

"AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MINAS



TESIS

**OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE
MINERAL DEL NIVEL 1070 A SUPERFICIE DE LA UNIDAD
DE PRODUCCIÓN SAN CRISTOBAL - VOLCAN CIA
MINERA S.A.A.**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

Bach. MAYHUA MENDOZA, Ángel Luis

Bach. MENDOZA ROMERO, Lucrecia

ASESOR:

Msc. Ing. HUAMANCAJA ESPINOZA, Rodrigo

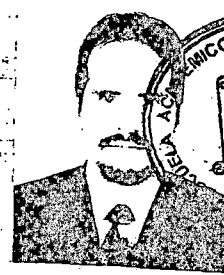
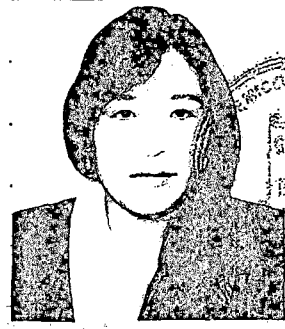
HUANCABELICA - PERÚ

2012

Acta de Sustentación de Tesis de los Bachilleres:

Lucresia Mendoza Romero

Angel Luis Mayhua Mendoza



En la ciudad de Lircay, en el Paraninfo del Campus Universitario de la Facultad Ingeniería de Minas - Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica, del día de Diciembre del 2012 y siendo las 5:45 p.m. se reunieron los Miembros del Jurado Calificador confirmado por el MSc. Cesar Salvador Guzman Ibañez (Presidente), MSc. Luz Marina Acharte Lume (Secretaria) y MSc. Jorge W. Rodriguez Deza (Vocal). El Presidente despues de la lectura de la Resolución e Consejo de Facultad N° 029-2012-FIRC-UNH, autoriza la sustentación e los Tesisistas denominado "OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1070 A SUPERFICIE DE LA UNIDAD DE PRODUCCION SAN CRISTOBAL - VOLCAN CIA MINERA S.A.A" por los Bachilleres con una duración de 25 minutos.

Luego de la culminación de la sustentación se pasa a la ronda de preguntas por los Jurados los cuales son absueltos por los sustentantes Mendoza Romero Lucresia y Mayhua Mendoza Angel Luis, seguidamente el presidente de los Miembros del Jurado invita a los sustentantes y público en general abandonar las instalaciones del paraninfo a fin de que el Jurado - calificador delivere los resultados en privado.

Una Vez culminado lo indicado el presidente del Jurado invita a los sustentantes y público en general a retornar al Paraninfo para comunicar la calificación siendo APROBADO POR MAYORIA, de esta manera se da por concluida la sustentación a las 6:30 P.M. del mismo día.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
SEDE LIRCAY
CERTIFICO QUE LA PRESENTE COPIA DEL
DE LA ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA.

Ing. ZOSIMO NAHUELA SANCHEZ
(e) FEDATARIO

MSc. Cesar S. Guzman Ibañez

PRESIDENTE

MSc. Luz Marina Acharte Lume

SECRETARIO

MSc. Jorge Rodriguez Deza

VOCAL

15 DIC. 2014

DEDICADO:

A mis padres, por su apoyo perseverante perfectamente mantenido a través del tiempo, a mis hermanos y hermanas por su apoyo económico y moral, a mi esposa por hacerme muy feliz.

Ángel

DEDICADO:

A mis padres, Víctor y Esperanza por su apoyo firme en mi vida profesional, a mis hermanos Víctor y Roció por su apoyo moral.

A mi esposo Favio por su apoyo académico incondicional y persistente para seguir adelante y ser lo que soy.

Y a mi hija Christel por darme felicidad para seguir adelante en mi vida profesional.

Lucrecia

AGRADECIMIENTOS

Definitivamente este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas que nos brindaron su ayuda; siempre resultará difícil agradecer a todos aquellos que de una u otra manera nos han asesorado para el desarrollo de esta tesis de investigación. Por tanto, queremos agradecer a todos ellos cuanto han hecho por nosotros, para que este trabajo saliera adelante de la mejor manera posible:

A nuestra alma mater la Universidad Nacional de Huancavelica, donde nos formamos académicamente en la carrera de Ingeniería de Minas.

A nuestros docentes de la Escuela Académico Profesional de Minas, por contribuir con sus conocimientos y experiencias en nuestra formación profesional.

A nuestro asesor el Ing. Rodrigo HUAMANCAJA ESPINOZA, quien nos apoyó y dedico su tiempo para la elaboración de la presente tesis.

A Mina San Cristóbal de Volcán Compañía Minera S.A.A., por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente, por permitirnos pertenecer a su equipo y por ampliar nuestros conocimientos necesarios en operación de mina.

Finalmente agradecemos a nuestros padres y familiares, por todo el apoyo incondicional brindado durante nuestra formación profesional.

Los autores

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	x

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivos	13
1.4. Justificación	13

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	14
2.1.1. A nivel internacional	14
2.1.2. A nivel nacional	16
2.2. Bases teóricas	17
2.2.1. Sistemas de transporte en minas subterráneas	17
2.2.2. Los sistemas LHD	18
2.2.3. Los sistemas de transporte con camiones	19
2.2.4. Selección analítica del LHD	20
2.2.5. Selección analítica de camiones de transporte	21
2.2.6. Determinación de la capacidad de producción de los equipos de carga y de transporte minero	23
2.2.7. Relación entre los equipos de carga y transporte	24
2.2.8. Factor de eficiencia del trabajo en la producción	24
2.2.9. Determinación de la capacidad de carga del LHD	25

2.2.10. Determinación de la capacidad de transporte	26
2.2.11. Selección de tamaño y modelo de equipo	27
2.2.12. Tiempo de ciclo	28
2.2.13. Consideraciones para el cálculo del ciclo básico de carga y transporte	28
2.3. Hipótesis	31
2.4. Definición de Términos	32
2.5. Identificación de variables	36
2.6. Definición operativa de variables e indicadores	37

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio	38
3.2. Tipo de investigación	39
3.3. Nivel de investigación	39
3.4. Método de investigación	39
3.5. Diseño de Investigación	40
3.6. Población muestra y muestreo de investigación	41
3.6.1. Población	41
3.6.2. Muestra	41
3.6.3. Muestreo	41
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.7.1. Técnicas de recolección de datos	41
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos	42
3.8. Procedimiento de recolección de datos	42
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	43

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis situacional de las operaciones mineras	44
4.1.1. Proceso de carguío	44
4.1.2. Proceso - transporte	47

4.1.3. Diseño de extracción de mineral	49
4.2. Calculo de flota de carguío y transporte optimo	49
4.3. Factor de acoplamiento de flota actual	51
4.4. Presentación de resultados	52
4.4.1. Resultado de estudio de tiempos	53
4.5. Discusión de resultados	55
4.5.1. Tiempos medidos de equipos vs parámetro mina	55
4.5.2. Análisis de datos de control de tiempos	56
4.5.3. Prueba de hipótesis	58
4.5.3.1 Planteamiento de hipótesis	58
4.5.3.2 Nivel de significancia o riesgo	58
4.5.3.3 Calculo estadístico de prueba	59
4.5.3.4 Dedición estadística	60
4.5.3.5 Conclusión estadística	60
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
Referencias bibliográficas	63

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Lista general de scoops por capacidad de la Mina San Cristóbal

Anexo 03: Lista de scoops por grupo según capacidad de la Mina San Cristóbal

Anexo 04A: Control 01 de tiempos medidos de actividades del scoop

Anexo 04B: Control 02 de tiempos medidos de actividades del scoop

Anexo 04C: Control 03 de tiempos medidos de actividades del scoop

Anexo 05A: Control 01 tiempos y rendimientos de acarreo y carguío del scoop

Anexo 05B: Control 02 tiempos y rendimientos de acarreo y carguío del scoop

Anexo 05C: Control 02 tiempos y rendimientos de acarreo y carguío del scoop

Anexo 06: Parámetros de rendimientos de limpieza y carguío de scoop por niveles y labores de la Mina San Cristóbal

- Anexo 07A: Control 01 de tiempos y rendimientos de transporte con volquete
 Anexo 07B: Control 02 de tiempos y rendimientos de transporte con volquete
 Anexo 07C: Control 03 de tiempos y rendimientos de transporte con volquete
 Anexo 07D: Control 04 de tiempos y rendimientos de transporte con volquete
 Anexo 07E: Control 05 de tiempos y rendimientos de transporte con volquete
 Anexo 08: Parámetros de rendimientos de volquete de interior mina a superficie de la Mina San Cristóbal
 Anexo 09A: distancias de transporte medidos en Mina San Cristóbal por Volcán
 Anexo 09B: distancias de transporte medidos en Mina San Cristóbal por Volcán
 Anexo 10: Distancias medidas de transporte de interior mina a superficie
 Anexo 11: Ficha de registro de control de tiempos de scoop
 Anexo 12: Ficha de registro de control de tiempos de Volquete
 Anexo 13: Vista de los tenistas Ángel y Lucrecia frente a las instalaciones de la Mina San Cristóbal.
 Anexo 14: Esquema de carguío y transporte de mineral de los puntos de carguío del nivel 1070 de la Zona III hacia la Cancha 500 de acumulación de mineral en superficie de la Mina San Cristóbal de Volcan Cía. Minera S.A.A.
 Anexo 15: Zona de ingreso a Huaripampa – Mina San Cristóbal
 Anexo 16: Vista panorámica del campamento minero San Cristóbal
 Anexo 17: Vista superficial de la Mina San Cristóbal (Zona Huaripampa)
 Anexo 18: Scoop trasladando mineral para su carguío a volquete
 Anexo 19: Scoop desplazándose a cámara de acumulación de mineral
 Anexo 20: Volquete Astra, descargando mineral en cancha
 Anexo 21: Plano de ubicación y localización de Mina San Cristóbal
 Anexo 22: Plano topográfico superficie de Mina San Cristóbal
 Anexo 23: Plano del Nv 1070 zona III, Mina San Cristóbal

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1: Cargador frontal de bajo perfil (LHD)	21
Figura 2.2: LHD cargando un camión en interior mina	22

Figura 4.1: Disponibilidad mecánica vs utilización mina de los Scoops del Nv. 1070	46
Figura 4.2: Grafica de rendimiento de flota Vs Factor de acoplamiento	52
Figura 4.3: Distribución de tiempos promedio de los scoops del Nivel 1070 de la Mina San Cristóbal	53
Figura 4.4: Distribución de tiempos promedio de los volquetes asignados al Nivel 1070 de la Mina San Cristóbal	54
Figura 4.5: Grafica de tiempos de ciclo de transporte de mineral con volquetes	57
Figura 4.6: Presentación de hipótesis a prueba estadística	59
Figura 4.7: Grafica del estadístico de prueba	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 2.1: Definición operativa de variables	37
Cuadro N° 4.1: Resumen de rendimientos de carguío de mineral con scoop del Nv. 1070 a cancha 500 (superficie) de la Mina San Cristóbal	45
Cuadro N° 4.2: Disponibilidad mecánica y utilización efectiva del scoop del Nv. 1070, Zona III de la Mina San Cristóbal	46
Cuadro N° 4.3: Resumen de rendimientos de transporte de mineral de volquetes del Nv. 1070 a cancha 500 (superficie) de la Mina San Cristóbal	48
Cuadro N° 4.4: Rendimiento medido vs rendimiento estándar de carguío de mineral a volquetes en el Nv. 1070 de la Mina San Cristóbal	50
Cuadro N° 4.5: Tiempos de scoop promedio en el Nv. 1070 de la Mina San Cristóbal	53
Cuadro N° 4.6: Tiempos de transporte de mineral de volquetes del Nv. 1070 a cancha 500 (superficie) de la Mina San Cristóbal	54
Cuadro N° 4.7: Comparación de tiempos de carguío de scoop en el Nv. 1070 de la Mina San Cristóbal	55
Cuadro N° 4.8: Comparación de tiempos de transporte de mineral de volquetes del Nv. 1070 a cancha 500 (superficie) de la Mina San Cristóbal	56
Cuadro N° 4.9: Datos estadísticos de la muestra de tiempos de transporte medidos vs estándar mina del Nv. 1070 a cancha 500 en superficie de la Mina San Cristóbal	57

RESUMEN

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.

Visto los antecedentes de estudio de tiempos de informes, reportes y otros de la Mina San Cristóbal, se ha detectado una distribución desordenada de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío del Nivel 1070, ocasionando que la producción de la zona III tenga un déficit, pese a las muchas correcciones logísticas realizado por la empresa, por lo que se tuvo que realizar una evaluación de la distribución de camiones con respecto a los scoops, para optimizar el sistema de transporte de mineral del Nivel 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal.

Para esta investigación, se ha realizado un estudio de tiempos de los ciclos de carga en el nivel 1070 de la zona III, así como tiempos de los ciclos de transporte de mineral de los puntos de carguío del nivel 1070 hacia la superficie de la mina en Cancha 500.

Con los tiempos medidos y distancias de recorrido medido, se determinó que la mayor pérdida de tiempo muerto es producto de demoras operativas, tales como cola de volquetes en un solo punto de carguío, congestión vehicular en la rampa de acceso hacia superficie con volquetes de las otras zonas, deficiencias en la comunicación entre los Contratistas y Empresa.

Así mismo se determinó que los ciclos de las operaciones de carguío y transporte, influyen directamente sobre los rendimientos de producción del Nivel 1070, que actualmente tiene un déficit de 183.52 TM/día y 5505.69 TM/mes.

Para mejorar esta situación, se debe actualizar constantemente los ciclos de carguío y transporte de las diferentes labores y con dichos datos se debe reprogramar los rendimientos en función de las metas de producción de la Mina.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación toma como área de estudio el Nv 1070 de la Mina San Cristóbal, donde se tienen deficiencias en la extracción de mineral, debido principalmente a tiempos muertos excesivos.

Es en este sentido es muy importante que se calcule la flota de carga y transporte de mineral, que es indispensable para el planeamiento de mina durante los años de vida del proyecto, así como para los costos de operación de los mismo.

Dentro del proceso de transporte de mineral, los costos unitarios son importantes y siempre se busca minimizar dicho monto, para esto, una variable importante es mantener la maquinaria dedicada a la productividad de la mina trabajando el mayor tiempo posible y evitando al máximo que se encuentren inoperativos "tiempos muertos" por periodos de tiempo no programados.

Para su mayor comprensión, la presente investigación se ha dividido en 4 capítulos los cuales son los siguientes:

El Capítulo I, trata sobre el problema de investigación; en donde se visualiza el planteamiento y formulación del problema, la justificación, los respectivos objetivos de investigación, seguido de la justificación e importancia.

El Capítulo II, del marco teórico conceptual de la investigación; donde se aprecia primero los antecedentes y luego la información teórica relevante sobre las variables de estudio, es decir sobre la distribución y ciclos de carguío y transporte en el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal, sustentado en teorías y bibliografía actualizada y finalmente la definición de términos básicos utilizados en la investigación, seguido de la hipótesis y el sistema de variables.

El Capítulo III, metodología de la investigación, en el cual se detalla el tipo, nivel método y diseño de investigación, además de las técnicas de recolección de datos y el procesamiento de información.

El Capítulo IV, de los resultados; donde se detalla los pormenores del análisis y procesamiento de la información de datos medidos comparado con datos estándar de la mina, seguido de la prueba de hipótesis.

Al final se complementa con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, y los respectivos anexos del presente trabajo de investigación.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La Mina San Cristóbal de Volcán Cia. Minera S.A.A., ubicado en el distrito de Yauli, Provincia del mismo nombre, departamento de Junín, actualmente trabaja con el método de Explotación Corte y Relleno Ascendente Mecanizado, y está dividido en 3 zonas de trabajo, en el Nv 1070 de la Zona III, el sistema de carguío y acarreo se realiza con scoops de 4 yd³ directamente a los volquetes, para el cual se tienen 3 puntos de carguío diseñados y ubicados de acuerdo a la geometría del yacimiento, al final de cada ciclo de carguío el camión transporta dicho material hacia la Cancha 500 en superficie, los cuales se efectúan mediante volquetes de 40 TM de capacidad. Según reportes de medición de ciclos de transporte de mineral de los diferentes niveles de trabajo hacia superficie, realizado por el área de Planeamiento de la Mina San Cristóbal durante el mes de junio del 2012, se detectó algunos problemas como se mencionan a continuación:

- a) Ausencia de Scoop en puntos de carguío, ello por falta de coordinación entre los ingenieros y obreros de las Empresas Especializadas, debido a que en varios de los días de control de las labores a tomar el tiempo de ciclo de carguío, no se encontraba el Scoop que debería cargar a los volquetes.

- b) Aglomeración de volquetes en un solo punto de carguío, ello por falta de coordinación entre ingenieros y la empresa especializada, etc.
- c) Algunos de los choferes exageran en manejar lo más lento posible (6 km/Hr) para que el ciclo sea más largo, siendo una velocidad normal entre (8 – 10 km/Hr).
- d) Tráfico vehicular, hay vehículos que bajan en contra y eso hace perder tiempo en el momento de darle pase.
- e) Vías en mal estado especialmente en las rampas, el cual también influye en el tiempo del ciclo de transporte, hay ciertos tramos que necesitan mantenimiento.

De lo indicado, el control y cumplimiento de los ciclos de transporte óptimo de los volquetes es de vital importancia, por ello se debe realizar estudios de tiempos en forma periódica para conocer y verificar los rendimientos de los equipos y causas de las demoras en los ciclos de transporte, realizando el seguimiento de las distintas labores (rutas) en que las Empresas Especializadas trabajan.

Visto los problemas detectados en el estudio de ciclo de transporte, la Empresa Minera soluciono y corrigió algunos de ellos, faltando solucionar la aglomeración constante de volquetes en un solo punto de carguío, ocasionando que la producción de la zona III tenga un déficit, pese a las muchas correcciones logísticas realizado por la empresa.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

PROBLEMA CENTRAL:

¿Cómo influye la inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío que afectan el sistema de transporte de mineral del nivel 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cia. Minera S.A.A.?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío, para optimizar el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cía. Minera S.A.A.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tiempos muertos en los procesos de carguío y transporte.
- Incrementar el rendimiento de los equipos de carga y transporte mediante la disminución de los tiempos improductivos en ambos procesos.
- Determinar mediante ecuaciones, fórmulas y variables para la operación minera, el número de camiones con relación a cada scoop dependiendo del tiempo de ciclo de transporte.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El sustento del trabajo de investigación se basa en la inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío, que afecta la producción de mineral de la zona III del Nv 1070 de la mina San Cristóbal, ello debido a que existe tiempos muertos excesivos en las operaciones de carga y transporte de mineral.

Un sistema de transporte óptimo garantiza el cumplimiento de la producción programada por la mina. Resulta evidente la importancia e imprescindible la existencia de un sistema eficiente de extracción de mineral. Un sistema que coordina la utilización de todos los camiones de transporte, conjugándolos para obtener una operación óptima en beneficio de la rentabilidad de la operación minera.

Con este trabajo de investigación se espera identificar las causas de los tiempos improductivos y plantear alternativas de solución para cumplir con los programas de producción de la Mina San Cristóbal.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Nurnihal Fjellström (2011). SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE SUBTERRÁNEO EN MINA RENSTRÖM, BOLIDEN MINERAL. El ámbito de aplicación del proyecto de simulación es simular diferentes alternativas para el transporte de mineral y roca estéril a la cámara de relleno y para la trituradora en la mina y luego determinar el costo de transporte de alternativas respectivos y finalmente elegir la mejor opción con el costo de transporte más bajo. Los principales hallazgos de la modelo son que el camión de mina es un 23% más eficaz que el camiones de carretera, el uso de sólo camiones de carretera son un 34% más caro que el uso de sólo camiones de la mina y de alternativas de combinación, si la mayor parte del transporte se hace por los camiones de la mina en vez de camiones de carretera, el costo de transporte por tonelada disminuye en un 10 - 20%. En resumen, es posible construir un modelo de simulación de una mina subterránea para el sistema de transporte para determinar la más productiva y la opción más barata. Por otra parte, el modelo de simulación del sistema de transporte subterráneo de la

Mina Renström también se puede utilizar para analizar la influencia de diferentes estrategias de transporte sobre la producción minera en el futuro.

Sandeep y Sumeet (2010). SIMULACIÓN DE SISTEMA DE TRANSPORTE RÁPIDO PARA MINAS DE MINERAL DE HIERRO. En la industria minera, se observa que una repentina avería de cualquier equipo puede dejar todo el sistema de producción de la mina con pérdidas de producción drásticas. En este trabajo, la probabilidad de ruptura repentina hacia abajo de cada equipo se analizan individualmente de sus actuaciones anteriores, donde la frecuencia de apariciones, la duración y el intervalo de tiempo de cada detalle ha dado una tensión adicional y la falta de disponibilidad de estos equipos en el que se analiza todo el sistema. Por lo tanto, es necesario analizar los datos de la explotación por aproximación estadística para averiguar la posibilidad de ruptura de ese equipo en particular y pedir el mantenimiento preventivo. Este análisis requiere la ayuda de computadora para simular todo el sistema de minería para juzgar el desempeño de cada equipo.

Barai (2003). APLICACIONES DE MINERÍA DE DATOS EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE. La minería de datos es la extracción de información implícita, previamente desconocida y potencialmente útil a partir de los datos. En los últimos tiempos, los estudios de minería de datos han llevado a cabo en muchas disciplinas de ingeniería. En este trabajo los antecedentes de la minería de datos y herramientas se introducen. Otras aplicaciones de minería de datos para los problemas de ingeniería de transporte son revisados. La aplicación de la minería de datos para ejemplo típico de "Estudio Crash vehículo" se demuestra con la herramienta de minería de datos disponible en el mercado. El documento pone de relieve el potencial de la aplicación de datos herramienta de minería en el sector de la ingeniería del transporte.

Chung Huu Ta (2002). ÓPTIMA ASIGNACIÓN DE CAMIONES EN LA MINA SYNCRUDE. El objetivo fue formular una optimización adecuada, modelar e

investigar las técnicas de solución que se pueden utilizar para el camión en el problema de asignación de la incertidumbre en la operación minera de Syncrude. El éxito de la asignación de camión puede tener un impacto significativo en el rendimiento global de la mina. El método de asignación actual se basa en gran parte en un enfoque heurístico donde los camiones se asignan basándose en datos históricos, así como las experiencias del planificador y el despachador. La principal aportación de esta tesis es que los métodos estocásticos formales pueden ser utilizados para hacer frente a la incertidumbre en el proceso de asignación de recursos del camión en la industria minera, donde se implementa la tecnología de camión y pala. Especialmente en la industria de arenas petrolíferas, donde los camiones de transporte de mineral a la pila de la oleada, la método de oportunidad con limitaciones es más adecuado que el método basado en el recurso.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

Baldeón (2011). "GESTION EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE Y ACARREO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN CIA. MINERA CONDESTABLE S.A." Implementación de métodos de control, alternativas de solución para la mejora de la productividad, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, ya que como sabemos el acarreo y transporte son variables que influyen en forma prioritaria en la reducción de costos. Realizo el cálculo de flota acarreo y transporte, utilizando las metas físicas proporcionadas por el área de planeamiento. Conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo, así como en Compañía Minera Condestable, este método puede ser aplicado en otras empresas mineras con similares problemas.

Vidal (2010). "ESTUDIO DEL CÁLCULO DE FLOTA DE CAMIONES PARA UNA OPERACIÓN MINERA A CIELO ABIERTO". Evaluó y comparo la cantidad optima de camiones y palas para el periodo de producción de una mina superficial en función a los ciclos y distancias de carga y transporte, determino que la cantidad idónea de camiones por cada pala para el primer año es de 6, los cuales se incrementan de uno a tres camiones hasta el año 11 y se decrece de uno a dos camiones hasta el último año de operación, que es el año 17. Concluye que el cálculo correcto de la flota de camiones, ayuda a mantener en óptimas condiciones la relación \$/ton para el costo de operaciones mina. El exceso o la falta de camiones incurren directamente en los costos unitarios.

2.2. BASES TEÓRICAS

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 el 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 ó 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 tajeos de explotación y descargan el mineral directamente en un echadero o acumular 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

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 tractor remolque con un remolque de alimentación independiente. Todos los camiones en su mayoría tienen tener un motor diésel, 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. Curvas cortas disminuyen la velocidad del vehículo, lo que resulta en un tiempo de ciclo más largo y por lo tanto disminuye la productividad. Como se muestra en la Figura 3, 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.

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. Como se muestra en La Figura 2.3, 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 una lamponada, 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.

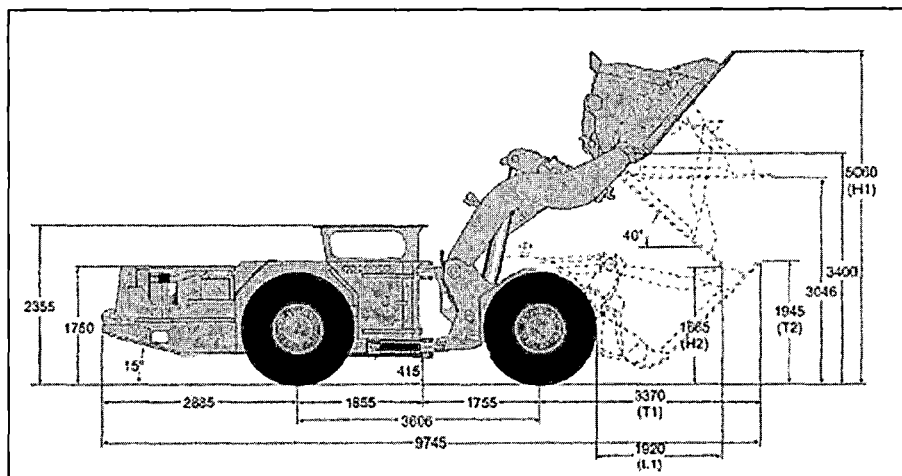


Figura 2.1: Cargador frontal de bajo perfil (LHD)

2.2.5. SELECCIÓN ANALÍTICA DE CAMIONES 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 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, etc

La selección de tamaño también depende del número de lamponadas 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" (Lizotte y carbonatos, 1987). Este factor fue el primer formulado

por la Sociedad de Caterpillar para cuantificar el equilibrio aparente que existe entre el número de unidades de carga y unidades de acarreo y es como se muestra:

$$MF = \frac{N_h \times L_{cty}}{N_l \times H_{cty}}$$

Donde MF significa factor de coincidencia o acoplamiento, N_h representa el número de unidades de distancia, N_l es el número de las unidades de carga, L_{cty} y H_{cty} son los tiempos de carga y acarreo del ciclo, respectivamente. 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. La 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, etc 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.

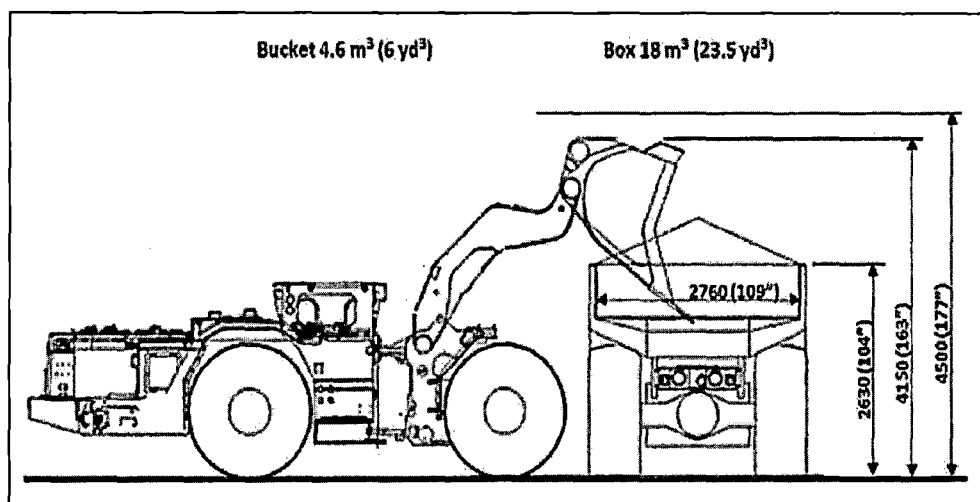


Figura 2.2: LHD cargando un camión en interior mina

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, etc. 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, etc. 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. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS DE CARGA Y DE TRANSPORTE MINERO

El costo por metro cúbico o tonelada cargada y transportada por un equipo minero, nos vendrá dado por la relación entre el costo horario y la producción horaria. El costo de carga y transporte vendrá, pues, expresado por las fórmulas siguientes:

$$\text{Costo/metro}^3 = \frac{\text{Coste horario del equipo (Dolares /hora)}}{\text{Producción horaria en m}^3 \text{ (m}^3 \text{ /hora)}}$$

$$\text{Costo / tonelada} = \frac{\text{Coste horario del equipo (Dolares /hora)}}{\text{Producción horaria en t (t /hora)}}$$

Para calcular la producción esperada de un equipo se necesita un claro conocimiento del trabajo a realizar y de la disponibilidad real de los equipos de carga y transporte existentes en el mercado. Es precisa, pues una cuidadosa preparación de la base de datos y un análisis completo del trabajo a ejecutar.

Además para el cálculo de la producción es preciso considerar el tipo de material minero que se va a cargar y transportar.

2.2.7. RELACIÓN ENTRE LOS EQUIPOS DE CARGA Y TRANSPORTE

Si se desea reducir el costo por m³ o tonelada movida, debemos obtener del equipo de transporte la más alta capacidad de producción. El tiempo de parada, como sucede durante la carga debe mantenerse en el mínimo posible. Como norma general y práctica, se considerará una buena relación cuando se utilicen entre 3 y 6 cucharas de la unidad de carga para llenar el equipo de transporte. Cuanto menor sea el número de cubas y su ciclo, menor es el tiempo de parada de la unidad de transporte, siempre y cuando tengamos en cuenta que:

- El tamaño de la tolva del volquete no debe ser ni muy pequeño, ni débil, en comparación con el tamaño de cuchara o cazo de la máquina de carga, para no destrozarla en poco tiempo.
- El tiempo de carga no debe ser tan corto que otra unidad de transporte no se haya situado en la posición de ser cargada, originando un excesivo tiempo de parada de la máquina de carga.

El problema se complica al existir varios puntos de carga y una flota variada de volquetes y se trata de conseguir una óptima saturación de todos ellos. Existen en las minas dos corrientes operativas a la hora de seleccionar los tamaños y el número de los equipos de carga y transporte para lograr el mejor equilibrio entre ambos:

2.2.8. FACTOR DE EFICIENCIA DEL TRABAJO EN LA PRODUCCIÓN

Todo cálculo de capacidades de producción en minería debe tener en cuenta que la vida o período de trabajo considerado va a ser largo. Considerando los

inevitables retrasos que aparecen en el desarrollo real de los proyectos, es muy recomendable la utilización del llamado factor de eficiencia (E).

La eficiencia se expresa en porcentaje y puede ser estimado con una mayor precisión si se determinan todas las paradas o los retrasos que puedan originarse durante el trabajo por las siguientes causas:

- Factores económicos y financieros. Calidad del equipo.
- Calidad y formación de la mano de obra.
- Supervisión. Experiencia en dirección de obras.
- Condiciones del trabajo (sociales y laborales).
- Condiciones atmosféricas. Medias y extremas.
- Paradas y retrasos. Horas de trabajo reales por relevo, por día y por año.
- Organización de los repuestos y almacenes.
- Amplitud de la zona de trabajo. Diseño geométrico.

2.2.9. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL LHD

Aunque la capacidad de carga se ve, en gran parte, afectada por el sistema de transporte con el que trabaja, se trata de presentar un cálculo de la capacidad de producción de la máquina de carga, independientemente del equipo de transporte, mediante la aplicación de una serie de factores correctores según las condiciones y los medios utilizados. Las fórmulas de la capacidad horaria de los scoops y palas cargadoras son:

Producción de material suelto

$$= \frac{3600 * Cc * E * F * H * A}{tc}, (m^3/h)$$

Producción de material insitu

$$= \frac{3600 * Cc * E * F * H * A * V}{tc}, (m^3/h)$$

Donde:

C_c = Capacidad del cazo (m^3 ó tn)

E = Factor de eficiencia

F = Factor de llenado de cazo

H = Factor de corrección por altura de la pila

A = Factor de corrección por el ángulo de giro

V = Factor de conversión volumétrica

t_c = Ciclo de cuchareo en segundos

En el caso de los scoops y palas cargadoras, el ciclo de una cuchara se dividirá en 4 tiempos:

- Carga del cucharón
- Maniobra en V con máquina cargada
- Descarga del cucharón
- Maniobra en V con máquina vacía
- Luego el ciclo total " t_c " resulta $t_c = t_f + t_v$,

Donde:

t_f = tiempo fijo (carga, descarga, giros)

t_v = tiempo variable (tiempo de recorrido de las distancias d_1 y d_2 de marcha adelante y marcha atrás).

Estos tiempos se deben estimar a partir de los gráficos proporcionados por los fabricantes de las máquinas y compararlos con los medidos en mina.

2.2.10. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Las especificaciones técnicas de los vehículos de transporte, como los volquetes mineros, entre otros muchos parámetros, se detallan:

- La capacidad de transporte en toneladas (normalmente para los volquetes se especifican en toneladas cortas " tn ", que equivalen a 0.9 tn)

- Capacidad "al ras" en metros cúbicos
- Capacidad colmada en metros cúbicos

Independientemente del conocimiento de las características principales de la potencia, motor, dimensiones geométricas, transmisión, neumáticos, ejes, que pueden contemplarse en las especificaciones de las máquinas, para la determinación de las capacidades de la producción y de la selección de los equipos de volquetes, es preciso analizar algunos otros factores de trabajo.

- Producción requerida y organización del trabajo
- Características del material.
- Facilidad de carga y desprendimiento de la carga.
- Efecto de la climatología y topografía en el rendimiento del motor.
- Características de las pistas de transporte
- Carga.
- Descarga
- Otros, como:
 - Existencia de otras unidades de transporte. Homogeneidad de la flota.
 - Infraestructura minera de la zona. Talleres, almacenes, comunicaciones y servicios.
 - Calidad de los operadores. Política de formación.
 - Vida de la operación minera.

2.2.11. SELECCIÓN DE TAMAÑO Y MODELO DE EQUIPO

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

- Producción horaria.
- Coste 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 tn por cada m³ de capacidad de la cuchara de la máquina de carga.

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

2.2.12. 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 (por ejemplo, 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 la 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.

2.2.13. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL CICLO BÁSICO DE CARGA Y TRANSPORTE

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

PRIMERO: Poder calcular las producciones para una flota de volquetes y un número de scops (LHD) o cargadores frontales de bajo perfil ya existente,

pero en unas nuevas y diferentes condiciones de la operación minera, por algún cambio de los circuitos o de la organización del trabajo.

SEGUNDO: Para la determinación del número de volquetes necesarios que conseguirán 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)

2.2.13.1. 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 del caso 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 del camino, pendientes y Factores diversos que afecten la velocidad.
- c) **Factores de descarga:** Destino del material, tolva, pila de acopio, etc., condición del área de descarga, tipo y maniobrabilidad de la unidad, tipo 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.

2.2.13.2. FACTOR DE EFICIENCIA EN EL TRABAJO

Un estimado debe indicar la producción estable ò media 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, ó por 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 ò condiciones de trabajo especialmente desfavorables. Para clasificar las condiciones de trabajo como "Favorables", "Medias" ò "Desfavorables", debe considerarse lo siguiente:

2.2.13.3. PESOS DE LOS MATERIALES Y FACTORES DE EXPANSIÓN EN VOLUMEN DEL MATERIAL

Frecuentemente, el peso del material se expresa en términos de kilogramos por metro cúbico, libras por yarda cúbica y toneladas. El material que no presenta problemas o que este "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.

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.

En volquetes, la capacidad colmada es para carga en una pendiente de 2:1.

En Scoops, la capacidad colmada es para carga en pendiente 1:1

Tanto los scoops como las palas y volquetes, cargan materiales sueltos. Para asegurarse la adecuada capacidad volumétrica, la carga útil en libras debe dividirse por el peso por yarda cúbica de material suelto, y compararla con la capacidad colmada.

2.3. HIPOTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL:

La inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío influyen en el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cía. Minera S.A.A.

2.4. DEFINICION DE TERMINOS

- **ACARREO.** Corresponde a esta actividad, el acarreo o transporte del material 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, tanto en la mina como en la planta, minerales, concentrados, desmonte, etc., 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 del balde 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. Mientras que la capacidad rasa es una constante para un equipo dado, la capacidad colmada depende del material transportado y de sus propiedades (tamaño de granos, ángulo de reposo, etc.)

- **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 del cazo 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.
- **MINA.** Yacimiento de donde se extrae el mineral rentable mediante un sistema productivo. La extracción se efectúa por etapas: primero se hace exploraciones.
- **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.
- **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.** 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.** Efectuada la voladura del mineral, este es extraído de la mina hacia el exterior, para ello, se acumula y se carga a los diferentes medios de transporte de los que se disponen.
- **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 troncopiramidal invertida cuya cara posterior va montada un chasis. Se utiliza para transportar mineral y desmonte de los puntos de carguío hacia canchas de acumulación en superficie, el material se vierte volcando la caja hidráulicamente.
- **YACIMIENTO:** Depósito natural de rocas o mineral rentable, donde generalmente se abre una mina.

2.5. IDENTIFICACION DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Optimización del sistema de transporte.

2.6. DEFINICION OPERATIVA DE VARIABLES

Cuadro N° 2.1: DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES

TIPO DE VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	INDICADORES
Variable Independiente	Inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops.	Programación de equipos de transporte desacoplados con respecto al carguío	Es el resultado de un planeamiento y programación inadecuado	• Número de camiones • Número de scoops • Comunicación deficiente
Variable Dependiente	Optimización del sistema de transporte	Mejora de los rendimientos de carguío y transporte de mineral.	Es el resultado de la evaluación de los tiempos de carguío y transporte	- Tiempo de ciclo de transporte

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. AMBITO DE ESTUDIO

El área de estudio del sistema de transporte de mineral con volquetes, se realizó en la ruta de transporte de mineral, que inicia en los puntos de carguío en interior mina del Nivel 1070 de la zona III, pasando por los diferentes accesos (Galerías, Cruceros y Rampa), hasta llegar a la cancha 500 de acumulación de mineral en superficie de Huaripampa, en coordinación directa con el Área de Ingeniería y Planeamiento de la Mina San Cristóbal de Volcan Cia. Minera S.A.A.

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

La Mina San Cristóbal de Volcan Cia. Minera S.A.A., se encuentra ubicada en el distrito de Yauli, Provincia del mismo nombre, del Departamento de Junín, situada en la sierra central del Perú, a 170 km al este de la ciudad de Lima y a 40 Km al oeste de la ciudad de la Oroya. Altitudinalmente se halla entre los 3900 a 5200 m.s.n.m., así mismo se ubica en las coordenadas UTM 384 874 E y 8 702 675 N. Ver Anexo N° 21: Plano de localización y ubicación.

3.1.2. ACCESO

El acceso desde Lima es por la carretera central, llegándose al desvío de Yauli antes de la Oroya mediante carretera asfaltada, de donde por carretera afirmada y pasando por la localidad de Pachachaca, parte un ramal atravesando la capital del Distrito de Yauli, Campamento Mahr Túnel y Carahuacra, llegando hasta la Unidad de Producción San Cristóbal. Ver Anexo N° 21: Plano de localización y ubicación.

3.2. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación es aplicada porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Esta investigación utiliza los conocimientos en la práctica y busca conocer la realidad circunstancial del sistema de transporte mediante el ciclo de transporte de mineral con volquetes para hacer y para actuar".

3.3. NIVEL DE INVESTIGACION

El nivel de investigación es el explicativo, ya que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante la prueba de hipótesis y sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

3.4. METODO DE INVESTIGACION

3.4.1 Método General

En la presente investigación, se utilizó el Método Científico como método general, ya que todo objeto susceptible de ser investigado, requiere pasar por los pasos del método científico y la técnica de la observación.

En la actualidad según Cataldo: "El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra "método" ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos".

A decir de Kerlinger F. y otros "el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica".

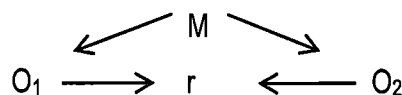
3.4.2 Método Específico

En nuestro caso se empleó el método específico descriptivo de observación y medición, ya que se ocupa de la descripción de datos y características de una población.

El objetivo es la adquisición de datos objetivos, precisos y sistemáticos que pueden usarse en promedios, frecuencias y cálculos estadísticos similares, apoyándonos en la estadística descriptiva para presentar información cuantitativa en una forma manejable, proporcionando resúmenes sencillos y gráficos para la visualización de los datos.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION

Se utilizó el diseño descriptivo correlacional, que presenta el siguiente esquema:



Donde:

M = Muestra.

O₁ = variable independiente.

O₂ = variable dependiente.

r = Relación entre las dos variables.

3.6. POBLACION MUESTRA Y MUESTREO DE INVESTIGACION

3.6.1. POBLACION

Volquetes de las Empresas Especializadas Interlagos y Tuneleros, asignados al Nivel 1070 de la Zona III, para la extracción de mineral hacia la cancha 500 en superficie de la Unidad de Producción San Cristóbal de Volcan Cia. Minera S.A.A.

3.6.2. MUESTRA:

Volquete Astra marca Mercedes Benz de 40 tn de capacidad de la Empresa Especializada Interlagos, asignado al Nivel 1070 de la Zona III, para la extracción de mineral hacia la cancha 500 en superficie de la Unidad de Producción San Cristóbal de Volcan Cia. Minera S.A.A.

3.6.3. MUESTREO

Para nuestro caso se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio, dicha medición del ciclo de carguío, transporte y descarga de mineral de los diferentes volquetes Astra de la E.E. Interlagos, se realizó en función a su disponibilidad mecánica y asignación de la zona de trabajo diario de la Empresa.

3.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.7.1. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

Las técnicas usadas en la recolección de datos se basaron en la observación directa de los ciclos de carguío y transporte de mineral, así como la medición de la distancia de los diferentes tramos de recorrido hasta llegar a la cancha 500 de acumulación de mineral en superficie.

Por otro lado se recopiló datos por observación indirecta, de informes, estándares de mina y reportes de rendimiento de los equipos de carguío y transporte, proporcionados por el Área de Ingeniería y Planeamiento de la Mina San Cristóbal.

3.7.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Los instrumentos usados en la recolección de datos para la presente investigación son:

- Para registro de datos medidos en campo:
 - Ficha de registro de control de tiempos de Scoop. (Ver anexo N° 11)
 - Ficha de registro de control de tiempos de Volquete. (Ver anexo N° 12)
- Para efectuar controles y mediciones:
 - Reloj digital con cronometro y precisión al segundo.
 - Un distanciometro Leica de 100 m de alcance.
 - Horometro de volquete.
- Otros:
 - Plano Topográfico del Nv 1070 y de superficie de la mina (Anexo 22 y 23)
 - Cuadro de Distancias medidas de transporte de interior mina hacia superficie (Ver anexos 9A, 9B y 10)
 - Cuadro de parámetros de rendimiento del scoop. (Ver anexo N° 06)
 - Cuadro de parámetros de rendimiento de volquetes (Ver anexo N° 08)

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

En la recolección de datos de las diferentes etapas del ciclo de carguío y transporte, se realizó durante la guardia día por ser el más congestionado, aplicándose los instrumentos de medición previamente elaborados que son las fichas de registro de control de tiempos de los equipos, los que se ingresaron considerando el tipo de tiempo (Demoras Fijas, demoras operativas, reparaciones mecánicas, reparaciones eléctricas, otras demoras y trabajo neto), paralelo a ello se registró todos los tiempos

de las diferentes actividades realizadas desde el reporte en semáforo, desplazamiento del volquete sin carga hacia punto de carguío en interior mina, carguío, transporte hacia superficie y descarga en la cancha 500 de mineral.

La toma de datos no medidos obtenida de los estándares e informes del Área Ingeniería y planeamiento de la Mina San Cristóbal, se ordenó, clasifíco y transcribió en hojas borrador para ser utilizados como datos comparativos de los ciclos y rendimientos de transporte del sistema de transporte con volquetes.

3.9. TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Para el análisis de la información obtenida mediante los instrumentos de medición se usó la estadística descriptiva e inferencial, apoyándonos con diferentes softwares:

- Software Aplicativo:
 - Procesadores de Texto (Word 2010).
 - Hojas de Cálculo (Excel 2010)
 - Bases de Datos (Minitab)
- Graficador:
 - Autocad.

Para los datos procesados, se realizó un análisis cuantitativo y porcentual representado en gráfico de barras y líneas, así como la respectiva contrastación de la hipótesis empleando la t de Student.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANALISIS SITUACIONAL DE LAS OPERACIONES MINERAS

A continuación mostraremos la situación actual de la empresa en comparación con los estándares de rendimientos con los que trabaja la empresa minera, para ello mostrar las mejoras o no de la empresa.

4.1.1. PROCESO DE CARGUÍO.

a. Distribución de equipos:

La empresa cuenta con 06 equipos para el carguío y acarreo (4 Scoops de 2.2Yd³, 01 Scoop de 3.5Yd³ y 01 Scoop de 4Yd³), y las empresas especializadas (contratas) cuentan con un total de 20 scoops con capacidades de 2.5 a 4 Yd³, para el Nv 1070, se tiene asignado 3 equipos de 4Yd³. Ver anexo 02 y 03.

b. Rendimiento - Scoop:

Se ha realizado un estudio de tiempos y recopilación de información del área de Planeamiento de los rendimientos de los scoops, asignados a trabajos de limpieza y carguío en el Nv 1070 de la zona III hasta noviembre del 2012. Ver anexos 04, 05 y 06.

Cuadro N° 4.1

RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE CARGUÍO DE MINERAL CON SCOOP DEL NV 1070 A CANCHA 500 (SUPERFICIE) DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

DESCRIPCION	SCOOP			PROM	Unid.
	SMG32	SMG39	SMG31		
Ciclo de carguío por cuchara	6.61	6.57	6.50	6.56	Minutos
Ciclo completo de llenado por Volquete	39.64	39.44	38.99	39.36	Minutos
Tonelaje cargado por cada lamponada del Scoop	6.13	6.13	6.13	6.13	TM
Tonelaje cargado por volquete	36.76	36.76	36.76	36.76	TM
N° de Volquetes cargados por hora	1.51	1.52	1.54	1.52	Volq./Hora
Tonelaje cargado por hora	55.65	55.93	56.57	56.05	TM/Hora
Tonelaje cargado por guardia	447.40	295.31	482.01	408.24	TM/Gda
Tonelaje cargado por día	894.80	590.61	964.01	816.48	TM/Día

Fuente: Resultado de cálculo de fichas de medición propia.

Diagnóstico:

En líneas generales se puede observar que el rendimiento de los scoops es de 56.05 TM/hr durante el año 2012, el cual está por debajo del rendimiento normal de 72.67 TM/hr, según los estándares del área de planeamiento de la Mina, dicho déficit es de 22.87%, lo cual se debe principalmente a dificultades de accesibilidad y condiciones de trabajo.

a. Disponibilidad Mecánica y Utilización Efectiva Scoop:

Se ha realizado una recopilación de la disponibilidad y utilización efectiva de los equipos de acarreo (scoop) desde el 2011 hasta noviembre del 2012.

Cuadro N° 4.2

**DISPONIBILIDAD MECANICA Y UTILIZACION EFECTIVA DEL SCOOP DEL
NIVEL 1070, ZONA III DE LA MINA SAN CRISTOBAL**

Equipo	Horas prog.	Rep. Mec. Elec.	H disp.	Demoras mecánicas (%)	Demoras operativas	Demoras fijas	Otras demoras	Horas trabaj.	U (%)
SMG32	12	0.00	12.00	100.00	1.15	2.51	0.00	8.34	70
SMG39	12	0.00	12.00	100.00	3.54	2.94	0.00	5.53	46
SMG31	12	0.00	12.00	100.00	0.47	2.97	0.00	8.56	71
Prom		0.00	12.00	100.00	1.72	2.80	0.00	7.48	62

Fuente: Resultado de cálculos de medición propia.

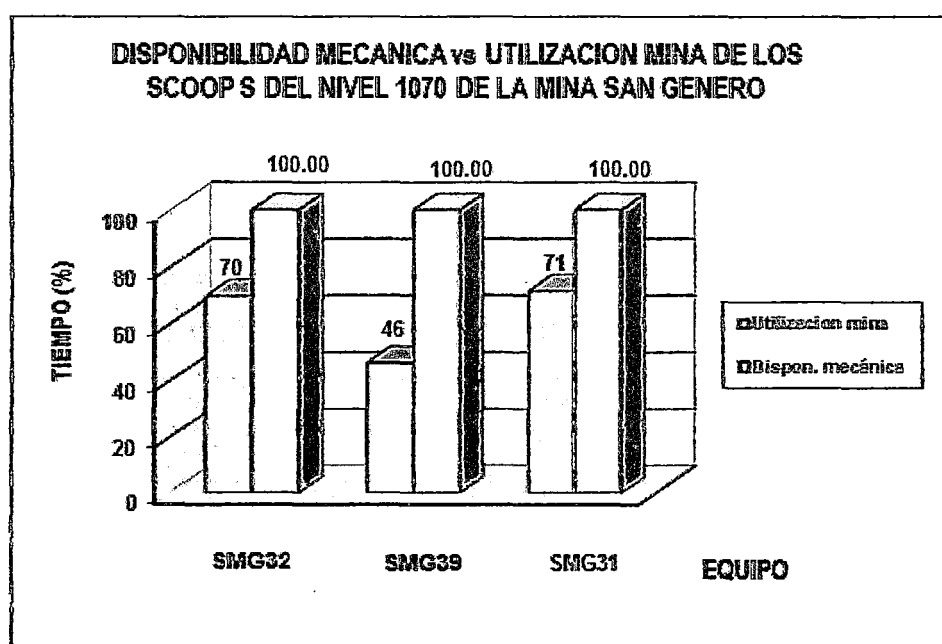


Figura 4.1: Disponibilidad mecánica vs utilización mina de los Scoops del Nv. 1070

Diagnóstico:

Para los equipos de 4Yd3 medido; en el 2012 se tiene una disponibilidad mecánica del 100%, en el 2011 en 73% a 100% incrementándose de esta manera con respecto al año 2011. En cuando al porcentaje de utilización se encuentra en 46 a 71 % en promedio según los estudios, el cual está afectado por la mala distribución de volquetes para cada punto de carguío

en el Nv 1070 de la Zona III de la Mina San Genaro. Durante los días medidos se observó que el Scoop con código SMG39, se hallaba parado a la espera de volquetes para carguío de mineral, ya que este equipo tenía colmado la cámara de acumulación de mineral cerca al punto de carguío asignado.

4.1.2. PROCESO – TRANSPORTE

a. Distribución - Volquetes:

Para el transporte del material (mineral, desmonte), se realiza con unidades de 25 y 40 TM de capacidad nominal, los cuales transportan una carga neta de 21 y 36 TM en promedio, este rubro está totalmente tercerizado. Para la zona III del Nv 1070, se utiliza volquetes de 40 TM, la distribución se realiza mediante el programa de extracción entregado por Planeamiento de Mina, el cual es asignado a cada volquete en semáforo para cada viaje.

b. Rendimiento - Volquete:

Se ha realizado un estudio de tiempos y recopilación de información del área de Planeamiento de los rendimientos de los volquetes, hasta noviembre del 2012. (Ver ANEXO 07 y 08).

Diagnóstico:

En líneas generales se puede observar que el rendimiento actual por volquete es de 11.90 TM/hr, el cual está por debajo de 13.80 TM/hr, que es el rendimiento normal de diseño según los estándares del área de planeamiento de la Mina, dicho déficit es de 13.76%, lo cual se debe principalmente a demoras operativas.

Cuadro N° 4.3

**RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE DE MINERAL DE VOLQUETES
DEL NV 1070 A CANCHA 500 (SUPERFICIE) DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

Descripción	TRANSPORTE INTERIOR MINA A SUPERFICIE (CANCHA)						Unidad
	Nv-1070 Acceso 1	Nv-1070 Acceso 1	Nv-1070 Acceso 3	Nv-1070 Acceso 2	Nv-1070 Acceso 2	Prom	
Distancia Mina - Superficie	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	Km
Tiempo de transporte neto sin carga	0.81	0.79	0.88	0.85	0.80	0.83	Hr
Tiempo de transporte neto con carga	1.08	1.03	1.12	1.08	1.07	1.08	Hr
Ciclo de transporte total	3.08	2.96	3.03	2.98	3.07	3.03	Hr
Velocidad de transporte sin carga	7.92	8.15	7.30	7.59	8.06	7.80	Km/Hora
Velocidad de transporte con carga	5.95	6.24	5.78	5.95	6.05	5.99	Km/Hora
TM transportadas por viaje	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	TM/Viaje
TM transportadas por hora	11.67	12.17	11.87	12.07	11.74	11.90	TM/Hora

Fuente: Resultado de cálculo de mediciones de fichas de control propio.

c. Disponibilidad Mecánica y Utilización Efectiva Volquete:

De la información colectada de los reportes de Planeamiento y datos de controles para los camiones ASTRA de 40TM de capacidad; en el 2012 se tiene una disponibilidad mecánica de 70%, en el 2011 en 75%. En cuando al porcentaje de utilización efectiva es de 65%.

d. Distancias – Material Transportado:

Las distancias varían de acuerdo a la zona de acumulación a transportar el material (mineral – desmonte), Se ha realizado una recopilación de las distancias promedio. (Ver ANEXO 09y 10)

Como ya sabemos la distancia de transporte de desmonte y mineral debe ser la menor posible, ya que a mayor distancia de transporte se reduce nuestra productividad.

Diagnóstico:

Para la extracción de mineral del nivel 1070, desde los puntos de carguío hacia superficie varían ligeramente con respecto a cada punto de carguío, para nuestro caso utilizaremos un valor promedio de 6.45 Km.

En mina San Cristóbal en los últimos años la distancia de transporte de mineral aumentó debido a que se vienen explotando principalmente el Nv 1070 y 1020.

4.1.3. Diseño de extracción de mineral

Como ya se mencionó, el transporte de mineral se realiza en forma mecanizada, es decir con volquetes de 40 toneladas de capacidad, las zonas de acumulación son:

Para Mineral:

Planta Concentradora Martunel y

Cancha 500 en superficie (Para acumulación)

4.2. CALCULO DE FLOTA DE CARGUIO Y TRASNPORTE ÓPTIMO

Se realizó el cálculo de flota de carguío y transporte para el 2012, para lo cual usamos las metas físicas proporcionadas 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.

NÚMERO DE SCOOP POR MES:

$$\text{Nº scoop 4 Yd3} = \frac{\text{TM mes requerido}}{\text{TM mes por scoop}}$$

$$\text{Nº scoop 4 Yd3} = \frac{30\,000 \text{ TM}}{10\,000 \text{ TM}}$$

$$\text{Nº scoop 4 Yd3} = 3 \text{ unidades , con datos estandar de Mina}$$

Como podemos observar actualmente se está trabajando con 3 scoops de 4 Yd3, con 7.23 horas efectivas de trabajo. Modificando las horas operativas y realizando un

aumento a 9 hr de operación a cualquiera de los scoop podríamos incrementar su rendimiento, para cumplir con los programas de producción.

MODIFICANDO EL RENDIMIENTO DE SCOOP:

Cuadro N° 4.4

RENDIMIENTO MEDIDO VS RENDIMIENTO ESTÁNDAR DE CARGUÍO DE MINERAL A VOLQUETES EN EL NV 1070 DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

Scoop 4 Yd3	E1 (Flota medido)	E2 (Flota Objetivo)
Hr gda	7.23	9
Rendimiento TM/ hr - sccop	56.05	69.16
TM/mes – 3 scoop	24494.31	30000.00

Fuente: Fichas de control propio y estándares de empresa

CÁLCULO DE FLOTA DE TRANSPORTE:

Con la toma de tiempos realizada en el mes de noviembre del 2012, se tienen los tiempos de transporte desde nivel 1070 hasta cancha 500 en superficie, obteniendo de esta manera la cantidad de viajes promedio.

$$N^{\circ} \text{ Total volquetes} = \frac{\text{Producción por día necesaria}}{\text{Producción día por unidad}}$$

Con Datos de control,

$$N^{\circ} \text{ Total volquetes} = \frac{816.48}{2 \times 4 \times 36}$$

$$N^{\circ} \text{ Total volquetes} = 3 \text{ unidades}$$

Con Datos estándar,

$$N^{\circ} \text{ Total volquetes} = \frac{1000}{2 \times 4 \times 36}$$

$$N^{\circ} \text{ Total volquetes} = 4 \text{ unidades}$$

De los cálculos obtenidos, para datos de control medidos nuestra flota de volquetes es de 3 unidades y con datos estándar de planeamiento y cálculos propios en situación real simulada es de 4 unidades.

Para cumplir las metas de producción, se requiere programar 4 volquetes de 40TM de capacidad para la zona III del nivel 1070, según indica los resultados obtenidos.

4.3. FACTOR DE ACOPLAMIENTO DE FLOTA ACTUAL

Después de haber analizado la evaluación de los ciclos de carguío y transporte del NV 1070, observamos que los tiempos improductivos evitables son:

- Cola de volquetes en punto de carguío
- Congestión de volquetes en rampa

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

FACTOR DE ACOPLAMIENTO (FA): la cantidad de volquetes necesarios que deben ser asignados por cada unidad de carguío

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ Volquetes } x \text{ Ciclo de carguío } x 100\%}{\text{Ciclo de transporte}}$$

Procedimiento:

El objetivo a perseguir es minimizar el costo por unidad de peso y/o maximizar la producción por unidad de tiempo. Estos dos fines generalmente no son coincidentes.

- $FA < 1$ cuando hay exceso de scoop; la eficiencia del acarreo es 100%
- $FA > 1$ cuando hay exceso de volquetes; la eficiencia del transporte es 100%
- $FA = 1$ cuando el acoplamiento es perfecto.

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ Volquetes } x \text{ Ciclo de carguío } x 100\%}{\text{Ciclo de transporte}}$$

Para Datos de medidos, el $FA = \frac{3 \times 0.656 \times 100\%}{3.36} = 0.58$

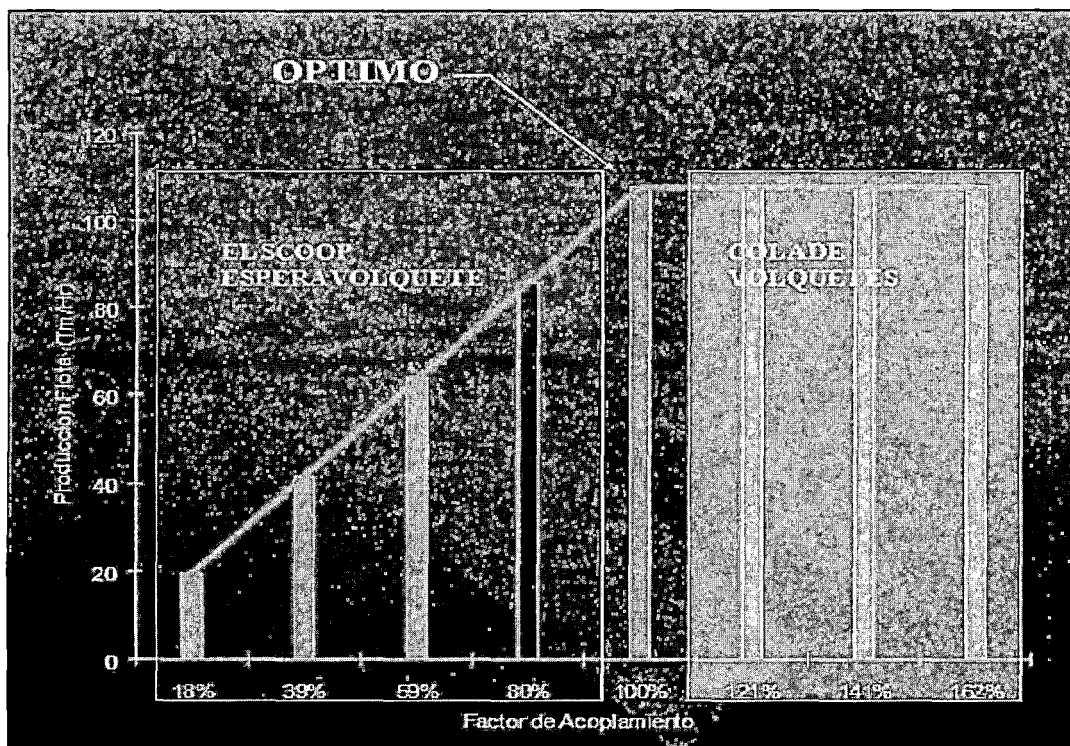


Figura 4.2: Grafica de rendimiento de flota Vs Factor de acoplamiento

Como se puede observar para los tres scoops asignados se requiere incrementar el número de volquetes a 4 unidades como mínimo.

4.4.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La aplicación de los conocimientos de la ingeniería de minas y el criterio que caracteriza al profesional de ingeniería debe permitir que en esta etapa del estudio se aproveche, proponiendo soluciones a los problemas encontrados, potenciando los puntos que aún se pueden mejorar, y consolidando las actividades que consideremos buenas; en este sentido hemos propuesto mejorar el sistema de carguío 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.

4.4.1. RESULTADO DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Para Scoop:

Cuadro N° 4.5

TIEMPOS DE SCOOP PROMEDIO EN EL NV 1070 DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

DETALLE DE TIEMPOS	CALIFICACION	Medición de Tiempos de scoop			Prom	%
		1	2	3		
Tiempo productivo	(T.P)	8.34	5.53	8.56	7.48	62.30
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	1.15	3.54	0.47	1.72	14.34
Demoras fijas	(D.F.)	2.51	2.94	2.97	2.80	23.37
TOTAL HORAS		12.00	12.00	12.00	12.00	100.00

Fuente: Resultados de cálculo de fichas de control propio.

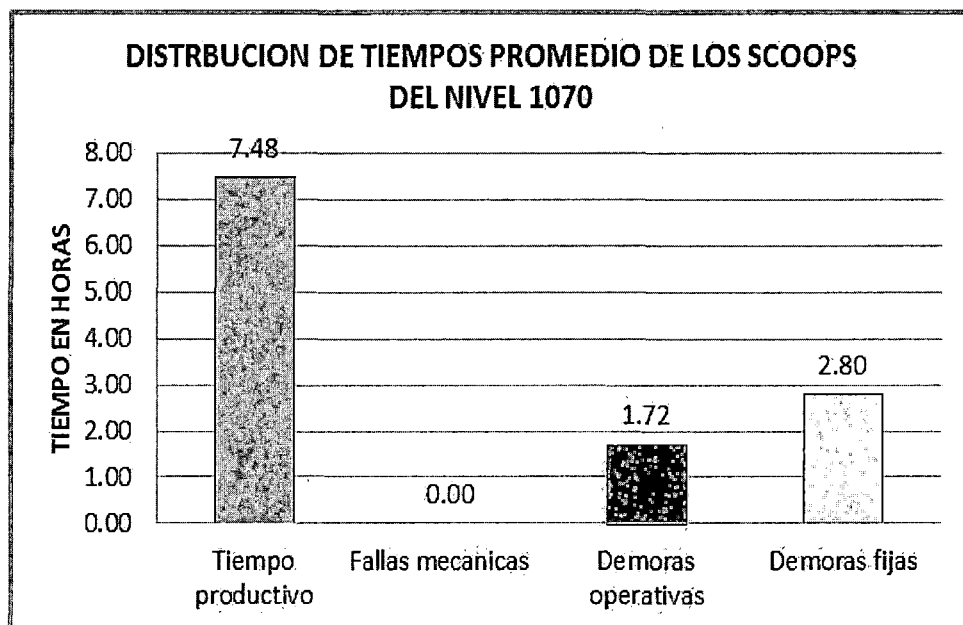


Figura 4.3: Distribución de tiempos promedio de los scoops del Nivel 1070 de la Mina San Cristóbal.

Del gráfico observamos "2" actividades detrás de la línea del 80% que es de donde se hallan las actividades críticas, sin embargo, no es difícil notar que el único tiempo improductivo evitable (de color rojo) es "Demora operativa" el cual toma un porcentaje de (14.33%) del total del tiempo programado, lo que equivale a 1.72 horas de la guardia completa, además del porcentaje de demoras fijas, se requiere reajustar, ya que se puede disminuir en un 20%.

Para Volquete:

Cuadro N° 4.6

**TIEMPOS DE TRANSPORTE DE MINERAL DE VOLQUETES DEL NV 1070 A
CANCHA 500 (SUPERFICIE) DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

DETALLE DE TIEMPOS	CALIFICACION	Medición de Tiempos de ciclo por viaje (Hr)					
		1	2	3	4	5	Prom
Tiempo productivo	(T.P)	1.72	1.43	1.62	1.52	1.40	1.54
Fallas mecánicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	0.50	0.58	0.37	0.48	0.68	0.52
Demoras fijas	(D.F.)	0.87	0.94	1.05	0.98	0.98	0.97
CICLO TOTAL		3.08	2.96	3.03	2.98	3.07	3.03

Fuente: Fichas de control propia y de empresa.

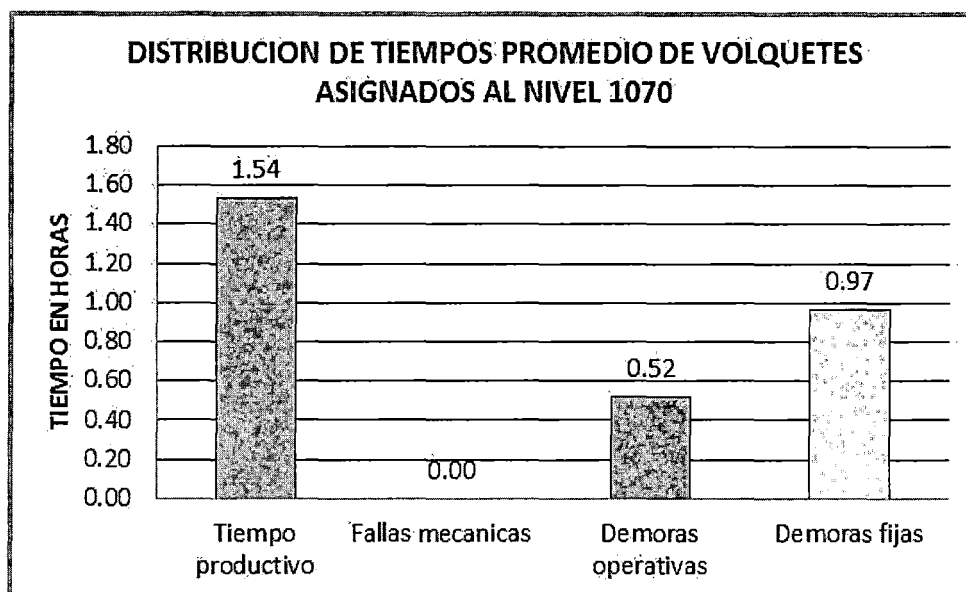


Figura 4.4: Distribución de tiempos promedio de los volquetes asignados al Nivel 1070 de la Mina San Cristóbal.

De este gráfico, al igual que el anterior, no es difícil notar que tenemos un tiempo improductivos evitable (de color rojo) los cuales son: "Demoras operativas" (Congestión de vehículos en rampa y aglomera miento de volquetes en punto de carguío, tal como lo indican los estudios de control de tiempos) y del tiempo de las demoras fijas se puede reducir con una mejor distribución un 20%.

De esto deducimos que, la congestión y aglomera miento 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.

4.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.5.1.- TIEMPOS MEDIDOS DE EQUIPOS VS PARAMETRO MINA

El cuadro 4.7, muestra el promedio de los datos obtenidos de ciclos de carguío y rendimientos de equipos medidos versus parámetros estándar de la Mina para el nivel 1070, dependiendo de la distancia de los puntos de carguío, pero dado que este nivel está en proceso de preparación y desarrollo paralelo a la explotación de tajos preparados, por lo que se considera una sola distancia en promedio.

Cuadro N° 4.7
COMPARACION DE TIEMPOS DE CARGUIO DE SCOOP
EN EL NV 1070 DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

DESCRIPCION	RENDIMIENTO DEL SCOOP			Unid.
	Promedio medido	Estándar Mina	Deficit	
Ciclo de carguio por cuchara	6.56	5.50	-1.06	Minutos
Ciclo completo de carguio por Volquete	39.36	33.00	-6.36	Minutos
Tonelaje cargado por cada lamponada del Scoop	6.13	6.00	-0.13	TM
Tonelaje cargado por hora	56.05	69.16	13.11	TM/Hora
Tonelaje cargado por gda	408.24	500.00	91.76	TM/Gda
Tonelaje cargado por día	816.48	1000.00	183.52	TM/Día
Tonelaje cargado por mes	24494.31	30000.00	5505.69	TM/mes

Fuente: Resultado de datos medidos y datos estándar de la Mina.

El cuadro 08, muestra el promedio de los datos obtenidos de ciclos de transporte y rendimientos de volquetes medidos versus parámetros estándar de la Mina para el transporte de mineral del nivel 1070, hacia superficie "cancha 500".

Cuadro N° 4.8

**COMPARACION DE TIEMPOS DE TRANSPORTE DE MINERAL DE VOLQUETES
DEL NV 1070 A CANCHA 500 (SUPERFICIE) DE LA MINA SAN CRISTÓBAL**

DESCRIPCION	RENDIMIENTO DE VOLQUETE			Unid.
	Promedio medido	Estándar Mina	Deficit	
Ciclo completo de transporte	3.03	2.60	-0.43	Minutos
Tonelaje transportado por viaje de volquete	36.00	36.00	0.00	TM
Tonelaje transportado por hora	713.98	830.77	116.79	TM/Hora
Tonelaje transportado por gda	408.24	500.00	91.76	TM/Gda
Tonelaje transportado por día	816.48	1000.00	183.52	TM/Día
Tonelaje transportado por mes	24494.31	30000.00	5505.69	TM/mes

Fuente: Resultado de datos medidos y datos estándar de la Mina.

4.5.2. 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 2012, al final se realiza la comparación de resultados por ciclos de trabajo y rendimientos de equipo, para el grupo de Control y grupo Experimental se tiene:

Cuadro N° 4.9
DATOS ESTADÍSTICOS DE LA MUESTRA DE TIEMPOS DE TRANSPORTE MEDIDOS
Y ESTANDAR DEL NIVEL 1070 A CANCHA 500 EN SUPERFICIE DE LA MINA SAN
CRISTOBAL

TIEMPOS DE TRANSPORTE		
Descripción	Medidos	Parámetro Mina
CONTROL 01	3.08	2.6
CONTROL 02	2.96	2.6
CONTROL 03	3.03	2.6
CONTROL 04	2.98	2.6
CONTROL 05	3.07	2.6
TOTAL	15.13	13.00

MEDIA	3.03	2.60
DESVIACION ESTANDAR	0.05	0.00

Fuente: Resultado de datos medidos y datos estándar de la Mina.

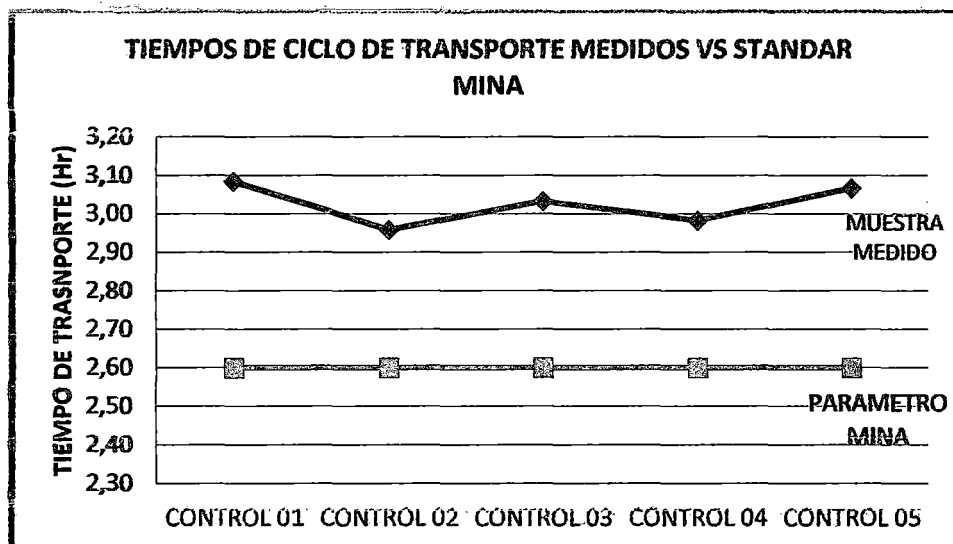


Figura 4.5: Grafica de tiempos de ciclo de transporte de mineral con volquetes.

Del cuadro N° 09 y figura N° 03 se puede observar claramente que los ciclos de transporte de la muestra medida en mina son altos que el parámetro estandar de planeamiento de mina, los cuales afectan considerablemente al rendimiento de los equipos de transporte, ya que el ciclo optimo es aquel que es igual o menor al ciclo estándar de la mina.

4.5.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos de diversos autores y cada uno de ellos con sus respectivas características y peculiaridades, por lo que se decidió usar el procedimiento más usual en la investigación.

4.5.3.1. Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula: La inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío influyen en el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cía. Minera S.A.A.

Hipótesis Alternativa: La inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío no influyen en el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cía. Minera S.A.A.

4.5.3.2.- Nivel de significancia o riesgo

$\alpha=0,05$. (Nivel de significancia)

$gl = n-1 = 5-1 = 4$

Buscando en tabla de valores críticos a 5% de significancia y 4 grados de libertad en la prueba t de Student se tiene que los puntos críticos o "t" teórica, es igual a 2.776; por lo tanto:

Valor crítico = 2.776

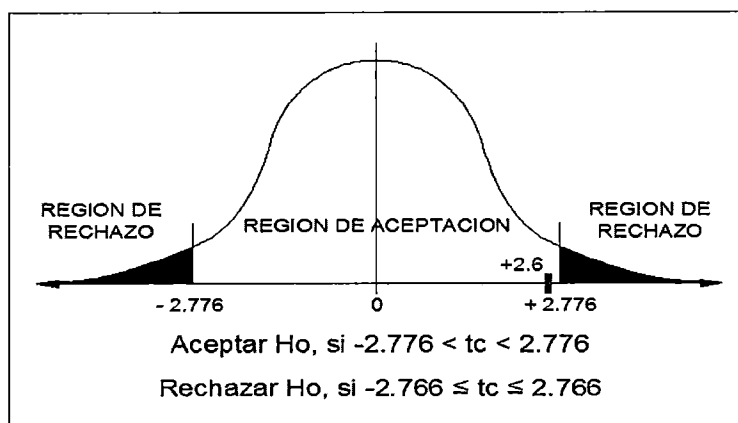


Figura 4.6: Presentación de hipótesis a prueba estadística

4.5.3.3.- Cálculo del estadístico de prueba

El estadígrafo de Prueba más apropiado para este caso es la Prueba t, ya que el tamaño de la muestra es menor que 30 ($n < 30$) y como en la hipótesis alterna (H_1) existe dos posibilidades () se aplicó la prueba bilateral, o sea a dos colas.

Calculemos ahora la prueba de hipótesis con la "t" de Student.

$$t_c = \frac{|\bar{X} - X_0|}{s} \sqrt{n}$$

$$t_c = \frac{|3.03 - 2.60|}{s_{0.05}} \sqrt{5} = 19.23$$

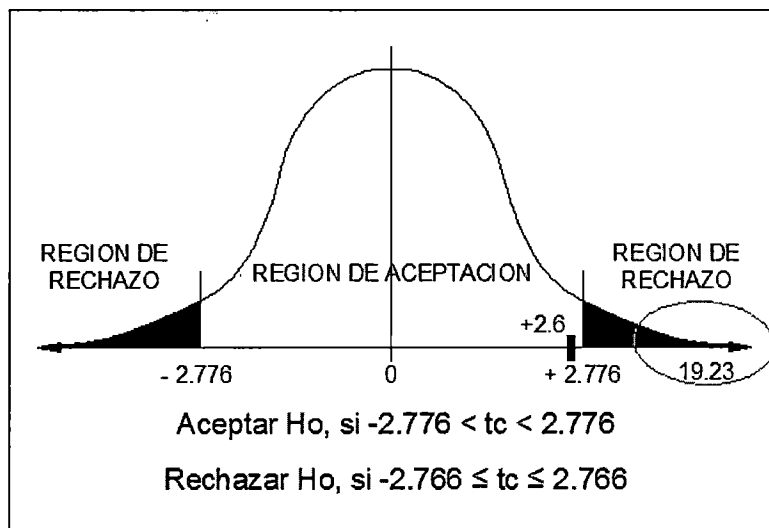


Figura 4.7: Grafica del estadístico de prueba

4.5.3.4. Decisión Estadística

Puesto que la t calculada (t_c) es mayor que la t teórica (t_t); es decir en el primer caso ($2.776 < 19.23$), en consecuencia se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_i).

Pero dado que nuestro parámetro de Mina según planeamiento es de 2.60 horas para el ciclo del sistema de transporte de mineral por viaje de volquete, el cual se halla dentro de la región de aceptación, consideramos que la hipótesis nula se acepta pese a que la prueba con la t student indica lo contrario.

4.5.3.4. Conclusión Estadística

Se ha demostrado con un nivel de significancia del 5% y la prueba t Student que "La inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío influyen en el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cía. Minera S.A.A".

CONCLUSIONES

1. Del control de tiempos realizado en el Nv 1070 de la Mina San Cristóbal, se determinó que el ciclo de carguío y transporte de mineral de interior mina hacia superficie "cancha 500", es de 3.03 horas por viaje, que es muy alto comparado con el parámetro calculado que maneja el área de Planeamiento de la Mina.
2. En los tiempos medidos, la mayor pérdida de tiempo muerto es producto de demoras operativas (Cola de volquetes en un solo punto de carguío y congestión vehicular en la rampa de acceso hacia superficie con volquetes de la zona II, por fallas mecánicas) seguido de demoras fijas.
3. Los ciclos de las operaciones de carguío y transporte, influyen directamente sobre los rendimientos de producción del Nv 1070, que actualmente ocasiona un déficit de 183.52 TM/día y de 5505.69 TM/mes.
4. El factor de acoplamiento actual es de 0.58, el cual indica que hay exceso de scoops, para mejorar esta situación en nuestro caso e incrementar la producción de la zona a 1000 TM día según planeamiento, se requiere incrementar el número de volquetes a 4 unidades.

RECOMENDACIONES

1. Se requiere disminuir el ciclo de carguío y transporte de mineral del Nv 1070 hacia la cancha 500 (Superficie) de la Mina San Cristóbal, para llevar dicho tiempo por debajo o igual parámetro calculado por el área de Planeamiento de la Mina.
2. Para reducir la cola de volquetes en un solo punto de carguío se debe mejorar el sistema de comunicación, y para disminuir la congestión vehicular ocasionada por fallas mecánicas de algunos volquetes es necesario reemplazar los vehículos más antiguos, ya que estos son quienes reportan más fallas mecánicas.
3. Para mejorar la producción del Nv. 1070, se debe actualizar constantemente los ciclos de carguío y transporte hacia cada uno de los puntos de carguío, y con dichos datos se debe reprogramar los rendimientos en función de las metas de producción de la Mina.
4. Redistribuir constantemente la cantidad de 4 volquetes hacia cada scoop de los puntos de carguío, para llevar el Factor de acoplamiento a una tendencia igual a 1, que es lo más óptimo para una buena producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARY, Donald y otros (1993:76): Metodología estadística.
2. Atkinson, T. (1992), Selection and sizing of mining equipment, SME Mining Engineering Handbook, Vol 2. SME, Colorado, 2nd edition.
3. C. Alford (1995), Optimization in underground mine design, 25th Int. APCOM. Symposium, Australian Institute. Mining and Metallurgy: Melbourne.
4. Campbell- J. Stanley D. Diseño experimentales de la investigación social, Amorrortu Editores.
5. Carlesi, H: Metodología y diseño de la Investigación Científica. Primera edición. Marzo 1994.
6. Cataldo, A. (1992): Manuel de Investigación científica. Ed, Eximpress. Lima.
7. Delgado Vega, José, 2008 Apuntes del Curso de Planificación de minas. Planificación Subterránea y de Superficie, Material de Enseñanza. Antofagasta: Universidad de Antofagasta.
8. Departamento de Planeamiento Mina San Cristóbal, Manual de estándares de Mina, 2011.
9. Gove, D. and Morgan, W. (1994), Optimizing truck-loader matching, Mining Engineering Uta.
10. Hernández, R, Fernández C, Batista P. (2006), Metodología de la investigación, Mc Graw Hill, 5ta edición, México.
11. Herrera, A. (1998). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. Santa Fé de Bogota. Mc. Graw Hill.
12. Kerlinger, F., y otros (2002), Investigación del comportamiento. Ed. Interamericano. México. .
13. M. Brazil and D.A Thomas (2004), Network optimization for the design of underground mines, Inter Science, John Wiley and Sons Inc. New Jersey.
14. M. Carlyle and B.C Eaves (2001), Underground planning at Stillwater Mining Company, Interfaces. Springer, New York.
15. Cuentas M. (2009), Manual universitario de investigación de operaciones mineras, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
16. Oseda, D. (2008) Metodología de la Investigación. Ed. Pirámide.

17. Restituto, S. (2002) Tesis doctorales u trabajo de investigación científica. Ed. Paraninfo. México.
18. TAPIA, Aníbal N, Maquinaria y equipo minero, Huancayo, Tomo 2. Abril 2001.
19. W. C. MORGAN & L. L. PETERSON, 1988 Determining Shovel-Truck Productivity, volumen 20. Mining Engineering New York.
20. Welgama, P. and Gibson, P. (1995), A hybrid knowledge based in optimization system for automated selection of materials handling system, Computers Industrial Engineering.

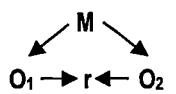
B. PÁGINAS WEB:

21. www.monografias.com
22. www.scribd.com
23. WWW.Slideshare.net.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE MINERAL DEL NIVEL 1070 A SUPERFICIE DE LA UNIDAD DE PRODUCCION SAN CRISTOBAL – VOLCAN CIA MINERA S.A.A.

I.- PROBLEMA	II.- OBJETIVOS	III.- HIPÓTESIS	IV.- VARIABLES	V.- POBLACIÓN Y MUESTRA	VI.- TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	VII.- MÉTODOS Y TÉCNICAS	VIII.- INFORMANTES
Como influye la inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío que afectan el sistema de transporte de mineral del nivel 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cia. Minera S.A.A.	Objetivo General Evaluar la distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío, para optimizar el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cia. Minera S.A.A Objetivos específicos 1. Identificar los tiempos muertos en los procesos de carguío y transporte. 2. Incrementar el rendimiento de los equipos de carga y transporte mediante la disminución de los tiempos improductivos en ambos procesos. 3. Determinar mediante ecuaciones, fórmulas y variables para la operación minera, el número de camiones con relación a cada scoop dependiendo del tiempo de ciclo de transporte.	La inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops de los puntos de carguío influyen en el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie de la Mina San Cristóbal – Volcán Cia. Minera S.A.A.	X= Inadecuada distribución de camiones con respecto a los scoops. Y= Optimización del sistema de transporte.	Población. Volquetes de las Empresas Especializadas Interlagos y Tuneleros, asignados al Nivel 1070 de la Zona III, de la Unidad de Producción San Cristóbal. Muestra Volquete Astra marca Mercedes Benz de 40 tn de capacidad de la Empresa Especializada Interlagos.	Tipo: Aplicada Diseño: Utilizaremos el diseño descriptivo correlacional.  Donde: M = muestra O₁ = variable independiente O₂ = variable dependiente r= relación entre las 2 variables.	Método: Descriptivo de observación Técnicas: 1. Observación directa de los ciclos de carguío y transporte de mineral. 2. Observación indirecta Informe, estándares de mina, y reportes de rendimiento de equipos de carguío y transporte, proporcionados por el Area de ingeniería y Planeamiento de la Mina San Cristóbal.	1. Fichas de registro medidos de scoops y volquetes. 2. Distancias de recorridos medidos. 3. Informes, estándares de mina, y reportes de rendimiento de equipos de carguío y transporte, proporcionados por el Area de ingeniería y Planeamiento de la Mina San Cristóbal.

Fuente: Elaboración Propia.

**ANEXO 02: LISTA GENERAL DE SCOOPS POR CAPACIDAD DE LA
MINA SAN CRISTOBAL**

Nº	CODIGO DE EQUIPO	PROPIEDAD	TIPO	CAPACIDAD (YD3)	ESTADO	ZONA DE TRABAJO ASIGNADO
1	CA-01	CAMINCO	SC	2.5	OPERATIVO	
2	CA-02	CAMINCO	SC	2.5	OPERATIVO	
3	CA-03	CAMINCO	SC	2.5	OPERATIVO	
4	S-144	INTERLAGOS	SC	3.5	OPERATIVO	
5	S-203	VOLCAN	SC	2.2	OPERATIVO	
6	S-204	VOLCAN	SC	2.2	OPERATIVO	
7	S-205	VOLCAN	SC	2.2	OPERATIVO	
8	S-209	VOLCAN	SC	2.2	OPERATIVO	
9	S-302	VOLCAN	SC	3.5	OPERATIVO	
10	S-402	VOLCAN	SC	4	OPERATIVO	
11	SDI-03	INCIMMET	SC	2.2	OPERATIVO	
12	SDI-04	INCIMMET	SC	2.2	OPERATIVO	
13	SMG05	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
14	SMG07	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
15	SMG09	SEMIGLO	SC	6	OPERATIVO	
16	SMG10	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
17	SMG30	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
18	SMG31	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	Nv 1070 ZONA III
19	SMG32	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	Nv 1070 ZONA III
20	SMG33	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
21	SMG35	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
22	SMG36	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
23	SMG39	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	Nv 1070 ZONA III
24	SMG34	SEMIGLO	SC	4	OPERATIVO	
25	SP-01	SAN PEDRO	SC	2.2	OPERATIVO	
26	SP-02	SAN PEDRO	SC	2.2	OPERATIVO	

Fuente: Área de Ingeniería y Planeamiento Mina San Cristóbal

ANEXO 03: LISTA DE SCOOPS POR GRUPO SEGUN CAPACIDAD DE LA MINA SAN CRISTOBAL

ITEM	GRUPO	NUMERO EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD (Yd ³)	ESTADO	ZONA DE TRABAJO
1	Scoop de empresa	S-302	Tamrock	EJC-130D	3.5	Operativo	
2		S-203	Wagner	ST-2G	2.2	Operativo	
3		S-204	Wagner	ST-2G	2.2	Operativo	
4		S-205	Wagner	ST-2G	2.2	Operativo	
5	Scoop de Contrata	SMG-05	Caterpillar	R-1300	3.7	Operativo	
6		SMG-30	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	
7		SMG-31	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	III, NIVEL 1070
8		SMG-32	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	III, NIVEL 1070
9		SMG-33	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	
10		SMG-35	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	
11		SMG-36	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	
12		SMG-39	Caterpillar	R-1300G	4	Operativo	III, NIVEL 1070

Fuente: Área de Ingeniería y Planeamiento de la Mina San Cristóbal

ANEXO 04A: CONTROL 01 DE TIEMPOS MEDIDOS DE ACTIVIDADES DEL SCOOP

1.- Parametro:

Fecha :	14/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nv	1070	
Labor	Bypass 360	acceso 3
Punto de carguio	Chut 631	
Equipo: SCOOP	SMG32	Semiglo
Capacidad del cazo	4	Yd3
Material (mineral y desmonte)	Min. y desm.	
Densidad del mineral:	3.3	TM/m3
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos
Charla se seguridad	07:00:00	07:30:00	10.00
Reparto guardia	07:30:00	07:44:00	14.00
Desplazamiento de operador a Nv-580, acceso 2, Rampa 589	07:44:00	08:04:59	20.98
Calentamiento y revisión del scoop en su refugio	08:04:59	08:11:24	6.42
Obstaculo , Scoop de Caminco estacionados	08:11:24	08:20:00	8.60
Se levanto tubería	08:20:00	08:32:00	12.00
Reinicio de desplazamiento al By pass 630	08:32:00	08:36:00	4.00
Desplazamiento de By pass 630 al chut 631	08:36:00	08:53:00	17.00
cargado de mineral al volquete Astra VI-186	08:53:00	09:25:20	32.33
Rehabilitación y limpieza en la rampa 425	09:25:20	09:31:41	6.35
Cargado de desmonte al Volquete Astra VI-182	09:31:41	10:24:17	52.60
Traslado de cable de acceso 662 al Nv-500	10:24:17	10:45:23	21.10
Limpieza de Desmonte del Nv 500 al 527	10:45:23	11:35:34	50.18
Acumulado de carga del By pass 630 al cht 631	11:35:34	12:05:45	30.18
Almuerzo	12:05:45	01:07:45	62.00
Acarreo de mineral del By pass 630 al cht 631	01:07:45	01:33:34	25.82
Cargado de mineral de camara de carguio	01:33:34	01:43:30	9.93
Acarreo de desmonte Nv580 crucero 1 al chut 631	01:43:30	02:12:39	29.15
Acarreo de mineral By pass 630 al chut 631	02:12:39	04:08:45	116.10
Cargado de mineral de camara de carguio al Volq. Astra VI 195	04:08:45	04:30:35	21.83
Cargado de mineral de camara de carguio al Volq. Astra VI 182	04:30:35	04:49:58	19.38
Limpieza de Nv 630 al costado del chut 512	04:49:58	05:45:56	45.00
Limpieza de relave de Nv 580 rampa 425	05:45:56	06:23:36	67.97
Desplazamiento a refugio	06:23:36	06:38:00	15.06
Desplazamineto del personal de Nv 580 a superficie huaripampa	06:38:00	07:00:00	22.00
Tiempo Total Medido			720.00

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	500.49	8.34	1.16
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	69.05	1.15	0.16
Demoras fijas	(D.F.)	150.46	2.51	0.35
SUB TOTAL		720.00	12.00	1.67

Fuente: Elaboración y medición propia.

ANEXO 04B: CONTROL 02 DE TIEMPOS MEDIDOS DE ACTIVIDADES DEL SCOOP

1.- Parametro:

Fecha :	15/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nv	1070	
Labor	Gal 310	acceso 3
Punto de carguo	Crucero 11	Veta 722
Equipo: SCOOP	SMG39	Semiglo
Capacidad del cazo	4	Yd3
Material (mineral y desmonte)	Min. y desm.	
Densidad del mineral:	3.3	TM/m3
Densidad del desmonte		TM/m3
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos
Charla se seguridad	07:00:00	07:20:00	20.00
Reparto guardia	07:20:00	07:44:00	24.00
Desplazamiento de operador a Nv-580, acceso 2, Rampa 589	07:44:00	08:30:22	46.37
Calentamiento y revisión del scoop en su refugio	08:30:22	08:45:38	15.27
Pase a la Camioneta de la contrta lesa	08:45:38	09:14:05	28.45
Acarreo de mineral de crucero 11 al crucero 09	09:14:05	09:21:00	6.92
Saca manga de ventilación de la galería 483	09:21:00	09:37:00	16.00
Acarreo de mineral de crucero 11 al crucero 09 y cargado a volquete	09:37:00	09:48:00	11.00
Carguo de mineral de punto de carga a volquete	09:48:00	10:02:32	14.53
Recibe ordenes del sobreestante	10:02:32	10:06:57	4.42
Acarreo y carguo de mineral a volquete (cuatro lamponadas)	10:06:57	10:17:14	10.28
Espera de orden del sobreestante	10:17:14	10:24:41	7.45
Acarreo y carguo de mineral a volquete Astra	10:24:41	10:43:20	18.65
Acarreo de mineral de gal 483 al crucero 9 (dist=97m)	10:43:20	10:48:50	5.50
Acumulación de desmonte para relleno en camara 778, rampa 400	10:48:50	12:15:49	86.98
Almuerzo	12:15:49	01:02:49	47.00
Acarreo de mineral del Tj-64, acc.-798 a pto carguo a 106m	01:02:49	01:24:12	21.38
Carguo de mineral a volquete	01:24:12	01:29:59	5.78
Acarreo de mineral del Tj-64, acc.-798 a pto carguo a 113m	01:29:59	02:03:58	33.98
Acarreo y carguo de mineral Tj-64, acc 798 a pto carguo 113m	02:03:58	02:09:35	5.62
Carguo de mineral a volquete de camara de carga, a 20m de dist.	02:09:35	02:23:36	14.02
Acarreo y carguo de mineral Tj-64, acc 798 a pto carguo 115m	02:23:36	02:52:29	28.88
Carguo de mineral Tj-64, acc 798 a pto carguo 115m	02:52:29	02:56:05	3.60
Carguo de mineral a volquete de camara de carga.	02:56:05	02:59:15	3.17
Acarreo y carguo de mineral Tj-64, acc 798 a pto carguo 115m	02:59:15	03:13:36	14.35
Nivelado de piso en crucero 09	03:13:36	03:30:40	17.07
Desplazamiento al crucero 09 lado der. camara y espera de orden	03:30:40	03:41:44	11.07
Recibe ordenes del sobreestante	03:41:44	03:53:40	11.93
Acarreo y carguo de mineral a volquete	03:53:40	04:01:25	7.75
Carguo de mineral de camara a volquete, 20 de esparación	04:01:25	04:07:20	5.92
Acarreo de mineral y carguo a volquete ASTRA	04:07:20	04:35:15	27.92
Carguo de mineral de camara a volquete ASTRA	04:35:15	04:40:32	5.28
Desplazamiento al crucero 09 lado derecho perfilando piso de ida	04:40:32	04:44:11	3.65
Desplazamiento al crucero 09 lado derecho perfilando piso de vuelta	04:44:11	04:50:44	6.55
Preparado de camino y tendido de desmonte, rampa 400, Nv1020W	04:50:44	06:48:34	105.67
Desplazamineto del personal de Nv 1070 a superficie huaripampa	06:48:34	07:12:10	23.60
Tiempo Total Medido			720.00

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	331.51	5.53	0.77
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	212.25	3.54	0.49
Demoras fijas	(D.F.)	176.23	2.94	0.41
SUB TOTAL		720.00	12.00	1.67

Fuente: Elaboración y medición propia.

ANEXO 04C: CONTROL 03 DE TIEMPOS MEDIDOS DE ACTIVIDADES DEL SCOOP

1.- Parametro:

Fecha :	16/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nv	1070	
Labor	Gal 200	acceso 3
Punto de carguo	Camara	Acceso 01
Equipo: SCOOP	SMG31	Semiglo
Capacidad del cazo	4	Yd3
Material (mineral y desmonte)	Min. y desm.	
Densidad del mineral:	3.3	TM/m3
Densidad del desmonte		TM/m3
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos
Charla se seguridad	07:00:00	07:10:00	10.00
Reparto guardia	07:10:00	07:24:00	14.00
Traslado de personal al Nv 1070	07:24:00	08:04:59	20.98
Desplazamiento de Nv 1070 a refugio	08:04:59	08:13:24	8.42
Encendido de motor y revisión de equipo	08:13:24	08:18:00	4.60
Desplazamiento de refugio a punto de carguo	08:18:00	08:29:00	11.00
Acarreo de mineral de Gal 200 a camara acceso 01,	08:29:00	09:01:11	32.18
Acarreo y carguo de mineral a volquete rojo	09:01:11	09:06:25	5.23
Carguo de mineral de camara acceso 01 a volquete rojo	09:06:25	09:13:29	7.07
Desplazamiento sin carga de camara acceso 01 a Gal 200	09:13:29	09:18:32	5.05
Acarreo de mineral de Gal 200 a camara acceso 01,	09:18:32	09:43:20	24.80
Acarreo y craguio de mineral de Gal-200 a volquete rojo	09:43:20	10:10:20	27.00
Carguo de mineral de camara a volquete Astra	10:10:20	10:24:14	13.90
Acarreo de desmonte de Gal 200 a camara de carga	10:24:14	11:46:20	82.10
Acarreo de mineral acceso 105 a Tj-64 acceso-106	11:46:20	11:51:58	5.63
Almuerzo	11:51:58	01:01:58	70.00
Acarreo y carguo de mineral de acceso 3	01:01:58	01:07:36	5.63
carguo de mineral camara Nv-1020 a volquete Astra	01:07:36	01:22:53	15.28
Acarreo y carguo de mineral de acceso 3 Nv 1070 a volquete Astra	01:22:53	01:35:59	13.10
Carguo de mineral de camara Nv-1070 a volquete Astra	01:35:59	01:50:53	14.90
Acarreo de mineral de acceso 03 Nv-1070 a camara de carga	01:50:53	02:16:20	25.45
Carguo de mineral de camara Nv-1070 a Volquete Rojo	02:16:20	02:34:26	18.10
Acarreo de mineral de Gal-200W Nv-1070 a camara de carga	02:34:26	03:11:42	37.27
Espera de volquetes , camara de carga lleno de mienral	03:11:42	03:31:12	19.50
Carguo de mineral de camara a volquete Astra	03:31:12	03:42:30	11.30
Acarreo y carguo de mineral a volquete Astra, de Gal-200W	03:42:30	03:48:00	5.50
Carguo de mineral de camara a volquete Astra	03:48:00	03:57:58	9.97
Arreglado de manga de ventilación	03:57:58	04:01:48	3.83
Acarreo de mineral de Gal-200W, Nv-1070 a camara de carga	04:01:48	04:41:25	39.62
Acarreo de mineral y carguo de Gal-200W a volquete Astra	04:41:25	04:56:10	14.75
Carguo de mineral de camara de carga a volquete Astra	04:56:10	05:03:30	7.33
Acumulación de desmonte del nv 1070 al Tajo 74	05:03:30	06:46:20	97.50
Desplazamiento de equipo de labor a refugio	06:46:20	07:05:20	19.00
Desplazamineto del personal de Nv 1070 a superficie huaripampa	07:05:20	08:05:20	20.00
Tiempo Total Medido			720.00

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	513.62	8.56	1.19
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	28.38	0.47	0.07
Demoras fijas	(D.F.)	178.00	2.97	0.41
SUB TOTAL		720.00	12.00	1.67

Fuente: Elaboración y medición propia.

ANEXO 05A: CONTROL 01 TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE ACARREO Y CARGUIO DEL SCOOP

1 PARAMETRO:

Fecha :	14/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nv	1070	
Labor	Bypass 360	acceso 3
Punto de carguio	camara 631	
Equipo: SCOOP	SMG32	Semiglo
Capacidad del cazo	4	Yd3
Material (mineral y desmonte)	Mineral	
Densidad del mineral:	3.3	TM/m3
Factor de esponjamiento:	35	%

2 TIEMPOS DE CARGUIO DE MINERAL DEL SCOOP SGM32

Volquete N°	N° Cuchara	Factor Carguio	Tiempos del Scoop		
			Ciclo de carguio (min)	Total N° Cuch.	T. Llenado por Volquete (min)
Astra VI 186	1	0.85	8.23	6	39.32
	2	0.85	7.00		
	3	0.85	5.03		
	4	0.85	6.03		
	5	0.85	6.03		
	6	0.85	7.00		
Astra VI 196	1	0.85	6.65	6	39.85
	2	0.85	7.10		
	3	0.85	6.30		
	4	0.85	6.53		
	5	0.85	6.53		
	6	0.85	6.73		
Astra VI 195	1	0.85	8.92	6	37.60
	2	0.85	6.92		
	3	0.85	5.13		
	4	0.85	5.23		
	5	0.85	5.23		
	6	0.85	6.17		
Astra VI 182	1	0.85	7.98	6	41.79
	2	0.85	6.77		
	3	0.85	7.45		
	4	0.85	6.22		
	5	0.85	5.22		
	6	0.85	8.15		
TOTAL	24		158.56		158.56
PROM		0.85	6.61	6	39.64

DENSIDAD SUELTA:

Factor de esponjamiento (Fs)	40	%
Factor de densidad (Fd) = $1 / (Fs + 1)$	0.71	
Densidad de mineral suelto (ds) = $Fd \times 3.63$	2.36	TM/m3

RESUMEN DE CALCULOS:

Ciclo de carguio por cuchara	6.61	Minutos
Ciclo completo de llenado por Volquete	39.64	Minutos
Tonelaje cargado por cada lamponada del Scoop	6.13	TM
Tonelaje cargado por volquete	36.76	TM
N° de Volquetes cargados por hora	1.51	Volq./Hora
Tonelaje cargado por hora	55.65	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 05B: CONTROL 02 TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE ACARREO Y CARGUIO DEL SCOOP

1 PARAMETRO:

Fecha :	15/112012	
Guardia:	Día	
Zona:	III	
Nv	1070	
Labor	Gal 310	acceso 3
Punto de carguio	Crucero 11	Veta 722
Equipo: SCOOP	SMG39	Semiglo
Capacidad del cazo	4	Yd3
Material (mineral y desmonte)	Min.	
Densidad del mineral:	3.3	TM/m3
Factor de esponjamiento:	35	%

2 TIEMPOS DE CARGUIO DE MINERAL DEL SCOOP SGM39

Volquete N°	N° Cuchara	Factor Carguio	Tiempos del Scoop		
			Ciclo de carguio (min)	Total N° Cuch.	T. Llenado por Volquete
Astra VI 196	1	0.85	7.88	6	42.70
	2	0.85	6.14		
	3	0.85	6.12		
	4	0.85	8.12		
	5	0.85	7.12		
	6	0.85	7.32		
Astra VI 182	1	0.85	6.39	6	36.26
	2	0.85	6.81		
	3	0.85	5.72		
	4	0.85	4.95		
	5	0.85	6.23		
	6	0.85	6.16		
Astra VI 195	1	0.85	9.39	6	40.82
	2	0.85	7.17		
	3	0.85	9.00		
	4	0.85	6.00		
	5	0.85	6.83		
	6	0.85	2.43		
Astra VI 186	1	0.85	6.09	6	37.98
	2	0.85	7.68		
	3	0.85	6.55		
	4	0.85	5.78		
	5	0.85	5.40		
	6	0.85	6.48		
TOTAL	24		157.76		157.76
PROM		0.85	6.57	6	39.44

RESUMEN DE CALCULOS:

Ciclo de carguio por cuchara	6.57	Minutos
Ciclo completo de llenado por Volquete	39.44	Minutos
Tonelaje cargado por cada lamponada del Scoop	6.13	TM
Tonelaje cargado por volquete	36.76	TM
N° de Volquetes cargados por hora	1.52	Volq./Hora
Tonelaje cargado por hora	55.93	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

22

ANEXO 05C: CONTROL 03 TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE ACARREO Y CARGUIO DEL SCOOP

1 PARAMETRO:

Fecha :	16/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nv	1070	
Labor	Gal 200	acceso 3
Punto de carguio	Camara	Acceso 01
Equipo: SCOOP	SMG31	Semiglo
Capacidad del cazo	4	Yd3
Material (mineral y desmonte)	Min. y desm.	
Densidad del mineral:	3.3	TM/m3
Factor de esponjamiento:	40	%

2 TIEMPOS DE CARGUIO DE MINERAL DEL SCOOP SGM31

Volquete N°	N° Cuchara	Factor Carguio	Tiempos del Scoop		
			Ciclo de carguio (min)	Total N° Cuch.	T. Llenado por Volquete
Rojo	1	0.85	6.11	6	37.34
	2	0.85	7.00		
	3	0.85	5.85		
	4	0.85	6.16		
	5	0.85	6.85		
	6	0.85	5.37		
Rojo	1	0.85	6.27	6	39.55
	2	0.85	7.41		
	3	0.85	5.15		
	4	0.85	7.19		
	5	0.85	6.37		
	6	0.85	7.17		
Astra	1	0.85	5.55	6	38.32
	2	0.85	6.17		
	3	0.85	7.50		
	4	0.85	6.20		
	5	0.85	6.97		
	6	0.85	5.93		
Astra	1	0.85	6.55	6	40.75
	2	0.85	7.00		
	3	0.85	5.87		
	4	0.85	6.89		
	5	0.85	7.19		
	6	0.85	7.25		
TOTAL	24		155.96		155.96
PROM		0.85	6.50	6	38.99

RESUMEN DE CALCULOS:

Ciclo de carguio por cuchara	6.50	Minutos
Ciclo completo de llenado por Volquete	38.99	Minutos
Tonelaje cargado por cada lamponada del Scoop	6.13	TM
Tonelaje cargado por volquete	36.76	TM
N° de Volquetes cargados por hora	1.54	Volq./Hora
Tonelaje cargado por hora	56.57	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 06: PARAMETROS DE RENDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y CARGUIO DE SCOOP POR NIVELES Y LABORES DE LA MINA
SAN CRISTOBAL**

N°	SCOOP					MATERIAL		TRAMO		Nivel	Ubicación	Long.	Gradiente	TIEMPO TAREA		RENDIMIENTO	
	Cod.	Marca	Yd ⁵	m ⁵	Propiedad	TIPO	P. e.	De :	Hasta					Tipo	Hr	m3/Hor	Ton/hor
1	10	ATLAS COPCO	3.50	2.7	TUNELEROS	Desmonte	2.75	CAMARA	Pto Carguio	820	S/C	30	HORIZ.	carguio	0.97	10.60	37.1
2	402	ATLAS COPCO	3.50	2.7	VOLCAN	Mineral	3.30	PISO II	Pto Carguio	780	S/C	30	HORIZ.	carguio	0.98	10.50	36.7
3	16	ATLAS COPCO	6.00	4.6	IESA	Desmonte	2.75	Cam. Acum.	Zona Carga	1020	S/C	112	(-) 12%	carguio	1.03	71.11	195.5
4	12	ATLAS COPCO	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TAJO	Pto Carguio	1020	S/C	100	HORIZ.	carguio	0.72	14.29	50.0
5	14	ATLAS COPCO	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TAJO	Pto Carguio	1070	S/C	70	HORIZ.	carguio	0.55	20.76	72.7
6	0-31	CATERPILLAR	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 64 AC 7	Acceso 5	920	S/C	120	HORIZ.	limpieza	1.10	41.67	145.9
7	0-33	CATERPILLAR	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 65 AC 3	CA 593	500	S/C	310	HORIZ.	limpieza	2.50	17.10	59.9
8	0-35	CATERPILLAR	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 75/AC8	AC8/RP400	870	S/C	60	-0.14	limpieza	0.13	145.40	508.9
9	0-32	CATERPILLAR	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 65 AC 3	CA 593	500	S/C	310	HORIZ.	limpieza	1.50	16.20	56.5
10	0-39	CATERPILLAR	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	VE 15/XC15	VE 15	920	S/C	45	HORIZ.	carguio	1.20	61.12	213.2
11	0-35	CATERPILLAR	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 75/AC8	AC8/RP400	870	S/C	80	-0.14	carguio	3.30	18.30	64.2
12	30	ELPHISTONE	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	ACCESO V	Pto Carguio	920	S/C	40	HORIZ.	carguio	0.41	25.09	87.8
13	5	ELPHISTONE	3.70	2.8	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 65 - W	Parrilla 430	500	S/C	292	HORIZ.	limpieza	6.67	15.28	50.4
14	30	ELPHISTONE	4.00	3.1	SEMIGLO	Mineral	3.30	TJ 64 F	ACCESO V	920	S/C	169	(-) 15 %	limpieza	1.79	30.80	101.6

Fuente: Area de Ingenieria y Planeamiento de la Mina San Cristobal

ANEXO 07A: CONTROL 01 DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE CON VOLQUETE

1.- Parametro:

Fecha :	11/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nivel:	1070	
Labor	Acceso 01	
Distancia punto carguio-cancha	6.45	Km
Equipo de transporte:	Volquete	ASTRA
Capacidad del volquete:	40	TM
Equipo de carga:	Scoop	4 Yda3
Número de cucharas por volquete	4	
Material	Mineral	
Densidad del mineral:	3.5	TM/m3
Factor de llenado	90	%
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades por ciclo de transporte de desmonte:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos	Calif
Reporte en semaforo	08:32:55	08:35:13	2.30	D.F.
Transporte sin carga de semaforo a garita	08:35:13	08:39:05	3.87	D.F.
Revisión de EPP y luces en garita	08:39:05	08:40:00	0.92	D.F.
Transporte sin carga de garita a punto de cargio	08:40:00	09:25:00	45.00	D.F.
Espera de carguio por saturación de volquetes y/o acumulación de carga	09:25:00	09:55:00	30.00	D.O.
Carguio	09:55:00	10:27:00	32.00	T.P.
Transporte con carga del punto de carguio a cancha 500	10:27:00	11:32:00	65.00	T.P.
Tiempo de descarga	11:32:00	11:38:00	6.00	T.P.
Tiempo Total transporte / Viaje (Horas)			3.08	100%

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	103.00	1.72	55.65
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	30.00	0.50	16.21
Demoras fijas	(D.F.)	52.08	0.87	28.14
TOTAL		185.08	3.08	100.00

3.- Resultados de cálculo de rendimientos:

Tiempo de transporte neto sin carga	0.81	Hr
Tiempo de transporte neto con carga	1.08	Hr
Ciclo de transporte total	3.08	Hr
Velocidad de transporte sin carga	7.92	Km/Hora
Velocidad de transporte con carga	5.95	Km/Hora
TM transportadas por viaje	36.00	TM/Viaje
TM transportadas por hora	11.67	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 07B: CONTROL 02 DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE CON VOLQUETE

1.- Parametro:

Fecha :	12/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nivel:	1020	
Labor	Acceso 01	
Distancia punto carguio-cancha	6.45	Km
Equipo de transporte:	Volquete	ASTRA
Capacidad del volquete:	40	TM
Equipo de carga:	Scoop	4 Yda3
Número de cucharas por volquete	4	
Material	Mineral	
Densidad del mineral:	3.5	TM/m3
Factor de llenado	90	%
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades por ciclo de transporte de desmonte:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos	Calif
Reporte en semaforo	07:32:00	07:36:00	4.00	D.F.
Transporte sin carga de semaforo a garita	07:36:00	07:39:30	3.50	D.F.
Revisión de EPP y luces en garita	07:39:30	07:44:00	5.00	D.F.
Transporte sin carga de garita a punto de cargio	07:44:00	08:32:00	44.00	D.F.
Congestión vehicular en rampa	08:32:00	09:17:00	35.00	D.O.
Carguio	09:17:00	09:37:00	20.00	T.P.
Transporte con carga del punto de carguio a cancha 500	09:37:00	10:39:00	62.00	T.P.
Tiempo de descarga	10:39:00	10:43:00	4.00	T.P.
Tiempo Total transporte / Viaje (Horas)			2.96	100%

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	86.00	1.43	46.47
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	35.00	0.58	18.91
Demoras fijas	(D.F.)	56.50	0.94	30.53
TOTAL		177.50	2.96	100.00

3.- Resultados de cálculo de rendimientos:

Tiempo de transporte neto sin carga	0.79	Hr
Tiempo de transporte neto con carga	1.03	Hr
Ciclo de transporte total	2.96	Hr
Velocidad de transporte sin carga	8.15	Km/Hora
Velocidad de transporte con carga	6.24	Km/Hora
TM transportadas por viaje	36.00	TM/Viaje
TM transportadas por hora	12.17	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 07C: CONTROL 03 DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE CON VOLQUETE

1.- Parametro:

Fecha :	12/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nivel:	1070	
Labor	Acceso 03	
Distancia punto carguio-cancha	6.45	Km
Equipo de transporte:	Volquete	ASTRA
Capacidad del volquete:	40	TM
Equipo de carga:	Scoop	4 Yda3
Número de cucharas por volquete	4	
Material	Mineral	
Densidad del mineral:	3.5	TM/m3
Factor de llenado	90	%
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades por ciclo de transporte de desmonte:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos	Calif
Reporte en semaforo	03:30:00	03:35:00	5.00	D.F.
Transporte sin carga de semaforo a garita	03:35:00	03:39:00	4.00	D.F.
Revisión de EPP y luces en garita	03:39:00	04:44:00	5.00	D.F.
Transporte sin carga de garita a punto de cargio	04:44:00	05:27:00	49.00	D.F.
Espera de carguio por saturación de volquetes y/o acumulación de carga	05:27:00	05:49:00	22.00	D.O.
Carguio	05:49:00	06:14:00	25.00	T.P.
Transporte con carga del punto de carguio a cancha 500	06:14:00	07:21:00	67.00	T.P.
Tiempo de descarga	07:21:00	07:26:00	5.00	T.P.
Tiempo Total transporte / Viaje (Horas)			3.03	100%

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	97.00	1.62	52.41
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	22.00	0.37	11.89
Demoras fijas	(D.F.)	63.00	1.05	34.04
TOTAL		182.00	3.03	100.00

3.- Resultados de cálculo de rendimientos:

Tiempo de transporte neto sin carga	0.88	Hr
Tiempo de transporte neto con carga	1.12	Hr
Ciclo de transporte total	3.03	Hr
Velocidad de transporte sin carga	7.30	Km/Hora
Velocidad de transporte con carga	5.78	Km/Hora
TM transportadas por viaje	36.00	TM/Viaje
TM transportadas por hora	11.87	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 07D: CONTROL 04 DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE CON VOLQUETE

1.- Parametro:

Fecha :	13/11/2012	
Guardia:	Dia	
Zona:	III	
Nivel:	1070	
Labor	Acceso 02	
Distancia punto carguio-cancha	6.45	Km
Equipo de transporte:	Volquete	ASTRA
Capacidad del volquete:	40	TM
Equipo de carga:	Scoop	4 Yda3
Número de cucharas por volquete	4	
Material	Mineral	
Densidad del mineral:	3.5	TM/m3
Factor de llenado	90	%
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades por ciclo de transporte de desmonte:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos	Calif
Reporte en semaforo	08:10:00	08:14:00	4.00	D.F.
Transporte sin carga de semaforo a garita	08:14:00	08:20:00	5.00	D.F.
Revisión de EPP y luces en garita	08:20:00	08:25:00	4.00	D.F.
Transporte sin carga de garita a punto de cargio	08:25:00	09:11:00	46.00	D.F.
Espera de carguio por saturación de volquetes y/o acumulación de carga	09:11:00	09:40:00	29.00	D.O.
Carguio	09:40:00	10:00:00	20.00	T.P.
Transporte con carga del punto de carguio a cancha 500	10:00:00	11:05:00	65.00	T.P.
Tiempo de descarga	11:05:00	11:11:00	6.00	T.P.
Tiempo Total transporte / Viaje (Horas)			2.98	100%

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	91.00	1.52	49.17
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	29.00	0.48	15.67
Demoras fijas	(D.F.)	59.00	0.98	31.88
TOTAL		179.00	2.98	100.00

3.- Resultados de cálculo de rendimientos:

Tiempo de transporte neto sin carga	0.85	Hr
Tiempo de transporte neto con carga	1.08	Hr
Ciclo de transporte total	2.98	Hr
Velocidad de transporte sin carga	7.59	Km/Hora
Velocidad de transporte con carga	5.95	Km/Hora
TM transportadas por viaje	36.00	TM/Viaje
TM transportadas por hora	12.07	TM/Hora

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 07E: CONTROL 05 DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE TRANSPORTE CON VOLQUETE

1.- Parametro:

Fecha :	13/11/2012	
Guardia:	Día	
Zona:	III	
Nivel:	1070	
Labor	Acceso 02	
Distancia punto carguio-cancha	6.45	Km
Equipo de transporte:	Volquete	ASTRA
Capacidad del volquete:	40	TM
Equipo de carga:	Scoop	4 Yda3
Número de cucharas por volquete	4	
Material	Mineral	
Densidad del mineral:	3.5	TM/m3
Factor de llenado	90	%
Factor de esponjamiento:	40	%

2.- Estudio de actividades por ciclo de transporte de desmonte:

DESCRIPCION	HORA 1	HORA 2	Minutos	Calif
Reporte en semaforo	02:20:00	02:25:00	5.00	D.F.
Transporte sin carga de semaforo a garita	02:25:00	02:29:00	4.00	D.F.
Revisión de EPP y luces en garita	02:29:00	02:35:00	6.00	D.F.
Transporte sin carga de garita a punto de cargio	02:35:00	03:19:00	44.00	D.F.
Desplazamiento a otro punto de carguio y espera de acumulación de carga	03:19:00	04:00:00	41.00	D.O.
Carguio	04:00:00	04:13:00	13.00	T.P.
Transporte con carga del punto de carguio a cancha 500	04:13:00	05:17:00	64.00	T.P.
Tiempo de descarga	05:17:00	05:24:00	7.00	T.P.
Tiempo Total transporte / Viaje (Horas)			3.07	100%

Ordenando y clasificando tiempos:

		Ciclo por viaje		
		Minutos	Horas	%
Tiempo productivo	(T.P)	84.00	1.40	45.38
Fallas mecanicas	(F.M.)	0.00	0.00	0.00
Demoras operativas	(D.O.)	41.00	0.68	22.15
Demoras fijas	(D.F.)	59.00	0.98	31.88
TOTAL		184.00	3.07	100.00

3.- Resultados de cálculo de rendimientos:

Tiempo de transporte neto sin carga	0.80	Hr
Tiempo de transporte neto con carga	1.07	Hr
Ciclo de transporte total	3.07	Hr
Velocidad de transporte sin carga	8.06	Km/Hora
Velocidad de transporte con carga	6.05	Km/Hora
TM transportadas por viaje	36.00	TM/Viaje
TM transportadas por hora	11.74	TM/Hora

ANEXO 08: PARAMETROS DE RENDIMIENTOS DE VOLQUETE DE INTERIOR MINA A SUPERFICIE DE LA MINA SAN CRISTOBAL

N°	LABOR	NIVEL	EQUIPO	CODIGO	ACTIVIDAD	HORAS TRABAJAS	DIST (Km)	EMPRESA	MATERIAL	CAPACIDAD TEORICA	CAP. REAL /VIAJE TM	RENDIMIENTO	
												TM/HORA	M3/HOR.
1	BP 1070	1070	ASTRA	VI - 195	TRASPORTE	2.6	6.45	TUNELEROS	MINERAL	40	36	13.8	4.0
2	CHUT 931	500	ASTRA	VI - 199	TRASPORTE	0.98	5.8	INTERLAGOS	MINERAL	40	36	128.6	36.7
3	CA 680	680	ASTRA	VI - 143	TRASPORTE	1.73	3.2	INTERLAGOS	MINERAL	40	36	72.8	20.8
4	BP 1020	1020	VOLVO	N - 18	TRASPORTE	2.2	5.95	TUNELEROS	MINERAL	25	21	9.5	2.7
5	CX 810	820	VOLVO	N - 14	TRASPORTE	1.97	6.3	TUNELEROS	DESMONTE	25	21	10.7	3.9
6	CX 810	820	VOLVO	N - 19	TRASPORTE	1.22	6.2	TUNELEROS	DESMONTE	25	21	17.2	6.3
7	GAL 060	820	VOLVO	N - 18	TRASPORTE	1.72	6.1	TUNELEROS	DESMONTE	25	21	12.2	4.4
8	BP 093	820	VOLVO	N - 14	TRASPORTE	1.72	6.8	TUNELEROS	DESMONTE	25	21	12.2	4.4
9	GAL 060	820	VOLVO	N - 14	TRASPORTE	1.83	5.3	TUNELEROS	MINERAL	25	21	11.5	3.3
10	GAL 060	820	VOLVO	N - 16	TRASPORTE	1.53	5.3	TUNELEROS	MINERAL	25	21	13.7	3.9

Fuente: Area de Ingenieria y Planeamiento de la Mina San Cristobal

ANEXO 09A: DISTANCIAS DE TRASPORTE MEDIDOS EN MINA SAN CRISTOBAL POR VOLCAN

Ruta Inicial	Material	Ruta	Labor / Distancia							Total (Km)
			GL-826	RP-995					Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 580 --> D. Superficie Huaripampa	1	0.3					0.1	1.4
			NV-630	RP-995					Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 630 --> D. Superficie Huaripampa	1.3	0.7					0.1	2.1
			NV-730	RP-572	RP-995				Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 730 --> D. Superficie Huaripampa	1.3	0.94	0.7				0.1	3.04
			NV-780	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 780 --> D. Superficie Huaripampa	1.2	0.5	0.48	0.94	0.7		0.1	3.92
			NV-820	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 820 --> D. Superficie Huaripampa	1	1.03	0.48	0.94	0.7		0.1	4.25
			XC-810	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 820(XC 810) --> D. Sup. Huaripampa	0.78	1.03	0.48	0.94	0.7		0.1	4.03
			NV-870	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 870 --> D. Superficie Huaripampa	0.9	1.45	0.48	0.94	0.7		0.1	4.57
			NV-920	RP-040	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995	Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 920 --> D. Superficie Huaripampa	0.58	0.46	1.45	0.48	0.94	0.7	0.1	4.71
			RP-040	RP-040	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995	Superficie	
Interior	Desmonte	M. San Cristobal - NV 1020 --> D. Superficie Huaripampa	0.8	0.46	1.45	0.48	0.94	0.7	0.1	4.93
			NV-630	RP-995					Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 500 --> D. Cancha 500 (SC)	1.7	0.7					1	3.4
			NV-630	RP-995					Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 630 --> D. Cancha 500 (SC)	1.7	0.7					1	3.4
			NV-730	RP-572	RP-995				Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 730 --> D. Cancha 500 (SC)	0.53	0.91	0.7				1	3.14
			NV-780	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 780 --> D. Cancha 500 (SC)	1.2	0.5	0.48	0.91	0.7		1	4.79
			NV-820	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 820 --> D. Cancha 500 (SC)	1	1.03	0.48	0.91	0.7		1	5.12

Fuente: Area de Ingenieria y Planeamiento de la Mina san Cristobal

14

ANEXO 09B: DISTANCIAS DE TRASPORTE MEDIDOS EN MINA SAN CRISTOBAL POR VOLCAN

Ruta Inicial	Material	Ruta	Labor / Distancia							Total (Km)
			NV-870	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 870 --> D. Cancha 500 (SC)	1	1.45	0.48	0.91	0.7		1	5.54
			NV-920	RP-040	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995	Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 920 --> D. Cancha 500 (SC)	0.35	0.46	1.45	0.48	0.91	0.7	1	5.35
			RP-742	GL-367	RP-572	RP-995			Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 780 (ECH. 960) --> D. Cancha 500	0.5	0.48	0.91	0.7			1	3.59
			RP-742	GL-367	RP-572	RP-995			Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 820 (ECH. 960) --> D. Cancha 500	0.74	0.48	0.91	0.7			1	3.83
			NV-630	RP-995					Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 630 (ECH 223) --> D. Cancha 500	0.4	0.7					1	2.1
			NV-780	NV-730					Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 780 --> NV 730 (ECH. 223)	0.2	1.7					0	1.9
			NV-780						Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 780 --> NV 780,820 (ECH. 960)	1.2						0	1.2
			NV-820	RP-742					Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 820 --> NV 780,820 (ECH. 960)	1	0.2					0	1.2
			NV-820	RP-040	RP-742				Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 870 --> NV 780,820 (ECH. 960)	0.7	0.46	0.2				0	1.36
			NV-920	RP-040	RP-742				Superficie	
Interior	Mineral	M. San Cristobal - NV 920 --> NV 780,820 (ECH. 960)	0.35	0.46	0.2				0	1.01
			NV-630	RP-995					Superficie	
Superficie	Desmonte	M. San Cristobal - NV 630 --> D. Tajo Escondida	1.7	0.7					1.5	3.9
			NV-730	RP-572	RP-995				Superficie	
Superficie	Desmonte	M. San Cristobal - NV 730 --> D. Tajo Escondida	0.53	0.91	0.7				1.5	3.64
			NV-870	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995		Superficie	
Superficie	Desmonte	M. San Cristobal - NV 870 --> D. Tajo Escondida	0.9	1.45	0.48	0.94	0.7		1.5	5.97
			NV-920	RP-040	RP-742	GL-367	RP-572	RP-995	Superficie	
Superficie	Desmonte	M. San Cristobal - NV 920 --> D. Tajo Escondida	0.58	0.46	1.45	0.48	0.94	0.7	1.5	6.11

Fuente: Area de Ingenieria y Planeamiento de la Mina san Cristobal

ANEXO 10: DISTANCIAS MEDIDAS DE TRANSPORTE DE INTERIOR MINA A SUPERFICIE

N°	MATERIAL	RUTA	DISTANCIA (KM)		
			Mina	Superf.	Total
1	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 580 --> D. Superficie Huaripampa	1.1	0.2	1.3
2	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 630 --> D. Superficie Huaripampa	2.35	0.2	2.55
3	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 730 --> D. Superficie Huaripampa	2.26	0.2	2.46
4	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 780 --> D. Superficie Huaripampa	4.1	0.2	4.3
5	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 820 --> D. Superficie Huaripampa	4.2	0.2	4.4
6	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 820(XC 810) --> D. Sup. Huaripampa	3.9	0.2	4.1
7	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 870 --> D. Superficie Huaripampa	4.15	0.2	4.35
8	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 920 --> D. Superficie Huaripampa	4.6	0.2	4.8
9	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 1020 --> D. Superficie Huaripampa	4.85	0.2	5.05
10	Mineral	M. San Cristóbal - NV 500 --> D. Cancha 500 (SC)	2.35	1.1	3.45
11	Mineral	M. San Cristóbal - NV 630 --> D. Cancha 500 (SC)	2.35	1.1	3.45
12	Mineral	M. San Cristóbal - NV 730 --> D. Cancha 500 (SC)	2.26	1.1	3.36
13	Mineral	M. San Cristóbal - NV 780 --> D. Cancha 500 (SC)	3.84	1.1	4.94
14	Mineral	M. San Cristóbal - NV 820 --> D. Cancha 500 (SC)	4.2	1.1	5.3
15	Mineral	M. San Cristóbal - NV 870 --> D. Cancha 500 (SC)	4.54	1.1	5.64
16	Mineral	M. San Cristóbal - NV 920 --> D. Cancha 500 (SC)	4.3	1.1	5.4
17	Mineral	M. San Cristóbal - NV 1020 --> D. Cancha 500 (SC)	4.85	1.1	5.95
18	Mineral	M. San Cristóbal - NV 1070 --> D. Cancha 500 (SC)	5.35	1.1	6.45
19	Mineral	M. San Cristóbal - NV 780 (ECH. 960) --> D. Cancha 500 (SC)	2.45	1.1	3.55
20	Mineral	M. San Cristóbal - NV 820 (ECH. 960) --> D. Cancha 500 (SC)	2.75	1.1	3.85
21	Mineral	M. San Cristóbal - NV 630 (ECH 223) --> D. Cancha 500 (SC)	1.11	1.1	2.21
22	Mineral	M. San Cristóbal - NV 780 --> NV 730 (ECH. 223)	2.2	0	2.2
23	Mineral	M. San Cristóbal - NV 780 --> NV 780,820 (ECH. 960)	1.2	0	1.2
24	Mineral	M. San Cristóbal - NV 820 --> NV 780,820 (ECH. 960)	1.45	0	1.45
25	Mineral	M. San Cristóbal - NV 870 --> NV 780,820 (ECH. 960)	2.05	0	2.05
26	Mineral	M. San Cristóbal - NV 920 --> NV 780,820 (ECH. 960)	1.75	0	1.75
27	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 580 --> Tajo San Martín	1.1	1.8	2.9
28	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 630 --> Tajo San Martín	2.35	1.8	4.15
29	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 730 --> Tajo San Martín	2.26	1.8	4.06
30	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 780 --> Tajo San Martín	4.1	1.8	5.9
31	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 820 --> Tajo San Martín	4.2	1.8	6
32	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 870 --> Tajo San Martín	4.15	1.8	5.95
33	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 920 --> Tajo San Martín	4.6	1.8	6.4
34	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 1020 --> Tajo San Martín	4.85	1.8	6.65
35	Desmonte	M. San Cristóbal - NV 1020 --> Tajo San Martín	5.4	1.8	7.2

Fuente: Elaboración propia.

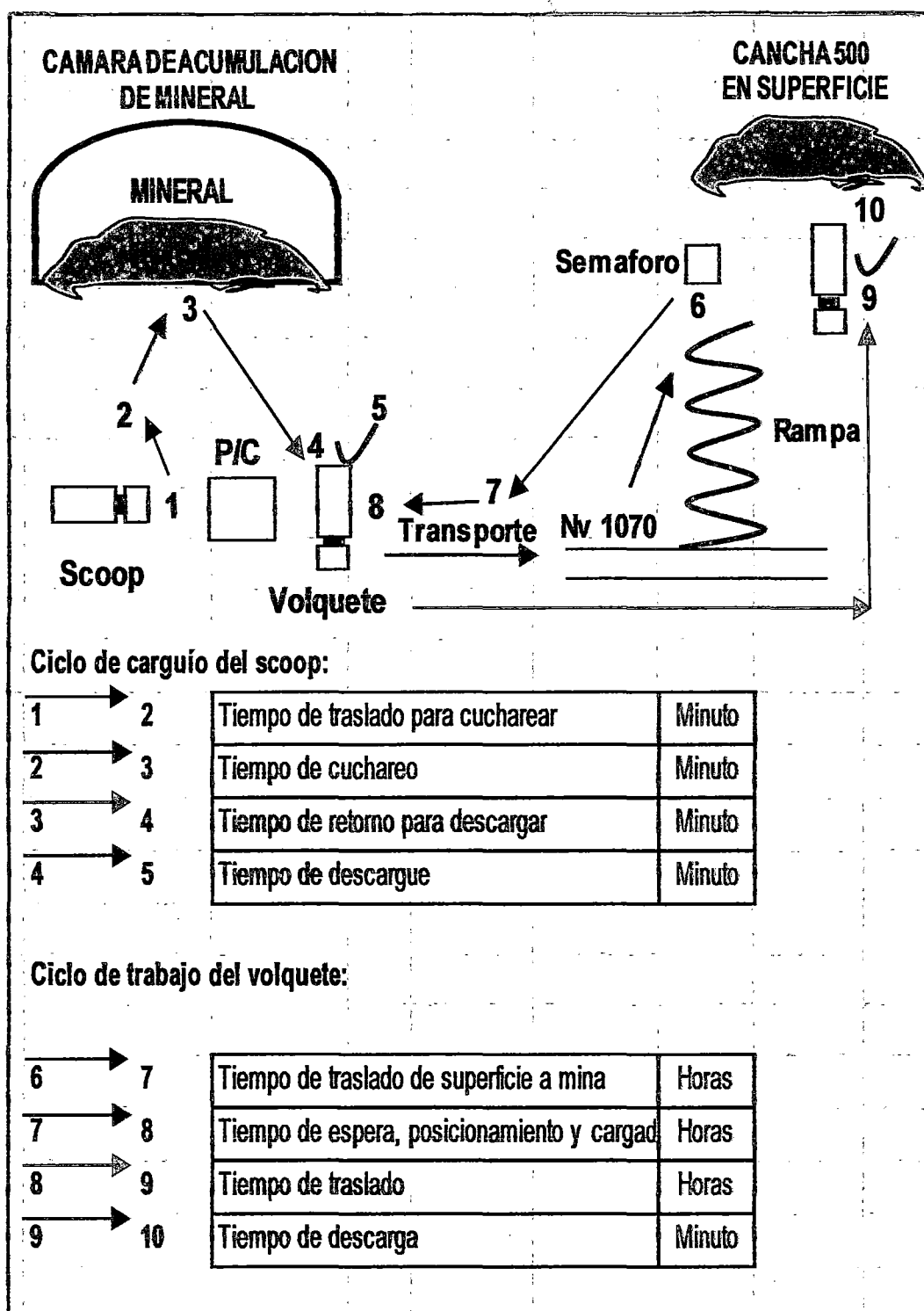
ANEXO 11: FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE TIEMPOS DE SCOOPS

		I	II	III	IV			Fecha :					
ZONA						NIVEL:							
Labor 1:						Secciones:				Guardia : 07.00 am - 07.00 pm			
										07.00 pm - 07.00 am			
Labor 2:						Secciones:				Labor 3:		Secciones:	
Equipo tipo:						Capacidad:							
Operador:						Supervisor:				Controlador			
1	DEMORAS FIJAS					De :		A :					
1.1	Reparto guardia												
1.2	Charlas de seguridad												
1.3	Transporte de personal al comedor del Nv 1070												
1.4	Desplazamiento de personal a refugio de equipo												
1.5	Desplazamiento de equipo a labor de trabajo												
2	DEMORAS OPERATIVAS					De :		A :		De :		A :	
2.1	Inspección de labor												
2.2	Checklist maquina												
2.3	Desplazamiento de equipo otra labor de trabajo												
3	REPARACIONES MECANICAS					De :		A :		De :		A :	
3.1	Comunicación de las fallas (a Cent. Oper. / Talleres)												
3.2	Espera de llegada de mecanicos para reparacion												
3.3	Tiempo de reparacion de la maquina												
4	REPARACIONES ELECTRICAS					De :		A :		De :		A :	
4.1	Comunicación de las fallas (a Cent. Oper. / Talleres)												
4.2	Espera de llegada de electricos para reparacion												
4.3	Tiempo de reparacion de la maquina												
4.4	Causas:												
	4.4.1 Motor no arranca (bateria, arrancador, alternador)												
	4.4.2 Fallas en las luces												
	4.4.3 Otros:												
5	OTRAS DEMORAS					De :		A :		De :		A :	
5.1	Accidente de personal												
5.2	Accidente de equipo												
5.3	Caída de roca, planchones												
5.4	Falta de ventilación												
5.5	Otros:												
6	TRABAJO NETO					De :		A :		De :		A :	
6.1	Acarreo de mineral de tajeo a punto de carguo												
6.2	Carguo a volquete												
6.3	Retorno a tajo (vacío)												
TOTAL HRS.													

ANEXO 12: FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE TIEMPOS DE VOLQUETE

		I	II	III	IV			Fecha :					
ZONA						NIVEL:							
Labor 1:						Secciones:		Guardia :		07.00 am - 07.00 pm			
										07.00 pm - 07.00 am			
Labor 2:						Secciones:		Labor 3:		Secciones:			
Equipo tipo:						Capacidad:							
Operador:						Supervisor:		Controlador:					
1 DEMORAS FIJAS								De :		A :			
1.1 Reparto guardia													
1.2 Charlas de seguridad													
1.4 Recibir orden y reportar en semaforo (ida)													
1.5 Recibir orden y reportar en semaforo (vuelta)													
2 DEMORAS OPERATIVAS								De :		A :		De :	
2.3 Desplazamiento a otro punto de carguo por el contrario orden													
2.4 Espera de carguo por saturación de volquetes en un mismo punto de carguo													
2.5 Congestion vehicular en rampa													
3 REPARACIONES MECANICAS								De :		A :		De :	
3.2 Comunicacion de las fallas (a Cent. Oper. / Talleres)													
3.3 Espera de llegada de mecanicos para reparacion													
3.4 Tiempo de reparacion de la maquina													
3.5 Causas:													
3.5.1 Falta de niveles (petroleo, aceites, etc)													
3.5.2 Reparaciones menores (mangueras, conexiones, presiones, otros)													
3.5.3 Reparaciones mayores (llanta, soldaduras, otros)													
3.5.4 Otros :													
4 REPARACIONES ELECTRICAS								De :		A :		De :	
4.1 Comunicacion de las fallas (a Cent. Oper. / Talleres)													
4.2 Espera de llegada de electricos para reparacion													
4.3 Tiempo de reparacion de la maquina													
4.4 Causas:													
4.4.1 Motor no arranca (bateria, arrancador, alternador)													
4.4.2 Fallas en las luces													
4.4.3 Otros :													
5 OTRAS DEMORAS								De :		A :		De :	
5.1 Accidente de personal													
5.2 Accidente de equipo													
5.3 Caída de roca, planchones													
5.4 Falta de ventilacion													
5.6 Otros :													
6 TRABAJO NETO								De :		A :			
6.1 Transporte de superficie a nivel 1070 (Vacio)													
6.2 Transporte de interior mina a superficie (Con carga)													
6.3 Tiempo de carguo													
6.4 Tiempo de descarga													
TOTAL HRS.													

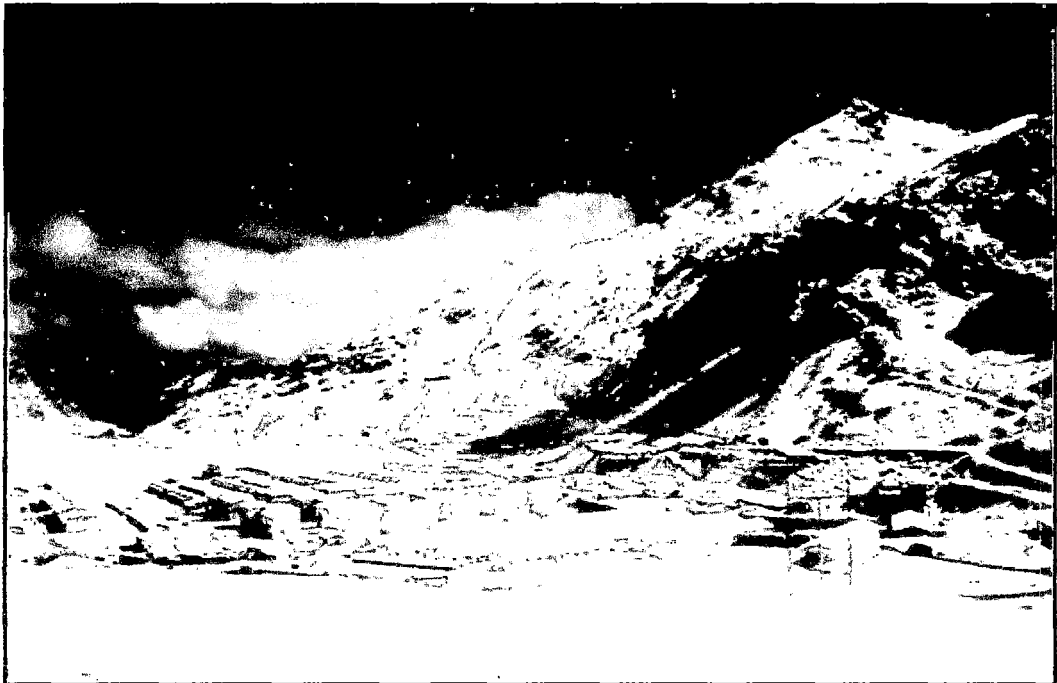
**ANEXO 14: ESQUEMA DE CARGUIO Y TRASPORTE DE MINERAL DE LOS PUNTOS
DE CARGUIO DEL NIVEL 1070 DE LA ZONA III HACIA LA CANCHA 500
DE ACUMULACION DE MINERAL EN SUPERFICIE DE LA
MINA SAN CRISTOBAL DE VOLCAN CIA MINERA S.A.A.**



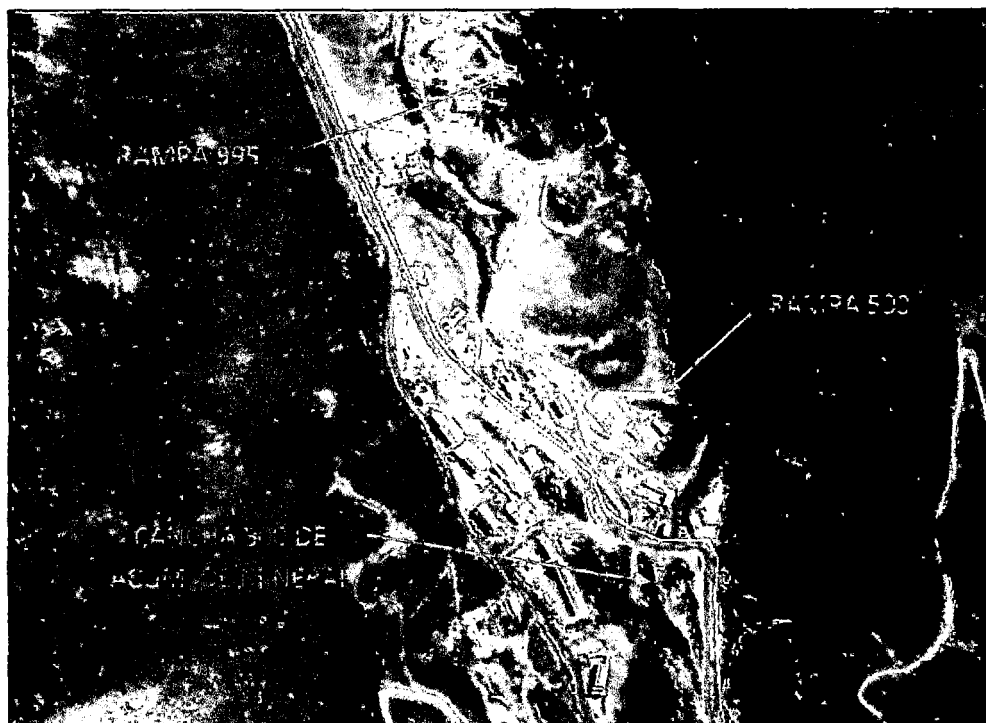
ANEXO 15: ZONA DE INGRESO A HUARIMPAMPA – MINA SAN CRISTOBAL



ANEXO 16: VISTA PANORAMICA DEL CAMPAMENTO MINERO SAN CRISTOBAL,



ANEXO 17: VISTA SUPERFICIAL DE LA MINA SAN CRISTOBAL (ZONA HUARIPAMPA)



ANEXO 18: SCOOP TRASLADANDO MINERAL PARA SU CARGUIO A VOLQUETE



ANEXO 19: SCOOP DESPLAZANDOSE A CAMARA DE ACUMULACION DE MINERAL



ANEXO 20: VOLQUETE ASTRA, DESCARGANDO MINERAL EN CANCHA

