crítico	Grados De libertad
0,05%	95%	(+/-)2.042	30

Fuente: Elaboración propia

Para la ejecución de la prueba de hipótesis, se tendrá en consideración lo siguiente datos, tomados en campo por el investigador que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos generales para la Contrastación de Hipótesis

Stope	Sección	Veta	Longitud de taladro antes	Longitud de taladro después	Contaminación de mineral antes	Contaminación de mineral después	Ley de mineral antes	Ley de mineral después	Porcentaje de dilución antes	Porcentaje de dilución después
TJ 6610	1	Gina Socorro	10.302	4.984	2.115	0.124	7.76	10.42	0.267	0.062
TJ 6610	2	Gina Socorro	10.296	5.066	1.143	0.143	7.18	11.07	0.268	0.077
TJ 6610	3	Gina Socorro	10.324	5.180	2.387	0.179	9.05	12.37	0.348	0.096
TJ 6610	4	Gina Socorro	10.465	5.111	2.896	0.204	9.12	11.97	0.373	0.094
TJ 6610	5	Gina Socorro	10.386	4.962	1.670	0.084	8.32	9.83	0.361	0.048
TJ 6610	6	Gina Socorro	10.184	5.368	1.922	0.214	7.21	12.66	0.302	0.122
TJ 6610	7	Gina Socorro	10.337	5.310	2.096	0.220	7.36	13.14	0.301	0.113
TJ 6610	8	Gina Socorro	10.353	4.929	1.094	0.123	6.49	10.11	0.255	0.048
TJ 6610	9	Gina Socorro	10.162	5.314	0.520	0.217	6.16	12.25	0.126	0.111
TJ 6610	10	Gina Socorro	10.187	5.203	1.375	0.216	8.14	12.19	0.278	0.112
TJ 6610	11	Gina Socorro	10.215	5.190	1.009	0.211	6.32	12.77	0.231	0.102
TJ 6610	12	Gina Socorro	10.213	5.142	1.559	0.157	8.61	10.95	0.346	0.082
TJ 6610	13	Gina Socorro	10.050	5.309	1.014	0.235	7.13	13.21	0.245	0.121
TJ 6610	14	Gina Socorro	9.981	5.216	0.912	0.223	7.11	12.86	0.236	0.120
TJ 6610	15	Gina Socorro	10.174	5.150	0.500	0.202	5.25	12.87	0.125	0.102
TJ 6610	16	Gina Socorro	9.856	5.093	1.194	0.151	6.48	11.26	0.244	0.081
TJ 6610	17	Gina Socorro	9.983	5.346	1.460	0.305	6.62	13.45	0.268	0.136
TJ 6610	18	Gina Socorro	9.861	5.250	1.520	0.273	7.13	13.71	0.268	0.121
TJ 6610	19	Gina Socorro	9.823	5.200	0.438	0.213	6.25	12.38	0.139	0.110
TJ 6610	20	Gina Socorro	9.526	5.180	0.428	0.218	5.22	12.52	0.096	0.106
TJ 6610	21	Gina Socorro	10.167	5.286	0.931	0.216	6.46	12.88	0.161	0.112
TJ 6610	22	Gina Socorro	10.496	5.112	1.387	0.151	7.34	11.37	0.286	0.088
TJ 6610	23	Gina Socorro	10.264	5.186	1.381	0.192	7.48	12.33	0.281	0.095
TJ 6610	24	Gina Socorro	10.037	4.989	0.517	0.137	6.52	10.52	0.175	0.062
TJ 6610	25	Gina Socorro	9.394	4.892	0.160	0.089	5.83	9.61	0.091	0.039
TJ 6610	26	Gina Socorro	10.123	4.850	1.557	0.092	8.14	9.28	0.323	0.037
TJ 6610	27	Gina Socorro	9.686	5.094	0.591	0.203	4.39	12.63	0.079	0.102
TJ 6610	28	Gina Socorro	9.584	5.049	0.602	0.134	6.31	11.22	0.142	0.077
TJ 6610	29	Gina Socorro	9.652	5.019	0.943	0.162	6.24	10.82	0.232	0.073
TJ 6610	30	Gina Socorro	9.732	5.142	0.706	0.155	5.56	11.94	0.090	0.091

Fuente: Elaboración propia

3.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis General

Para hallar la hipótesis general se relacionan las variables, el cual se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. *Relación de las variables para la Hipótesis General*

VARIABLE 1		VARIABLE 2
Dimensión 1		Dimensión 1
Dimensión 2		Dimensión 2

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis Alterna

Existe relación alta y significativa entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del Mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

Hipótesis Nula

No existe relación alta y significativa entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del Mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

Prueba de Normalidad:

Dónde: Para nuestro análisis en base a 30 muestras del stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua – Buenaventura - 2018, la prueba de normalidad se hace en base a Shapiro Wilk, cuyos resultados obtenidos con el software SPSS se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Prueba de Normalidad para Hipótesis General

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Longitud de taladro después	0.089	30	,200 [*]	0.975	30	0.687
Porcentaje de dilución después	0.118	30	,200 [*]	0.946	30	0.132

Fuente: Elaboración propia.

Dónde: en la prueba de normalidad observamos que los valores son mayores al valor de significancia, por lo tanto se acepta que los datos de los stopes provienen de una distribución normal.

Aceptando que los datos provienen de una distribución normal, se procede a realizar el test estadístico: T Student, ver Tabla 8.

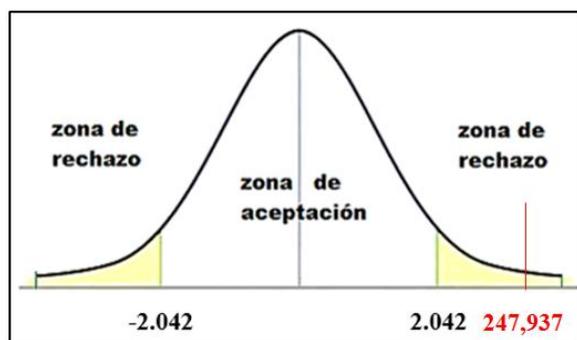
Tabla 8. Prueba de T Student para Hipótesis General

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior				
Par 1 Longitud de taladro después - Porcentaje de dilución después	5.04610669	0.11147440	0.02035235	5.00448147	5.08773191	247.937	29	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Campana de Gauss:

Mediante la tabla de cuantiles, se obtiene los valores de: valor crítico +/- 2.042 y grados de libertad de 29, haciendo uso de la campana de gauss donde los resultados obtenidos se encuentran en la zona de rechazo, este valor es mostrado en la Figura 57.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 57. Campana de Gauss para Hipótesis General

Dónde: El resultado se posiciona en la zona de rechazo por lo tanto se descarta la hipótesis nula.

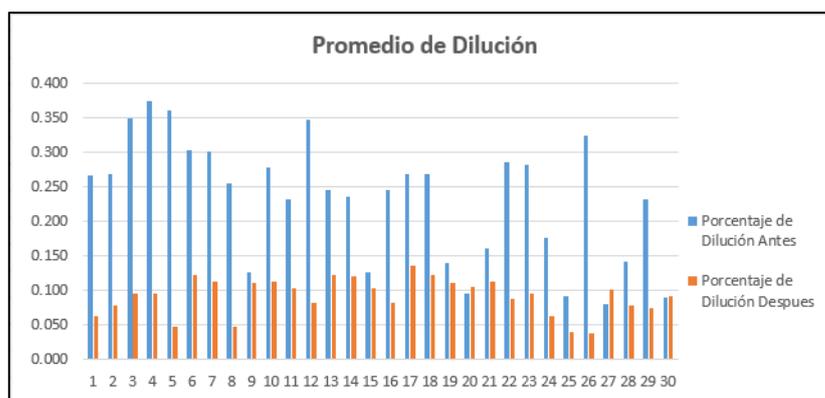
Realizamos el análisis de la hipótesis alternativa a través de las medias del porcentaje de dilución antes y después, estos resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Muestras Emparejadas y medias

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Porcentaje de dilución antes	0.231241892	30	0.08796082	0.01605937
	Porcentaje de dilución después	0.091298639	30	0.02644306	0.00482782

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla los comparativos por medio de gráficos del porcentaje de dilución del mineral antes y después, como se muestra en el Figura 58 y los resultados en Tabla 10.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 58. Comparativo de dilución de mineral

Tabla 10. Porcentaje de dilución antes y después

Stope	Sección	Veta	Porcentaje de dilución antes	Porcentaje de dilución después
TJ 6610	1	Gina Socorro	0.267	0.062
TJ 6610	2	Gina Socorro	0.268	0.077
TJ 6610	3	Gina Socorro	0.348	0.096
TJ 6610	4	Gina Socorro	0.373	0.094
TJ 6610	5	Gina Socorro	0.361	0.048
TJ 6610	6	Gina Socorro	0.302	0.122
TJ 6610	7	Gina Socorro	0.301	0.113
TJ 6610	8	Gina Socorro	0.255	0.048
TJ 6610	9	Gina Socorro	0.126	0.111
TJ 6610	10	Gina Socorro	0.278	0.112
TJ 6610	11	Gina Socorro	0.231	0.102
TJ 6610	12	Gina Socorro	0.346	0.082
TJ 6610	13	Gina Socorro	0.245	0.121
TJ 6610	14	Gina Socorro	0.236	0.120
TJ 6610	15	Gina Socorro	0.125	0.102
TJ 6610	16	Gina Socorro	0.244	0.081
TJ 6610	17	Gina Socorro	0.268	0.136
TJ 6610	18	Gina Socorro	0.268	0.121
TJ 6610	19	Gina Socorro	0.139	0.110
TJ 6610	20	Gina Socorro	0.096	0.106
TJ 6610	21	Gina Socorro	0.161	0.112
TJ 6610	22	Gina Socorro	0.286	0.088
TJ 6610	23	Gina Socorro	0.281	0.095
TJ 6610	24	Gina Socorro	0.175	0.062
TJ 6610	25	Gina Socorro	0.091	0.039
TJ 6610	26	Gina Socorro	0.323	0.037
TJ 6610	27	Gina Socorro	0.079	0.102
TJ 6610	28	Gina Socorro	0.142	0.077
TJ 6610	29	Gina Socorro	0.232	0.073
TJ 6610	30	Gina Socorro	0.090	0.091

Fuente: Elaboración propia.

Además, realizamos un comparativo del porcentaje de dilución antes y después de aplicar la perforación vertical a media bancada obteniendo resultados significativos, se obtiene el promedio del antes y después, que se observa en la Tabla 11.

Tabla 11. *Porcentaje de dilución antes y después*

PROMEDIO DE DILUCIÓN	
Dilución antes	Dilución después
0.231	0.091
23.12%	9.13%

Fuente: Elaboración propia.

Por lo expuesto el valor $t = 247,937$ reposa sobre la zona de rechazo, por tanto, se descarta la hipótesis nula, también podemos ver los resultados del comparativo de graficas teniendo una diferencia entre los valores, por lo expuesto se acepta la hipótesis alterna:

Existe relación alta y significativa entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del Mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

3.1.2 Hipótesis Específicas 1

Para determinar la hipótesis específica 1, se relaciona la variable independiente con la dimensión 1 de la variable dependiente, el cual se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. *Relación VI vs VD - Dimensión 1 para la Hipótesis Específica 1*

VARIABLE 1	VARIABLE 2
Dimensión 1	Dimensión 1
Dimensión 2	Dimensión 2



Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis Alterna

Existe relación alta y significativa entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

Hipótesis Nula

No existe relación alta y significativa entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

En primer lugar, verificamos si los datos provienen de una distribución normal, para ello detallamos línea abajo.

Prueba de Normalidad:

Dónde: Para nuestro análisis en base a 30 muestras de tajos de la Unidad de Producción Uchucchacua, la prueba de normalidad se hace en base a Shapiro Wilk, como observamos en la Tabla 12.

Tabla 12. Prueba de Normalidad para Hipótesis Especifico 1

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contaminación de mineral después	0.151	30	0.078	0.957	30	0.257
Porcentaje de dilución después	0.118	30	,200 [*]	0.946	30	0.132

Fuente: Elaboración propia.

Dónde: Las pruebas de normalidad son mayores que el valor de significancia, se acepta que los datos de las secciones provienen de una distribución normal.

Aceptando que los datos provienen de una distribución normal procedemos a realizar el test estadístico: T Student, los resultados obtenidos al usar el software SPSS se muestra en la Tabla 13.

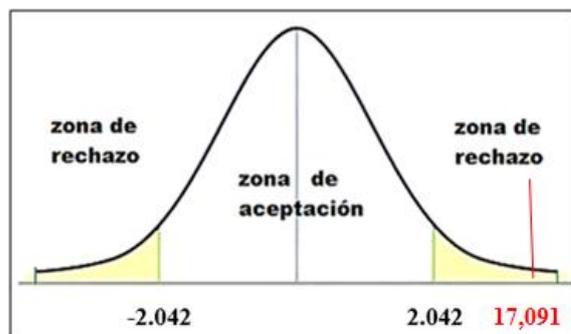
Tabla 13. Prueba T- Student para Hipótesis Especifica 1

Par	Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	de la diferencia					
	Inferior	Superior							
Contaminación de mineral después - Porcentaje de dilución después	0.090134695	0.028886128	0.005273861	0.079348437	0.100920952	17.091	29	0.000	

Fuente: Elaboración propia.

Campana de Gauss:

Mediante la tabla de cuantiles, se obtiene los valores de: valor crítico +/- 2.042 y grados de libertad de 29, se usa la campana de Gauss donde los resultados se muestran en la zona de rechazo ver Figura 59.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 59. Campana de Gauss para Hipótesis Específica N° 1

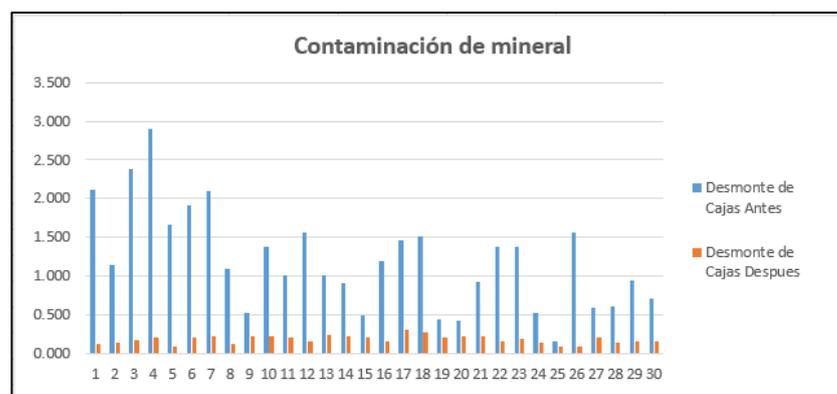
El resultado se posiciona en la zona de rechazo por ende se descarta la hipótesis nula. Por ende se acepta la hipótesis alterna, Realizamos el análisis de la hipótesis alternativa a través de las medias del porcentaje de desviación antes y después, observamos los resultados en la Tabla 14.

Tabla 14. Muestras emparejadas y medias

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Contaminación de mineral antes	1.2009000	30	0.647245	0.118170
Par				
1 Contaminación de mineral después	0.18143	30	0.052899	0.009658

Fuente: Elaboración propia.

También se detalla con graficas los promedios de contaminación de mineral antes y después en cada uno de las secciones cuyos resultados se muestra en un gráfico estadístico de barras en la Figura 60 y resultados de la operación en la Tabla 15.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60. Comparativo de contaminación Antes y después

Tabla 15. Porcentaje de dilución antes y después

Stope	Sección	Veta	Contaminación antes	Contaminación después
TJ 6610	1	Gina Socorro	2.115	0.124
TJ 6610	2	Gina Socorro	1.143	0.143
TJ 6610	3	Gina Socorro	2.387	0.179
TJ 6610	4	Gina Socorro	2.896	0.204
TJ 6610	5	Gina Socorro	1.670	0.084
TJ 6610	6	Gina Socorro	1.922	0.214
TJ 6610	7	Gina Socorro	2.096	0.220
TJ 6610	8	Gina Socorro	1.094	0.123
TJ 6610	9	Gina Socorro	0.520	0.217
TJ 6610	10	Gina Socorro	1.375	0.216
TJ 6610	11	Gina Socorro	1.009	0.211
TJ 6610	12	Gina Socorro	1.559	0.157
TJ 6610	13	Gina Socorro	1.014	0.235
TJ 6610	14	Gina Socorro	0.912	0.223
TJ 6610	15	Gina Socorro	0.500	0.202
TJ 6610	16	Gina Socorro	1.194	0.151
TJ 6610	17	Gina Socorro	1.460	0.305
TJ 6610	18	Gina Socorro	1.520	0.273
TJ 6610	19	Gina Socorro	0.438	0.213
TJ 6610	20	Gina Socorro	0.428	0.218
TJ 6610	21	Gina Socorro	0.931	0.216
TJ 6610	22	Gina Socorro	1.387	0.151
TJ 6610	23	Gina Socorro	1.381	0.192
TJ 6610	24	Gina Socorro	0.517	0.137
TJ 6610	25	Gina Socorro	0.160	0.089
TJ 6610	26	Gina Socorro	1.557	0.092
TJ 6610	27	Gina Socorro	0.591	0.203
TJ 6610	28	Gina Socorro	0.602	0.134
TJ 6610	29	Gina Socorro	0.943	0.162
TJ 6610	30	Gina Socorro	0.706	0.155

Fuente: Elaboración propia.

Además, realizamos un comparativo de la contaminación antes y después de aplicar la perforación vertical a media bancada obteniendo resultados significativos, las cuales se observa en la Tabla 16.

Tabla 16. *Promedio de contaminación de mineral*

PROMEDIO DE CONTAMINACION DE MINERAL M3	
Contaminación antes	contaminación después
36.027	5.447

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico:

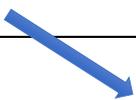
Por lo expuesto, dado que el valor $t = 17,091$ reposa sobre la zona de rechazo, se descarta la hipótesis Nula. Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna: Existe relación alta y significativa entre la influencia de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

3.1.3 Hipótesis Especifica 2

Para hallar la hipótesis general se relacionan las variables, el cual se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. *Relación VI vs VD - Dimensión 2 para la Hipótesis Especifica 2*

VARIABLE 1	VARIABLE 2
Dimensión 1	Dimensión 1
Dimensión 2	Dimensión 2



Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis Alterna

Existe relación alta y significativa entre la perforación vertical a media bancada en el control de la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

Hipótesis Nula

No Existe relación alta y significativa entre la perforación vertical a media bancada en el control de la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

En primer lugar, realizamos la verificación de los datos si provienen de una distribución normal, para ello detallamos línea abajo.

Prueba de Normalidad:

Dónde: Para nuestro análisis en base a 30 muestras del stope de la Unidad de Producción Uchucchacua, la prueba de normalidad se hace en base a Shapiro Wilk, al usar el software SPSS se obtiene los resultados los cuales se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Prueba de Normalidad para Hipótesis Especifica 2

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ley de mineral después	0.154	30	0.068	0.946	30	0.136
Porcentaje de dilución después	0.118	30	,200 [*]	0.946	30	0.132

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

Los valores obtenidos son mayores al valor de significancia. Se acepta que los datos de los tajeo provienen de una distribución normal.

Aceptando que los datos provienen de una distribución normal se procede a realizar el test estadístico: T Student, observamos los resultados en la Tabla 18.

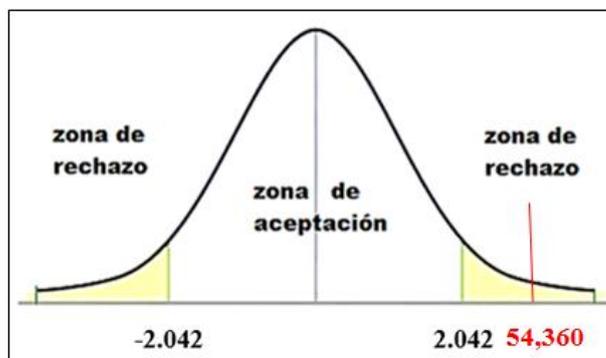
Tabla 18. Prueba T- Student para Hipótesis Especifica 2

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Inferior	Superior				
Par 1	Ley de mineral después - Porcentaje de dilución después	11.72836803	1.18173453	0.21575422	11.28710110	12.16963495	54.360	29	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Campana de Gauss:

Mediante la tabla de cuantiles, se obtiene los valores de: valor crítico +/- 2.042 y grados de libertad de 29, con el uso de la campana de gauss se llegan a los resultados los cuales se muestra en la Figura 61.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 61. Campana de Gauss para Hipótesis Especifica 2

Dónde: El resultado se posiciona en la zona de rechazo por ende se descarta la hipótesis nula. Analizaremos la hipótesis alternativa a través

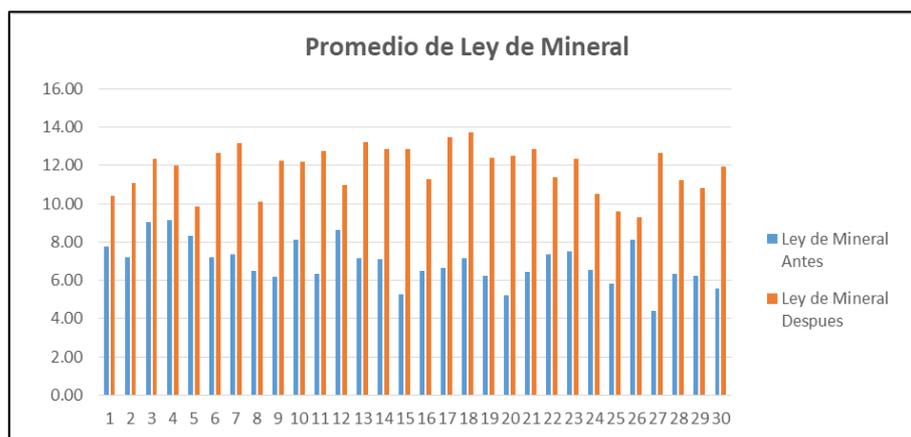
de medias de la ley del mineral antes y después, se obtiene los resultados en la Tabla 19.

Tabla 19. *Muestras emparejadas y medias*

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Ley de mineral antes	6.90600000	30	1.12965848	0.20624648
	Ley de mineral después	11.81966667	30	1.20724389	0.22041157

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla los comparativos mediante graficas de las leyes de mineral antes y después, cuyos resultados se muestra en un gráfico estadístico de barras en la Figura 62 y los resultados de la operación en la Tabla 20.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 62. *Buzamiento de veta antes y después*

Tabla 20. *Leyes de mineral antes y después*

Stope	Sección	Veta	Ley de mineral antes	Ley de mineral después
TJ 6610	1	Gina Socorro	7.76	10.42
TJ 6610	2	Gina Socorro	7.18	11.07
TJ 6610	3	Gina Socorro	9.05	12.37
TJ 6610	4	Gina Socorro	9.12	11.97
TJ 6610	5	Gina Socorro	8.32	9.83
TJ 6610	6	Gina Socorro	7.21	12.66
TJ 6610	7	Gina Socorro	7.36	13.14
TJ 6610	8	Gina Socorro	6.49	10.11
TJ 6610	9	Gina Socorro	6.16	12.25
TJ 6610	10	Gina Socorro	8.14	12.19
TJ 6610	11	Gina Socorro	6.32	12.77
TJ 6610	12	Gina Socorro	8.61	10.95
TJ 6610	13	Gina Socorro	7.13	13.21
TJ 6610	14	Gina Socorro	7.11	12.86
TJ 6610	15	Gina Socorro	5.25	12.87
TJ 6610	16	Gina Socorro	6.48	11.26
TJ 6610	17	Gina Socorro	6.62	13.45
TJ 6610	18	Gina Socorro	7.13	13.71
TJ 6610	19	Gina Socorro	6.25	12.38
TJ 6610	20	Gina Socorro	5.22	12.52
TJ 6610	21	Gina Socorro	6.46	12.88
TJ 6610	22	Gina Socorro	7.34	11.37
TJ 6610	23	Gina Socorro	7.48	12.33
TJ 6610	24	Gina Socorro	6.52	10.52
TJ 6610	25	Gina Socorro	5.83	9.61
TJ 6610	26	Gina Socorro	8.14	9.28
TJ 6610	27	Gina Socorro	4.39	12.63
TJ 6610	28	Gina Socorro	6.31	11.22
TJ 6610	29	Gina Socorro	6.24	10.82
TJ 6610	30	Gina Socorro	5.56	11.94

Fuente: Elaboración propia.

Además, realizamos un comparativo de las leyes de mineral antes y después de aplicar la perforación vertical a media bancada obteniendo resultados significativos, las cuales se observa en la Tabla 21.

Tabla 21. *Promedio de contaminación de mineral*

PROMMEDIO DE LEY DE MINERAL	
Ley de mineral antes	Ley de mineral después
6.91 oz/tn	11.82 oz/tn

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico:

Por lo expuesto, se descarta la hipótesis nula debido a que el valor $t=54.360$, reposa sobre la zona de rechazo, por lo expuesto se acepta la hipótesis alterna: Existe relación alta y significativa entre la perforación vertical a media bancada en el control de la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018.

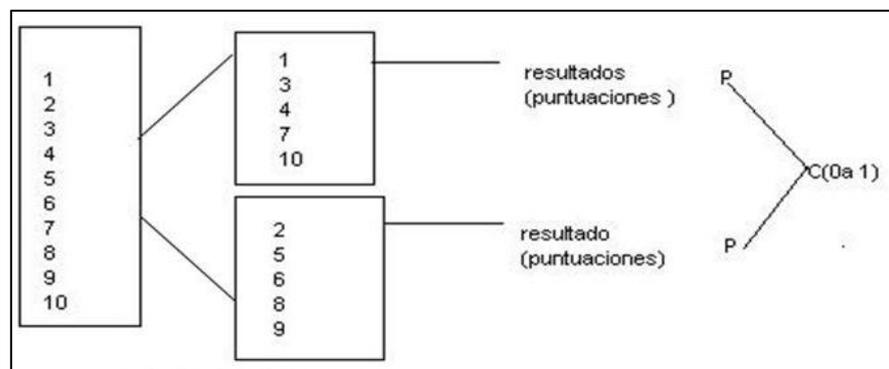
CAPÍTULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO

4.1.1 Confiabilidad del Instrumento

En la presente investigación, para la confiabilidad del instrumento ha sido medida por el Método de Mitades Partidas (split-halves) que detallaremos a continuación, en la Figura 63.



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/26692/1/images/25/Figura+9.5+Cada+mitad+se+califica+independientemente.jpg>

Figura 63. Método de Mitades Partidas (split-haves)

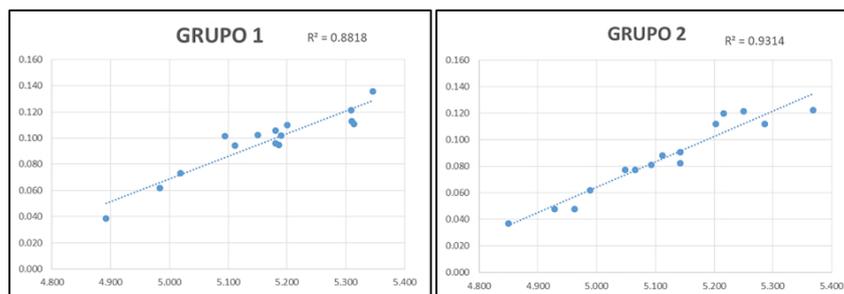
De una forma aleatoria los datos de matriz de análisis se dividen en dos grupos para realizar la correlación, cada uno de ellos serán sometidos a coeficiente de correlación donde los resultados se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. División de muestra para método Split Halves

GRUPO 1			GRUPO 2		
Item	Longitud de taladro después	Dilución total después	Item	Longitud de taladro después	Dilución total después
1	4.984	0.062	2	5.066	0.077
3	5.180	0.096	5	4.962	0.048
4	5.111	0.094	6	5.368	0.122
7	5.310	0.113	8	4.929	0.048
9	5.314	0.111	10	5.203	0.112
11	5.190	0.102	12	5.142	0.082
13	5.309	0.121	14	5.216	0.120
15	5.150	0.102	16	5.093	0.081
17	5.346	0.136	18	5.250	0.121
19	5.200	0.110	21	5.286	0.112
20	5.180	0.106	22	5.112	0.088
23	5.186	0.095	24	4.989	0.062
25	4.892	0.039	26	4.850	0.037
27	5.094	0.102	28	5.049	0.077
29	5.019	0.073	30	5.142	0.091

Fuente: Elaboración propia

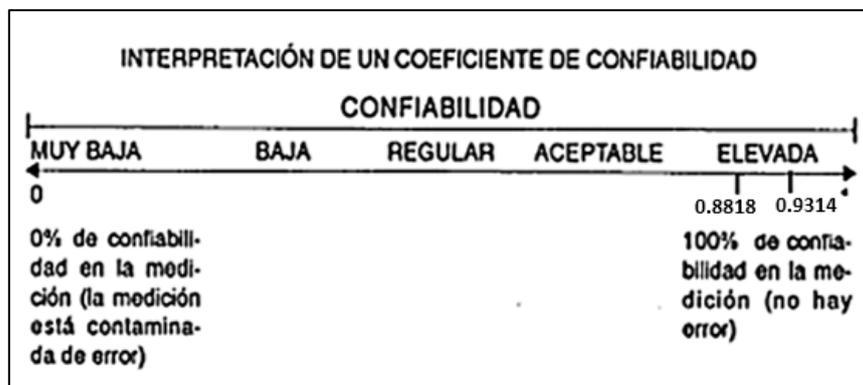
Mediante la línea de tendencia se calcula el coeficiente de relación (R^2) para cada grupo determinando el grado de correlación de los datos, se obtiene el resulta de la operación por el software Excel en la Figura 64.



Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Grado de correlación para ambos grupos

Los valores obtenidos de R^2 son llevados a la interpretación de coeficiente de confiabilidad, donde ambos resultados recaen en una confiabilidad elevada, según se puede apreciar en la Figura 65.



Fuente: R. Hernández S. Metodología de la Investigación

Figura 65. Interpretación del coeficiente de confiabilidad

4.1.2 Validación del Instrumento

El instrumento que hemos utilizado para la recolección de datos es la Matriz de Análisis de datos, que la Unidad de Producción Uchucchacua ha procesado durante el año 2018. Para garantía de la validación del instrumento nos guiamos por la experiencia del ing. Rolando Ccente jefe de perforación y voladura de mina Uchucchacua, los jefes de guardia, supervisores, técnicos y colaboradores que realizan la actividad de perforación de taladros largos en vetas angostas.

4.2 ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.

Según la tipología de la investigación es de tipo variable continua, por ende, se detallan el análisis cuantitativo a través de la hipótesis formulada (general). Se ha utilizado el software Spss Statistics (versión 24), el análisis descriptivo se muestra a continuación.

VARIABLES DE ESTUDIO

Los datos estadísticos obtenidos en la presente investigación, se muestran en la Tabla 23 y Tabla 24, en base a datos tomados en campo y operados con el software SPSS; donde podemos establecer que la media del porcentaje de dilución antes de la investigación era de 23.12% y después de aplicar la perforación a media bancada es de 9.13%; observándose que se ha tenido una disminución en la dilución, objetivo del presente trabajo.

Tabla 23. Análisis cuantitativo del porcentaje de dilución antes y después

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Porcentaje de dilución antes	Media		,231241892	,01605937
	95% de intervalo de confianza	Límite inferior	,198396784	
		Límite superior	,264087	
	Media recortada al 5%		,231830523	
	Mediana		,25033510	
	Varianza		,008	
	Desviación estándar		,0879608151	
	Mínimo		,0792437651	
	Máximo		,373243975	
	Rango		,29400021	
	Rango intercuartil		,148893935	
	Asimetría		-,312	,427
	Curtosis		-1,014	,833
	Porcentaje de dilución después	Media		,0912986385
95% de intervalo de confianza		Límite inferior	,0814246378	
		Límite superior	,101172639	
Media recortada al 5%			,0920665848	
Mediana			,0953027585	
Varianza			,001	
Desviación estándar			,0264430596	
Mínimo			,0371394706	
Máximo			,135569969	
Rango			,0984304988	
Rango intercuartil			,0358178235	
Asimetría			-,584	,427
Curtosis			-,471	,833

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Análisis cuantitativo de longitud de taladro después-porcentaje de dilución después

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
longitud de taladro después	Media		51,374,053,330	,02491082
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,086,456,966	
		Límite superior	5,188,353,701	
	Media recortada al 5%		5,140,191,111	
	Mediana		5,146	
	Varianza		,019	
	Desviación estándar		,136442234	
	Mínimo		4,85	
	Máximo		5,368	
	Rango		,518	
	Rango intercuartil		,183	
	Asimetría		-,285	,427
	Curtosis		-,547	,833
	Porcentaje de dilución después	Media		,0912986385
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,0814246378	
		Límite superior	,101172639	
Media recortada al 5%			,0920665848	
Mediana			,0953027585	
Varianza			,001	
Desviación estándar			,0264430596	
Mínimo			,0371394706	
Máximo			,135569969	
Rango			,0984304988	
Rango intercuartil			,0358178235	
Asimetría			-,584	,427
Curtosis			-,471	,833

Fuente: Elaboración propia

4.3 PRUEBA DE NORMALIDAD

Para el caso de las pruebas de normalidad se tomaron los datos estadísticos de y las hipótesis formuladas (hipótesis general y específicas) a continuación detallamos las pruebas de normalidad para cada una de ellas. Además, detallamos que según el número de nuestras muestras es de 30 por la cual utilizaremos para la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (para < 30 muestras).

Prueba de Normalidad para la Hipótesis General

Dónde:

Para nuestro análisis en base a 30 muestras de secciones de la Unidad de Producción Uchucchacua, la prueba de normalidad se hace en base a Shapiro Wilk, estos resultados se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. *Prueba de Normalidad para Hipótesis General*

	Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk	
	Estadístico	gl	Sig.
Longitud de taladro después	0.975	30	0.687
Porcentaje de dilución después	0.946	30	0.132

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

La prueba de normalidad, los valores 0.687 y 0.132 son mayores al valor de significancia, se acepta que los datos de los tajos provienen de una distribución normal.

Prueba de Normalidad para Hipótesis Específica 1

Para nuestro análisis en base a 30 muestras de tajos de la Unidad de Producción Uchucchacua, la prueba de normalidad se hace en base a Shapiro Wilk, estos resultados se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. *Prueba de Normalidad para Hipótesis Específica 1*

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Contaminación de mineral antes	0.958	30	0.269
Contaminación de mineral después	0.957	30	0.257

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

La prueba de normalidad, nos da los valores de 0.269 y 0.257, los cuales son mayores al valor de significancia, por lo que se acepta que los datos de los stope provienen de una distribución normal.

Prueba de Normalidad para Hipótesis Específica 2:

Para nuestro análisis en base a 30 muestras del tajeo 6610 del Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua, la prueba de normalidad se hace en base a Shapiro Wilk, cuyos resultados se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Prueba de Normalidad para Hipótesis Específica 2

	Pruebas de normalidad		
	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Ley de mineral antes	,980	30	,818
Ley de mineral despues	,946	30	,136

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

Realizada la prueba de normalidad, vemos que los valores 0.818 y 0.136 son mayores al valor de significancia, por lo que se acepta que los datos de los stope provienen de una distribución normal.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Caballero (2016) donde menciona que, Identificamos que las longitudes de perforación de taladros de producción como mejor escenario, que minimiza la desviación de los taladros de 8 metros perforados negativos y 12 metros perforados positivamente que se obtiene desviaciones de 0.26 m y 0,45m respectivamente, por ende controlamos la desviación del taladro y la dilución del mineral.

Ojeda “Diseño de mallas de perforación y voladura subterránea aplicando un modelo matemático de áreas de influencia “donde nos menciona que las desviaciones de los taladros afectan mucho en el diseño de mallas de perforación, porque varían el burden y espaciamiento, este afecta la fragmentación, el avance del disparo y reduce la eficiencia del disparo. Los factores que influyen en la desviación de taladros son: mal de posicionamiento, mala selección y lectura de ángulos del plano, error en la fijación de la viga de perforación, presión de avance, presión de rotación, presión de barrido de detritus, presión de percusión, tipo de roca, fracturamiento de la roca, plegamiento e la roca, y tamaño de grano, Condición mecánica del equipo, regulación de presiones del

equipo, selección adecuada de la barra de perforación, Afilado correcto y oportuno de las brocas.

Realizar la perforación controlando los parámetros del equipo por el operador y con el apoyo del asistente en el correcto posicionamiento del equipo con el clinómetro manual, son actividades fundamentales de la perforación para controlar la desviación del taladro y por ende la dilución del mineral.

Calixto (2015) donde indica que reduciendo la sección se puede controlar la dilución y obtener una mayor ley de cabeza manteniendo la producción planeada por guardia con éste ajuste se nos da un análisis de producción, y analizamos los resultados usando la dilución operativa de diseño, dilución operativa real y sobre dilución, minimizando la dilución operativa de 23.12% a 9.13%.

La presente investigación está sujeta a ser constatada por cualquier interesado en el tema y para mayores detalles se puede dar fe, que si perforamos en media bancada positiva y negativa en vetas angostas, con las características explicadas en la investigación, esta traerá beneficios similares a las que se detalle en el estudio.

CONCLUSIONES

Se determina que existe influencia de perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del mineral - stope 6610 del Nv 3610 – Unidad de Producción Uchucchacua – 2018, debido a la perforación de media bancada y como resultado nos ayuda a controlar el porcentaje de dilución.

Se ha logrado reducir el porcentaje de desviación de taladros, reduciendo la longitud de taladro de perforación de diez metros a cinco metros positivo y cinco metros negativo, las cual nos ayuda a optimizar los resultados de perforación.

Se obtuvo una reducción de contaminación del mineral debido a la sobre rotura de las cajas del stope de 36 a 5.44 metro cúbicos.

Se evidencia que se tiene un control de la ley de mineral del stope de 6.91 a 11.82 oz/tn, con respecto a la ley del stope programada por planeamiento de 13.82 oz/tn.

Se ha obtenido una gran diferencia en el porcentaje de dilución una vez utilizado la perforación de media bancada, obteniendo una diferencia de dilución de 23.12% a 9.13%, la cual nos genera un ahorro significativo en el proceso productivo del mineral.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de la perforación a media bancada en el método de banqueo y relleno en vetas angostas, con potencias de vetas menores a 0.60 metros para el control de la dilución del mineral.

Considerar el uso de la perforación de media bancada para reducir el daño de las cajas del stope vertical.

La aplicación de la perforación de media bancada nos favorece a minimizar el porcentaje de desviación de los taladros y reducir la perturbación del macizo rocoso.

La perforación de media bancada nos ayuda a optimizar el tiempo de perforación por ende se recomienda el uso.

FUENTE DE INFORMACIÓN

- Ascanio, P. (2011). *"Ventilación de minas y túneles, practica, aplicada y avanzada en minería clásica y minería por trackless"*. Lima: Primera Edición.
- Befregal, A. (2012). *Evaluación del sistema de ventilación de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha - Mina San Vicente, aplicando el Software VENTSIM*
3.9. arequipa.
- Bernaola, J., & Castilla, J. y. (2013). *"Perforación y Voladura de Rocas en Minería"*. Madrid, España.: Universidad Politécnica de Madrid.
- Blower. (10 de noviembre de 2018). *google*. Obtenido de google:
http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm
- Caballero, C. (2016). *"Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stopping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11A. . Mina Casapalca-Unidad Americana.*
- Calixto, C. (2015). *"Control De Dilución Optimizando los Procesos Unitarios De Perforación, Voladura y Acarreo Mina Del Norte"*. Lima, Perú.: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Compumet, E. (lunes de agosto de 2006). *geco.mineroartesanal*. Obtenido de *geco.mineroartesanal*: http://geco.mineroartesanal.com/wiki-download_wiki_attachment.php?attId=637
- Condori, A. (2014). *scribd.com*. Obtenido de scribd.com:
<https://es.scribd.com/document/359613612/Borrador-de-Tesis>
- Gonzalo, T. (2001). *"Sistema de perforación y voladura con taladros largos - mina perubar. S.A."*. Lima, Perú.: Universidad Nacional de Ingeniería.

- Ibañes, V. (2018). *Diseño de ventilacion nv-4050 veta don ernesto unidad minera el porvenir*. Huancayo.
- Induambiente. (martes de marzo de 2010). *Induambiente*. Obtenido de Induambiente: <https://www.induambiente.com/informe-tecnico/climatizacion/ventilacion-subterra>
- ISTEC. (2006). *Ventilación avanzada para minería*. Lima: Loma EXPORT S.A.
- Jorquera, M. (2015). *“Método de explotación Bench and fill y su aplicación en minera Michilla”*. Santiago de Chile.: Universidad de Chile. .
- López, J. (s.f.). *“Manual de perforación y voladura de rocas”*. Instituto Tecnológico Geo Minero.
- Mallqui, A. (1981). *Ventilaciones de Minas*. Huancayo.
- Ojeda, R. (s.f.). *“Diseño de mallas de perforación y voladura subterránea aplicando un modelo matemático de áreas de influencia”*.
- Quispe, E. (2014). *“Aplicación del método bench and fill stoping como una variante del método vertical crater retreat (vcr) para optimizar las operaciones en Cia. Minera Suyamarca”*. Arequipa, Perú.: Universidad San Agustín de Arequipa.
- Ramirez. (2005). *Ventilación Minas. “Módulo de capacitación técnico ambiental”*. Lima: Chaparra Perú.
- UAP. (2005). *scribd*. Obtenido de sribd: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2005/2/MI57G/1/material_docente/bajar?id

CITAS WEB.

http://oa.upm.es/40237/1/PFG_DIEGO_GONZALEZ_CABRERO.pdf

<https://web.facebook.com/edgar.alcantaratrujillo/posts/1946668855381623>

<https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea/disenomallas-perforacion-y-voladura-subterranea.pdf>

<https://es.scribd.com/doc/62355466/Rumbo-y-buzamiento>

<https://pt.slideshare.net/francisoriverogascue/t-studentdoscolas-26990966?related=1>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO DE TESIS: INFLUENCIA DE LA PERFORACIÓN VERTICAL A MEDIA BANCADA EN EL PORCENTEJE DE DILUCIÓN DEL MINERAL - STOPE 6610 - NV 3610 UNIDAD DE PRODUCCIÓN UCHUCCHACUA - BUENAVENTURA 2018						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES/ INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO
¿Cómo influye la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del Mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018?	Determinar el porcentaje de dilución del mineral con la perforación vertical a media bancada - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018	Existe influencia directa de la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de dilución del mineral- stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018	X1 Independiente: Influencia De Perforación Vertical a Media Bancada	Perforación Vertical - Longitud de taladro	Población: Stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura 2018. Muestra: Stope 6610	Método: Descriptivo
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS				Nivel de Investigación: Descriptivo
¿De qué manera incide la perforación vertical a media bancada en el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018?	Estimar el porcentaje de contaminación del mineral en el stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018	Si aplicamos la perforación vertical a media bancada entonces determinamos el porcentaje de contaminación del mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018	Y1 Dependiente: Porcentaje de Dilución del Mineral	Dilución de mineral - Sobre rotura de cajas - Ley de mineral		Diseño: Descriptivo Correlacional
¿De qué manera afecta la perforación vertical a media bancada en control de la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018?	Calcular la ley de mineral con perforación vertical a media bancada - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018	Si aplicamos la perforación vertical a media bancada entonces podemos estimar la ley de mineral - stope 6610 - Nv 3610 Unidad de Producción Uchucchacua - Buenaventura - 2018				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Base de datos Excel de control de perforación de la empresa resefer unidad uchucchacua.

BASE DE DATOS EXCEL DE CONTROL DE PERFORACION DE LA EMPRESA RESEFER UNIDAD UCHUCHACUA

CONTROL DE PERFORACION SETIEMBRE 2018 - Excel
 Rolando S. Castejón
 INGENIERO DE MINAS
 CIP. N° 200136

FECHA	GRUPO	EMPRESA	PROFESIONAL	NIVEL	SUBCATEGORIA	TARIFA	COCCION	N° TALLADO	BARRETA 2.0	BARRETA 3.0	ME TRES 2.0	ME TRES 3.0
4962	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	2	5	0	0
4963	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	3	6	0	0
4964	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	4	7	0	0
4965	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	5	8	0	0
4966	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	6	9	0	0
4967	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	7	10	0	0
4968	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	8	11	0	0
4969	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	9	12	0	0
4970	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	10	13	0	0
4971	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	11	14	0	0
4972	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	12	15	0	0
4973	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	13	16	0	0
4974	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	14	17	0	0
4975	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	15	18	0	0
4976	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	16	19	0	0
4977	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	17	20	0	0
4978	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	18	21	0	0
4979	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	19	22	0	0
5053	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	20	23	0	0
5054	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	21	24	0	0
5055	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	22	25	0	0
5056	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	23	26	0	0
5057	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	24	27	0	0
5058	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	25	28	0	0
5059	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	26	29	0	0
5060	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	27	30	0	0
5061	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	28	31	0	0
5062	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	29	32	0	0
5063	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	30	33	0	0
5064	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	31	34	0	0
5065	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	32	35	0	0
5066	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	33	36	0	0
5067	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	34	37	0	0
5068	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	35	38	0	0
5069	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	36	39	0	0
5070	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	37	40	0	0
5071	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	38	41	0	0
5072	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	39	42	0	0
7227	19/09/2018	NOCHE	RESEFER 01	Manuel Martinez Pizaro	3000	SOCOPRO	T.600	1	40	43	0	0

Fuente: Elaboración propia

Base de datos en Excel de cubicación de stope Unidad de Producción Uchucchacua 2018

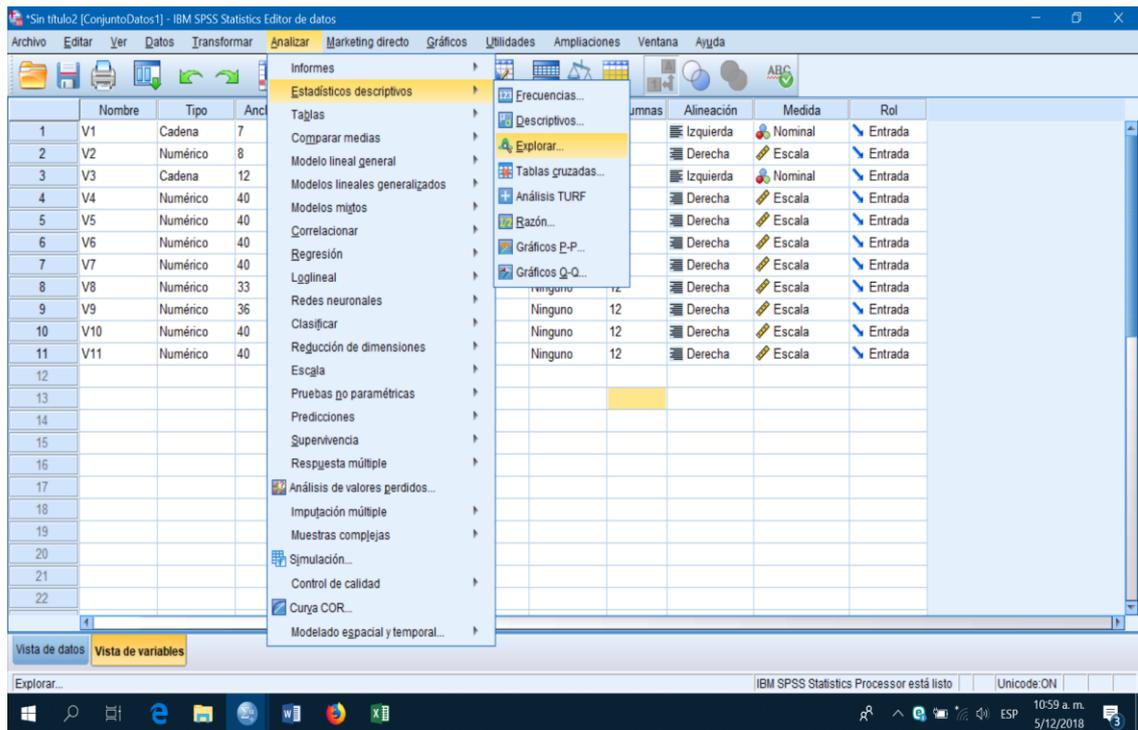
CUBICACIÓN DE STOPE - UNIDAD DE PRODUCCIÓN UCHUCHACUA

Cubicacion Mes de Agosto -2018 - Excel

Tipo	Planta Estación (TMS)	Mineral Módulo (M3)	Mineral Estación (M3)	Desmonte (M3)	Separación de desmonte (M3)	Dilución	Recuperación (%)	Mineral a Planta (TMS)
CUBICACION - SOCOPRO BALD - AGOSTO 2018								
3800-PANEL-C	2896.82	3469.142	1789.24	87.822	0.00	3.72%	80.85%	1033.0
3800-45	899.079	899.565	599.288	88.812	0.00	46.79%	98.26%	862.86
3800-51	227.071	400.384	223.742	20.262	0.00	29.26%	97.27%	252.95
3800-54	78.176	90.290	56.172	30.264	0.00	22.22%	82.8%	233.7
3800-56	183.828	349.072	204.54	0.00	0.00	0.00%	87.84%	807.88
3800-59	104.263	408.605	487.888	446.445	0.00	58.02%	84.8%	1015.9
3800-51-NEC-1	373.940	48.200	44.204	74.830	0.00	64.26%	98.67%	133.87
3800-54	229.528	419.807	408.978	398.26	0.00	43.26%	78.86%	188.85
3800-59	869.872	204.729	50.594	98.478	0.00	80.34%	87.22%	87.41
TOTAL	6139.20	8183.713	7340.55	2796.55	0.00	27.64%	88.6%	8364.93
CUBICACION - HUAYTAMALLA - AGOSTO 2018								
3800-51	59.607	427.877	368.176	62.949	0.00	24.62%	81.6%	306.9
3800-59	203.971	161.843	124.424	76.327	0.00	38.02%	88.86%	282.21
3800-56-1	306.18	460.288	326.00	22.018	0.00	19.96%	78.8%	223.81
TOTAL	1109.758	1049.408	818.600	161.294	0.00	25.46%	79.8%	712.92
CUBICACION - SOCOPRO ALTO - AGOSTO 2018								
3800-51	524.283	127.648	887.186	308.128	0.00	23.97%	81.07%	1096.64
3800-59	78.010	897.497	27.344	27.344	0.00	10.72%	86.86%	210.31
TOTAL	602.293	1015.145	914.530	335.472	0.00	22.19%	83.96%	1306.95
CUBICACION - LEONARDO - AGOSTO 2018								
3800-51	4379.27	8162.70	8254.98	3366.18	0.00	28.89%	86.64%	13374.81
CUBICACION - SOCOPRO ALTO - AGOSTO 2018								
3800-51	1500	1280	520	470	0.00	24.62%	81.96%	958.4
3800-59	800	400	470	260	0.00	38.02%	88.86%	282.21
3800-56-1	306	460	326	22	0.00	19.96%	78.8%	223.81
TOTAL	3006	3140	1216	752	0.00	25.46%	79.8%	1464.42
CUBICACION - SOCOPRO ALTO - AGOSTO 2018								
3800-51	4280	4280	2280	1080	0.00	23.97%	81.07%	4300
3800-59	780	897	273	273	0.00	10.72%	86.86%	210.31
TOTAL	5060	5177	2553	1353	0.00	22.89%	83.96%	6400.31
CUBICACION - LEONARDO - AGOSTO 2018								
3800-51	41460	26056	26373	9398	0.00	28.89%	86.64%	44797

Fuente: Elaboración propia

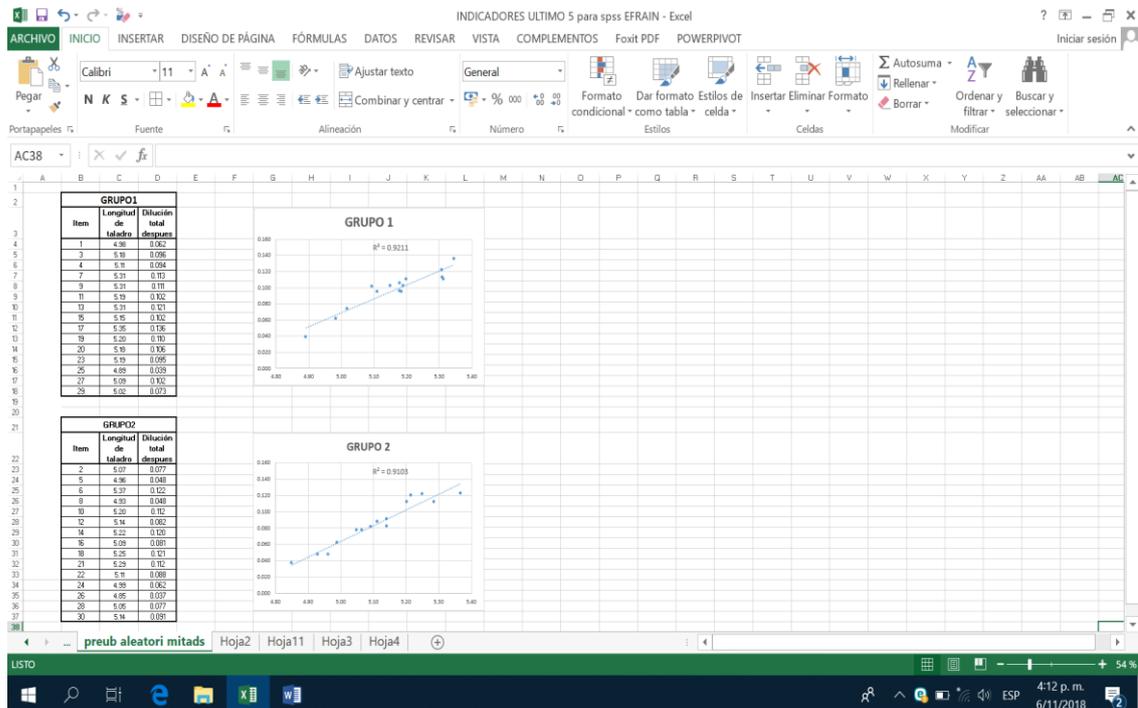
Prueba de T Student en el software Spss Statistics versión 24



Fuente: Elaboración propia

Tabla de gráficos del método de mitades partidas en el software Microsoft Excel

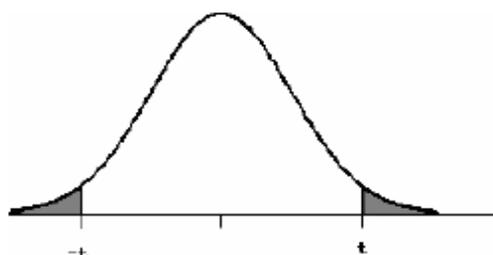
2017



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. PRUEBA PARA LA CAMPANA DE GAUSS

Cuadro T- Student



(a) El área de las dos colas está sombreada en la figura.

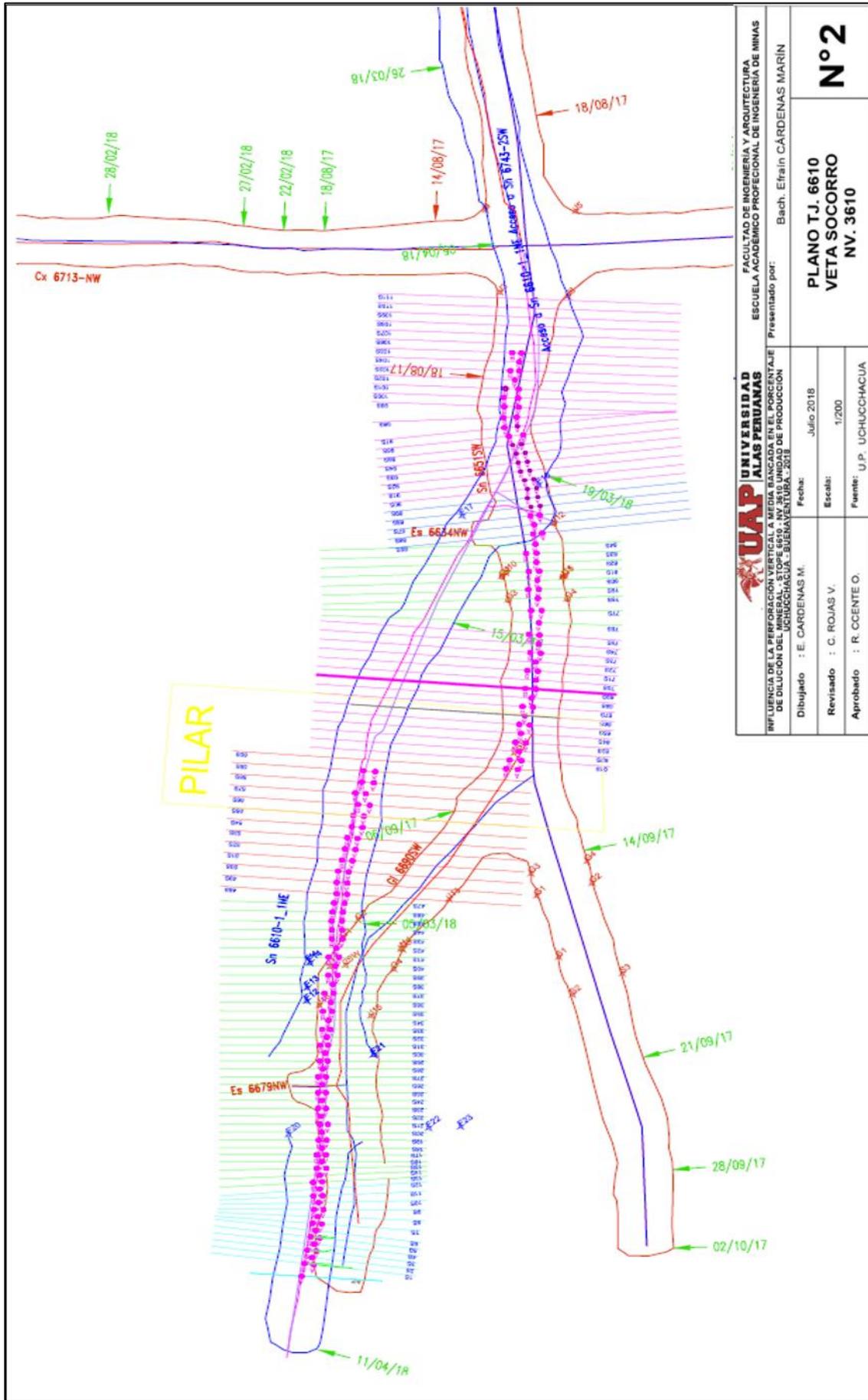
(b) Si H_A es direccional, las cabeceras de las columnas deben ser divididas por 2 cuando se acota el P-valor.

gl	ÁREA DE DOS COLAS						
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	4,966
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	4,897
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	4,837
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	4,784
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	4,736
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767	4,693
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	4,654
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	4,619
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	4,587
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690	4,558
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	4,530
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659	4,506
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	4,482
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	4,321
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	4,169
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,390	4,053
140	1,288	1,656	1,977	2,353	2,611	3,361	4,006
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	3,891

Fuente: <https://www.slideshare.net/francisolverocascue/t-studentdoscolas-26990966?omobile=true>

ANEXO 4. PLANO GEOMECANICO DEL STOPE 6610

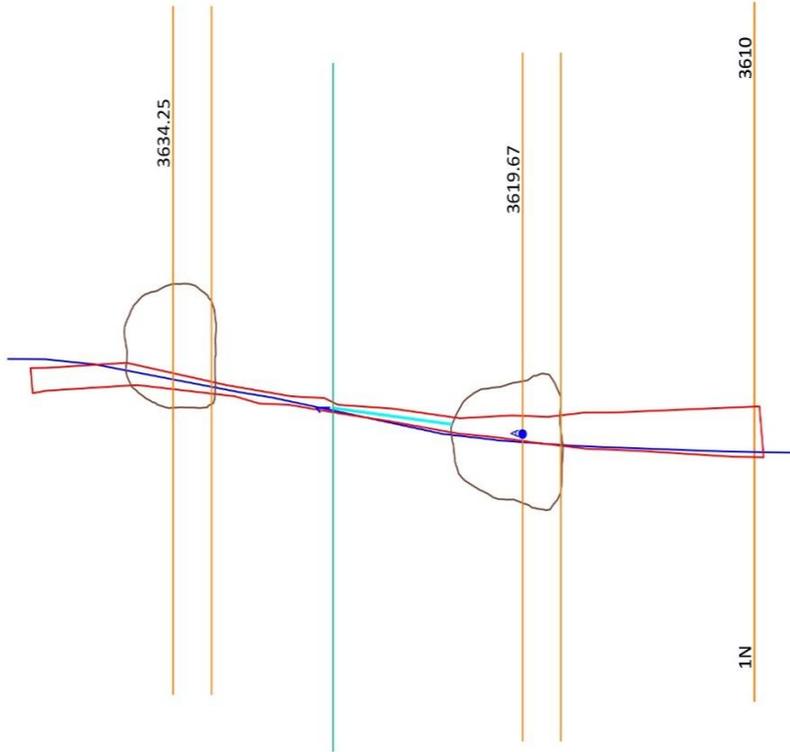
ANEXO 5. PLANO DE PLANTA DEL STOPE 6610



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS	
Presentado por: Bach. Efraín CÁRDENAS MARÍN	
PLANO T.J. 6610 VETA SOCORRO NV. 3610	
Dibuñado : E. CÁRDENAS M. Revisado : C. ROJAS V. Aprobado : R. CCENTE O.	Fecha: Julio 2018 Escala: 1/200 Fuente: U.P. UCHUCCACHACUA

ANEXO 6. PLANO DE MALLA DE PERFORACIÓN POSITIVA

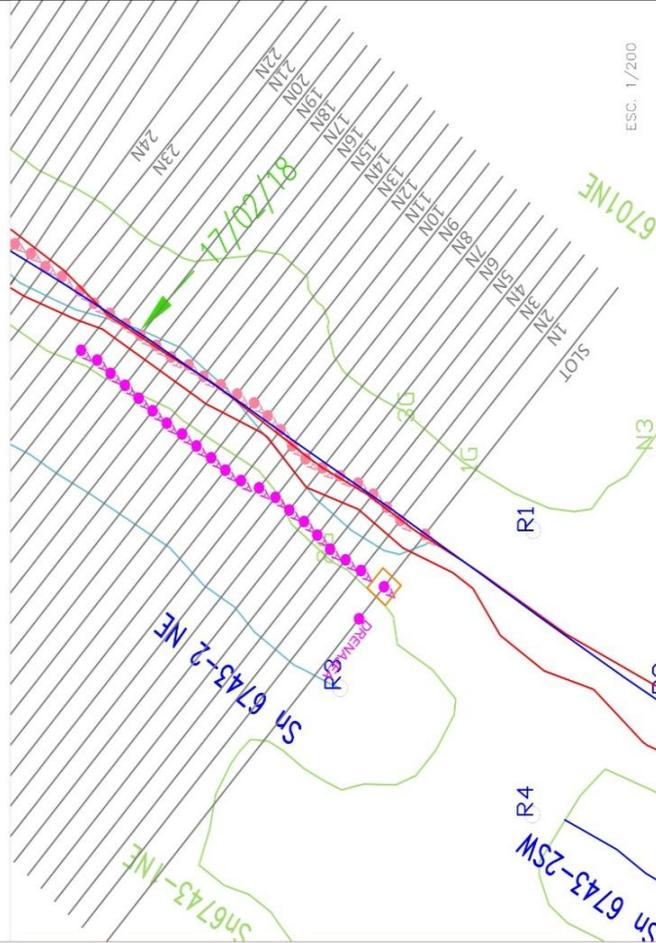
ESC. 1/250



1N

Tajo : 6610-1S
Nivel : 3610

DISEÑO		EJECUTADO								
N° Tal	Angulo	metros	barras	Comu.	No Com.	Reparse	Fecha	Operador		
1	83.0°	5.01	4.0 b							
Metros Tot.		5.01	Ton/Sec	4.78	Ton/m	0.95	Burden	0.6m	Espaciam.	0.5m



UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
Presentado por: Bach. Efraim CÁRDENAS MARÍN

INFLUENCIA DE LA PERFORACION VERTICAL A MEDIA BANCADA EN EL PORCENTAJE DE DILUACION DEL MINERAL - STOPE 6610 - NV 3610 UNIDAD DE PRODUCCION UCHUCCACHACUA - BUENAVENTURA - 2018

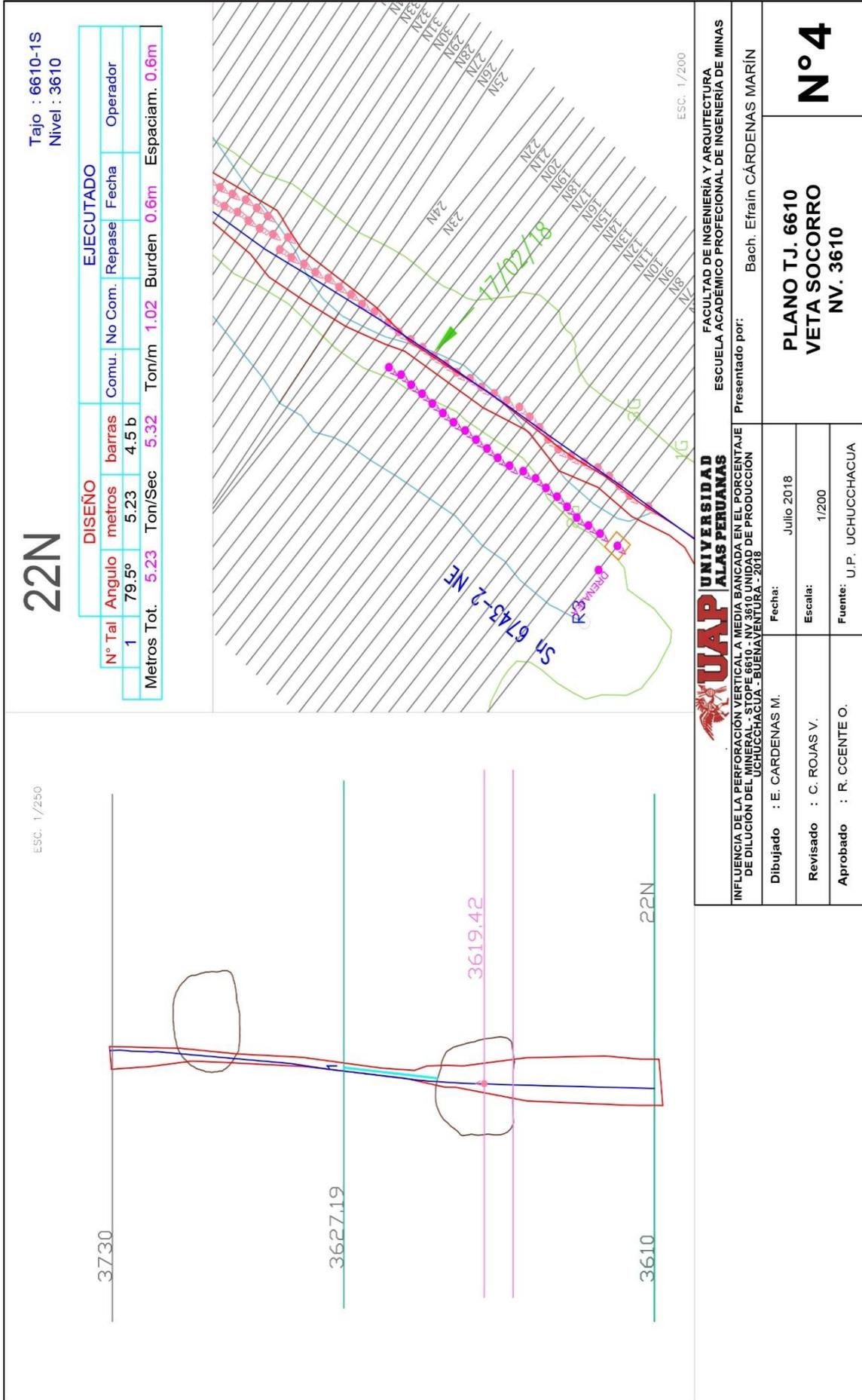
Dibujado : E. CARDENAS M. Fecha: Julio 2018

Revisado : C. ROJAS V. Escala: INDICADA

Aprobado : R. CCENTE O. Fuente: U.P. UCHUCCACHACUA

PLANO T.J. 6610
VETA SOCORRO
NV. 3610

N° 3



Tajo : 6610-1S
 Nivel : 3610

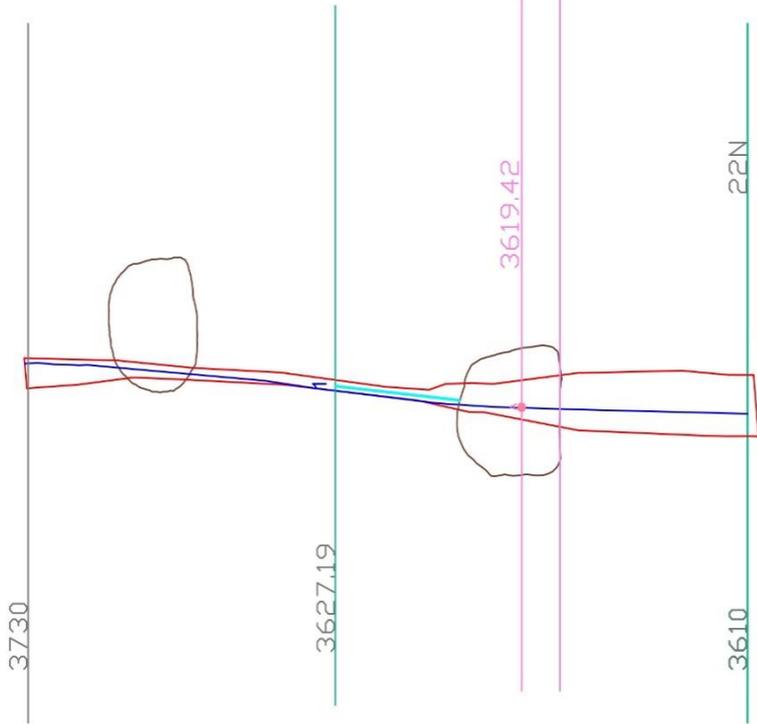
22N

DISEÑO		EJECUTADO						
N° Tal	Angulo	metros	barras	Comu.	No Com.	Repase	Fecha	Operador
1	79.5°	5.23	4.5 b					
Metros Tot.		5.23	Ton/Sec	5.32	Ton/m	1.02	Burden	0.6m
							Espaciam.	0.6m



UAP UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS Presentado por: Bach. Efraín CÁRDENAS MARIN		PLANO T.J. 6610 VETA SOCORRO NV. 3610 N° 4	
INFLUENCIA DE LA PERFORACION VERTICAL A MEDIA BANCADA EN EL PORCENTAJE DE DILUCION DEL MINERAL - STOPE 6610 - NV 3610 UNIDAD DE PRODUCCION UCHUCCACHACUA - BUENAVENTURA - 2018	Fecha: Julio 2018		
Dibujado : E. CARDENAS M.	Escala: 1/200		
Revisado : C. ROJAS V.	Fuente: U.P. UCHUCCACHACUA		
Aprobado : R. CCENTE O.			

ESC. 1/250



ESC. 1/200