

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**MINAS**



**“CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO Y  
TRANSPORTE DE MINERAL DESDE LAS LABORES DE  
PROFUNDIZACIÓN HACIA LA SUPERFICIE EN LA UNIDAD DE  
PRODUCCIÓN SAN CRISTOBAL – VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**

**Presentado por:**

**Bach. VALENTIN GAMARRA, Cristiam Andrés**

**Asesor: Mg. Joel Enrique, OSCUVILCA TAPIA**

**Pasco – Perú 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
MINAS**



**“CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL  
ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL DESDE LAS  
LABORES DE PROFUNDIZACIÓN HACIA LA SUPERFICIE EN  
LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN SAN CRISTOBAL – VOLCAN  
COMPAÑÍA MINERA S.A.A.”**

**Presentado por:  
Bach. VALENTIN GAMARRA, Cristiam Andrés**

**SUSTENTADO EL 27 DE DICIEMBRE DEL 2018 Y APROBADO ANTE LA  
COMISIÓN DE JURADOS:**

---

**Mg. Edwin Elías SÁNCHEZ ESPINOZA  
PRESIDENTE**

---

**Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA  
MIEMBRO**

---

**Ing. Rosas FLORES MEJORADA  
MIEMBRO**

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi guía y dar me la sabiduría y la salud para poder llegar a cumplir mis metas. A él por estar cada día a mi lado protegiendo a mis seres queridos y a todas las personas que laboramos en la minería. A ti mi Dios por derramar todos los días de mi vida tu bendición.*

*A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento de mi carrera, por sus consejos y la enseñanza de sus valores. A Fernando y Graciela; mis padres por su sacrificio de haber llegado en este momento conmigo pese a las adversidades.*

*A mi esposa Deysi por su amor y dedicación y a mis hijos Camila y Eduardo por ser mi motivación para poder superarme y quienes llevo en mi corazón todos los días de mi vida.*

## RESUMEN

La presente investigación que en esta oportunidad tengo a bien de presentar trata sobre el **“CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL DESDE LAS LABORES DE PROFUNDIZACION HACIA LA SUPERFICIE EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN SAN CRISTOBAL – VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.”**

Cuyo desarrollo es de cuatro capítulos que brevemente lo resumo a continuación:

El Capítulo I, desarrolla aspectos generales enfocando la problemática de la investigación, considerando aspectos como: identificación y planteamiento del problema, delimitación de la investigación, formulación del problema, formulación de objetivos, justificación e importancia de la investigación, limitaciones de la investigación, lugar donde se desarrollará la investigación.

El Capítulo II, trata sobre el marco teórico considerando: antecedentes del problema, bases teóricas - científicas, formulación de hipótesis, identificación de variables, definición de términos.

El capítulo III, describe la metodología y técnicas de investigación; comprendiendo: tipo y nivel de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

El Capítulo IV, trata sobre los resultados de la investigación considerando los siguientes aspectos: La Empresa Minera Volcán – Unidad Minera San Cristóbal, Ubicación, acceso, clima, topografía, y vegetación, geología regional, métodos de minado, diagnóstico de las operaciones de acarreo y transporte, situación Actual – Año 2017, planeamiento de Minado, requerimiento de equipo,

proceso – acarreo, proceso – transporte, profundización de las labores; análisis del acarreo y transporte, procesos principales, Sistema de trabajo; propuesta de solución para optimizar el acarreo y transporte de mineral, productividad, factor de acoplamiento de flota actual, presentación de resultados, discusión de los resultados; concluyendo con las conclusiones y recomendaciones.

## ÍNDICE

<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN</b>	
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>ÍNDICE</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>10</b>
<b>1.1 IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>10</b>
<b>1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>13</b>
1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	13
1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	13
1.2.3 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL	13
<b>1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.3.1 PROBLEMA GENERAL	13
1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	13
<b>1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.</b>	<b>15</b>
<b>1.7 LUGAR DONDE SE DESARROLLARÁ LA INVESTIGACIÓN.</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>16</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.</b>	<b>16</b>
<b>2.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS</b>	<b>18</b>
2.2.1 SISTEMAS DE TRANSPORTE EN MINAS SUBTERRÁNEAS	18
2.2.2 LOS SISTEMAS LHD (SCOOP)	20
2.2.3 LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE CON CAMIONES	21
2.2.4 SELECCIÓN ANALÍTICA DEL LHD / SCOOP	22
2.2.5 SELECCIÓN ANALÍTICA DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE:	22

<b>2.2.6 SELECCIÓN DE TAMAÑO Y MODELO DE EQUIPO</b>	<b>24</b>
<b>2.2.7 TIEMPO DE CICLO</b>	<b>25</b>
<b>2.2.8 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL CICLO BÁSICO DE CARGA Y TRANSPORTE:</b>	<b>25</b>
<b>2.2.9 COMPONENTES DEL CICLO DE CARGA Y TRANSPORTE:</b>	<b>26</b>
<b>2.2.10 FACTOR DE EFICIENCIA EN EL TRABAJO</b>	<b>27</b>
<b>2.2.11 PESO DE LOS MATERIALES Y FACTORES DE EXPANSIÓN EN VOL. DEL MATERIAL:</b>	<b>28</b>
<b>2.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.</b>	<b>28</b>
<b>2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>28</b>
<b>2.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1 VARIABLES PARA LA HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>29</b>
<b>2.4.2 VARIABLES PARA LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>29</b>
<b>2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>36</b>
<b>3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.</b>	<b>36</b>
<b>3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.</b>	<b>36</b>
<b>3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.</b>	<b>37</b>
<b>3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.</b>	<b>37</b>
<b>3.4.1 POBLACIÓN</b>	<b>37</b>
<b>3.4.2 MUESTRA</b>	<b>37</b>
<b>3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.</b>	<b>37</b>
<b>3.5.1 TÉCNICAS</b>	<b>37</b>
<b>3.5.2 INSTRUMENTOS</b>	<b>38</b>
<b>CAPITULO IV</b>	<b>39</b>
<b>4.1 LA EMPRESA MINERA VOLCÁN – U. M. SAN CRISTÓBAL</b>	<b>39</b>
<b>4.1.1 UBICACIÓN</b>	<b>39</b>

<b>4.1.2 ACCESO</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3 CLIMA</b>	<b>41</b>
<b>4.1.4 TOPOGRAFÍA Y VEGETACIÓN</b>	<b>42</b>
<b>4.1.5 GEOLOGÍA REGIONAL</b>	<b>42</b>
<b>4.1.6 ESTRATIGRAFÍA</b>	<b>44</b>
4.6.1.1 Grupo Excelsior (Silúrico – Devónico)	44
4.6.1.2 Grupo Mitú (Pérmico)	45
4.6.1.3 Grupo Pucará (Triásico Superior – Liásico)	45
<b>4.1.7 MÉTODOS DE MINADO</b>	<b>49</b>
4.1.7.1 Over Cut and Fill (Breasting)	49
4.1.7.2 Bench and Fill (AVOCA)	51
<b>4.2. DIAGNÓSTICO DE LAS OP. EN EL ACARREO-TRANSPORTE</b>	<b>54</b>
<b>4.2.1 SITUACIÓN ACTUAL – AÑO 2017</b>	<b>54</b>
<b>4.2.2 PLANEAMIENTO DE MINADO</b>	<b>54</b>
4.2.2.1 Recursos Y Reservas	55
4.2.2.2 Recursos mina San Cristóbal	60
4.2.2.3 Exploraciones mina San Cristóbal	62
4.2.2.3 Producción TMS de la Unidad de San Cristóbal	64
4.2.2.4 Tratamiento de mineral de la Unidad de San Cristóbal	65
<b>4.2.3 REQUERIMIENTO DE EQUIPO</b>	<b>68</b>
4.2.3.1 Proceso – Acarreo	69
4.2.3.2 Proceso – Transporte	75
<b>4.3 ANALISIS DEL ACARREO Y TRANSPORTE</b>	<b>77</b>
<b>4.3.1 PROCESOS PRINCIPALES</b>	<b>77</b>

<b>4.3.2. SISTEMA DE TRABAJO</b>	<b>78</b>
4.3.2.1 Etapa N° 1 - Levantamiento de la Información de Mina	79
4.3.2.2 Etapa N° 2 - Identificación de áreas de oportunidad	82
4.3.2.3 Etapa N° 3 - Seguimiento y Control de Procesos	87
<b>4.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA OPTIMIZAR EL ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL</b>	<b>89</b>
<b>4.4.1 PRODUCTIVIDAD</b>	<b>89</b>
<b>4.4.2 CALCULO DE FLOTA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE ÓPTIMO</b>	<b>91</b>
<b>4.4.3 FACTOR DE ACOPLAMIENTO DE FLOTA ACTUAL</b>	<b>94</b>
<b>4.4.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>97</b>
<b>4.4.5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>99</b>
4.4.5.1 Tiempos Medidos De Equipos Vs Opciones Para Incremento de Rendimiento Y Producción	99
<b>4.7.6 ANÁLISIS DE DATOS DEL CONTROL DE TIEMPOS</b>	<b>102</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>109</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – IMAGEN DEL PROCESO DE CARGUÍO EN LA MINA SAN CRISTÓBAL	35
<b>FIGURA 2</b> – VISTA PANÓRAMICA DE LA ZONA DE ACUMULACIÓN DE MINERAL DE LA MINA SAN CRISTÓBAL – CANCHA 600	41
<b>FIGURA 3</b> - VISTA ISOMÉTRICA POR EL METODO DE MINADO EN BREASTING.	49
<b>FIGURA 4</b> - SECCION LONGITUDINAL POR EL METODO DE MINADO EN BREASTING	50
<b>FIGURA 5</b> - VISTA ISOMÉTRICA POR EL METODO DE MINADO BENCH AND FILL (AVOCA).	52
<b>FIGURA 6</b> - VISTA LONGITUDINAL DEL MINADO BENCH AND FILL (AVOCA) CON RELLENO DETRITICO	53
<b>FIGURA 7</b> - CUADRO DE EXPLORACIONES COMPARANDO CON OTRAS UNIDADES DE VOLCAN	62
<b>FIGURA 8</b> - GRÁFICO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN EN TONELAJE Y LEYES DE ZINC	65
<b>FIGURA 9</b> - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE ZINC AL AÑO 2014	66
<b>FIGURA 10</b> - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE PLOMO AL AÑO 2014	67
<b>FIGURA 11</b> - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE COBRE AL AÑO 2014	67
<b>FIGURA 12</b> - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE PLATA AL AÑO 2014	68
<b>FIGURA 13</b> - GRÁFICO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS SCOOP	72
<b>FIGURA 14</b> - : UTILIZACIÓN EFECTIVA LOS SCOOP	73
<b>FIGURA 15</b> - TONELADAS MOVIDAS POR CAPACIDAD DE SCOOP	74
<b>FIGURA 16</b> - SISTEMA DE TRABAJO	78
<b>FIGURA 17</b> - DIAGRAMA DE LAS HORAS TRABADAS DEL SCOOP DE 6YD3	83
<b>FIGURA 18</b> - DIAGRAMA DEL PORCENTAJE DE LAS HORAS TRABADAS DEL SCOOP	83
<b>FIGURA 19</b> - DIAGRAMA DE LAS HORAS TRABADAS DE LOS VOLQUETES DE 30 TM	84
<b>FIGURA 20</b> - DIAGRAMA DEL PORCENTAJE DE LAS HORAS TRABADAS DEL VOLQUETE DE 30 TM	84
<b>FIGURA 21</b> - FLUJO DE EXTRACCIÓN DE MINERAL EN LA MINA SAN CRISTÓBAL	86
<b>FIGURA 22</b> - EFICIENCIA VS FACTOR DE ACOPLAMIENTO	95
<b>FIGURA 23</b> - RENDIMIENTO DE FLOTA VS FACTOR DE ACOPLAMIENTO	96
<b>FIGURA 24</b> - DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS PROMEDIO DE LOS SCOOP EN LA ZONA DE PROF.	97
<b>FIGURA 25</b> - CONTROL DE TIEMPOS	103

## LISTA DE PLANOS

<b>TABLA 1</b> - ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL.	56
<b>TABLA 2</b> - ACUMULADO TOTAL DE RESERVAS AL AÑO 2017	57
<b>TABLA 3</b> - RESERVAS POR ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	58
<b>TABLA 4</b> - CUADRO HISTÓRICO DE EVOLUCIÓN DE RESERVAS AL AÑO 2015	59
<b>TABLA 5</b> - RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA SAN CRISTÓBAL AL AÑO 2017	60
<b>TABLA 6</b> - RECURSOS POR ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	61
<b>TABLA 7</b> - CUADRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL	64
<b>TABLA 8</b> - DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUÍO DE LA ZONA DE PRODUNDIZACIÓN	69
<b>TABLA 9</b> - RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS SCOOP EN DISTANCIA DESDE EL TAJO / SUB NIVEL HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO	70
<b>TABLA 10</b> - RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS SCOOP EN DISTANCIA DESDE LA CÁMARA DE ACUMULACIÓN HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO	71
<b>TABLA 11</b> - UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS SCOOP DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN	73
<b>TABLA 12</b> - ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS EN INTERIOR MINA PARA EL CLICLO DE CARGUÍO Y TRANSPORTE	81
<b>TABLA 13</b> - MODIFICACIÓN SEGÚN RENDIMIENTO DE LOS SCOOP	93
<b>TABLA 14</b> - RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS DE TRABAJO DEL SCOOP	97
<b>TABLA 15</b> - RESULTADO DEL CÁLCULO DE UN CICLO EN EL TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1220	98
<b>TABLA 16</b> - RESULTADO DEL CÁLCULO DE UN CICLO EN EL TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1270	98
<b>TABLA 17</b> - RESULTADO DEL CÁLCULO DE UN CICLO EN EL TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1320	99
<b>TABLA 18</b> - COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LOS DATOS MEDIDOS VS OPCIÓN 1	100
<b>TABLA 19</b> - COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LOS DATOS MEDIDOS VS OPCIÓN 2	101
<b>TABLA 20</b> - COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LOS DATOS MEDIDOS VS PARÁMETROS DE MINA PLANEAMIENTO VOLCAN	101
<b>TABLA 21</b> - CONTROL DE TIEMPOS DE LOS VOLQUETES	102
<b>TABLA 22</b> - CONTROL DE TIEMPOS DE LOS SCOOP	103

## **LISTA DE PLANOS**

<b>PLANO 1</b> – ESTANDAR DE CÁMAR DE CARGUÍO	33
<b>PLANO 2</b> - UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UNIDAD MINERA SAN CRISTÓBAL	40
<b>PLANO 3</b> - PLANO GEOLÓGICO REGIONAL DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	44
<b>PLANO 4</b> - COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	48
<b>PLANO 5</b> - UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE EXPLORACIÓN DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	62
<b>PLANO 6</b> - PROGRAMA DE EXPLORACIÓN DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	63
<b>PLANO 7</b> - SECCIÓN LONGITUDINAL DE VETAS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL	63

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación **intitulado “CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL DESDE LAS LABORES DE PROFUNDIZACIÓN HACIA LA SUPERFICIE EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN SAN CRISTOBAL – VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.”**; se ha realizado con el objetivo de contribuir a la mejora de la productividad de la empresa minera en las labores de profundización de los niveles 1220, 1270 y 1320.

En la actualidad la industria minera tanto en la explotación subterránea y a cielo abierto las actividades de carguío y acarreo de mineral / desmonte son actividades vitales para el logro de los objetivos operacionales y son clave para asegurar la continuidad de la empresa y así obtener el beneficio del mineral, por lo tanto, los equipos deben asegurar una alta optimización para el logro de la producción programada a diario en una empresa minera. En tal sentido para que los equipos de carguío y acarreo operen eficientemente se debe analizar varios factores que afecten el incumplimiento de la producción a diario.

Por lo que se ha tomado para realizar la investigación de esta tesis a la Mina San Cristóbal de la Compañía Minera VOLCAN donde dicha mina se encuentra ubicado en el distrito de Yauli, provincia de Yauli y departamento de Junín; actualmente esta mina se explota bajo el método de Caída por Sub Niveles (Sub Level Stopping) / Taladros Largos y el método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Mecanizado, está dividido por 3 zonas y la investigación de esta tesis se enfoca en el estudio de la optimización de la flota de volquetes de la zona 3 que

actualmente se realiza los trabajos de preparación, desarrollo y explotación por la misma Empresa Volcan y la Empresa contratista Minera AESA.

Esta tesis busca encontrar los diversos factores que afectan el incumplimiento de la producción programada (3000 TMS / día) y más de las labores que se han profundizado en los niveles 1270 y 1320 de las rampas principales -616, 1220\_2 y 1220\_1 incrementando las distancias e incumpliendo la producción de la zona 3 de la ECM AESA. El sistema de carguío y transporte de la zona 3 y de la ECM AESA se realiza con equipos de carguío LHD (scoop) de 6 yd<sup>3</sup> y equipos de acarreo (volquetes) de 25 Tm y 30 Tm que para lo cual se tienen ubicados 10 cámaras de carguío ubicadas de acuerdo a la geometría del yacimiento, al final de cada ciclo el camión debe transportar dicho mineral al nivel 780 donde se ubican 2 parrillas (chute 780 y chute 960) y a superficie a cancha 600 que en total por día se debe transportar 1650 TMS que representa a zona 3 y a la ECM AESA para ser tratado dicho mineral a planta concentradora de Victoria.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la industria minera tanto en la explotación subterránea y a cielo abierto las actividades de carguío y acarreo de mineral / desmonte son actividades vitales para el logro de los objetivos operacionales y son clave para asegurar la continuidad de la empresa y así obtener el beneficio del mineral, por lo tanto, los equipos deben asegurar una alta optimización para el logro de la producción programada a diario en una empresa minera. En tal sentido para que los equipos de carguío y acarreo operen eficientemente se debe analizar varios factores que afecten el incumplimiento de la producción a diario.

Así se tomará en cuenta la Mina San Cristóbal de la Compañía Minera Volcan S.A.A. adquirida por la Empresa Mundial Glencore en noviembre del 2017

adquiriendo el 36.92 % de las acciones de clase A y que dispone actualmente del 55.03 % de este tipo de acciones con un costo de compra de 734 millones de dólares. La mina San Cristóbal se encuentra ubicado en el distrito de Yauli, provincia de Yauli y departamento de Junín; en la unidad de producción San Cristóbal se está aplicando los métodos de minado Over Cut and Fill (Breasting) Y el Sub Level Stopping (AVOCA) y está dividido por 3 zonas ; la investigación de esta tesis se enfoca en el estudio de la optimización de la flota de volquetes de la zona N° 3 o la zona de profundización donde actualmente se realiza los trabajos de preparación, desarrollo y explotación por la misma Empresa Volcan y la Empresa contratista Minera AESA.

Esta tesis busca encontrar los diversos factores que afectan el incumplimiento de la producción programada (3000 TMS / día), las demoras operativas, el bajo rendimiento de los equipos de carguío y acareo. Dicho estudio se realizará en las labores que se han profundizado en los niveles 1220, 1270 y 1320 en las rampas principales -616, -619\_5, -1220\_2 y -1220\_1 donde se han incrementado las distancias dando baja performance de los equipos y la baja producción de la zona 3 tanto de la Empresa Contratista AESA y de la Compañía.

El sistema de carguío y transporte de la zona 3 / Zona de profundización (Compañía y Empresa Contratista AESA) se realiza con equipos de carguío LHD (scoop) de 6  $yd^3$  de capacidad y equipos de acarreo (volquetes) de 30 tm de capacidad que para lo cual se tienen ubicados 10 cámaras de carguío distribuidas de acuerdo a la geometría del yacimiento, al final de cada ciclo cada unidad debe transportar el mineral a las dos parrillas ubicadas en interior mina (chute 780 y chute 960) y a superficie (cancha 600) que en total por día se debe transportar 1650 TMS que representa la producción de la zona de profundización

tanto para Compañía y la Empresa Contratista AESA para ser tratado dicho mineral en la planta concentradora de Victoria.

Según los reportes obtenidos en el acarreo de mineral durante los 3 últimos meses (julio, agosto y septiembre) de los diferentes niveles y puntos de carguío hacia cada parrilla y superficie realizado por el área de planeamiento de la ECM AESA quien se encuentra en la actualidad administrando el área de transporte de la Unidad Minera San Cristóbal se ha detectado los diferentes problemas en el sistema de transporte de mineral y que a continuación se menciona:

- Ausencia de los equipos de carguío al inicio de cada guardia debido a una falla en la coordinación entre los ingenieros de compañía y de la contrata para el envío de los volquetes a los distintos puntos de carguío.
- Aglomeración de los volquetes en un solo punto de carguío debido a una falla en la coordinación para poner más equipos de carguío en otros puntos de carguío.
- Demora de los volquetes al ingreso de las labores por abastecimiento de combustible, reparto de guardia.
- Vías en mal estado en las rampas principales (-300, -013, -400, -090, -616, +042, +672, +742 y +995) que aumentan los tiempos del ciclo de carguío.
- Demoras de los volquetes para el ingreso a las labores por reparaciones mecánicas en cancha 600.

Estos inconvenientes son el principal cuello de botella en los procesos de carguío y acarreo de mineral; por lo cual en la investigación de esta tesis se considera la búsqueda de soluciones y alternativas para poder optimizar la flota

de los equipos de carguío y acarreo para poder llegar al cumplimiento de producción programada a diario y mensual.

## **1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente trabajo de investigación se ha realizado en las instalaciones de la UNIDAD MINERA SAN CRISTÓBAL – EMPRESA MINERA VOLCAN S.A.A. que está ubicada en el Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Departamento de Junín, a una altitud que varía entre los 4450 a 4800 msmn.

### **1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

6 meses; Mayo del 2018 - Setiembre del 2018

### **1.2.3 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL**

La presente tesis está enmarcada dentro del aspecto de la investigación sobre acarreo y transporte de mineral. Dentro de los aspectos conceptuales que se desarrollan se considera: planeamiento, productividad, requerimiento, disponibilidad, control del acarreo y transporte en minería subterránea.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo podemos controlar y mejorar la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia superficie en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018?

### **1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a. ¿Cómo podemos controlar la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia superficie en la Unidad

Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018?

- b. ¿Cómo podemos mejorar la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia superficie en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018?

#### **1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

##### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Controlar y mejorar la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia superficie en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018.

##### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Controlar la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia superficie en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A durante el año 2018.
- b. Mejorar la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia superficie en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A durante el año 2018.

#### **1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación surge en base a la inadecuada distribución de los volquetes en los puntos de carguío en las labores de profundización que afecta el cumplimiento de producción de la zona de profundización (Compañía y Empresa Contratista AESA) de la Unidad Minera San Cristóbal de la Compañía Minera VOLCAN, debido a ello existe muchos tiempos improductivos que se producen tanto en el carguío como el acarreo del mineral.

En la presente investigación se realizará un seguimiento constante de los tiempos en el ciclo de carguío y de transporte del mineral para tener un sistema óptimo que garantice el cumplimiento de la producción. A partir de esto resulta la importancia de la eficiencia en el transporte de materiales y que de ello depende que se cumpla los objetivos operacionales, por lo tanto, se buscara un sistema de alternativas que optimice la utilidad de los volquetes buscando la solución a los problemas de los tiempos productivos e improductivos y dar alternativas para el cumplimiento de la producción programada a diario y mensual

Estos aspectos justifican y dan la debida importancia a la realización de la investigación.

#### **1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

En el proceso de investigación se pasó por una serie de restricciones y limitaciones de las cuales tenemos:

- La escasa información para el desarrollo de la investigación debido a que dicha información era confidencial por la ECM AESA y de la compañía.
- Incompleta información en cuento a los reportes de la producción de los scoop y de los volquetes.

#### **1.7 LUGAR DONDE SE DESARROLLARÁ LA INVESTIGACIÓN.**

El presente trabajo se ha realizado en las instalaciones de la Empresa Minera VOLCAN - Unidad Minera San Cristóbal – Huaripampa.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.**

Habiendo hecho una revisión sobre el tema de investigación en el campo de la minería encontramos algunos antecedentes como:

##### **ANTECEDENTES:**

Como antecedentes de la presente investigación se tiene los siguientes Autores:

- a. Baldeón Quispe (2010 – pág. 62) Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad de la Compañía Minera condestable S. A.** Pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú; concluye que conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota de equipos

requeridos a un mínimo costo unitario dando una máxima producción en la unidad de tiempo; además, que el carguío y acarreo constituyen los componentes más gravitantes en el costo de minado de una operación minera.

- b. Mayhua Mendoza y Mendoza Romero (2012 – pág. 61) Optimización en el sistema de transporte de mineral del nivel 1070 a superficie de la unidad minera San Cristóbal – VOLCAN S. A. A.** Pregrado de la Universidad Nacional de Huancavelica; concluyen que en los tiempos medidos la mayor pérdida de tiempo muerto es producto de las demoras operativas (cola de los volquetes en un solo punto de carguío y congestión vehicular en las rampas principales).
- c. Huarocc Ccanto (2014 – pág. 114) Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño en la UM Chuco II de la EM UPKAR MINING S.A.C.** Pregrado de la Universidad Nacional del Centro del Perú; concluye que la gestión de la producción mediante indicadores de desempeño nos permite la reducción de los costos en la operación unitaria de carguío y acarreo de mineral tomando en cuenta la información histórica presente de los controles desarrollados en los cambios operativos dentro de la operación de minado y que la gestión de la producción mediante indicadores de desempeño que nos permite mejorar la producción del mineral en la operación de carguío y acarreo; es por ello que en su investigación se obtiene una mejora en la cantidad de toneladas que se mueven por día de producción de mineral teniendo en cuenta una comparación entre meses pasados a los presentes.

**d. Alvares Huanca (2014 – pág. 135) Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte de la Unidad Minera de Arcata.**

Pregrado de la Universidad Nacional de San Agustín; concluye que con la determinación de los ciclos totales de acarreo y transporte se puede calcular la productividad horaria real de acarreo y transporte; además, el tiempo y la eficacia relacionada al equipo y al personal influyen directamente en cálculo de la productividad horaria.

**e. Bazán Cupri (2016 – pág. 193) Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo de la Compañía**

**Minera Atacocha.** Pregrado de la Universidad Continental; concluye que el objetivo de la operación de carguío y transporte es trasladar el material minado de un lugar a otro a un menor costo. Además, para controlar cualquier actividad esta debe ser medida. Así mostrando en su trabajo de investigación que es factible y viable medir las operaciones del ciclo de transporte y en base hallar el número adecuado de camiones para la operación minera.

## **2.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS**

### **2.2.1 SISTEMAS DE TRANSPORTE EN MINAS SUBTERRÁNEAS**

El sistema de transporte es una de las operaciones más importantes en las minas subterráneas, implica el acarreo del material de los puntos de extracción a las zonas de carga y seguido de transporte a la superficie de la mina (Atkinson, 1992). En muchos casos, el sistema de transporte consta de las fases primaria y secundaria. La fase primaria implica el transporte de material desde los puntos de consumo a los puntos de transferencia y la fase secundaria

consiste en el transporte de material desde los puntos de carga o cámara de carga a la superficie de la mina.

En esta fase, el material puede ser transportado verticalmente u horizontalmente.

Los métodos de acarreo verticales se realizan con transportadores verticales, mientras que el transporte horizontal implica el uso de locomotoras y camiones. La elección del método de transporte depende de varios factores entre los que se incluyen requisitos de producción, dimensiones de los equipos de transporte, la fragmentación del material, capital y costo de operación, capacidad de producción, método de extracción empleado.

Los sistemas de tracción pueden necesitar infraestructuras subterráneas fijas o flexibles. Ejes y sistemas de transporte pueden ser inflexible debido al número limitado de puntos de alimentación fijas, mientras que un sistema de transporte por vías (tipo carretera) es flexible, ya que los camiones pueden viajar a la mayoría de lugares en la mina subterránea. En una situación en la que la capacidad de la mina subterránea necesita expandirse o aumentar su capacidad de producción, el potencial es a menudo relacionado con la configuración y la actual utilización del sistema de manejo de mineral. Si el método de transporte existente se basa en camiones, la expansión se puede lograr de forma incremental mediante la adición de camiones según se requiera hasta que la capacidad del diseño previsto se alcance. El aumento de rendimiento en los sistemas fijos, tales como pozos y transportadores es relativamente barato hasta un punto en que la utilización del sistema está en el nivel óptimo. Más allá de este punto, mayor utilización probablemente requerirá la duplicación del sistema existente a un costo significativo, esto es probable que sea económicamente

justificada sólo si hay aumento en las reservas minerales, debidamente demostrado. Los métodos de acarreo seleccionados deben ser flexibles, lo suficiente para dar cabida a las limitaciones impuestas por las instalaciones mineras existentes, como la compatibilidad con el programa de producción y ámbitos de condiciones geológicas.

### **2.2.2 LOS SISTEMAS LHD (SCOOP)**

Los cargadores subterráneos o camiones de bajo perfil, conocido como scoop o LHD, son los primeros componentes del sistema de manejo de mineral.

Estos cargadores de bajo perfil, se encargan de extraer el mineral de los frentes y tajos de explotación y descargan el mineral directamente en un echadero o acumulan el material en una cámara, para su posterior traslado hacia otro punto de extracción o superficie.

Existen varios tipos de cargadores disponibles, sobre carril montado, cargadoras sobre neumáticos y cargadores de transporte. Los equipos con neumáticos de caucho se utilizan comúnmente en las minas de roca dura y se conocen como LHD (carga, acarreo y descarga).

Un LHD puede ser diésel o eléctrico, las unidades diésel son versátiles y se pueden mover fácilmente de una ubicación a otra. Las unidades eléctricas llevan un tambor de cable y se basan en cadenas cortacables eléctrica, tienen bajos niveles de ruido y de emisiones cero, y son altamente productiva en las minas donde el mineral es transportado por una serie de puntos de extracción a una ubicación fija (Atkinson, 1992). En la mayor parte de minas subterráneas los LHD manuales o automáticos se utilizan para cargar y transportar el material en esta fase debido a su eficacia en el transporte de material para distancias cortas (Hartman, 1987).

### **2.2.3 LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE CON CAMIONES**

Los sistemas de transporte de camiones son ampliamente utilizados en las operaciones subterráneas de largo plazo, el material de las tolvas de acumulación de los niveles inferiores o de los puntos de carguío directo con LHD se transporta hacia superficie, a una cancha de mineral o directamente a la Planta Concentradora de la mina.

Los camiones utilizados en minería subterránea se dividen en tres categorías, volquetes con chasis frontal y posterior rígidos, camiones con chasis trasero articulada de giro y unidades de tractor con un remolque de alimentación independiente. Todos los camiones en su mayoría tienen tener un motor diesel, excepto para camiones con línea eléctrica, que requieren una infraestructura especial.

Se requieren camiones para transportar mineral y/o desmonte a través de las aberturas de desarrollo (galerías y rampas). Los accesos entre niveles para los camiones, conocido como rampas se construyen en función a sus dimensiones y especificaciones técnicas, por otro lado, los camiones deben ser capaces de desplazarse en gradientes de hasta 12%.

Las dimensiones de los descensos diseñados tales como el ancho y las curvas deben incluir la consideración de rendimiento del vehículo, las curvas cortas disminuyen la velocidad del vehículo, lo que resulta en un tiempo de ciclo más largo y por lo tanto disminuye la productividad. El ancho y el grado del camino de acarreo declive debería permitir vehículos para negociar de forma segura en las curvas en una velocidad determinada teniendo en cuenta la distancia y la vista del vehículo con el radio de giro mínimo.

#### **2.2.4 SELECCIÓN ANALITICA DEL LHD / SCOOP**

Al seleccionar este equipo, el tamaño de los cargadores y camiones es uno de los factores más importantes a considerar para la optimización de la producción. El tamaño del cargador seleccionado debe ajustarse dentro las aberturas de las labores planificadas y su alcance máximo no debe exceder la altura de la abertura. El cargador también debe ser capaz de alcanzar una altura de camión con el cazo y llenarlo de manera eficiente.

La capacidad del cucharón requeridos puede ser estimado basado en el tiempo de ciclo de carguío, el volumen del caso, la densidad del material y un factor de llenado, que depende de la fragmentación de la roca. El tiempo teórico del ciclo para el cargador se puede calcular sumando el tiempo de carga y descarga de un lampón o pase, el tiempo para viajar desde y hacia el punto de vertido, y el tiempo de maniobra (Sweigard, 1992). El volumen de roca se convierte en volumen suelto por el porcentaje de factor de esponjamiento. El factor de relleno es un factor de la condición del tamaño de material y de lo fácil o difícil que es llenar la cuchara y esto se puede determinar por mediciones de campo (Atkinson, 1992), el tamaño máximo del cazo o cuchara se correlaciona linealmente con el tamaño de la máquina.

#### **2.2.5 SELECCIÓN ANALÍTICA DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE:**

Con base en el equipo de carga seleccionada, se elige el tipo y el número de vehículos que transportan para adaptarse a las unidades de carga y reducir al mínimo los retrasos en las operaciones. La selección del tamaño y el tipo de los camiones dependerá de varios factores, incluyendo la geometría de las vías, la velocidad de producción, distancia de transporte, método de explotación, el tonelaje de reservas de mineral, las dimensiones del camino de acarreo, la

seguridad, el capital y los costos de operación, intersecciones viales, la velocidad requerido de camiones, esquinas y curvas, calidad de vías a recorrer y otros.

La selección del tamaño también depende del número de lampones o pases utilizados por el cargador para cargar un camión. Un camión con una mayor capacidad y un cargador con baja capacidad se incrementarán el número de cargadores necesarios para llenar el camión que conduce a un tiempo de ciclo prolongado para el transportista y por lo tanto menor producción.

La combinación óptima de unidades de carga y acarreo en una operación puede ser obtenida a partir de lo que se conoce como el "factor de coincidencia o factor de acoplamiento" (Lizotte y carbonatos, 1987). Este factor fue el primero formulado por la sociedad de Caterpillar para cuantificar el equilibrio aparente entre el número de unidades de carga y unidades de acarreo y se muestra a continuación:

$$MF = \frac{Nh * Lcty}{Nl * Hcty}$$

Donde:

*MF*: Factor de coincidencia o acoplamiento

*Nh*: Número de unidades de transporte

*Nl*: Número unidades de carga

*Lcty* – *Hcty* : Tiempos de carga y acarreo de cada ciclo

Cuando *MF* está por debajo de 1, indica que el sistema de camiones es bajo, mientras que si es superior a 1, se muestra que el sistema de camiones es alto o hay un exceso de estos. Si es exactamente 1 significa que hay una coincidencia teórica entre los camiones y cargadores. Los cálculos del factor de ajuste sólo proporcionan una estimación del equilibrio óptimo entre el cargador y camiones. El número total de vehículos, sin embargo, también depende del

tiempo de ciclo estimado del camión, estimación de la productividad, el tiempo disponible en un cambio y otros. El tiempo de ciclo depende de la velocidad de camiones para los diferentes grados de vías, la resistencia y grado de resistencia a la rodadura. Si las pendientes del camino y resistencias son más altas, las velocidades de las unidades se reducirán, lo que lleva a un aumento del tiempo de ciclo

El número teórico estimado de camiones no incluye otros factores tales como la puesta en cola de camiones de carga y puntos de vertido, la congestión del tráfico y otros. Si se produce la puesta en cola, la longitud estimada de la cola y el tiempo de cola deben ser considerados al estimar el tamaño de la flota. El tráfico de la congestión se produce cuando el número de camiones requeridos es alto en relación a la longitud de la cámara de carga. Esto puede ser minimizado con una gestión eficaz del tráfico, a través del uso de sistemas bien espaciados, cámaras con pasos eficientes y otros. Para reducir al mínimo el tiempo de carga, se prefiere tener cargadores de espera para los camiones en lugar de tener los camiones en espera para el cargador (Atkinson, 1992).

Cuando el tiempo de ciclo se estima y la productividad por turno se conoce, el número teórico de camiones puede ser estimado.

#### **2.2.6 SELECCIÓN DE TAMAÑO Y MODELO DE EQUIPO**

Las siguientes consideraciones afectan a la selección del tamaño y del modelo del volquete minero:

- Producción horaria.
- Costo de la mano de obra.
- Equipo armónico: Una flota integrada por volquetes de muy diferentes tamaños y modelos, trabajando con un mismo equipo de carga y vertiendo

en un mismo punto provoca una reducción notable de la productividad, de la misma manera que las grandes unidades de carga junto con pequeños volquetes o viceversa. La relación armónica recomienda unas unidades de transporte de un tamaño entre 8 y 10 tm por cada  $m^3$  de capacidad de la cuchara de la máquina de carga.

- Requerimientos físicos.
- Diseño de las pistas y bancos.

### **2.2.7 TIEMPO DE CICLO**

El tiempo del ciclo es una función de los componentes de servicio, características de la máquina, la eficiencia de la máquina (tiempo de ciclo de la pala, tiempo de camión, vertimiento), las características del material (la densidad del material, la unidad de factor de carga, factor de llenado del cucharón y factor de esponjamiento del material) y las características del sistema que involucra temas como el número de puntos de carguío y la disciplina de la cola. Las variables anteriormente mencionadas y su variabilidad se pueden determinar con cierta facilidad.

Hay varios métodos para calcular el tiempo de ciclo y la elección del método a utilizar está impulsada principalmente por el tiempo disponible para establecer un sistema de representación de la realidad y el nivel de precisión que se necesita en los resultados.

### **2.2.8 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL CICLO BÁSICO DE CARGA Y TRANSPORTE:**

El cálculo del ciclo básico de transporte se realiza con dos fines:

1° Calcular la producción en base a los equipos de carguío y acarreo ya existente con ciertas condiciones que han cambiado en el entorno de la mina como la profundización de labores.

2° Determinar que el número de volquetes necesarios cumplan con los objetivos de producción más económica. Tanto el ciclo básico de un volquete como el representativo para una flota se subdividen en varios tiempos separados por cualquier cambio de la aceleración, geometría o actividad.

Ciclo básico del Transporte = Tiempos fijos + Tiempos variables

Tiempos fijos = tiempos de carga +maniobras +descarga

Tiempos variables = tiempo de ida+ vuelta + esperas

### **2.2.9 COMPONENTES DEL CICLO DE CARGA Y TRANSPORTE:**

El ciclo productivo de carga y transporte de mineral y/o desmonte, puede ser dividido en seis componentes: carga, acarreo, descarga, retorno, ubicación y demora.

Cada uno de estos componentes consume un cierto porcentaje de tiempo del ciclo total. Los factores que afectan a los mismos, determinaran el tiempo de cada componente.

- a. **Factores de carga:** Dimensión y tipo del equipo de carguío, tipo y condición del material a cargarse, capacidad de la cuchara de la unidad y habilidad del operador de equipo.
- b. **Factores de acarreo y transporte:** Capacidad de performance de la unidad, distancia de acarreo y/o transporte, condición de la vía, pendientes y factores que afecten la velocidad.

- c. Factores de descarga:** Destino del material, tolva, acumulación del mineral, condición del área de descarga, tipo y maniobrabilidad de la unidad y condición del material.
- d. Factores de retorno de la unidad:** Capacidad de desempeño de la unidad, distancia de retorno, condición del camino, pendientes y factores diversos que afectan la velocidad del retorno.
- e. Factores de ubicación:** Maniobrabilidad de la unidad, área de maniobras disponible, tipo de máquina cargadora y ubicación del equipo cargador.
- f. Factores de demora:** Tiempo consumido en la espera por la unidad cargadora y tiempo consumido en la espera de descargar.

#### **2.2.10 FACTOR DE EFICIENCIA EN EL TRABAJO**

Un estimado debe indicar la producción estable o medida del movimiento de mineral y desmonte durante un largo período de tiempo. Una estimación que sea demasiado optimista en cuanto a la capacidad productiva horaria de cada unidad de movimiento de mineral y desmonte, resultará en el fracaso del mantenimiento de la producción prevista y en la cantidad insuficiente de unidades que se asignen para el trabajo.

Es necesario prever un margen para las inevitables demoras que se presentan en todas las operaciones, movimiento del equipo a otra área de trabajo, tránsito, paralizaciones y otros factores tales como eficiencia en la administración y supervisión, experiencia del operador, equilibrio adecuado entre los equipos auxiliares tales como desatador de roca, equipos de colocación de sostenimiento, etc. Por lo tanto, la productividad máxima de un equipo de carga y transporte, debe reducirse hasta que alcance las condiciones reales.

En algunos casos, puede ser necesario reducir aún más el factor de eficiencia, debido a demoras inusuales o condiciones de trabajo especialmente desfavorables.

### **2.2.11 PESO DE LOS MATERIALES Y FACTORES DE EXPANSIÓN EN VOL. DEL MATERIAL:**

Frecuentemente, el peso del material se expresa en términos de toneladas por metro cúbico, libras por yarda cúbica y toneladas. El material que no presenta problemas o que se encuentre en "In Situ" es denominado yarda cúbica de material en banco (BCY), mientras que el material que se presenta suelto, roto o en estado de voladura, es llamado yarda cúbica de material suelto (LCY). La relación entre yardas cúbicas de material, en banco y suelto, se establece por medio del factor o porcentaje de expansión del material o factor de esponjamiento.

La carga útil nominal de las unidades de carga y transporte está indicada en las hojas de Especificaciones Técnicas, en libras, capacidades al ras y capacidad colmada.

## **2.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.**

### **2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL**

Al controlar y mejorar la productividad del acarreo y transporte del mineral desde las labores de profundización hacia superficie incrementaremos el rendimiento de los equipos en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018.

### **2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- a. Al controlar el acarreo y transporte del mineral desde las labores de profundización hacia superficie incrementaremos el rendimiento de los

equipos en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018.

- b. Al mejorar la productividad del acarreo y transporte del mineral desde las labores de profundización hacia superficie incrementaremos el rendimiento de los equipos en la Unidad Minera San Cristóbal – Empresa Minera VOLCAN S.A.A. durante el año 2018

## **2.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **2.4.1 VARIABLES PARA LA HIPÓTESIS GENERAL**

- **Variable Independiente:** Controlar y mejorar la productividad del acarreo y transporte del mineral.
- **Variable Dependiente:** Incrementaremos el rendimiento de los equipos tanto de carguío y transporte

### **2.4.2 VARIABLES PARA LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- **Para la hipótesis a.**

**Variable independiente**

Controlar el acarreo y transporte del mineral

**Variable dependiente**

Incrementaremos el rendimiento de los equipos.

- **Para la hipótesis b.**

**Variable independiente**

Mejorar la productividad del acarreo y transporte del mineral.

**Variable dependiente**

Incrementaremos el rendimiento de los equipos.

## 2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

- **ACARREO:** Es el traslado del material y/o desmonte que se encuentra en los tajos o frentes de trabajo, hacia los diferentes puntos de carguío y/o echaderos (ore pass).
- **CANCHA.** Espacio en el cual se acumula el mineral tanto en la mina como en la planta de concentrados y de desmonte en espera de su destino final.
- **CARGUÍO.** Es una operación de carga de mineral y/o desmonte a los camiones volquetes, para que sean trasladados hacia a la planta concentradora o hacia una cancha de acumulación de mineral. En esta operación se incluyen tareas de remoción y acopio del material fragmentado.
- **CAPACIDAD DE CARGA.** Se refiere al volumen de material que una unidad de carguío o transporte puede contener en un momento dado (por ejemplo, el volumen de la cuchara de una pala o de la tolva de un camión). La capacidad se puede expresar de dos maneras:
  - **Capacidad al ras:** El volumen de material en una unidad de carguío o transporte cuando es llenado hasta el tope, pero sin material sobre los lados o llevado en algún accesorio externo como los dientes del balde.
  - **Capacidad colmada:** Máximo volumen de material que una unidad de carguío o transporte puede manejar cuando el material es acumulado sobre los lados del contenedor.
- **CAPACIDAD DE CARGA NOMINAL (de fábrica):** Capacidad de un determinado equipo, en términos del peso máximo que puede manejar. La mayoría de los equipos están diseñados para movilizar un determinado

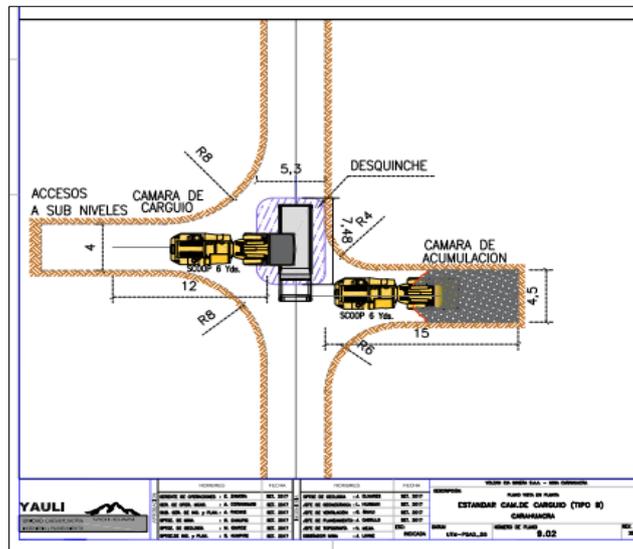
peso, en lugar de un volumen máximo. Por lo tanto, el volumen de material manejado dependerá de la densidad del material, y variará con la densidad para un mismo equipo, mientras que el peso máximo es constante y es una función de la resistencia de los componentes del equipo.

- **CICLO:** Al igual como la explotación de minas se describe generalmente como un ciclo de operaciones unitarias, cada operación unitaria tiene también una naturaleza cíclica. Las operaciones unitarias de carguío y transporte pueden dividirse en una rotación ordenada de pasos o sub operaciones. Por ejemplo, los componentes más comunes de un ciclo de carguío con unidad discreta son: cargar, transportar, descargar y retornar. Desde el punto de vista de selección de equipos o planificación de la producción, la duración de cada componente es de primordial importancia. La suma de los tiempos considerados para completar un ciclo corresponde al tiempo del ciclo.
- **CRUCERO:** Es una labor minera horizontal recta, se realiza sobre roca estéril y se construye para intersectar a la estructura mineralizada, que finalmente pasa a formar parte de las labores de acceso de la mina.
- **DISPONIBILIDAD:** La porción del tiempo de operación programado que un equipo está mecánicamente preparado para trabajar.
- **EFICIENCIA:** El porcentaje de la tasa de producción estimada que es efectivamente utilizado por el equipo. Reducciones en la tasa de producción pueden deberse al equipo mismo, o condiciones del personal o del trabajo. El factor de eficiencia puede expresarse como el número de minutos promedio que se trabajan a producción máxima en una hora dividido por 60 minutos.

- **FACTOR DE ESPONJAMIENTO:** El incremento fraccional del volumen del material que ocurre cuando está fragmentado y ha sido sacado de su estado natural (volumen in situ) y depositado en un sitio no confinado (volumen no confinado). Puede expresarse como una fracción decimal o como un porcentaje.
- **FACTOR DE LLENADO:** Un ajuste de la capacidad de llenado de la cuchara o tolva de equipos de carguío y transporte. Se expresa generalmente como una fracción decimal y corrige la capacidad del caso y tolva al volumen que realmente puede mover, dependiendo de las características del material y su ángulo de reposo, y la habilidad del operador del equipo para efectuar la maniobra de llenado.
- **GALERIA:** Es una labor horizontal que se realiza sobre veta en dirección de la masa mineralizada o perpendicular a esta en forma transversal, la galería también se realiza fuera de estructura mineraliza (roca caja), estas labores están destinados a arrancar el mineral, circulación de trabajadores mineros, vehículos y equipos mineros.
- **MATERIAL EXCAVADO:** Material o roca que fueron disgregados por detonación o voladura.
- **MINA:** Yacimiento de donde se extrae el mineral rentable mediante un sistema productivo.
- **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. Mezcla de minerales y ganga de la cual es posible extraer y vender con ganancia al menos uno de los metales contenidos en él.

- **PUNTO DE CARGUÍO:** Apertura subterránea acondicionada, en el cual se posiciona el equipo de carguío para cargar el mineral y/o desmonte hacia los camiones volquete.

Fuente: Área de Planeamiento



PLANO 1 – ESTANDAR DE CÁMARA DE CARGUÍO

- **PRODUCCIÓN:** Volumen o peso total de material que debe manejarse en una operación específica. Puede referirse tanto al mineral con valor económico que se extrae, como al estéril que debe ser removido para acceder al primero. A menudo, la producción de mineral se define en unidades de peso, mientras que el movimiento de estéril se expresa en volumen.
- **PRODUCTIVIDAD:** Es la producción real por unidad de tiempo, cuando todas las consideraciones de eficiencia y administración han sido consideradas. También puede llamarse tasa neta de producción, o tasa de producción por unidad de trabajo y tiempo.
- **RAMPA:** Son labores y desarrollos inclinados, con una pendiente o gradiente promedio de 12 %, dichas labores se construyen en forma ascendente o inclinada, que sirve de acceso a las labores mineras, desde la superficie, o

como conexión entre niveles de una mina subterránea, por donde transitan vehículos y equipos mineros sobre oruga y neumáticos.

- **RENDIMIENTO:** Corresponde al volumen o peso de producción teórico por unidad de tiempo de un equipo determinado. Generalmente se expresa en términos de producción por hora, pero puede también utilizarse la tasa por turno o día.
- **SCOOP:** Conocido como pala cargadora frontal de ruedas de bajo perfil o LHD, es una máquina de uso constante en excavaciones de túneles y en especial en minas metálicas y no metálicas subterráneas, se emplea como equipo de carga, acarreo y descarga de mineral y desmonte de las diferentes labores subterráneas.
- **TIEMPO:** Es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación. El tiempo permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro.
- **TRANSPORTE DE MINERAL:** Es el proceso que se efectúa para el traslado del material hacia un destino.
- **UTILIZACIÓN:** La porción del tiempo disponible que el equipo realmente está trabajando esto es, el período que transcurre entre el estado del sistema cuando éste presentaba un estado X y el instante en el que X registra una variación perceptible para un observador.
- **VOLQUETE:** Es un tipo de camión formado por una caja tronco piramidal invertida cuya cara posterior va montada un chasis. Se utiliza para transportar mineral y desmonte.

**Fuente:** Imagen perteneciente al autor.



**FIGURA 1 – IMAGEN DEL PROCESO DE CARGUÍO EN LA MINA SAN CRISTÓBAL**

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.**

El presente trabajo de investigación es de carácter APLICATIVO, conforme a los propósitos y naturaleza de la investigación; el estudio se ubica en el nivel descriptivo, explicativo y de correlación bajo el método correlacional - descriptivo porque este tipo de estudios tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre los conceptos o variables (en un contexto en particular) y descriptivo porque describir el proceso de acarreo y transporte del mineral en la mina

#### **3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.**

A efectos de abordar todos los factores que intervienen en el problema planteado, se empleó métodos: inductivo, deductivo, análisis y síntesis.

### **3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

El diseño que utilizará en la investigación será por objetivos conforme al esquema siguiente:

OG = OBJETIVO GENERAL

HG = HIPÓTESIS GENERAL

CG = CONCLUSIÓN GENERAL

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **3.4.1 POBLACIÓN**

La población está compuesta por todas las labores en interior de la mina donde se realiza el proceso de acarreo y transporte de mineral en la Compañía Minera VOLCAN – Unidad San Cristóbal

#### **3.4.2 MUESTRA**

Se determinó tomar como muestras específicamente en las labores de profundización de la mina San Cristóbal.

### **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.5.1 TÉCNICAS**

Las principales técnicas que utilizará en la investigación son:

- Entrevistas y Encuestas
- Análisis documental.
- Observación.
- Revisión de fuentes bibliográficas referidas al tema de investigación (libros, informe de tesis, revistas, publicaciones, etc.)
- Observaciones del participante y colaboradores, con fundamentos teóricos concernientes al tema de investigación.
- Comparaciones con otros resultados.

- Entrevistas a personas involucradas o no involucradas en la población del estudio.
- Procesamiento y análisis de los datos.

### **3.5.2 INSTRUMENTOS**

Los principales instrumentos que utilizará en la investigación son:

- Guía de entrevista
- Cuestionario
- Guía de Análisis Documental
- Guía de Observación
- Técnicas de procesamiento y análisis de datos

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 LA EMPRESA MINERA VOLCÁN – U. M. SAN CRISTÓBAL**

##### **4.1.1 UBICACIÓN**

La mina de San Cristóbal, políticamente está ubicada en el distrito de Yauli, provincia del mismo nombre, del departamento de Junín. Geográficamente se encuentra en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes centrales del Perú; a 110 Kms. en línea recta, de la ciudad de Lima. Sus coordenadas geográficas son:

- 76° 05' de longitud Oeste
- 11° 43' de latitud Sur

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



**PLANO 2 - UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UNIDAD MINERA SAN CRISTÓBAL**

#### 4.1.2 ACCESO

La vía principal de accesibilidad es por la carretera central Lima – La Oroya, hasta el kilómetro 155, luego se toma un desvío ubicado a 1 kilómetro de la Central Hidroeléctrica de Pachachaca, se llega a los campamentos de San Cristóbal, pasando por las localidades de Marh Túnel, Yauli y Victoria. Esta vía se encuentra afirmada y en regular estado de conservación.

El Ferrocarril central Lima – La Oroya – Cerro de Pasco pasa también por Yauli, Marh Túnel y Pachachaca.

La Oroya está a una hora en automóvil del campamento de San Cristóbal (4728 m.s.n.m.). Desde Lima se tomaría un tiempo de 5-6 horas en automóvil y hasta 7 horas en bus.

Otros pueblos cercanos a la mina San Cristóbal son Pomacocha, Huayhay, Victoria, y la mina Carahuacra

### 4.2.3 CLIMA

El clima de la zona es generalmente frío y seco, como corresponde a la región Puna, con presencia estacional de grandes precipitaciones pluviales, se reseña las condiciones climáticas tomadas de los estudios y monitoreo anteriormente desarrollados por el área de medio ambiente:

- Temperatura máxima 17°C.
- Temperatura promedio en verano 15°C.
- Temperatura promedio en invierno 10°C.
- Velocidad del viento máxima de 36 km/h.
- Evaporación de 3,3 cc/hora

**Fuente:** Imagen perteneciente al autor



**FIGURA 2 – VISTA PANÓRAMICA DE LA ZONA DE ACUMULACIÓN DE MINERAL DE LA MINA SAN CRISTÓBAL – CANCHA 600**

#### **4.1.4 TOPOGRAFÍA Y VEGETACIÓN**

El relieve general de la región corresponde a una cadena montañosa con nevados y glaciares como los de Chumpe (5100 m.s.n.m.), y Rumicruz (5000 m.s.n.m.), Ruricocha, Pacla, Yantac, y Uchcco Machay, entre los principales. A su vez, también se encuentran numerosas quebradas y valles como los de Carahuacra, Yauli y Andaychagua. El relieve es agreste.

La vegetación es escasa, existiendo solo plantas silvestres tales como el ichu, huila-huila, humanrripa.

Por la zona, pasan existen numerosos bofedales y ríos como Yauli, Carahuacra, Andaychagua, Ruricocha, Racracancha, Pomatarea, Yantac Grande, Cotaipancha y Huallacocha, entre otros.

#### **4.1.5 GEOLOGÍA REGIONAL**

Las Unidades Económicas Administrativas de Yauli se ubican en el flanco Este de la Cordillera de los Andes Centrales del Perú, al Este de la divisoria continental a una altitud promedio de 4150 - 4 700 m.s.n.m.

La región se caracteriza por un marcado intemperismo de las formaciones geológicas que han determinado una topografía suave y abrupta. En el valle del río Yauli la topografía es bastante extendida formando planicies con extensiones importantes, especialmente en las cercanías de la Planta Concentradora de Mahr Túnel.

La morfología en la zona presenta relieves suaves y accidentados sus pendientes elevadas (35° a 48°), en zonas rocosas.

El distrito minero de San Cristóbal está localizado en la parte Sur Oeste de una amplia estructura regional del Domo que abarca casi íntegramente los distritos de Morococha, San Cristóbal y Andaychagua. Esta estructura inicialmente fue

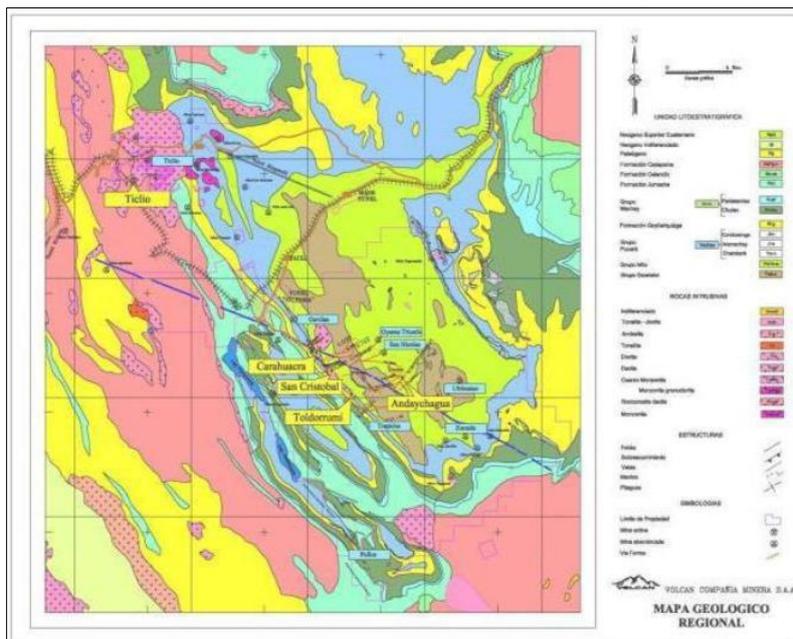
denominada Complejo Domal de Yauli, actualmente recibe el nombre de Domo de Yauli y representa una ventana de formaciones Paleozoicas dentro de la faja intracordillerana de formaciones Mesozoicas. El Paleozoico tiene dos pisos, el inferior formado por el grupo Excélsior y el superior por el grupo Mitu; el Excélsior está aflorando a lo largo del anticlinal de Chumpe en la parte Oeste del Domo y en el anticlinal de Ultimátum hacia el Este; el Mitu aflora en la mayor parte del Domo.

Litológicamente las rocas que afloran en el área de estudio están comprendidas en edades desde el Paleozoico Inferior, Cretáceo Medio, Terciario y depósitos del Cuaternario. Los Intrusivos de composición intermedia y básicos han cortado enteramente la secuencia estratigráfica del anticlinal de Chumpe dando origen a la mineralización, la cual se encuentra rellenando tanto fracturas de tensión y cizallamiento en el núcleo y flancos del pliegue de Chumpe como también remplazando capas calcáreas en el flanco Occidental de la misma estructura.

Estructuralmente las fallas y fracturas transversales al Domo de Yauli fueron importantes para los depósitos tipo vetas y cuerpos los que están localizados en fallas normales con rumbo general Noreste-Suroeste y Noroeste-Sureste respectivamente.

El Domo de Yauli está constituido por rocas sedimentarias cuyas edades fluctúan entre el Paleozoico inferior y el Cretácico Medio arregladas en una serie de anticlinales y sinclinales de ejes aproximadamente paralelos; así los depósitos minerales de San Cristóbal y Carahuacra se localizan dentro del llamado "Anticlinal de Chumpe", cuyo eje se alinea en dirección N° 45 o mostrando doble hundida hacia el Norte y hacia el Sur.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



**PLANO 3 - PLANO GEOLÓGICO REGIONAL DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

#### **4.1.6 ESTRATIGRAFÍA**

En el área de San Cristóbal, la estratigrafía se extiende desde el Paleozoico hasta el Cretácico Superior (Ver plano 4.6.6).

##### **4.6.1.1 Grupo Excélsior (Silúrico – Devónico)**

Las rocas más antiguas que afloran en el área son las del grupo Excélsior y conforman el núcleo del Anticlinal Chumpe. La potencia total de este grupo es desconocida, sin embargo, J.V. Harrison (1943) determinó una potencia de 1800 metros para una secuencia equivalente en los alrededores de Tarma. Este grupo está constituido predominantemente por filitas (lutitas metamorfoseadas) con intercalaciones de cuarcitas, vulcanitas verdes y bancos calcáreos marmolizados con fósiles (crinoideos); todo el conjunto está intensamente plegado, con la formación de una esquistosidad subparalela a los planos axiales de los pliegues.

La mineralización en este grupo es reconocida, principalmente en filones, además de la descrita por H.W. Kobe, que reconoce dos tipos; una de tipo manto

en la mina Ultimátun de Fe, Zn, Pb, Ag; y la otra estrictamente estrato-ligada ubicada en el anticlinal Ultimátun, de Ni, Co, As (Sb), Fe, S.

#### **4.6.1.2 Grupo Mitú (Pérmico)**

Discordantemente sobre las rocas del grupo Excélsior yacen una serie de volcánicos, constituidos por derrames andesíticos, y dacíticos, brechas, aglomerados y tufos, formando una serie variada que localmente es conocida como volcánicos Catalina; hacia el techo de esta serie volcánica, particularmente hacia el NE aparece una serie vulcano-sedimentaria con conglomerados y areniscas.

Mineralización en este grupo es ampliamente reconocida a lo largo de todo el Domo de Yauli, siendo principalmente en la forma de filones y diseminada.

Debido a su naturaleza irregular la potencia total del grupo Mitu es muy variable, al oeste de la mina San Cristóbal la potencia de la volcánica Catalina es aproximadamente 800 metros. La edad del grupo Mitu fue considerada como del Carbonífero superior (Mc Laughlin 1940) y posteriormente asignada al Pérmico.

#### **4.6.1.3 Grupo Pucará (Triásico Superior – Liásico)**

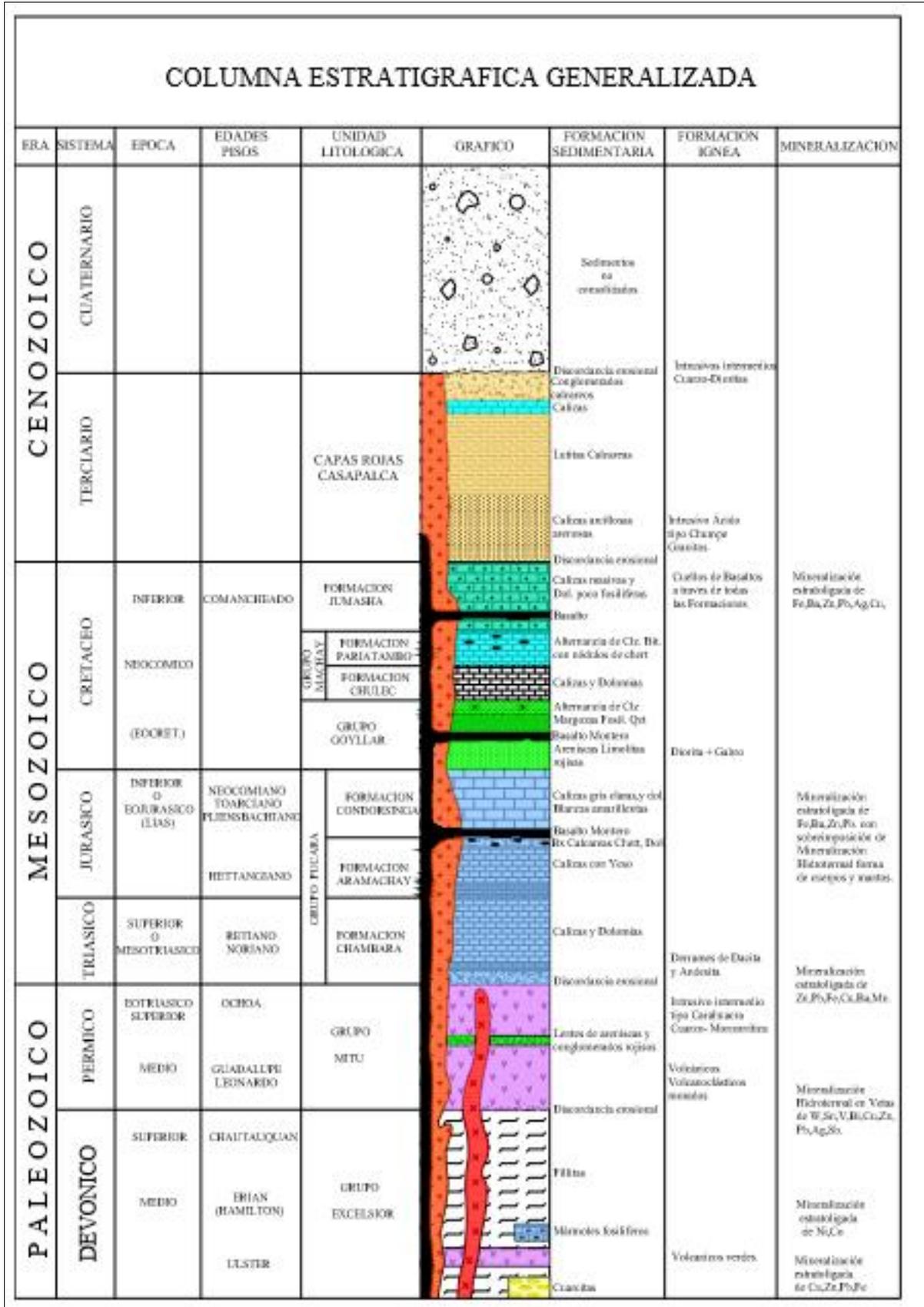
Un conjunto de facies calcáreas denominado Grupo Pucará reposa en una marcada discordancia sobre el grupo Mitu; este conjunto está dividido en tres formaciones: Chambará, Aramachay, y Condorsinga (en el área sólo existiría la parte superior del Aramachay, y Condorsinga); estando íntimamente relacionado a la mineralización económica del área. A continuación se realiza una caracterización estratigráfica de ese grupo que fué descrita por varios geólogos, entre los cuales citamos a Harrison (1949), Szekely y Grosse (1972), F.Mégard (1978).

- Formación Chambará (Triásico superior), en su base figura una serie terrígena seguida por otra calcárea constituida por calizas, calizas dolomíticas, dolomitas, separadas por capas calcáreo-arcillosas y tufos de algunos centímetros; las rocas calcáreas tienen un color gris claro variando a negro, que parece ligado a un porcentaje creciente de materia orgánica. Brechas intraformacionales monogénicas están presentes, aunque raras veces.
- Formación Aramachay (Liásico: hetangiano-Sinemuriano) está representada por pizarras limosas que predominan, seguidas de areniscas de grano fino, calizas y de chert en capas; las calizas se presentan en bancos de 20 a 50 centímetros, frecuentemente lenticulares, o en nódulos discoídalos de hasta un metro de diámetro; se nota también capas vulcano- detríticas. El conjunto tiene un tinte negro y una pátina bruno-lilácea muy característica.
- Formación Condorsinga (Liásico Toarciense) es casi exclusivamente calcárea, las calizas que la componen en su mayor parte son oolíticas o bioclásticas, ellas contienen chert abundante en la mitad inferior de la formación; intercalaciones tufáceas de color gris claro, de grano fino a medio, son comunes. Las calizas varían de color gris claro a gris oscuro, son de grano fino, hay zonas donde están fuertemente brechadas.

La mineralización en este grupo es ampliamente conocida en la región central del Perú; en la zona, mantos que se emplazan al techo de la Aramachay y base de la Condorsinga tienen potencias variables desde unos cuantos centímetros hasta varios metros; la mineralogía está constituida principalmente

por esfalerita, hematita, minerales de plata, carbonatos como siderita, rodocrosita etc.

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



PLANO 4 - COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

#### 4.1.7 MÉTODOS DE MINADO

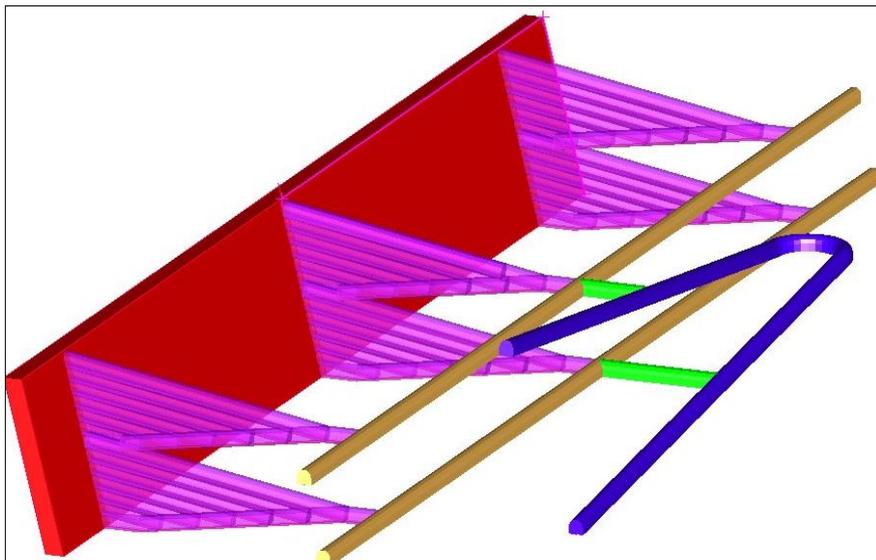
En la unidad de producción San Cristóbal se está aplicando los métodos de minado Over Cut and Fill (Breasting) y el Sub level Stopping (AVOCA).

##### 4.1.7.1 Over Cut and Fill (Breasting)

Este método se aplica en las vetas que presentan un buzamiento menor a  $50^\circ$ , también es posible aplicar para buzamientos mayores solo si la calidad de las cajas no permite el minado por taladros largos.

La preparación se inicia desde la rampa con sección de 4.5m x 4.5m (-12%), ingresando por un crucero de sección de 4.5m x 4.5m hacia un By - Pass de sección de 4.5m x 4.0m, desde ahí se generan los accesos (rampas basculantes) que van a interceptar a la veta en donde se dará inicio a las galerías y subniveles de explotación con una sección de 3.8m x 4.0m que recorrerán todo el rumbo de la veta. La cantidad de los accesos puede ser variable dependiendo de la longitud de la veta. La distancia entre los accesos será de 150m permitiendo poder minar en cada ala una distancia de 75 m.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

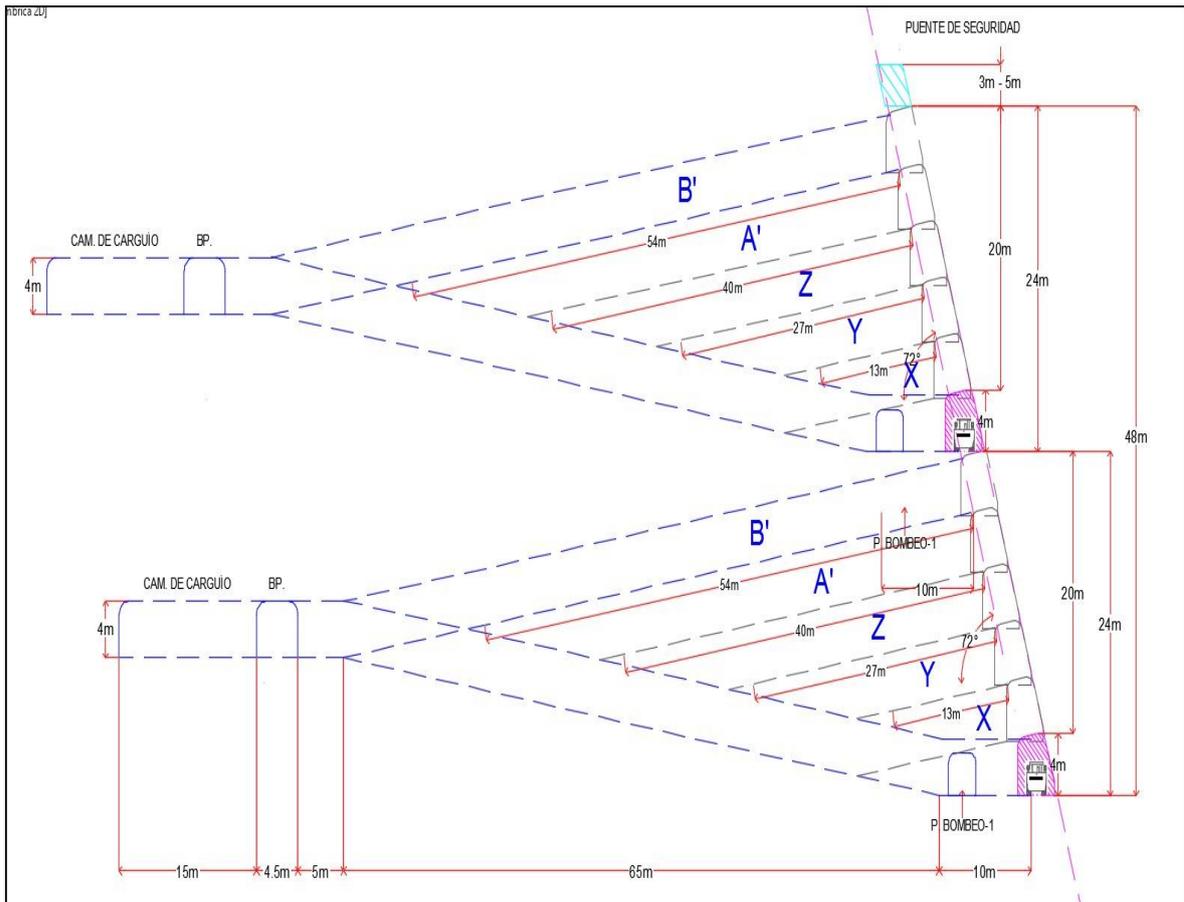


**FIGURA 3 - VISTA ISOMÉTRICA POR EL METODO DE MINADO EN BREASTING.**

El desmonte será evacuado con volquetes de 25 t desde las cámaras de carguío ubicadas en los By –Pass.

Cada tajeo está formado por 05 cortes de 4m de altura y 75m de longitud. El acceso inicial tendrá una gradiente del 13% (-). Para los siguientes cortes se hara un batido de los accesos hasta completar los 05 cortes.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



**FIGURA 4 - SECCION LONGITUDINAL POR EL METODO DE MINADO EN BREASTING**

El Ciclo de minado es perforación, voladura, desatado, limpieza y sostenimiento. Una vez terminado el minado de los 75m de longitud por cada ala (150 m en total).

Cada corte será rellenado con relleno detrítico que provendrá del desmonte que se generará a partir de los avances lineales en las labores de

infraestructura, desarrollo y preparación en interior mina, se rellenará el corte hasta dejar una luz de 0.5m de cara libre que servirá para el minado del siguiente corte.

- Para potencias menores a 3.8m, la sección de minado será de 3.8 x 4.0 m.
- Para potencias mayores a 3.8m, el minado se hace al ancho de veta.

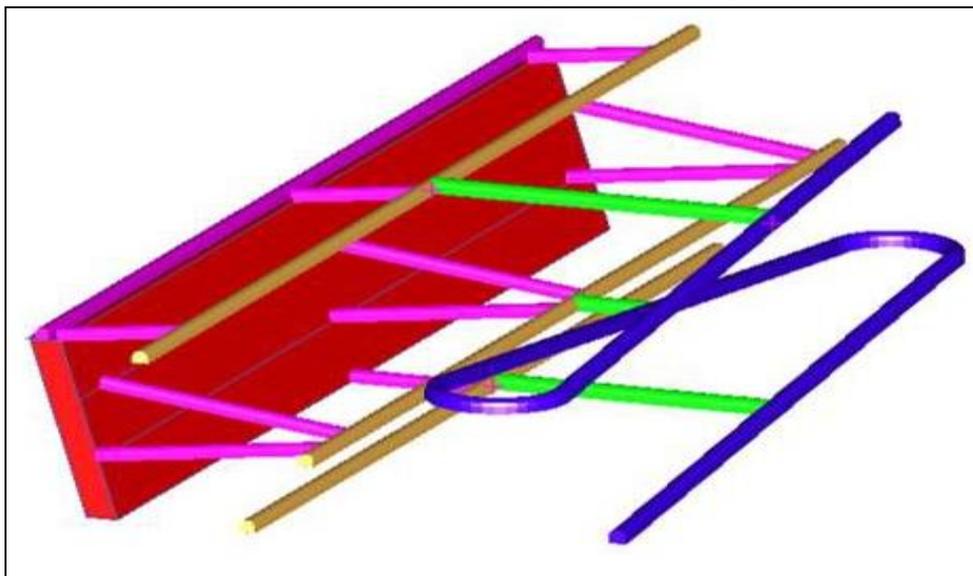
Cada disparo nos proporciona un promedio de 140 t de mineral. Este mineral es acarreado hacia las cámaras de acumulación ubicados en los By – Pass, que luego es transportado en los volquetes de 25 t de capacidad hacia los echaderos o superficie.

#### **4.1.7.2 Bench and Fill (AVOCA)**

El Bench and Fill (AVOCA) corresponde a una variante del Cut and Fill donde se obtiene una mejora en la productividad y una reducción de los costos de producción.

Esta variante del método se aplica cuando las vetas presentan un buzamiento mayor a 55° y una calidad del macizo rocoso de las cajas de Regular A hasta Mala A, con un RMR >30, especialmente en la caja techo, para minimizar los desprendimientos por debilidad de la caja techo después de la voladura, con una dilución dentro del rango planificado. El factor de dilución promedio está en el rango de 10%.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



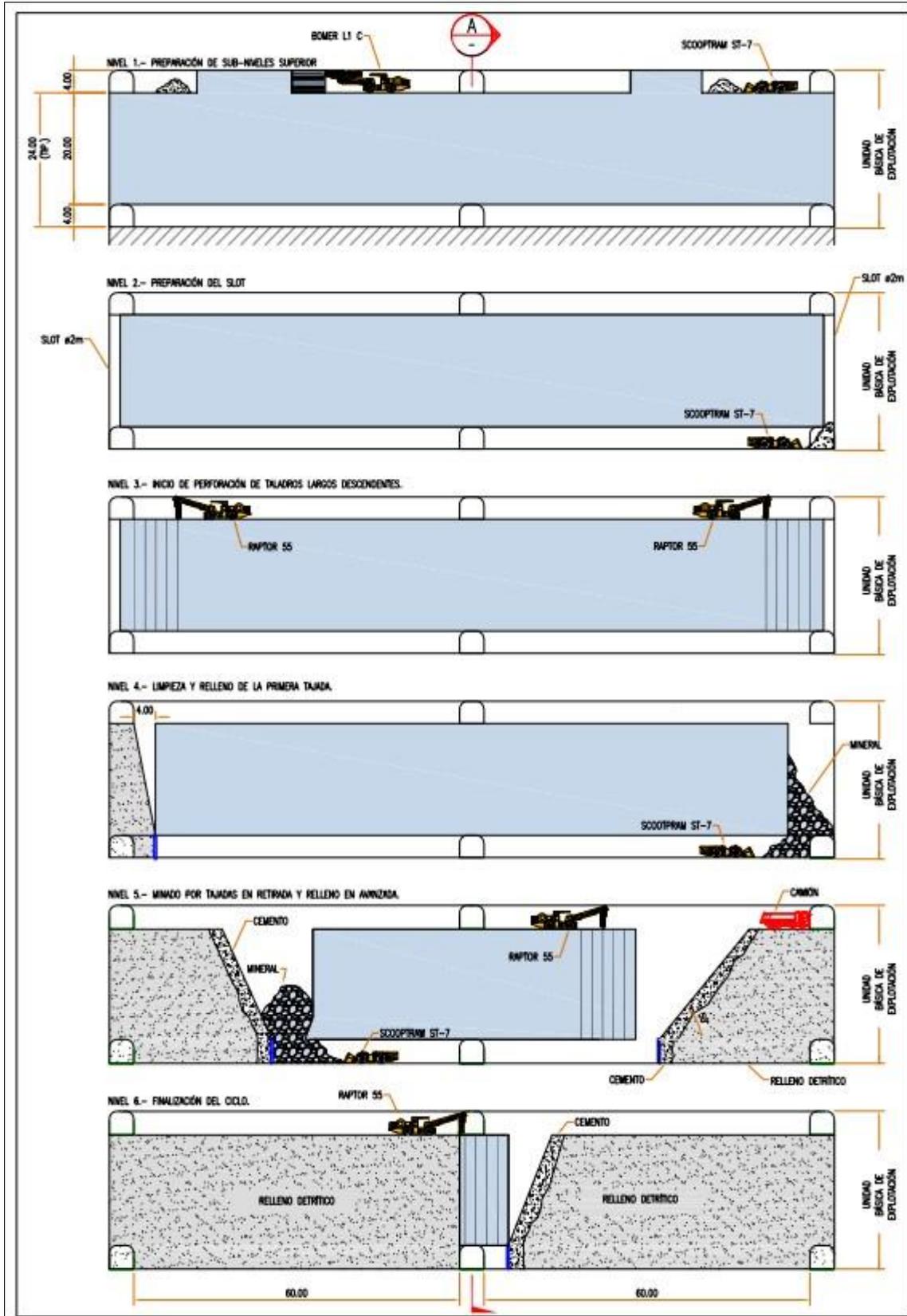
**FIGURA 5 - VISTA ISOMÉTRICA POR EL METODO DE MINADO BENCH AND FILL (AVOCA).**

La secuencia de extracción es en retroceso y seguida por la implementación de relleno detrítico en avance.

La preparación se inicia desde la rampa (-12%), ingresando con un crucero hacia el By – Pass, desde aquí se generan los accesos de una longitud de 25 – 35 m según la evaluación geomecánica estos accesos de 3.8 m x 4.0 m cortan la veta lo que dará lugar al inicio de las galerías o subniveles de explotación. Los accesos se ubican a una distancia de 150m.

Los bancos de explotación son de 15 metros de longitud. La limpieza y extracción de mineral se utiliza scoops diésel de 6.0 yd<sup>3</sup> de capacidad con telemando y en los puntos de carguío a volquetes de 10 m<sup>3</sup>, que transportan el mineral hacia las parrillas y/o hacia superficie. Una vez realizada la etapa de limpieza de mineral se utiliza el relleno detrítico proveniente principalmente de los desarrollos y preparaciones para continuar con el ciclo de minado.

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



**FIGURA 6 - VISTA LONGITUDINAL DEL MINADO BENCH AND FILL (AVOCA) CON RELLENO DETRITICO**

## **4.2. DIAGNÓSTICO DE LAS OP. EN EL ACARREO-TRANSPORTE**

### **4.2.1 SITUACIÓN ACTUAL – AÑO 2017**

A partir de los resultados obtenidos del año 2017 y de los meses de enero a julio del 2018 se mostrará la situación actual de la Empresa Minera Volcan para realizar la mejora para los meses faltantes del año 2018 y hacia el futuro haciendo una comparativo con los resultados obtenidos de los meses pasados, con el objetivo de buscar alternativas y soluciones en la producción de la empresa.

### **4.2.2 PLANEAMIENTO DE MINADO**

El programa de producción se realiza mediante varios parámetros desde las operaciones mineras hasta los proyectos que puedan influir en dichas operaciones y así llegar a establecer el planeamiento de producción del día a día, mes a mes y para todo un año de operaciones en un corto plazo. Para dicho planeamiento se deben tomar ciertas consideraciones y factores:

- Las reservas de los minerales accesibles para la preparación y desarrollo de la mina.
- La reserva de minerales parcialmente accesibles en caso sea requerida para completar el plan anual o labores alternativas.
- Factor de dilución para poder controlar los finos en el tratamiento de mineral en la planta concentradora.
- Las leyes de los minerales y un comparativo entre años anteriores.
- La capacidad de producción en base a los equipos que se cuenta en la operación.
- La capacidad de tratamiento de la planta concentradora

- Programa de avances lineales (exploración, preparación, desarrollos)
- El levantamiento topográfico de mes a mes con la información geológica y de leyes de corte comparando con los precios de los metales en la actualidad.
- Labores de preparación requeridas para minar los bloques de explotación.

En el programa de producción, se indica el tonelaje y ley del mineral que saldrá de la mina.

#### **4.2.2.1 Recursos Y Reservas**

La Estimación de Reservas y Recursos de mineral de la Mina San Cristóbal se tiene como dato al 31 de diciembre del 2017 que fue preparado por las áreas de Geología, Planeamiento, Recursos y Reservas de la UEA Yauli.

Las Reservas y Recursos Minerales han sido estimados utilizando los códigos internacionales referidos por el Joint Ore Reserves Committee (JORC) - Australasian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM), Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia

Las Reservas de San Cristóbal a diciembre de 2017 se han reducido en -2.2% con respecto a las Reservas del 2016 (sin considerar Manto Escondida), y paralelamente ha disminuido la ley diluida de Zn en -29% entre el mismo periodo.

Si tomamos en cuenta las leyes de los Recursos (sin diluir) no hubo ningún cambio del 2017 con respecto a las leyes obtenidas en el 2016; esta disminución se produce básicamente por un aumento de la dilución de 24.7% (Reservas 2016) a 30.6% (Reservas 2017) originado por una menor potencia de la estructura que se reduce en -18% (de 4.4m en el 2016 a 3.6m en el 2017) y a consideraciones de dilución más ajustadas a la operación.

vetas más importantes de la mina San Cristóbal son: Veta 658 (5.01 Mt), Veta Split 658 (2.6Mt), Veta 722 (2.0 Mt) y Veta San Cristóbal (1.3 Mt) que representan el 70% de las reservas de la mina subterránea y tienen una ley promedio de 6.27% de Zn y 4.24 oz de Ag. La producción de mineral ejecutada durante el año 2015 fue de 1'569,896 TMS con leyes promedio de 5.62 % Zn, 0.84 % Pb, 0.24 % Cu y 3.25 Oz/t Ag.

Las reservas Probadas y Probables de la Mina San Cristóbal estimadas a diciembre del 2017 considerando la mina subterránea y el tajo Escondida son de 16.2 Mt con 5.65 % Zn, 1.00 % Pb, 0.18 % Cu y 3.98 Oz Ag con un valor de mineral de 141.41 \$/t.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal  
**RESERVAS DE MINERAL MINA SAN CRISTOBAL – AL 31 DE DICIEMBRE 2017**

RESERVAS MINA	CLASE	TMS	Zn	Pb	Cu	Ag	VPT	dil	A.V.	A.M.
			(%)	(%)	(%)	(oz/t)	(\$/t)	%	(m)	(m)
San Cristóbal	Probado	6,780,699	5.81	1.05	0.17	4.09	139.80	30.5%	3.84	4.29
UG	Probable	8,740,126	5.77	1.00	0.21	4.14	150.05	30.7%	3.84	4.32
Subtotal San Cristóbal		<b>15,520,825</b>	<b>5.78</b>	<b>1.02</b>	<b>0.19</b>	<b>4.12</b>	145.58	30.6%	3.84	4.31
Escondida	Probado	559,350	2.72	0.73	0.01	1.05	51.22			
OP	Probable	151,504	2.53	0.77	0.01	0.86	47.50			
Subtotal Tajo Escondida		<b>710,855</b>	<b>2.68</b>	<b>0.74</b>	<b>0.01</b>	<b>1.01</b>	50.43			
<b>San</b>	<b>Probado</b>	7,340,049	5.57	1.02	0.16	3.86	133.05			
<b>Cristóbal</b>	<b>Probable</b>	8,891,630	5.71	0.99	0.20	4.08	148.31			
<b>TOTAL San Cristóbal</b>		<b>13,902,630</b>	<b>5.65</b>	<b>1.00</b>	<b>0.18</b>	<b>3.98</b>	141.41			

**TABLA 1 - ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y RECURSOS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL.**

Dichas reservas están basadas en:

- Precios: Cobre 6500 \$/t, Plomo 2000 \$/t, Zinc 2200 \$/t, Plata 18 \$/oz.
- Cut off: over cut and fill 71.95 \$/t, Sublevel Stopping 66.85 \$/t.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

<b>CATEGORIAS</b>	<b>TMS</b>
Reservas de Mineral al 31/12/16	16,007,871
Mineral roto de Reservas durante el año 2,016	-1,569,896
Reservas reestimadas y reclasificadas	1,793,705
<b>RESERVAS DE MINERAL al 31/12/2015</b>	<b>13,902,630</b>

***TABLA 2 - ACUMULADO TOTAL DE RESERVAS AL AÑO 2017***

## RESERVAS - SAN CRISTOBAL

ESTRUCTURA	TMD	AV(m)	AM(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)	VPT_(US\$)	DIL(%)
V.658	4,737,087	4.54	5.36	5.89	1.19	0.15	4.08	153.39	28.55%
V.SC	2,140,766	4.19	5.36	5.11	0.59	0.32	3.12	130.04	36.15%
V.SPLIT 658	1,672,842	3.01	3.85	7.56	0.53	0.12	2.81	151.61	33.55%
V.722	1,200,902	3.72	4.45	4.18	0.52	0.43	5.56	148.69	33.95%
V.RAMAL	710,299	4.63	5.81	7.44	1.62	0.04	3.68	171.90	33.58%
V.RAMAL PISO722	608,348	2.69	3.87	5.77	0.82	0.18	4.43	151.78	52.10%
C.423	329,247	11.12	11.12	7.85	0.67	0.03	0.87	131.58	8.27%
C.GALACTICO	310,491	18.33	18.33	5.98	0.96	0.03	1.00	110.81	6.45%
M.6	297,576	9.44	9.44	1.36	0.57	0.01	5.71	93.34	8.33%
M.7	251,949	8.04	8.06	3.08	1.17	0.05	3.28	99.69	9.52%
C.LIDIA	247,766	7.00	7.17	2.43	1.02	0.01	5.36	110.93	9.60%
M.5	175,241	10.03	10.03	2.29	0.74	0.02	4.04	90.17	7.45%
C.658	151,588	7.08	7.08	7.76	0.65	0.03	2.34	147.14	0.00%
V.SIBERIA 2	133,418	1.30	3.50	3.95	0.34	0.59	1.65	104.50	53.50%
V.134	90,222	1.44	3.50	5.52	1.52	0.10	2.85	136.19	54.75%
V.K	85,643	1.66	3.80	2.72	1.05	0.01	4.81	109.26	70.12%
V.RAMAL 722 A	80,425	1.48	3.50	8.23	1.01	0.24	5.16	166.79	44.27%
V.RAMAL B	75,721	3.16	4.67	2.79	0.88	0.06	2.88	87.32	53.24%
V.133	70,631	1.13	3.50	2.72	0.80	0.02	2.57	80.16	64.23%
M.A	68,299	3.24	3.92	6.40	2.08	0.06	6.18	193.37	19.48%
V.755	66,864	2.11	3.80	5.09	1.11	0.02	1.88	109.80	63.82%
V.RAMAL 722 B	64,011	1.69	3.50	4.92	0.60	0.50	2.32	168.08	45.18%
V.ARACELY	53,333	1.28	3.50	0.90	1.47	0.05	5.36	97.44	62.29%
V.208	44,481	2.64	3.72	6.41	0.63	1.05	4.21	192.31	21.79%
V.MARITA	42,650	2.60	3.50	6.57	0.83	0.05	1.26	120.92	22.79%
V.DIANA	38,091	3.90	4.05	4.29	1.37	0.01	3.49	115.07	11.64%
V.ESPERANZA	35,712	1.11	3.50	3.47	0.40	0.02	2.56	84.97	68.16%
C. 423 TECHO	32,094	11.42	11.42	10.35	0.86	0.04	1.35	175.76	8.75%
V.OLVIDADA	30,946	1.00	3.50	2.98	0.99	0.01	2.58	86.04	67.80%
M.DIANA	21,404	5.22	5.22					77.32	5.25%
C.391	16,915							142.73	10.19%
V.DIANA I	11,979	2.77	3.50					80.15	21.03%
V.J1	4,667	1.64	3.50	6.76	0.24	0.01	1.23	113.56	35.04%
M.7A	1,023	2.04	3.50	3.07	0.60	0.02	3.61	94.05	24.07%
<b>Total general</b>	<b>13,902,630</b>	<b>5.12</b>	<b>5.92</b>	<b>5.61</b>	<b>0.91</b>	<b>0.18</b>	<b>3.71</b>	<b>142.47</b>	<b>30.81%</b>

En el siguiente cuadro se muestra las estructuras mineralizadas de San Cristóbal, las reservas probadas y probables están incluidas.

13 902 630 TM

**TABLA 3 - RESERVAS POR ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

<b>Año</b>	<b>TMS</b>	<b>%Zn</b>	<b>%Pb</b>	<b>%Cu</b>	<b>Oz/tAg</b>
1995	6,156,380	7.27	1.09	0.41	3.39
1996	6,071,150	6.81	1.10	0.40	3.54
1997	5,057,550	7.55	1.26	0.43	4.00
1998	7,468,250	6.94	1.20	0.31	3.62
1999	7,534,630	6.91	1.14	0.46	3.56
2000	8,708,880	6.91	1.11	0.41	3.47
2001	8,946,600	7.68	1.11	0.30	3.63
2002	8,581,800	7.21	1.11	0.25	3.44
2003	7,838,900	8.03	1.47	0.19	3.87
2004	7,899,300	6.95	1.34	0.21	3.55
2005	8,001,400	7.45	1.27	0.16	3.40
2006	8,547,900	7.24	1.31	0.18	3.70
2007	8,966,600	7.28	1.25	0.17	4.25
2008	10,348,200	7.27	1.24	0.17	4.26
2009	14,450,700	6.79	1.09	0.15	4.14
2010	15,532,900	6.54	0.91	0.18	4.18
2011	16,104,000	6.43	1.00	0.17	4.04
2012	16,006,500	6.31	1.03	0.18	4.19
2013	13,558,882	6.20	0.89	0.18	3.81
2014	16,007,871	6.07	1.10	0.17	4.05
2015	16,231,680	5.65	1.00	0.18	3.98

**TABLA 4 - CUADRO HISTÓRICO DE EVOLUCIÓN DE RESERVAS AL AÑO 2015**

#### 4.2.2.2 Recursos mina San Cristóbal

Los Recursos de los minerales se reportan sin diluir y de manera adicional a las Reservas Minerales y podrían cambiar de categoría si sucedieran condiciones favorables en los factores modificadores de minado, metalurgia, costos, mercadeo, legales, ambientales, sociales o gubernamentales. Los Recursos geológicos son excluidos de material mineralizado que no cuenta técnicamente con perspectivas económicas de ser minado en el mediano y largo plazo. Los recursos Medidos, Indicados e Inferidos reportados en el presente inventario son excluidos de áreas no minables denominadas intangibles, inaccesibles, puentes, pilares y de material de valor económico menor a 15.0 US\$/t que corresponde a un material mineralizado diluido a las mismas condiciones operativas de las Reservas y considerado como desmonte, por no cubrir los costos de transporte desde las labores de mina y el costo del tratamiento en la planta concentradora.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

RECURSOS DE MINERAL MINA SAN CRISTOBAL – AL 31-DIC-2017							
MEDIDOS / INDICADOS		TMS	Zn	Pb	Cu	Ag	A.V.
MINA	CLASE		(%)	(%)	(%)	(oz/t)	(m)
San Cristóbal	Medido	938,043	3.77	0.55	0.20	2.48	2.56
UG	Indicado	1,347,348	3.62	0.55	0.17	2.58	2.63
<b>Subtotal SC</b>		<b>2,285,391</b>	<b>3.68</b>	<b>0.55</b>	<b>0.19</b>	<b>2.54</b>	<b>2.60</b>
Escondida	Medido	295,456	2.83	0.77	0.01	0.93	
OP	Indicado	316,372	3.47	0.78	0.01	0.90	
<b>Subtotal Tajo Escondida</b>		<b>611,828</b>	<b>3.16</b>	<b>0.78</b>	<b>0.01</b>	<b>0.91</b>	
San	Medido	1,233,499	3.54	0.60	0.16	2.11	
Cristóbal	Indicado	1,663,720	3.59	0.59	0.14	2.26	
<b>TOTAL San Cristóbal</b>		<b>2,897,219</b>	<b>3.57</b>	<b>0.60</b>	<b>0.15</b>	<b>2.20</b>	
INFERIDOS		TMS	Zn	Pb	Cu	Ag	AV
MINA	CLASE		(%)	(%)	(%)	(oz/t)	(m)
San Cristóbal	Inferidos	16,378,950	6.63	1.08	0.38	4.91	3.18
Escondida	Inferidos	247,210	3.06	0.74	0.02	1.15	
<b>TOTAL San Cristóbal</b>		<b>13,902,630</b>	<b>6.58</b>	<b>1.07</b>	<b>0.38</b>	<b>4.85</b>	

**TABLA 5 - RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA SAN CRISTÓBAL AL AÑO 2017**

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

ESTRUCTURA	TM	Zn <sub>is</sub> (%)	Pb <sub>is</sub> (%)	Cu <sub>is</sub> (%)	Ag <sub>is</sub> (oz/t)	AV(m)	DIL(%)
V.658	703,593	3.65	0.67	0.20	3.37	2.66	0.49
V.722	435,669	2.92	0.47	0.38	2.67	2.89	0.44
V.SC	404,299	3.04	0.3				
V.755	224,747	5.41	1.2				
V.5658	145,295	6.19	0.2				
V.K	139,208	5.69	1.6				
V.RAMAL	99,926	4.61	1.1				
M.6	94,833	1.15	0.4				
M.5	73,120	1.06	0.3				
M.7	62,319	2.30	0.7				
V.SIBERIA 2	42,766	6.95	0.6				
V.MARITA	30,999	4.57	0.5				
V.RAMAL B	24,081	8.88	0.6				
V.DIANA I	22,284	2.84	0.5				
V.SARA	22,173	5.17	0.6				
V.RAMAL PISO 722	22,030	5.53	0.8				
V.RAMAL 722 B	20,005	4.33	0.6				
V.ARACELY	19,686	1.24	0.1				
V.DIANA	15,449	2.85	0.8				
V.DANITZA	14,373	6.87	1.6				
M.DIANA	11,292	1.90	0.5				
C.119 A	10,043	3.84	0.5				
C.658	9,557	3.12	0.4				
V.134	7,456	6.77	1.9				
V.VANIDOSA	4,991	9.42	1.9				
V.ESPERANZA	4,022	8.77	0.9				
V.FERRAMINA	3,592	10.09	0.7				
C.423	3,402	2.90	0.7				
V.RAMAL 722 A	2,513	10.12	0.8				
M.J 2	1,569	5.83	0.3				
M.7A	393	2.50	0.8				
<b>Total general</b>	<b>2,675,684</b>	<b>3.84</b>	<b>0.6</b>				

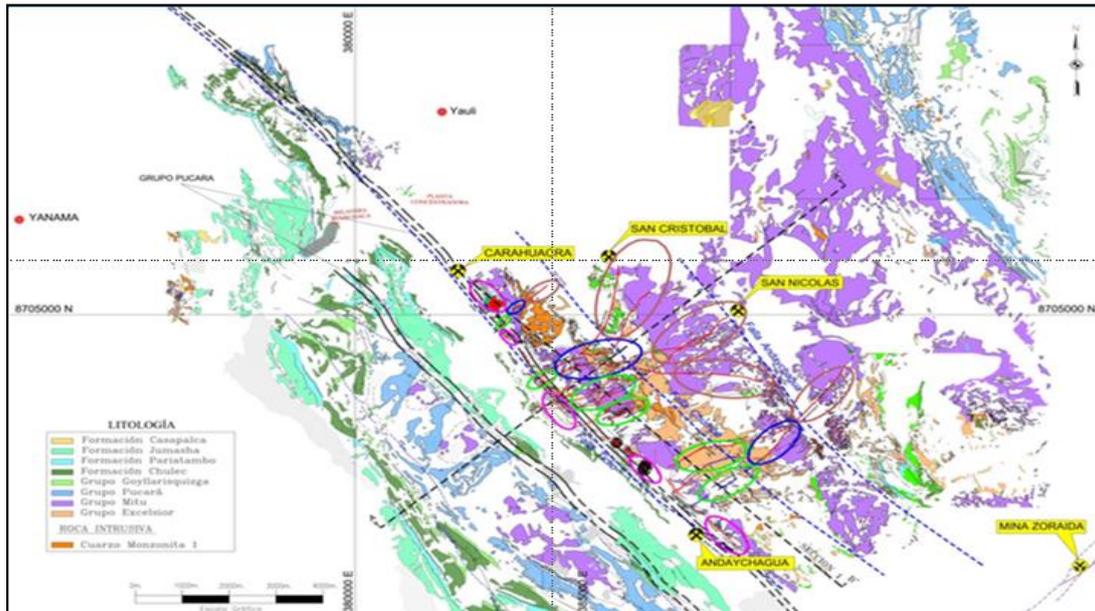
ESTRUCT	TM	Zn <sub>is</sub> (%)	Pb <sub>is</sub> (%)	Cu <sub>is</sub> (%)	Ag <sub>is</sub> (oz/t)	AV(m)	DIL(%)
V.658	3,545,136	6.08	1.40	0.18	5.33	3.71	0.35
V.SC	3,375,337	6.65	0.95	0.61	5.02	3.40	0.37
V.722	3,143,887	5.59	0.67	0.93	6.16	3.07	0.36
V.5658	2,407,963	9.80	1.23	0.29	4.63	2.85	0.29
V.RAMAL PISO 722	1,019,283	6.97	1.38	0.40	6.60	3.23	0.44
V.RAMAL	659,195	11.60	1.50	0.06	3.66	5.10	0.30
V.K	522,979	6.96	1.42	0.04	5.60	2.23	0.64
C.LIDIA	430,422	3.07	1.18	0.01	4.50	9.26	0.08
M.6	253,992	0.77	0.21	0.00	3.32	7.08	0.10
V.RAMAL B	245,450	9.56	1.97	0.08	4.63	2.43	0.54
V.755	240,784	7.66	1.77	0.03	4.39	2.35	0.59
M.5	233,653	1.75	0.52	0.02	2.63	10.32	0.09
M.7	215,193	1.19	0.41	0.01	2.65	4.40	0.13
V.MARITA	124,450	5.94	0.73	0.04	1.36	2.11	0.33
C.423	108,125	7.52	0.69	0.03	0.78	4.74	0.12
V.SARA	104,177	3.26	0.56	0.05	1.22	1.99	0.24
V.RAMAL 722 B	93,646	7.36	0.94	1.06	3.85	1.65	0.46
V.SIBERIA 2	91,019	2.81	1.35	0.95	4.59	0.80	0.69
V.RAMAL 722 A	69,734	14.04	1.68	0.66	9.82	1.40	0.45
C.GALACTICO	54,867	4.16	1.30	0.02	1.00	5.51	0.12
V.ARACELY	54,204	1.98	2.58	0.19	10.07	1.14	0.67
C.658	44,775	6.71	0.35	0.03	0.93	6.17	0.00
M.DIANA	41,686	2.00	0.91	0.01	2.81	4.82	0.06
V.133	34,101	6.31	2.03	0.03	8.39	1.16	0.64
C.423 T	24,924	12.17	1.13	0.05	1.87	17.11	0.06
V.134	23,857	3.72	1.00	0.07	2.40	1.40	0.59
V.ESPERANZA	16,861	5.09	0.56	0.03	3.06	0.90	0.71
V.DIANA I	14,465	3.55	0.70	0.02	2.00	3.23	0.20
V.OLVIDADA	12,597	4.63	1.53	0.02	4.01	1.00	0.68
V.VANIDOSA	6,240	4.69	0.91	0.03	3.96	0.69	0.78
V.DANITZA	3,779	3.92	0.89	0.01	1.63	0.78	0.72
V.FERRAMINA	2,597	5.05	0.38	0.02	1.24	0.67	0.75
V.J1	2,119	5.20	0.19	0.01	0.95	1.64	0.35
M.J 2	1,609	5.83	0.32	0.02	1.19	1.19	0.49
MA	1,589	17.36	0.76	0.13	2.12	2.30	0.29
M.7A	553	1.19	0.40	0.12	3.03	2.24	0.24
<b>Total general</b>	<b>17,225,246</b>	<b>6.70</b>	<b>1.11</b>	<b>0.41</b>	<b>5.09</b>	<b>3.60</b>	<b>0.37</b>

**TABLA 6 - RECURSOS POR ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

### 4.2.2.3 Exploraciones mina San Cristóbal

En la actualidad la Mina San Cristóbal continua con la exploración en busca de nuevas reservas en la profundización de la mina, las empresas encargadas de la exploración de la Mina San Cristóbal son: Rock Drill y JM.

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



PLANO 5 - UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE EXPLORACIÓN DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

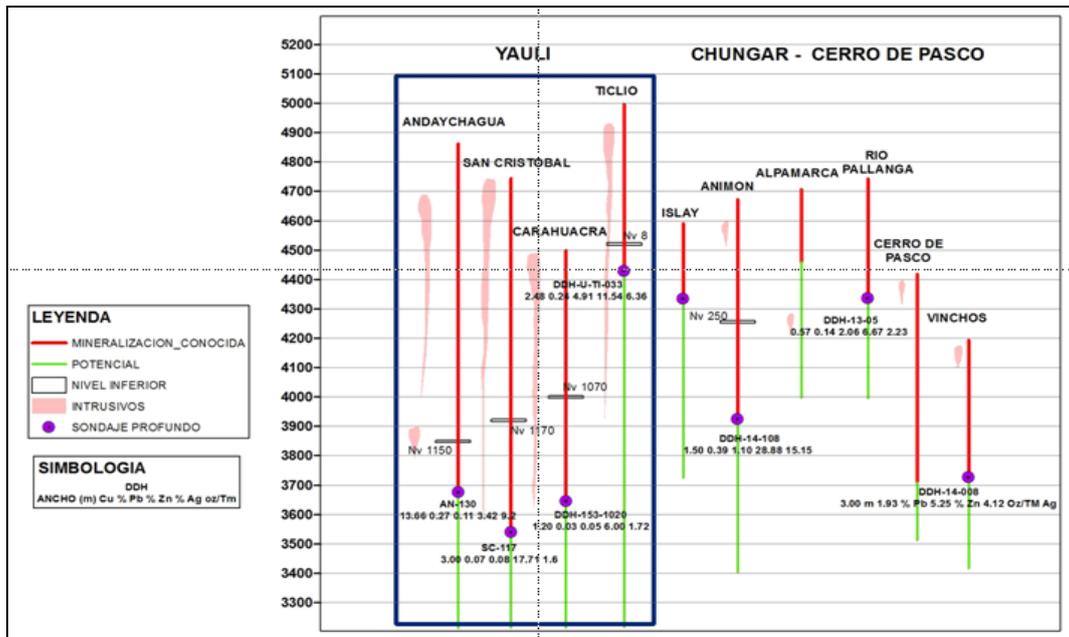


FIGURA 7 - CUADRO DE EXPLORACIONES COMPARANDO CON OTRAS UNIDADES DE VOLCAN



#### 4.2.2.3 Producción TMS de la Unidad de San Cristóbal

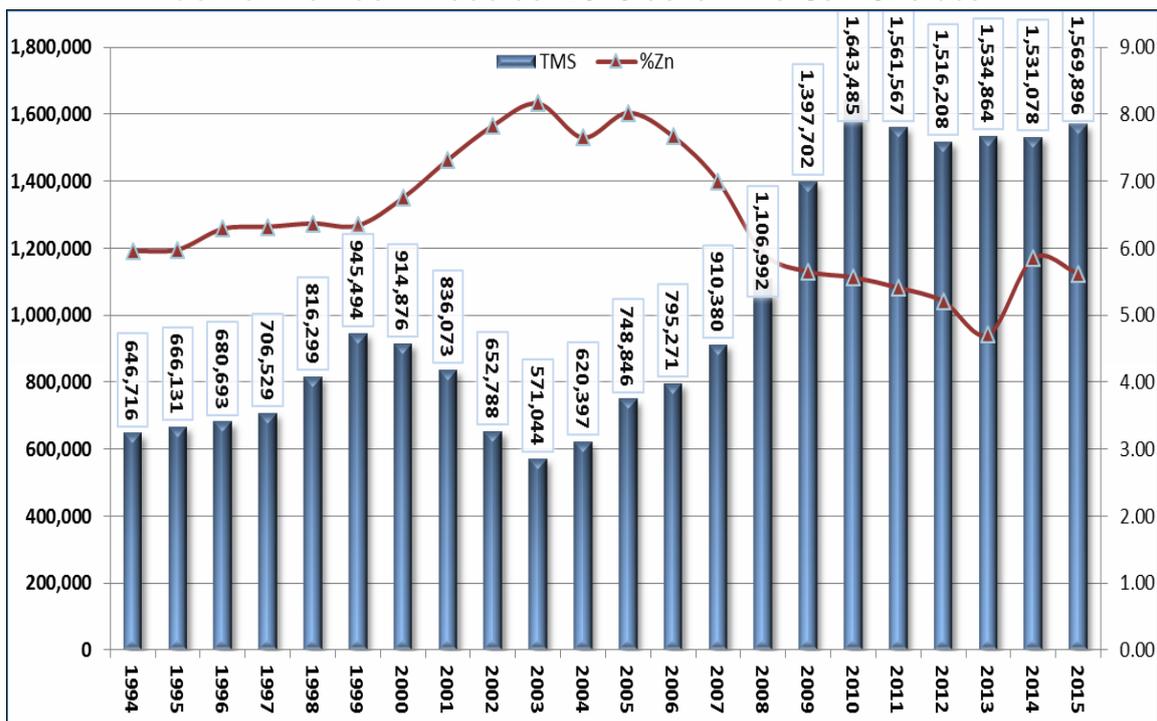
Como dato en un record de la producción de la mina san Cristóbal se tiene al año 2015 que ha sido facilitado por el área de planeamiento.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

<b>Año</b>	<b>TMS</b>	<b>%Zn</b>	<b>%Pb</b>	<b>%Cu</b>	<b>Oz/t Ag</b>
1994	646,716	5.96	0.97	0.2	3.6
1995	666,131	5.98	0.8	0.26	3.05
1996	680,693	6.29	0.92	0.41	3.44
1997	706,529	6.32	0.87	0.4	4.27
1998	816,299	6.37	1.01	0.26	3.82
1999	945,494	6.34	1.05	0.25	3.54
2000	914,876	6.75	1.08	0.24	3.54
2001	836,073	7.32	1.18	0.34	3.83
2002	652,788	7.83	1.31	0.19	3.87
2003	571,044	8.16	1.56	0.16	3.4
2004	620,397	7.65	1.36	0.22	4.33
2005	748,846	8.02	1.3	0.14	4.03
2006	795,271	7.67	1.22	0.14	3.78
2007	910,380	7.00	1.28	0.14	4.02
2008	1,106,992	5.93	1.06	0.18	3.7
2009	1,397,702	5.65	0.75	0.22	3.51
2010	1,643,485	5.56	0.67	0.21	3.55
2011	1,561,567	5.41	0.62	0.15	3.24
2012	1,516,208	5.21	0.62	0.14	3.25
2013	1,534,864	4.71	0.64	0.16	2.94
2014	1,531,078	5.85	0.73	0.19	3.18
2015	1,569,896	5.62	0.84	0.24	3.25

**TABLA 7- CUADRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL**

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



**FIGURA 8 - GRÁFICO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN EN TONELAJE Y LEYES DE ZINC**

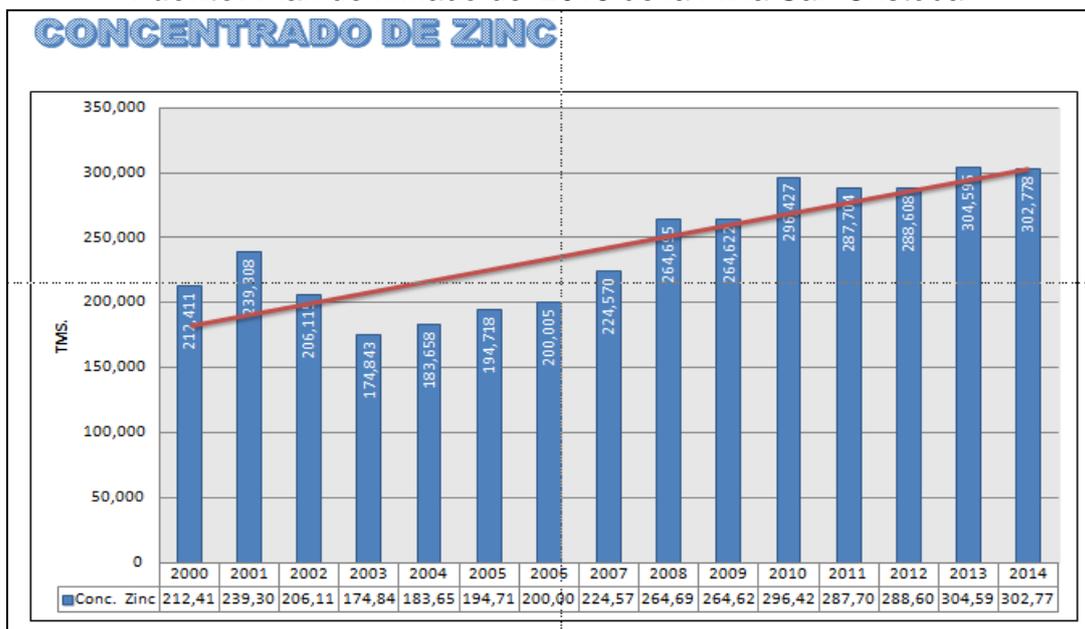
#### 4.2.2.4 Tratamiento de mineral de la Unidad de San Cristóbal

El mineral proveniente de la mina San Cristóbal se destina a dos plantas de beneficio las cuales son: Planta victoria y Planta Marh Túnel, a continuación, se describirá de manera resumida cada una de las plantas.

**Planta Concentradora Victoria:** La Planta Concentradora (Victoria) se encuentra a 4 Km del pueblo de Yauli, es accesible por la carretera central a partir de un ramal de 18 Km desde Pachachaca. La planta concentradora a través de los años se ha incrementado el tonelaje de tratamiento gracias a la renovación de los equipos instalados inicialmente. La Panta trata mineral proveniente de San Cristóbal (60%) y Carahuacra (40%) lo que hace un total de 5200 tpd como capacidad de la planta, netamente de Mina San Cristóbal recibirá 3150 tpd para el plan a largo plazo base

**Planta Concentradora Marh Túnel:** La Planta Concentradora Marh Túnel se encuentra ubicada a 165 km de Lima y a 22 km de la provincia de la Oroya, La planta concentradora se encuentra en el distrito y provincia de Yauli la cual empezó a operar desde 1938. La Planta trata mineral proveniente de San Cristóbal, Ticlio y Tajo Gavilan, la capacidad instalada de tratamiento es de 2750 TMSD, netamente de Mina San Cristóbal recibirá 1300 tpd para el plan a largo plazo base.

**Fuente:** Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal



**FIGURA 9 - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE ZINC AL AÑO 2014**

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

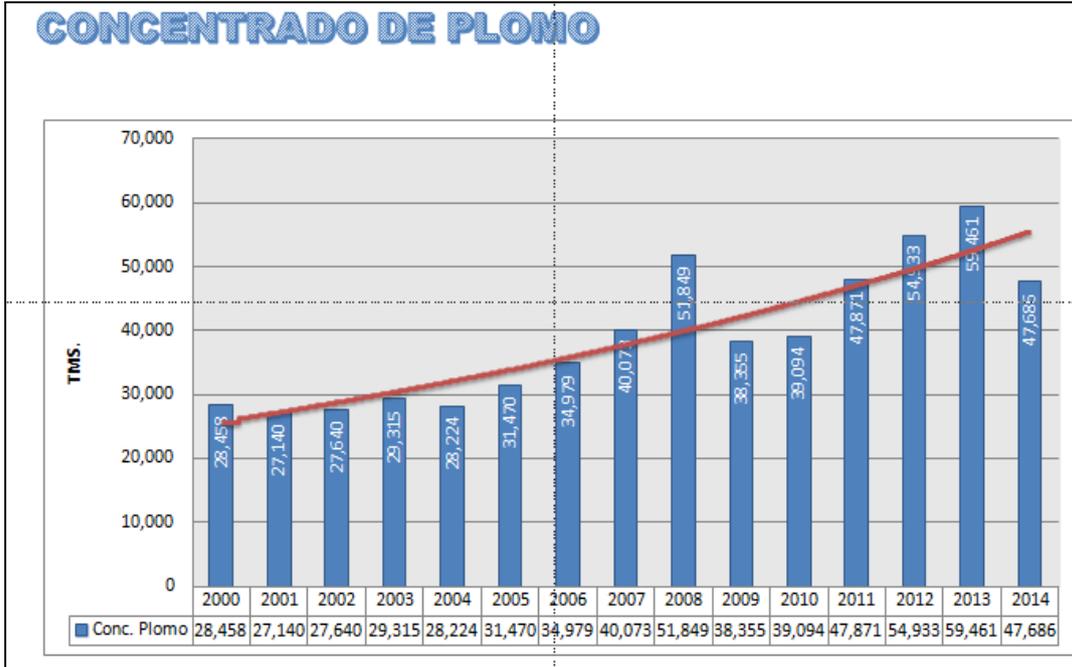


FIGURA 10 - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE PLOMO AL AÑO 2014

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

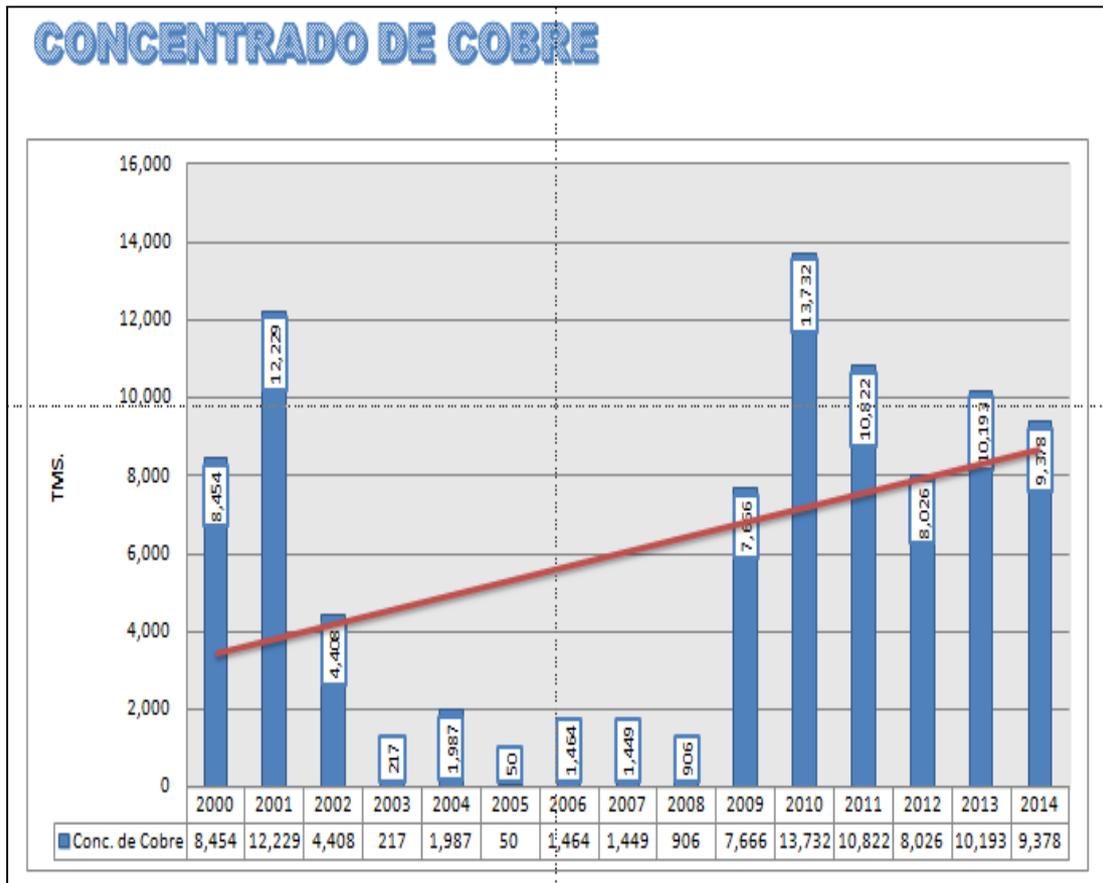


FIGURA 11- TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE COBRE AL AÑO 2014

Fuente: Plan de minado del 2018 de la Mina San Cristóbal

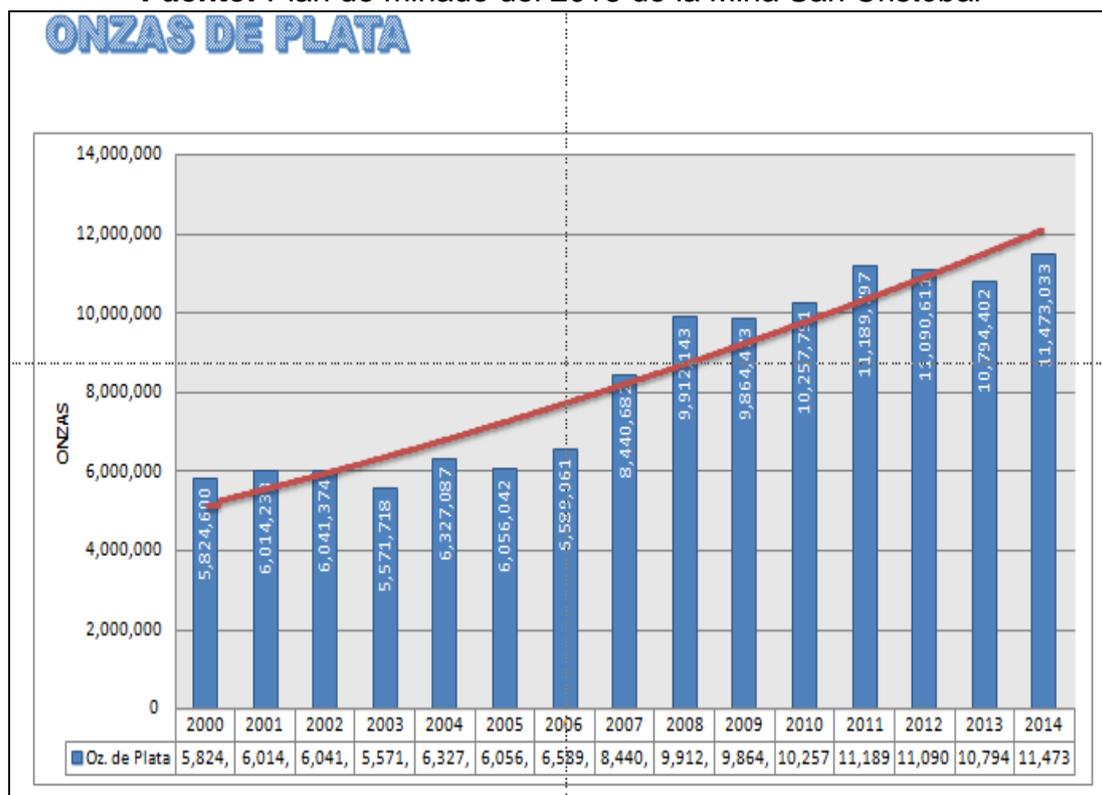


FIGURA 12 - TRATAMIENTO EN CONCENTRADO DE PLATA AL AÑO 2014

#### 4.2.3 REQUERIMIENTO DE EQUIPO

El requerimiento de los equipos para el año 2018 estará basado con los rendimientos actuales de los distintos equipos que se tiene en la Mina San Cristóbal usando la disponibilidad mecánica como la utilización.

En adelante se mostrará la distribución de los equipos tanto de carguío como de transporte que actualmente trabajan en la mina San Cristóbal.

Para el carguío de mineral y desmonte se cuenta con equipos de carguío (scoop) de la marca Caterpillar con una capacidad de cuchara de 6 Yd<sup>3</sup> y para el acarreo / transporte se cuenta con unidades de transporte de la marca Volvo con una capacidad de tolva de 30 Tm este para el caso de transporte de mineral y para el caso de transporte de desmonte se cuenta con unidades de la marca Mercedes Benz con una capacidad de tolva de 25 Tm.

Para el proceso de carguío de la zona baja / zona 3 está a cargo la misma compañía y la Empresa Contratista Aesa; y para el proceso de transporte está a cargo de Empresa Contratista Aesa transportes.

#### 4.2.3.1 Proceso – Acarreo

##### a. Distribución - Scoop:

Actualmente la compañía minera cuenta con 15 equipos de carguío según el planeamiento del año 2018 y distribuidos en todas las zonas de la mina San Cristóbal; en la zona de profundización (zona baja) cuenta con 7 equipos de carguío tanto de Compañía VOLCAN y de la Empresa Contratista AESA y que están distribuidos de la siguiente manera:

**Fuente:** Elaboración propia

DISTRIBUCIÓN DE SCCOP PARA LA ZONA 3 / ZONA DE PROFUNDIZACIÓN					
ITEM	PROPIEDAD	CÓDIGO	MARCA	CAPACIDAD YD3	MÓDELO
1	COMPAÑÍA	S648	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H
2		S649	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H
3		S650	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H
4	AESA	SAE 23	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H
5		SAE 26	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H
6		SAE 29	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H
7		SAE 31	CATERPILLAR	6 YD3	R1600H

**TABLA 8 - DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUÍO DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN**

##### b. Rendimiento - Scoop:

Para hallar el rendimiento de los equipos de carguío que tiene la Mina San Cristóbal se ha realizado un estudio de tiempos en el campo (interior mina) en dos escenarios donde el equipo de carguío recorre una distancia desde el mismo tajo o sub nivel hasta la cámara de carguío y la otra distancia que recorre el equipo de carguío desde la cámara de acumulación hasta el punto de carguío (según estándar 15 metros). También para hallar el rendimiento de los equipos

de carguío se ha necesitado de la recopilación de la base de datos del área de planeamiento de la ECM Aesa y de la Compañía; todos estos equipos de la zona de profundización están asignados para trabajos específicamente de la limpieza y carguío de desmonte y mineral en la zona de profundización; la toma de muestras se realizó durante el mes de septiembre del 2018.

**Diagnostico:**

Una vez realizado la toma de tiempos y los cálculos se ha llegado a determinar dos escenarios donde líneas arriba se describe dando como resultado que para la distancia que recorre el equipo de carguío desde el tajo o sub nivel hasta la cámara de carguío se tiene un rendimiento promedio de 120.80 Tm/ Hr cargando 5 volquetes promedio por hora (ver tabla N° 9); y para la otra distancia que recorre el equipo de carguío desde la cámara de acumulación hasta la cámara de carguío (según estándar es de 15 metros) se tiene un rendimiento promedio 219.06 Tm/ Hr cargando un promedio de 9 volquetes promedio por hora (ver tabla N° 10). Para el área de planeamiento el rendimiento de los equipos de carguío en toda la mina debe estar en un promedio de 150 Tm/Hr.

**Fuente:** Elaboración propia

RENDIMIENTOS PROMEDIO CON SCOOP - DISTANCIA DESDE EL TAJO / SUB NIVEL HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO						
DESCRIPCIÓN	EQUIPO DE CARGUÍO / SCOOP				PROMEDIO	UNIDAD DE MEDIDA
	S648 NIVEL 1220 ACCESO 619_6	S649 NIVEL 1270 PC 46	Sae 31 NIVEL 1270 PC 53	Sae 29 NIVEL 1320 ACCESO 66_2		
Ciclo de carguío por cuchara / pase	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	Hr
Ciclo de carguío por volquete	0.21	0.21	0.20	0.23	0.21	Hr
Toneladas cargadas por cuchara / pase	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	Tm / Pase
Toneladas cargadas por volquete	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	Tm / Volquete
N° de volquetes cargados por hora	5	5	5	4	5	Volquete / Hora
Toneladas cargadas por hora	123.55	123.72	126.62	109.29	120.80	Tm / Hora

**TABLA 9 - RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS SCOOP EN DISTANCIA DESDE EL TAJO / SUB NIVEL HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO**

**Fuente:** Elaboración propia

RENDIMIENTOS PROMEDIO CON SCOOP - DISTANCIA DESDE LA CÁMARA DE ACUMULACIÓN HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO					
DESCRIPCIÓN	EQUIPO DE CARGUÍO / SCOOP				UNIDAD DE MEDIDA
	S648	S649	Sae 29	PROMEDIO	
	NIVEL 1270 PC 50	NIVEL 1320PC 68	NIVEL 1320 ACCESO 76_2		
Ciclo de carguío por cuchara / pase	0.04	0.04	0.04	0.04	Hr
Ciclo de carguío por volquete	0.12	0.11	0.12	0.12	Hr
Toneladas cargadas por cuchara / pase	8.50	8.50	8.50	8.50	Tm / Pase
Toneladas cargadas por volquete	25.50	25.50	25.50	25.50	Tm / Volquete
N° de volquetes cargados por hora	8	9	8.5	9	Volquete / Hora
Toneladas cargadas por hora	208.64	228.93	219.62	219.06	Tm / Hora

**TABLA 10 - RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS SCOOP EN DISTANCIA DESDE LA CÁMARA DE ACUMULACIÓN HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO**

**c. Disponibilidad Mecánica y Utilización Efectiva:**

Para este tipo de datos se ha llegado a una recopilación y análisis de los reportes entregados de los operadores de los scoop al área de planeamiento de las ECM Aesa y de Compañía tomando como muestras de los meses de julio a septiembre del 2018 (ver tabla N°11 y 12); a continuación, se muestra las fórmulas para el cálculo de la disponibilidad mecánica y utilización efectiva, así como el resumen:

$$\text{Disp. Efec} = \frac{\text{Hrs Base} - (\text{Hrs Preventivo} + \text{Hrs Correctivo programado} + \text{Hrs Correctivo no programado} + \text{Hrs Inspección})}{\text{Hrs Base}}$$

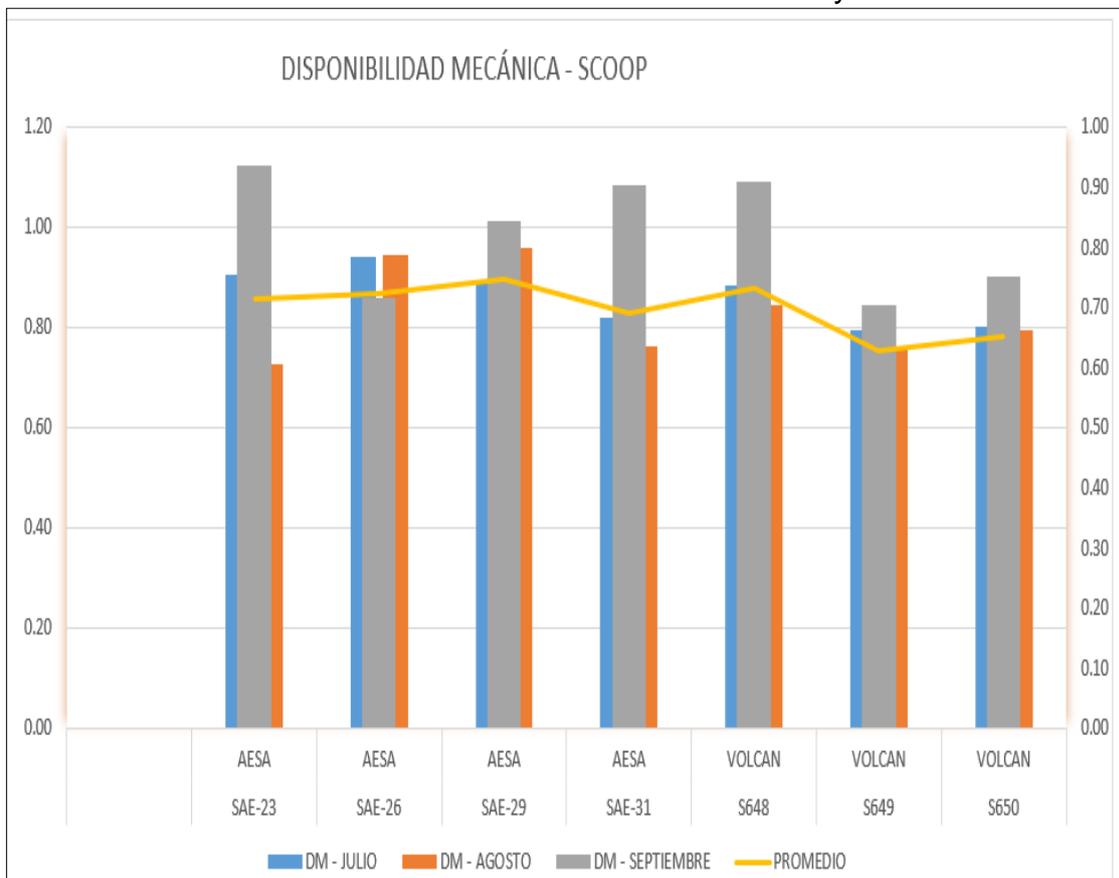
$$\text{Util. Efec} = \frac{\text{Hrs Trabajadas}}{(\text{Hr Base} - (\text{Hrs Preventivo} + \text{Hrs Correctivo programado} + \text{Hrs Correctivo no programado} + \text{Hrs Inspección}))}$$

Fuente: Área de Planeamiento de VOLCAN y AESA

DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS SCOOP DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN					
EQUIPO	PROPIEDAD	DM - JULIO	DM - AGOSTO	DM - SEPTIEMBRE	PROMEDIO
SAE-23	AESA	90.72%	72.62%	93.65%	85.66%
SAE-26	AESA	94.10%	94.35%	71.51%	86.65%
SAE-29	AESA	88.92%	95.83%	84.44%	89.73%
SAE-31	AESA	81.83%	76.39%	90.26%	82.82%
S648	VOLCAN	88.50%	84.50%	91.00%	88.00%
S649	VOLCAN	79.50%	76.40%	70.40%	75.43%
S650	VOLCAN	80.20%	79.40%	75.30%	78.30%
<b>PROMEDIO</b>					<b>83.80%</b>

**TABLA N° 11: DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN**

Fuente: Área de Planeamiento de VOLCAN y AESA



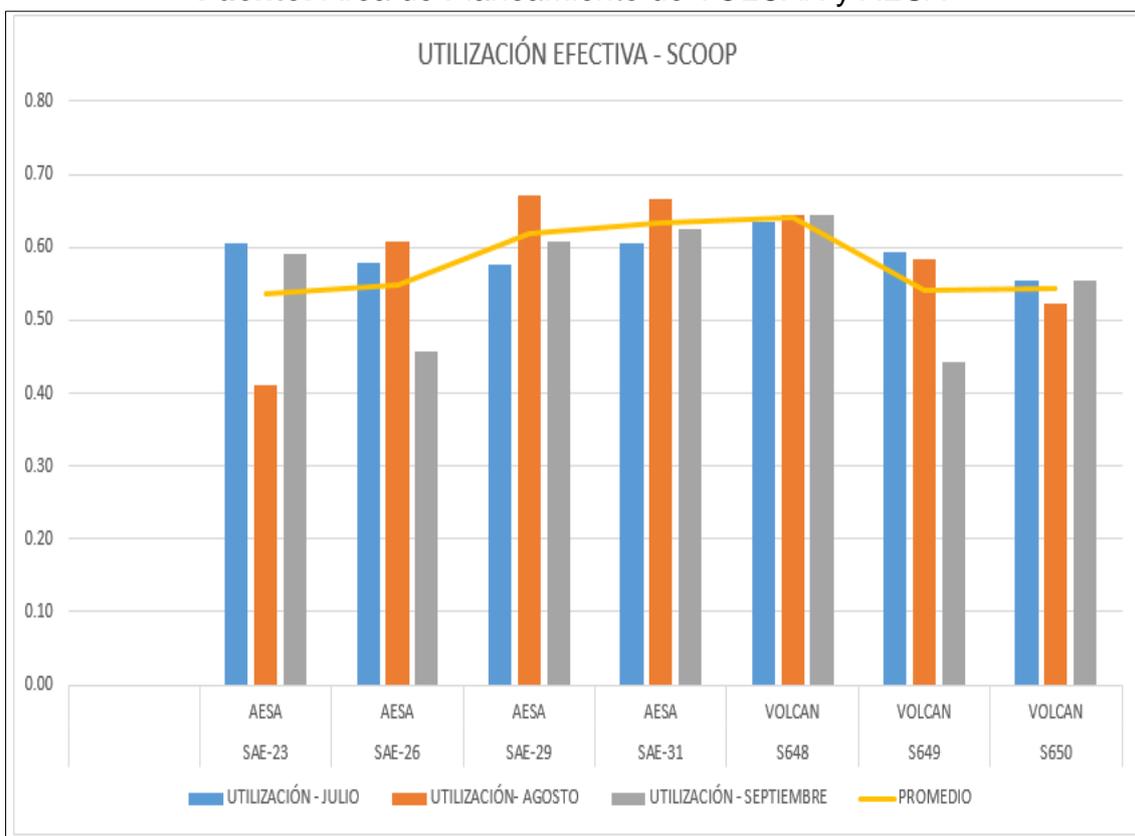
**FIGURA 13 - GRÁFICO DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS SCOOP**

Fuente: Área de Planeamiento de VOLCAN y AESA

UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS SCOOP DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN					
EQUIPO	PROPIEDAD	UTILIZACIÓN - JULIO	UTILIZACIÓN- AGOSTO	UTILIZACIÓN - SEPTIEMBRE	PROMEDIO
SAE-23	AESA	60.51%	41.03%	59.19%	53.58%
SAE-26	AESA	57.80%	60.78%	45.71%	54.76%
SAE-29	AESA	57.75%	67.08%	60.75%	61.86%
SAE-31	AESA	60.51%	66.70%	62.51%	63.24%
S648	VOLCAN	63.50%	64.50%	64.50%	64.17%
S649	VOLCAN	59.40%	58.40%	44.30%	54.03%
S650	VOLCAN	55.40%	52.40%	55.40%	54.40%
<b>PROMEDIO</b>					<b>58.01%</b>

**TABLA 11- UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LOS SCOOP DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN**

Fuente: Área de Planeamiento de VOLCAN y AESA



**FIGURA 14 - : UTILIZACIÓN EFECTIVA LOS SCOOP**

### Diagnostico:

Para los equipos de 6  $yd^3$  de capacidad se ha llegado a obtener una disponibilidad mecánica de 83.80 % que se encuentra por debajo de los estándares de que se había planificado (85.00 % a mas) y la utilización a un 58.01 % e igual encontrándose por debajo de los estándares (65%); todos estos resultados son a consecuencia de la mala distribución de los volquetes a los puntos de carguío que ocasiona tiempos muertos a los equipos de carguío (scoop).

#### d. Toneladas Movidas por Capacidad de Scoop al mes

El tonelaje movido mensualmente de toda la mina San Cristóbal de los equipos de carguío está por debajo de la producción que debe ser 3000 TMS a diario y que solo se ha llegado en un promedio de 2877.78 TMS hasta el mes de setiembre con el 93 % de cumplimiento; el déficit es de 222.22 TMS a diario y mensual de 6667 TMS. Este problema de debe principalmente al bajo rendimiento de los equipos de carguío por las demoras operativas y la disponibilidad mecánica (ver figura N° 14).

**Fuente:** Área de Planeamiento de VOLCAN y AESA



**FIGURA 15 - TONELADAS MOVIDAS POR CAPACIDAD DE SCOOP**

#### **4.2.3.2 Proceso – Transporte**

##### **a. Distribución - Volquetes:**

Para el transporte de material (mineral / desmonte) como ya se había mencionado se realiza con unidades de la marca Volvo con una capacidad de 30 Tm este para el caso de transporte de mineral y para el caso del transporte de desmonte se realiza con unidades de la marca Mercedes Benz con una capacidad de 25 Tm; actualmente la empresa que se encarga de este rubro es la ECM Aesa Transportes. (Ver anexo 1)

##### **b. Distancias – Material Transportado**

La distancia que recorren las unidades de transporte varía de acuerdo a la zona y el nivel de donde se extrae el mineral o desmonte para este análisis se ha realizado una recopilación de las distancias promedio extraída del kilometraje de las unidades de transporte.

Como ya se sabe las distancias que debe recorrer las unidades deben ser la más cortas posibles para poder optimizar el proceso. (Ver anexo 2)

##### **Diagnóstico:**

Para la extracción de mineral de la zona de profundización con respecto a las distancias han aumentado para el año 2018 debido al desarrollo y explotación de labores, ampliando la mina en sus rampas principales como 616 (-) y 1220\_2 (-) y 1220\_1 (-).

Para la extracción de desmonte de igual manera han aumentado las distancias para el recorrido de las unidades de transporte desde las labores de profundización hasta la desmontera denominada Tajo Gavilán en este caso el desmonte sea evacuado a superficie; pero en caso se tenga tajos para relleno el desmonte es utilizado para dicho relleno.

Todo mineral evacuado de las distintas zonas de la minera es trasladado a las parillas 780 (nivel 780), parilla 960 (nivel 820) y a superficie (cancha 600). (ver anexos 3).

### **c. Profundización de las Labores**

Para la profundización de labores que es materia de investigación para esta tesis se ha llegado a realizar una recopilación de los nuevos puntos de carguío según las labores nuevas de explotación. (Ver anexo 4)

Las operaciones para cada año se van profundizando requiriendo más unidades para la extracción o dimensionando la flota actual.

Para el año 2018 se ha seguido ampliando la mina así preparándolo en sus rampas principales 616(-) y 1220\_2 (-) y 1220\_1 (-) y para los tajos programados para dicho año han sido el 68, 80, 76, 75, Sp5 y Sp6 y los sub niveles 76 del piso 5 al piso 0, sub nivel 66 del piso 3 al 0 y el sub nivel 57 del piso 3 al 0.

Para la extracción del desmonte actualmente se extrae de las rampas 616 (-), 1220\_2(2), 1220\_1(-), 57 (-) y 66(-).

### **Diagnóstico:**

Para el año 2018 la producción del mineral ha aumentado centrándose en la zona de profundización por tener las mejores leyes: por lo tanto, la mayor parte de producción saldrá de la zona baja de la mina San Cristóbal (Ver anexo 5) donde dicha zona tendrá que aportar 1650 TMS de una producción diaria de 3000 TMS dando un porcentaje del 55 %.

### **d. Diseño de extracción Material**

Como ya se mencionó, la extracción de mineral se realiza con las unidades de 30 Tm donde las zonas de acumulación son:

- Para mineral:

Cancha 600 (leyes por encima de 5%)

Cancha 700 (leyes por debajo de 5%)

Parilla 780 – Nivel 780, mineral destinado para planta Victoria en interior mina por sistema convencional (carros mineros).

Parilla 960 – Nivel 820; mineral destinado para planta Victoria en interior por sistema convencional (carros mineros).

- Para desmante:

Desmontera Huaripampa

Desmontera Tajo Gavilán

En interior mina según los requerimientos de los  $m^3$  para relleno de cada tajo y de distinto nivel.

### **4.3 ANALISIS DEL ACARREO Y TRANSPORTE**

#### **4.3.1 PROCESOS PRINCIPALES**

Los procesos principales a los cuales nos vamos a referir y estudiar son: la perforación, voladura, carguío y transporte; aunque solo deberíamos analizar netamente el acareo y el transporte, pero es necesario estudiar cada área con el fin de que estos procesos afectan el carguío y transporte de mineral o desmante.

El proceso de las operaciones mineras según los datos de planeamiento mina se encuentran de la siguiente manera:

- Voladura (81.3 %) que es el más eficiente.
- Perforación (75 %)
- Carguío (56.3%)
- Transporte (50%).

El área que actualmente genera mayores impedimentos o retrasos en los procesos de operaciones mina son:

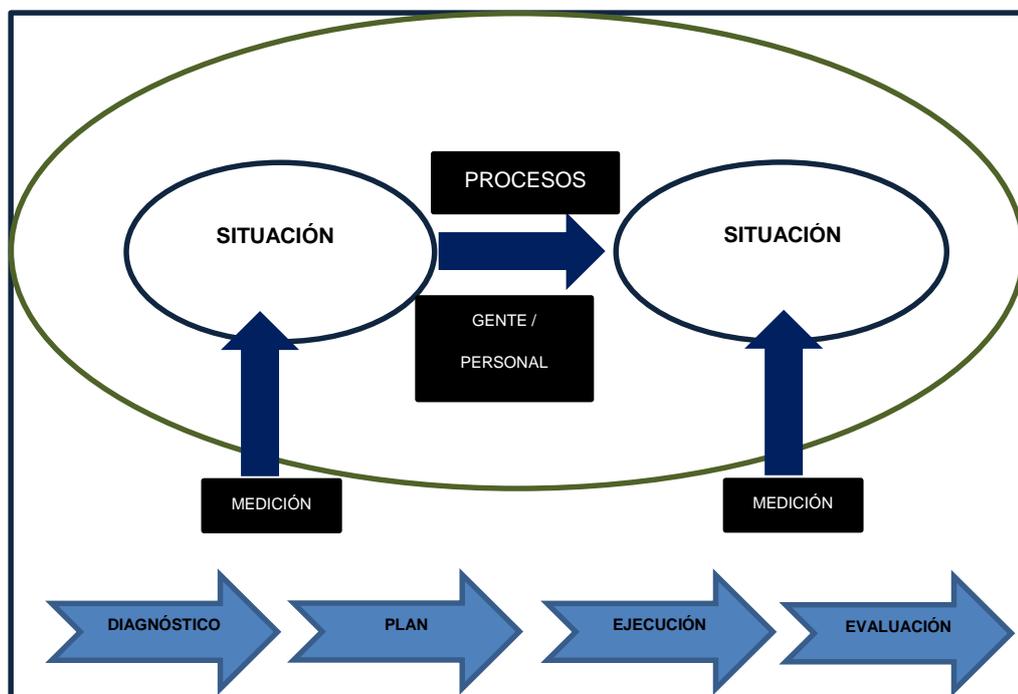
- Acarreo (31.5%)
- Transporte (25%)
- Perforación (23.75%)
- Voladura (20%).

En base a estos resultados que ha sido obtenido por planeamiento mina se analizara los procesos de acarreo y transporte como procesos claves para el cumplimiento de la producción.

#### 4.3.2. SISTEMA DE TRABAJO

En base a este grafico explicaremos el sistema o plan de trabajo de manera general, la cual se muestra:

**Fuente:** Figura reconstruida de la tesis de “Gestión en las operaciones mineras de transporte y acarreo para el incremento de la productividad de la Cia minera Condestable S.A. por Zoila Baldeón Quispe (Pág. 38)



**FIGURA 16 - SISTEMA DE TRABAJO**

Como se puede ver en primer lugar se realizará una medición de la situación actual que se tiene en la Mina San Cristóbal en los procesos claves que afectan el rendimiento de los equipos y la producción diaria; luego se procederá con la medición que se quiere tener en el futuro y mediante el análisis de los procesos a lograr la situación deseada se realizará una evaluación y finalmente se encontrará un control o solución para incrementar el rendimiento de los equipos tanto de carguío – transporte y llegar al cumplimiento de la producción diaria. El sistema de trabajo se realizará en tres Etapas:

#### **4.3.2.1 Etapa N° 1 - Levantamiento de la Información de Mina**

El levantamiento de información se realizará mediante la toma de tiempos que se ha realizado en interior mina tanto para el carguío como para el transporte del mineral.

**Ciclo total del Carguío:** (Ver anexo 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 6G y 6H).

- **Tiempo traslado:** Es el tiempo que le toma al scoop trasladarse desde la cámara de carguío a cargar y regresar a la misma con carga que puede ser desde una distancia desde el mismo tajo o sub nivel hasta la cámara de carguío o desde la cámara de acumulación hasta la cámara de carguío.
- **Tiempo maniobra 1:** Es el tiempo que transcurre desde que el scoop llega a la cámara de carguío hasta el comienzo de la descarga.
- **Tiempo descarga:** Es el tiempo que tarda el scoop en descargar.
- **Tiempo maniobra 2:** Es el tiempo que transcurre desde que el scoop finaliza la descarga hasta el traslado hasta el acceso de la cámara de carguío para este tiempo también se considera el visado de ticket del operador del volquete con el operador del scoop.

$$\begin{aligned} & \text{T. de Traslado} + \text{T. de Maniobra N}^\circ 1 + \text{T. de Descarga} + \text{T. de Maniobra N}^\circ 2 \\ & = \text{T. del Ciclo de Carguío} \end{aligned}$$

**Ciclo total de Transporte:** (Ver anexo 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F y 7G).

- **Tiempo traslado a la labor:** Es el tiempo que transcurre desde que el volquete a descargado el material y regresa a la cámara de carguío para volver a cargar.
- **Tiempo para el Posicionamiento del equipo:** Es el tiempo que transcurre desde que el volquete llega a la cámara de carguío y se posiciona en dicha cámara para recibir la carga de parte del scoop.
- **Tiempo de Carguío:** Es el tiempo que realiza al volquete para llenar la carga.
- **Tiempo de traslado del material:** Es el tiempo que le toma al volquete trasladarse desde la cámara de carguío y trasladar el material a la respectiva zona de acumulación en este caso de la mina San Cristóbal hacia cancha 600.
- **Tiempo descarga:** Es el tiempo que tarda el volquete en la descarga del material en las diferentes zonas de acumulación.
- **Tiempo en demoras operativas:** Son los tiempos que el volquete pierda como cola de volquetes, esperando equipo carguío o esperando carga.

$$\begin{aligned} & \text{T. de Traslado a la labor} + \text{T. de Posicionamiento del equipo} \\ & \quad + \text{T. del Carguío} + \text{T. de traslado del material} \\ & \quad + \text{T. de descarga del material} \\ & \quad + \text{T. en demoras operativas} = \text{T. en Ciclo de Transporte} \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS	
CARGUÍO - SCOOP VOLCAN Y AESA	TRANSPORTE - VOLQUETES AESA
<p><b>TIEMPO PRODUCTIVO NETO:</b> Son aquellas actividades relacionadas directamente al carguío de material roto producto de la voladura</p> <p>Carguío de volquete Acumulación de Carga</p> <p><b>DEMORAS OPERATIVAS:</b> Son actividades complementarias necesarias para el carguío del material</p> <p>Repario de guardia Traslado del personal al bp 620 nivel 1220 lugar donde dejan estacionado los scoop Check list Tralado del equipos hacia la labor Servicios de mantenimiento en las vías Traslado de labor a otra labor Traslado del equipo para abastecimiento de combustible Almuerzo y descanso Traslado del equipo al bp 620 para dejar el equipo Llenado de reporte Inspeccion de la labor</p>	<p><b>TIEMPO PRODUCTIVO:</b> Es cuando el volquete recibe el mineral o desmonte del scoop y lo trasladado a los echaderos 780 y 960 y a superficie en la cancha 600.</p> <p>Carguío Transporte a la parilla 780 y 960 Transporte a superficie a cancha 600 Transporte a la desmontera Tajo Gavilan Descarga Traslado hacia los puntos de carguío Maniobras y posicionamiento de los volquetes para recibir la carga</p> <p><b>DEMORAS OPERATIVAS:</b> Son las tareas complementarias en e transporte del material.</p> <p>Revisión técnica de los equipos Traslado hacia el taller Lavado del volquete Tralado al grifo Abastecimiento de combustible Inspeccion de Llantas Estacionamiento en cancha 600</p>
<p><b>TIEMPO IMPRODUCTIVO:</b> Son aquellas actividades donde el scoop realizará tareas innecesarias que no sea para el carguío de los volquetes</p> <p>Espera de volquete Espera de la habilitación de la labor, sin iluminación y sin manga de ventilación Llantas bajas Mantenimiento de equipo Lavado de equipo Espera para el cambio de turno</p>	<p><b>TIEMPO IMPRODUCTIVO:</b> Son aquellas actividades cuando el volquete esta apagado o realiza tareas innecesarias.</p> <p>Almuerzo y descanso Cola de los volquetes Cambio de guardia Entrega de reportes Mala coordinación para la extracción Esperanado carga y scoop Tiempo ocioso Reparaciones en el taller de mantenimiento mecánico Traslado hacia el taller para las reparaciones Repario de guardia y momento de seguridad.</p>

**TABLA 12 - ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS EN INTERIOR MINA PARA EL CLICLO DE CARGUÍO Y TRANSPORTE**

**Procesamiento de los Datos y la Estimación de Indicadores:** Se realizará el procesamiento de los datos obtenidos en el campo en una oficina, donde en primer lugar se depuraran los datos a fin de tener una base confiable y que represente lo mejor posible de la realidad de las operaciones en la mina San Cristóbal para que luego se llegue procesar la data para obtener los diferentes índices y parámetros que nos ayuden a analizar el proceso, se ha creado cuadros en el programa Excel para hallar los resultados con representaciones gráficas de los mismos a fin de tener una visión más amplia en cada ciclo de minado de las operaciones.

**Resumen de Actividades:** Como se puede apreciar en los cuadros de la toma de muestras para el estudio de tiempos del ciclo de carguío y transporte se ha realizado durante 10 guardias de 12 horas cada una, en cada uno de los cuadros se observa de manera detallada los tiempos de cada ciclo tanto del carguío como el de transporte y como resultado el rendimiento de cada una de las actividades clasificándolas estas en tiempos Productivos, tolerancias y tiempos Improductivos.

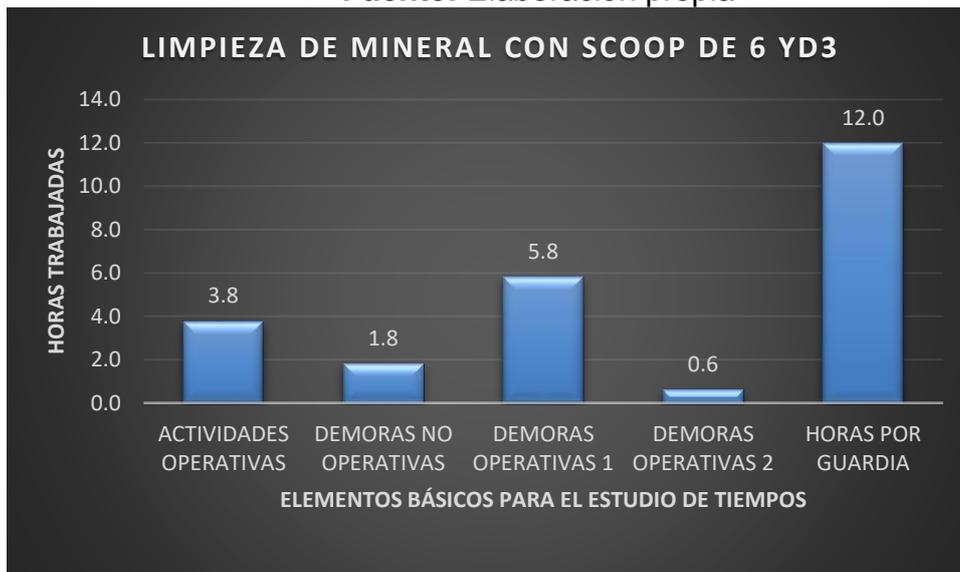
#### **4.3.2.2 Etapa N° 2 - Identificación de áreas de oportunidad**

- a. Análisis de Resultados:** En esta etapa del estudio se debe aprovechar de la mejor manera el trabajo de la primera etapa, proponiendo soluciones a los problemas encontrados, potenciando los puntos que aún se pueden mejorar y consolidar las actividades que consideremos buenas; en este sentido hemos propuesto mejorar nuestro sistema de acarreo y transporte con una mejor distribución de equipos, lo cual permitiría reducir los

tiempos muertos así como la mejora de nuestros índices traducido en un incremento de la productividad o cumplimiento de producción.

- b. Principio del Pareto:** Se hará el uso del principio del Pareto para identificar las actividades no productivas que más implicancia tienen en la disminución de la productividad.

**Fuente:** Elaboración propia



**FIGURA 17 - DIAGRAMA DE LAS HORAS TRABAJADAS DEL SCOOP DE 6Yd3**

**Fuente:** Elaboración propia



**FIGURA 18 - DIAGRAMA DEL PORCENTAJE DE LAS HORAS TRABAJADAS DEL SCOOP**

En los gráficos se puede observar que de las 4 actividades que realiza el scoop la que más influencia tiene son las demoras operativas 1 generando un promedio de 5.8 horas diarias con un porcentaje de 48.33 % y es aquí donde resalta la “espera al volquete” generando el tiempo más improductivo para el ciclo de carguío.

De esto deducimos que la espera de volquete es una actividad crítica y es esta la que se debe buscar reducir.

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 19 - DIAGRAMA DE LAS HORAS TRABAJADAS DE LOS VOLQUETES DE 30 TM

Fuente: Elaboración propia

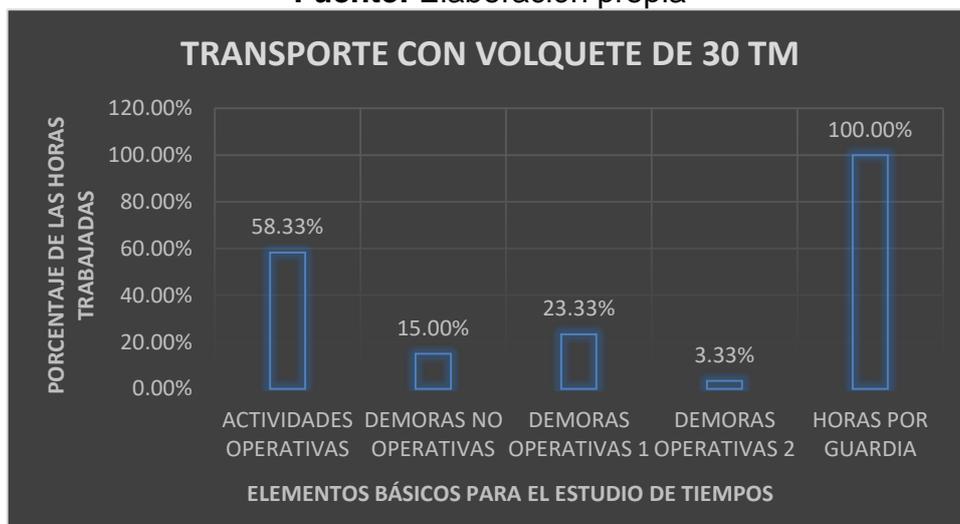


FIGURA 20 - DIAGRAMA DEL PORCENTAJE DE LAS HORAS TRABAJADAS DEL VOLQUETE DE 30 TM

De los gráficos tal igual de que los equipos de carguío se puede notar que se tiene los tiempos improductivos en la demoras operativas 1 tenemos dos de las cuales con la cola de volquetes y reparaciones mecánicas del equipo”, la primera actividad concuerda con el proceso de carguío ya que si tenemos mayor tiempo en espera del volquetes por parte del scoop, también tendremos una alta espera por parte del volquete a su regreso a la labor la cual será en nuestro caso de 1 hora del total del tiempo no productivo.

De esto deducimos que la cola de volquetes es una actividad crítica y es esta la que se debe buscar reducir, así como el control para las reparaciones mecánicas.

**c. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP):**

Los objetivos del diagrama de las operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo, que para nuestro caso se realizara para el acarreo (scoop) y transporte (volquete).

Fuente: Elaboración propia

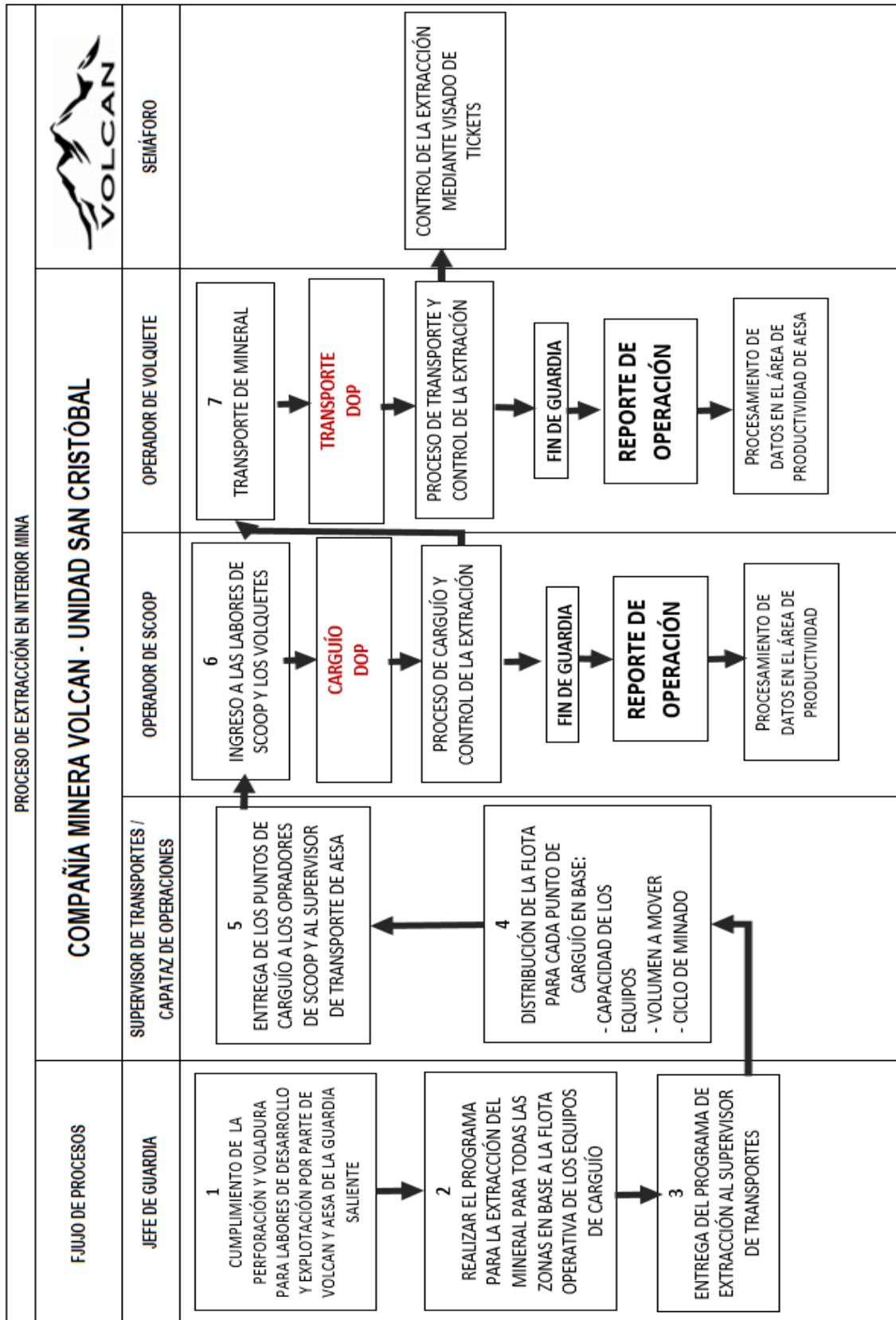


FIGURA 21 - FLUJO DE EXTRACCIÓN DE MINERAL EN LA MINA SAN CRISTÓBAL

### **4.3.2.3 Etapa N° 3 - Seguimiento y Control de Procesos**

La productividad o elevar los rendimientos es la capacidad de producir más con menos recursos con el objetivo de obtener un costo bajo, mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

El carguío y transporte de mineral es uno de los rubros más importantes dentro de la estructura de costos de la operación minera y es uno de los aspectos que muchas veces no se toma en cuenta para la optimización; donde se le debe dar toda la importancia del caso. También tenemos al mantenimiento mecánico como un aspecto de alta importancia, pero para el desarrollo de esta tesis sobre el control y mejora de la producción nos centraremos más en la distribución de flota y en las soluciones operativas que se pueden brindar a estos dos procesos que forman parte del ciclo de minado y así cumplir con los objetivos de la empresa minera y Aesa.

A continuación, se hará un análisis y se buscará solución a los tiempos improductivos evitables o demoras operativas N° 1.

Luego de realizar el análisis del estudio de tiempos, rendimientos se llegar a las principales fallas en el proceso de carguío y transporte:

- Cola de volquetes a inicio de guardia debido a que el equipo de carguío extrae el mineral desde el mismo tajo o sub nivel.
- La espera del scoop a la llegada del volquete debido a las vías en mal estado o poca flota por la inoperatividad de los equipos.

En donde ambas tienen una resultante de 35.83% por lo cual se concluye que estas son las principales fallas a evaluar y realizar soluciones dando alternativas a los responsables según corresponde.

Según el plan de acción, podríamos sugerir algunas soluciones:

- El ingreso de los operadores de scoop debe ser en caliente para que puedan acumular el mineral en la cámara de acumulación.
- El ingreso de los operadores de scoop para la zona de profundización debería ser con camioneta y no con bus como actualmente los hacen ya que con el bus se demora 1.15 horas a la zona de profundización y con camioneta se demora 0.45 horas.
- Se debe sincerar las voladuras de las zonas programadas de la guardia saliente.
- Se debe colocar dos scoop a inicio de guardia para agilizar la extracción del mineral y evitar la cola de volquetes.
- Se debe dejar el mineral acumulado en las cámaras en la guardia noche ya que el horario de voladura en dicho turno es las 3.15 am y se tiene 1.30 horas para que el scoop acumule.
- El horario para el ingreso de volquetes debe ser a primera hora.
- Las reparaciones mecánicas en cancha 600 como reajustes de neumáticos, abrazaderas de muelles y otros debe ser unos 30 minutos antes.
- Los supervisores de transportes deben contar con el programa de producción diaria y mensual.

- El reparto de guardia y charla de seguridad debe ser lo más breve posible para que los volquetes ingresen a primera hora
- Todas las cámaras de carguío deben estar bien señalizadas por el área de productividad.
- Realizar constantemente el mantenimiento de vías de las rampas principales como las de bajada ( -300, -013, -090, -400, -590, -616) y subida (+042, +672, +742, +995).
- Mantener limpio los refugios en las rampas donde el transito es de doble sentido (-616 y -1220\_2) para evitar la demora de los volquetes y donde se genera la mayor congestión de equipos por ser la zona de profundización.
- Cumplir y hacer seguimiento con el estándar de bloqueo de cámaras de carguío por parte del área de seguridad ya que dicho estándar no se cumple y al pasar el bloqueo se genera congestión de equipos y la demora de volquetes.
- La ventilación y la iluminación en los tajos y sub niveles deben ser prioridad a inicio de guardia para que los equipos de carguío procedan con la extracción.

#### **4.4 PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA OPTIMIZAR EL ACARREO Y TRANSPORTE DE MINERAL**

##### **4.4.1 PRODUCTIVIDAD**

El concepto de la productividad es la capacidad de producir más utilizando los recursos en lo menor posible, con el objetivo de obtener el costo más bajo

mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

Podríamos nombrar algunos aspectos que afectan la productividad en minería:

- Procesos de bajos costos para extraer minerales de baja ley en forma económica o por necesidad para cumplir con el volumen requerido en la producción diaria.
- El capital o dinero invertido en la industria minera para contar con los equipos modernos tienen mayor productividad que una mina convencional, actualmente la mina San Cristóbal cuenta con equipos sofisticados con Simbas, Jumbos de brazos y scoop con control de remoto.
- La disponibilidad de los servicios de agua y aire para la perforación de los frentes y tajos.
- La ventilación óptima
- El bombeo de agua.
- La tensión adecuada en la energía para que los equipos trabajen con normalidad.
- Aspectos ambientales y de salud
- Área para descargar el desmonte y tener continuidad de los tajos.
- La distancia de transporte de desmonte y mineral, a mayor distancia de transporte se reduce la productividad.
- La productividad laboral ya que, en el caso de la industria minera, se expresa como toneladas de mineral producido dividido por el número de trabajadores

(requerimiento de recursos humanos) jornada completa equivalente necesario para producir dicha tonelada.

Después de haber analizado nuestros procesos, observamos que los tiempos improductivos evitables o demoras operativas N° son:

- Espera al volquete por parte del scoop.
- Cola de volquetes (espera scoop).
- Reparaciones Mecánicas

#### 4.4.2 CALCULO DE FLOTA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE ÓPTIMO

Para dicho cálculo de la flota de carguío y transporte para el año 2018, se ha realizado mediante el uso de los datos proporcionados por el área de planeamiento.

La capacidad, las horas por guardia, los rendimientos, el tonelaje movido por cada scoop se extrajeron del control de tiempos y de los informes de planeamiento de la empresa.

##### a. Número de scoop requeridos al mes:

$$N^{\circ} \text{ SCOOP } 6 \text{ yd}^3 = \frac{TM \text{ MES REQUERIDO}}{TM \text{ MES SCOOP}}$$

$$N^{\circ} \text{ SCOOP } 6 \text{ yd}^3 = \frac{49500}{27542.4}$$

$$N^{\circ} \text{ SCOOP } 6 \text{ yd}^3 = 2$$

Como se puede observar actualmente la zona de profundización trabaja con 7 equipos de carguío (scoop) pero para el cumplimiento de la producción requerida mensual de la zona de profundización solo se necesita 2 scoop que deberían estar distribuidas para AESA y compañía; entonces los demás equipos

que están restando deberían trabajar para el carguío de desmonte y relleno detrítico de los tajos expuestos sobre los límites de abertura.

**b. Cálculo de pases o lamponadas:** El número de pases o lamponadas a los volquetes es la capacidad para colmar la tolva de dicho volquete y que se calcula mediante la fórmula:

$$N = \frac{Q}{C * f * e * P. e.}$$

Donde:

Q: Capacidad nominal del equipo (*Tm*)

C: Capacidad nominal de la cuchara (*m<sup>3</sup>*)

f: Factor de llenado de la cuchara (%)

e: Esponjamiento del material (%)

P. e.: Peso específico del material insitu (*Tm/m<sup>3</sup>*)

Entonces se calculará el número de pases para nuestra flota actual y con las características del mineral:

$$N = \frac{30}{5.6 * 0.85 * 0.7 * 3.48}$$

$$N = 2.58 = 3 \text{ Pases}$$

**c. Modificando el rendimiento de scoop:** Para modificar el rendimiento de los equipos de carguío y llegar al cumplimiento de la producción se ha sacado del estudio de tiempos dos escenarios donde se mejore el rendimiento y la producción.

Fuente: Elaboración propia

Scoop 6 Yd <sup>3</sup>	FLOTA MEDIDO	FLOTA OBETIVO OPCIÓN 1	FLOTA OBETIVO OPCIÓN 2
Horas / Guardia	3.8	3.8	5
Rendimiento Tm / Hr	120.8	219.06	165
Tm / mes	27542.4	49500	49500

**TABLA 13 - MODIFICACIÓN SEGÚN RENDIMIENTO DE LOS SCOOP**

d. **Cálculo de flota de transporte:** Con la toma de tiempos realizada en el mes de setiembre del 2018, se tienen los tiempos de transporte desde nivel 1220, 1270 y 1320 hasta superficie a cancha 600, obteniendo de esta manera la cantidad de viajes promedio.

$$N^{\circ} \text{ TOTAL DE VOLQUETES} = \frac{\text{Producción por día necesario}}{\text{Producción día por unidad}}$$

CON DATOS TOMADOS EN CAMPO:

$$N^{\circ} \text{ TOTAL DE VOLQUETES} = \frac{918.08}{2 * 4 * 25.5}$$

$$N^{\circ} \text{ TOTAL DE VOLQUETES} = 5 \text{ UNIDADES}$$

CON DATOS ESTANDAR POR PLANEAMIENTO:

$$N^{\circ} \text{ TOTAL DE VOLQUETES} = \frac{1650}{2 * 4 * 25.5}$$

$$N^{\circ} \text{ TOTAL DE VOLQUETES} = 8 \text{ UNIDADES}$$

De los cálculos obtenidos, para datos de control medidos de nuestra flota de volquetes es de 5 unidades y con los datos estándar de planeamiento el requerimiento es de 8 unidades. Para cumplir las metas de producción, se requiere programar 8 volquetes de 30 TM de capacidad para la zona de

profundización en los niveles 1220, 1270 y 1320 según nos muestra los resultados obtenidos.

#### **4.4.3 FACTOR DE ACOPLAMIENTO DE FLOTA ACTUAL**

Después de haber analizado la evaluación de los ciclos de carguío y transporte del NV 1220, 1270 y 1320 observamos que los tiempos improductivos evitables son:

- Cola de volquetes en punto de carguío.
- Espera del equipo de carguío a los volquetes.

Una alternativa de solución sería una buena distribución de volquetes para cada scoop, para lo cual se determina:

**A. Factor de Acoplamiento:** Es la cantidad de volquetes necesarios que deben ser asignados por cada unidad de carguío.

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ volquetes} * \text{ciclo de carguío}}{\text{Ciclo de transportes}}$$

#### **Procedimiento:**

El objetivo es minimizar el costo por unidad de las toneladas por los kilómetros que se traslada y/o maximizar la producción por unidad de tiempo.

Estos dos fines generalmente no son coincidentes como puede visualizarse en la siguiente figura:

**Fuente:** Gestión de operaciones mineras de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en cía minera Condestable – Zoila Baldeón (Pág. 50)

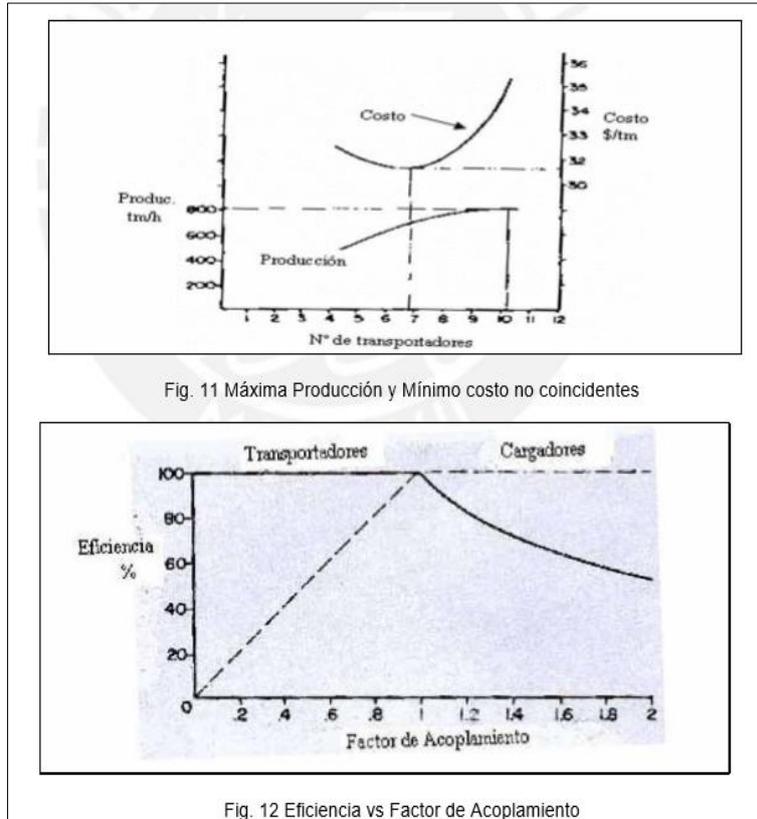


Fig. 11 Máxima Producción y Mínimo costo no coincidentes

Fig. 12 Eficiencia vs Factor de Acoplamiento

**FIGURA 22 - EFICIENCIA VS FACTOR DE ACOPLAMIENTO**

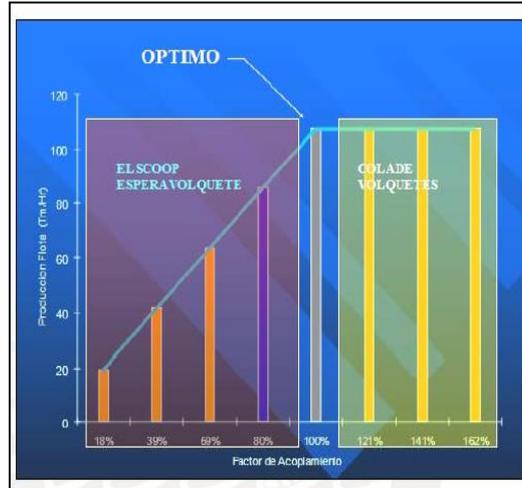
Para nuestro caso se realizará mediante la figura:

FA < 1 cuando hay exceso de scoop, la eficiencia de carguío es 100%

FA > 1 cuando hay exceso de volquetes, la eficiencia de transporte de 100%

FA = 1 cuando el acoplamiento es perfecto.

**Fuente:** Gestión de operaciones mineras de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en cia minera Condestable – Zoila Baldeon (Pag. 51)



**FIGURA 23 - RENDIMIENTO DE FLOTA VS FACTOR DE ACOPLAMIENTO**

Para los datos medidos se calculará el factor de acoplamiento para los 3 niveles:

1. Nivel 1220:

$$FA = \frac{5 * 0.21}{2.33} = 0.45$$

2. Nivel 1270

$$FA = \frac{5 * 0.21}{2.44} = 0.43$$

3. Nivel 1320

$$FA = \frac{5 * 0.21}{2.54} = 0.41$$

Como se observa los resultados obtenidos en el cálculo del factor de acoplamiento se tiene que incrementar los volquetes para cada equipo de carguío y por niveles.

#### 4.4.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

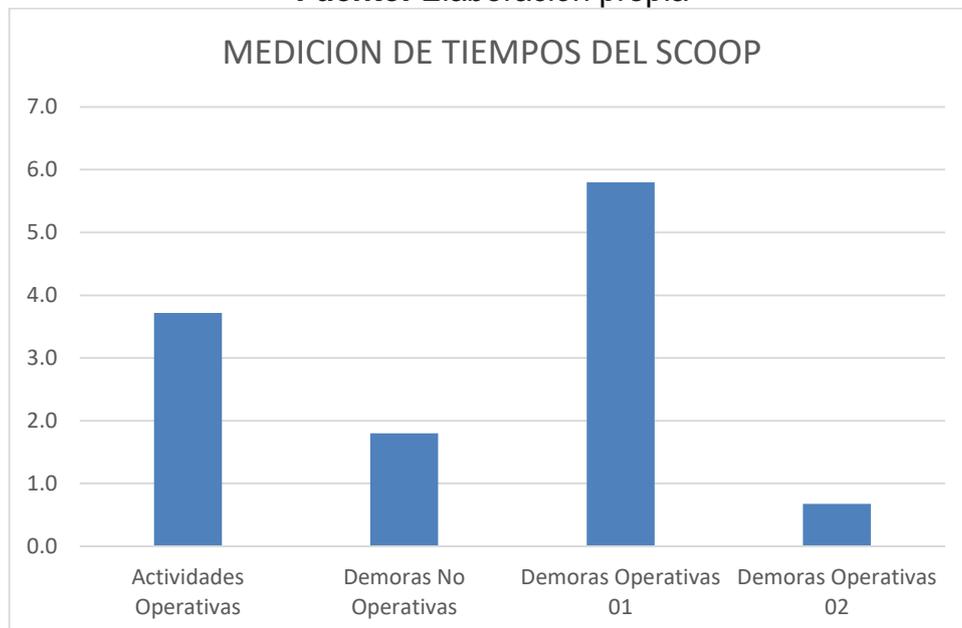
Para scoop:

Fuente: Elaboración propia

DETALLE DE TIEMPOS	MEDICIÓN DE TIEMPOS DE SCOOP EN LOS NIVELES 1220, 1270 Y 1320				PROMEDIO	PORCENTAJE
	1	2	3	4		
Actividades Operativas	3.8	3.7	3.5	3.9	3.7	31.00%
Demoras No Operativas	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	15.01%
Demoras Operativas 01	5.8	5.7	5.9	5.8	5.8	48.37%
Demoras Operativas 02	0.6	0.8	0.8	0.5	0.7	5.63%
TOTAL DE HORAS	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	100.00%

**TABLA 14 - RESULTADO DEL CÁLCULO DE HORAS DE TRABAJO DEL SCOOP**

Fuente: Elaboración propia



**FIGURA 24 - DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS PROMEDIO DE LOS SCOOP EN LA ZONA DE PROF.**

Del cuadro se puede observar que las actividades que más implicancia tiene en proceso de carguío son las demoras operativas N° 1 la cual genera un promedio de 3.8 horas con el 48.37 % que es de donde se hallan las actividades más críticas del proceso, donde se pueden identificar la espera de volquetes dejando equipo en espera.

**Para Volquete:**

- Nivel 1220

**Fuente:** Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	TRANSPORTE DE MINERAL DE INTERIOR MINA A SUPERFICIE		
	NIVEL 1220 ACCESO 619_6	PROMEDIO	UNIDAD DE MEDIDA
Distancia de recorrido de mina a superficie	9.11	9.11	Km
Tiempo de traslado a la labor	1.03	1.03	Hr
Tiempo de transporte con el material	1.02	1.02	Hr
Demora Operativa por viaje	0.20	0.20	Hr
Ciclo total de transporte por viaje	2.33	2.33	Hr
Velocidad de traslado a la labor	8.87	8.87	Km/Hr
Velocidad de transporte del material	8.95	8.95	Km/Hr
Toneladas transportadas por viaje (85%)	25.50	25.50	Tn/viaje
Toneladas transportadas por hora	10.95	10.95	Tn/Hr

**TABLA 15 - RESULTADO DEL CÁLCULO DE UN CICLO EN EL TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1220**

- Nivel 1270

**Fuente:** Elaboración propia

RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE LOS VOLQUETES POR NIVELES					
DESCRIPCIÓN	TRANSPORTE DE MINERAL DE INTERIOR MINA A SUPERFICIE (CANCHA 600)				
	NIVEL 1270 PC 46	NIVEL 1270 PC 50	NIVEL 1270 PC 53	PROMEDIO	UNIDAD DE MEDIDA
Distancia de recorrido de mina a superficie	9.27	9.63	9.49	9.47	Km
Tiempo de traslado a la labor	1.04	0.98	1.10	1.04	Hr
Tiempo de transporte con el material	1.05	1.10	1.17	1.11	Hr
Demora Operativa por viaje	0.21	0.12	0.21	0.18	Hr
Ciclo total de transporte por viaje	2.37	2.28	2.55	2.40	Hr
Velocidad de traslado a la labor	8.93	9.86	8.60	9.13	Km/Hr
Velocidad de transporte del material	1.05	8.73	8.13	5.97	Km/Hr
Toneladas transportadas por viaje (85%)	25.50	25.50	25.50	25.50	Tn/viaje
Toneladas transportadas por hora	10.74	11.20	10.02	10.65	Tn/Hr

**TABLA 16 - RESULTADO DEL CÁLCULO DE UN CICLO EN EL TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1270**

- Nivel 1320

**Fuente:** Elaboración propia

DESCRIPCIÓN	TRANSPORTE DE MINERAL DE INTERIOR MINA A SUPERFICIE (CANCHA 600)				UNIDAD DE MEDIDA
	NIVEL 1320 PC 68	NIVEL 1320 ACCESO 76_2	NIVEL 1320 ACCESO 66_2	PROMEDIO	
Distancia de recorrido de mina a superficie	9.47	9.87	9.93	9.76	Km
Tiempo de traslado a la labor	1.08	1.10	1.10	1.09	Hr
Tiempo de transporte con el material	1.17	1.21	1.24	1.21	Hr
Demora Operativa por viaje	0.11	0.12	0.23	0.15	Hr
Ciclo total de transporte por viaje	2.42	2.53	2.66	2.54	Hr
Velocidad de traslado a la labor	8.78	9.01	8.99	8.93	Km/Hr
Velocidad de transporte del material	8.09	8.18	7.98	8.08	Km/Hr
Toneladas transportadas por viaje (85%)	25.50	25.50	25.50	25.50	Tn/viaje
Toneladas transportadas por hora	10.52	10.08	9.60	10.07	Tn/Hr

**TABLA 17 - RESULTADO DEL CÁLCULO DE UN CICLO EN EL TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1320**

De los 3 cuadros se puede observar que las demoras operativas para el proceso de transporte se tienen en un promedio de 0.18 que representa un 10 % en un ciclo de viaje del volquete para el traslado del mineral hacia superficie cancha 600. De esto deducimos que, la congestión y aglomeramiento de volquetes es una actividad crítica y es esta la que se debe buscar reducir, así como también realizar unos ajustes de tiempo en el scoop.

#### **4.4.5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

##### **4.4.5.1 Tiempos Medidos De Equipos Vs Opciones Para Incremento de Rendimiento Y Producción**

En la tabla N° 19, se muestra el promedio de los datos obtenidos de ciclos de carguío y rendimientos de equipos medidos en el campo versus las opciones que tenemos para mejorar el rendimiento de los equipos y subir la producción de la zona de profundización en los niveles 1220, 1270 y 1320, dependiendo de la distancia de los puntos de carguío por cada nivel.

## OPCION 1:

**Fuente:** Elaboración propia

HORAS POR GUARDIA DE 3.8 PARA MEDIDO Y PARA LA OPCIÓN 1				
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO DEL SCOOP			
	MEDIDO	OPCION 1	DÉFICIT	UNIDAD
Ciclo de carguío por pase	0.07	0.04	-0.03	HORAS
Ciclo completo de carguío por volquete	0.21	0.12	-0.09	HORAS
Tonelaje cargado por hora	120.8	219.06	98.26	TM / HR
Tonelaje cargado por guardia	459.04	825	365.96	TM / GDIA
Tonelaje cargado por día	918.08	1650	731.92	TM / DÍA
Tonelaje cargado por mes	27542.4	49500	21957.6	TM / MES

**TABLA 18 - COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LOS DATOS MEDIDOS VS OPCIÓN 1**

Del cuadro anterior se muestra que con las mismas horas trabajadas del scoop (3.8 horas) se puede llegar con el cumplimiento de la producción requerida; para este escenario la distancia que debe recorrer el scoop hacia el punto de carguío debe ser desde la zona de acumulación y para cumplir con este rendimiento se debe aplicar varios parámetros en la operación:

- El mineral debe acumulado en la cámara de acumulación.
- A inicio de guardia se debe comenzar con 2 scoop en un mismo tajo o subnivel; con el fin de que uno scoop lleve el mineral a la zona de acumulación y el otro scoop cargue a los volquetes y así evitar la cola de volquetes.
- En la guardia noche el horario de disparo es a las 3.15 am; se debe dejar el mineral acumulado para la guardia día.

## OPCIÓN 2:

Fuente: Elaboración propia

HORAS POR GUARDIA DE 3.8 PARA MEDIDO Y 5 HORAS PARA LA OPCIÓN 2				
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO DEL SCOOP			
	MEDIDO	OPCION 1	DÉFICIT	UNIDAD
Ciclo de carguío por pase	0.07	0.03	-0.04	HORAS
Ciclo completo de carguío por volquete	0.21	0.15	-0.06	HORAS
Tonelaje cargado por hora	120.8	165	44.2	TM / HR
Tonelaje cargado por guardia	459.04	825	365.96	TM / GDIA
Tonelaje cargado por día	918.08	1650	731.92	TM / DÍA
Tonelaje cargado por mes	27542.4	49500	21957.6	TM / MES

**TABLA 19 - COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LOS DATOS MEDIDOS VS OPCIÓN 2**

Del cuadro anterior se muestra el cumplimiento de la producción aumentando las horas trabajadas para el scoop a 5 horas por lo que se entiende que deben aumentar las unidades de transporte a 8 para la extracción del mineral.

Fuente: Elaboración propia

NIVEL 1220 / 1270 / 1320				
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO DEL VOLQUETE			
	MEDIDO	ESTANDAR MINA	DÉFICIT	UNIDAD
Ciclo completo de transporte	2.42	2.24	-0.18	HORAS
Tonelaje por viaje	25.5	25.5	0	TM
Tonelaje transportado por hora	10.56	12.2	1.64	TM / HR
Tonelaje transportado por guardia	459.04	825	365.96	TM / GDIA
Tonelaje transportado por día	918.08	1650	731.92	TM / DÍA
Tonelaje transportado por mes	27542.4	49500	21957.6	TM / MES

**TABLA 20 - COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE LOS DATOS MEDIDOS VS PARÁMETROS DE MINA PLANEAMIENTO VOLCAN**

#### 4.7.6 ANÁLISIS DE DATOS DEL CONTROL DE TIEMPOS

Habiéndose procesado los resultados de las mediciones de tiempos del scoop y volquete, realizadas en el mes octubre y noviembre del 2018, al final se realiza la comparación de resultados por ciclos de trabajo y rendimientos de equipo obteniéndose; que para incrementar el rendimiento de los equipos y cumplir con la producción se deben trabajar con 8 unidades de transporte para la zona de profundización y los equipos de carguío deben incrementar sus horas de trabajo a 5 o deberían realizar el carguío desde la cámara de acumulación para así evitar la cola de volquetes y espera de los mismos equipos de carguío a las unidades de transporte.

**Fuente:** Elaboración propia

TIEMPOS DE TRANSPORTE	MEDIDOS		PARÁMETRO MINA	
	UNIDADES	CICLO	UNIDADES	CICLO
CONTROL 1	4	2.33	8	2.24
CONTROL 2	4	2.54	8	2.24
CONTROL 3	4	2.40	8	2.24
CONTROL 4	4	2.34	8	2.24
CONTROL 5	4	2.42	8	2.24
PROMEDIO	4	2.41	8	2.24

**TABLA 21 - CONTROL DE TIEMPOS DE LOS VOLQUETES**

Fuente: Elaboración propia

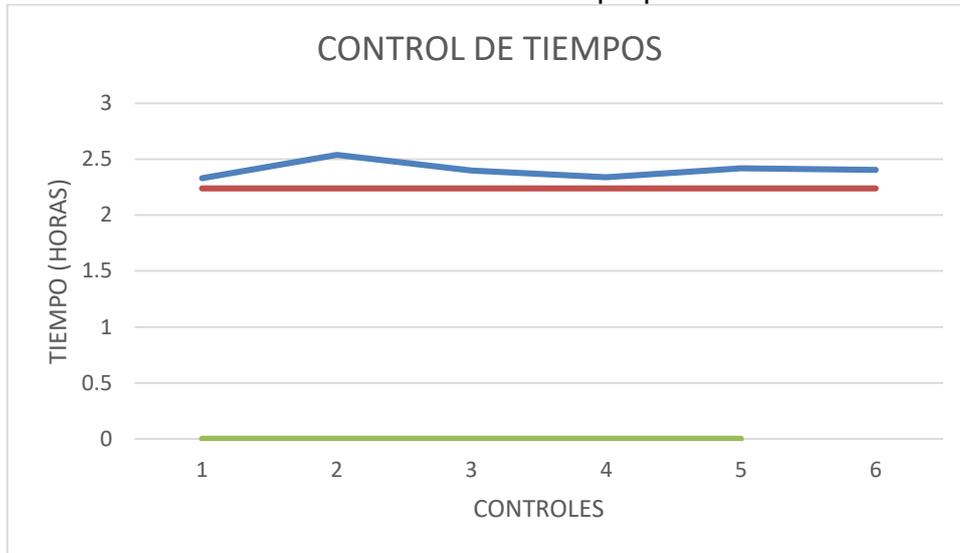


FIGURA 25 - CONTROL DE TIEMPOS

Fuente: Elaboración propia

TIEMPOS DE SCOOP	MEDIDOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
CONTROL 1	0.2064	0.12	0.15
CONTROL 2	0.2061	0.12	0.15
CONTROL 3	0.2014	0.12	0.15
CONTROL 4	0.2033	0.12	0.15
CONTROL 5	0.2015	0.12	0.15
PROMEDIO	0.2037	0.12	0.15

TABLA 22 - CONTROL DE TIEMPOS DE LOS SCOOP

De los cuadros se observa que los ciclos son los más altos y son los que generan el bajo rendimiento de los equipos de carguío y transporte y por el otro lado se observa los parámetros de mina y las opciones de mejora para incrementar el rendimiento y cumplir la producción.

## CONCLUSIONES

1. Para poder realizar una evaluación del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia la superficie, tenemos que tener conocimiento de la planificación que se lleva a cabo en la mina en cuanto a las reservas de los minerales accesibles parcialmente accesibles, factor de dilución, las leyes de los minerales, la capacidad de producción, la capacidad de tratamiento, programa de avances lineales, labores de preparación requeridas, producción de la mina.
2. La compañía minera cuenta con 15 equipos de carguío según el planeamiento del año 2018 y distribuidos en todas las zonas de la mina San Cristóbal; en la zona de profundización (zona baja) cuenta con 7 equipos de carguío tanto de Compañía VOLCAN y de la Empresa Contratista AESA.
3. Para la distancia que recorre el equipo de carguío desde el tajo o sub nivel hasta la cámara de carguío se tiene un rendimiento promedio de 120.80 Tm/ Hr cargando 5 volquetes promedio por hora; y para la otra distancia que recorre el equipo de carguío desde la cámara de acumulación hasta la cámara de carguío (según estándar es de 15 metros) se tiene un rendimiento promedio 219.06 Tm/ Hr cargando un promedio de 9 volquetes promedio por hora
4. Para los equipos de 6  $yd^3$  de capacidad se ha llegado a obtener una disponibilidad mecánica de 83.80 % que se encuentra por debajo de los estándares de que se había planificado (85.00 % a mas) y la utilización a un 58.01 % e igual encontrándose por debajo de los estándares (65%);

5. El tonelaje movido mensualmente por los equipos de carguío está por debajo de la producción que debe ser 3000 TMS a diario y que solo se ha llegado en un promedio de 2877.78 TMS hasta el mes de setiembre con el 93 % de cumplimiento.
6. Para la extracción de mineral de la zona de profundización con respecto a las distancias han aumentado para el año 2018 debido al desarrollo y explotación de labores, ampliando la mina en sus rampas principales como 616 (-) y 1220\_2 (-) y 1220\_1 (-). Para la extracción de desmonte de igual manera han aumentado las distancias para el recorrido de las unidades de transporte desde las labores de profundización hasta la desmontera denominada Tajo Gavilán en este caso el desmonte sea evacuado a superficie.
7. Luego de realizar el análisis del estudio de tiempos, rendimientos se llega a las principales fallas en el proceso de carguío y transporte:
  - Cola de volquetes a inicio de guardia debido a que el equipo de carguío extrae el mineral desde el mismo tajo o sub nivel.
  - La espera del scoop a la llegada del volquete debido a las vías en mal estado o poca flota por la inoperatividad de los equipos. En donde ambas tienen una resultante de 35.83%.
8. Para cumplir las metas de producción, se requiere programar 8 volquetes de 30 TM de capacidad para la zona de profundización en los niveles 1220, 1270 y 1320 según nos muestra los resultados obtenidos.
9. El factor de acoplamiento para los 3 niveles es:
  - Nivel 1220: **0.45**

- Nivel 1270: **0.43**
- Nivel 1320: **0.41**

Como se observa los resultados obtenidos en el cálculo del factor de acoplamiento se tiene que incrementar los volquetes para cada equipo de carguío y por niveles.

## RECOMENDACIONES

1. El ingreso de los operadores de scoop para la zona de profundización debería ser con camioneta y no con bus como actualmente los hacen ya que con el bus se demora 1.15 horas a la zona de profundización y con camioneta se demora 0.45 horas.
2. Se debe sincerar las voladuras de las zonas programadas de la guardia saliente.
3. Se debe colocar dos scoop a inicio de guardia para agilizar la extracción del mineral y evitar la cola de volquetes.
4. Se debe dejar el mineral acumulado en las cámaras en la guardia noche ya que el horario de voladura en dicho turno es las 3.15 am y se tiene 1.30 horas para que el scoop acumule.
5. El horario para el ingreso de volquetes debe ser a primera hora.
6. Las reparaciones mecánicas en cancha 600 como reajustes de neumáticos, abrazaderas de muelles y otros debe ser unos 30 minutos antes.
7. Los supervisores de transportes deben contar con el programa de producción diaria y mensual.
8. El reparto de guardia y charla de seguridad debe ser lo más breve posible para que los volquetes ingresen a primera hora
9. Todas las cámaras de carguío deben estar bien señalizadas por el área de productividad.

## BIBLIOGRAFIA

1. Alvares Huanca (2014 – pág. 135) Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte de la Unidad Minera de Arcata
2. Baldeón Quispe (2010 – pág. 62) Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad de la Cía. Minera condestable S. A. Pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
3. Bazán Cupri (2016 – pág. 193) Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo de la Compañía Minera Atacocha.
4. Carlesi, H: Metodología y diseño de la Investigación Científica. Primera edición. Marzo 1994.
5. Cataldo, A. (1992): Manuel de Investigación científica. Ed, Eximpress. Lima.
6. Hernández, R, Fernández C, Batista P. (2006), Metodología de la investigación, Me Graw Hill, Sta edición, México
7. Huarocc Ccanto (2014 – pág. 114) Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño en la UM Chuco II de la EM UPKAR MINING S.A.C
8. Mayhua Mendoza y Mendoza Romero (2012 – pág. 61) Optimización en el sistema de transporte de mineral del nivel 1070 a superficie de la unidad minera San Cristóbal – Volcan S. A. A.
9. Mercado Ramírez, 1998. "Productividad Base de la Competitividad".
10. Normas APA – 2018. Sexta Edición.

## **ANEXOS**

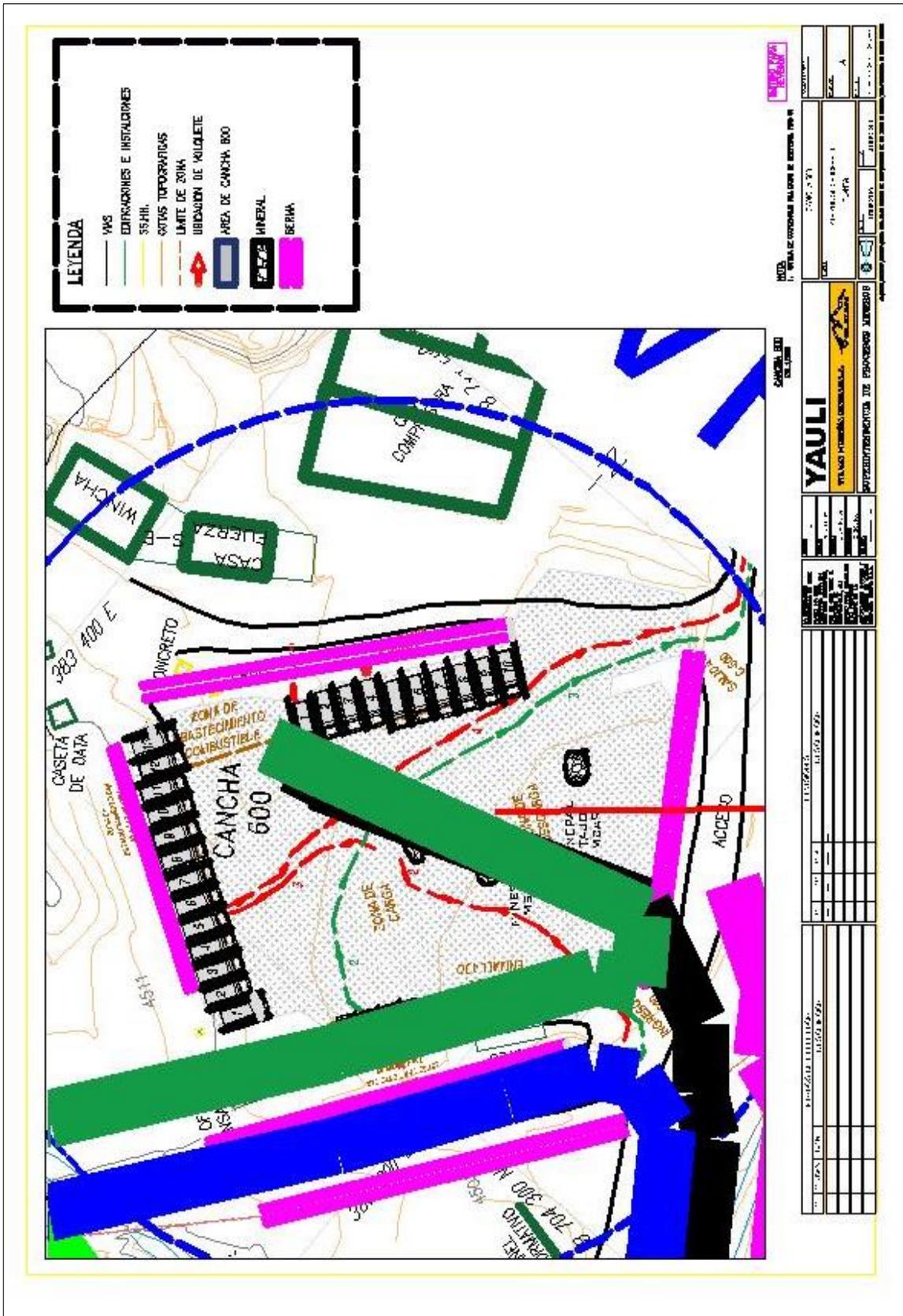
## ANEXO 1: DISTRIBUCIÓN DE VOLQUETES PARA LA MINA SAN CRISTÓBAL

INVENTARIO DE EQUIPOS / VOLQUETES EN LA UNIDAD DE SAN CRISTÓBAL							
ITEM	CÓDIGO	MARCA	CAPACIDAD TN	MATERIAL	MÓDELO DE MOTOR	SISTEMA DE TRACCIÓN	TIPO DE CAJA
1	VO 01	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	MECÁNICO
2	VO 02	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	MECÁNICO
3	VO 03	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	MECÁNICO
4	VO 04	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	MECÁNICO
5	VO 05	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	MECÁNICO
6	VO 06	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	MECÁNICO
7	VO 21	VOLVO	25 TN	MINERAL	480 HP	6X4	I SHIFT
8	VO 23	VOLVO	25 TN	MINERAL	480 HP	6X4	I SHIFT
9	VO 24	VOLVO	25 TN	MINERAL	480 HP	6X4	I SHIFT
10	VO 25	VOLVO	25 TN	MINERAL	480 HP	6X4	I SHIFT
11	VO 26	VOLVO	25 TN	MINERAL	480 HP	6X4	I SHIFT
12	VO 27	VOLVO	25 TN	MINERAL	480 HP	6X4	I SHIFT
13	VO 28	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	I SHIFT
14	VO 29	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	I SHIFT
15	VO 30	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	I SHIFT
16	VO 31	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	I SHIFT
17	VO 32	VOLVO	30 TN	MINERAL	480 HP	8X4	I SHIFT
18	AME 05	MERCEDES BENZ	25 TN	DESMONTE	3344 HP	6X4	AUTOMÁTICO
19	AME 06	MERCEDES BENZ	25 TN	DESMONTE	3344 HP	6X4	AUTOMÁTICO
20	AME 07	MERCEDES BENZ	25 TN	DESMONTE	3344 HP	6X4	AUTOMÁTICO
21	AME 08	MERCEDES BENZ	25 TN	DESMONTE	3344 HP	6X4	AUTOMÁTICO

Fuente: Elaboración propia



### ANEXO 3: UBICACIÓN Y PARQUEO DE LOS VOLQUETES EN SUPERFICIE – CANCHA 600



Fuente: Área de Planeamiento de la Mina San Cristóbal

## ANEXO 4: PUNTOS DE CARGUÍO DE TODA LA MINA SAN CRISTÓBAL

UBICACIÓN DE CAMÁRAS DE CARGUÍO MINERAL DESMONTE							
San Cristobal							
PUNTO CARGUÍO							
N°	NIVEL	LABOR	LABOR DE REF.	Código SAP	Equipo	Estructura	Puntos
1	500	CA-913	BP 635	PC01	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
2	500	CA-986-2	BP 986	PC02	Dúmpfer	V.658	Punto Antiguo
3	500	CA-635-1	XC 635	PC03	Dúmpfer	V.658-V.SPLIT 658	Punto Antiguo
4	580	CA-326-9	RP 326 (+)	PC04	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Antiguo
5	580	CA-326-10	RP 326 (+)	PC05	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Antiguo
6	580	CA-985-2	BP 985	PC06	Dúmpfer	V.658	Punto Antiguo
7	630	CA-070	BP 633 (H3)	PC07	Volquete	V.658	Punto Antiguo
8	630	CA-326-1	BP 326 E (H LOCO)	PC08	Volquete	V. RAMAL PISO 722	Punto Antiguo
9	630	CA-325-3	RP 325 (-)	PC09	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Antiguo
10	780	CA-453	BP 690 E	PC10	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
11	820	CA-123-3	BP 123 W	PC11	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
12	780	CA-001-1	RP 314	PC12	Volquete	V. RAMAL PISO 722	Punto Antiguo
13	820	AC 123 9	RP 123 1	PC13	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
14	820	CA-9615-1	AC 9615 2	PC14	Dúmpfer	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
15	820	CA-180 2	RP 180 (+)	PC15	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
16	1020	CA-617-1E	BP 617 1 E	PC16	Dúmpfer	V.658	Punto Antiguo
17	970	CA-617-8	RP 617 (+)	PC17	Volquete	V.658	Punto Antiguo
18	970	CA 617 6	RP 617 (+)	PC18	Volquete	V.658	Punto Antiguo
19	1020	CA-292	BP 615 E	PC19	Volquete	V.658	Punto Antiguo
20	1070	CA 617 4B	RP 617 (-)	PC20	Volquete	V.658	Punto Antiguo
21	1070	CA-633-3	BP 616 E	PC21	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
22	1120	CA-916-4	RP 616 (-)	PC22	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
23	1120	CA-120-5	XC 1120 W	PC23	Volquete	V.658-V.SPLIT 658	Punto Antiguo
24	1120	CA-120-4	BP 1120 W	PC24	Volquete	V.658	Punto Antiguo
25	1170	CA-618-3A	AC 618 3	PC25	Dúmpfer	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
26	1170	CA-618-1W	BP 618 W	PC26	Volquete	V. TENSIONAL LOLA	Punto Antiguo
27	1170	CA-48	RP 672 (-)	PC27	Volquete	V.658	Punto Antiguo
28	1170	CA-672-2B	BP 672 W	PC28	Volquete	V.658-V.722	Punto Antiguo
29	1170	CA-01 RP 618	RP 618 (-)	PC29	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Antiguo
30	1220	CA 620 E	XC 620	PC30	Volquete	V.658-V.SPLIT 658	Punto Antiguo
31	1220	CA 1220 3	XC 1220 1	PC31	Volquete	V.658-V.722	Punto Antiguo
32	1170	CA-042-11	RP 042 (-)	PC32	Volquete	V.658-V.722	Punto Antiguo
33	1270	CA-01 616	XC 616 2	PC33	Dúmpfer	V. TENSIONAL LOLA	Punto Antiguo
34	580	CA 326 12	RP 326 (+)	PC34	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Nuevo
35	500	CA 327 5	AC 326 7	PC35	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Nuevo
36	920	CA 205	RP 742 (+)	PC36	Volquete	V.658-C.658	Punto Nuevo
37	1070	CA 614 2	BP 614	PC37	Dúmpfer	V.658	Punto Nuevo
38	1070	CA 617 2	RP 617 (-)	PC38	Dúmpfer	V.658	Punto Nuevo
39	1020	CA_01 BP 874 2	BP 874 2	PC39	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
40	1170	CA_04 RP 618	RP 618 (-)	PC40	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
41	1170	CA_672 1A	BP_672 W	PC41	Volquete	V.658-V.722	Punto Nuevo
42	1170	CA_618 11	BP_618 E	PC42	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
43	1220	XC_619 1	RP_616 (-)	PC43	Volquete	V.658	Punto Nuevo
44	1220	CA_616 4	RP_616 (-)	PC44	Volquete	V.658	Punto Nuevo
45	1220	CA_616 1	RP_616 (-)	PC45	Volquete	V.658-V.SPLIT 658	Punto Nuevo
46	1270	CA_01 1220 1	XC_1220 1	PC46	Volquete	V.658-V.722	Punto Nuevo
47	1220	CA 703 3	RP 1270	PC47	Volquete	V.722	Punto Nuevo
48	1270	CA_01 RP 1220 2	RP_1220 2	PC48	Volquete	V.658-V.722	Punto Nuevo
49	1220	CA_02 BP 1220 W	BP_1220 W	PC49	Volquete	V.658	Punto Nuevo
50	1270	CA 616 15	RP 616 (-)	PC50	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
51	1220	CA-616 13	RP_616 (-)	PC51	Volquete	V. TENSIONAL LOLA	Punto Nuevo
52	1270	CA-616 20	RP_616 (-)	PC52	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo Temporal
53	1270	AC_75 3E	RP_1220-2 (-)	PC53	Volquete	V.658-V.722	Punto Nuevo
54	500	CA 326 15	RP 326 (+)	PC54	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Nuevo
55	500	CA 326 17	RP 326 (+)	PC55	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Nuevo
56	630	CA 324 1	RP 325 (-)	PC56	Dúmpfer	V. RAMAL PISO 722	Punto Nuevo
57	1020	AC_69 1E	BP_874 2	PC57	Dúmpfer	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
58	1070	CA_01 875	BP_875 E	PC58	Dúmpfer	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
59	1070	CA_01 875	BP_875 E	PC59	Dúmpfer	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
60	1070	CA 614 3	BP_614 E	PC60	Dúmpfer	V.658	Punto Nuevo
61	1120	CA_01 RP 617 (-)	RP_617 (-)	PC61	Volquete	V.658	Punto Nuevo
62	1120	CA_01 BP 1120 E	BP_1120 E	PC62	Volquete	V.658	Punto Nuevo
63	1170	CA_01 BP 618 2E	BP_618 2E	PC63	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
64	1220	CA_01 618 3	XC_618-3	PC64	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
65	1220	CA_02 619 5	RP_619 5 (-)	PC65	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
66	1220	CA_09 619 5	RP_619 5 (-)	PC66	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
67	1320	CA_04 RP 1220 2	RP_1220_2	PC67	Volquete	V 658	Punto Nuevo
68	1320	CA_SP4 01	XC SP4	PC68	Volquete	V 658	Punto Nuevo
69	1320	CA_616 26	RP 616	PC69	Volquete	V 658	Punto Nuevo
70	780	CA_142 H2	NO DEFINIDO	PC 70	Volquete	NO DEFINIDO	Punto Nuevo
71	780	CA_460 H4	NO DEFINIDO	PC 71	Volquete	NO DEFINIDO	Punto Nuevo
72	780	CA_214 H3	NO DEFINIDO	PC 72	Volquete	NO DEFINIDO	Punto Nuevo
73	1070	CA_724 (SN 020)	NO DEFINIDO	PC 73	Volquete	NO DEFINIDO	Punto Nuevo
74	780	EM_780	NO DEFINIDO	PC 74	Volquete	NO DEFINIDO	Punto Nuevo
75	780	EM_960	NO DEFINIDO	PC 75	Volquete	NO DEFINIDO	Punto Nuevo
N/D	1220	ACC 619_6	RP 619_5	N/D	Volquete	V 658	Punto Nuevo
N/D	1320	ACC 76_2W	RP 1220-2	N/D	Volquete	V 658	Punto Nuevo
N/D	1320	CA 66_2	ACC 66 2W/RP 66(-)	N/D	Volquete	V. LOLA	Punto Nuevo

Fuente: Área de Planeamiento de la Mina San Cristóbal

## ANEXO 5: NUEVOS PUNTOS DE CARGUÍO DE LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN

UNIDA MINERA SAN CRISTÓBAL / PUNTOS DE CARGUÍO PAARA EL CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCCIÓN							
N°	NIVEL	LABOR	LABOR DE REF.	Codigo SAP	Equipo	Estructura	Puntos
46	1270	CA_01 1220 1	XC 703/XC 1220_1	PC46	Volquete	V.658-V.722	Punto Nuevo
47	1220	CA 703 3	RP_1270	PC47	Volquete	V.722	Punto Nuevo
49	1220	CA_02 BP 1220 W	BP_1220 W	PC49	Volquete	V.658	Punto Nuevo
50	1270	CA_616 15	RP_616 (-)/ XC 616 15	PC50	Volquete	V.SPLIT 658	Punto Nuevo
53	1270	AC_75 3E	RP_1220-2 (-)	PC53	Volquete	V.658-V.722	Punto Nuevo
67	1320	CA_04 RP 1220 2	RP 1220_2/ACC 75_3W	PC67	Volquete	V 658	Punto Nuevo
68	1320	CA_SP4_01	XC_SP/ ACC SP4_1E	PC68	Volquete	V 658	Punto Nuevo
N/D	1220	ACC 619_6	RP 619_5	N/D	Volquete	V 658	Punto Nuevo
N/D	1320	ACC 76_2W	RP 1220-2	N/D	Volquete	V 658	Punto Nuevo
N/D	1320	CA 66_2	ACC 66 2W/RP 66(-)	N/D	Volquete	V. LOLA	Punto Nuevo

San Cristobal			
ECHADERO MINERAL			
N°	NIVEL	Nombre	Codigo SAP
1	780	P-960	EM01
2	780	P-780	EM02
3	820	P-960	EM03

San Cristobal			
TOLVA MINERAL			
N°	NIVEL	Nombre	Codigo SAP
1	820	960	TM01
2	820	780	TM02

San Cristobal			
CANCHA MINERAL			
N°	NIVEL	Nombre	Codigo SAP
1		Cancha 600	CM01

San Cristobal			
BOTADERO DESMONTE			
N°	NIVEL	Nombre	Codigo SAP
1			BD01

San Cristobal			
PLANTA RELLENO H.			
N°	NIVEL	Nombre	Codigo SAP
1		Solitaria	PR01
2		390	PR02
3		Huaripampa	PR03

Fuente: Área de Planeamiento de la Mina San Cristóbal

**ANEXO 6.A: CONTROL DE TIEMPOS N°1 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N°1 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MANIOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MANIOBRA N° 2	CANTIDAD DE CUCHARAS / PASES	CICLO DE CARGUÍO POR CUCHARA / PASE	TIEMPO DE LLENADO POR VOLQUETE (HR)		
VO 31	1	00:03:15	00:00:20	00:00:18	00:00:20		00:04:13			
	2	00:03:12	00:00:18	00:00:22	00:00:15	3	00:04:07	00:12:17		
	3	00:02:58	00:00:16	00:00:19	00:00:24		00:03:57			
VO 30	1	00:03:24	00:00:22	00:00:21	00:00:24		00:04:31			
	2	00:02:59	00:00:20	00:00:25	00:00:23	3	00:04:07	00:12:35		
	3	00:02:58	00:00:19	00:00:16	00:00:24		00:03:57			
VO 06	1	00:03:02	00:00:23	00:00:19	00:00:25		00:04:09			
	2	00:03:10	00:00:22	00:00:17	00:00:24	3	00:04:13	00:12:33		
	3	00:03:08	00:00:21	00:00:22	00:00:20		00:04:11			
VO 28	1	00:03:02	00:00:15	00:00:17	00:00:24		00:03:58			
	2	00:03:00	00:00:15	00:00:24	00:00:22	3	00:04:01	00:12:15		
	3	00:03:15	00:00:18	00:00:22	00:00:21		00:04:16			
VO 03	1	00:03:02	00:00:21	00:00:21	00:00:20		00:04:04			
	2	00:02:50	00:00:22	00:00:15	00:00:25	3	00:03:52	00:12:08		
	3	00:03:10	00:00:20	00:00:19	00:00:23		00:04:12			
<b>PROMEDIO</b>		<b>00:03:06</b>	<b>00:00:19</b>	<b>00:00:20</b>	<b>00:00:22</b>	<b>3</b>	<b>00:04:07</b>	<b>00:12:22</b>		

RESUMEN DE CÁLCULOS			
PROMEDIO DE CARGUÍO POR CUCHARA / PASE	00:04:07	0.07	HR
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUÍO POR VOLQUETE	00:12:22	0.21	HR
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE	8.5		Tm/PASE
TONELAJE CARGADO POR VOLQUETE	25.5		Tm/VOLQUETE
N° DE VOLQUETES CARGADOS POR HORA	5		VOLQUETE/HORA
RENDIMIENTO	123.72		Tm/HORA

PARÁMETROS:	
Punto de Carguío:	46 XC 703 / XC 820_1
Destino:	Cancha 600 Superficie
Hora - Inicio de guardia:	08:30 am
Fecha:	11/03/2018 - 21/03/18
Guardia:	Día
Zona:	3
Nivel:	1270
Labor:	Taje 80
Capacidad Efectiva de cucharas:	85 t
N° de cucharas / pases:	3
Equipo de Carguío:	Scoop - 3649 6 Y43
Densidad del Mineral Lustr:	3.48 Tm/m <sup>3</sup>
Propiedad del Equipo:	Compañía
Densidad del Mineral suelto:	1.79 Tm/m <sup>3</sup>
Distancia de recorrido del scoop desde el bajo hasta la cámara de carguío:	60 m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.B: CONTROL DE TIEMPOS N°2 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N° 2 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MANIOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MANIOBRA N° 2	CANTIDAD DE CUCHARAS / PASES	CICLO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE	TIEMPO DE LLENADO POR VOLQUETE		
VO 05	1	00:00:59	00:00:21	00:00:21	00:00:35		00:02:16			
	2	00:01:12	00:00:22	00:00:22	00:00:32	3	00:02:28	00:07:10		
	3	00:01:15	00:00:17	00:00:25	00:00:32		00:02:29			
VO 30	1	00:00:58	00:00:19	00:00:20	00:00:30		00:02:07			
	2	00:01:25	00:00:18	00:00:24	00:00:31	3	00:02:38	00:07:06		
	3	00:01:14	00:00:16	00:00:19	00:00:32		00:02:21			
VO 28	1	00:00:59	00:00:21	00:00:18	00:00:34		00:02:12			
	2	00:01:12	00:00:21	00:00:18	00:00:33	3	00:02:24	00:07:06		
	3	00:01:14	00:00:23	00:00:21	00:00:32		00:02:30			
VO 29	1	00:01:00	00:00:16	00:00:22	00:00:37		00:02:15			
	2	00:01:25	00:00:17	00:00:25	00:00:40	3	00:02:47	00:07:41		
	3	00:01:18	00:00:19	00:00:24	00:00:38		00:02:39			
VO 04	1	00:01:06	00:00:24	00:00:21	00:00:35		00:02:26			
	2	00:01:24	00:00:19	00:00:18	00:00:38	3	00:02:39	00:07:35		
	3	00:01:12	00:00:17	00:00:20	00:00:41		00:02:30			
<b>PROMEDIO</b>		<b>00:01:12</b>	<b>00:00:19</b>	<b>00:00:21</b>	<b>00:00:35</b>	<b>3</b>	<b>00:02:27</b>	<b>00:07:20</b>		

RESUMEN DE CÁLCULOS			
PROMEDIO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE	00:02:27	0.04	HR
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUO POR VOLQUETE	00:07:20	0.12	HR
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE	8.5		TM/PASE
TONELAJE CARGADO POR VOLQUETE	25.5		TM/VOLQUETE
N° DE VOLQUETES CARGADOS POR HORA	8		VOLQUETE/HORA
RENDIMIENTO	208.64		TM/HORA

PARAMETROS:		FP 616 (Y) XC 616_15
Punto de Carguio:	50	Superficie
Destino:	Cancha 600	
Fecha:	3/09/2018 - 4/09/18	
Guardia:	Día	
Zona:	3	
Nivel:	1270	
Labor:	Tajo Sp6	
Capacidad Efectiva de tolva	85	%
Capacidad Efectiva de cuchara	85	%
N° de cucharas	3	
Equipo de Carguio:	Scoop - 3648	6 Y60
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m3
Propiedad del Equipo	Compañia	
Densidad del Mineral sellto:	1.79	Tm/m3
Distancia de recorrido del scoop desde la cámara de acumulación hacia la cámara de carguio:	15	m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.C: CONTROL DE TIEMPOS N°3 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N° 3 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MANIOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MANIOBRA N° 2	CANTIDAD DE CUCHARAS / PASES	CICLO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE	TIEMPO DE LLENADO POR VOLQUETE		
VO 04	1	00:02:58	00:00:21	00:00:20	00:00:30		00:04:09			
	2	00:02:30	00:00:22	00:00:19	00:00:35	3	00:03:46	00:11:50		
	3	00:02:45	00:00:17	00:00:24	00:00:29		00:03:55			
VO 03	1	00:02:55	00:00:19	00:00:20	00:00:34		00:04:08			
	2	00:02:38	00:00:18	00:00:22	00:00:39	3	00:03:57	00:11:59		
	3	00:02:47	00:00:16	00:00:20	00:00:31		00:03:54			
VO 02	1	00:02:48	00:00:21	00:00:19	00:00:35		00:04:03			
	2	00:02:56	00:00:21	00:00:18	00:00:38	3	00:04:13	00:12:23		
	3	00:02:45	00:00:23	00:00:25	00:00:34		00:04:07			
VO 23	1	00:02:47	00:00:16	00:00:23	00:00:36		00:04:02			
	2	00:02:38	00:00:17	00:00:24	00:00:34	3	00:03:53	00:12:00		
	3	00:02:47	00:00:19	00:00:23	00:00:36		00:04:05			
VO 31	1	00:02:40	00:00:24	00:00:24	00:00:40		00:04:08			
	2	00:02:46	00:00:19	00:00:19	00:00:37	3	00:04:01	00:12:11		
	3	00:02:50	00:00:17	00:00:21	00:00:34		00:04:02			
<b>PROMEDIO</b>		<b>00:02:46</b>	<b>00:00:19</b>	<b>00:00:21</b>	<b>00:00:35</b>	<b>3</b>	<b>00:04:02</b>	<b>00:12:05</b>		
RESUMEN DE CÁLCULOS										
PROMEDIO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE		00:04:02	0.07	HR						
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUO POR VOLQUETE		00:12:05	0.20	HR						
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE		8.5		TM / PASE						
TONELAJE CARGADO POR VOLQUETE		25.5		TM / VOLQUETE						
N° DE VOLQUETES CARGADOS POR HORA		5		VOLQUETE/HORA						
RENDIMIENTO		126.62		TM/HORA						

**PARÁMETROS:**

Punto de Carguio:	53	Acc 75_3E / Rp 1220_2 (-)
Destino:	Concha 600	Superficie
Fecha:	5/09/2018 - 6/09/18	
Guardia:	Día	
Zona:	3	
Minel:	1270	
Labor:	Sh 76_4E	
Capacidad Efectiva de toira	85	%
Capacidad Efectiva de crebara	85	%
N° de crebaras	3	
Equipo de Carguio:	Scoop - Soc 31	6 Y 43
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m3
Propiedad del Equipo	Aca	
Densidad del Mineral srelto:	1.79	Tm/m3
Distancia de recorrido del scoop desde el sub nivel hacia la cámara de carguio:	30	m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.D: CONTROL DE TIEMPOS N°4 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N° 4 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MANIOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MANIOBRA N° 2	CANTIDAD DE CUCHARAS / PASES	CICLO DE CARGUO POR CUCHARA /	TIEMPO DE LLENADO POR VOLQUETE (HR)		
VO 05	1	00:00:58	00:00:20	00:00:21	00:00:31		00:02:10			
	2	00:00:55	00:00:25	00:00:18	00:00:39	3	00:02:17	00:06:25		
	3	00:00:50	00:00:16	00:00:24	00:00:28		00:01:58			
VO 31	1	00:00:56	00:00:18	00:00:22	00:00:34		00:02:10			
	2	00:00:55	00:00:20	00:00:23	00:00:36	3	00:02:14	00:06:43		
	3	00:00:52	00:00:22	00:00:21	00:00:34		00:02:19			
VO 29	1	00:00:59	00:00:19	00:00:18	00:00:32		00:02:08			
	2	00:00:05	00:00:16	00:00:25	00:00:36	3	00:02:22	00:06:43		
	3	00:00:55	00:00:25	00:00:21	00:00:32		00:02:13			
VO 28	1	00:00:03	00:00:19	00:00:20	00:00:31		00:02:13			
	2	00:00:02	00:00:18	00:00:22	00:00:37	3	00:02:19	00:06:56		
	3	00:00:59	00:00:23	00:00:24	00:00:39		00:02:24			
VO 32	1	00:00:58	00:00:25	00:00:25	00:00:39		00:02:27			
	2	00:00:54	00:00:22	00:00:19	00:00:31	3	00:02:06	00:06:36		
	3	00:00:56	00:00:17	00:00:21	00:00:29		00:02:03			
<b>PROMEDIO</b>		<b>00:00:58</b>	<b>00:00:20</b>	<b>00:00:22</b>	<b>00:00:34</b>	<b>3</b>	<b>00:02:14</b>	<b>00:06:41</b>		

RESUMEN DE CÁLCULOS		
PROMEDIO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE	00:02:14	0.04 HR
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUO POR VOLQUETE	00:06:41	0.11 HR
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE	8.5	TM / PASE
TONELAJE CARGADO POR VOLQUETE	25.5	TM / VOLQUETE
N° DE VOLQUETES CARGADOS POR HORA	9	VOLQUETE/HORA
RENDIMIENTO	228.33	TM/HORA

PARÁMETROS:		
Punto de Carguio:	68	XG_SP4/ACC-SPA_IE
Destino:	Cancha 600	Superficie
Fecha:	7/09/2018 - 8/09/18	
Guardia:	Noche	
Zona:	3	
Nivel:	1320	
Labor:	Tajo Sp5	
Capacidad Efectiva de tolva	85	%
Capacidad Efectiva de crahara	85	%
N° de craharas	3	
Equipo de Carguio:	Scoop - 3850	6 Td3
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m3
Propiedad del Equipo	Compañia	
Densidad del Mineral strelto:	1.79	Tm/m3
Distancia de recorrido del scoop desde la cámara de acumulación hacia la cámara de carguio:	15	m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.E: CONTROL DE TIEMPOS N°5 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N° 5 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MANIOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MANIOBRA N° 2	CANTIDAD DE Cucharas / Pases	CICLO DE CARGUÍO POR CUCHARA / PASE	TIEMPO DE LLENADO POR VOLQUETE (HR)		
VO 05	1	00:02:50	00:00:22	00:00:24	00:00:35		00:04:11			
	2	00:02:45	00:00:25	00:00:25	00:00:30	3	00:04:05	00:11:59		
	3	00:02:30	00:00:18	00:00:24	00:00:31		00:03:43			
VO 31	1	00:02:48	00:00:19	00:00:26	00:00:35		00:04:08			
	2	00:02:45	00:00:25	00:00:21	00:00:38	3	00:04:09	00:12:23		
	3	00:02:47	00:00:24	00:00:21	00:00:34		00:04:06			
VO 29	1	00:03:05	00:00:18	00:00:24	00:00:38		00:04:25			
	2	00:03:14	00:00:19	00:00:22	00:00:35	3	00:04:30	00:13:12		
	3	00:02:54	00:00:25	00:00:24	00:00:34		00:04:17			
VO 28	1	00:02:54	00:00:20	00:00:23	00:00:39		00:04:16			
	2	00:02:55	00:00:21	00:00:24	00:00:36	3	00:04:16	00:12:39		
	3	00:02:48	00:00:24	00:00:25	00:00:30		00:04:07			
VO 32	1	00:02:08	00:00:19	00:00:23	00:00:32		00:03:22			
	2	00:02:49	00:00:21	00:00:18	00:00:35	3	00:04:03	00:11:40		
	3	00:02:59	00:00:24	00:00:24	00:00:28		00:04:15			
<b>PROMEDIO</b>		<b>00:02:49</b>	<b>00:00:22</b>	<b>00:00:23</b>	<b>00:00:34</b>	<b>3</b>	<b>00:04:08</b>	<b>00:12:23</b>		

RESUMEN DE CÁLCULOS		
PROMEDIO DE CARGUÍO POR CUCHARA / PASE	00:04:08	0.07 HR
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUÍO POR VOLQUETE	00:12:23	0.21 HR
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE	8.5	TM / PASE
TONELAJE CARGADO POR VOLQUETE	25.5	TM / VOLQUETE
N° DE VOLQUETES CARGADOS POR HORA	5	VOLQUETE/HORA
RENDIMIENTO	123.55	TM/HORA

PARÁMETROS:		
Punto de Carguío:	No Definido	Acc-619_6 / Rp 619_5
Destino:	Pavilla 360	Nivel 820
Fecha:	3/03/2018 - 10/03/18	
Guardia:	Noche	
Zona:	3	
Nivel:	1220	
Labor:	Tajo 68	
Capacidad Efectiva de tobra	85	%
Capacidad Efectiva de crechala	85	%
N° de crechala	3	
Equipo de Carguío:	Scoop - 3648	6 Yds
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m3
Propiedad del Equipo	Compañía	
Densidad del Mineral zuelto:	1.79	Tm/m3
Distancia de recorrido del scoop desde el tajo hacia la cámara de carguío:	45	m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.F: CONTROL DE TIEMPOS N°6 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N° 6 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MANIOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MANIOBRA N° 2	CANTIDAD DE CUCHARAS / PASES	CICLO DE CARGUÍO POR CUCHARA / PASE	TIEMPO DE LLENADO POR VOLQUETE (HR)		
VO-32	1	00:00:10	00:00:21	00:00:23	00:00:34		00:02:28			
	2	00:00:05	00:00:24	00:00:24	00:00:32	3	00:02:25	00:01:07		
	3	00:00:58	00:00:19	00:00:25	00:00:32		00:02:14			
VO-30	1	00:00:12	00:00:16	00:00:22	00:00:33		00:02:23			
	2	00:00:08	00:00:24	00:00:19	00:00:30	3	00:02:21	00:06:54		
	3	00:00:58	00:00:25	00:00:18	00:00:29		00:02:10			
VO-01	1	00:00:05	00:00:18	00:00:21	00:00:28		00:02:12			
	2	00:00:07	00:00:17	00:00:18	00:00:31	3	00:02:13	00:06:45		
	3	00:00:02	00:00:22	00:00:23	00:00:33		00:02:20			
VO-23	1	00:00:15	00:00:23	00:00:24	00:00:35		00:02:37			
	2	00:00:04	00:00:24	00:00:17	00:00:35	3	00:02:20	00:07:23		
	3	00:00:12	00:00:23	00:00:19	00:00:32		00:02:26			
VO-28	1	00:00:53	00:00:21	00:00:22	00:00:29		00:02:11			
	2	00:00:06	00:00:18	00:00:19	00:00:31	3	00:02:14	00:06:39		
	3	00:00:04	00:00:23	00:00:21	00:00:26		00:02:14			
PROMEDIO		00:01:06	00:00:21	00:00:21	00:00:31	3	00:02:19	00:06:58		

RESUMEN DE CÁLCULOS		
PROMEDIO DE CARGUÍO POR CUCHARA / PASE	00:02:19	0.04 HR
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUÍO POR VOLQUETE	00:06:58	0.12 HR
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE	8.5	TMI / PASE
TONELAJE CARGADO POR VOLQUETE	25.5	TMI / VOLQUETE
N° DE VOLQUETES CARGADOS POR HORA	8.5	VOLQUETES/HORA
RENDIMIENTO	218.82	TMI/HORA

PARÁMETROS:		
Punto de Carguío:	No Definido	ACC 76_2w / Rp 1220_2(c)
Destino:	Cañada 600	Superficie
Fecha:	11/03/2018 - 12/03/18	
Guardia:	Noche	
Zona:	3	
Nivel:	1320	
Labor:	Sh 76_2w	
Capacidad Efectiva de tolva	85	%
Capacidad Efectiva de crechera	85	%
N° de crecheras	3	
Equipo de Carguío:	Scoop - Sac 26	6 Yd3
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m3
Propiedad del Equipo	Acsa	
Densidad del Mineral suelto:	1.79	Tm/m3
Distancia de recorrido del scoop desde la cámara de acumulación hacia la cámara de carguío:	15	m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.G: CONTROL DE TIEMPOS N°7 PARA RENDIMIENTO DE SCOOP**

CONTROL DE TIEMPOS N° 7 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS SCOOP										
CÓDIGO DEL VOLBUETE	N° DE CUCHARA / PASE	TIEMPO DE TRASLADO DEL MATERIAL	TIEMPO DE MAMOBRA N° 1	TIEMPO DE DESCARGA	TIEMPO DE MAMOBRA N° 2	CANTIDAD DE CUCHARAS / PASES	CICLO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE	TIEMPO DE LLEAMADO POR VOLBUETE (HR)		
VO 01	1	00:03:10	00:00:20	00:00:22	00:00:30		00:04:22			
	2	00:03:25	00:00:23	00:00:25	00:00:35	3	00:04:48	00:14:06		
	3	00:03:45	00:00:20	00:00:25	00:00:26		00:04:56			
VO 02	1	00:03:15	00:00:19	00:00:22	00:00:34		00:04:30			
	2	00:03:30	00:00:22	00:00:25	00:00:34	3	00:04:51	00:13:26		
	3	00:02:55	00:00:23	00:00:18	00:00:29		00:04:05			
VO 04	1	00:03:16	00:00:20	00:00:21	00:00:35		00:04:32			
	2	00:03:47	00:00:19	00:00:25	00:00:31	3	00:05:02	00:14:35		
	3	00:03:44	00:00:21	00:00:23	00:00:33		00:05:01			
VO 03	1	00:02:55	00:00:23	00:00:24	00:00:35		00:04:17			
	2	00:03:18	00:00:24	00:00:17	00:00:35	3	00:04:34	00:13:47		
	3	00:03:40	00:00:25	00:00:19	00:00:32		00:04:56			
VO 01	1	00:03:37	00:00:20	00:00:22	00:00:29		00:04:48			
	2	00:03:15	00:00:19	00:00:19	00:00:31	3	00:04:24	00:14:07		
	3	00:03:44	00:00:24	00:00:21	00:00:26		00:04:55			
<b>PROMEDIO</b>		<b>00:03:25</b>	<b>00:00:21</b>	<b>00:00:22</b>	<b>00:00:32</b>	<b>3</b>	<b>00:04:40</b>	<b>00:14:00</b>		

RESUMEN DE CÁLCULOS		
PROMEDIO DE CARGUO POR CUCHARA / PASE	00:04:40	0.08 HR
PROMEDIO DEL CICLO DE CARGUO POR VOLBUETE	00:14:00	0.23 HR
TONELAJE CARGADO POR CUCHARA / PASE	8.5	Tm / PASE
TONELAJE CARGADO POR VOLBUETE	25.5	Tm / VOLBUETE
N° DE VOLBUETES CARGADOS POR HORA	4	VOLBUETE/HORA
RENDIMIENTO	103.29	Tm/HORA

PARÁMETROS:	
Punto de Carguo:	No Definido ACC 66 2w/PP 66(-)
Destino:	Cancha 600 Superficie
Fecha:	13/09/2018 - 14/09/18
Guardia:	Noche
Zona:	3
Nivel:	1320
Labor:	Sn ST 2w
Capacidad Efectiva de tolva	85 %
Capacidad Efectiva de cichara	85 %
N° de cicharas	3
Equipo de Carguo:	Scoop - Soc 29 6 Yd3
Densidad del Mineral:	3.48 Tm/m3
Propiedad del Equipo	Aca
Densidad del Mineral secito:	1.79 Tm/m3
Distacia de recorrido del scoop desde el sub nivel hacia la cámara de carguo:	55 m

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 6.H: RENDIMIENTO PROMEDIO DE LOS SCOOP**

RENDIMIENTOS PROMEDIO CON SCOOP - DISTANCIA DESDE EL TAJO / SUB NIVEL HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO							
DESCRIPCIÓN	EQUIPO DE CARGUÍO / SCOOP					PROMEDIO	UNIDAD DE MEDIDA
	S648	S649	Sae 31	Sae 29			
	NIVEL 1220 ACCESO 619_6	NIVEL 1270 PC 46	NIVEL 1270 PC 53	NIVEL 1320 ACCESO 66_2			
Ciclo de carguío por cuchara / pase	0.07	0.07	0.07	0.08		0.07	Hr
Ciclo de carguío por volquete	0.21	0.21	0.20	0.23		0.21	Hr
Toneladas cargadas por cuchara / pase	8.50	8.50	8.50	8.50		8.50	Tm / Pase
Toneladas cargadas por volquete	25.50	25.50	25.50	25.50		25.50	Tm / Volquete
N° de volquetes cargados por hora	5	5	5	4		5	Volquete / Hora
Toneladas cargadas por hora	123.55	123.72	126.62	109.29		120.80	Tm / Hora

RENDIMIENTOS PROMEDIO CON SCOOP - DISTANCIA DESDE LA CÁMARA DE ACUMULACIÓN HACIA LA CÁMARA DE CARGUÍO							
DESCRIPCIÓN	EQUIPO DE CARGUÍO / SCOOP					PROMEDIO	UNIDAD DE MEDIDA
	S648	S649	Sae 29				
	NIVEL 1270 PC 50 ACCESO 76_2	NIVEL 1320PC 68					
Ciclo de carguío por cuchara / pase	0.04	0.04	0.04	0.04		0.04	Hr
Ciclo de carguío por volquete	0.12	0.11	0.12	0.12		0.12	Hr
Toneladas cargadas por cuchara / pase	8.50	8.50	8.50	8.50		8.50	Tm / Pase
Toneladas cargadas por volquete	25.50	25.50	25.50	25.50		25.50	Tm / Volquete
N° de volquetes cargados por hora	8	9	8.5	8.00		8.00	Volquete / Hora
Toneladas cargadas por hora	208.64	228.93	219.62	219.06		219.06	Tm / Hora

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.A: CONTROL DE TIEMPOS N° 1 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 1 PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES										
CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUJO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOLTEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)		
VO-31	01:04:22	00:02:15	00:12:17	00:55:10	00:02:25	02:16:29	9.30	00:12:14		
VO-31	00:57:22	00:02:55	00:12:43	01:00:35	00:03:25	02:17:00	9.30	00:12:40		
VO-30	01:01:10	00:01:15	00:12:30	01:06:54	00:01:58	02:23:47	9.20	00:12:35		
VO-30	01:05:40	00:01:58	00:12:20	01:05:05	00:02:02	02:27:05	9.30	00:12:24		
VO-06	01:02:25	00:02:55	00:12:35	01:02:45	00:02:15	02:22:35	9.20	00:12:04		
VO-06	00:58:58	00:02:00	00:12:14	00:58:45	00:01:58	02:16:55	9.40	00:12:35		
VO-29	00:55:58	00:02:25	00:12:34	01:01:55	00:01:58	02:14:48	9.30	00:12:28		
VO-29	01:04:25	00:01:58	00:12:50	01:02:25	00:01:58	02:31:56	9.40	00:12:35		
VO-01	01:03:28	00:02:05	00:12:25	01:05:47	00:02:15	02:26:00	9.20	00:12:10		
VO-01	00:57:32	00:02:57	00:12:30	01:02:10	00:02:10	02:17:39	9.10	00:12:35		
VO-28	01:00:55	00:01:58	00:12:45	01:01:30	00:03:10	02:20:18	9.40	00:12:14		
VO-28	01:15:20	00:02:10	00:12:45	01:01:58	00:02:14	02:33:27	9.20	00:12:35		
VO-02	01:02:47	00:01:53	00:12:40	01:04:58	00:02:47	02:25:11	9.30	00:12:24		
VO-02	01:00:48	00:02:04	00:12:26	01:03:42	00:01:59	02:20:59	9.20	00:12:10		
VO-03	01:03:00	00:02:25	00:12:25	01:04:25	00:02:58	02:25:16	9.30	00:12:40		
<b>PROMEDIO</b>	<b>01:02:18</b>	<b>00:02:13</b>	<b>00:12:32</b>	<b>01:03:00</b>	<b>00:02:22</b>	<b>02:22:25</b>	<b>9.27</b>	<b>00:12:26</b>		
<b>ENTERO</b>	<b>1.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.21</b>	<b>1.05</b>	<b>0.04</b>	<b>2.37</b>	<b>9.27</b>	<b>0.21</b>		

RESUMEN DE CÁLCULOS	
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	8.83 Km/hr
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	8.83 Km/hr
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.58 HORAS / VIAJE
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	9.88 TM/HR

PARÁMETROS:

Punto de Cargujo:	46	XC 703 / XC 1220_1
Destino:	Cacha 600	Superficie
Fecha:	10/09/2018 - 20/09/18	
Velocidad máxima en mina:	20	Km/hr
Guardia:	Día	
Zona:	3	
Nivel:	1270	
Labor:	Tajo 80	
Capacidad Efectiva de tolva	85	%
Capacidad Efectiva de ciclara	85	%
N° de ciclaras / pases	3	
Equipo de Cargujo:	Scoop - 8649	6 Y 63
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.B: CONTROL DE TIEMPOS N° 2 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 2 PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES	
<b>PARÁMETROS:</b>	
Punto de Carguío:	50 RP 616 (+) XC 616_15
Destino:	Cacha 600 Superficie
Fecha:	3/09/2016 - 4/09/16
Guardia:	D/a
Zona:	3
Nivel:	1270
Labor:	Tojo Sp6
Capacidad Efectiva de tolva	85 %
Capacidad Efectiva de crebara	85 %
N° de crebaras	3
Equipo de Carguío:	Scoop - 3548 6 T63
Densidad del Mineral:	3.48 T/m <sup>3</sup>
Velocidad máxima en mina:	20 Km/hr

CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUÍO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOLTEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)
VO-04	00:55:45	00:01:58	00:07:14	01:05:10	00:02:10	02:12:17	3.50	00:07:10
VO-31	00:53:58	00:02:15	00:07:33	01:05:57	00:02:14	02:22:59	3.50	00:07:15
VO-01	00:55:10	00:02:10	00:07:40	01:06:00	00:01:58	02:14:58	3.70	00:07:30
VO-05	00:55:58	00:02:58	00:07:10	01:06:10	00:01:58	02:17:14	3.80	00:07:40
VO-05	01:01:25	00:02:27	00:07:15	01:05:10	00:02:00	02:18:17	3.80	00:07:25
VO-30	01:03:25	00:02:15	00:07:25	01:04:25	00:01:57	02:19:27	3.70	00:07:32
VO-03	01:02:45	00:02:10	00:07:29	01:05:55	00:01:48	02:20:07	3.50	00:07:20
VO-02	00:55:58	00:02:10	00:07:30	01:01:48	00:01:42	02:09:08	3.60	00:07:26
VO-02	00:53:45	00:01:48	00:07:33	01:01:40	00:01:58	02:12:50	3.70	00:07:24
VO-29	01:00:58	00:02:00	00:07:24	01:01:42	00:01:55	02:22:59	3.50	00:07:41
VO-29	00:53:44	00:02:15	00:07:32	01:05:44	00:02:01	02:17:16	3.60	00:07:29
VO-32	00:55:10	00:02:48	00:07:24	01:07:55	00:02:15	02:15:32	3.60	00:07:16
VO-32	00:55:48	00:02:45	00:07:31	01:06:52	00:02:10	02:16:06	3.80	00:07:26
VO-32	00:53:42	00:02:20	00:07:24	01:04:58	00:02:14	02:16:38	3.50	00:07:20
VO-06	00:58:14	00:02:25	00:07:33	01:05:55	00:02:14	02:16:23	3.70	00:07:40
<b>PROMEDIO</b>	<b>00:58:47</b>	<b>00:02:19</b>	<b>00:07:27</b>	<b>01:05:13</b>	<b>00:02:32</b>	<b>02:16:43</b>	<b>3.63</b>	<b>00:07:26</b>
<b>ENTERO</b>	<b>0.38</b>	<b>0.04</b>	<b>0.12</b>	<b>1.10</b>	<b>0.03</b>	<b>2.28</b>	<b>3.63</b>	<b>0.12</b>

RESUMEN DE CÁLCULOS	
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	3.86 Km/hr
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	8.73 Km/hr
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.40 HORAS / VIAJE
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	10.62 TM/HR

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.C: CONTROL DE TIEMPOS N° 3 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 3 PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES			
<b>PARAMETROS:</b>			
Punto de Carguo:	S3	Acc 75_3E / Rp 1220_2 (-)	Superficie
Destino:	Cancha 600	5/09/2018 - 6/09/18	
Fecha:	Día		
Guardia:	3		
Zona:	1270		
Nivel:	Su 75_4E		
Labor:	85	%	
Capacidad Efectiva de tobra	85	%	
Capacidad Efectiva de cacerara	3		
N° de caceraras	Scoop - Suc.31	6'x60	
Equipo de Carguo:	3.48	T/mh3	
Densidad del Mineral:	20	Km/hr	
Velocidad máxima ca min:			

CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOLTEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)
VO 01	01:05:22	00:02:10	00:12:05	01:10:03	00:01:43	02:31:29	3.50	00:12:10
VO 01	01:01:00	00:02:24	00:12:10	01:08:25	00:02:02	02:26:01	3.40	00:12:25
VO 01	01:05:46	00:02:10	00:12:20	01:10:32	00:02:15	02:33:03	3.60	00:12:15
VO 28	01:01:05	00:01:48	00:12:07	01:10:45	00:01:59	02:36:44	3.30	00:12:23
VO 31	01:02:00	00:02:25	00:12:08	01:12:02	00:01:58	02:30:33	3.50	00:12:05
VO 05	01:03:25	00:02:10	00:12:12	01:10:25	00:02:05	02:30:17	3.60	00:12:14
VO 05	01:08:10	00:02:10	00:12:04	01:08:05	00:02:10	02:32:39	3.50	00:12:30
VO 03	01:06:10	00:02:05	00:12:24	01:10:15	00:02:45	02:33:39	3.40	00:12:15
VO 03	01:05:00	00:02:04	00:12:03	01:09:00	00:02:46	02:30:53	3.60	00:12:34
VO 03	01:06:47	00:02:03	00:12:06	01:08:10	00:02:02	02:31:08	3.50	00:12:00
VO 28	01:07:07	00:02:10	00:11:58	01:12:55	00:02:00	02:36:10	3.40	00:12:28
VO 28	01:06:45	00:02:15	00:12:16	01:10:12	00:01:59	02:33:27	3.60	00:12:34
VO 28	01:08:55	00:02:05	00:12:12	01:09:00	00:01:55	02:33:07	3.50	00:12:10
VO 29	01:08:45	00:01:58	00:12:20	01:12:25	00:01:49	02:37:17	3.40	00:12:06
VO 29	01:07:44	00:02:10	00:12:10	01:09:52	00:02:10	02:34:06	3.60	00:12:24
<b>PROMEDIO</b>	<b>01:06:12</b>	<b>00:02:08</b>	<b>00:12:10</b>	<b>01:10:04</b>	<b>00:02:07</b>	<b>02:32:42</b>	<b>3.49</b>	<b>00:12:18</b>
<b>ENTERO</b>	<b>1.10</b>	<b>0.04</b>	<b>0.20</b>	<b>1.17</b>	<b>0.04</b>	<b>2.55</b>	<b>3.49</b>	<b>0.21</b>

RESUMEN DE CÁLCULOS	
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	8.60 Km/hr
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	8.13 Km/hr
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.75 HORAS / VIAJE
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	9.27 TM/HR

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.D: CONTROL DE TIEMPOS N° 4 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 4 PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES		
<b>PARÁMETROS:</b>		
Punto de Carga:	68	XC_39 4/ACC-394_E
Destino:	Cancha 600	Superficie
Fecha:	7/03/2018 - 8/03/18	
Guardia:	Noche	
Zona:	3	
Mirel:	1320	
Labor:	Tipo Spó	
Capacidad Efectiva de tolva	85	%
Capacidad Efectiva de cchara	85	%
N° de ccharas	3	
Equipo de Carga:	Scoop - 3650	6 Yds
Densidad del Mineral:	3.48	T/m <sup>3</sup>
Velocidad máxima en mina:	20	Km/hr

CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUÍO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOITEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)
VO-02	01:04:02	00:02:14	00:06:25	01:01:00	00:01:53	02:24:50	3.50	00:06:10
VO-02	01:05:25	00:01:53	00:06:35	01:03:47	00:02:05	02:24:51	3.40	00:06:00
VO-04	01:03:10	00:02:10	00:06:10	01:06:10	00:02:10	02:18:50	3.40	00:06:35
VO-04	01:01:10	00:02:10	00:06:15	01:05:00	00:02:05	02:15:40	3.50	00:06:24
VO-05	01:03:44	00:01:48	00:06:35	01:17:48	00:02:02	02:31:57	3.40	00:06:26
VO-03	01:05:10	00:01:55	00:06:24	01:12:33	00:02:10	02:28:12	3.50	00:06:38
VO-03	01:02:47	00:02:05	00:06:10	01:07:47	00:02:05	02:20:54	3.60	00:06:48
VO-32	01:04:15	00:02:15	00:06:14	01:12:15	00:01:50	02:26:43	3.40	00:06:47
VO-32	01:06:14	00:01:50	00:06:48	01:10:14	00:02:10	02:27:16	3.50	00:06:10
VO-32	01:03:05	00:01:47	00:06:35	01:11:15	00:01:52	02:23:34	3.50	00:06:58
VO-31	01:05:41	00:01:55	00:06:47	01:06:48	00:02:10	02:23:21	3.50	00:06:28
VO-31	01:02:47	00:02:00	00:06:25	01:12:44	00:01:45	02:23:41	3.40	00:06:26
VO-31	01:05:00	00:01:55	00:06:24	01:13:04	00:02:11	02:28:34	3.60	00:06:40
VO-28	01:06:45	00:01:44	00:06:35	01:08:25	00:02:24	02:25:53	3.50	00:06:25
VO-28	01:07:44	00:02:05	00:06:40	01:10:10	00:02:10	02:28:43	3.40	00:06:14
<b>PROMEDIO</b>	<b>01:04:44</b>	<b>00:01:53</b>	<b>00:06:28</b>	<b>01:10:13</b>	<b>00:02:05</b>	<b>02:25:23</b>	<b>3.47</b>	<b>00:06:23</b>
<b>ENTERO</b>	<b>1.08</b>	<b>0.03</b>	<b>0.11</b>	<b>1.17</b>	<b>0.03</b>	<b>2.42</b>	<b>3.47</b>	<b>0.11</b>

RESUMEN DE CÁLCULOS	
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	8.78 Km/Hr
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	8.09 Km/Hr
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.53 HORAS / VIAJE
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	10.07 TM/HR

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.E: CONTROL DE TIEMPOS N° 5 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 5 PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES.									
<b>PARÁMETROS:</b>									
Punto de Cargueo:	No Definido	Acc 610_6 / Pp 610_5							
Destino:	Cancha 600	Superficie							
Fecha:	3/09/2018 - 10/09/18								
Guardia:	Noche								
Zona:	3								
Mirel:	1220								
Labor:	Tajo 60								
Capacidad Efectiva de tolva	85	%							
Capacidad Efectiva de cecabata	85	%							
N° de cecabatas	3								
Equipo de Cargueo:	Scoop	6 Td3							
Densidad del Mineral:	3.48	T/m <sup>3</sup>							
Velocidad máxima en mina:	20	Km/hr							
CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUEO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOITEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)	
VO 28	01:02:00	00:03:35	00:12:10	01:03:00	00:03:11	02:34:16	3.00	00:12:05	
VO 06	01:03:00	00:03:02	00:11:55	01:20:15	00:02:25	02:40:37	3.00	00:11:48	
VO 05	01:02:45	00:01:59	00:12:08	01:12:25	00:01:56	02:31:13	3.30	00:11:55	
VO 30	00:57:00	00:01:55	00:12:12	01:02:25	00:01:52	02:15:24	3.20	00:12:06	
VO 30	01:02:25	00:02:10	00:11:48	01:20:00	00:02:10	02:38:33	3.40	00:12:10	
VO 29	01:01:56	00:01:58	00:11:55	00:57:24	00:02:15	02:15:28	3.10	00:12:08	
VO 29	01:02:52	00:03:23	00:12:15	00:53:35	00:03:12	02:21:37	3.30	00:12:14	
VO 01	00:53:45	00:01:46	00:12:08	01:01:12	00:03:10	02:27:01	3.20	00:12:14	
VO 31	01:01:00	00:02:00	00:12:25	01:05:00	00:01:46	02:22:11	3.10	00:12:25	
VO 31	01:03:22	00:02:31	00:12:15	01:02:05	00:02:45	02:24:58	3.00	00:11:58	
VO 05	01:03:56	00:03:02	00:12:10	01:10:25	00:02:15	02:31:48	3.10	00:12:10	
VO 05	01:01:05	00:02:11	00:11:58	01:05:06	00:02:35	02:22:55	3.10	00:12:08	
VO 03	00:58:25	00:02:05	00:12:17	01:02:36	00:02:22	02:17:45	3.00	00:11:48	
VO 03	01:02:58	00:02:55	00:11:55	01:01:06	00:02:25	02:21:19	3.00	00:12:47	
VO 02	00:53:52	00:02:55	00:12:10	01:03:35	00:02:10	02:20:52	3.20	00:12:13	
<b>PROMEDIO</b>	<b>01:01:37</b>	<b>00:02:31</b>	<b>00:12:07</b>	<b>01:07:03</b>	<b>00:02:25</b>	<b>02:25:44</b>	<b>3.11</b>	<b>00:12:09</b>	
<b>ENTERO</b>	<b>1.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.20</b>	<b>1.02</b>	<b>0.04</b>	<b>2.33</b>	<b>3.11</b>	<b>0.20</b>	
RESUMEN DE CÁLCULOS									
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	8.87 Km/hr								
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	8.95 Km/hr								
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.53 HORAS / VIAJE								
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	10.07 T/MHR								

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.F: CONTROL DE TIEMPOS N° 6 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 6 PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES									
PARAMETROS:									
Punto de Carguío:	No Definido	ABC76_2W / Rp (220_2 f)	Superficie						
Destino:	Cancha 600								
Fecha:	11/09/2018 - 12/09/18								
Guardia:	Noche								
Zona:	3								
Nivel:	1320								
Labor:	Sn 76_2w								
Capacidad Efectiva de tolva	85		%						
Capacidad Efectiva de cuclara	85		%						
N° de cuclaras	3								
Equipo de Carguío:	Scoop - Svc 26		6 Yds						
Densidad del Mineral:	3.48		T/m <sup>3</sup>						
Velocidad máxima en mina:	20		Km/hr						

CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUÍO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOLTEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)
VO 05	01:04:10	00:01:55	00:07:10	01:16:45	00:01:57	02:31:57	10.00	00:07:10
VO 05	01:05:10	00:02:10	00:07:15	01:12:40	00:02:00	02:29:15	9.70	00:06:55
VO 01	01:06:22	00:02:05	00:07:35	01:13:10	00:01:55	02:31:07	9.80	00:07:10
VO 01	01:07:32	00:01:44	00:07:45	01:10:55	00:01:54	02:29:50	9.90	00:07:30
VO 01	01:03:44	00:02:00	00:08:10	01:11:17	00:02:30	02:27:41	10.00	00:06:59
VO 31	01:05:45	00:02:10	00:06:55	01:12:44	00:02:45	02:30:19	9.80	00:07:15
VO 31	01:02:55	00:02:11	00:07:35	01:13:00	00:02:00	02:27:41	9.90	00:07:26
VO 31	01:05:44	00:02:00	00:07:32	01:12:45	00:01:49	02:29:50	10.00	00:07:31
VO 28	01:04:16	00:01:58	00:07:42	01:11:25	00:02:10	02:27:31	9.70	00:07:53
VO 28	01:05:47	00:02:15	00:07:40	01:12:54	00:01:55	02:30:31	9.80	00:07:45
VO 28	01:06:44	00:01:55	00:07:52	01:10:52	00:02:05	02:29:28	10.00	00:07:25
VO 02	01:07:11	00:02:04	00:06:55	01:09:42	00:02:10	02:28:02	9.90	00:07:12
VO 02	01:04:44	00:01:56	00:07:00	01:13:45	00:01:55	02:29:20	10.00	00:08:10
VO 04	01:07:05	00:02:12	00:07:45	01:12:54	00:01:58	02:31:54	9.80	00:07:00
VO 04	01:03:04	00:02:00	00:07:52	01:10:54	00:01:57	02:31:47	9.80	00:07:14
<b>PROMEDIO</b>	<b>01:05:45</b>	<b>00:02:02</b>	<b>00:07:31</b>	<b>01:12:23</b>	<b>00:02:04</b>	<b>02:29:45</b>	<b>9.87</b>	<b>00:07:22</b>
<b>ENTERO</b>	<b>1.10</b>	<b>0.07</b>	<b>0.19</b>	<b>1.21</b>	<b>0.03</b>	<b>2.59</b>	<b>9.87</b>	<b>0.12</b>

RESUMEN DE CÁLCULOS	
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	9.01 Km/hr
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	8.18 Km/hr
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.65 HORAS / VIAJE
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	3.62 TM/HR

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7.G: CONTROL DE TIEMPOS N° 7 PARA RENDIMIENTO DE VOLQUETES**

CONTROL DE TIEMPOS N° 7 PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES			
<b>PARÁMETROS:</b>			
Punto de Carguío:	Mo Definido	ACC-66.2/PP-66(-)	
Destino:	Cancha 600	Superficie	
Fecha:	13/09/2018 - 14/09/18		
Guardia:	Noche		
Zona:	3		
Nivel:	1320		
Labor:	Sh 57_2w		
Capacidad Efectiva de tolva	85	4	
Capacidad Efectiva de crechera	85	4	
N° de crecheras	3		
Equipo de Carguío:	Scoop - Sac 29	6 Td3	
Densidad del Mineral:	3.48	Tm/m3	
Velocidad máxima en minas:	20	Km/hr	

CÓDIGO DEL VOLQUETE	TRASLADO A LA LABOR (HR)	POSICIONAMIENTO DE EQUIPO (HR)	TIEMPO DE CARGUÍO (HR)	TRASLADO DE MATERIAL (HR)	DESCARGA Y VOLTEO (HR)	CICLO TOTAL DE TRANSPORTE (HR)	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	DEMORAS OPERATIVAS (HR)
VO-01	01:08:10	00:01:58	00:14:30	01:51:41	00:01:48	02:42:07	3.80	00:14:00
VO-02	01:06:14	00:02:10	00:14:35	01:44:42	00:02:10	02:39:51	3.30	00:14:10
VO-03	01:04:47	00:02:14	00:13:55	01:56:35	00:02:24	02:42:15	10.00	00:14:15
VO-04	01:03:45	00:01:47	00:14:10	01:53:00	00:01:58	02:36:40	3.80	00:13:50
VO-05	01:05:47	00:02:10	00:13:58	01:50:56	00:02:24	02:35:15	3.30	00:14:20
VO-05	01:08:41	00:01:55	00:14:22	01:52:55	00:02:12	02:40:05	10.00	00:13:55
VO-05	01:05:48	00:02:39	00:14:38	01:53:00	00:02:00	02:40:05	3.80	00:13:45
VO-06	01:08:47	00:02:00	00:14:55	01:53:25	00:01:55	02:41:02	3.30	00:14:08
VO-06	01:06:41	00:02:01	00:14:22	01:52:24	00:01:52	02:41:20	10.00	00:14:02
VO-06	01:03:54	00:02:24	00:13:45	01:44:55	00:01:58	02:36:56	3.30	00:14:20
VO-04	01:06:25	00:02:00	00:13:46	01:50:05	00:02:10	02:39:26	10.00	00:13:48
VO-04	01:05:14	00:02:14	00:13:48	01:44:00	00:02:14	02:37:30	10.00	00:13:58
VO-04	01:07:22	00:02:03	00:14:20	01:52:25	00:02:10	02:41:20	3.30	00:13:14
VO-28	01:08:10	00:02:14	00:14:10	01:52:52	00:01:58	02:39:24	10.00	00:14:15
VO-28	01:04:12	00:01:58	00:14:28	01:53:00	00:02:10	02:37:48	10.00	00:14:02
<b>PROMEDIO:</b>	<b>01:06:16</b>	<b>00:02:07</b>	<b>00:14:15</b>	<b>01:44:41</b>	<b>00:02:06</b>	<b>02:39:24</b>	<b>3.33</b>	<b>00:14:00</b>
<b>ENTERO</b>	<b>1.10</b>	<b>0.04</b>	<b>0.24</b>	<b>1.24</b>	<b>0.04</b>	<b>2.66</b>	<b>3.33</b>	<b>0.23</b>

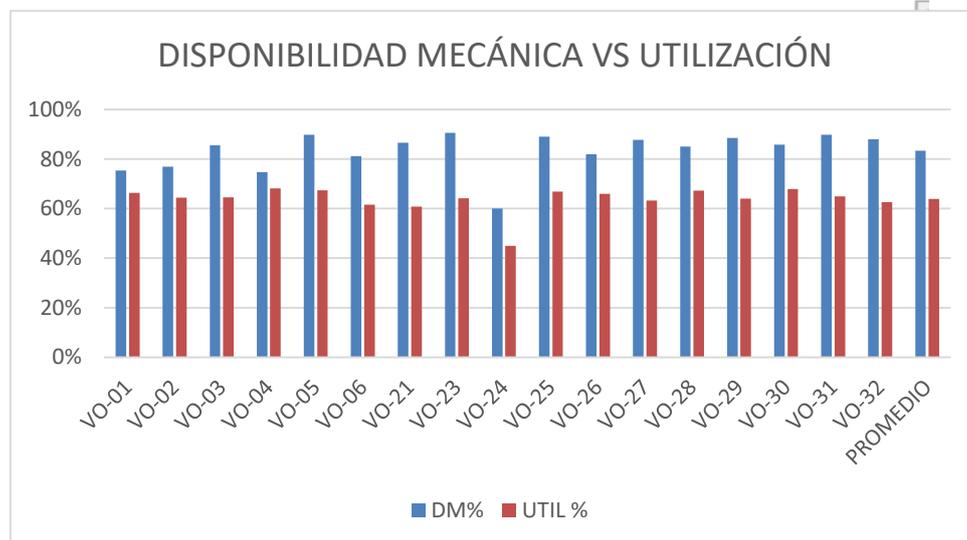
RESUMEN DE CÁLCULOS	
VELOCIDAD DE TRASLADO A LA LABOR	8.39 Km/hr
VELOCIDAD DE TRASLADO CON MATERIAL	7.98 Km/hr
TIEMPO TOTAL POR VIAJE	2.89 HORAS VIAJE
RENDIMIENTO POR VOLQUETE	8.82 TM/HR

Fuente: Elaboración propia



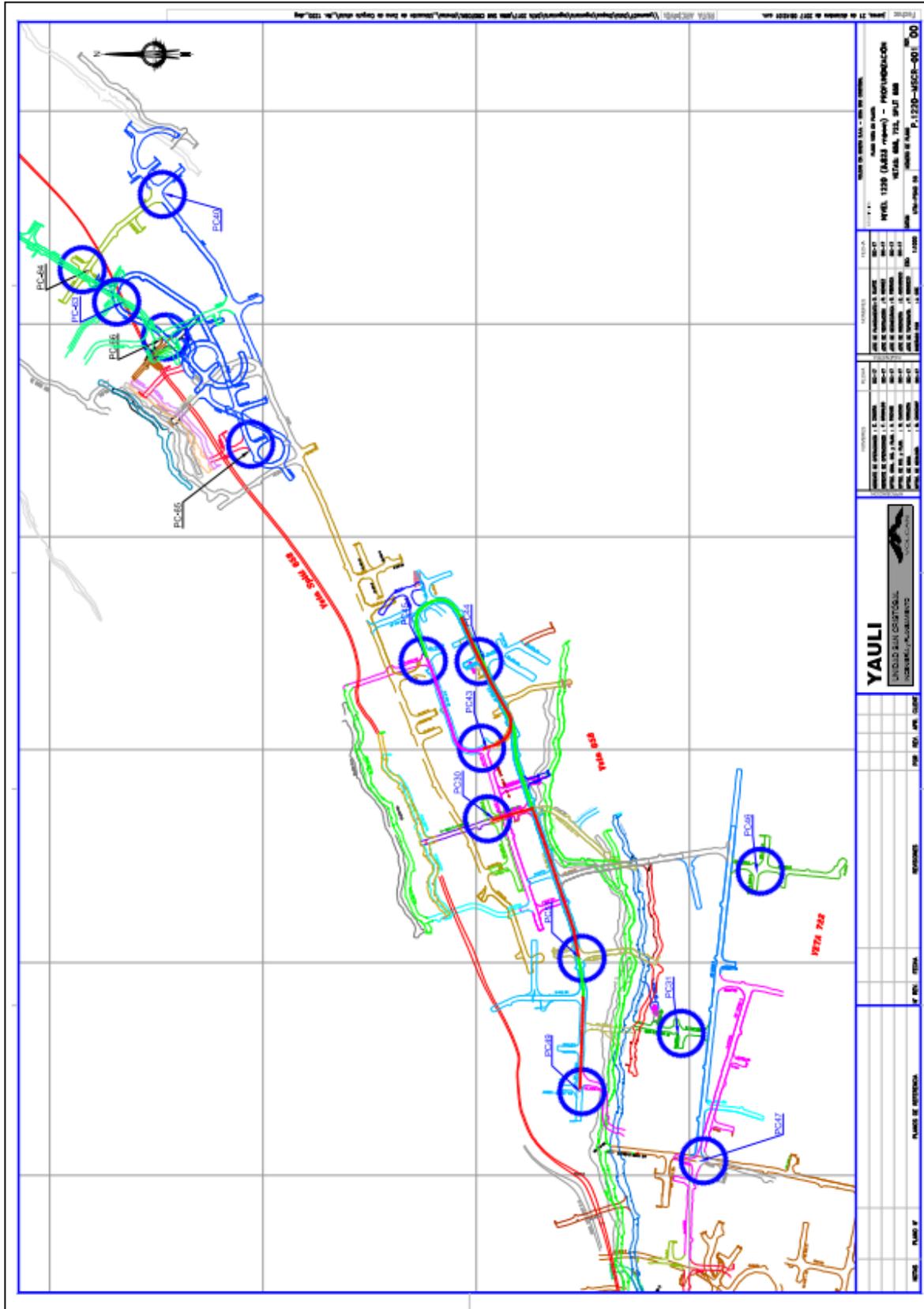
**ANEXO 9: DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

EQUIPO	DM%	UTIL %
VO-01	75%	66%
VO-02	77%	64%
VO-03	86%	65%
VO-04	75%	68%
VO-05	90%	67%
VO-06	81%	62%
VO-21	87%	61%
VO-23	91%	64%
VO-24	60%	45%
VO-25	89%	67%
VO-26	82%	66%
VO-27	88%	63%
VO-28	85%	67%
VO-29	88%	64%
VO-30	86%	68%
VO-31	90%	65%
VO-32	88%	63%
<b>PROMEDIO</b>	83%	64%



**Fuente:** Área de Planeamiento de ECM AESA TRANSPORTES

# ANEXO 10: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CARGUÍO N° 46 Y 47



Fuente: Área de Planeamiento de Unidad Minera San Cristóbal



