

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE  
APURÍMAC**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**TESIS**

**Gestión del ciclo de acarreo para optimizar la productividad operacional del tajo  
Ferrobamba del proyecto minero Las Bambas, 2016**

**Presentado por:**

**Jhulino Valenzuela Barreto**

**Para optar el Título de Ingeniero de Minas**

**Abancay, Perú**

**2022**



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



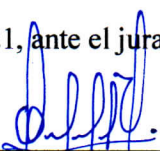
TESIS

**GESTIÓN DEL CICLO DE ACARREO PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD  
OPERACIONAL DEL TAJO FERROBAMBA DEL PROYECTO MINERO LAS BAMBAS,  
2016**

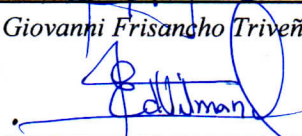
Presentado por **Jhulino Valenzuela Barreto**, para optar el Título de:  
**INGENIERO DE MINAS**

Sustentado y aprobado 19 de agosto del 2021, ante el jurado evaluador:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*Ing. Giovanni Frisancho Triveño*


**Primer Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Lic. Edgar Zenón Vilca Mansilla*

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Ing. Edgar Crispin Huacac Farfán*

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
*Ing. José Adolfo Cárdenas Catalán*

### **Agradecimiento**

*Agradecer a Dios por todo lo brindado hacia mi persona, mis queridos papas Arturo y Antonieta por la oportunidad y el apoyo constante en mi desarrollo profesional y a la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac por la enseñanza impartida.*



## **Dedicatoria**

*Dedicado a mis padres (Arturo y Antonieta), mi esposa (Ruysi Milagros), tios (Ayda, Edison, Segunda, Juvenal), amigos (Ulises, Goyo, Ivan's, Ruben, Elvis) y cada una de las personas que contribuyeron en mi crecimiento como persona y profesional.*

“Gestión del Ciclo de Acarreo para Optimizar la Productividad Operacional del Tajo  
Ferrobamba del Proyecto Minero Las Bambas, 2016”

Línea de Investigación: Minería y procesamiento de materiales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>CAPÍTULO I</b> .....	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	5
1.1 Descripción del problema .....	5
1.2 Enunciado del Problema .....	6
1.2.1 Problema General .....	6
1.2.2 Problemas específicos .....	6
1.2.3 Justificación de la investigación.....	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	7
2.1 Objetivos de la investigación .....	7
2.2.1 Objetivo general .....	7
2.2.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la Investigación (opcional para el caso de investigación descriptiva).....	7
2.2.3 Hipótesis general .....	7
2.2.4 Hipótesis específicas .....	7
2.3 Operacionalización de variables .....	8
<b>CAPÍTULO III</b> .....	9
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	9
3.1 Antecedentes .....	9
3.2 Marco teórico .....	10
3.2.1 Ciclo de vida del proyecto minero .....	10
3.2.1.1 Exploración .....	13
3.2.1.2 Planificación.....	14
3.2.1.3 Operación.....	15
3.2.1.4 Cierre.....	16
3.2.1 Ciclo de minado del proyecto minero.....	17
3.2.2.1 Perforación.....	18
3.2.2.2 Voladura.....	18
3.2.2.3 Carguío.....	19
3.2.2.4 Acarreo.....	20
3.2.3 Conocimiento teórico, práctico y años de experiencia de los operadores y procedimiento técnico operacional de acarreo.....	20



3.2.3.1	Conocimiento teórico, práctico y competencias de los operadores de camión Komatsu 930E-4SE.....	20
3.2.3.2	Procedimiento técnico operacional del equipo de acarreo (camión Komatsu 930E- 4SE) .....	27
3.2.4	Diseño geométrico y estructural de vías.....	27
3.2.4.1	Diseño geométrico de vías .....	28
3.2.4.2	Diseño estructural de vías.....	41
3.2.5	Ciclo de acarreo.....	47
3.2.5.1	Tiempos fijos.....	47
3.2.5.2	Tiempos variables.....	47
3.3	Marco conceptual.....	48
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>53</b>
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	53
4.2	Población y muestra.....	53
4.3	Procedimiento.....	54
4.3.1	Diseño y construcción de caminos pioneros.....	54
4.3.1.1	Accesos.....	56
4.3.1.2	Vías.....	56
4.4.1	Características técnicas operacionales de los equipos de acarreo.....	59
4.4.1.1	Características de los equipos.....	61
4.5	Material de investigación.....	63
<b>CAPÍTULO V.....</b>		<b>64</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>		<b>64</b>
5.1	Análisis de resultados .....	64
5.2	Contrastación de hipótesis (si corresponde) .....	84
5.3	Discusión .....	86
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>87</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>87</b>
6.1	Conclusiones.....	87
6.2	Recomendaciones .....	89
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>91</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> — Programa de adecuación.....	8
<b>Tabla 2</b> — Programa de adecuación.....	23
<b>Tabla 3</b> — Programa de Formación.....	26
<b>Tabla 4</b> — Dimensiones de diseño de vía.....	33
<b>Tabla 5</b> — Relación de radio de curvatura y velocidad aplicada.....	39
<b>Tabla 6</b> — Peralte en función del radio de curvatura y la velocidad aplicada.....	40
<b>Tabla 7</b> — Clasificación de Vías.....	42
<b>Tabla 8</b> — Especificaciones generales camión Komatsu 930E-4SE.....	62
<b>Tabla 9</b> — Base de datos del personal evaluado.....	64
<b>Tabla 10</b> — Dimensiones horizontales de la vía.....	69



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> — Etapas del ciclo de vida de un proyecto minero.....	10
<b>Figura 2</b> — Gestión del ciclo de vida del proyecto minero Las Bambas .....	10
<b>Figura 3</b> — Ubicación de la concesión de Las Bambas.....	11
<b>Figura 4</b> — Yacimientos de la concesión minera Las Bambas.....	12
<b>Figura 5</b> — Etapa de exploración del tajo Ferrobamba.....	13
<b>Figura 6</b> — Proceso de desbroce y construcción del tajo Ferrobamba .....	14
<b>Figura 7</b> — Etapa de operación del tajo Ferrobamba (Zona Sur).....	15
<b>Figura 8</b> — Etapa de operación del tajo Ferrobamba (Zona Norte).....	16
<b>Figura 9</b> — Proceso de explotación Minera Las Bambas.....	17
<b>Figura 10</b> — Proceso de Perforación en el Tajo Ferrobamba.....	18
<b>Figura 11</b> — Proceso de Voladura en el Tajo Ferrobamba.....	19
<b>Figura 12</b> — Proceso de Carguío en el Tajo Ferrobamba.....	19
<b>Figura 13</b> — Proceso de Acarreo en el Tajo Ferrobamba.....	20
<b>Figura 14</b> — Estructura de formación y adecuación del personal.....	21
<b>Figura 15</b> — Ejercicio de puntos ciegos camión Komatsu 930E-4SE.....	26
<b>Figura 16</b> — Pasos para el diseño geométrico de vías.....	30
<b>Figura 17</b> — Vista frontal del camión Komatsu 930E-4SE en Mina.....	31
<b>Figura 18</b> — Vista frontal del camión Komatsu 930E-4SE según Manual.....	31
<b>Figura 19</b> — Vista longitudinal del camión Komatsu 930E-4SE en Mina.....	32
<b>Figura 20</b> — Vista longitudinal del camión Komatsu 930E-4SE según Manual.....	32
<b>Figura 21</b> — Puntos ciegos a nivel del suelo.....	34
<b>Figura 22</b> — Distancia frontal de puntos ciegos camión Komatsu 930E-4SE determinados en mina.....	35
<b>Figura 23</b> — Distancia visible hacia atrás (Lay-back).....	37
<b>Figura 24</b> — Distancia visual de detención horizontal.....	38
<b>Figura 25</b> — Diseño para construcción del peralte.....	31
<b>Figura 26</b> — Elementos básicos de una vía.....	43
<b>Figura 27</b> — Determinación del CBR por medio del Cono de Penetración Dinámico (DCP).....	45
<b>Figura 28</b> — Diseño mecánico de vía.....	46
<b>Figura 29</b> — Diseño y construcción de caminos pioneros.....	55
<b>Figura 30</b> — Distancias generales de acarreo para sistemas móviles.....	60
<b>Figura 31</b> — Flota de camiones Komatsu 930E-4SE.....	61
<b>Figura 32</b> — Capacidad de carga camión Komatsu 930E-4SE.....	62
<b>Figura 33</b> — Distribución de resultado por criterio de evaluación de cada operador.....	65
<b>Figura 34</b> — Evaluación teórica de los operadores.....	66
<b>Figura 35</b> — Evaluación práctica de los operadores.....	67
<b>Figura 36</b> — Evaluación de competencias de los operadores.....	68
<b>Figura 37</b> — Dimensionamiento de vía para camiones komatsu 930E-4SE.....	69
<b>Figura 38</b> — Distribución del diseño estructural de vías.....	72
<b>Figura 39</b> — Malla recomendada para el análisis granulométrico.....	73
<b>Figura 40</b> — Análisis granulométrico de material in-situ.....	73
<b>Figura 41</b> — Diseño estructural de vía recomendado por ARRB GROUP.....	74



<b>Figura 42</b> — Distribución de tiempos unitarios del ciclo de acarreo.....	75
<b>Figura 43</b> — Clasificación de tiempos del ciclo de acarreo.....	75
<b>Figura 44</b> — Tiempo de cuadrado en la pala.....	77
<b>Figura 45</b> — Tiempo de carguío.....	78
<b>Figura 46</b> — Tiempo de cola en la pala.....	79
<b>Figura 47</b> — Tiempo de viaje vacío.....	80
<b>Figura 48</b> — Tiempo de viaje cargado.....	81
<b>Figura 49</b> — Rendimiento de la flota de Perforación.....	82
<b>Figura 50</b> — Rendimiento de la flota de Carguío.....	82
<b>Figura 51</b> — Rendimiento de la flota de Acarreo.....	83
<b>Figura 52</b> — Distribución de tiempos fijos.....	83
<b>Figura 53</b> — Distribución de tiempos variables.....	84
<b>Figura 54</b> — Identificación de deformaciones en la vía.....	92
<b>Figura 55</b> — Excavación y reemplazo de material inadecuado por material competente en la vía.....	92
<b>Figura 56</b> — Conformación de carpeta de rodadura, peralte y drenaje para evacuación de aguas fluviales.....	93
<b>Figura 57</b> — Compactación de carpeta de rodadura.....	93
<b>Figura 58</b> — Rebatido de la carpeta de rodadura para mantener una superficie adecuada de la vía.....	94



## INTRODUCCIÓN

La minería se desarrolla en el Perú desde épocas inmemoriales, muestra de ello son las piezas de orfebrería y ornamenta que utilizaban las autoridades de las distintas culturas preincaicas, las cuales eran trabajadas en oro y plata principalmente y otros casos con piezas marinas como las conchas espondilos.

En la colonia, durante los primeros años de dominación y hasta mediados del siglo XVII, no hubo prácticamente trabajos mineros, salvo por el casual descubrimiento de Potosí en 1545, luego de lo cual se intensificaron las labores mineras.

El descubrimiento, en 1566, de la mina de mercurio, llamada después Santa Bárbara, es una de las efemérides notables de la historia minera, este mercurio serviría para el proceso de beneficiar la plata por amalgamación, siendo este último metal el que obtuvo mayor importancia en la explotación, comparado con el oro.

En la República, se inicia la explotación del guano y el salitre antes de la guerra con Chile. Posteriormente, una pléyade de ingenieros egresados de la Escuela de Ingenieros Civiles y de Minas de Lima, junto a un grupo de profesionales peruanos y extranjeros, hicieron comprender la necesidad de la técnica para iniciar una nueva etapa de la minería.

Desde 1950, la industria minera en el Perú ingresa a una nueva fase de desarrollo como consecuencia de la nueva política implementada con el Código de Minería de ese año.

La explotación de los recursos minerales por el método de explotación a Cielo Abierto en el Perú se inicia aproximadamente en 1953 con la puesta en marcha de los depósitos de Hierro de Marcona, posteriormente siguieron otras minas tales como Toquepala, Cuajone, Cerro Verde entre otras más.

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril determinan la relación estéril/mineral con que se debe extraer este último. Este parámetro, comúnmente denominado “ratio”, puede ser muy variable de unos depósitos a otros, pero en todos condiciona la viabilidad económica de las explotaciones y, consecuentemente la profundidad que es posible alcanzar por minería de superficie.

Para la extracción de los recursos minerales explotados en un determinado yacimiento minero ya evaluado, comienza describiendo en forma breve los procesos principales mediante el cual en forma secuencial se obtiene la materia prima disminuida de su forma natural en características necesarias para su procesamiento; lo cual esto consta básicamente de cuatro etapas (perforación, voladura, carguío y acarreo).

De todos estos procesos principales de extracción, las actividades de carguío y acarreo tanto de mineral como de material estéril, son actividades cotidianas, permanentes y vitales, para el logro de sus objetivos operacionales; son la clave para asegurar la continuidad del proceso de beneficio del mineral. Por lo tanto, deben ser desempeñados por equipos de carga y acarreo de gran capacidad. En este sentido, para que un equipo de carga opere eficientemente, requiere dependiendo de los factores operacionales, el mayor rendimiento de los equipos de acarreo, por lo tanto, siempre será de mayor importancia e impacto.

El estudio individual de cada proceso es hoy en día una tarea muy importante ya que de ello depende la mejora del rendimiento de cada uno de los procesos, por lo tanto, la del ciclo de extracción de los recursos minerales explotados. Considerando los parámetros característicos del yacimiento y las condiciones geomorfológicas y de diseño.



## RESUMEN

La presente investigación se encuentra enfocada en el incremento de la productividad operacional del tajo Ferrobamba con la optimización principal del ciclo de acarreo, que es una de las actividades principales del ciclo de minado de una operación con una demanda de costos de producción superior a las demás, donde a su vez se tiene una mayor flota de equipos para el desarrollo de esta tarea diaria en campo para alcanzar los ritmos de proyección planeados. Para alcanzar las metas planificadas e incrementar la productividad deseada se ha identificado los aspectos importantes a considerar para lograr este objetivo.

La evaluación de aptitudes y actitudes competentes que debe tener una persona para operar un equipo en mina debe superar el 85% como mínimo en sus evaluaciones teóricas, prácticas y competencias blandas que el área de entrenamiento mina lo realiza mediante el personal competente (instructores de cada equipo) quien se encarga de todo este proceso.

Otro punto crucial para el desarrollo óptimo de la producción de los equipos de acarreo es tener un buen diseño geométrico y estructural de sus vías, la cual garantice el flujo continuo de los camiones para transportar el mineral a la chancadora, el material estéril al botadero y el material competente (roca) al dique de contención de la presa de relaves según sea los casos. Para así de esta manera encontrar ritmos de producción más estables durante la producción de una operación minera. Cabe resaltar que los equipos auxiliares también son muy importantes en este proceso, ya que son un soporte indispensable e inmediato en las vías de acarreo, donde su labor es de mantenerlas limpias y en buen estado.

Dentro del control de tiempo del ciclo de acarreo, se han determinado los tiempos fijos que son aquellos en donde las mediciones realizadas cada determinado lapso de tiempos son iguales, y los tiempos variables son aquellas mediciones que tienen resultados muy dispersos, dentro de ellas tenemos los tiempos de viaje vacío y cargado de los equipos de acarreo. Que para mantener un control óptimo de estos es necesario controlar las velocidades desarrolladas por los equipos de acarreo en los distintos escenarios o establecer una velocidad promedio del ciclo en las distintas condiciones de trabajo en mina.

**Palabras clave:** *Ciclo de minado, gestión de tiempos de perforación, voladura, carguío y acarreo.*

## ABSTRACT

This research is focused on increasing the operational productivity of the ferrobamba pit with the main optimization of the hauling cycle, which is one of the main activities of the mining cycle of an operation with a demand for production costs higher than the others. , where in turn there is a greater fleet of equipment for the development of this daily task in the field to achieve the desired projection rates. In order to achieve the planned goals and increase the desired productivity, the important aspects to consider to achieve this objective have been identified. The evaluation of competent skills and attitudes that a person must have to operate a mine equipment must exceed a minimum of 85% in their theoretical evaluations, practices and soft competencies that the mine training area carries out through competent personnel (instructors from each team) who is in charge of this whole process. Another crucial point for the optimal development of the production of the hauling equipment is having a good geometric and structural design of its tracks, which guarantee the continuous flow of the trucks to transport the mineral to the crusher, the sterile material to the dump. and the competent material (rock) to the tailings dam containment dam as the case may be. In this way, to find more stable production rates that favor the production of a mining operation. It should be noted that auxiliary equipment is also very important in this process, since it is an indispensable and immediate support on haulage roads, where its task is to keep it clean and in good condition. Within the time control of the hauling cycle, the fixed times have been determined, which are those where the measurements made, each determined period of time are the same and the variable times are those widely dispersed measurements. And within them we have the empty and loaded travel times of the hauling equipment that are within the latter, which to maintain optimal control of these it is necessary to control the speeds developed by the hauling equipment in the different scenarios or a average cycle speed under different mine work conditions.

**Keywords:** *Mining cycle, drilling time management, blasting, loading and hauling.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

El éxito de una operación minera depende en gran parte de la gestión cuidadosa de cada una de sus etapas. Aunque en la actualidad se aplican diversas técnicas para resolver problemas críticos, todavía existen oportunidades para la mejora continua de los procesos. El transporte y acarreo de material entre mineral y desmonte es extraído del tajo, en donde es una de las etapas más costosas del ciclo de producción, siendo en promedio 60% del costo total. Sin embargo, el trabajo diario hace que algunos aspectos elementales pasen desapercibidos; es por ello que la gestión unitaria del ciclo de acarreo y/o transporte de material, es parte fundamental y prioritaria para el desarrollo y funcionamiento de la producción diaria estimada de la mina.

Esta operación representa un alto porcentaje del costo de inversión realizada en las explotaciones mineras, lo cual es de mucha importancia establecer y mantener los tiempos óptimos promedios del ciclo de acarreo para evitar el incremento de los costos de operaciones y más aún hacer que estos tiempos mejoren para incrementar la productividad y el beneficio de la mina. Los equipos utilizados en este proceso son de mucha importancia ya que estos facilitan el flujo continuo del mineral desde el área de extracción hasta el área de procesamiento, estos equipos a través del tiempo y los avances tecnológicos han permitido la modernización de los mismos con mejores sistemas de control y funcionamiento del equipo utilizado. La productividad y el rendimiento del equipo por lo tanto ha incrementado en relación a las mejoras que se desarrollan y aplican al equipo, permitiendo así que los costos de operación disminuyan o se mantengan estables.

Para el inicio de la operación de una mina es de mucha importancia realizar el diseño geométrico y estructural de las vías ya que de ella depende el rendimiento esperado de los equipos y el cumplimiento de las metas de producción establecidas en la explotación de una mina, para así tener un mejor ciclo de acarreo; por lo tanto, un óptimo ciclo de minado que está directamente relacionado a mantener costos operativos adecuados en la operación. A su vez es importante tener en cuenta el costo de adquisición de los equipos de transporte y acarreo utilizados en las operaciones ya que son altos, es por tal motivo que se realiza una minuciosa evaluación del conocimiento y experiencia a los operadores, para que más adelante en el desempeño de su labor no generen gastos adicionales a los costos establecidos para el desarrollo de esta actividad.



## 1.2 Enunciado del Problema

### 1.2.1 Problema General

¿Cómo influye la gestión del ciclo de acarreo en relación a los tiempos del ciclo de minado para optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los conocimientos técnico operacionales del operador en relación al equipo de acarreo para optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016?
- ¿Cómo influye el diseño geométrico y estructural de las vías para optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016?
- ¿Cuál es la eficiencia del ciclo de acarreo para optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016?

### 1.2.3 Justificación de la investigación

El inicio y desarrollo operacional del Proyecto Minero Las Bambas tiene como prioridad la proyección y el incremento de la producción a bajo costo del proceso de explotación y recuperación de los minerales durante la vida útil de la mina, para lo cual es importante conocer el proceso de explotación de los recursos minerales. El presente trabajo tiene como propósito investigar a detalle el proceso del ciclo de acarreo de los recursos minerales y desmonte, que es uno de los procesos unitarios donde se evidencia mayores factores de gastos en la operación y donde se han identificado oportunidades de mejora.



## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 2.1 Objetivos de la investigación

##### 2.2.1 Objetivo general

Identificar y mejorar las condiciones de acarreo para dinamizar el ciclo de minado y optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016.

##### 2.2.2 Objetivos específicos

- Identificar el nivel óptimo promedio de conocimiento teórico, práctico y competencias de los operadores para realizar un trabajo eficiente y así poder optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016.
- Identificar el diseño geométrico y estructural de las vías para optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016.
- Determinar la eficacia de los tiempos fijos y variables del ciclo de acarreo, para optimizar la productividad operacional del Tajo Ferrobamba en el Proyecto Minero Las Bambas, 2016.

#### 2.2 Hipótesis de la Investigación (opcional para el caso de investigación descriptiva)

##### 2.2.3 Hipótesis general

La productividad operacional está siendo deficiente en relación a la gestión del ciclo de acarreo del tajo Ferrobamba del proyecto minero Las Bambas, 2016.

##### 2.2.4 Hipótesis específicas

- El rendimiento operacional de los equipos de acarreo está siendo la requerida para alcanzar la productividad requerida del tajo Ferrobamba en el proyecto minero Las Bambas, 2016.

- El diseño geométrico y estructural de las vías está siendo la adecuada en relación al desarrollo de la productividad del tajo Ferrobamba en el proyecto minero Las Bambas, 2016.
- Los tiempos del ciclo de acarreo están siendo superiores en relación al cumplimiento del plan de desarrollo del tajo Ferrobamba en el proyecto minero Las Bambas, 2016.

### 2.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1 — Variables y definición operacional**

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
<b>1. Gestión del ciclo de acarreo</b>	1.1. Conocimiento técnico operacional del equipo por parte del operador	1.1.1. Indicadores clave de desempeño.
	1.2. Diseño geométrico y estructural de vías.	1.2.1. Caminos de acarreo.
		1.2.2. Perfiles de acarreo.
1.3. Ciclo de acarreo.	1.3.1. Tiempos unitarios del ciclo de acarreo.	
<b>2. Productividad operacional del tajo Ferrobamba</b>	2.1. Rendimiento esperado por los operadores en relación a la norma operativa.	2.1.1. Determinación del porcentaje óptimo.
	2.2. Rendimiento productivo de los equipos de acarreo.	2.2.1. Velocidad operacional del equipo.
	2.3. Ciclo de minado.	2.3.1. Tiempos unitarios del ciclo de minado.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

- a) En las referencias internacional se ha considerado la indagación de Antonio (2016) quien realizo la selección y asignación optima de equipos de carguío para el cumplimiento del plan de producción, con el objetivo de crear una metodología para apoyar el desarrollo de un plan de asignación de equipos de carguío que permita evaluar el desempeño del modelo con respecto a la metodología tradicional.
- b) Por su parte Daniel (2013) cuya finalidad fue de realizar el modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto con el objetivo de estudiar los beneficios que podría traer la utilización de prioridades de atención en el proceso de carga de camiones, cuando la flota de transporte disponible es heterogenia en términos de capacidad, u por consecuencia, en costos operacionales.
- c) En el ámbito nacional se ha considerado a Roy (2016) con la optimización de la operación unitaria de transporte con la aplicación de estándares de diseño de vías que tiene como objetivo determinar cómo influye la aplicación de estándares de diseño de vías en la optimización de la operación unitaria de transporte.
- d) Así mismo; Frano (2016) reconoce la influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo como objetivo principal para determinar la variación que se genera en vías luego de realizarlas mejoras.
- e) De la misma manera, Zoila Lilian (2011) realizó la gestión en las operaciones de transporte y acarreo para incrementar la productividad, considerando como objetivo principal el proponer la guía para la optimización de flotas de acarreo en minas subterráneas; de tal manera que esté disponible como un método practico y rápido para adaptarse a las condiciones cambiantes de una operación.
- f) Según, Manuel (2010) considera el estudio del cálculo de flota de camiones; donde el objetivo principal es medir, comparar y analizar la cantidad idónea de camiones en relación correcta con las palas.



### 3.2 Marco teórico

#### 3.2.1 Ciclo de vida del proyecto minero

El ciclo de vida de un proyecto minero está basado principalmente en la evaluación y desarrollo de las fases que la componen de inicio y fin de un proyecto minero.



**Figura 1 — Etapas del ciclo de vida de un proyecto minero**

Extraído de Gestión de proyectos UMSA y grupo Antofagasta

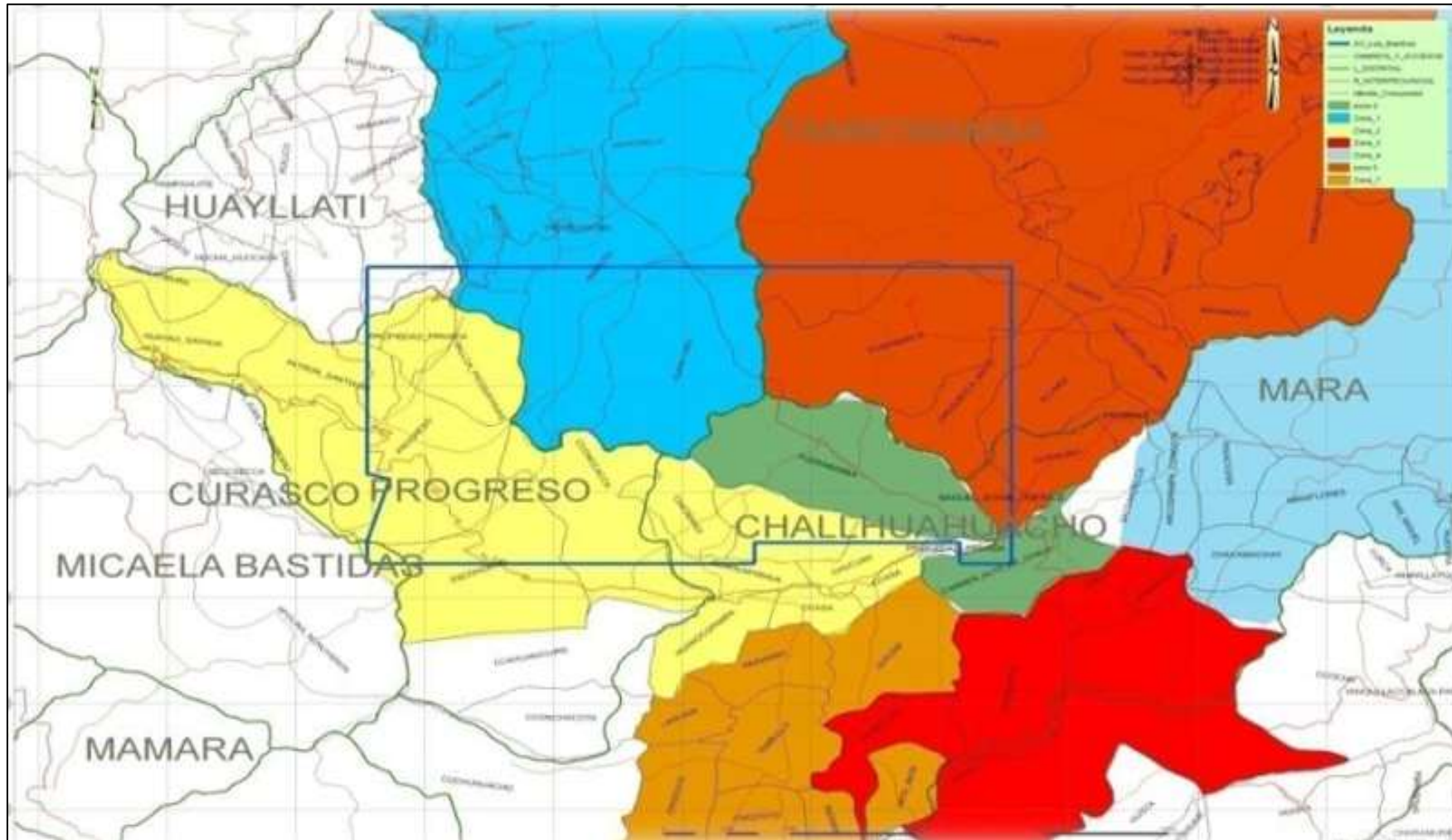
El ciclo de vida para el proyecto minero Las Bambas realizado por la empresa Golder Associates estima un tiempo de vida de la mina mínimo de 18 años, empezando la explotación desde el tajo Ferrobamba en el 2014 seguido de la explotación del tajo Chalcobamba, Sulfubamba y Charcas consecutiva y secuencialmente.



**Figura 2 — Gestión del ciclo de vida del proyecto minero Las Bambas**

Extraído de Gestión de proyectos Las Bambas

El proyecto minero Las Bambas se ubica en la zona centro sur de los andes peruanos en la región de Apurímac, entre las provincias de Cotabambas y Grau aproximadamente a 4000 m.s.n.m., con una concesión minera de 35 mil hectáreas y con una estimación de reserva mineral de 877 Mt con una ley promedio de cobre de 0.72% y de 169 ppm de molibdeno como productos principales con la existencia de plata y oro como productos secundarios. Motivos por el cual es considerado como uno de los yacimientos más grandes del Perú que tiene un ritmo de producción diaria de 140 mil toneladas y la producción promedio anual de concentrado de cobre de 450000 toneladas por año (t/a) con un promedio de ley de cobre de aproximadamente 35%.



**Figura 3 — Ubicación de la concesión de Las Bambas**

Extraído de EIA Las Bambas



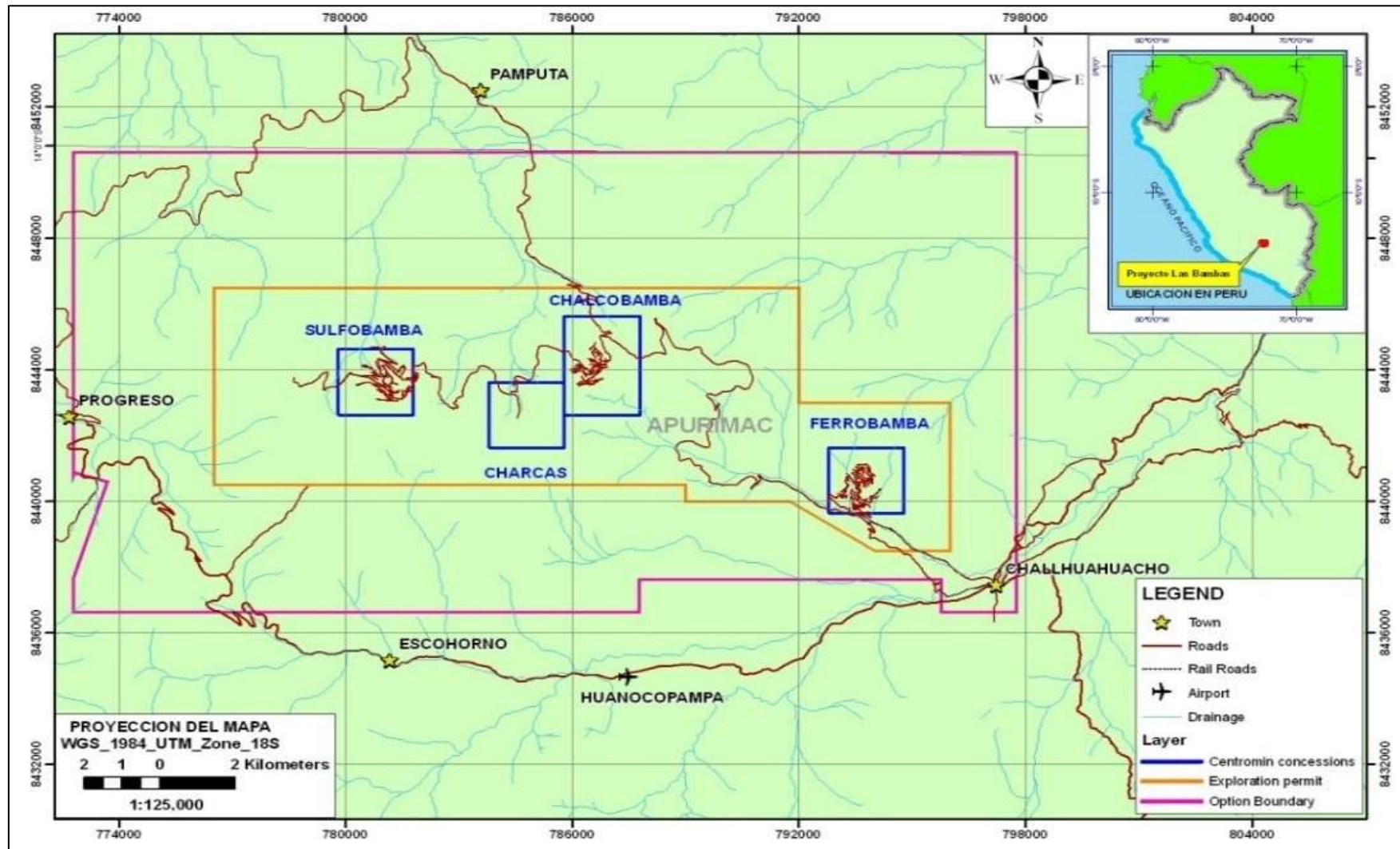


Figura 4 — Yacimientos de la concesión minera Las Bambas

Extraído de EIA Las Bambas

### 3.2.1.1 Exploración

La exploración es el proceso de búsqueda de depósitos de minerales, correspondiente a la etapa de identificación de un proyecto minero. El ciclo de vida de cada mina comienza con la exploración, ubicar donde pueden estar presentes los minerales, evaluar el tamaño y la calidad del depósito y observar las realidades económicas de la extracción.

En esta fase se hace un estudio de la exploración del mineral y los factores económicos que pueden influir en el proceso. Principalmente se hace un estudio de nuevos depósitos minerales y factores económicos que rigen su desarrollo, todo esto relacionado con la:

- Geofísica
- Geoquímica
- Perforación
- Economía de la exploración



**Figura 5 — Etapa de exploración del tajo Ferrobamba**

Extraído de Relaciones Comunitarias - Las Bambas

### 3.2.1.2 Planificación

En un proyecto minero, evaluar, diseñar y programar el ciclo de vida de una mina requiere un estudio y planificación cuidadosa, correspondiente a la etapa de preparación y evaluación de un proyecto minero. La planificación minera aborda factores tales como la sostenibilidad, las expectativas de la comunidad, los métodos de minería, las consideraciones técnicas, la infraestructura, el procesamiento y las opciones de mano de obra.

Cada etapa de planificación considera la viabilidad económica de la mina, ponderando los riesgos del negocio frente a la probabilidad de obtener ganancias en un mercado de minerales volátiles. El estudio en esta fase de planificación del ciclo de vida de la minería, aborda principalmente:

- Requisitos de infraestructura
- Opciones de mano de obra
- Impactos sociales y ambientales
- Impactos en las comunidades y culturas indígenas
- Consideraciones económicas que afectan la planificación



**Figura 6 — Proceso de desbroce y construcción del tajío Ferrobamba**

Extraído de Relaciones Comunitarias - Las Bambas





### 3.2.1.3. Operación

La minería superficial elimina la vegetación, la suciedad y las capas de roca para acceder a los depósitos minerales poco profundos. Donde la fase de operación propiamente dicha es la extracción y procesamiento del mineral con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de recurso mineral valioso de forma segura y eficiente. Realizando un intenso control, seguimiento y gestión de los procesos, para que se ajusten constantemente a las variaciones y condiciones del mercado, innovación técnica y sostenibilidad social como son:

- Ingeniería geotécnica
- Tipos de minería
- Tratamiento
- Impactos ambientales



**Figura 7 — Etapa de operación del tajo Ferrobamba (Zona Sur)**



**Figura 8 — Etapa de operación del tajo Ferrobamba (Zona Norte)**

#### **3.2.1.4. Cierre**

Todo proyecto minero eventualmente se cerrará. Algunas minas se cierran debido a razones económicas o logísticas, mientras que otras simplemente se quedan sin mineral viable para extraer. En algunos casos, las minas pueden cerrar temporalmente hasta que los mercados mejoren.

En un proyecto minero, antes de que un sitio de mina pueda devolver a la comunidad, debe hacerse seguro y la tierra debe rehabilitarse a un nivel aceptable, un proceso que puede llevar varios años. Las empresas mineras deben poder avanzar al próximo sitio viable de la mina, asegurando que la industria siga siendo sostenible.

La fase de cierre, es una parte natural del ciclo de vida de cada proyecto minero o la mina en sí. En esta parte se debe hacer un estudio de como la economía y las fuerzas del mercado pueden influir en la decisión de cerrar una mina, relacionados con:

- Cierre temporal
- Economía del cierre de la mina
- Impactos y logística de cierre
- Ciclos de minería sostenible

### 3.2.2. Ciclo de minado de un proyecto minero

Es la actividad de explotación cíclica de una mina, mediante el desarrollo de 4 procesos sucesivos por el cual se extrae material incompetente (top soil y material fino) que va hacia los botaderos, material competente (roca) que va hacia las zonas donde se utilice como barreras de contención y el mineral que va hacia la chancadora primaria para hacer la fragmentación del mismo para iniciar con el proceso de recuperación de los minerales valiosos.

La gerencia de Operaciones Mina es responsable hasta la descarga de material en el destino final (Botadero y/o Chancadora).

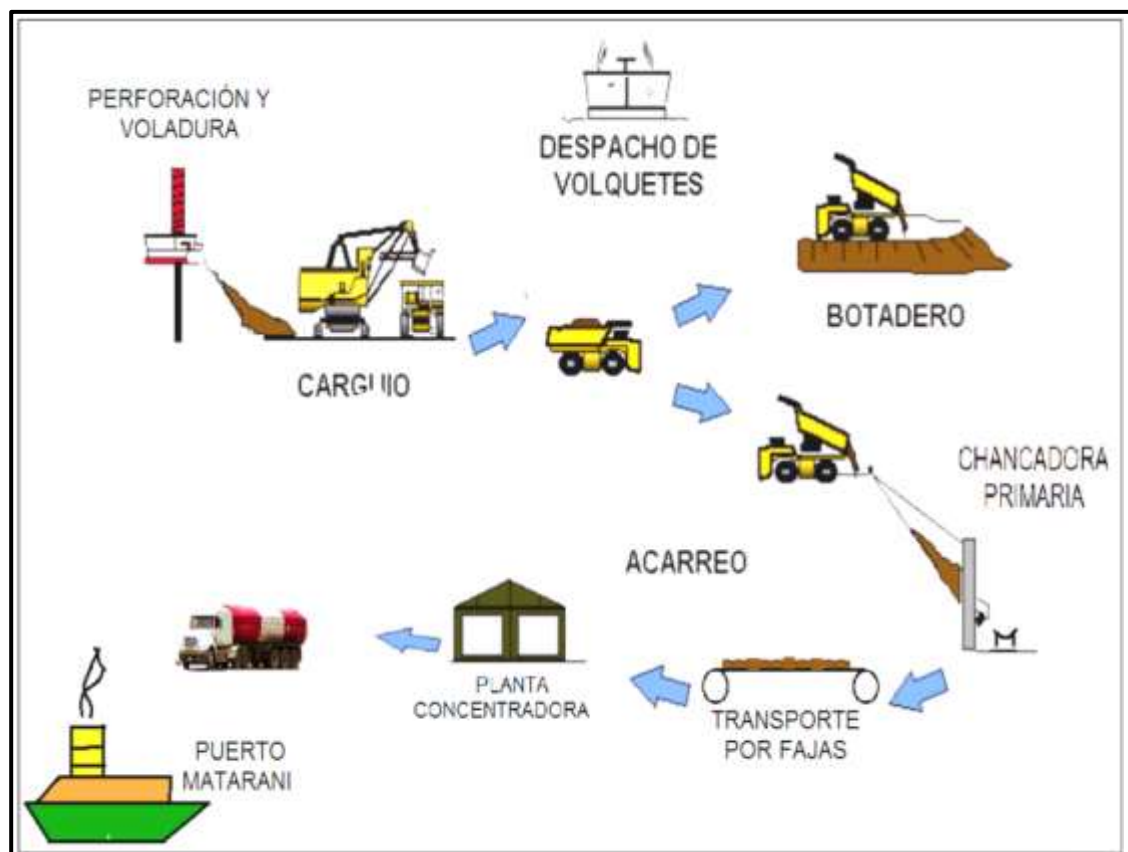


Figura 9 — Proceso de explotación Minera Las Bambas

Extraído de Ciclo de minado de la gerencia de operaciones mina Las Bambas



### 3.2.2.1. Perforación.

La perforación es la primera actividad del ciclo de la operación minera que tiene como finalidad realizar pozos sobre la superficie rocosa que posteriormente albergarán el explosivo.



**Figura 10 — Proceso de Perforación en el Tajo Ferrobamba**

### 3.2.2.2. Voladura

La voladura de rocas en minería superficial o cielo abierto, da como resultado de la perforación del macizo rocoso por medio de equipos de gran dimensión eléctricos e hidráulicos que generan espacios tubulares, donde se coloca posteriormente los explosivos para ser detonados y así generar la energía de choque, que al ser transmitida a la roca busca la fragmentación de la roca con el fin de extraer los recursos minerales que esta posee.





**Figura 11 — Proceso de Voladura en el Tajo Ferrobamba**

### **3.2.2.3. Carguío**

Proceso mediante el cual el material (mineral o desmonte) fragmentado por medio de la voladura, es cargado por medio de palas eléctricas, hidráulicas y cargadores de gran dimensión, diseñados para este tipo de trabajos y de esta manera ser transportados por equipos de acarreo hacia la chancadora y botaderos respectivamente.



**Figura 12 — Proceso de Carguío en el Tajo Ferrobamba**

### 3.2.2.4. Acarreo

Esta actividad consiste en transportar materiales (mineral y/o desmonte) desde los frentes de minado hacía un destino final (Chancadora y/o botaderos), los equipos usados para esta actividad son los camiones de alto tonelaje.



**Figura 13 — Proceso de Acarreo en el Tajo Ferrobamba**

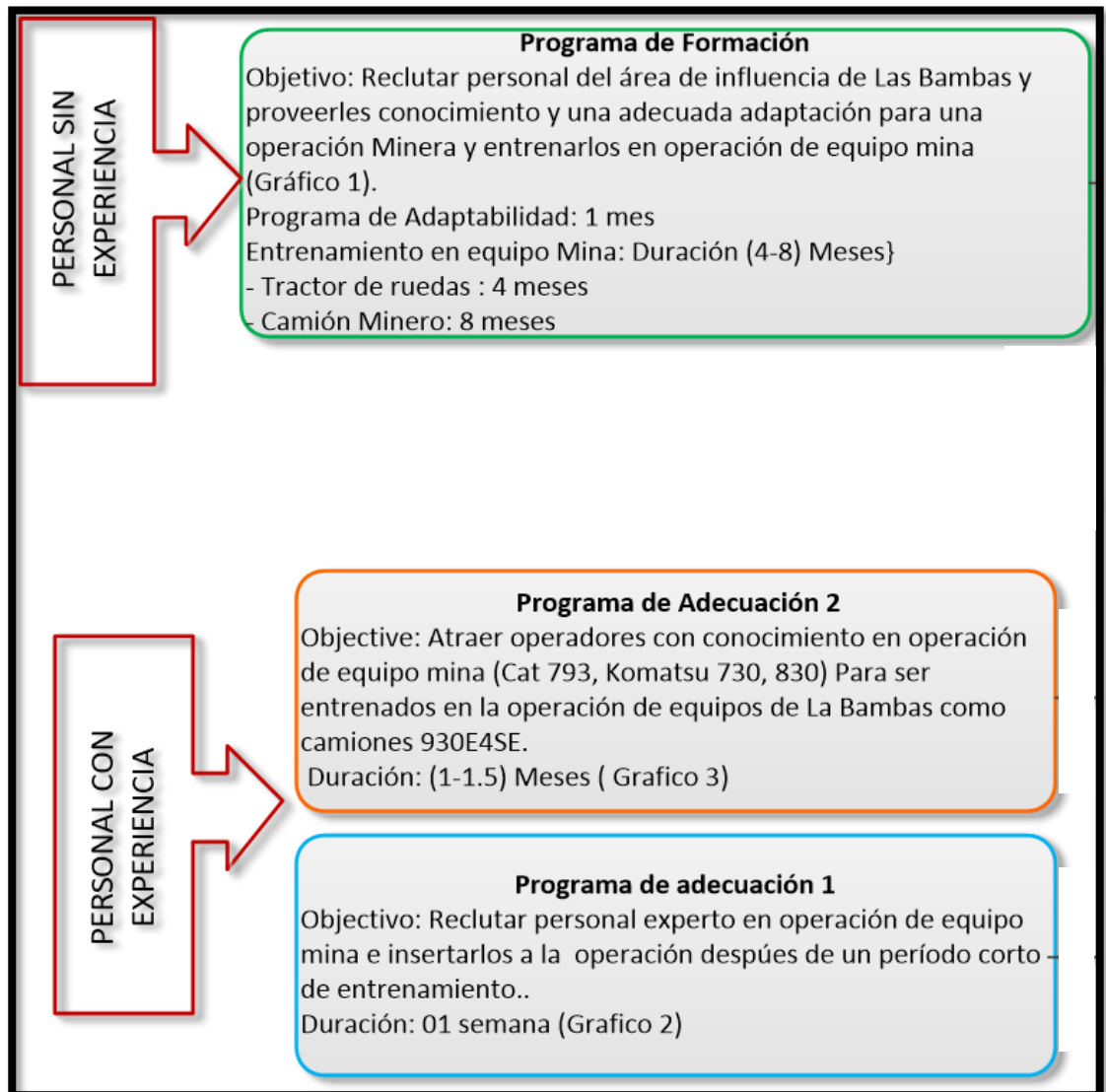
### 3.2.3. Conocimiento teórico, práctico y años de experiencia de los operadores y procedimiento técnico operacional de acarreo.

Para el desarrollo de la operación de cualquier equipo utilizado en minería, este debe ser requerido de acuerdo a las condiciones de operacionales del sitio a la cual va ser sometido. Posteriormente a esto la gerencia de mantenimiento se encarga de asimilar el equipo en las condiciones técnicas óptimas de trabajo pasando por todos los procesos de prueba que garanticen el rendimiento máximo del equipo para luego pasarlo a la gerencia de operaciones mina y entre a la etapa de producción.

#### 3.2.3.1. Conocimiento teórico, práctico y competencias de los operadores de camión Komatsu 930E-4SE.

Todo personal que ingresa a las Bambas como operador de equipo es evaluado medicamente por el área médica quien a través del examen médico pre ocupacional y el examen psico laboral concluirán con la aptitud del nuevo operador y este tendrá relación laboral con la empresa mediante el área de recursos humanos. Por lo tanto, mediante el área de entrenamiento quien se encarga de evaluar a todos los operadores

de equipos en mina mediante el programa de capacitación para operadores con experiencia y sin experiencia permitirá entregar operadores con las aptitudes y actitudes recomendables al área de operaciones mina para su desempeño laboral. El programa de adecuación es para aquellos operadores que tienen experiencia y vienen de otras unidades mineras y el programa de formación para personal nuevo sin experiencia de las comunidades del área de influencia del proyecto minero Las Bambas, quienes tendrán un proceso de capacitación como operadores de camión.



**Figura 14 — Estructura de formación y adecuación del personal**

Extraído de Norma operativa de formación de personal - Entrenamiento Mina

Para el presente estudio solo se está tomando como referencia la figura n°14 para ver el proceso de adecuación y formación del personal que operará el equipo y de acuerdo a esto solo se tomará en cuenta la evaluación final que el personal desempeño tanto en el examen teórico y práctico conjuntamente que el desempeño operacional del camión 930E-4SE en operaciones. Para lo cual el operador certificado y autorizado

en la operación del equipo deberá demostrar las aptitudes y actitudes desempeñadas en la fase previa a la operación autónoma del equipo.

### 3.2.3.1.1. Operador con experiencia

Son aquellas personas con habilidades técnicas probadas. Dicho personal fue seleccionado en procesos de reclutamiento dirigidos por operaciones mina y recursos humanos según requerimiento del área operativa. De acuerdo al equipo mina en el cual acumularon su experiencia, por lo que pasaran el programa de adecuación.

#### 3.2.3.1.1.1. Curso teórico

Como paso previo a su capacitación teórica el operador nuevo deberá recibir la inducción HSEC la cual consiste en recibir la inducción general de salud y seguridad de 01 día (anexo 04) conforme lo indicado en el artículo 72 del DS Nro. 024-2016-EM. Asimismo, deberá recibir la inducción específica (anexo 05) a cargo del área, antes de iniciar con el proceso de capacitación y entrenamiento.

- **Conocimientos de los equipos.** - En esta etapa el instructor mina dictará cursos teóricos de conocimientos generales del equipo contemplados en el syllabus. Se realizará una evaluación al final de cada módulo siendo la nota mínima para continuar a la siguiente etapa de ochenta y cinco por ciento ( $\Rightarrow 85\%$ ).
- **Difusión y comprensión de procedimientos de operación.** - En esta etapa se difundirá los procedimientos de operación de las diferentes actividades a realizar dentro de la operación, evaluándose al final el nivel de comprensión y aplicación de los mismos. La nota mínima aprobatoria será  $\Rightarrow 90\%$ .

#### 3.2.3.1.2. Capacitación en simulador

En esta etapa el instructor mediante el simulador de equipos presentará al postulante escenarios con situaciones reales dentro de mina, donde se evaluará cada criterio de número de errores cometidos. La nota mínima para aprobar el módulo es  $\Rightarrow 85\%$ . Esta evaluación es solo aplicable a equipos que tengan el equipo simulador, en este caso para los camiones mineros.

- Programa de formación.
- Escenarios de adaptación de operación
- Escenarios de mantenimiento





- Escenarios de producción
- Escenarios de condiciones adversas: lluvia, superficie resbaladiza.
- Escenarios de respuesta a emergencias.
- Programa de adecuación.
- Escenarios de prácticas operativas
- Escenarios de condiciones adversas: lluvia, superficie resbaladiza.
- Escenarios de respuesta a emergencias.

### 3.2.3.1.2.1.. Capacitación práctica en campo

En esta etapa el instructor deberá demostrar y enseñar al practicante las técnicas de operación en las diferentes aplicaciones del equipo. Durante este proceso el participante desarrollara sus habilidades en la operación eficaz del equipo, siendo periódicamente para medir su progreso.

El contenido de la evaluación práctica es de acuerdo al manual entregado al participante.

El instructor realizará una evaluación final de habilidades del participante, debiendo aprobar cada módulo con una nota mínima de 85%.

**Tabla 2 — Programa de adecuación**

<b>PROGRAMA DE ADECUACIÓN</b>		
<b>Descripción / N° de horas equipo/tarea</b>	<b>CAMIONES</b>	<b>UND</b>
Conocimientos teóricos	10	Hrs
Difusión de PETS	5	Hrs
Tránsito en mina	5	Hrs
Práctica en simulador	10	Hrs
Práctica en campo	Instructor	5
	Operador Guía	15
	Evaluación	5
	Operación en vías resbaladizas	10
<b>TOTAL DE HORAS</b>	<b>65</b>	<b>Hrs</b>

Extraído de Plan de Gestión - Entrenamiento Mina Las Bambas

### 3.2.3.1.3. Operador sin experiencia

Son aquellos postulantes que aplican a un sistema de formación y capacitación sostenido en el tiempo. Bajo este lineamiento y tomando en consideración la ausencia de habilidad técnica y conocimientos de una operación minera, la metodología a utilizar pretende adaptar al postulante al ambiente minero, considerándose para ello el cumplimiento de los requisitos básicos para postular contemplando las políticas de la empresa. Teniendo como objetivo, capacitar al personal local en equipo mina.

Durante los programas de formación se desarrollarán las siguientes actividades:

- Programa de adaptabilidad a una operación minera.
- Capacitación teórica y comprensión de procedimientos.
- Entrenamiento en simulador.
- Entrenamiento práctico.

Será el instructor quien concluido con el 100% de los módulos de la capacitación otorgue la constancia respectiva a quienes hayan aprobado el proceso de capacitación.

#### 3.2.3.1.3.1. Programa de adaptabilidad a una operación minera

Este programa tendrá una duración de 30 a 50 horas para todo el personal local, tiene como objetivo transmitir al postulante conocimientos sobre una operación minera al inicio de su periodo de formación como preámbulo a la fase de capacitación.

#### 3.2.3.1.3.2. Capacitación teórica

Como paso previo a su capacitación teórica el operador nuevo deberá recibir la inducción HSEC la cual consiste en recibir la inducción general de salud y seguridad de 01 día (anexo 04) conforme lo indicado en el artículo 72 del DS Nro. 024-2016-EM. Asimismo, deberá recibir la inducción específica (anexo 05) a cargo del área, antes de iniciar con el proceso de capacitación y entrenamiento.

- **Conocimiento del equipo.** - En esta etapa el instructor mina dictara cursos teóricos de conocimientos generales del equipo contemplando en el syllabus. Se realizará una evaluación al final de cada módulo siendo la nota mínima para continuar a la siguiente etapa de ochenta y cinco por ciento (=>85%).

- **Difusión y comprensión de procedimientos de operación (PETS).**-

En esta etapa se difundirá los procedimientos de operación, evaluándose



al final el nivel de comprensión y aplicación de los mismos. La nota mínima aprobatoria será mayor o igual al noventa por ciento ( $\Rightarrow 90\%$ ).

#### **3.2.3.1.3.3. Capacitación en simulador**

En esta etapa el instructor mediante el simulador de equipos presentará al postulante escenarios con situaciones reales dentro de mina: practicas operativas, condiciones adversas: lluvia, superficie resbaladiza, respuesta a emergencias, evaluándose cada caso según el criterio de numero de errores cometidos. La nota mínima para aprobar el módulo es mayor o igual al ochenta y cinco por ciento ( $\Rightarrow 85\%$ ).

#### **3.2.3.1.3.4. Capacitación práctica en campo**

En esta etapa el instructor y el operador de apoyo (con experiencia) deberán demostrar y enseñar al participante las técnicas de operación en las diferentes aplicaciones del equipo. Durante este proceso el participante desarrollará sus habilidades en la operación eficaz del equipo, siendo evaluado periódicamente para medir su progreso.

El contenido de la evaluación práctica es de acuerdo al manual entregado al participante.

El instructor realizará una evaluación final de habilidades del participante, debiendo aprobar cada módulo con una mínima mayor o igual al ochenta y cinco por ciento ( $\Rightarrow 85\%$ ).

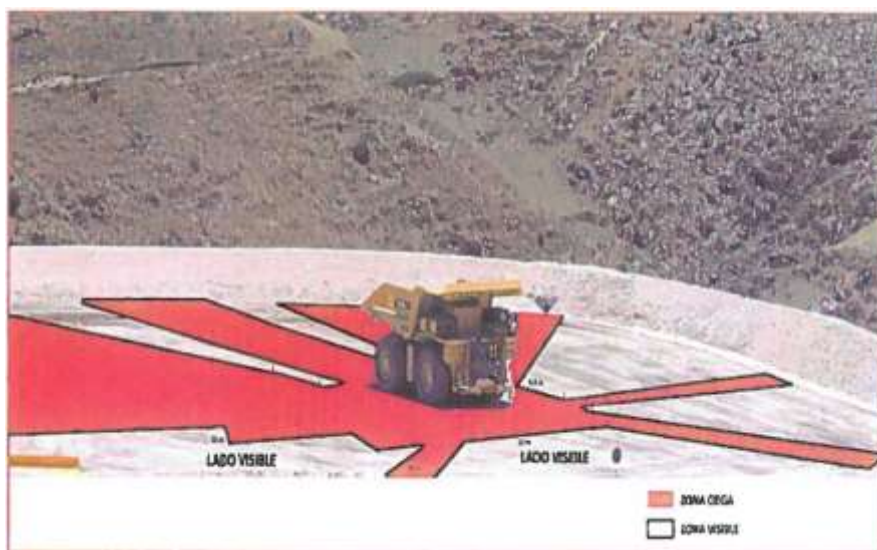
Cada módulo tendrá hasta dos oportunidades para poderlo aprobar, en caso el participante no aprobase en su tercera oportunidad será derivado a recursos humanos.

- **Práctica en plataforma de entrenamiento.** - Luego de haberse familiarizado con el funcionamiento del equipo se procede a realizar movimientos básicos con el equipo en una plataforma acondicionada para tal fin. En esta plataforma se presentará al operador escenarios simulados de frente de carga, descarga y tránsito por la izquierda. Se capacita al personal de manera que gane confianza en la operación del equipo en tópicos como la ubicación espacial, dimensionado, técnicas de retroceso, trabajo en turno noche.

La plataforma de entrenamiento será ubicada previa coordinación con la gerencia de planeamiento estratégico.

- **Ejercicio de puntos ciegos.** - Los participantes del programa de adecuación y formación deberán cumplir con realizar el ejercicio práctico de puntos ciegos del camión minero.

El objetivo de este ejercicio es sensibilizar al personal de piso y conductores de equipo liviano, mediano y pesado sobre el riesgo potencial asociado a su interacción con un camión minero. Mostrando en campo los puntos ciegos desde la perspectiva del operador del camión minero (cabina y desde el piso).



**Figura 15 — Ejercicio de puntos ciegos camión Komatsu 930E-4SE.**

Extraído de Entrenamiento Mina Las Bambas

**Tabla 3 — Programa de Formación**

<b>PROGRAMA DE FORMACIÓN</b>			
<b>DESCRIPCIÓN / N° de horas equipo/tarea</b>		<b>CAMIONES</b>	<b>UND</b>
Conocimientos	Teóricos	40	Hrs
	Familiarización c/equipos	5	Hrs
Tránsito en mina		5	Hrs
Difusión de PETS		20	Hrs
Practica en simulador		60	Hrs
Práctica en campo	Instructor	79	Hrs
	Operador Guía	185	Hrs
	Autónomo	96	Hrs
	Operación en vías resbaladizas	10	Hrs
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>500</b>	<b>Hrs</b>

Extraído de Entrenamiento Mina Las Bambas

- **De la competencia actitudinales.** - Dentro del proceso de entrenamiento como complemento de la competencia técnica se ha incluido las competencias actitudinales las cuales permiten monitorear aspectos conductuales del operador.

### **3.2.3.2. Procedimiento técnico operacional del equipo de acarreo (Camión Komatsu 930E-4SE)**

La gerencia de operaciones mina mediante el área de entrenamiento mina se encarga de evaluar, monitorear y corregir si se diera el caso a los operadores en la correcta operación del equipo de acarreo. Para lo cual se tiene implementado los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) para todos los equipos de acuerdo a la función que desempeñan cada uno, y en este caso nos enfocaremos en los trabajos que desarrolla el camión Komatsu 930E-4SE.

Dentro del proceso de entrenamiento para los operadores de los diferentes equipos mina, estos son capacitados, evaluados y monitoreados en el equipo para lo cual han sido requeridos. En este caso para la operación del camión Komatsu 930E-4SE, los operadores son capacitados en la descripción y funcionamiento de los componentes principales del equipo y las características técnicas operacionales para su correcta utilización, cuidado y mantenimiento de las mismas para obtener los mejores resultados de rendimiento. A esto se suma los procedimientos de trabajo seguro que se tiene en la operación de estos equipos, lo cual se establece el estricto cumplimiento de dicho documento ya que este describe el desarrollo seguro, las previsiones y las restricciones si fuere el caso de cada tarea y actividad en la operación del equipo.

### **3.2.4. Diseño geométrico y estructural de vías**

Las minas y redes de caminos que apoyan las operaciones de acarreo tienen una naturaleza orgánica y habitualmente evolucionan con correr del tiempo, reflejándolos retos relacionados con la necesidad de trasladar literalmente montañas para poder acceder a los valiosos recursos naturales subterráneos.

Una red vial bien estructurada, con un buen diseño geométrico de los caminos y una estructura vial bien construida y mantenida, mejoran las operaciones de acarreo de una mina, reduciendo los riesgos viales, mejorando la operación eficiente de los vehículos, reduciendo el desgaste de los vehículos y los costos de construcción y mantenimiento vial.



El sistema de transporte basado en caminos de una mina es un componente crítico y vital dentro del proceso de producción. Por lo tanto, un camino con bajo rendimiento impactará inmediatamente la productividad y los costos de producción en una mina. La seguridad de las operaciones, la productividad y extensión de ciclo de vida de los componentes del equipo, son todos dependientes de caminos de transporte bien diseñados, bien construidos y bien mantenidos. Los caminos de transporte son un activo, que debe ser tomadas en conjunto con los camiones de mina en su valoración para de esta manera ser diseñados para proporcionar un nivel específico de desempeño y contar con una rutina de mantenimiento administrada como corresponde por el área o la gerencia de mantenimiento y operaciones mina respectivamente.

Un camino de transporte bien construido permitirá que los camiones de transporte operen de manera segura y eficiente. Caminos en malas condiciones pueden presentar problemas de seguridad no solo para los camiones de transporte sino también para todos los usuarios de estos caminos. Un camino de transporte bien diseñado, construido y bien mantenido tiene ventajas significativas para una operación minera, no menos importantes pueden ser las siguientes:

- Proveer condiciones seguras para conducir y reducir los peligros de tráfico.
- Reducción en los costos de operación del camión, ciclos más rápidos, mayor productividad y bajos costos por tonelada transportada.
- Reducción de los costos de mantenimiento de caminos, menos derrames, menor daño por agua debido a su acumulación, reducción de polvo y una vida de servicio más larga.
- Menos presión en el tren de transmisión, en neumáticos, en chasis y suspensión. Una mejor utilización de los activos y vida de los componentes, menor costo del ciclo de vida.
- Mejora la vida productiva de neumáticos y aros.

#### **3.2.4.1. Diseño geométrico de vías**

El diseño geométrico es comúnmente el punto de partida para cualquier camino de transporte y se refiere al trazado y alineamiento del camino en ambas direcciones; plano horizontal (radio de curvatura) y plano vertical (inclinación, declive, el gradiente de la rampa, cresta o corona, peralte de la curva), requerimiento de distancias de frenado y de visibilidad, dentro de los límites impuestos por el método de explotación.



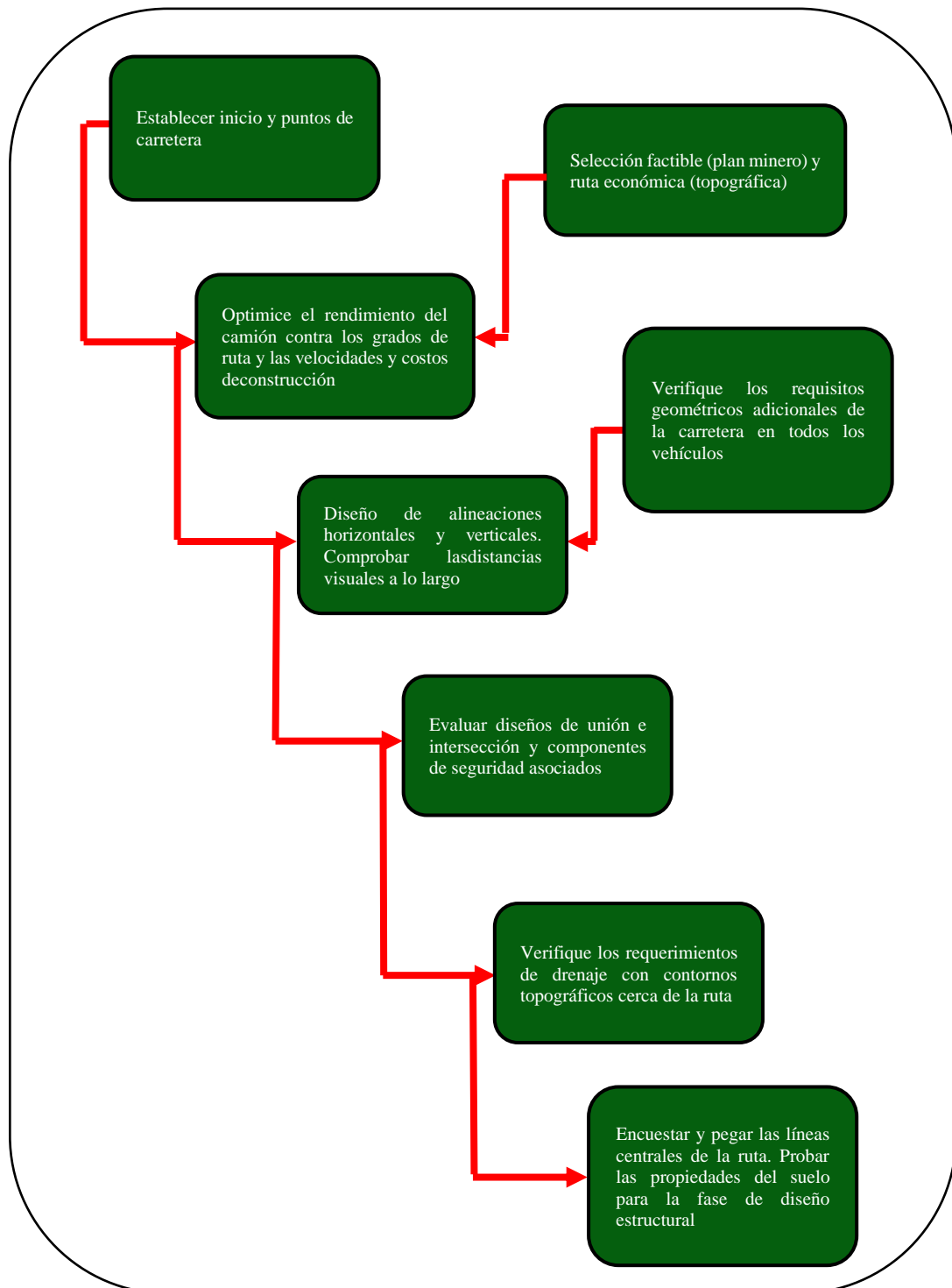
El diseño geométrico de un camino de mina es dictado en gran parte por el método de explotación usado y por la geométrica del área a explotar y del cuerpo mineralizado. Los softwares de planeación minera permiten la consideración de varias opciones geométricas de caminos de transporte y seleccionar el diseño óptimo, estos desde la perspectiva de diseño de caminos, económicos (proveer al menor costo). Si bien estas técnicas de ejecución con softwares a menudo tienen valores de diseño predeterminados, sin embargo, es necesario revisar los conceptos básicos del diseño geométrico en caso de cualquier modificación que necesite ser considerada durante el diseño de los caminos de mina, ya sea en la base económica o, más crítica, desde el punto de vista de seguridad en el transporte de materiales en la vía.

El trazado del camino o alineación, tanto horizontal y vertical es generalmente el punto de partida del diseño geométrico. Cualquier desviación de las especificaciones ideales dará lugar a reducciones en el rendimiento del camino y del equipo de transporte. Considerable cantidad de datos ya existen relacionados con las buenas prácticas de ingeniería en el diseño geométrico y también muchas normas locales aplicables, desarrolladas específicamente para el sistema operacional del entorno. Conceptos genéricos son usados como las bases de los criterios de diseño aquí desarrollados. Hablando más ampliamente, la seguridad y una buena ingeniería requieren que el diseño del alineamiento del camino de transporte sea adecuado para todos los tipos de vehículos que usarán el camino, operando dentro de los rangos seguros de desempeño del vehículo (85% de la velocidad máxima de diseño del vehículo como velocidad superior de diseño), o, en el límite de velocidad aplicado como es dictado por el propio diseño. Idealmente, el diseño geométrico debe permitir que los vehículos operen a la máxima velocidad del diseño, siempre y cuando que el mismo camino sea usado por los camiones de transporte con y sin carga, a menudo es necesario minimizar los tiempos de los recorridos con carga por medio de un apropiado alineamiento o trazado geométrico, mientras se acepte el compromiso (generalmente en forma de límites de velocidad) del viaje de regreso sin carga.

El proceso de diseño geométrico comienza con un objetivo simple la de conectar dos puntos, y este objetivo es incrementalmente mejorado a medida que las especificaciones geométricas son aplicadas durante el desarrollo de la misma.







**Figura 16 — Pasos para el diseño geométrico de vías**

Extraído de Diseño y construcción de Roger Thompson

Una vez que el proceso de diseño conceptual y final se termina, tiene que ser traducido a las actividades de construcción en el campo. Aquí es donde las habilidades y conocimientos del personal se convierten importantes.





### 3.2.4.1.1. Dimensiones del equipo

Para el diseño geométrico de vías en mina es de suma importancia la evaluación del ritmo de producción que se desea realizar, lo cual estará en función al tipo de yacimiento y la metodología de explotación, para lo cual se evaluará la mejor disposición del mercado de equipos de acarreo que cumplan con todas las exigencias de la realidad contextual donde se utilizarán los mismos, con lo cual las características técnicas del equipo elegido, será el punto de partida para el diseño geométrico de las vías.



Figura 17 — Vista frontal del camión Komatsu 930E-4SE en Mina  
Extraído de Entrenamiento Mina – Las Bambas

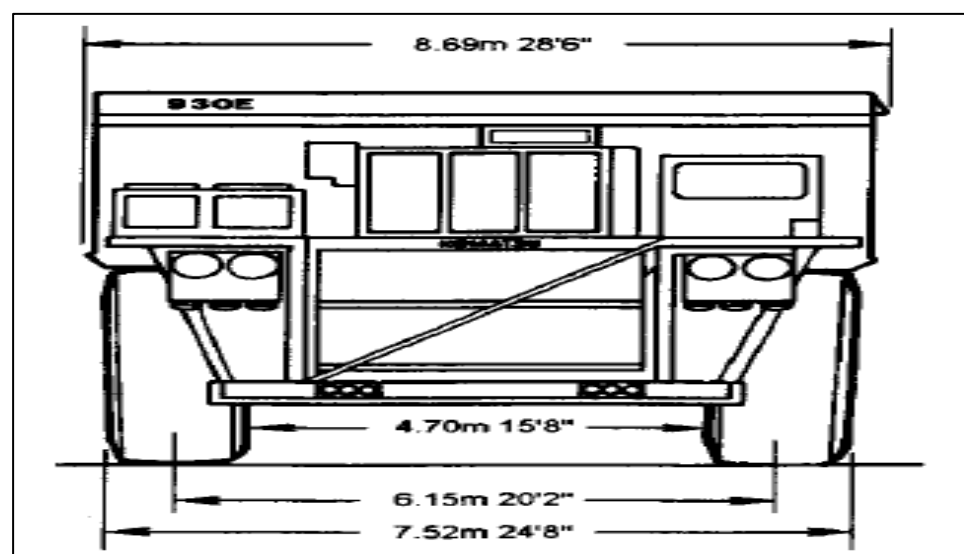
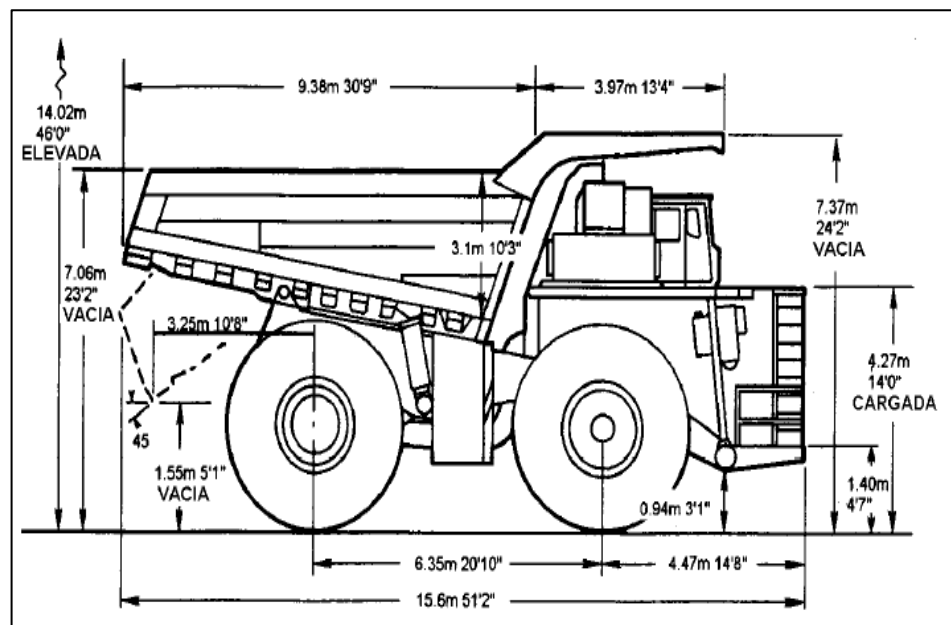


Figura 18 — Vista frontal del camión Komatsu 930E-4SE según Manual  
Extraído de Manual de características técnicas - Komatsu



**Figura 19 — Vista longitudinal del camión Komatsu 930E-4SE en Mina**  
Extraído de Entrenamiento Mina - Las Bambas



**Figura 20 — Vista longitudinal del camión Komatsu 930E-4SE según Manual**

Extraído de Manual de características técnicas - Komatsu

Es necesaria realizar la comparación de las dimensiones de diseño de camión obtenidas en el lugar de trabajo y el manual del proveedor; lo cual si existiera variación que es el caso del equipo evaluado, se utilizara esta información real para mejorar y establecer con mayor garantía los diseños establecidos en mina según estas características.

**Tabla 4 — Dimensiones de diseño de vía**

<b>DIMENSIONES PARA DISEÑO DEL CAMION KOTMASU 930E-4SE</b>			
<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>	<b>LARGO</b>	<b>CAPACIDAD</b>
9.10 metros	7.60 metros	15.30 metros	290 Toneladas

#### **3.2.4.1.2. Velocidad de diseños**

En el proceso de asignación de la velocidad de diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazo, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

Para garantizar la constancia de la velocidad se ha identificado a lo largo de la ruta, tramos homogéneos a los que las condiciones topográficas, se les pueda asignar una misma velocidad, esta velocidad de diseño de tramos homogéneos se ha definido como sigue:

- En tramos rectos y planos la velocidad de diseño es de 60 k/h
- En tramos rectos con pendientes la velocidad de diseño es de 40 k/h
- En intersecciones y curvas de velocidad de diseño es de 15k/h.

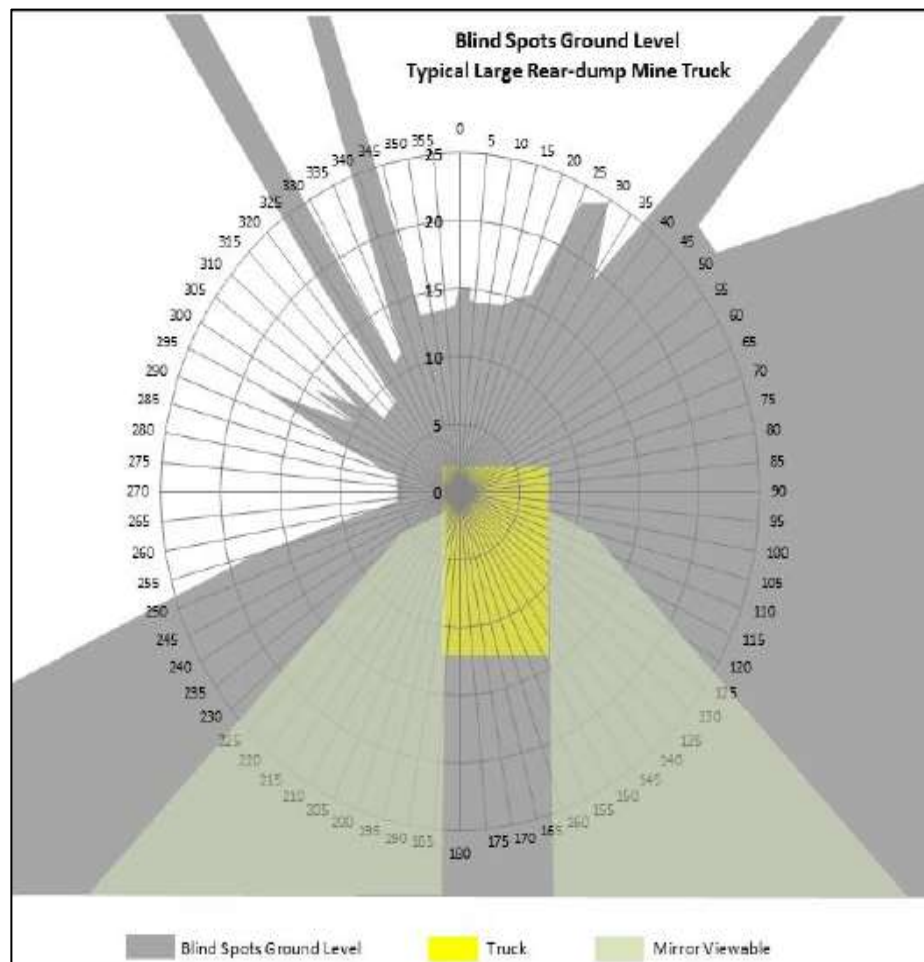
Se debe tener en cuenta que las anteriores velocidades de diseño corresponden a condiciones ideales. Todos los conductores deben conducir según las condiciones viales y meteorológicas imperantes y deben reducir la velocidad cuando las vías están en malas condiciones, mojados o congelados, o cuando la visibilidad quede restringida debido al polvo neblina o curvas en la vía.

#### **3.2.4.1.3. Alineación vertical**

El diseño de las curvas verticales se realiza de tal manera que los conductores de los equipos en mina puedan conducir de manera cómoda y disponer de tiempo suficiente para percibir los peligros en la carretera y tomar las medidas correctivas adecuadas.

- **Distancia visible:** La distancia de visualización y el efecto de diseño de la vía basada en las características de los camiones mineros de gran tonelaje, así como la visión de 360° que no tiene el operador alrededor del equipo, son condiciones a tomar en cuenta para la mejora y prevención de ocurrencia de accidentes. Estos llamados puntos ciegos pueden variar de un modelo de maquinaria a otro, alterando las características de diseño inicial de una vía. Por lo tanto, si se planea tener más de un tipo o modelo de equipo de acarreo es necesario realizar la evaluación de todos estos parámetros a cada uno de los equipos para así poder tener un diseño final combinado donde se determine las características máximas y mínimas necesarias para el diseño.

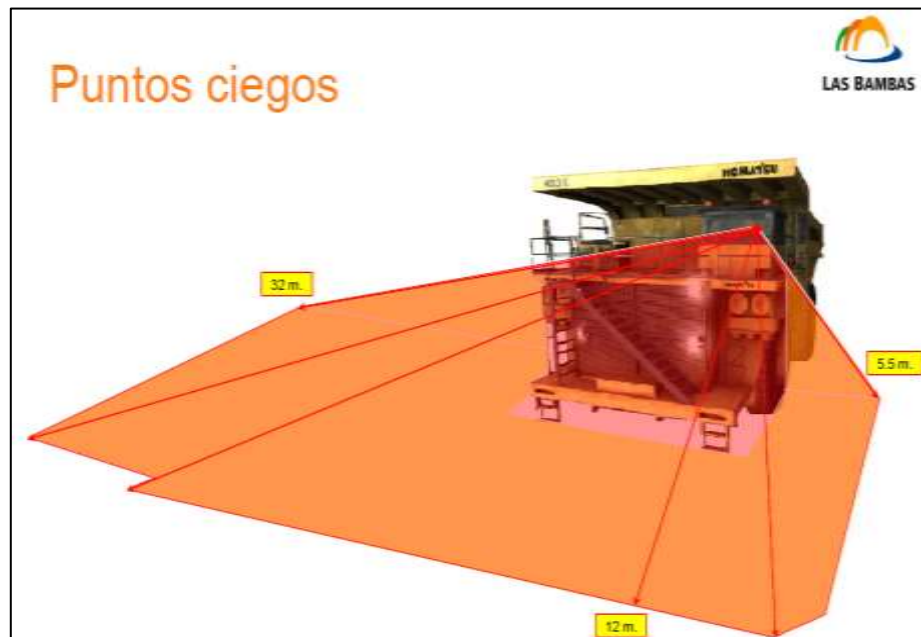
La distancia de visualización establecida para camiones de alto tonelaje es de la siguiente manera.



**Figura 21 — Puntos ciegos a nivel del suelo**

Extraído de Diseño y construcción - Roger Thompson

El área de entrenamiento mina realizó el cálculo de los puntos ciegos del camión Komatsu 930E-4SE.



**Figura 22 — Distancia frontal de puntos ciegos camión Komatsu 930E-4SE determinados en mina**

Extraído de Entrenamiento mina - Las Bambas

De acuerdo a esta evaluación se estableció dentro de los procedimientos la distancia mínima entre camiones, equipos auxiliares y equipos livianos que transiten en operaciones mina; lo cual será de 50 metros en condiciones normales y 100 metros en épocas de lluvia o en vías o accesos resbaladizos.

Para la determinación de la distancia óptima visible del camión Komatsu 930E-4SE se tomará parámetros de control que ayudan a mantener la visibilidad del operador en la operación del equipo que nos ayudaron al calcular la distancia práctica de visibilidad de acuerdo a la luz alta del equipo y los delineadores que están distribuidos a 25m de distancia.

- **Distancia de frenado:** Se define como la distancia de parada, o la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención

Para calcular la distancia de frenado del camión Komatsu 930E-4SE, tomaremos en cuenta la norma ISO 3450:1996. Donde especifica la metodología para el cálculo del rendimiento mínimo de frenado y los criterios de prueba para los sistemas de frenos de diferentes equipos.

Esta norma ISO da típicamente una distancia de 114m de frenado en una pendiente de 10% a 50 km/h, y 73m a k/h. si bien con ello se satisfacen la mayoría de los diseños de rampas de los caminos de las minas donde



incluyendo los tiempos de reacción del conductor, practicas retardadas de frenado sin asistencia (de emergencia) pueden ser determinadas a partir de la ecuación:

### Distancia de frenado

#### Fórmulas

$$\text{Distancia de frenado} = \frac{1}{2}gt^2 \sin\theta + v_0 t + \left( \frac{(gt \sin\theta + v_0)^2}{2g(U_{\min} - \sin\theta)} \right)$$

g: Aceleración debido a la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

t: Tiempos de reacción del conductor y activación del freno (s)

θ: Pendiente del camino (en grados) siendo positivo cuesta abajo

$U_{\min}$ : Coeficiente de fricción camino-neumático, típicamente 0.3

$V_0$ : Velocidad del vehículo (m/s)

Una primera estimación fiable de la distancia de frenado se basa en las condiciones ideales de frenado y del vehículo (camino seco, buena resistencia al desplazamiento, etc.). Cuando las condiciones de frenado varían (caminos mojados, pobre y resbaladiza capa de rodadura, derrames, etc.) una distancia de frenado mayor tendrá que ser considerada.

Al menos 150m son requeridos, basados en los requerimientos típicos de las distancias de frenado. En una curva o giro en el camino esto podría ser difícil de lograr. Cuando la curva del camino alrededor del borde de un banco, para poder mantener la distancia de visibilidad es utilizada una distancia hacia atrás (layback – LB(m)) para mantener el camino lejos de la obstrucción de la vista. Esta distancia LB es encontrada considerando la distancia mínima de frenado del camión SD(m) y el radio de curvatura R(m).

### Distancia Visible Hacia atrás en curvas

#### Fórmulas

$$LB = SD \left[ 1 - \cos \left( \frac{28,65R}{SD} \right) \right]$$

Donde:

LB: Distancia Visible Hacia atrás en curvas





SD: Distancia mínima de frenado

R: Radio de curvatura

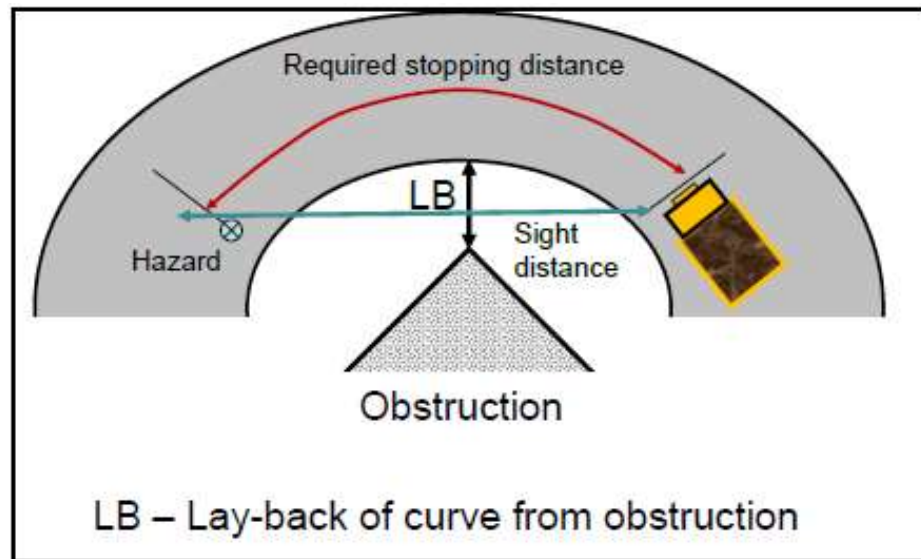


Figura 23 — Distancia visible hacia atrás (Lay-back)

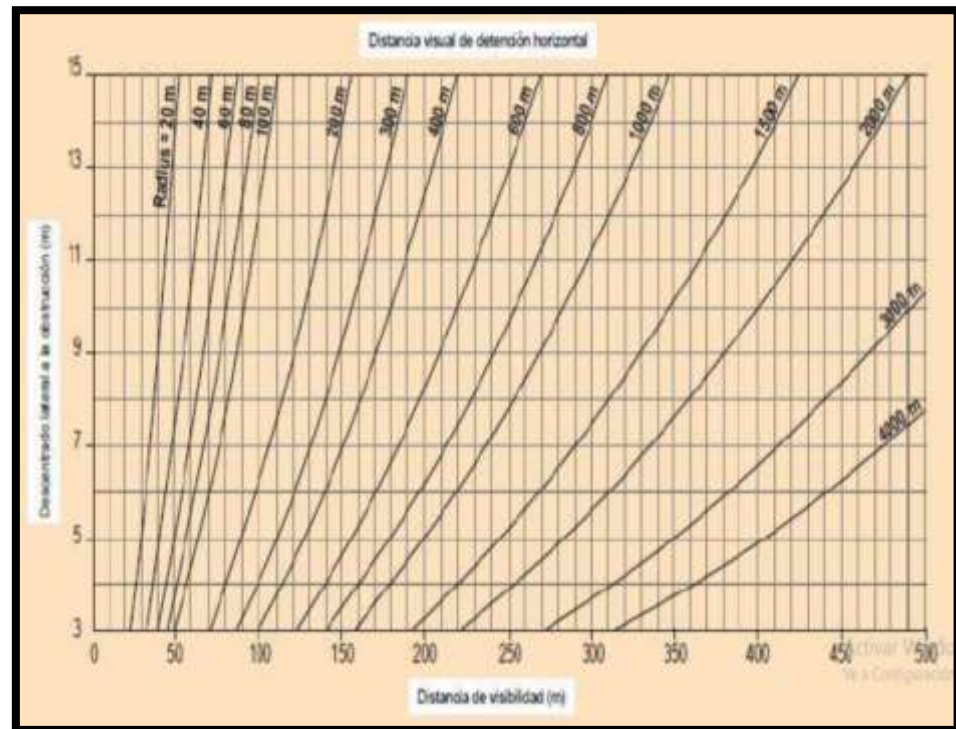
Extraído de Rogers Thompson

#### 3.2.4.1.4. Alineación horizontal

El diseño del ancho de vía debe ser suficiente para el número de carriles requeridos, tomando en cuenta los acotamientos de seguridad asociados a la calzada que deben ser incorporados en el ancho de la calzada y las características del drenaje deben de ser incluidas en el ancho de la formación. Los vehículos más anchos propuestos determinaran el ancho de la vía para su construcción.

- **Visibilidad:** Garantizar que los conductores u operadores tengan una adecuada visibilidad es fundamental para el desempeño seguro en las vías de la mina, esto indica la distancia a la que el operador pueda ver hacia adelante en una vía. Esto es particularmente importante al acercarse a las curvas horizontales, cimas verticales o intersecciones.

La visibilidad varía según el tipo de vehículo y terreno en la cual se transita con la gran diferencia de tamaño de vehículos existentes en la mina.



**Figura 24 — Distancia visual de detención horizontal**  
 Extraído de Roger Thompson, V5 edición 2012

➤ **Radio de Giro:** Cualquier curva o camino en zigzag debe ser diseñado con el radio máximo que sea posible y este radio debe ser mantenido suave y consistente. Se deben de evitar los cambios en el radio de las curvas (curvas compuestas). Un radio de giro más grande permite una velocidad más segura en el camino e incrementa la estabilidad del camión. Las vías con curvas cerradas o caminos en zigzag incrementan el tiempo de los ciclos de los camiones y los costos de transporte como resultado del desgaste de los neumáticos duales traseros debido al deslizamiento del neumático y la fricción y/o por separaciones mecánicas en el neumático delantero del lado externo de la curva.

Los neumáticos duales en los ejes de transmisión son especialmente propensos al desgaste cuando circula en curvas cerradas. En un camino en zigzag es común que se forme una depresión interna excavada debido al deslizamiento de los neumáticos y si la depresión expone la base de la carretera estas rocas dañaran al neumático.

El radio máximo de diseño de vías idealmente es mayor a 200 metros, teniendo en cuanto una vía segura que garantice la transpirabilidad segura con un rendimiento óptimo del camión y evitando el desgaste prematuro de los componentes del vehículo en especial los neumáticos.





Tabla 5 — Relación de radio de curvatura y velocidad aplicada

Curve Radius (m)	Speed (km/h) and super-elevation (m/m width of road)								
	15	20	25	30	35	40	45	50	55
50	0.035	0.060	0.090						
75	0.025	0.045	0.070	0.090					
100	0.020	0.035	0.050	0.075	0.090				
150	0.020	0.025	0.035	0.050	0.065	0.085			
200	0.020	0.020	0.025	0.035	0.050	0.065	0.080		
300	0.020	0.020	0.020	0.025	0.035	0.045	0.055	0.065	0.080
400	0.020	0.020	0.020	0.020	0.025	0.035	0.040	0.050	0.060
500	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050

Extraído de Roger Thompson, V5 edición 2012

- **Peralte:** El peralte de la curva se refiere a la cantidad de material acumulado en la parte exterior de la curva para permitir que el camión pase a través de la curva a velocidad constante. Idealmente, la fuerza centrífuga externa que el camión experimenta debe ser balanceada por la fricción lateral entre el camino y los neumáticos. El peralte no debe superar el 5% – 7% de inclinación, a menos que sean utilizados a una velocidad mantenida alta y la posibilidad de deslizamiento sea minimizada. Al reducir las fuerzas laterales puede ayudar a mantener el buen estado y longevidad del neumático reduciendo el desgaste y la separación de las capas. El desarrollo del peralte tiene que ser gradual para evitar ocasionarle incomodidad, inestabilidad al vehículo y excesivas fuerzas de torsión a los chasis de los camiones.



**Tabla 6 — Peralte en función del radio de curvatura y la velocidad aplicada**

Radio de curva (m)	Velocidad del vehículo (kph)						
	15	20	24	32	40	48	>56
15 <sup>1</sup>	4%	6%	6%				
21 <sup>2</sup>	4%	6%	6%				
30	4%	5%	6%				
45	4%	5%	6%	6%	6%		
75	4%	4%	4%	4%	4%	6%	
90	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%
180	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%
300	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%
400	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%
500	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%

Extraído de Roger Thompson, V5 edición 2012

Este radio representa el radio mínimo de giro de un Komatsu 930E y debe reservarse para intersecciones, líneas de partida o áreas de giro donde las velocidades de giro son bajas y no requiere de peraltes.

El desarrollo del peralte tiene que ser gradual para evitar ocasionarle incomodidad al operador, inestabilidad al equipo y excesivas fuerzas de torsión a los chasis de los camiones.

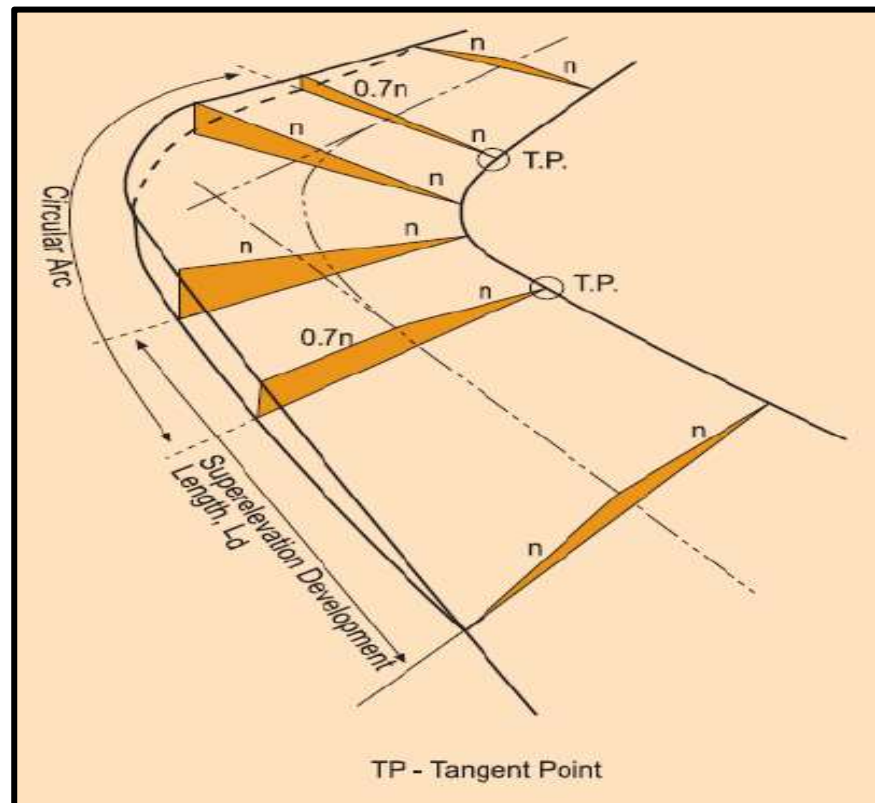


Figura 25 – Diseño para construcción del peralte

Extraído de Roger Thompson, V5 edición 2012

### 3.2.4.2. Diseño estructural de vías

El diseño estructural proveerá a los caminos de transporte la “resistencia” para soportar las cargas impuestas por las ruedas de los camiones durante la vida de los camiones sin la necesidad de un excesivo mantenimiento. Los caminos de una mala calidad son comúnmente causados por la deformación de una o varias capas del camino, con mayor frecuencia materiales débiles, suaves y/o húmedos debajo de la superficie de rodado.

#### 3.2.4.2.1. Clasificación de vías

La clasificación de vías en mina es según al tipo de equipo y volumen de tráfico que estas van a demandar. Existen vías de una categoría y a medida que se desarrolla la mina estas pueden tener otra categoría, con el correr del tiempo, los cambios de categoría pueden requerir ensanche, mejora de la calzada, cambio de señales viales, barreras laterales, etc. Para poder cumplir con la nueva función de la vía.

En el caso de Las Bambas, se ha adoptado una jerarquía vial de cuatro niveles, cada nivel de la jerarquía de servicios satisface a la operación de la mina de manera diferente que varía de acuerdo al dinamismo de la mina.

**Tabla 7 — Clasificación de Vías**

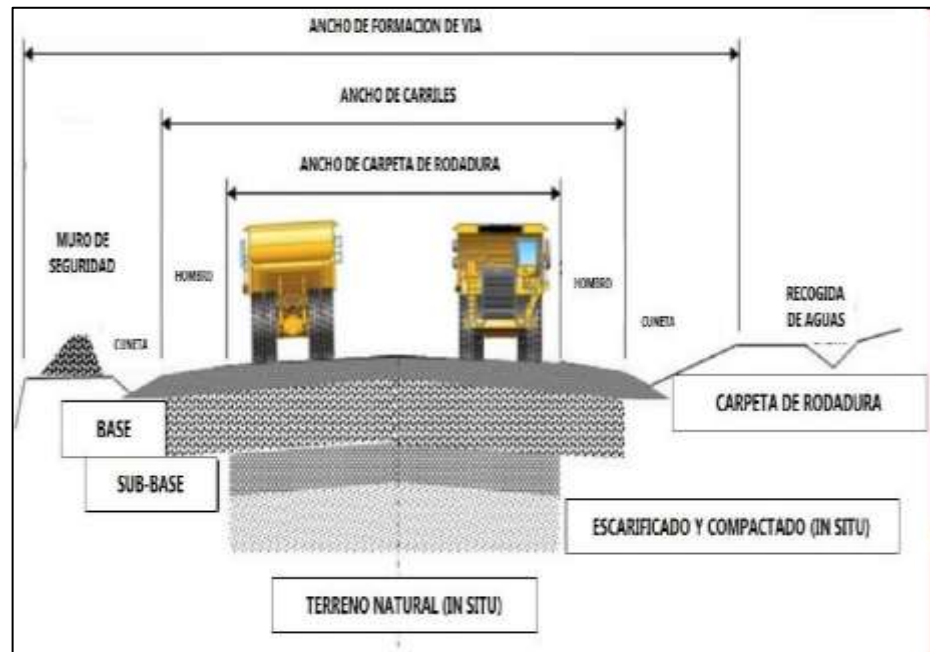
Clase de vía	Tipo de vía	Tipo dominante de vehículo	volumen habitual de tráfico (vpd)	Descripción
A	Vías de acarreo	Camiones mineros, por ejem.: Komatsu 930E-4SE carretones de agua, niveladoras y otros vehículos especializados de gran tamaño utilizados en operaciones de apoyo.		Vías permanentes y de corto plazo que brindan acceso a camiones de acarreo como parte del desarrollo y la operación minera, incluyendo la construcción de la infraestructura y servicios de apoyo, tales como vertederos, presas, movimiento de escombros y mena, etc.
	Categoría I		>750	Vías de acarreo principales permanentes de alto volumen que conectan canteras activas con plantas trituradoras y vertederos activo de desecho.
	Categoría II		400 -750	Vías de acarreo semipermanentes de alto volumen que habitualmente conectan canteras activas con vías de acarreo Categoría I, rampas de canteras.
B	Vías de acceso para vehículos	Camionetas de doble tracción, buses de traslado de personal, camiones tanque de combustible.	>250	Vías permanentes que brindan acceso a vehículos livianos (únicamente) a áreas de operaciones mineras activas. Las vías Clase B pueden cruzar vías Clase A, pero su acceso está restringido únicamente para vehículos livianos.

Extraído de Infraestructura mina - Las Bambas

### 3.2.4.2.2. Elementos básicos de una vía

Todos estos componentes son esenciales para el buen funcionamiento de las vías, que de igual forma garanticen la seguridad operacional de los equipos.





**Figura 26 — Elementos básicos de una vía**

Extraído de Roger Thompson 2011

**Descripción de cada componente:**

- **Formación de vía:** Es el ancho total necesario para la construcción de la vía minera.
- **Carril:** Es el ancho necesario para el tránsito libre de los camiones.
- **Hombro:** Es el ancho saliente de la carpeta de rodadura que sirve para los vehículos descompuestos p estacionamientos temporales o de emergencia.
- **Cuneta:** Es una estructura hidráulica que sirve para recoger aguas superficiales de la vía y encausarlas para que no afecten a la vía y evitar el ingreso de aguas a los taludes.
- **Muro de seguridad:** Es una estructura de terreno natural que sirve de protección frente a eventualidades.
- **Terreno In-Situ:** Nivel del terreno natural en el cual la vía será construida.
- **Relleno In-Situ:** Material que sirve para nivelar la superficie antes de comenzar la construcción.
- **Sub-Base:** Capa de material que proporciona una plataforma de trabajo sobre la cual las capas de material superpuestas pueden ser compactada.

- Base: Capa de material de protección de capas inferiores del peso del camión pasando sobre la carpeta de rodadura.
- Carpeta de rodadura: Capa de material que controla el desempeño de la vía en cuanto a la seguridad y la productividad.

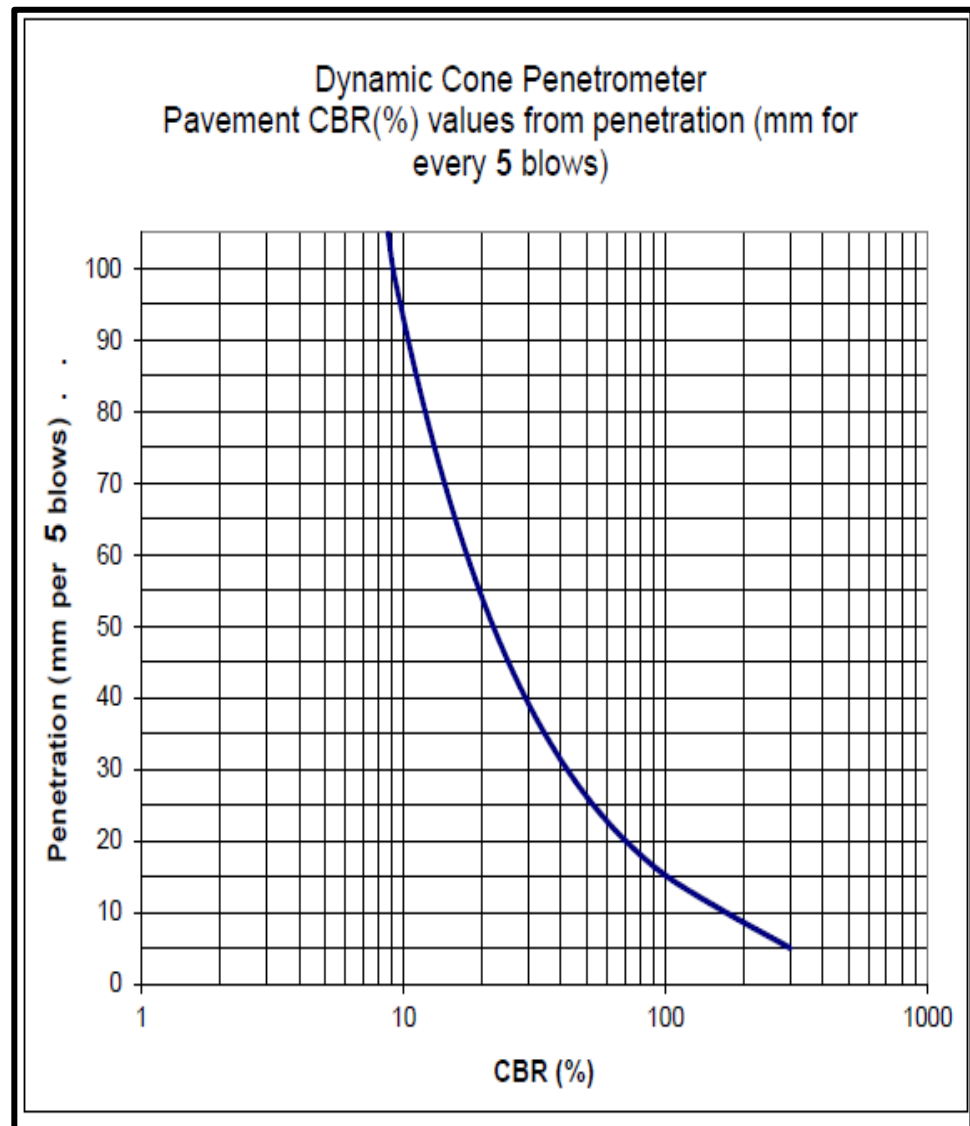
### 3.2.4.2.3. Evaluación de material In-Situ

Debido a que cada situación de diseño de caminos de mina varía, es necesario recopilar los datos concernientes a la resistencia del material in-situ y de las capas que conformaran el camino antes que el diseño sea determinado. Esto puede ser realizado tanto con la prueba del Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y pruebas de laboratorio de materiales típicos utilizados para la construcción de edificaciones, para determinar su capacidad de soporte portante o el California Bearing Ratio (CBR%), o su módulo de resistencia  $E_{eff}$  siguiendo uno u otros sistemas de clasificación de materiales. Una prueba de campo DCP puede ser utilizada para evaluar el CBR del material o la resistencia de una de las capas del camino y además es útil para:

- Evaluar donde pudieran existir cualquier problema (áreas o puntos blandos) en un camino una vez que ya haya sido construido.
- Evaluar la resistencia alcanzada al construir en el in-situ compactado (si es aplicable) y especialmente de la capa de rodamiento de un camino ya terminado de 0mm – 200mm de espesor.

Un DCP es utilizado para evaluar que tan resistente son capas del camino (y en algunos casos para evaluar la capa in-situ). Esto en relación con la profundidad en el pavimento o el in-situ con la resistencia en ese punto. El DCP es clavado en el camino y a cada 5 golpes con el martillo, una lectura de profundidad es tomada. Entonces esta lectura es restada a la lectura de profundidad anterior para dar la penetración cada 5 golpes, esto sobre el incremento de profundidad. Las especificaciones de diseño DCP son mostradas en la figura, “el martillo” mostrado como número 2.

Utilizando los gráficos ilustrativos, por cada incremento cada 5 martillazos, primero se determina el CBR a cada profundidad (grafica central), y entonces en segundo lugar se dibujan los valores CBR en la gráfica profundidad CBR.



**Figura 27 — Determinación del CBR por medio del Cono de Penetración Dinámico (DCP)**

Extraído de Roger Thompson

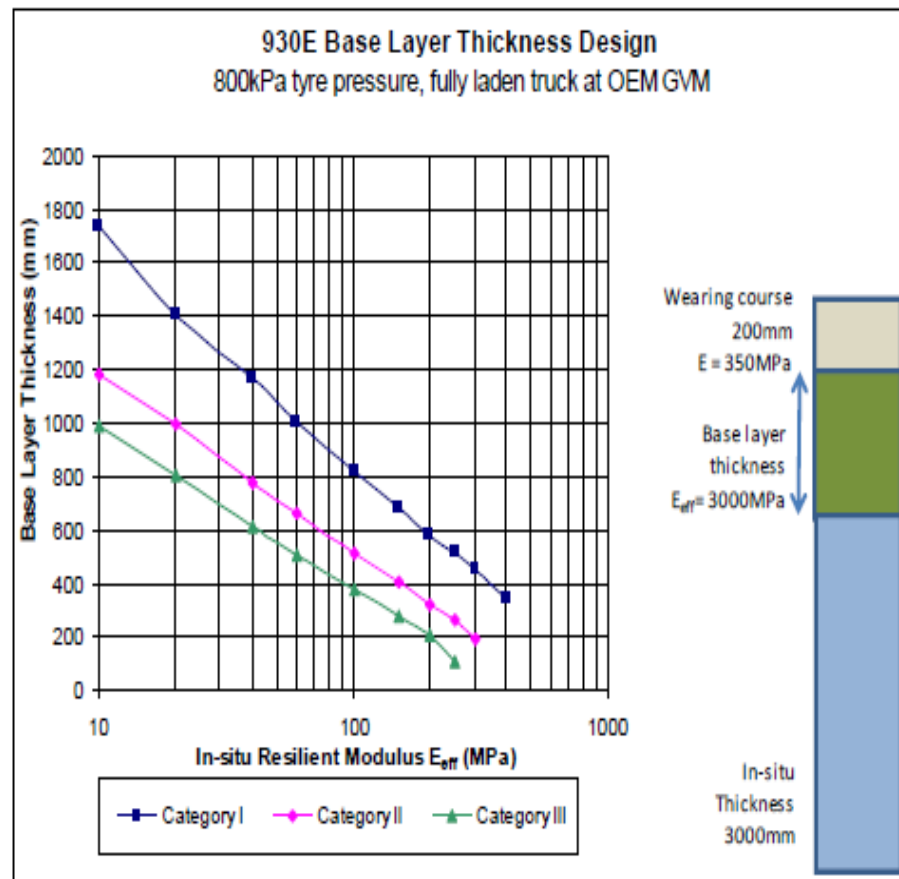
#### **3.2.4.2.4. Método mecanístico y empírico de diseño estructural**

Esta metodología de diseño se utiliza donde los espesores de las capas y la compactación están basados en las limitaciones de deformación en la suave capa in-situ debajo de los ciertamente valores críticos. Estos valores están asociados con la categoría del camino que está siendo diseñado, los requerimientos de desempeño y la vida útil del camino. Cuanto mayor sea el volumen de tráfico y mayor la vida útil del camino, menor será el valor crítico de deformación. Estos datos entonces son utilizados para determinar el espesor de la capa de roca quebrada que se colocará sobre la capa in-situ o de relleno de tal manera que el camino tendrá un desempeño satisfactorio durante su vida productiva.

Las especificaciones del espesor de la capa y la compactación se basan en la limitación del material suave de la capa in-situ a la deformación por las



Cuanto mayor sea la carga de las ruedas y los volúmenes de tráfico (kt/día), más larga debería ser la vida útil y mayor deberán ser los requerimientos de desempeño del camino, menor será el valor de deformación crítico.



**Figura 28 — Diseño mecánico de vía**

Extraído de Roger Thompson

Un diseño mecánico de las capas del camino está basado en un sistema de modelo teórico lineal elástico. Un criterio de diseño para limitar la deformación por compresión vertical en las sub-capas o en la capa in-situ es utilizado para determinar las condiciones de carga específicas en un camino de transporte, de este modo determinando la adecuación del diseño estructural. La deformación inducida por compresión vertical en un camino por las pesadas cargas de las ruedas, disminuyen al aumentar la profundidad, la cual permite el uso de técnicas de gradación y preparación de materiales; donde materiales más resistentes son utilizados en las regiones superiores del camino. El camino en su conjunto deberá limitar las deformaciones en las sub-capas (in-situ) a un nivel aceptable y las capas superiores deberán también de similar manera proteger las capas inferiores. Utilizando este precedente, la estructura del camino deberá teóricamente proveer un servicio adecuado durante su vida útil.





De esta manera la aplicación del método empírico en el desarrollo del diseño estructural de una vía, se hace más aplicativo en el sector minero donde el desarrollo de sus procesos operacionales es muy dinámico debido a las características y particularidades que presenta cada tipo de yacimiento.

### 3.2.5. Ciclo de acarreo

Es el tiempo que transcurre desde el momento en que el camión inicia su movimiento hacia el cargador para ser llenado, hasta que regresa del botadero y está lista para comenzar otro ciclo. Existen 2 principales componentes del tiempo total requerido para realizar un ciclo de transporte. Cada uno de estos componentes tiene algunos factores que determinan el tiempo que cada uno requiere.

#### 3.2.5.1. Tiempos fijos

- **Tiempo de carguío:** El tiempo de carguío depende esencialmente del equipo utilizado para el carguío de los camiones, lo cual pueden ser estáticos o de movimiento como palas eléctricas o hidráulica; así como cargadores frontales respectivamente. De acuerdo al tipo de equipo empleado se puede tener la metodología de carguío simple o doble, teniendo este último un mejor resultado en el rendimiento de productividad para la operación.
- **Tiempo de descarga:** Depende esencialmente de las condiciones del área de descarga, tipo de descarga, propiedades del material, pericia y maniobrabilidad de la unidad.
- **Tiempo de acomodación o aculatamiento:** Está relacionado a la metodología de carguío y la maniobrabilidad de la unidad. Así como el tipo de equipo utilizado para el carguío.
- **Tiempo de espera:** Se encuentra en función del encaje de la flota de carguío y acarreo, así como el tipo de sistema de organización de los mismos.

#### 3.2.5.2. Tiempos Variables

El tiempo variable está directamente relacionado con el tipo de camión, el material a acarrear, la inclinación de la vía y las condiciones de la vía.

- **Tiempo de acarreo cargado:** Es el tiempo que transcurre en desplazarse el camión cargado hasta a su destino (chancadora o botadero).
- **Tiempo de transporte vacío:** Es el tiempo que transcurre en desplazarse el camión vacío hasta llegar nuevamente a su punto inicial de carguío.



La productividad de un camión depende directamente del tiempo del ciclo de acarreo.

### **Rendimiento del camión**

#### **Fórmulas**

$$PR(\text{Ton/h}) = \text{carga (ton)} \times n^\circ \text{ de ciclos (1/h)} \times FE$$

Donde:

FE: Factor de eficiencia cubierto más tarde

$n^\circ$ : Numero de ciclos:  $60(\text{min/h})$  tiempo de ciclo (min)

### **3.3 Marco conceptual**

- a) **Ciclo de vida de un proyecto:** Es la composición de varias etapas de un proyecto desde que nace hasta que finaliza.
- b) **Exploración:** La exploración minera es la etapa inicial de la actividad minera, consiste en identificar las zonas por donde se ubican los yacimientos de minerales que luego dependiendo de su dimensión y composición serán explotados en un proyecto minero.  
El cateo y la prospección es la tarea previa que tiene como objetivo el identificar la zona donde se ubica el yacimiento minero. Para ello se procede a realizar el cateo, que consiste en realizar búsquedas visuales de anomalías geológicas en la superficie, lo que puede dar indicios de presencia de minerales. Ya en la prospección, la observación se realiza con el apoyo de herramientas tecnológicas para realizar un trabajo más eficiente y rápido, como las fotos aéreas, datos satelitales, técnicas geofísicas (para observar propiedades físicas de las rocas analizadas) o geoquímicas (para obtener resultados químicos de los materiales observados). Los geólogos hacen uso de alta tecnología para realizar las exploraciones. Para ello, se estudia el terreno, las rocas, su composición química y su abundancia, de forma que se pueda saber si es que se puede construir una mina.
- c) **Planificación:** El proceso de planificación minera determina que porción del yacimiento será extraído, además del cómo y cuándo será procesado. La planificación a largo plazo o estratégica es un proceso interdisciplinario que este compuesto de varias etapas de definición de envolvente económica, determinación del método de explotación, diseño operacional, secuencia de explotación y su posterior evaluación económica. Determinándose, de esa forma, las reservas mineras y el beneficio económico del proyecto.

Durante el proceso de diseño y secuenciamiento de la mina, la geomecánica juega un rol protagónico, validando y/o prediciendo los riesgos asociados al diseño y plan minero.



De esta manera, el estudio de los modelos constitutivos del macizo rocoso, el comportamiento del material quebrado sometido a diferentes condiciones de esfuerzo y temporalidad, junto con nuevas técnicas para optimizar la envolvente económica y la secuencia minera son de vital importancia para incrementar el valor real del negocio minero.

- d) **Operaciones:** Es la puesta en marcha de una serie de etapas consecutivas para la recuperación del mineral una vez reconocidos, se inicia el desarrollo y construcción de la mina, para luego pasar a la producción o explotación minera que es el proceso de extracción del mineral.

El desarrollo y la construcción es la fase en la que culmina la planificación y se ejecutan los trabajos de infraestructura necesaria para realizar la explotación. Es claro que los trabajos dependen del método de extracción, así como de la infraestructura para el transporte del mineral. El estudio de factibilidad permitirá seleccionar el método de explotación (subterráneo o superficial), de acuerdo a las características del yacimiento y su viabilidad.

La producción (explotación) luego de haber limitado la reserva mineral, realizando los estudios necesarios y presentando los documentos y permisos necesarios, recién se puede obtener mineral. La explotación minera es en sí misma una etapa específica y particular.

- e) **Cierre de mina:** El cierre de la mina consiste en varios pasos que pueden ser ejecutados eficientemente con el planeamiento a largo plazo con el fin de reconstituir y dejar en las mejores condiciones el medio en la cual se realizó las explotaciones de los recursos minerales, esto en función del estudio de impacto ambiental. Lo cual comienza con el cierre de la operación o cuando la producción se detiene y una pequeña fuerza laboral se queda en las instalaciones para cerrar permanentemente las operaciones mineras.
- f) **Ciclo de minado:** Es el secuenciamiento progresivo de 4 etapas que se desarrollan de manera consecutiva para realizar la extracción del recurso mineral y esta consta desde la fragmentación del material in-situ y transportarla hasta su destino final del ciclo (chancadora o botadero).
- g) **Perforación:** La perforación es la primera etapa del ciclo de operación, en donde se relaciona íntimamente con la voladura para obtener una buena fragmentación la cual influye en los costos de carguío y acarreo.

Por lo tanto, es importante aplicar un sistema de perforación que proporcione máximas ventajas de producción a bajos costos. Es también definida como el proceso empleado para lograr la penetración a una roca mediante el cual se forman aberturas o taladros, la penetración de la roca se obtiene básicamente por el fracturamiento del material y expulsión de detritus.

- h) **Voladura:** La teoría de voladura envuelve diferentes disciplinas científicas como: físicas, termodinámicas, interacción de onda de choque y mecánica de rocas, dicho de otro modo, la fragmentación de roca involucra la acción de un explosivo y la respuesta de la masa de la roca circundante en los aspectos de energía, tiempo y masa.
- i) **Carguío:** El Carguío de los materiales producto de los disparos es otra de las etapas importantes en la producción necesaria, las cuales se realizan con equipos como, excavadoras eléctricas e hidráulicas palas cargadoras, etc. En esta operación se relacionan: Pala-Camión, Cargador Frontal-Camión.
- j) **Acarreo:** Es la operación unitaria que consiste en trasladar el material, desde el frente de carguío a los sitios correspondientes de acuerdo al mineral. Cuando el mineral a acarrear tiene una densidad baja se elegirán equipos de mayor volumen.
- k) **Conocimiento teórico:** Son las capacidades técnicas que el operador conoce sobre el equipo para la cual ha sido contratado.
- l) **Conocimiento práctico:** Consiste en el desempeño que realiza el operador al operar el equipo para lo cual ha sido contratado.
- m) **Años de experiencia:** Son aquellas personas con habilidades técnicas probadas. Dicho personal fue seleccionado en procesos de reclutamiento dirigidos por operaciones mina y recursos humanos.
- n) **Procedimiento técnico del equipo:** Es la descripción del proceso de trabajo frente al desarrollo de los diferentes trabajos o tareas a realizar del operador con el equipo.
- o) **Programa de adecuación:** Es el plan de incorporación rápida del área de entrenamiento mina a todos los operadores ingresantes a la operación que vienen ya con experiencias de otras operaciones para desempeñarse en el mismo equipo en el cual trabajaban.
- p) **Programa de adaptación:** Es el plan de incorporación de operadores que trabajan en la unidad minera que operan ya algún equipo y están siendo requeridos y promovidos para la operación de otro equipo con similares características del equipo que ya operaban.
- q) **Programa de formación:** Es el plan de capacitación a personal nuevo sin experiencia alguna en la operación de algún equipo en particular. Lo cual va ser capacitado desde cero.
- r) **Diseño geométrico:** El diseño geométrico suele ser el punto de partida para el diseño de caminos mineros. Este diseño se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía y velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura.



- s) **Velocidad de diseño:** Es el calcula de la velocidad promedio que debe realizar un equipo para diferentes diseños de vías, tanto de subida como de bajada, cargados y vacíos.
- t) **Alineamiento vertical:** Es la proyección del eje de vía sobre un plano vertical y está constituido por rectas y curvas verticales. Donde la ubicación del eje de referencia es una sección vertical. Y se caracteriza por su longitud, pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas.
- u) **Distancia visible:** Es el alcance que llega a ver el operador de un equipo frente a diseños de curvas verticales.
- v) **Distancia de frenado:** Es la longitud en la cual se detiene un equipo posterior a la visibilidad de obstáculo.
- w) **Alineamiento horizontal:** El alineamiento horizontal es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal y está compuesto por rectas y curvas horizontales; las rectas se caracterizan por su “longitud y dirección”; los cambios de dirección de las rectas se suavizan con las curvas horizontales
- x) **Visibilidad:** En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, sin considerar las capacidades psicofísicas de los conductores, su experiencia u otros factores relacionados con la atención durante la conducción, por un lado, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos de trazado, y por otro de la velocidad del vehículo. Además, para cada tipo de maniobra que realice el conductor se necesita una visibilidad mínima. Por tanto, para determinar la visibilidad mínima exigible de un tramo de carretera habrá que considerar qué maniobras se van a realizar y cuál es la velocidad de los vehículos en ese tramo.
- y) **Radio de giro:** El radio de giro es una medición que describe la capacidad de un determinado vehículo para girar. Cuanto más corto es el radio de giro de un vehículo se dice que este ofrece más maniobrabilidad.
- z) **Peralte:** Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de una vía férrea o a la calzada de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso, la inercia (o fuerza centrípeta) del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga paralela al plano horizontal, actuando de fuerza centrípeta dirigida en todo momento hacia el centro de la curva. El objetivo del peralte es contrarrestar la inercia que impele al vehículo hacia el exterior de la curva. También tiene la función de evacuar aguas de la calzada (en el caso de las carreteras), exigiendo una inclinación mínima del 0,5%.
- aa) **Formación de vía:** Es el ancho total necesario para la construcción de la vía minera.

- bb) **Carril:** Es el ancho necesario para el tránsito libre de los camiones.
- cc) **Hombro:** Es el ancho saliente de la carpeta de rodadura que sirve para los vehículos descompuestos p estacionamientos temporales o de emergencia.
- dd) **Cuneta:** Es una estructura hidráulica que sirve para recoger aguas superficiales de la vía y evitar el ingreso de aguas a los taludes.
- ee) **Muro de seguridad:** Es una estructura de terreno natural que sirve de protección frente a eventualidades.
- ff) **Terreno In-Situ:** Nivel del terreno natural en el cual la vía será construida.
- gg) **Relleno In-Situ:** Material que sirve para nivelar la superficie antes de comenzar la construcción.
- hh) **Sub-Base:** Capa de material que proporciona una plataforma de trabajo sobre la cual las capas de material superpuestas pueden ser compactada.
- ii) **Base:** Capa de material de protección de capas inferiores del peso del camión pasando sobre la carpeta de rodadura.
- jj) **Carpeta de rodadura:** Capa de material que controla el desempeño de la vía en cuanto a la seguridad y la productividad.





## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es descriptivo explicativo y nivel aplicativo, ya que reúne un conjunto de procedimientos lógicos y prácticos que permiten identificar las características de las variables.

#### 4.2. Población y muestra

Para el desarrollo de la presente investigación se ha tomado una muestra del tipo cualitativa de población finita con un valor de confianza de 95% y 5% de error y la probabilidad es media de la ocurrencia o no del suceso esperado ya que no se tiene alguna evaluación que nos pueda otorgar valores diferentes. Cabe mencionar que esta evaluación está siendo desarrollada en la etapa previa al inicio de la explotación del tajo Ferrobamba con una población de operadores de camión Komatsu 930E-4SE en proceso de requerimiento e incorporación a Las Bambas.

#### Tamaño de la muestra

##### Fórmulas

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

Z: Margen de confiabilidad

P: Evento Favorable

Q: Evento no favorable

N: Tamaño de la población

E: Margen de error

$$N= 7$$

$$Z= 1.96$$

$$P= 0.7$$

$$Q= 0.3$$

$$E=0.05$$

Por lo tanto, **n=7**

Por tanto, para la presente investigación se tomará como muestra un total de 07 operadores que se encuentran en entrenamiento y así determinados los objetivos planeados.



### **4.3. Procedimiento**

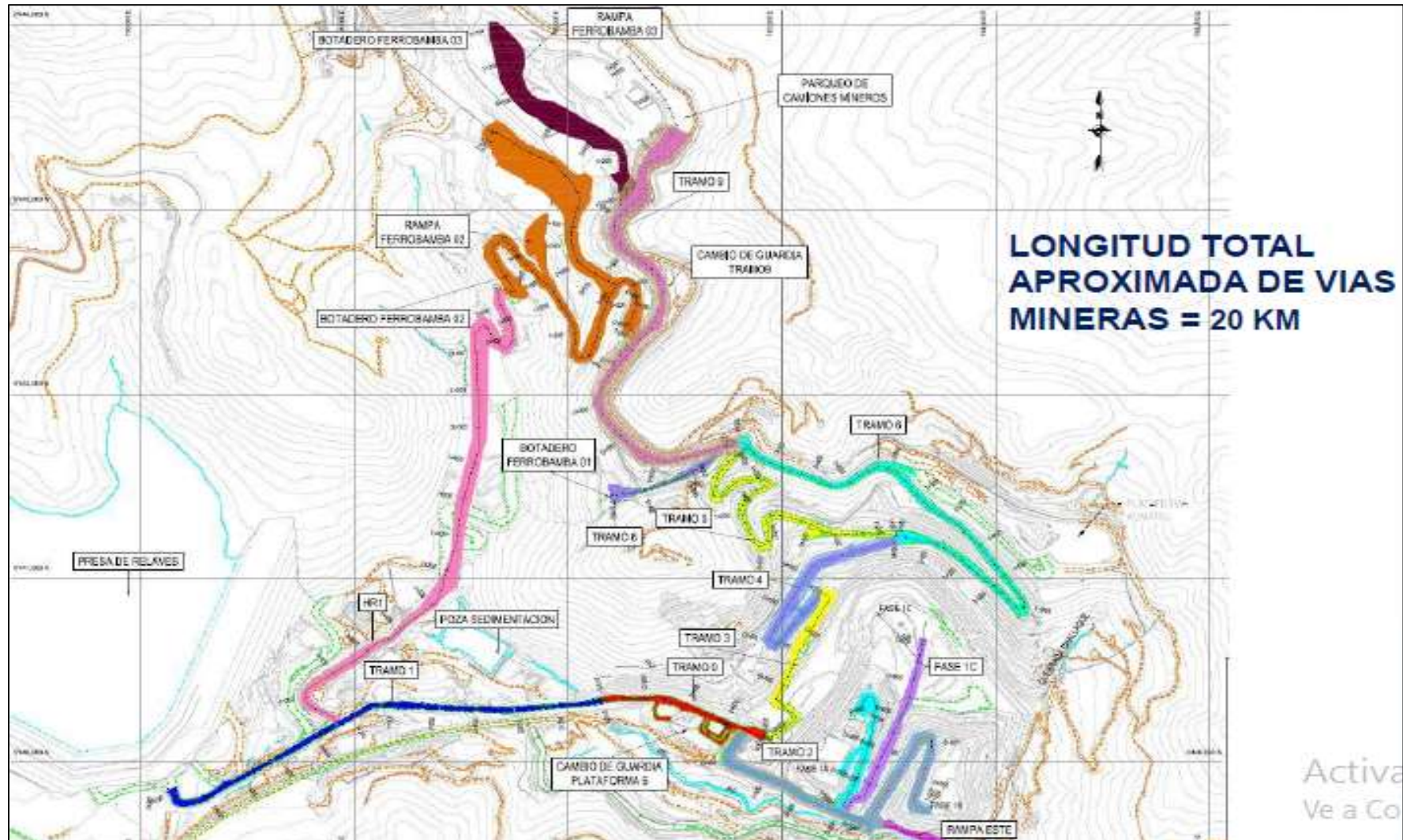
El estudio inicia con la evaluación general del diseño y construcción de los componentes de la mina, así como las características técnicas operativas de los equipos acarreo a utilizar en su desarrollo de la producción, así como el control de tiempos unitarios de cada etapa del proceso de minado desde la etapa de construcción para obtener mejores resultados en la etapa de operación de la mina, y la evaluación del desempeño operacional de los diferentes tipos de operadores con el cual se dispone.

#### **4.3.1 Diseño y construcción de caminos pioneros**

Constituyen uno de los elementos de infraestructura más complejos de definir, diseñar, toda vez que deben asegurar la accesibilidad con tal seguridad a todos los puntos de la operación.

Son las vías por las que circulan los vehículos dentro de la explotación y, en especial las unidades de acarreo.

Las características de diseño de las pistas y de lo que se ha dado en llamar específicamente “acceso” son diferentes, porque mientras en las pistas la circulación es habitual y continua en los dos y ha marcha rápida, en los denominados “accesos” que se utilizan de forma eventual y exclusivamente para el acarreo de material (mineral y desmonte), para el ingreso a su puntos de trabajo y equipos que efectúan el arranque u operaciones auxiliares, la circulación es mínima y a velocidad mucho más lenta.



**Figura 29 — Diseño y construcción de caminos pioneros**

Extraído de Planeamiento mina - Las Bambas

#### 4.3.1.1 Accesos

La pendiente de los accesos no debe sobrepasar, en ningún caso, el 20% (11°) y con respecto a su anchura, ésta debe superar por lo menos en dos metros entre el borde del acceso y el pie del inferior de un talud. A la hora de definir y proyectar los accesos. Deberá justificarse la anchura, cuneta y sobre ancho proyectados en función del tipo de acceso y de las características específicas de la maquinaria, lo cual permita definir, en plano y suficiente detalle, el diseño de los accesos con expresión de los ejes, arcenes, centros y radios de curvaturas en curvas, intersección con el terreno, acuerdos en entronques y representación de perfiles longitudinales y transversales.

Con todo ello, se deberá garantizar por cálculo que la maquinaria destinada a circular por los accesos sea capaz de hacerlo sin riesgo alguna, con tales condiciones de diseño. En caso contrario, deberá renunciarse a la utilización de dicho vial.

La norma general de diseño es la de garantizar una circulación absolutamente segura y sin dificultades para los vehículos y unidades que vayan a utilizarlos, contando también con los vehículos de servicio de las maquinarias en operación.

Se tendrá en cuenta la calidad de la superficie de rodadura, la estabilidad y posibilidad de frenado de los vehículos y se proyectaran con un perfil transversal que facilite el desagüe y un perfil longitudinal que evite existencia de badenes y se prevea la existencia de topes o barreras no franqueables, junto con el correspondiente balizado en aquellas zonas donde exista riesgo de caída o vuelco, o donde la distancia, mínima al borde superior de un talud sea inferior a los cinco metros de terreno absolutamente firme. Todo ello, deberá completarse con la adecuada señalización.

#### 4.3.1.2. Vías

El diseño de las pistas debe ser tal que las unidades de transportes utilizadas se desplacen sin perder el ritmo de operación y en condiciones de máxima seguridad.

Por ello, los criterios de diseño se centran fundamentalmente en:

- Firme
- Pendiente.

- Anchura de pista.
- Curva: radios, peraltes y sobre ancho.
- Visibilidad en curvas y cambios de rasante.
- Convexidad o bombeo.
- Conservación.

Los dos primeros parámetros tienen que ver básicamente con el rendimiento y costo del transporte, pero también con la seguridad. La determinación de la pendiente óptima de una pista se realiza a partir de las curvas características de los vehículos, que consideran la velocidad y la capacidad de frenado. Los mejores rendimientos y costos, junto con unas condiciones de seguridad adecuadas, se obtienen con pendientes en torno al 8%, incluyendo una resistencia a la rodadura normal. No obstante, en cada caso deberá también tenerse en cuenta si el acarreo es ascendente o descendente.

En plano de diseño, las pistas se representan en planta y perfil tipo, con perfil longitudinal y transversal y representación de eje, centros y radios de curvatura en curvas, etc. Se analizará el perfil longitudinal de la pista, sus ramales y los distintos perfiles transversales, justificándose por cálculo la selección de las distintas secciones.

En planos de diseño, las pistas se representarán en planta y perfil tipo, con perfiles longitudinal y transversal y representación de eje, arcenes, centros y radios de curvatura en curvas, acuerdos en tronques, etc. Se analizará el perfil longitudinal de la pista, sus ramales y los distintos perfiles transversales, justificándose por cálculo la elección de las distintas secciones.

#### 4.3.1.2.1. Anchos de Vías

La anchura de las pistas recomendada puede estimarse con la siguiente expresión:

**Ancho total de la pista**

**Fórmulas**

$$A = a (0.5 + 1.5 n)$$

Donde:

A: Anchura total de la pista (m)

a: Anchura del vehículo (m)

n: Número de carriles deseados.

Esto significa que, en pistas de un solo carril, tanto a la izquierda como a la derecha de cada vehículo debe dejarse una separación de seguridad equivalente a la mitad de la anchura de este, sin reducirse jamás por debajo de vez y media la anchura del mayor vehículo que se prevea que circule por ella. Deberá preverse además el diseño de los apartaderos necesarios para asegurar el cruce de vehículos, convenientemente espaciados y con una longitud mínima del doble del vehículo más largo que se prevea que circule por la pista y con la anchura mínima del vehículo más ancho. Tanto en cambios de rasante como en curvas que carezcan de visibilidad, la pista deberá ser de doble carril o disponer de apartaderos con un dispositivo de señales eficaz que regule el tráfico alternativo.

En pistas de dos carriles, la anchura mínima admisible puntualmente será de tres veces la del vehículo más ancho.

Se insiste en que estas cifras dadas se corresponden con mínimos absolutos y que un diseño responsable y basado en la seguridad de la operación debe manejar cifras siempre superiores a estas.

#### 4.3.1.2.2. Radio de Curvatura

Los radios de curvatura, en planta, deberá ser capaces de garantizar el giro de los vehículos y maquinarias de mayores dimensiones que circulen por ella, garantizándose que es capaz de hacerlo sin riesgo alguno con dichas condiciones de diseño. Es por ello necesario utilizar la suficiente información técnica por parte del fabricante de la maquinaria para garantizar la bondad del cálculo.

Para que las curvas no supongan una limitación en la producción deben tener un radio mínimo entre 20 y 30m dependiendo del vehículo que se utilice de la velocidad prevista, del peralte y del coeficiente de rozamiento. Por la particularidad de la geomorfología del yacimiento y el diseño de explotación del tajo Ferrobamba, los diámetros mínimos de curvatura; así como las velocidades irán variando. Por ser diseños operativos de acarreo que se generen provisionalmente para la extracción de los recursos.





El radio de mínimo de una curva puede ser determinado inicialmente por:

### Radio de curvatura

#### Fórmulas

$$R = \frac{v_o^2 + U_{min} e}{127e}$$

Donde:

R : Radio de una curva (Mínima)

e : Super - elevación aplicada (m/m ancho de la vía)

$U_{min}$ : Coeficiente de fricción neumático – vía.

$V_0$  : Velocidad del vehículo (km/h)

$U_{min}$ , es el coeficiente de fricción entre el camino y el neumático, es tomado como 0.3 (para superficie húmeda, suave, lodosa o con baches) a 0.35 (para superficie de grava seca compactada parcialmente). Donde el diseño de la mina requiere un radio de curvatura más estrecho que el radio mínimo, será necesario aplicar límites de velocidad.

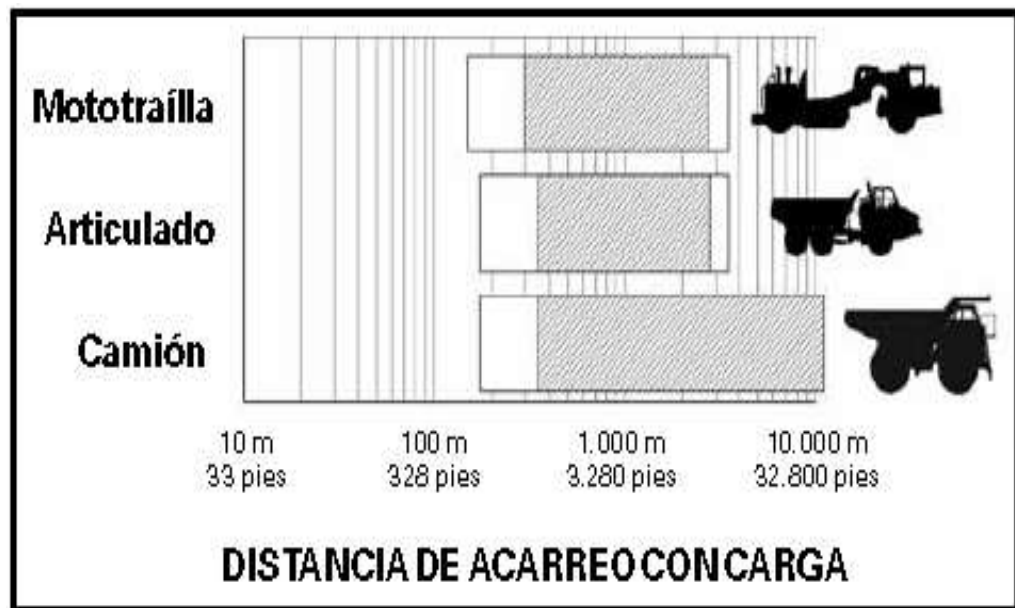
#### 4.4.1. Características técnicas operacionales de los equipos de acarreo

Los camiones de acarreo son máquinas concebidas, diseñadas y construidas para ejecutar el transporte de materiales entre diferentes sitios de la zona del proyecto.

El tamaño y la capacidad de los camiones de acarreo es sumamente variable de acuerdo a la utilización que se le dará al equipo.

Dentro de la minería podemos encontrar distintos tipos de equipos de acarreo diseñados o creados para aplicaciones específicas como por ejemplo la etapa de construcción y la etapa de operación de la mina (producción) que a continuación se detalla.





**Figura 30 — Distancias generales de acarreo para sistemas móviles**  
 Extraído de Hambook 42 - Caterpillar

➤ **Equipos de acarreo para la etapa de producción.**

Los equipos de acarreo utilizados en esta etapa son de alta gama de tonelaje de capacidad de acarreo y de última tecnología que se encargan de transportar adecuadamente los materiales explotados en el yacimiento a su lugar de destino (planta, botadero, stock). Alternativamente.

Dentro del proceso productivo de una mina es el de mayor costo debido a que es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados (flota), alto grado de mecanización y menor rendimiento productivo por equipo y se constituye como un proceso prácticamente continuo y lento.

Distintas combinaciones de equipos y secuencias de operación pueden satisfacer el rendimiento de producción. Las combinaciones de equipos y secuencias de operación están ligadas directamente con la capacidad del equipo y el tiempo para completar un ciclo de operación, teniendo en cuenta factores como eficiencia, disponibilidad, costos, etc.

Estos equipos tienen una vida útil de 10 años, pero hoy la experiencia es que duran 15 años, además necesitan del orden de 4 a 5 operadores por camión, debido a la naturaleza del trabajo de las mineras, y también hay que hacerles mantenimiento cada 250 horas de operación, aproximadamente cada 15 días.

- Equipos Komatsu

Mediante el uso de diseños computacionales, análisis de elementos y pruebas dinámicas y estáticas a gran escala, el diseño del chasis ha sido estructuralmente mejorado, permitiendo acarrear entre el 10% a 20% más de toneladas cortas, entregando la más alta confiabilidad de la industria.



**Figura 31 — Flota de camiones Komatsu 930E-4SE**

#### 4.4.1.1. Características de los equipos

- Nomenclatura del equipo:
  - 930: Tamaño del equipo
  - E: Eléctrico
  - 4: Versión
  - SE: Edición especial
  - AC: Corriente alterna

**Tabla 8 — Especificaciones generales camión Komatsu 930E-4SE**

Camión de volteo fuera de carretera	
Modelo de motor	Cummins QSK78
Potencia del motor	3.500 HP (3.429) - 1900 rpm
Alternador	G.E – GTA-39
Motores de inducción	AC - GDY106 / 64.5 km/h
Relación de engranaje estándar	32.62: 1
Neumático	53/80 R63
Capacidad	211 m <sup>3</sup> (189 m <sup>3</sup> )
Carga nominal	290.303 Kg.
Peso del equipo	Vacío 215,308 Kg. Cargado 505,611 kg.

Extraído de Manual del equipo Komatsu

- **Capacidad de carga nominal.....290,303 kls.**
- **Capacidad de carga permisible.290,303 / 319,333 kls.**
- Exceso de carga, 10% del total de las cargas debe de estar / .....319,333 - 348.363 kls.
- **Nunca debe exceder de.....348,363 kls.**



**Figura 32 — Capacidad de carga camión Komatsu 930E-4SE**

Extraído de Manual del equipo Komatsu

#### 4.5. Material de investigación

El proceso de implementación y puesta en marcha de la etapa de explotación de un yacimiento minero, está sujeta al continuo estudio de las variables que la conforman en el desarrollo del proceso. Como es el caso del estudio de tiempos en ciclo de minado para la extracción de los recursos minerales en el desarrollo del tajo Ferrobamba; donde la optimización de los tiempos en el ciclo de acarreo es de mayor énfasis, convirtiendo este en el punto clave de mejora de la operación, con el objetivo de optimizar la producción en la operación. Para lo cual se ha tomado en cuenta la evaluación de factores que intervienen directamente en este proceso como son las vías de acarreo, el equipo utilizado para el acarreo y el personal que los opera.



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

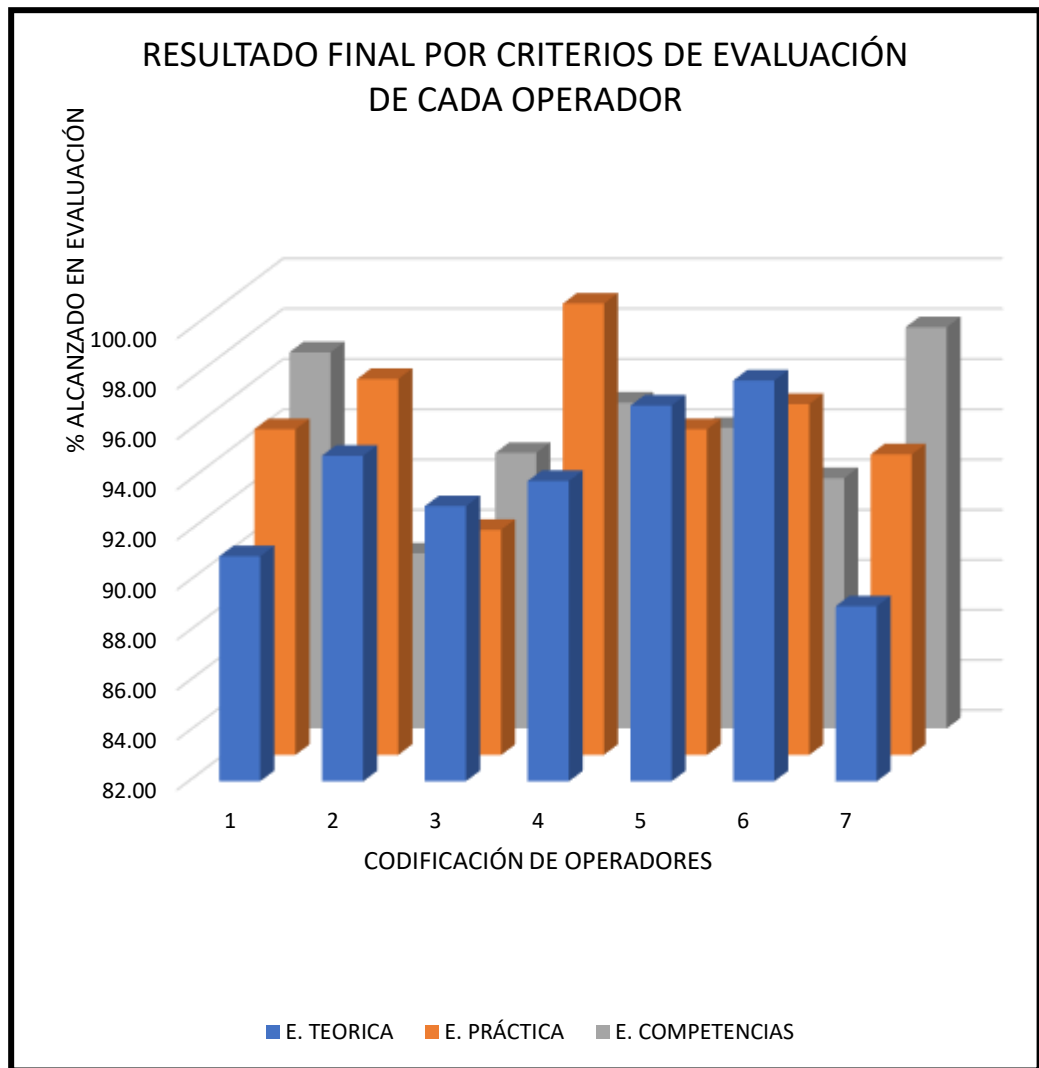
#### 5.1. Análisis de resultados

##### 5.1.1. Características técnico operacionales de los equipos de acarreo en función del conocimiento teórico, práctico y competencias del operador

**Tabla 9 — Base de datos del personal evaluado**

CODIFICACIÓN	APELLIDOS Y NOMBRES	EVALUACIÓN TEORICA	EVALUACIÓN PRÁCTICA	EVALUACIÓN COMPETENCIAS
1	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	91	95	97
2	PORTILLO MAMANI ADAN	95	97	89
3	TAFUR GARATE RENZO DAVID	93	91	93
4	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	94	100	95
5	HUAMANI PUMA NICACIO	97	95	94
6	BACA SERRANO AMERICO	98	96	92
7	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	89	94	98





**Figura 33 — Distribución de resultado por criterio de evaluación de cada operador**

**Interpretación:**

La distribución de resultados de los criterios de evaluación en función a cada operador, varía de acuerdo a un componente esencial de cada persona que es de ser únicos e incomparables en comparación de cada ser humano. De esta manera genera el reto principal del personal de entrenamiento en tratar en lo posible de alinear o unificar estos caracteres de acuerdo a los lineamientos de la empresa para establecer un ritmo de producción uniforme y desde manera incrementar la productividad de la operación.

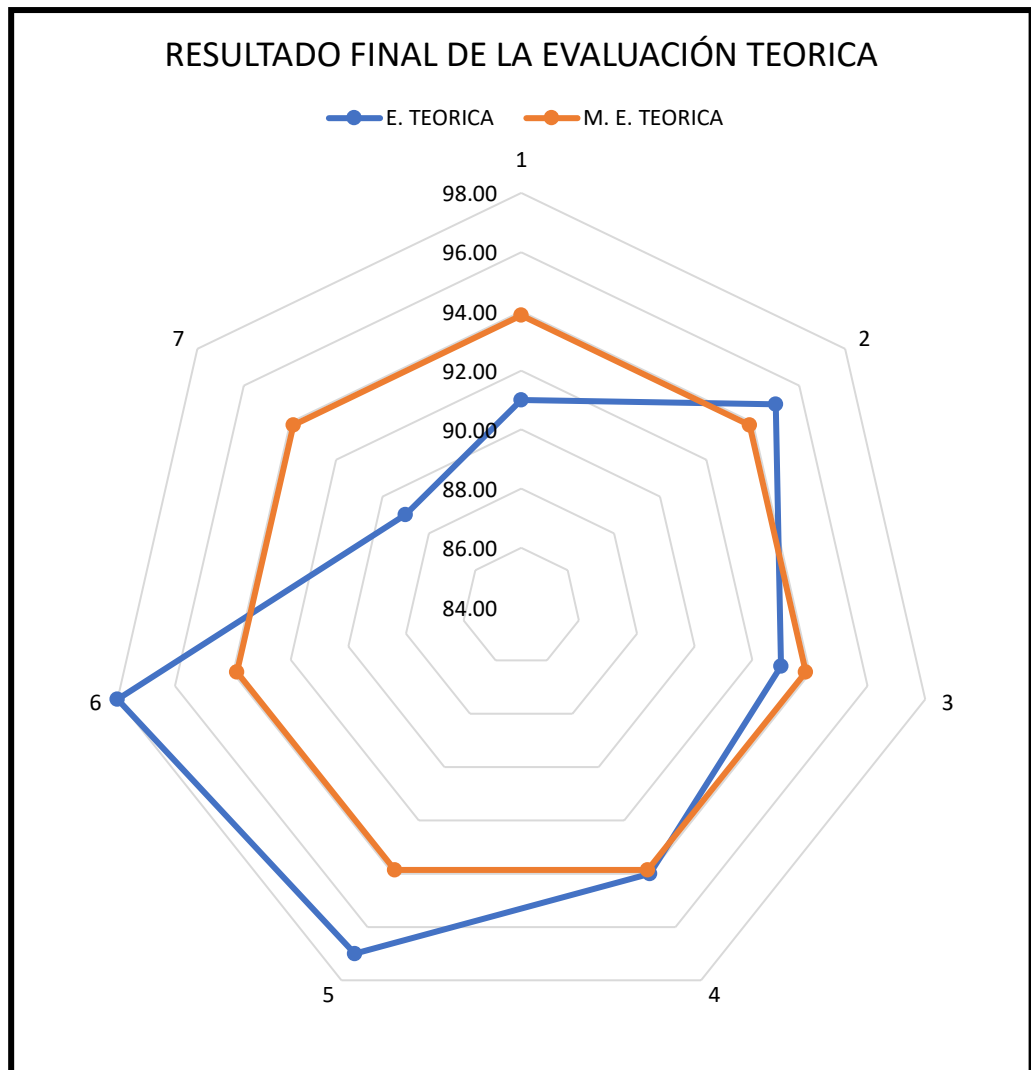
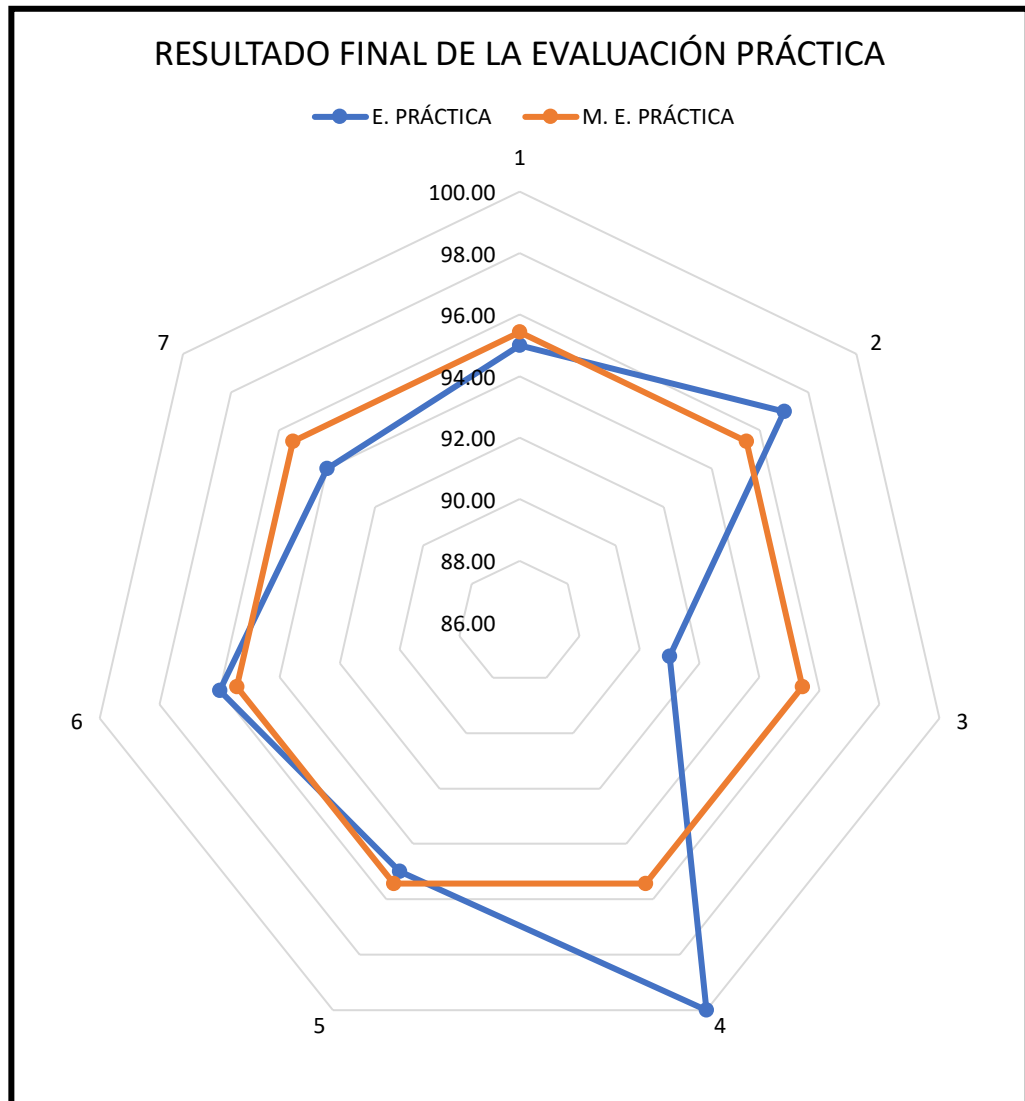


Figura 34 — Evaluación teórica de los operadores

**Interpretación:**

La evaluación teórica es el primer paso que realiza un instructor para verificar las capacidades que tiene un operador. En este sentido podemos observar la eficiencia que tiene el personal de entrenamiento en relación a la media obtenida del total de operadores evaluados, que en los resultados reflejados se obtiene que el 42.86%, con una desviación estándar de 3.19% que implica la necesidad de reforzamiento teórico para que estos puedan alcanzar o superar el objetivo planteado en el área y el desarrollo específico de su actividad. Así mismo podemos observar que el 57.14% del personal muestra el resultado deseado para el cumplimiento de actividad de acarreo que cumpla el objetivo del área.



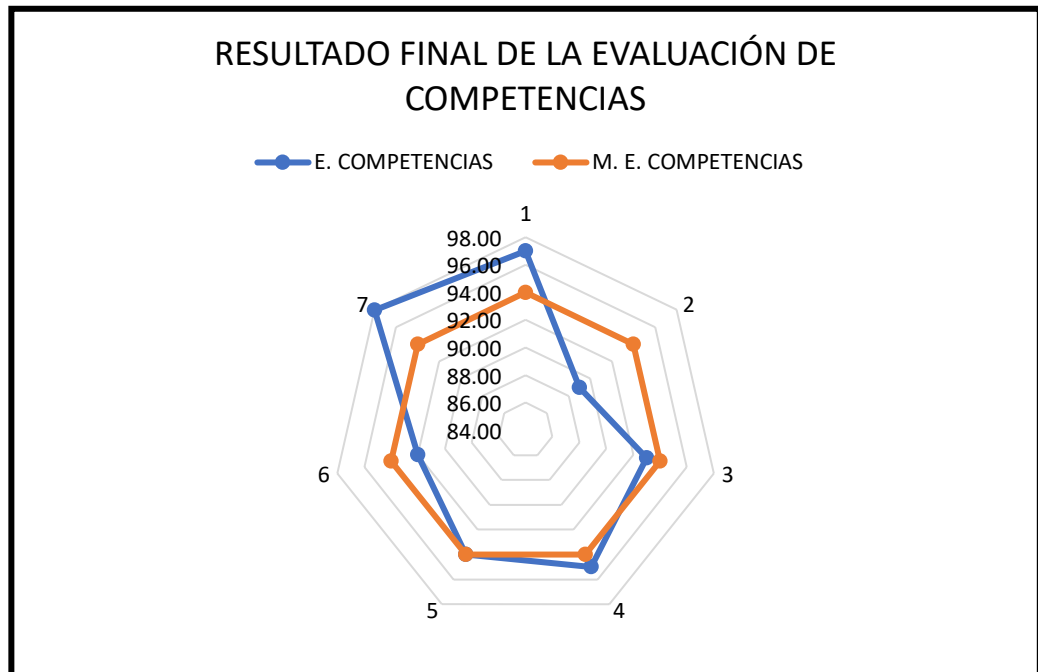


**Figura 35 — Evaluación práctica de los operadores**

**Interpretación:**

Como resultado principal del proceso de formación de operadores en entrenamiento para la operación de equipos de acarreo tenemos al 57.14% de operadores que se encuentran por debajo de la media aritmética del índice de medición del desempeño práctico operacional, con una desviación estándar de 2.76% con respecto a la media aritmética que se tiene como objetivo para su evaluación que es de 95.43% de acuerdo a la oportunidad de mejora planeada.





**Figura 36 — Evaluación de competencias de los operadores**

**Interpretación:**

Las competencias evaluadas no es otra cosa que la actitud que posee un individuo y el resultado de la evaluación de los criterios competentes que se necesita para que un operario cumpla con eficiencia su trabajo y de la capacidad que este desarrollo en el día a día para manejar estas cualidades en el trabajo bajo presión que se desarrolla en la minería. De los cuales como podemos observar se tiene que el 57.14% del personal se encuentra con la actitud competente que se necesita para el desarrollo de trabajo con eficiencia y el 42.86% se encuentra por debajo del índice de medición. Lo cual nos indica que vamos por un buen camino en el desarrollo de estas cualidades con la oportunidad de seguir mejorando en el desempeño del trabajo en el día a día. Por otra parte, en este aspecto hay que tener muy en cuenta que la actitud de un individuo varía circunstancialmente dependiente a la situación emocional que esté pasando en el momento de la evaluación; lo cual es todo un reto para el personal evaluador y monitor en el desempeño del trabajo, y esto indica que la frecuencia de aprendizaje de una persona no va ser necesario en forma ascendente sino va a variar dependiendo a la condición emocional y laboral en que se encuentre.

### 5.1.2. Diseño estructural de vías

#### 5.1.2.1. Diseño geométrico

➤ **Cálculo del ancho de vía vs el número de carriles requerido**

$$A = a (0.5 + 1.5 n)$$

Donde:

A: Anchura total de la pista (m)

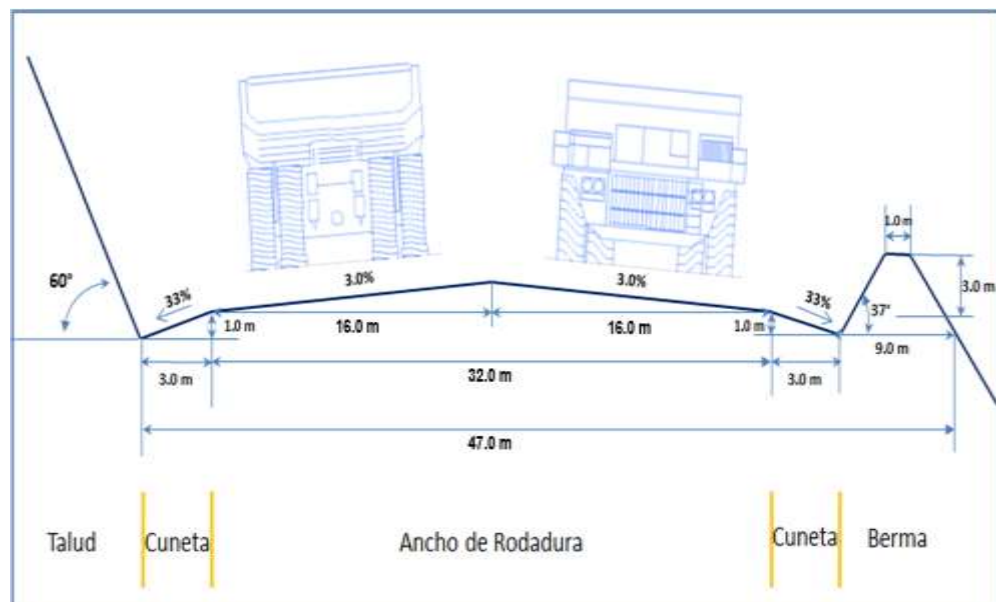
a: Anchura del vehículo (9.10m medida del equipo utilizado)

n: Número de carriles deseados (2 carriles)

$$A = 32 \text{ m}$$

**Tabla 10 — Dimensiones horizontales de la vía**

ANCHO DE CAMION (m)	No CARRILES x 1.5	+ 0.5 FACTOR ADICIONAL	ANCHO DE VIA EN (m)
9.10	1x1.5	1.5+0.5	18.20 m
9.10	2x1.5	3+0.5	31.85 m
9.10	3x1.5	4.5+0.5	45.50 m



**Figura 37 — Dimensionamiento de vía para camiones komatsu 930E-4SE**

➤ **Cálculo del radio de curvatura**

$$R = \frac{v_o^2 + U_{\min} e}{127e}$$

Donde:

R : Radio de una curva (Mínima)

e : Super - elevación aplicada (m/m ancho de la vía) 0.08 de acuerdo al cuadro N°04 para una velocidad de 55km/h respectivamente.

$U_{\min}$ : Coeficiente de fricción neumático – vía. 0.3 para una vía compleja.

$V_0$  : Velocidad del vehículo (km/h) velocidad segura del camión 55km/h.

**R1: 22.15 m (V:15km/h) y R2: 297.74 m (V:55km/h)**

➤ **Cálculo de la distancia de frenado**

$$\text{Distancia de frenado} = \frac{1}{2}gt^2 \sin\theta + v_o t + \left( \frac{(gt \sin\theta + v_o)^2}{2g(U_{\min} - \sin\theta)} \right)$$

Donde:

g: Aceleración de la gravedad **9.81 m/s<sup>2</sup>**

t: Tiempo de reacción del conductor y activación de frenos **8.21s** (de acuerdo a la norma ISO 3450: 1996).

$\theta$ : Pendiente del camino **5°42'38.14"** (relación proporcional de una rampa de 10%).

$U_{\min}$ : Coeficiente de fricción camino neumático, típicamente 0.3 (para superficie húmeda, suave, lodosa y con baches).

$V_0$ : Velocidad del vehículo **15.28 m/s** (velocidad nominal 64.5km/h, velocidad segura 85% = 55km/h).

**Distancia de frenado = 164.27 m**



➤ **Cálculo de la distancia visible hacia atrás en curva**

$$LB = SD \left[ 1 - \cos \left( \frac{28,65R}{SD} \right) \right]$$

**Donde:**

**SD:** Distancia mínima de frenado (164.27m)

**R:** Radio de curvatura (297.74 m cálculo realizado de acuerdo al cuadro N°04 de relación del radio de curvatura y la velocidad aplicada que es de 55km/h)

$$LB = 62.97 \text{ m}$$

➤ **Cálculo de la visibilidad en curvas**

$$S = \frac{R}{28.65} \left[ \cos^{-1} \left( \frac{R-O}{R} \right) \right]$$

**Donde:**

**R:** radio (297.74 m)

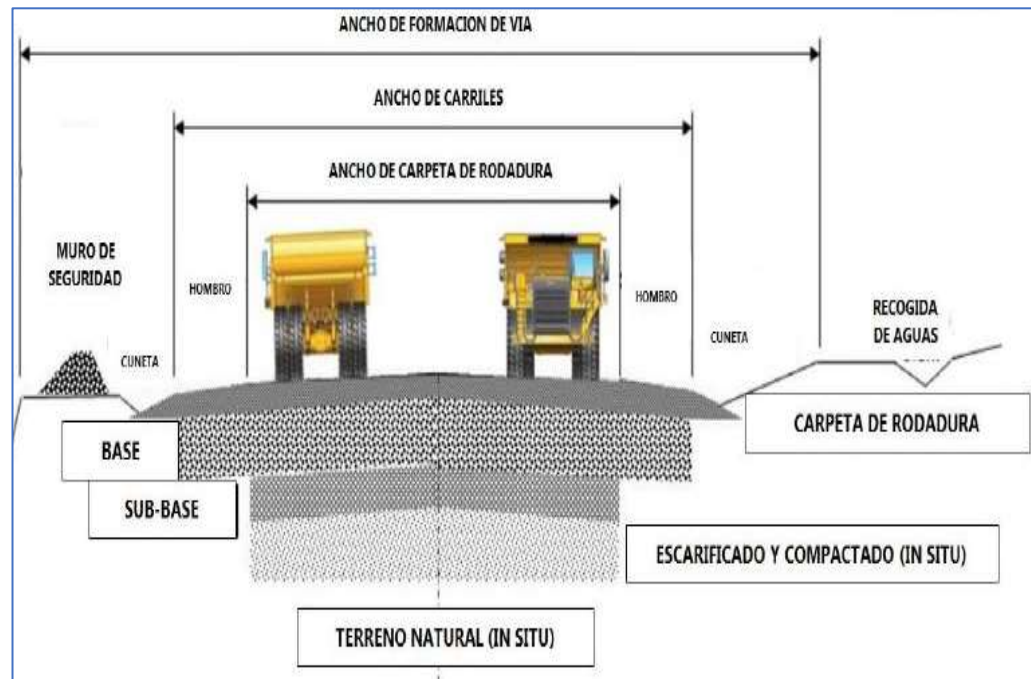
**O:** Descentrado (62.97 m)

$$S = 394.43 \text{ m}$$

### 5.1.2.2. Diseño estructural

El diseño estructural de vías bajo el método empírico se basa en relación a la deformación insitu de la vía por el tráfico de los equipos de acarreo y la necesidad de mejorarlos para que este no tenga efectos negativos en el rendimiento de los camiones. Para lo cual comienza con la detección de ondulaciones o deformaciones encontradas en la vía y el grado de profundidad que estas disponen al momento del paso del camión; y así determinar el grado crítico de deterioro de la vía, como las dimensiones de reparación que esta necesita para su satisfactorio desempeño.





**Figura 38 — Distribución del diseño estructural de vías**

Extraído de Rogers Thompson

### ➤ **Carpeta de rodadura**

Es la capa más superficial de la vía que tiene por función proteger a las capas inferiores de las inclemencias del tiempo y proporcionar una transitabilidad suave a los vehículos de acarreo. Para la obtención de la granulometría adecuada de las operaciones mineras se utiliza el método empírico mecanístico en combinación con el método del CBR (California Bearing Ratio = ensayo de relación de soporte de california), en relación a las pruebas de sondeo de campo por el Penetrómetro de Cono Dinámico (DCP- dinamic cone penetrometer). Al realizar esta combinación de métodos se tiene una relación granulométrica más acertada de la carpeta de rodadura, por lo que el método del CBR presenta serias limitaciones y por sí solo no garantiza las características necesarias de la superficie de rodadura que necesita una operación minera; ya que este método está diseñado para obras civiles.

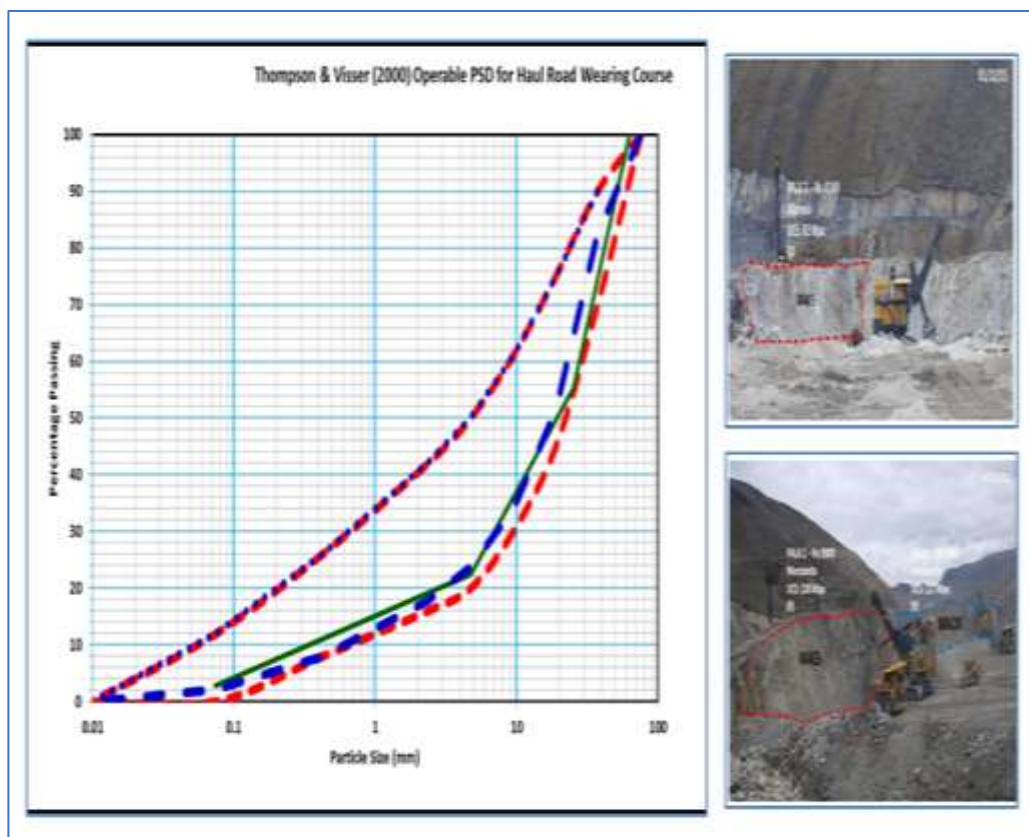
Según recomendación la carpeta de rodadura debe tener un CBR > 85% para el 98% de Proctor Modificado y además tiene que estar dentro de la franja granulométrica indicada a continuación.

**Gradación recomendada para capa de rodadura**

Tamaño	% en peso que pasa
76mm (3")	100
38mm (1.5")	70 – 100
25mm (1")	55 – 88
9.5mm (3/8")	40 – 70
#4	30 – 55
#10	22 – 42
#200	5 – 10

**Figura 39 — Malla recomendada para el análisis granulométrico**

Extraído de Roger Thompson



**Figura 40 — Análisis granulométrico de material in-situ**

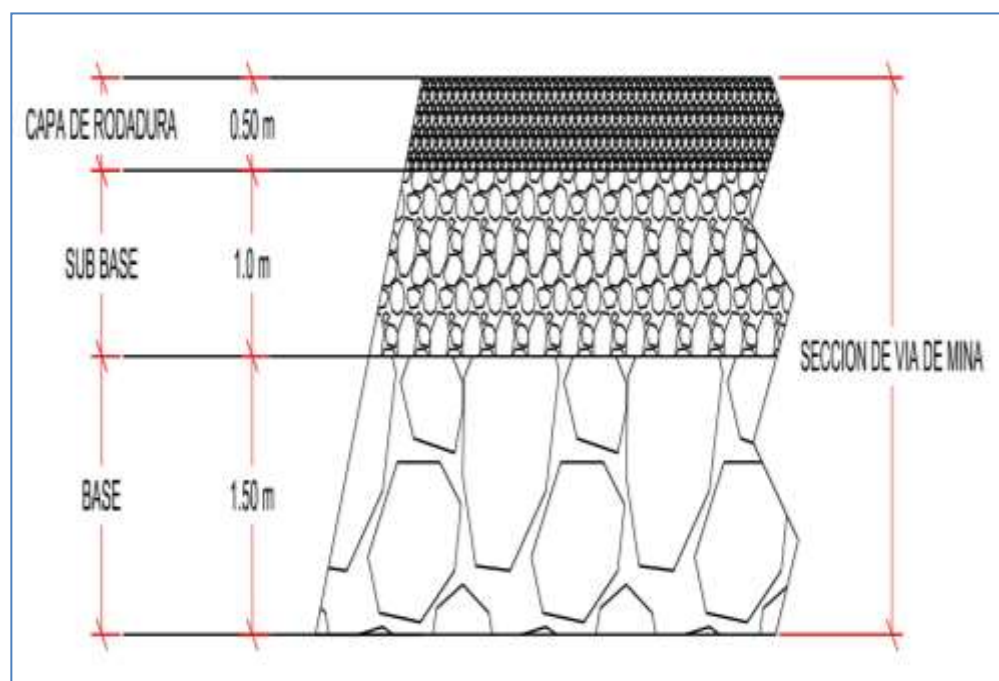
Extraído de Infraestructura Mina - Las Bambas

➤ Sub base.

Esta es la capa encima de la capa in-situ. La base de un camino bien drenado y estable es uno de los fundamentos más importantes en el diseño de caminos. Si las capas inferiores del camino no son lo suficientemente resistentes o rígidas, siempre ocurrirán hundimientos, baches y deformaciones. Cuando se utiliza el método de diseño mecánicamente determinado (empírico) para caminos de minas sin pavimento, la base y sub base son combinadas en una sola capa formada con una selección de roca estéril quebrada por procesos de voladura.

➤ Base.

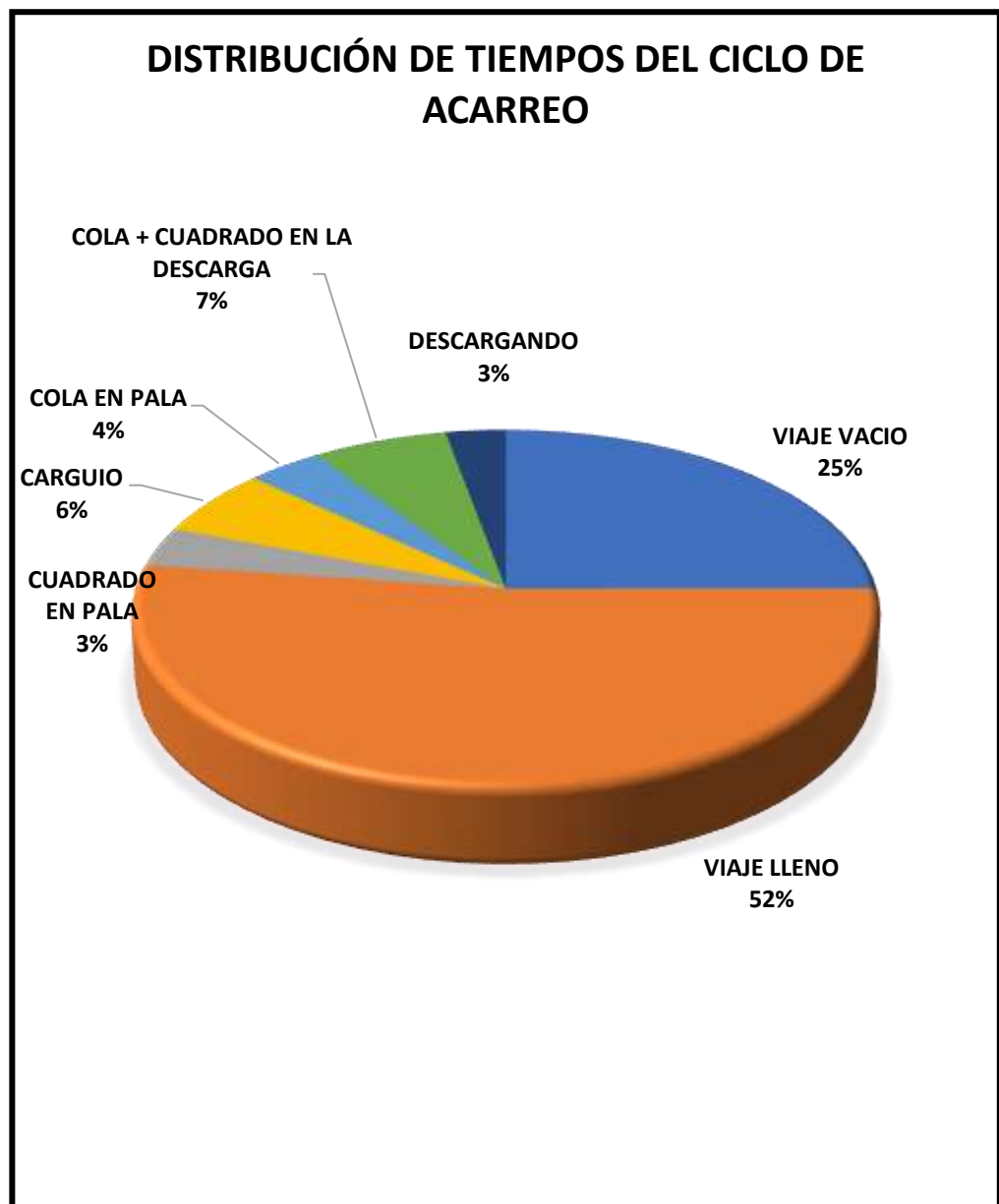
Esta capa es importante porque protege el material suave debajo (in-situ o relleno) del peso del camión pasando sobre la carpeta de rodado. Cuando el peso o carga del camión, es aplicado a una capa débil, y suave del material in-situ o el relleno, causara que este material se desplace y eventualmente se deforme, resultando en hundimientos, baches y otros defectos estructurales similares.



**Figura 41 — Diseño estructural de vía recomendado por ARRB GROUP**

Extraído de ARRB GROUP LTD

### 5.1.3. Ciclo de acarreo



**Figura 42 — Distribución de tiempos unitarios del ciclo de acarreo**

#### **Interpretación:**

En la distribución de tareas unitarias del ciclo de acarreo podemos observar que, los tiempos de viajes cargados y vacíos son con mayor claridad las tareas críticas dentro del desarrollo del ciclo de minado; lo cual a la vez indica la determinación del mayor interés sobre ellas para optimizar y mantener controlado los tiempos utilizados y evitar en lo posible el incremento de los mismos.



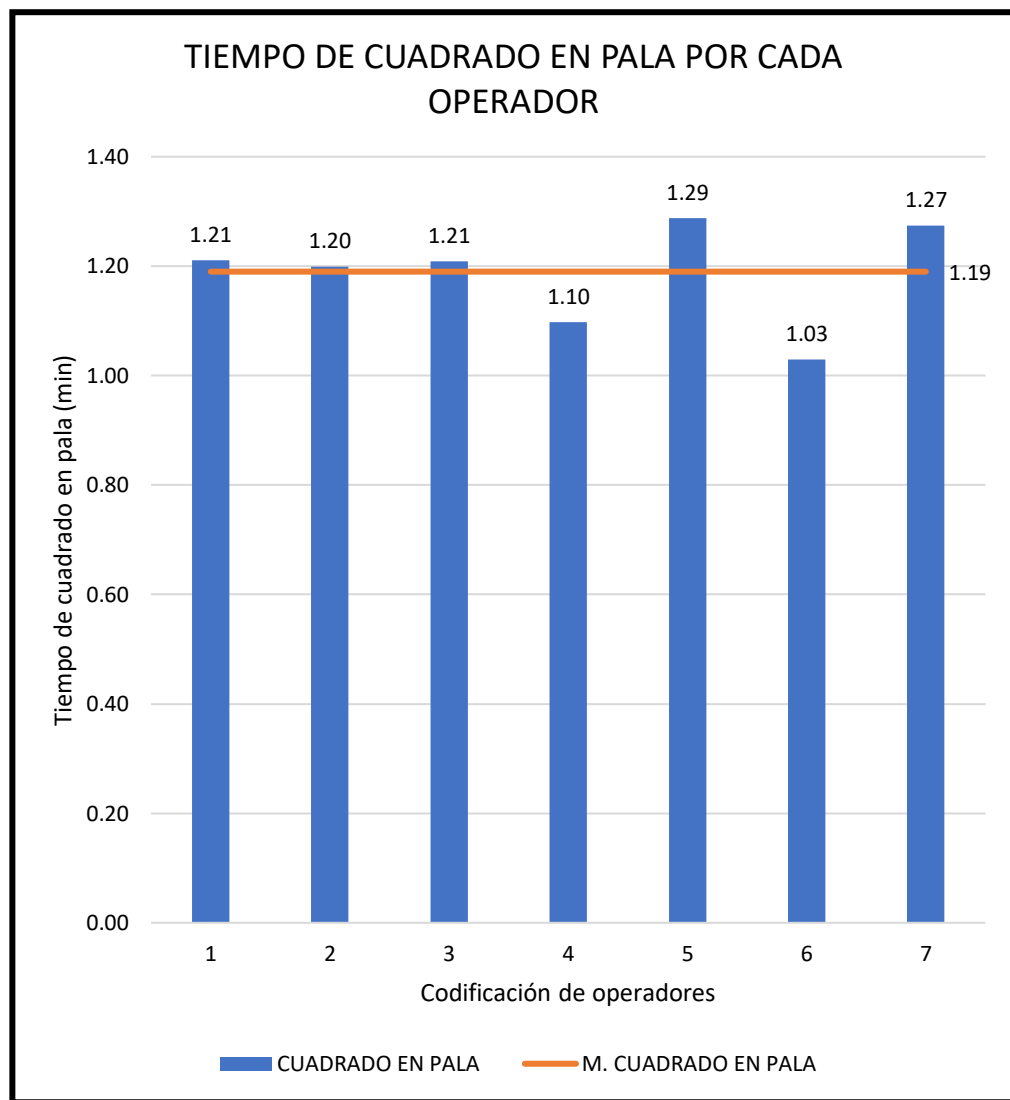
**Figura 43 — Clasificación de tiempos del ciclo de acarreo**

**Interpretación:**

En la clasificación de los tiempos unitarios del ciclo de acarreo podemos observar la gran importancia del control adecuado de los tiempos variables del ciclo de acarreo que lo conforman los tiempos de viaje vacío y tiempos de viaje lleno o cargado en donde suman el 77% del tiempo total del ciclo de acarreo, donde nos indica prácticamente que el tiempo del ciclo de acarreo es directamente proporcional al control de los tiempos variables. Esto no implica en que los tiempos fijos que suman el 23% no puedan seguir optimizándose, al contrario, toda oportunidad de mejora que se tenga en todo el proceso sumara a la disminución de los tiempos del ciclo de acarreo y por lo tanto al incremento de la productividad del ciclo de minado.



### 5.1.4. Estudio de tiempos fijos

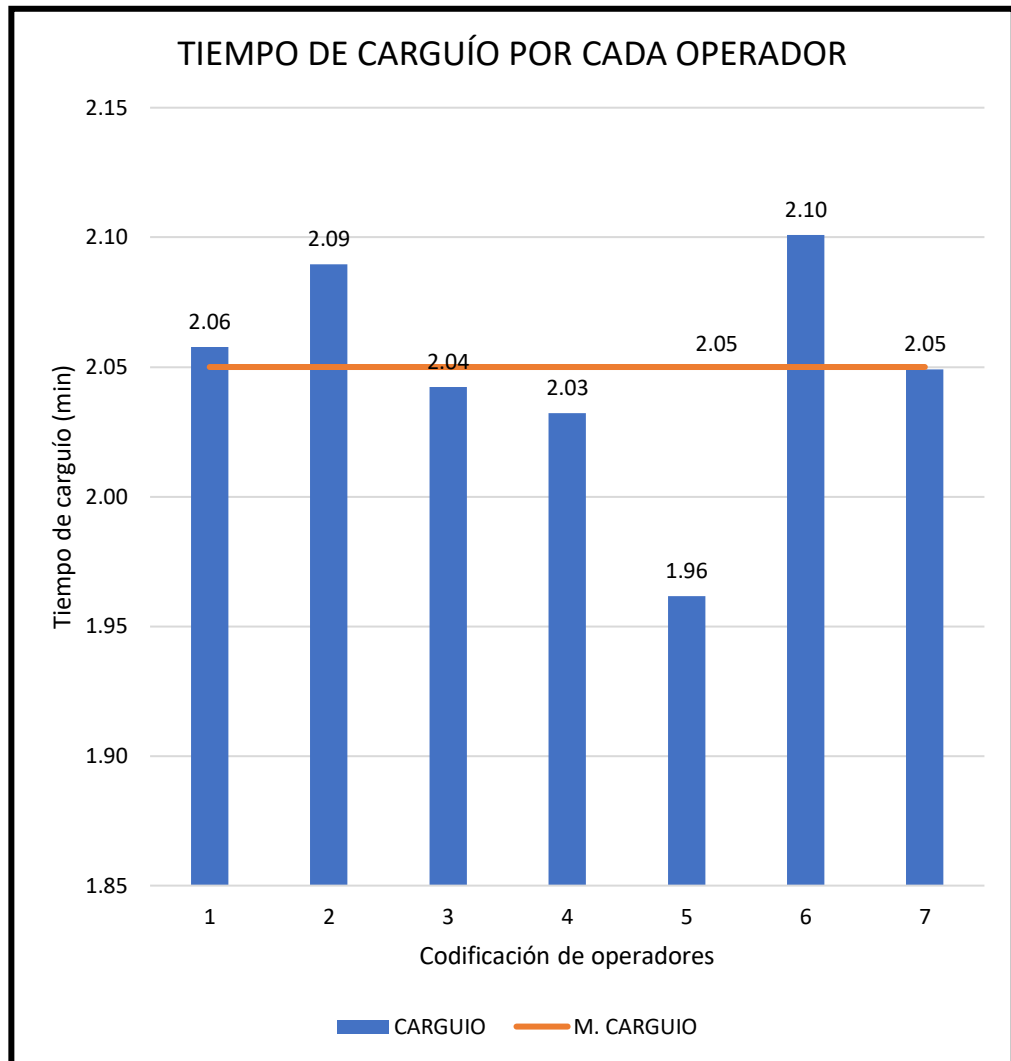


**Figura 44 — Tiempo de cuadrado en la pala**

#### **Interpretación:**

El tiempo de cuadrado en la pala para el carguío del camión es de suma importancia para la evaluación del rendimiento de producción de una pala; por lo tanto, la producción global. El 71.2% de operadores lo realiza de manera adecuada encontrándose dentro del tiempo objetivo para esta tarea; pero existiendo la oportunidad de mejora del 28.57% de operadores donde se debe tener mayor control en el desarrollo de esta tarea.



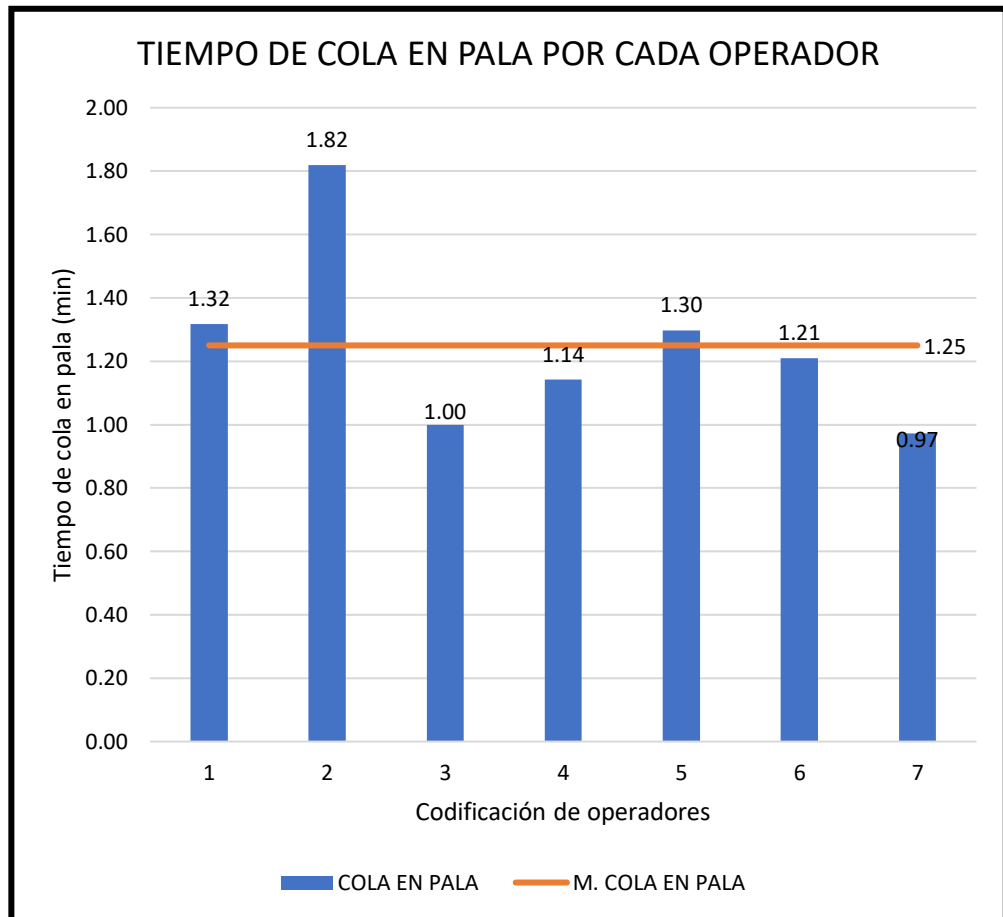


**Figura 45 — Tiempo de carguío**

**Interpretación:**

El tiempo de carguío del camión nos brinda otro contexto a evaluar lo cual corresponde al operador de la pala donde aquí se evalúa el menor tiempo de carguío de un camión, donde el 57.14% de operadores lo realizada de manera adecuada cumpliendo y estando por debajo del tiempo objetivo para la realización de esta tarea. El 42.86% de operadores se encuentra por encima del tiempo objetivo y esto no necesariamente puede ser a la pericia del operador en el carguío, sino a las condiciones del frente de minado del equipo lo cual se convierte en una oportunidad de mejora de en este aspecto para un mejor desarrollo de la tarea.





**Figura 46 — Tiempo de cola en la pala**

**Interpretación:**

El tiempo de cola o espera del equipo de acarreo para ser cargado depende principalmente del tipo de frente donde se encuentra el equipo de carguío, la falta de equipos de carguío que abastezcan la flota de acarreo y sobre todo la asignación adecuada por parte de despacho que ayude a disminuir la desviación estándar de 0.23 minutos que se tiene del 42.86% de operadores que se encuentran fuera del objetivo calculado para esta etapa de la actividad; pero como podemos verificar tenemos a los operadores 1 y 5 que realizan una desviación estándar de 0.06 minutos que serían solucionados de manera más rápida en campo. En cambio, el operador 2 que representa el 14.29% del personal necesita monitoreo para identificar las causas de una desviación estándar de 0.57 minutos con referencia al promedio de operadores que cumplen o se encuentran cerca o por debajo de los tiempos establecidos para esta tarea.

### 5.1.5. Estudio de tiempos variables

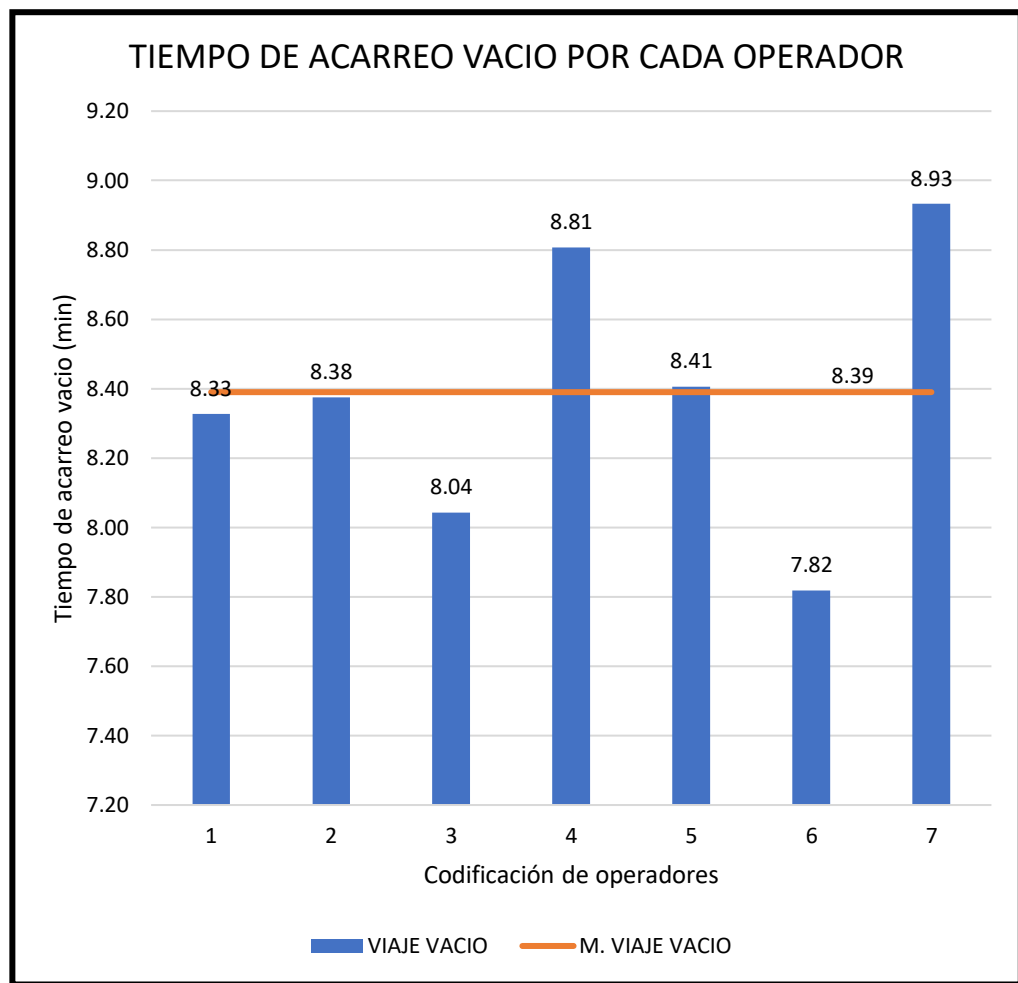
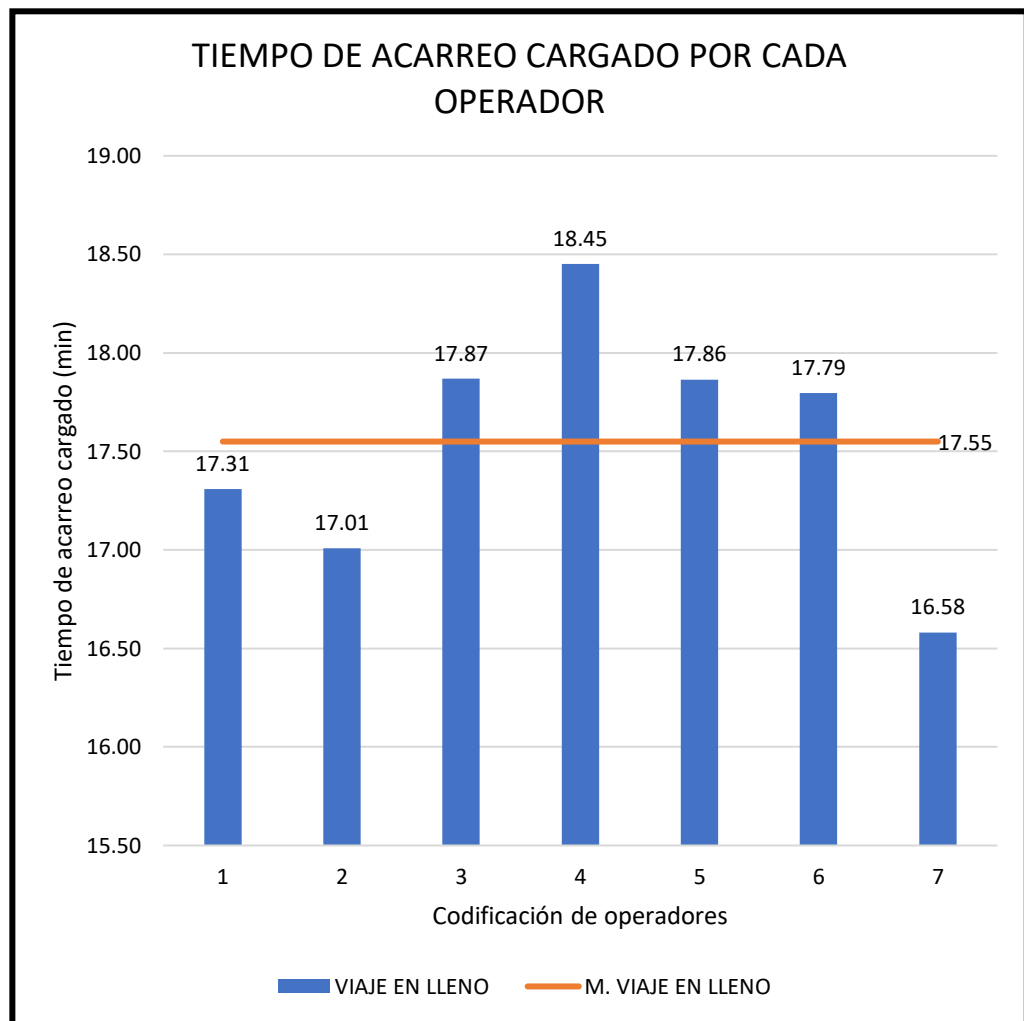


Figura 47 — Tiempo de viaje vacío

#### Interpretación:

El tiempo de viaje vacío de un equipo de acarreo es la tarea unitaria específica donde se reduce los tiempos del ciclo de acarreo, considerando que en este momento el equipo tiene la mejor disponibilidad para realizar maniobras seguras y la ligereza suficiente teniendo un mejor control y cuidando los componentes del equipo para obtener un mejor rendimiento. Y según la evaluación realizada se tiene una desviación de 0.3915 minutos, lo cual tiene una relación proporcional de disminución de la velocidad a razón de 1.10 km/h, de los cuales el 42.86% de los participantes (4,5 y7) se encuentran fuera del nivel promedio para alcanzar el rendimiento planeado del equipo.





**Figura 48 — Tiempo de viaje cargado**

**Interpretación:**

El tiempo de transporte cargado de un equipo de acarreo tiene que tener un control constante desde el punto de carguío para evitar sobre carga y durante el transporte en la vía para evitar paradas por limpieza de material derramado en la vía, así como una buena consistencia del dimensionamiento geométrico y estructural de la vía para que este pueda desarrollar la velocidad deseada y constante. Según la evaluación realizada podemos encontrar una desviación estándar 0.6267 minutos, lo cual tiene una relación proporcional de disminución de la velocidad a razón de 1.77 km/h, de los cuales el 57.14% de los participantes (3,4,5 y6) se encuentran fuera del nivel promedio para alcanzar el rendimiento planeado del equipo.



## 5.1.6. Ciclo de minado

### 5.1.6.1. Perforación

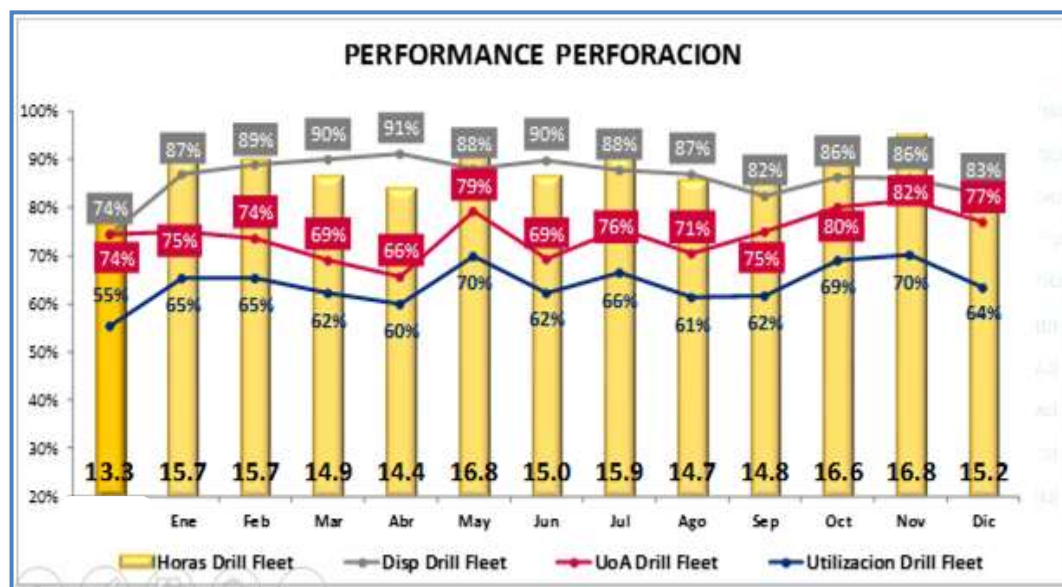


Figura 49 — Rendimiento de la flota de Perforación

Extraído de Gestión Mina Las Bambas

### 5.1.6.2. Carguío

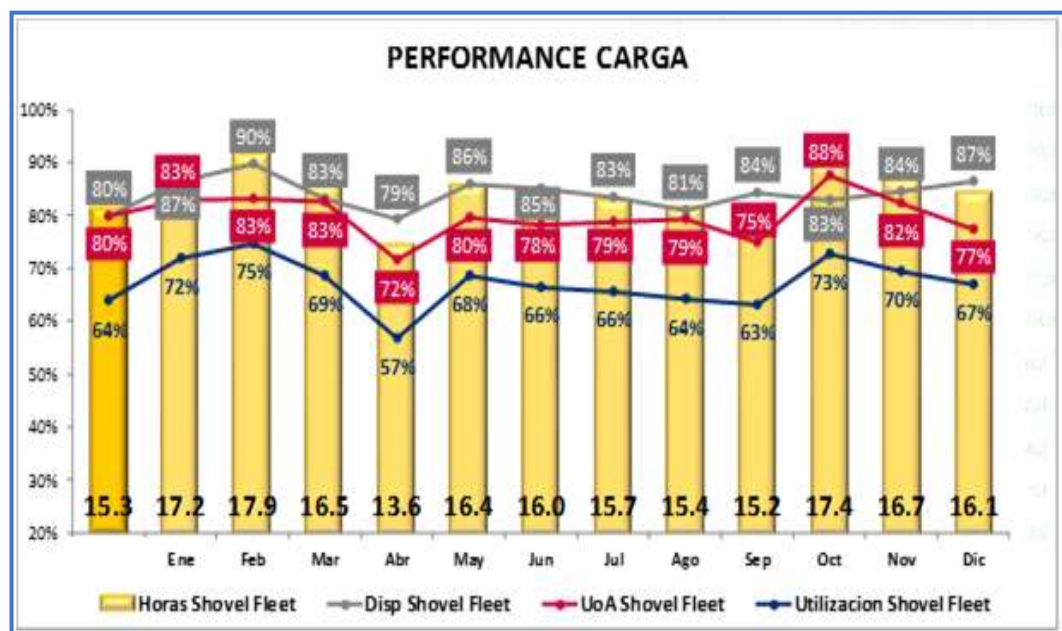


Figura 50 — Rendimiento de la flota de Carguío

Extraído de Gestión Mina Las Bambas



### 5.1.6.3. Acarreo

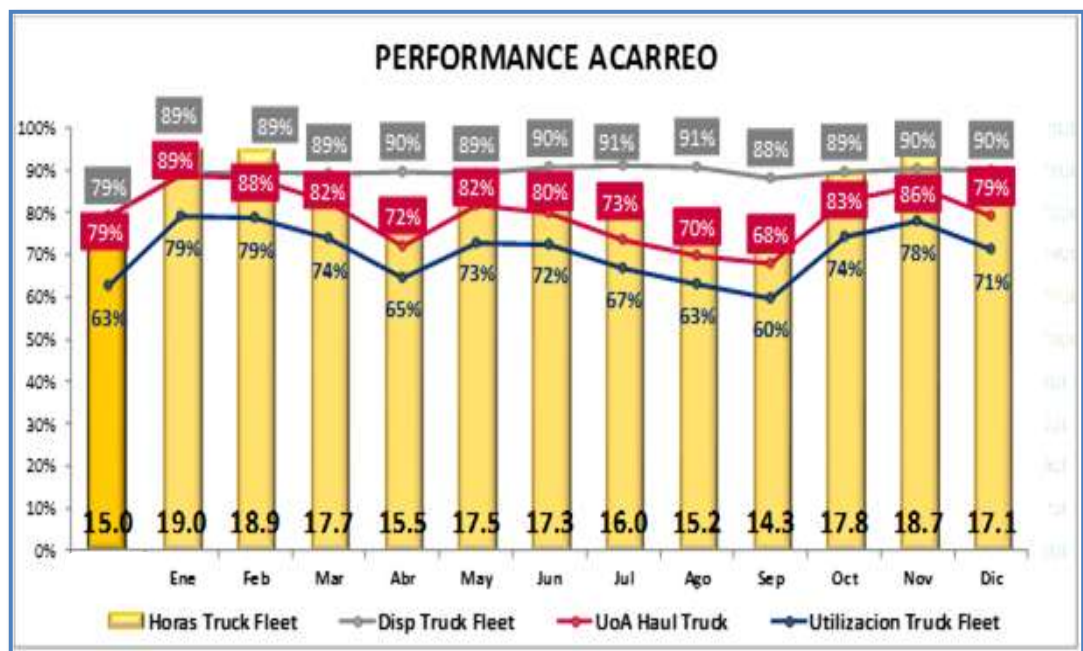


Figura 51 — Rendimiento de la flota de Acarreo

Extraído de Gestión Mina Las Bambas

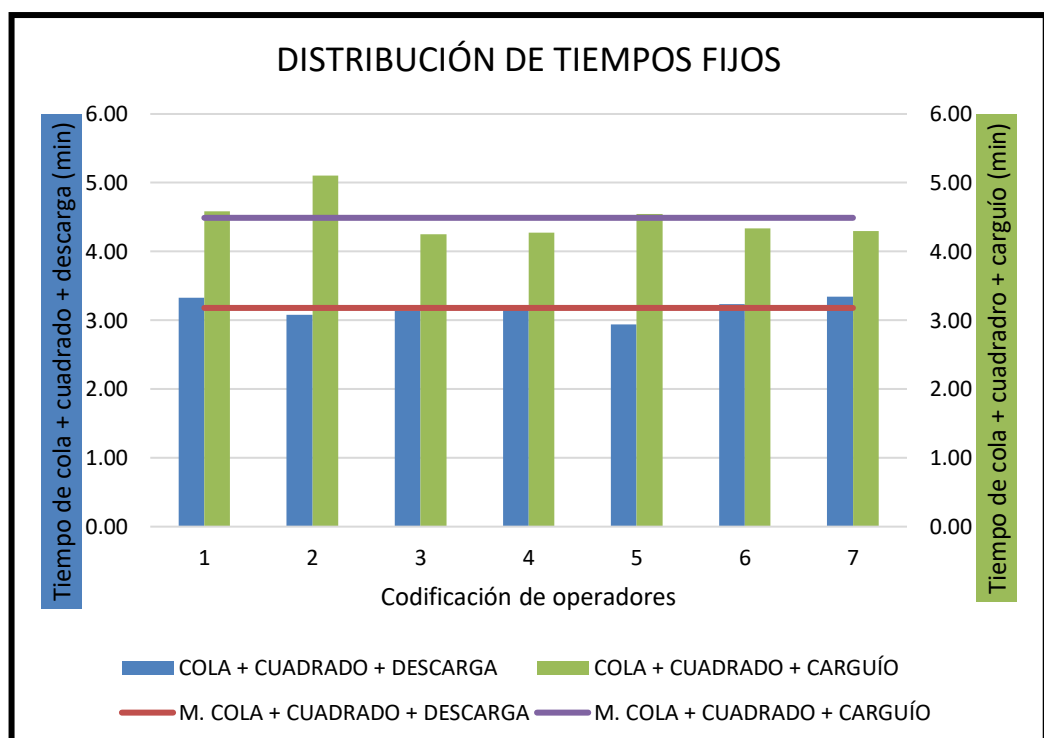
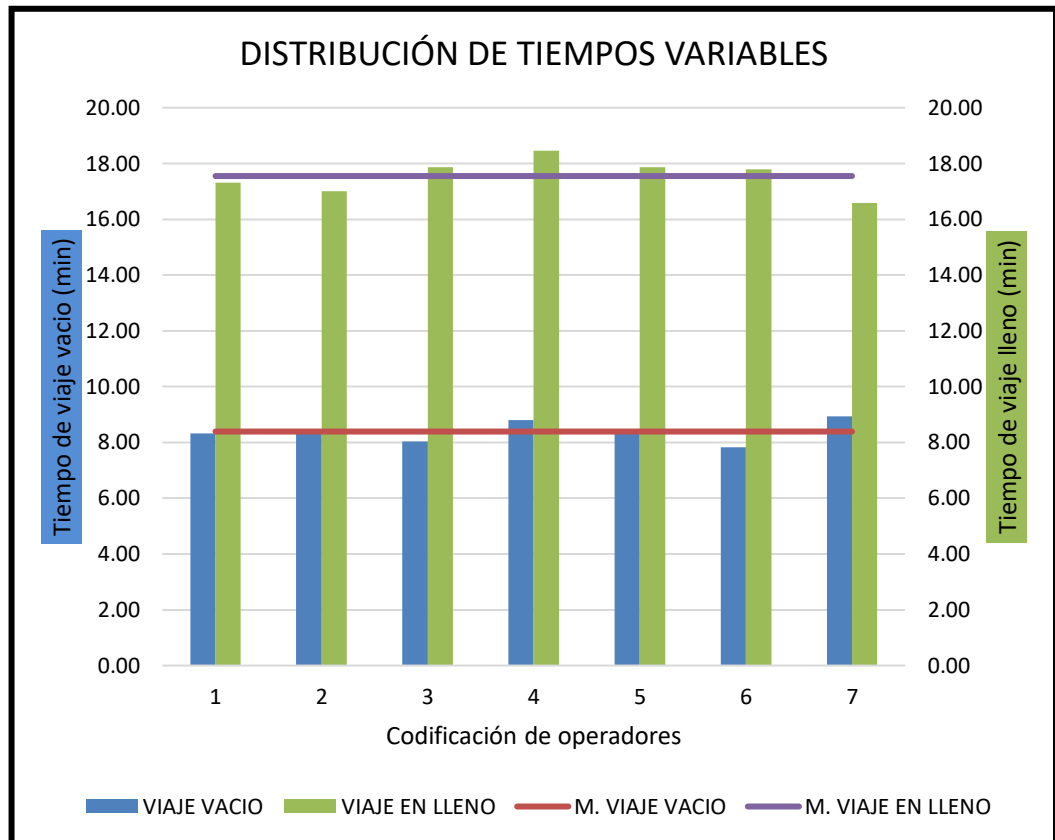


Figura 52 — Distribución de tiempos fijos



**Figura 53 — Distribución de tiempos variables**

## 5.2. Contrastación de hipótesis

A. Según el procedimiento de evaluación teórico, práctico y competencias que posee el personal en cuanto a su aptitud y actitud, está determinado como nota mínima mayor o igual al 85% para la aprobación de cada módulo; lo cual para el periodo de evaluación la totalidad de los participantes superan la nota mínima establecida en un rango mayor al 5%. Más aún para la presente evaluación los participantes son evaluados pensando en la oportunidad de continuar mejorando en la calidad de operadores que se desea tener en la operación, para lo cual se ha realizado un análisis en función al rendimiento medio o promedio de la muestra obtenida, para así buscar la nivelación de caracteres y la uniformidad de capacidades que debe tener cada operador.

- Características técnicas operacionales de los equipos de acarreo

Mediante los cuadros y resultados de evaluación de los operadores demostramos que las aptitudes y actitudes de cada participante, está siendo acorde a la necesidad de la demanda operacional a la cual están siendo participes, teniendo una buena base teórica que garantice el conocimiento adecuado de los componentes del equipo y su cuidado, así como una operación segura del camión aprovechando las mejores oportunidades para obtener el rendimiento óptimo del equipo, mostrando

constantemente una predisposición por parte de cada uno de los participantes cuando se realizan cambios con la opción de mejora de la operación.

- Indicadores clave de desempeño

Los resultados del análisis realizado a los equipos de acarreo operados por cada uno de los participantes nos demuestran el rendimiento esperado en cuanto a la operación misma del equipo, teniendo unos ciclos de acarreo adecuados y sobre todo una velocidad de transporte lleno y vacío que en este caso determina el KPI (Key Performance Indicator) del operador.

B. El diseño geométrico y estructural de las vías o caminos de acarreo son de suma importancia para la obtención de los rendimientos máximos dimensionados por parte de los proveedores de equipos pesado, en este caso para los camiones de acarreo Komatsu 930E-4SE. Lo cual permiten desarrollar una velocidad y capacidad de carga útil uniforme en el desarrollo del proceso, generando así un rendimiento deseado y seguro de producción.

- Al realizar el cálculo de las dimensiones adecuadas de los caminos de acarreo demostramos que un buen diseño de las características geométricas y estructurales de la vía, nos permite desarrollar de manera segura y eficiente el ciclo de acarreo, lo cual nos permite obtener un ciclo de minado consistente en el desarrollo dinámico de una operación minera.

C. El estudio específico de las tareas unitarias del ciclo de acarreo, nos permiten determinar con mayor eficacia las tareas en las cuales se necesita tener más atención y sobre todo buscar la oportunidad de mejora de la tarea y por lo tanto del proceso.

- Al realizar los cálculos de las tareas unitarias del ciclo de acarreo demostramos que al optimizar los tiempos fijos y variables del proceso se reduce los tiempos del ciclo de acarreo; por lo tanto, los tiempos del ciclo de minado también disminuyen, incrementando así la productividad operacional de cada equipo.

### 5.3. Discusión

- La evaluación teórica, práctica y de competencias para la determinación de la aptitud y actitudes del operador de camión minero, se encuentran por encima del nivel requerido por parte de los procedimientos de la empresa,; lo cual es mayor o igual al 85% como nota mínima, donde el personal tomado como muestra se encuentra superando las expectativas en la mayoría de las evaluaciones, donde cabe resaltar que existe personal con mejores habilidades que otros teniendo aún mayores condiciones para la operación del equipo, esto se refleja en la evaluación personal del operador con sus KPIs en donde nos indica que existe oportunidades de mejora en el resto del personal para lograr una operación más eficiente cada día.
  
- Por otra parte el diseño geométrico y estructural de la vía es una condición vital en el desempeño del rendimiento de los camiones de acarreo, en donde tener una base y sub base que garantice la transitabilidad de los camiones sin presentar deformaciones considerables y una carpeta de rodadura con diámetro promedio de 2.5”, acompañada de un diseño de peralte no mayor a 6-7% que genere sobre carga al neumático que pasa por el diámetro menor de la curva y a la vez tenga menor impacto sobre la carpeta de rodadura, esta garantizara una productividad deseada o planificada. De la misma forma tener una mejor visibilidad horizontal y vertical en la vía, esta mejora el desempeño del operador en la maniobrabilidad del equipo, donde por recomendación la distancia visual de un objetito tiene que ser mayor que la distancia de frenado del equipo, y que a la par incrementa el nivel de seguridad en la operación del equipo (DV: 394.43 m > DF: 164.27 m).
  
- Los tiempos variables como son los viajes cargados y vacíos están siendo los mayor en proporción al ciclo de acarreo del proceso, en donde se ha estado teniendo velocidades por debajo de los planificado, esto a consecuencia de la oportunidades de mejora que se a teniendo en cuando a los operadores y sobre todo en cuando a las características que presenta las vías de acarreo, donde al generar las condiciones adecuadas la vía y tener un personal con las aptitudes y actitudes necesarias se llega a obtener mejores rendimientos en los equipos por lo tanto en la producción.



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Los operadores en evaluación superaron el 85% de la nota mínima en las tres (03) categorías de evaluación realizadas (teórico, práctico y competencias) teniendo un resultado promedio de 93.86%, 95.43% y 94% respectivamente por cada categoría. De esta manera podemos concluir que los operadores se encuentran con las capacidades requeridas superando lo con más del 5% lo establecido en el reglamento interno de entrenamiento.
- Al mantener un diseño geométrico regular de 32 metros de ancho de vía para el flujo continuo de los camiones Komatsu 930E-SE, se evitará las paradas innecesarias en zonas donde no se tenga este ancho suficiente para el tránsito de los equipos en ambos sentidos. Para así tener una velocidad constante en el desarrollo de esta actividad.
- La determinación de la distancia de visibilidad en las curvas  $S=394.43$  m, la visibilidad hacia atrás de una curva  $LB=62.97$ m y la distancia de frenado  $SD=164.27$ m, son muy importantes para desarrollar una velocidad constante y segura durante la operación; ya que la distancia de visibilidad es mayor a la distancia de frenado ( $S=394.43\text{m} > SD=164.27\text{m}$ ) garantizamos una operación segura del equipo y disminuimos los tiempos variables de acarreo.
- Al generar las condiciones de diseño geométrico y estructural de la vía, mejoramos directamente el desempeño del equipo en el desarrollo de su trabajo; obteniendo así mejores velocidades de desempeño de los equipos de acarreo incrementando el tonelaje movido.

VIAJE VACIO (Min)	VIAJE CARGADO (Min)	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD VACÍO (KM/H)	VELOCIDAD CARGADO (KM/H)
8.39	17.55	3.50	25.03	11.97
6.89	15.26	3.50	30.80	13.76

- Al optimizar los tiempos variables disminuimos en 73% los tiempos de acarreo; lo cual a su vez tiene una relación directa con el incremento de la productividad. Al realizar el control de tiempos se tuvo un ciclo de acarreo de inicial de 33.6 minutos por hora, lo cual representa 1.79 viajes por hora para una distancia de 3.5km. Y al mejorar las condiciones de diseño de la operación se disminuyó los tiempos fijos de acarreo vacío a 6.89 minutos y acarreo cargado a 15.26 minutos, teniendo un ciclo de acarreo de 29.82 minutos; lo cual indica 2.01 viajes por hora.

Rendimiento Inicial: 290 (ton) x 1.79 (ciclo/hora) = 519.10 ton/hora

Rendimiento Final: 290 (ton) x 2.01 (ciclo/hora) = 582.90 ton/hora

Teniendo un incremento de productividad de 63.80 (ton/hora), 765.60 (ton/día), 22,968.00(ton/mes) y 275,616.00 (ton/año).

VIAJE VACIO	COLA EN PALA	CUADRADO EN PALA	CARGUIO	VIAJE LLENO	COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA	DESCARGANDO	CICLO TOTAL
8.39	1.25	1.19	2.05	17.55	2.20	0.98	33.60
6.89	1.25	1.19	2.05	15.26	2.20	0.98	29.82

- Es indispensable el adecuado diseño geométrico y estructural de las vías de acarreo para el desarrollo óptimo del rendimiento de los camiones de acarreo, así como también el cuidado y mantenimiento de las mismas para obtener resultados favorables en cuando del desempeño del equipo y de igual forma tener los resultados productivos planeados.
- El control constante de los tiempos variables como son las velocidades de los camiones cargados y vacíos en el ciclo de acarreo es suma importancia, ya que; de la identificación de las desviaciones ocurridas durante este proceso será el éxito del rendimiento planeado de los camiones, así como la producción de la mina, por lo que estas son las tareas unitarias donde se emplea mayor tiempo del proceso de acarreo. De la misma forma identificar aquellas pequeñas desviaciones en los tiempos fijos como son el aculatamiento, descarga en botaderos y colas o esperas en zonas de carguío y botadero suman e incrementan el ritmo de producción.



- Es determinante la influencia del operador en el rendimiento y cuidado de los camiones, porque en ellos está la diferencia de realizar tareas seguras y explotar el máximo de las capacidades que pueda desarrollar el equipo, así como cuidar cada uno de los componentes del equipo que mantenga en las condiciones adecuadas para poder obtener el mejor rendimiento del equipo y así una mayor producción a menor costo en la operación. De esta manera el proceso de entrenamiento y adecuación de cada operador por parte de los instructores y la superintendencia de gestión mina, se convierte en fundamental para lograr una buena producción y sobre todo de manera segura.

## 6.2. Recomendaciones

- El adecuado diseño geométrico, estructural y sobre todo el cuidado y mantenimiento de las vías de acarreo garantizan un mejor desempeño de los equipos de acarreo al tener una velocidad constante y planificada; así como una producción segura y óptima.
- La disponibilidad mayor a 85% de los equipos auxiliares como son motoniveladoras y tractores de ruedas son favorables en la operación, ya que de ellos depende el cuidado y mantenimiento de las vías. Y esta presencia de equipos en la vía y en los frentes de carguío coadyuva a la disminución de los tiempos fijo y variables.
- Para la operación de los camiones de acarreo y equipos de similar magnitud, la persona debe tener las aptitudes y actitudes requeridas, y en mayor proporción la segunda cualidad que es la que genera una mayor predisposición a un operador para lidiar o superar fácilmente con los continuos cambios en el desarrollo de la operación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Sitios Web

- <https://www.rubenapaza.com/2018/05/las-fases-y-el-ciclo-de-un-proyecto>
- <http://www.sonami.cl/site/wp-content/uploads/2016/04/01.-Etapas-del-Proceso-Productivo-de-una-Mina.pdf>
- <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/1788>
- <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5341>

### Referencias

- González Riquelme Héctor Antonio (2017), Selección y asignación óptima de equipos de carguío para el cumplimiento de un plan de producción en minería a cielo abierto.
- Condori Catacora Roy Fernando (2016), Optimización de la operación unitaria de transporte con la aplicación de estándares de diseño de vías.
- Checya Ttito Diego, Gestión de la operación de equipos de movimiento de tierras para mejorar el rendimiento de carguío y acarreo.
- Zoila Lilian (2011), gestión en las operaciones de transporte y acarreo para incrementar la productividad.
- Daniel (2013), Dimensionamiento de transporte.
- ISO 3450-1996.
- Roger Thompson 2011.
- Gestión de proyectos UMSA y grupo Antofagasta.
- Manual de características técnicas de Komatsu.
- Repositorio UNSAAC, UNAMBA, UNC, UNSCH.

# ANEXOS



**Anexo 01 — Proceso de identificación y reconstrucción estructural de vía**



**Figura 54 — Identificación de deformaciones de la vía**



**Figura 55 — Excavación y reemplazo del material inadecuado por material competente en la vía**



**Figura 56 — Conformación de carpeta de rodadura, peralte y drenaje para evacuación de aguas fluviales**



**Figura 57 — Compactación de la carpeta de rodadura**





**Figura 58 — Rebatido de la carpeta de rodadura para mantener una superficie adecuada de la vía**



Anexo 02 — Data de control de tiempos del ciclo de acarreo

CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DE CAMIONES KOMATSU 930E-4SE DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO									
CANT.	TRUCK_OPERADOR	V. VACIO	COLA PALA	C. PALA	CARGUIO	V. LLENO	COLA + C. DESCARGA	DESCARGANDO	CICLO TOTAL
1	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	4.70	0.00	0.72	1.25	19.70	3.23	0.97	30.57
2	PORTILLO MAMANI ADAN	4.72	0.00	1.28	1.10	20.93	0.48	1.03	29.55
3	TAFUR GARATE RENZO DAVID	4.92	0.00	0.93	1.10	20.58	1.42	0.87	29.82
4	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.28	0.00	2.52	1.68	24.63	1.77	1.03	34.92
5	HUAMANI PUMA NICACIO	12.67	3.33	0.73	1.93	21.10	3.27	0.03	43.07
6	BACA SERRANO AMERICO	13.32	1.67	1.07	1.80	20.72	0.90	1.05	40.52
7	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	5.37	0.00	1.98	1.78	21.35	1.57	0.03	32.08
8	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.57	3.37	0.32	2.07	23.10	2.38	2.05	44.85
9	PORTILLO MAMANI ADAN	8.58	2.00	1.32	1.83	22.12	1.87	1.12	38.83
10	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.15	6.18	1.32	3.35	21.05	1.93	1.02	48.00
11	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.00	0.00	2.93	2.88	23.55	0.77	1.08	34.22
12	HUAMANI PUMA NICACIO	3.55	0.00	0.72	1.37	37.32	2.45	0.98	46.38
13	BACA SERRANO AMERICO	11.45	15.73	1.37	2.45	20.72	0.80	0.90	53.42
14	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	11.98	0.00	1.07	2.83	19.52	2.03	1.05	38.48
15	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	2.85	0.00	1.02	1.68	19.42	0.77	0.95	26.68
16	PORTILLO MAMANI ADAN	14.97	0.00	0.58	1.72	20.92	1.22	1.00	40.40
17	TAFUR GARATE RENZO DAVID	12.30	0.00	1.08	1.50	21.62	1.30	1.15	38.95
18	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	1.12	0.00	0.53	3.28	18.75	0.93	1.07	25.68
19	HUAMANI PUMA NICACIO	0.35	4.58	2.78	0.80	20.82	0.88	1.05	31.27

20	BACA SERRANO AMERICO	5.13	1.98	1.42	2.33	21.72	3.77	1.07	37.42
21	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	9.93	1.38	1.30	1.28	19.93	0.92	0.92	35.67
22	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	3.00	0.00	2.47	1.02	4.45	3.10	3.10	17.13
23	PORTILLO MAMANI ADAN	9.87	4.88	1.83	2.92	28.22	1.18	1.18	50.08
24	TAFUR GARATE RENZO DAVID	10.30	2.35	1.62	1.15	21.08	0.53	0.78	37.82
25	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	4.00	0.55	1.47	1.75	23.75	1.22	0.73	33.47
26	HUAMANI PUMA NICACIO	8.10	0.62	1.40	1.32	22.73	2.37	0.98	37.52
27	BACA SERRANO AMERICO	13.28	5.38	2.05	2.22	19.20	1.27	0.08	43.48
28	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.57	0.00	1.47	2.28	22.35	1.65	1.07	37.38
29	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.00	6.03	1.27	1.62	18.58	2.38	1.02	36.90
30	PORTILLO MAMANI ADAN	3.80	1.75	0.97	1.98	20.70	4.50	0.85	34.55
31	TAFUR GARATE RENZO DAVID	3.02	0.00	1.98	2.23	21.33	3.00	1.35	32.92
32	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	14.80	0.77	0.93	1.22	20.78	0.47	1.20	40.17
33	HUAMANI PUMA NICACIO	10.98	0.88	0.80	0.90	23.12	1.67	1.78	40.13
34	BACA SERRANO AMERICO	5.58	1.62	1.68	0.97	20.13	1.27	1.10	32.35
35	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.85	0.00	0.37	0.95	21.92	2.02	0.92	35.02
36	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.55	1.35	0.87	1.07	21.28	1.37	0.90	38.38
37	PORTILLO MAMANI ADAN	14.73	2.52	1.27	0.97	19.72	3.28	1.02	43.50
38	TAFUR GARATE RENZO DAVID	4.57	1.02	2.05	1.18	21.18	0.35	1.08	31.43
39	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	14.43	0.40	0.85	1.00	22.63	1.40	0.87	41.58
40	HUAMANI PUMA NICACIO	14.33	0.00	0.27	1.18	22.85	1.45	1.10	41.18
41	BACA SERRANO AMERICO	14.60	0.00	0.83	1.02	20.32	1.62	0.97	39.35
42	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	4.67	0.00	0.28	0.92	29.17	1.52	1.82	38.37
43	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	0.77	1.18	1.75	1.50	22.48	1.85	1.03	30.57

44	PORTILLO MAMANI ADAN	4.65	0.00	0.25	1.10	21.47	0.53	0.90	28.90
45	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.25	1.68	0.88	3.13	19.35	1.88	1.23	41.42
46	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	14.27	0.15	1.20	1.07	22.63	1.00	0.95	41.27
47	HUAMANI PUMA NICACIO	9.05	1.95	0.75	1.05	20.70	0.53	1.22	35.25
48	BACA SERRANO AMERICO	1.30	0.00	0.43	1.25	20.55	0.62	1.67	25.82
49	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	10.27	3.73	1.27	1.48	20.92	1.48	1.03	40.18
50	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	14.03	0.00	0.40	0.95	23.53	0.85	0.93	40.70
51	PORTILLO MAMANI ADAN	4.78	8.58	1.83	2.57	21.53	4.50	1.27	45.07
52	TAFUR GARATE RENZO DAVID	4.18	0.45	1.20	1.15	22.18	1.58	1.03	31.78
53	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.67	0.00	0.40	1.18	20.50	1.57	1.02	28.33
54	HUAMANI PUMA NICACIO	13.58	0.77	1.28	1.02	21.68	2.90	0.85	42.08
55	BACA SERRANO AMERICO	3.37	0.00	1.12	1.03	20.28	1.60	1.08	28.48
56	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	10.88	0.23	0.77	1.05	21.82	0.70	1.20	36.65
57	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	10.00	0.00	0.38	1.13	22.92	0.72	0.43	35.58
58	PORTILLO MAMANI ADAN	4.27	3.28	1.22	2.40	23.05	0.87	0.75	35.83
59	TAFUR GARATE RENZO DAVID	10.52	4.37	0.80	0.95	23.25	0.68	1.40	41.97
60	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	13.95	1.73	0.87	1.18	20.53	0.75	1.78	40.80
61	HUAMANI PUMA NICACIO	6.58	0.00	1.23	1.23	21.63	1.05	0.97	32.70
62	BACA SERRANO AMERICO	6.87	1.02	1.20	2.13	24.70	0.98	0.98	37.88
63	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.65	0.00	0.52	1.52	20.40	1.67	1.22	39.97
64	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	0.72	0.00	1.10	1.82	21.05	0.83	0.88	26.40
65	PORTILLO MAMANI ADAN	8.62	0.00	0.80	1.13	21.55	0.87	1.13	34.10
66	TAFUR GARATE RENZO DAVID	12.00	0.28	0.75	1.03	21.83	0.35	0.97	37.22
67	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.18	4.37	0.82	1.08	21.10	0.55	1.13	32.23

68	HUAMANI PUMA NICACIO	7.65	0.00	0.32	1.35	22.27	1.02	1.00	33.60
69	BACA SERRANO AMERICO	13.72	4.40	1.85	1.25	20.13	1.47	0.90	43.72
70	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	4.75	0.00	0.90	1.22	21.62	0.42	0.85	29.75
71	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	1.93	0.32	0.92	1.15	20.77	3.35	1.15	29.58
72	PORTILLO MAMANI ADAN	12.83	0.00	0.38	0.97	24.43	1.62	1.08	41.32
73	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.77	0.00	1.22	0.45	20.65	0.65	1.27	38.00
74	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.83	0.00	0.42	0.98	19.57	3.10	1.02	28.92
75	HUAMANI PUMA NICACIO	4.05	0.00	0.47	2.52	20.30	1.45	0.88	29.67
76	BACA SERRANO AMERICO	14.85	0.60	1.35	3.53	22.22	1.20	0.87	44.62
77	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	9.82	2.47	0.72	1.05	21.58	2.33	1.25	39.22
78	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	8.42	0.00	2.20	1.33	22.13	1.77	1.22	37.07
79	PORTILLO MAMANI ADAN	14.87	0.00	0.37	1.53	21.48	4.07	0.80	43.12
80	TAFUR GARATE RENZO DAVID	3.40	3.30	0.68	1.23	22.60	0.70	1.10	33.02
81	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.95	1.42	2.03	1.33	23.12	1.32	0.98	34.15
82	HUAMANI PUMA NICACIO	3.68	0.00	0.37	0.98	19.90	0.38	1.15	26.47
83	BACA SERRANO AMERICO	3.82	0.00	0.43	1.07	23.30	0.63	0.75	30.00
84	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	3.98	1.73	1.02	0.98	20.93	3.03	1.17	32.85
85	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	14.57	1.55	0.82	1.20	20.57	0.30	1.02	40.02
86	PORTILLO MAMANI ADAN	14.05	0.00	0.25	1.07	21.40	2.23	1.05	40.05
87	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.08	0.18	1.05	0.92	20.42	3.18	1.05	40.88
88	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.50	0.00	0.43	1.20	19.50	0.30	0.97	34.90
89	HUAMANI PUMA NICACIO	11.38	2.43	1.47	1.63	21.23	1.08	1.30	40.53
90	BACA SERRANO AMERICO	12.07	3.15	1.07	1.63	18.98	2.38	1.03	40.32
91	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.30	0.00	0.65	1.23	21.27	2.78	0.83	41.07

92	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	12.35	0.00	2.55	2.00	19.47	0.97	1.08	38.42
93	PORTILLO MAMANI ADAN	13.82	1.83	1.43	1.78	20.32	1.37	1.03	41.58
94	TAFUR GARATE RENZO DAVID	11.22	1.52	1.20	2.17	19.57	5.20	1.25	42.12
95	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.10	3.00	1.15	1.78	21.80	1.00	0.68	41.52
96	HUAMANI PUMA NICACIO	3.93	2.58	1.05	1.13	22.13	2.02	0.93	33.78
97	BACA SERRANO AMERICO	10.80	2.70	1.73	1.32	20.78	2.53	1.65	41.52
98	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	13.75	0.00	0.68	2.47	18.27	1.73	1.18	38.08
99	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	8.28	0.25	1.63	0.82	21.00	1.10	0.85	33.93
100	PORTILLO MAMANI ADAN	4.88	1.57	1.58	2.98	22.77	2.37	1.50	37.65
101	TAFUR GARATE RENZO DAVID	11.30	4.20	1.97	2.13	19.85	2.47	0.95	42.87
102	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	11.90	0.05	1.22	1.22	21.12	0.60	1.07	37.17
103	HUAMANI PUMA NICACIO	5.23	0.33	2.07	0.57	21.57	1.15	1.05	31.97
104	BACA SERRANO AMERICO	13.02	2.47	1.52	2.80	2.37	0.08	0.90	23.15
105	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	12.40	0.00	0.58	2.73	21.52	1.48	1.05	39.77
106	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	9.43	0.33	1.55	2.75	22.23	1.20	1.07	38.57
107	PORTILLO MAMANI ADAN	14.05	0.00	1.48	3.63	26.33	1.03	1.05	47.58
108	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.52	0.00	0.98	2.22	23.87	4.83	1.32	47.73
109	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.03	7.10	2.07	3.38	21.72	1.83	0.88	49.02
110	HUAMANI PUMA NICACIO	1.33	0.00	1.32	2.93	28.22	1.65	1.27	36.72
111	BACA SERRANO AMERICO	2.92	0.00	0.80	2.77	25.35	2.82	1.00	35.65
112	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	1.52	0.00	0.07	2.62	1.83	3.10	0.02	9.15
113	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.47	0.00	3.25	3.42	24.50	1.05	1.02	44.70
114	PORTILLO MAMANI ADAN	12.28	0.00	0.43	2.15	25.38	2.02	0.90	43.17
115	TAFUR GARATE RENZO DAVID	11.45	0.00	8.02	3.53	24.97	1.30	1.17	50.43

116	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	0.78	0.00	1.27	2.73	24.62	1.20	1.27	31.87
117	HUAMANI PUMA NICACIO	13.62	6.65	3.65	4.47	35.07	1.53	1.22	66.20
118	BACA SERRANO AMERICO	6.73	2.28	1.05	2.33	21.83	0.47	0.90	35.60
119	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	12.97	0.00	0.07	2.20	24.63	0.23	0.87	40.97
120	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	13.27	0.00	0.47	3.63	24.10	1.35	0.82	43.63
121	PORTILLO MAMANI ADAN	5.37	0.00	1.32	2.12	26.25	1.28	1.00	37.33
122	TAFUR GARATE RENZO DAVID	12.45	0.00	1.28	2.12	24.07	1.27	1.03	42.22
123	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.95	0.00	0.40	3.32	24.28	0.67	1.07	42.68
124	HUAMANI PUMA NICACIO	5.37	0.00	1.13	2.28	25.35	0.88	0.27	35.28
125	BACA SERRANO AMERICO	7.15	4.12	2.18	3.00	26.23	0.70	0.98	44.37
126	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	10.72	0.00	1.22	2.12	26.00	0.45	0.72	41.22
127	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	0.75	1.17	1.40	2.77	25.07	0.92	1.02	33.08
128	PORTILLO MAMANI ADAN	0.77	0.00	0.58	3.40	1.45	2.97	1.15	10.32
129	TAFUR GARATE RENZO DAVID	0.87	0.00	0.37	4.15	1.30	1.05	1.30	9.03
130	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	0.77	0.00	0.38	4.07	2.13	0.20	1.28	8.83
131	HUAMANI PUMA NICACIO	0.55	0.00	0.90	3.70	4.62	1.12	1.13	12.02
132	BACA SERRANO AMERICO	13.30	0.00	0.58	2.65	23.22	1.45	1.53	42.73
133	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	12.88	0.00	0.80	3.58	24.60	1.67	1.12	44.65
134	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	4.70	3.50	1.85	2.23	25.85	0.48	1.27	39.88
135	PORTILLO MAMANI ADAN	0.88	0.00	1.72	2.88	23.43	0.93	1.38	31.23
136	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.60	0.00	0.48	4.38	43.38	0.50	0.93	55.28
137	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.27	0.00	1.45	2.48	25.45	0.45	1.22	37.32
138	HUAMANI PUMA NICACIO	0.97	0.00	0.43	2.42	26.13	1.70	1.13	32.78
139	BACA SERRANO AMERICO	6.07	0.00	0.98	2.77	25.57	1.75	1.07	38.20



140	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.68	0.00	0.67	3.23	25.22	2.02	1.05	38.87
141	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	14.93	0.00	0.82	3.53	25.10	2.43	1.07	47.88
142	PORTILLO MAMANI ADAN	5.45	0.00	0.95	2.53	23.52	2.33	1.22	36.00
143	TAFUR GARATE RENZO DAVID	4.93	0.00	1.45	2.10	22.95	0.28	0.97	32.68
144	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.10	0.00	1.05	2.57	23.57	1.22	1.12	35.62
145	HUAMANI PUMA NICACIO	10.77	0.00	1.78	2.88	24.97	1.38	1.10	42.88
146	BACA SERRANO AMERICO	7.02	1.22	1.55	2.25	27.58	0.70	1.03	41.35
147	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	13.90	3.50	1.92	3.47	22.98	1.82	0.93	48.52
148	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	9.65	2.90	1.03	2.12	31.98	0.42	0.93	49.03
149	PORTILLO MAMANI ADAN	0.82	0.00	0.92	2.70	25.32	1.97	1.10	32.82
150	TAFUR GARATE RENZO DAVID	9.63	0.00	0.57	2.68	24.05	1.45	1.22	39.60
151	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	11.07	0.00	1.10	2.87	27.80	2.25	1.05	46.13
152	HUAMANI PUMA NICACIO	1.97	2.38	1.45	2.77	22.12	3.48	1.02	35.18
153	BACA SERRANO AMERICO	1.88	0.00	0.40	2.73	3.13	0.52	1.03	9.70
154	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	3.52	0.00	0.88	2.73	22.18	1.47	1.00	31.78
155	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.72	0.00	0.88	2.77	22.77	11.00	0.97	50.10
156	PORTILLO MAMANI ADAN	0.10	0.00	1.18	2.67	23.68	1.35	0.90	29.88
157	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.22	0.00	1.43	1.53	20.17	0.57	1.20	39.12
158	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	4.30	1.65	0.93	1.37	19.80	0.33	0.80	29.18
159	HUAMANI PUMA NICACIO	14.70	0.00	0.45	1.07	27.17	0.17	0.12	43.67
160	BACA SERRANO AMERICO	1.78	0.00	0.55	1.25	26.45	0.23	0.10	30.37
161	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	13.78	1.42	1.05	1.23	27.48	9.02	0.48	54.47
162.	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	13.28	0.25	0.93	1.25	0.90	3.28	0.08	19.98
163	PORTILLO MAMANI ADAN	6.45	6.62	1.13	1.68	19.57	0.23	0.88	36.57

164	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.10	1.03	1.62	1.05	7.37	1.27	0.77	21.20
165	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.98	2.98	1.58	1.23	21.87	0.60	0.78	36.03
166	HUAMANI PUMA NICACIO	7.43	5.48	1.43	1.17	23.88	1.75	0.90	42.05
167	BACA SERRANO AMERICO	6.65	0.00	1.38	1.38	8.08	1.38	0.98	19.87
168	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.45	0.28	0.97	1.12	26.75	1.33	1.37	40.27
169	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	5.65	15.10	0.98	1.52	23.82	0.78	1.00	48.85
170	PORTILLO MAMANI ADAN	4.32	0.00	0.97	1.23	14.10	0.33	0.47	21.42
171	TAFUR GARATE RENZO DAVID	11.68	0.00	0.42	1.50	11.17	0.08	0.78	25.63
172.	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	13.72	3.73	0.32	1.25	23.92	1.03	0.77	44.73
173	HUAMANI PUMA NICACIO	8.93	0.00	0.55	1.25	7.88	0.02	0.92	19.55
174	BACA SERRANO AMERICO	7.47	2.85	0.77	1.23	26.83	0.15	0.90	40.20
175	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	9.58	3.55	2.00	1.22	24.43	2.90	1.08	44.77
176	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	14.28	4.67	1.13	2.07	23.78	1.28	1.07	48.28
177	PORTILLO MAMANI ADAN	11.67	0.05	1.28	1.03	26.28	1.40	0.98	42.70
178	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.42	1.40	1.15	1.33	22.47	1.97	0.90	43.63
179	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.47	0.03	1.88	1.17	29.82	1.23	1.05	41.65
180	HUAMANI PUMA NICACIO	5.85	8.98	0.85	1.62	26.95	3.80	0.88	48.93
181	BACA SERRANO AMERICO	13.62	2.22	0.95	1.85	21.18	2.93	0.72	43.47
182	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.78	0.00	0.83	1.10	23.88	2.57	0.73	36.90
183	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.65	4.78	1.87	1.18	18.97	3.18	1.00	37.63
184	PORTILLO MAMANI ADAN	7.75	0.00	0.82	1.43	18.30	3.07	1.08	32.45
185	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.48	5.40	0.82	0.90	22.92	0.63	0.97	37.12
186	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	8.80	0.70	0.95	1.57	25.87	0.98	0.83	39.70
187	HUAMANI PUMA NICACIO	6.90	0.00	1.10	1.32	22.90	2.55	0.98	35.75

188	BACA SERRANO AMERICO	6.82	3.98	0.85	1.42	28.93	0.52	0.75	43.27
189	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	9.23	0.00	0.37	1.13	22.43	2.22	0.95	36.33
190	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	5.48	0.00	0.43	1.08	22.10	1.35	1.15	31.60
191	PORTILLO MAMANI ADAN	14.52	0.05	1.33	0.97	20.03	1.28	1.18	39.37
192	TAFUR GARATE RENZO DAVID	9.92	1.25	1.58	1.63	20.70	2.28	0.93	38.30
193	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.02	0.00	0.35	1.10	19.18	1.38	1.08	30.12
194	HUAMANI PUMA NICACIO	6.70	0.00	1.12	1.20	18.82	1.02	1.00	29.85
195	BACA SERRANO AMERICO	13.23	2.15	0.98	1.18	21.90	1.80	0.87	42.12
196	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.67	9.48	2.27	1.65	21.03	0.72	0.98	43.80
197	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.85	0.00	0.73	1.08	25.73	0.98	1.00	36.38
198	PORTILLO MAMANI ADAN	3.23	0.00	0.37	1.20	18.93	0.87	0.90	25.50
199	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.53	0.00	1.47	1.35	23.02	1.23	0.97	34.57
200	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.68	0.00	1.88	1.23	18.45	1.28	1.07	30.60
201	HUAMANI PUMA NICACIO	3.28	0.00	0.77	0.98	18.32	0.37	1.03	24.75
202	BACA SERRANO AMERICO	5.10	4.22	1.62	1.03	22.32	0.35	1.17	35.80
203	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.67	3.73	0.93	1.07	7.35	0.02	1.00	21.77
204	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.48	2.78	1.17	1.13	24.95	1.97	0.82	40.30
205	PORTILLO MAMANI ADAN	3.22	0.00	0.30	0.90	15.93	0.98	1.05	22.38
206	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.68	0.32	2.72	1.63	23.70	1.93	0.97	37.95
207	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	13.48	1.38	0.90	1.45	23.05	1.48	0.93	42.68
208	HUAMANI PUMA NICACIO	12.72	1.10	1.27	1.30	7.75	0.08	1.02	25.23
209	BACA SERRANO AMERICO	14.63	4.77	0.82	1.62	8.92	10.25	0.72	41.72
210	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	5.93	0.13	1.40	1.25	22.03	3.70	1.00	35.45
211	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	8.65	3.30	1.97	1.67	21.22	2.55	0.93	40.28

212	PORTILLO MAMANI ADAN	0.15	0.00	0.83	1.15	23.03	1.22	0.80	27.18
213	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.95	2.18	1.02	1.33	25.55	5.30	1.43	42.77
214	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.10	0.00	0.45	0.85	23.30	1.23	0.85	32.78
215	HUAMANI PUMA NICACIO	5.50	0.00	0.33	1.53	19.32	1.27	0.87	28.82
216	BACA SERRANO AMERICO	7.68	0.00	0.88	1.90	6.72	0.03	0.65	17.87
217	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	1.60	0.00	0.90	2.55	23.48	7.28	1.02	36.83
218	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	10.70	0.00	0.33	2.58	27.75	2.38	0.87	44.62
219	PORTILLO MAMANI ADAN	5.80	0.00	1.63	3.07	29.85	2.28	1.03	43.67
220	TAFUR GARATE RENZO DAVID	12.98	0.00	0.53	2.58	22.08	0.70	1.25	40.13
221	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.50	0.00	0.72	2.55	27.67	0.42	0.88	38.73
222	HUAMANI PUMA NICACIO	11.83	0.00	0.85	3.28	25.12	0.73	0.87	42.68
223	BACA SERRANO AMERICO	13.58	0.00	2.58	1.25	15.32	0.30	0.90	33.93
224	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	13.32	1.58	0.98	1.07	16.33	0.72	0.85	34.85
225	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.60	0.00	0.97	1.70	16.28	0.50	1.25	32.30
226	PORTILLO MAMANI ADAN	6.47	0.00	1.42	1.83	23.18	0.37	0.83	34.10
227	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.72	2.43	1.02	1.02	16.23	0.45	1.17	37.03
228	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	14.52	0.00	0.47	1.45	17.47	0.50	1.07	35.47
229	HUAMANI PUMA NICACIO	11.92	1.17	2.70	0.98	15.78	0.78	0.93	34.27
230	BACA SERRANO AMERICO	12.18	0.00	1.10	1.62	15.87	0.48	0.82	32.07
231	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.08	4.12	5.43	1.00	16.52	0.32	0.93	42.40
232	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	13.58	0.00	1.62	1.47	17.02	0.65	1.07	35.40
233	PORTILLO MAMANI ADAN	10.85	0.00	0.68	1.67	19.52	2.60	0.80	36.12
234	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.93	1.93	1.35	1.48	19.27	1.07	0.90	39.93
235	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.03	0.00	0.68	1.28	22.37	4.30	0.97	35.63

236	HUAMANI PUMA NICACIO	10.60	0.85	0.73	1.62	20.05	1.53	0.98	36.37
237	BACA SERRANO AMERICO	13.43	0.00	1.17	1.23	18.37	1.02	0.97	36.18
238	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	9.35	5.27	1.70	1.18	26.95	0.55	1.32	46.32
239	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.93	0.00	1.20	1.63	27.88	1.55	1.17	40.37
240	PORTILLO MAMANI ADAN	11.73	4.40	1.65	1.18	20.73	2.42	0.93	43.05
241	TAFUR GARATE RENZO DAVID	3.85	0.00	0.90	1.52	22.32	2.82	1.22	32.62
242	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	9.87	0.00	0.87	1.23	20.17	0.37	0.85	33.35
243	HUAMANI PUMA NICACIO	9.20	0.00	1.07	1.18	20.32	1.43	0.93	34.13
244	BACA SERRANO AMERICO	4.08	0.00	1.15	1.97	19.25	1.15	0.85	28.45
245	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.02	0.00	0.52	2.20	19.30	1.57	1.20	38.80
246	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.67	0.00	0.92	1.95	19.33	0.27	0.78	34.92
247	PORTILLO MAMANI ADAN	12.37	0.00	0.92	1.62	19.72	2.58	0.93	38.13
248	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.88	0.42	1.45	1.22	19.72	2.05	0.98	39.72
249	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.20	3.23	0.08	0.10	19.63	1.58	0.90	37.73
250	HUAMANI PUMA NICACIO	14.13	0.00	0.67	1.43	21.87	2.17	0.98	41.25
251	BACA SERRANO AMERICO	13.00	0.00	0.68	1.80	21.77	0.67	1.35	39.27
252	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	13.63	0.53	0.90	1.95	19.10	1.80	1.08	39.00
253	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	4.72	0.92	1.53	1.28	21.97	0.72	1.02	32.15
254	PORTILLO MAMANI ADAN	9.07	0.00	0.62	2.43	27.98	3.50	0.97	44.57
255	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.33	0.00	0.38	2.92	22.40	0.93	0.95	35.92
256	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	14.63	0.00	0.52	2.38	17.88	1.68	1.05	38.15
257	HUAMANI PUMA NICACIO	13.18	0.00	1.08	2.42	27.45	3.67	0.93	48.73
258	BACA SERRANO AMERICO	9.95	1.20	1.70	2.12	19.95	4.07	0.88	39.87
259	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.30	6.88	3.28	2.42	24.55	2.52	1.03	48.98

260	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	14.67	0.00	0.35	2.75	23.58	0.97	1.07	43.38
261	PORTILLO MAMANI ADAN	13.92	2.33	1.00	2.55	24.80	1.40	0.73	46.73
262	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.68	0.00	0.45	2.88	22.90	1.72	1.30	43.93
263	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	13.53	0.00	1.03	3.77	12.50	8.13	0.98	39.95
264	HUAMANI PUMA NICACIO	10.92	0.00	0.65	3.18	13.58	1.43	0.82	30.58
265	BACA SERRANO AMERICO	8.95	0.17	1.77	3.13	25.73	2.38	0.72	42.85
266	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	4.18	0.00	0.67	4.10	9.12	9.33	0.83	28.23
267	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	4.03	1.28	1.60	3.72	9.73	0.40	0.83	21.60
268	PORTILLO MAMANI ADAN	8.00	4.92	1.75	3.62	10.15	7.90	0.87	37.20
269	TAFUR GARATE RENZO DAVID	0.02	0.00	0.27	4.28	9.73	1.43	0.75	16.48
270	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.27	0.00	0.67	2.93	10.33	1.37	0.78	23.35
271	HUAMANI PUMA NICACIO	7.97	1.97	5.22	2.70	10.37	0.17	0.80	29.18
272	BACA SERRANO AMERICO	6.97	1.35	1.47	2.87	9.13	3.03	0.18	25.00
273	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.28	0.00	0.70	3.88	9.38	0.92	0.92	23.08
274	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.63	7.90	1.97	2.95	9.75	0.70	0.80	30.70
275	PORTILLO MAMANI ADAN	8.03	0.00	0.55	2.82	10.12	2.68	0.82	25.02
276	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.22	0.00	0.53	3.55	10.30	4.27	0.82	27.68
277	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.92	0.00	0.53	3.27	11.32	3.10	0.92	27.05
278	HUAMANI PUMA NICACIO	7.80	0.22	1.80	3.10	9.13	7.43	0.95	30.43
279	BACA SERRANO AMERICO	5.10	2.78	1.63	2.90	7.85	2.18	0.82	23.27
280	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	10.13	0.00	0.60	4.05	11.12	2.27	0.88	29.05
281	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	9.13	0.00	1.52	3.62	9.17	0.90	0.83	25.17
282	PORTILLO MAMANI ADAN	7.62	0.00	2.70	3.77	8.18	0.62	0.50	23.38
283	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.35	0.62	1.82	4.37	15.32	4.17	1.00	33.63



284	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	8.07	0.00	1.48	4.12	11.73	7.87	0.83	34.10
285	HUAMANI PUMA NICACIO	8.50	2.80	1.52	3.28	11.82	0.95	0.83	29.70
286	BACA SERRANO AMERICO	7.02	1.33	2.12	3.63	10.13	4.60	0.77	29.60
287	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.00	0.00	1.10	3.32	8.88	4.97	0.80	26.07
288	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.13	2.02	1.48	3.25	9.18	4.55	0.83	27.45
289	PORTILLO MAMANI ADAN	7.85	0.00	0.43	3.50	12.85	5.23	0.82	30.68
290	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.72	0.83	1.57	3.18	9.33	0.78	0.80	22.22
291	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.90	0.00	0.75	3.30	14.27	3.78	1.07	31.07
292	HUAMANI PUMA NICACIO	8.57	0.00	0.68	2.73	12.52	4.97	1.22	30.68
293	BACA SERRANO AMERICO	7.35	0.00	0.83	3.17	9.82	1.03	0.80	23.00
294	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.27	0.00	1.12	2.83	10.72	3.42	0.82	26.17
295	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.45	0.00	0.73	2.88	11.12	4.10	0.82	27.10
296	PORTILLO MAMANI ADAN	8.57	1.90	1.42	3.45	9.62	0.65	0.80	26.40
297	TAFUR GARATE RENZO DAVID	9.13	0.00	0.85	4.22	10.37	2.58	0.98	28.13
298	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.75	0.00	0.72	3.33	11.47	1.15	0.82	25.23
299	HUAMANI PUMA NICACIO	8.87	0.00	1.50	3.17	16.57	4.07	0.87	35.03
300	BACA SERRANO AMERICO	8.28	0.00	0.90	2.88	13.37	1.13	0.80	27.37
301	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.33	0.45	1.78	2.50	9.77	1.03	0.73	22.60
302	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	5.48	0.58	1.50	3.72	9.63	0.53	0.78	22.23
303	PORTILLO MAMANI ADAN	9.82	2.05	1.55	3.12	16.35	2.85	0.87	36.60
304	TAFUR GARATE RENZO DAVID	7.97	0.00	0.70	3.62	9.82	2.68	0.83	25.62
305	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.82	1.85	3.45	3.28	11.22	2.50	0.93	31.05
306	HUAMANI PUMA NICACIO	7.42	0.00	2.12	3.30	10.38	0.33	0.95	24.50
307	BACA SERRANO AMERICO	6.97	0.00	0.15	2.72	8.40	2.52	1.20	21.95

308	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.03	0.00	0.85	2.15	10.47	0.40	0.88	20.78
309	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	12.95	0.00	0.72	2.08	8.93	7.15	0.88	32.72
310	PORTILLO MAMANI ADAN	5.97	0.00	1.10	2.22	8.75	6.45	0.77	25.25
311	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.43	2.82	1.38	2.17	8.35	7.58	0.85	28.58
312	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.18	0.00	0.80	2.20	10.15	4.25	0.92	25.50
313	HUAMANI PUMA NICACIO	7.17	0.00	1.22	2.18	9.62	0.77	0.88	21.83
314	BACA SERRANO AMERICO	7.42	0.00	0.60	2.20	9.13	1.42	0.85	21.62
315	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.43	0.00	0.60	2.10	9.30	1.48	0.87	20.78
316	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.02	0.00	0.73	2.18	10.53	2.75	0.83	23.05
317	PORTILLO MAMANI ADAN	7.58	0.00	0.55	2.23	9.07	1.33	0.83	21.60
318	TAFUR GARATE RENZO DAVID	10.30	0.00	0.90	2.37	11.47	7.97	0.90	33.90
319	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.95	0.00	1.30	2.72	10.25	7.45	0.90	30.57
320	HUAMANI PUMA NICACIO	6.62	0.75	2.50	1.47	10.48	3.77	0.82	26.40
321	BACA SERRANO AMERICO	12.55	0.00	1.47	2.55	9.62	0.42	0.85	27.45
322	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.12	0.00	0.42	2.38	8.97	1.32	0.78	27.98
323	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.00	0.00	0.43	2.22	9.10	0.23	0.80	18.78
324	PORTILLO MAMANI ADAN	5.73	0.00	0.75	3.03	10.17	1.10	0.83	21.62
325	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.92	1.72	1.37	2.08	9.50	1.90	0.83	24.32
326	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.17	5.33	2.62	2.13	9.07	3.83	0.82	29.97
327	HUAMANI PUMA NICACIO	5.27	0.00	0.67	2.13	9.12	1.30	0.87	19.35
328	BACA SERRANO AMERICO	5.50	5.50	1.68	2.18	10.42	2.25	0.83	28.37
329	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.07	0.00	1.78	1.78	8.27	0.12	1.00	19.02
330	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	9.08	0.00	1.28	3.28	9.10	3.07	0.83	26.65
331	PORTILLO MAMANI ADAN	6.98	0.00	0.93	2.25	9.10	3.77	0.88	23.92

332	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.08	0.00	0.77	1.82	9.05	2.32	0.78	20.82
333	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.72	10.95	1.30	3.68	15.45	0.43	0.88	40.42
334	HUAMANI PUMA NICACIO	8.00	0.00	1.93	2.27	10.53	1.23	0.87	24.83
335	BACA SERRANO AMERICO	8.02	0.88	3.27	2.48	11.25	0.47	0.78	27.15
336	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.60	0.00	0.65	2.57	9.38	0.42	0.72	21.33
337	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	9.48	0.00	0.93	2.00	12.17	0.70	0.75	26.03
338	PORTILLO MAMANI ADAN	7.07	0.00	0.42	2.43	9.53	1.13	0.78	21.37
339	TAFUR GARATE RENZO DAVID	9.85	0.78	0.95	1.10	27.72	0.50	11.97	52.87
340	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	3.57	0.00	0.75	2.08	27.98	0.47	0.93	35.78
341	HUAMANI PUMA NICACIO	12.17	8.17	1.90	1.65	29.58	0.45	0.98	54.90
342	BACA SERRANO AMERICO	4.62	8.33	0.92	2.47	6.35	0.03	1.02	23.73
343	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	4.92	1.23	0.43	1.87	5.57	6.23	0.92	21.17
344	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	3.48	0.58	1.70	1.80	5.57	2.28	0.83	16.25
345	PORTILLO MAMANI ADAN	1.05	0.00	0.77	1.92	29.87	0.45	1.10	35.15
346	TAFUR GARATE RENZO DAVID	4.93	0.00	0.43	1.07	10.52	0.10	0.85	17.90
347	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.08	1.37	1.27	1.15	5.22	2.48	0.87	18.43
348	HUAMANI PUMA NICACIO	14.30	3.78	0.85	1.23	5.27	1.28	0.82	27.53
349	BACA SERRANO AMERICO	5.68	2.45	1.15	1.55	5.62	0.78	0.82	18.05
350	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	4.83	0.00	0.18	1.40	28.62	0.67	0.73	36.43
351	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.15	0.00	1.42	2.80	29.20	0.42	0.90	40.88
352	PORTILLO MAMANI ADAN	10.07	0.00	0.90	0.53	5.70	0.78	0.88	18.87
353	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.27	0.00	1.25	1.25	5.05	2.45	0.87	25.13
354	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	4.20	2.03	2.20	1.02	6.83	0.55	1.03	17.87
355	HUAMANI PUMA NICACIO	14.77	2.20	2.08	1.07	30.22	0.37	0.80	51.50

356	BACA SERRANO AMERICO	7.95	0.00	0.53	2.58	33.88	1.18	1.10	47.23
357	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.90	0.00	0.60	2.78	8.42	2.32	0.83	29.85
358	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	8.93	1.05	3.07	0.53	9.08	1.10	0.85	24.62
359	PORTILLO MAMANI ADAN	6.83	0.00	0.60	2.37	36.38	0.83	0.30	47.32
360	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.07	3.22	1.17	2.67	7.88	0.98	0.90	21.88
361	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	5.42	0.00	1.77	3.00	31.57	0.63	1.02	43.40
362	HUAMANI PUMA NICACIO	13.13	0.00	0.48	2.65	8.65	3.07	0.83	28.82
363	BACA SERRANO AMERICO	6.72	0.00	0.43	2.80	10.33	2.80	0.87	23.95
364	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.02	5.23	1.38	2.72	8.85	3.50	0.83	29.53
365	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.42	0.00	2.33	2.10	8.97	6.15	0.85	27.82
366	PORTILLO MAMANI ADAN	5.83	0.00	0.30	2.72	14.38	2.85	0.93	27.02
367	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.83	0.00	1.03	3.13	9.62	1.33	0.92	29.87
368	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	5.98	1.48	2.08	2.17	9.55	2.73	0.83	24.83
369	HUAMANI PUMA NICACIO	11.08	0.03	1.47	2.22	8.97	2.47	0.75	26.98
370	BACA SERRANO AMERICO	6.08	0.00	0.80	2.67	8.40	4.60	0.78	23.33
371	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.62	0.00	1.10	2.40	30.03	0.87	0.98	44.00
372	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.47	0.00	1.18	2.67	9.43	1.33	0.87	21.95
373	PORTILLO MAMANI ADAN	8.95	0.38	1.25	2.62	8.65	4.45	0.90	27.20
374	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.33	0.00	1.18	0.67	11.50	13.13	0.87	35.68
375	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.12	1.37	3.93	1.45	9.68	2.68	0.83	27.07
376	HUAMANI PUMA NICACIO	7.77	0.00	1.28	1.22	11.25	4.72	0.90	27.13
377	BACA SERRANO AMERICO	6.63	0.00	1.12	1.17	10.58	6.28	0.87	26.65
378	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.02	0.00	0.78	1.07	9.73	2.45	0.92	21.97
379	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.28	2.43	1.08	1.33	11.77	7.55	0.95	32.40

380	PORTILLO MAMANI ADAN	7.23	0.00	1.08	1.62	11.43	3.93	0.82	26.12
381	TAFUR GARATE RENZO DAVID	14.50	0.00	0.47	1.23	10.87	2.40	0.90	30.37
382	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	10.25	0.00	0.60	1.45	17.52	0.50	0.88	31.20
383	HUAMANI PUMA NICACIO	6.23	1.92	1.87	1.27	10.03	1.62	0.95	23.88
384	BACA SERRANO AMERICO	6.33	0.00	0.37	1.65	28.90	1.45	1.22	39.92
385	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.93	0.00	1.35	1.08	17.00	4.52	0.80	32.68
386	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.07	0.00	1.25	2.43	10.13	1.90	0.92	23.70
387	PORTILLO MAMANI ADAN	8.42	0.00	0.48	1.47	14.30	2.33	1.17	28.17
388	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.73	0.00	1.58	0.97	9.17	1.23	0.80	27.48
389	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	9.12	0.47	0.75	1.35	12.90	4.95	0.88	30.42
390	HUAMANI PUMA NICACIO	12.32	6.35	2.58	2.25	30.77	0.82	1.17	56.25
391	BACA SERRANO AMERICO	13.70	3.15	1.02	1.65	31.17	0.33	0.65	51.67
392	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.82	2.60	0.85	1.20	32.98	0.37	0.87	46.68
393	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	10.85	0.87	1.30	0.98	31.63	0.40	0.85	46.88
394	PORTILLO MAMANI ADAN	6.37	4.45	1.08	1.22	9.52	2.42	0.87	25.92
395	TAFUR GARATE RENZO DAVID	9.80	1.58	1.15	1.08	11.55	1.78	1.00	27.95
396	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.73	0.00	1.43	1.00	11.18	3.02	0.82	24.18
397	HUAMANI PUMA NICACIO	7.97	0.00	0.60	1.15	10.78	2.12	0.70	23.32
398	BACA SERRANO AMERICO	13.23	0.00	0.35	1.50	7.90	6.85	0.93	30.77
399	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.72	0.00	2.92	1.47	10.67	3.08	0.85	25.70
400	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.73	0.00	0.55	1.13	11.83	5.38	0.93	26.57
401	PORTILLO MAMANI ADAN	7.45	0.00	1.22	0.70	9.85	0.55	0.77	20.53
402	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.77	0.00	0.57	1.17	11.68	0.23	0.88	23.30
403	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	5.40	0.00	0.37	2.53	31.28	0.48	7.17	47.23

404	HUAMANI PUMA NICACIO	10.42	0.00	0.70	4.78	8.10	5.58	0.82	30.40
405	BACA SERRANO AMERICO	8.98	0.00	0.45	1.80	31.25	1.47	0.77	44.72
406	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.70	3.97	1.47	2.58	32.90	1.02	1.57	52.20
407	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	6.28	0.02	1.05	1.70	28.55	1.23	1.13	39.97
408	PORTILLO MAMANI ADAN	6.70	0.00	0.80	2.17	8.95	1.43	0.75	20.80
409	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.40	0.00	0.62	2.20	8.97	0.12	0.93	18.23
410	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	5.87	1.82	1.15	2.58	7.90	1.45	0.83	21.60
411	HUAMANI PUMA NICACIO	9.05	4.68	1.60	2.63	8.68	6.82	0.85	34.32
412	BACA SERRANO AMERICO	9.20	2.98	1.87	1.93	8.30	3.45	0.97	28.70
413	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	11.92	0.00	0.40	2.45	36.72	0.97	1.22	53.67
414	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	9.00	6.22	1.25	2.40	29.92	0.65	0.48	49.92
415	PORTILLO MAMANI ADAN	5.08	7.82	1.28	2.42	32.47	0.93	0.93	50.93
416	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.42	0.72	1.32	2.48	12.45	0.70	0.93	27.02
417	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	6.10	0.00	3.67	2.40	32.53	0.60	0.95	46.25
418	HUAMANI PUMA NICACIO	5.45	0.72	1.13	2.43	29.75	0.93	0.95	41.37
419	BACA SERRANO AMERICO	5.28	0.00	1.75	2.42	35.97	0.60	1.15	47.17
420	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	14.42	0.43	1.32	1.78	30.62	0.57	0.92	50.05
421	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.42	0.00	0.83	2.62	9.78	7.68	0.77	29.10
422	PORTILLO MAMANI ADAN	8.15	0.75	1.13	2.62	33.42	0.88	1.75	48.70
423	TAFUR GARATE RENZO DAVID	13.22	5.10	1.38	2.20	28.72	0.27	0.98	51.87
424	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	13.18	0.00	1.47	1.08	10.17	5.38	0.92	32.20
425	HUAMANI PUMA NICACIO	7.40	0.00	1.45	2.63	11.07	0.15	0.83	23.53
426	BACA SERRANO AMERICO	6.38	0.00	0.62	1.58	13.25	3.78	0.83	26.45
427	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.73	0.00	1.07	1.50	26.15	1.43	0.83	37.72

428	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	8.72	0.00	0.50	1.48	9.93	8.80	1.02	30.45
429	PORTILLO MAMANI ADAN	13.65	12.22	1.00	1.38	8.72	10.30	0.78	48.05
430	TAFUR GARATE RENZO DAVID	7.03	1.08	1.65	1.05	10.18	9.43	0.82	31.25
431	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	5.00	1.72	2.03	1.17	9.63	0.88	0.97	21.40
432	HUAMANI PUMA NICACIO	7.23	1.55	1.72	1.12	9.37	8.68	0.77	30.43
433	BACA SERRANO AMERICO	6.27	3.37	1.17	1.58	10.22	8.80	0.87	32.27
434	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	6.33	2.72	0.75	1.12	18.47	0.47	0.80	30.65
435	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	12.07	2.70	1.45	1.12	11.63	2.02	0.47	31.45
436	PORTILLO MAMANI ADAN	11.07	2.80	0.90	1.23	9.25	7.12	0.78	33.15
437	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.80	2.55	1.52	1.45	9.90	1.55	0.92	23.68
438	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.42	1.17	1.30	1.05	18.57	10.47	0.95	45.92
439	HUAMANI PUMA NICACIO	13.53	0.00	1.53	1.12	12.57	5.93	0.92	35.60
440	BACA SERRANO AMERICO	13.68	4.02	1.50	4.38	9.62	4.13	1.00	38.33
441	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.93	0.00	1.22	3.15	10.30	0.28	0.87	23.75
442	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	10.97	4.82	1.28	4.13	9.28	6.97	0.92	38.37
443	PORTILLO MAMANI ADAN	6.03	0.00	0.98	2.90	7.83	3.03	0.87	21.65
444	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.38	0.00	1.62	3.95	9.85	3.37	0.80	25.97
445	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	5.72	0.00	0.87	3.12	8.97	3.97	0.87	23.50
446	HUAMANI PUMA NICACIO	7.47	3.90	1.87	3.18	12.37	3.88	0.83	33.50
447	BACA SERRANO AMERICO	7.15	1.85	2.72	2.90	11.05	6.28	0.85	32.80
448	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	7.27	1.75	1.57	4.00	12.17	4.60	0.88	32.23
449	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	11.47	0.00	1.47	3.07	7.88	2.22	0.78	26.88
450	PORTILLO MAMANI ADAN	9.02	2.58	1.55	3.40	10.13	2.30	0.82	29.80
451	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.75	0.00	1.22	4.50	10.18	0.35	0.88	25.88



452	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	8.08	3.77	1.12	3.57	9.65	0.50	0.90	27.58
453	HUAMANI PUMA NICACIO	13.38	2.23	1.80	3.27	18.45	5.18	0.85	45.17
454	BACA SERRANO AMERICO	7.23	0.00	0.85	3.53	9.47	2.00	0.90	23.98
455	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	9.62	1.50	1.53	3.85	8.83	6.63	0.65	32.62
456	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	13.70	0.00	0.85	3.90	10.52	2.45	1.00	32.42
457	PORTILLO MAMANI ADAN	4.10	4.70	1.35	3.42	8.92	2.22	0.93	25.63
458	TAFUR GARATE RENZO DAVID	8.17	2.32	1.93	3.07	10.72	2.65	0.83	29.68
459	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	10.65	0.00	0.77	2.82	10.62	4.43	0.82	30.10
460	HUAMANI PUMA NICACIO	7.10	0.00	0.02	3.37	8.48	0.08	0.88	19.93
461	BACA SERRANO AMERICO	8.43	5.27	1.45	3.28	15.50	3.72	0.75	38.40
462	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	10.20	1.45	0.45	2.17	11.75	3.95	0.85	30.82
463	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.62	0.00	1.00	3.75	13.83	3.67	0.82	30.68
464	PORTILLO MAMANI ADAN	9.20	0.00	0.50	3.27	9.78	4.55	0.73	28.03
465	TAFUR GARATE RENZO DAVID	7.05	2.43	3.17	3.23	9.38	7.15	0.80	33.22
466	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.08	0.00	1.63	3.32	9.60	7.25	0.97	29.85
467	HUAMANI PUMA NICACIO	6.35	0.00	1.25	1.32	11.32	0.10	0.93	21.27
468	BACA SERRANO AMERICO	5.85	12.32	0.85	1.38	9.58	9.25	0.82	40.05
469	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	5.27	2.18	1.28	1.08	9.98	2.57	0.90	23.27
470	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.57	7.98	1.58	1.25	9.82	4.40	0.83	33.43
471	PORTILLO MAMANI ADAN	6.43	0.23	1.73	1.55	11.97	0.45	0.85	23.22
472	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.68	0.00	2.07	1.12	10.68	2.57	0.78	23.90
473	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	7.73	0.00	0.73	1.57	9.55	0.40	0.83	20.82
474	HUAMANI PUMA NICACIO	6.07	0.00	0.50	1.12	10.28	0.92	0.82	19.70
475	BACA SERRANO AMERICO	6.03	0.00	0.57	1.02	10.35	3.03	0.70	21.70

476	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.30	0.00	0.73	1.62	16.53	3.35	0.92	31.45
477	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	7.20	0.00	0.30	1.90	8.30	0.93	0.92	19.55
478	PORTILLO MAMANI ADAN	7.45	0.00	0.67	1.63	12.05	5.07	0.92	27.78
479	TAFUR GARATE RENZO DAVID	5.90	0.43	1.10	1.40	8.03	1.60	0.75	19.22
480	CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO	12.72	2.35	0.83	1.83	10.30	3.73	0.83	32.60
481	HUAMANI PUMA NICACIO	7.17	4.08	1.03	1.38	13.23	0.65	0.75	28.30
482	BACA SERRANO AMERICO	6.88	0.00	2.57	1.47	10.10	2.93	1.03	24.98
483	CCAPA CHUCTAYA LUCIANO	8.05	5.22	1.37	1.40	9.83	5.65	0.83	32.35
484	AVILES MACHACA MARIO EYMMER	5.32	0.00	0.60	0.87	8.80	7.47	0.58	23.63
485	PORTILLO MAMANI ADAN	14.37	0.00	1.45	1.42	10.27	1.05	0.85	29.40
486	TAFUR GARATE RENZO DAVID	6.47	0.00	1.50	0.05	9.67	3.90	0.87	22.45
<b>TIEMPO PROMEDIO POR TAREA UNITARIA</b>		<b>8.39</b>	<b>1.25</b>	<b>1.19</b>	<b>2.05</b>	<b>17.55</b>	<b>2.20</b>	<b>0.98</b>	<b>33.60</b>

CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR AVILES MACHACA MARIO EYMMER								
CANT.	VIAJE VACIO	COLA EN PALA	CUADRADO EN PALA	CARGUIO	VIAJE EN LLENO	COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA	DESCARGANDO	CICLO TOTAL
1	4.70	0.00	0.72	1.25	19.70	3.23	0.97	30.57
2	11.57	3.37	0.32	2.07	23.10	2.38	2.05	44.85
3	2.85	0.00	1.02	1.68	19.42	0.77	0.95	26.68
4	3.00	0.00	2.47	1.02	4.45	3.10	3.10	17.13
5	6.00	6.03	1.27	1.62	18.58	2.38	1.02	36.90
6	11.55	1.35	0.87	1.07	21.28	1.37	0.90	38.38
7	0.77	1.18	1.75	1.50	22.48	1.85	1.03	30.57
8	14.03	0.00	0.40	0.95	23.53	0.85	0.93	40.70
9	10.00	0.00	0.38	1.13	22.92	0.72	0.43	35.58
10	0.72	0.00	1.10	1.82	21.05	0.83	0.88	26.40
11	1.93	0.32	0.92	1.15	20.77	3.35	1.15	29.58
12	8.42	0.00	2.20	1.33	22.13	1.77	1.22	37.07
13	14.57	1.55	0.82	1.20	20.57	0.30	1.02	40.02
14	12.35	0.00	2.55	2.00	19.47	0.97	1.08	38.42
15	8.28	0.25	1.63	0.82	21.00	1.10	0.85	33.93
16	9.43	0.33	1.55	2.75	22.23	1.20	1.07	38.57
17	11.47	0.00	3.25	3.42	24.50	1.05	1.02	44.70
18	13.27	0.00	0.47	3.63	24.10	1.35	0.82	43.63
19	0.75	1.17	1.40	2.77	25.07	0.92	1.02	33.08
20	4.70	3.50	1.85	2.23	25.85	0.48	1.27	39.88
21	14.93	0.00	0.82	3.53	25.10	2.43	1.07	47.88
22	9.65	2.90	1.03	2.12	31.98	0.42	0.93	49.03
23	11.72	0.00	0.88	2.77	22.77	11.00	0.97	50.10
24	13.28	0.25	0.93	1.25	0.90	3.28	0.08	19.98

25	5.65	15.10	0.98	1.52	23.82	0.78	1.00	48.85
26	14.28	4.67	1.13	2.07	23.78	1.28	1.07	48.28
27	6.65	4.78	1.87	1.18	18.97	3.18	1.00	37.63
28	5.48	0.00	0.43	1.08	22.10	1.35	1.15	31.60
29	6.85	0.00	0.73	1.08	25.73	0.98	1.00	36.38
30	7.48	2.78	1.17	1.13	24.95	1.97	0.82	40.30
31	8.65	3.30	1.97	1.67	21.22	2.55	0.93	40.28
32	10.70	0.00	0.33	2.58	27.75	2.38	0.87	44.62
33	11.60	0.00	0.97	1.70	16.28	0.50	1.25	32.30
34	13.58	0.00	1.62	1.47	17.02	0.65	1.07	35.40
35	6.93	0.00	1.20	1.63	27.88	1.55	1.17	40.37
36	11.67	0.00	0.92	1.95	19.33	0.27	0.78	34.92
37	4.72	0.92	1.53	1.28	21.97	0.72	1.02	32.15
38	14.67	0.00	0.35	2.75	23.58	0.97	1.07	43.38
39	4.03	1.28	1.60	3.72	9.73	0.40	0.83	21.60
40	6.63	7.90	1.97	2.95	9.75	0.70	0.80	30.70
41	9.13	0.00	1.52	3.62	9.17	0.90	0.83	25.17
42	6.13	2.02	1.48	3.25	9.18	4.55	0.83	27.45
43	7.45	0.00	0.73	2.88	11.12	4.10	0.82	27.10
44	5.48	0.58	1.50	3.72	9.63	0.53	0.78	22.23
45	12.95	0.00	0.72	2.08	8.93	7.15	0.88	32.72
46	6.02	0.00	0.73	2.18	10.53	2.75	0.83	23.05
47	6.00	0.00	0.43	2.22	9.10	0.23	0.80	18.78
48	9.08	0.00	1.28	3.28	9.10	3.07	0.83	26.65
49	9.48	0.00	0.93	2.00	12.17	0.70	0.75	26.03
50	3.48	0.58	1.70	1.80	5.57	2.28	0.83	16.25
51	6.15	0.00	1.42	2.80	29.20	0.42	0.90	40.88
52	8.93	1.05	3.07	0.53	9.08	1.10	0.85	24.62
53	7.42	0.00	2.33	2.10	8.97	6.15	0.85	27.82

54	6.47	0.00	1.18	2.67	9.43	1.33	0.87	21.95
55	7.28	2.43	1.08	1.33	11.77	7.55	0.95	32.40
56	7.07	0.00	1.25	2.43	10.13	1.90	0.92	23.70
57	10.85	0.87	1.30	0.98	31.63	0.40	0.85	46.88
58	6.73	0.00	0.55	1.13	11.83	5.38	0.93	26.57
59	6.28	0.02	1.05	1.70	28.55	1.23	1.13	39.97
60	9.00	6.22	1.25	2.40	29.92	0.65	0.48	49.92
61	7.42	0.00	0.83	2.62	9.78	7.68	0.77	29.10
62	8.72	0.00	0.50	1.48	9.93	8.80	1.02	30.45
63	12.07	2.70	1.45	1.12	11.63	2.02	0.47	31.45
64	10.97	4.82	1.28	4.13	9.28	6.97	0.92	38.37
65	11.47	0.00	1.47	3.07	7.88	2.22	0.78	26.88
66	13.70	0.00	0.85	3.90	10.52	2.45	1.00	32.42
67	7.62	0.00	1.00	3.75	13.83	3.67	0.82	30.68
68	7.57	7.98	1.58	1.25	9.82	4.40	0.83	33.43
69	7.20	0.00	0.30	1.90	8.30	0.93	0.92	19.55
70	5.32	0.00	0.60	0.87	8.80	7.47	0.58	23.63
<b>T. P.</b>	<b>8.33</b>	<b>1.32</b>	<b>1.21</b>	<b>2.06</b>	<b>17.31</b>	<b>2.38</b>	<b>0.95</b>	<b>33.55</b>

CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR BACA SERRANO AMERICO								
CANT.	VIAJE VACIO	COLA EN PALA	CUADRADO EN PALA	CARGUIO	VIAJE EN LLENO	COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA	DESCARGANDO	CICLO TOTAL
1	13.32	1.67	1.07	1.80	20.72	0.90	1.05	40.52
2	11.45	15.73	1.37	2.45	20.72	0.80	0.90	53.42
3	5.13	1.98	1.42	2.33	21.72	3.77	1.07	37.42
4	13.28	5.38	2.05	2.22	19.20	1.27	0.08	43.48
5	5.58	1.62	1.68	0.97	20.13	1.27	1.10	32.35
6	14.60	0.00	0.83	1.02	20.32	1.62	0.97	39.35
7	1.30	0.00	0.43	1.25	20.55	0.62	1.67	25.82
8	3.37	0.00	1.12	1.03	20.28	1.60	1.08	28.48
9	6.87	1.02	1.20	2.13	24.70	0.98	0.98	37.88
10	13.72	4.40	1.85	1.25	20.13	1.47	0.90	43.72
11	14.85	0.60	1.35	3.53	22.22	1.20	0.87	44.62
12	3.82	0.00	0.43	1.07	23.30	0.63	0.75	30.00
13	12.07	3.15	1.07	1.63	18.98	2.38	1.03	40.32
14	10.80	2.70	1.73	1.32	20.78	2.53	1.65	41.52
15	13.02	2.47	1.52	2.80	2.37	0.08	0.90	23.15
16	2.92	0.00	0.80	2.77	25.35	2.82	1.00	35.65
17	6.73	2.28	1.05	2.33	21.83	0.47	0.90	35.60
18	7.15	4.12	2.18	3.00	26.23	0.70	0.98	44.37
19	13.30	0.00	0.58	2.65	23.22	1.45	1.53	42.73
20	6.07	0.00	0.98	2.77	25.57	1.75	1.07	38.20
21	7.02	1.22	1.55	2.25	27.58	0.70	1.03	41.35
22	1.88	0.00	0.40	2.73	3.13	0.52	1.03	9.70
23	1.78	0.00	0.55	1.25	26.45	0.23	0.10	30.37
24	6.65	0.00	1.38	1.38	8.08	1.38	0.98	19.87

25	7.47	2.85	0.77	1.23	26.83	0.15	0.90	40.20
26	13.62	2.22	0.95	1.85	21.18	2.93	0.72	43.47
27	6.82	3.98	0.85	1.42	28.93	0.52	0.75	43.27
28	13.23	2.15	0.98	1.18	21.90	1.80	0.87	42.12
29	5.10	4.22	1.62	1.03	22.32	0.35	1.17	35.80
30	14.63	4.77	0.82	1.62	8.92	10.25	0.72	41.72
31	7.68	0.00	0.88	1.90	6.72	0.03	0.65	17.87
32	13.58	0.00	2.58	1.25	15.32	0.30	0.90	33.93
33	12.18	0.00	1.10	1.62	15.87	0.48	0.82	32.07
34	13.43	0.00	1.17	1.23	18.37	1.02	0.97	36.18
35	4.08	0.00	1.15	1.97	19.25	1.15	0.85	28.45
36	13.00	0.00	0.68	1.80	21.77	0.67	1.35	39.27
37	9.95	1.20	1.70	2.12	19.95	4.07	0.88	39.87
38	8.95	0.17	1.77	3.13	25.73	2.38	0.72	42.85
39	6.97	1.35	1.47	2.87	9.13	3.03	0.18	25.00
40	5.10	2.78	1.63	2.90	7.85	2.18	0.82	23.27
41	7.02	1.33	2.12	3.63	10.13	4.60	0.77	29.60
42	7.35	0.00	0.83	3.17	9.82	1.03	0.80	23.00
43	8.28	0.00	0.90	2.88	13.37	1.13	0.80	27.37
44	6.97	0.00	0.15	2.72	8.40	2.52	1.20	21.95
45	7.42	0.00	0.60	2.20	9.13	1.42	0.85	21.62
46	12.55	0.00	1.47	2.55	9.62	0.42	0.85	27.45
47	5.50	5.50	1.68	2.18	10.42	2.25	0.83	28.37
48	8.02	0.88	3.27	2.48	11.25	0.47	0.78	27.15
49	4.62	8.33	0.92	2.47	6.35	0.03	1.02	23.73
50	5.68	2.45	1.15	1.55	5.62	0.78	0.82	18.05
51	7.95	0.00	0.53	2.58	33.88	1.18	1.10	47.23
52	6.72	0.00	0.43	2.80	10.33	2.80	0.87	23.95
53	6.08	0.00	0.80	2.67	8.40	4.60	0.78	23.33



54	6.63	0.00	1.12	1.17	10.58	6.28	0.87	26.65
55	6.33	0.00	0.37	1.65	28.90	1.45	1.22	39.92
56	13.70	3.15	1.02	1.65	31.17	0.33	0.65	51.67
57	13.23	0.00	0.35	1.50	7.90	6.85	0.93	30.77
58	8.98	0.00	0.45	1.80	31.25	1.47	0.77	44.72
59	9.20	2.98	1.87	1.93	8.30	3.45	0.97	28.70
60	5.28	0.00	1.75	2.42	35.97	0.60	1.15	47.17
61	6.38	0.00	0.62	1.58	13.25	3.78	0.83	26.45
62	6.27	3.37	1.17	1.58	10.22	8.80	0.87	32.27
63	13.68	4.02	1.50	4.38	9.62	4.13	1.00	38.33
64	7.15	1.85	2.72	2.90	11.05	6.28	0.85	32.80
65	7.23	0.00	0.85	3.53	9.47	2.00	0.90	23.98
66	8.43	5.27	1.45	3.28	15.50	3.72	0.75	38.40
67	5.85	12.32	0.85	1.38	9.58	9.25	0.82	40.05
68	6.03	0.00	0.57	1.02	10.35	3.03	0.70	21.70
69	6.88	0.00	2.57	1.47	10.10	2.93	1.03	24.98
<b>T.P.</b>	<b>8.38</b>	<b>1.82</b>	<b>1.20</b>	<b>2.09</b>	<b>17.01</b>	<b>2.17</b>	<b>0.91</b>	<b>33.57</b>

CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR CALDERON CONDORI JOSE ANTONIO								
CANT.	VIAJE VACIO	COLA EN PALA	CUADRADO EN PALA	CARGUIO	VIAJE EN LLENO	COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA	DESCARGANDO	CICLO TOTAL
1	3.28	0.00	2.52	1.68	24.63	1.77	1.03	34.92
2	3.00	0.00	2.93	2.88	23.55	0.77	1.08	34.22
3	1.12	0.00	0.53	3.28	18.75	0.93	1.07	25.68
4	4.00	0.55	1.47	1.75	23.75	1.22	0.73	33.47
5	14.80	0.77	0.93	1.22	20.78	0.47	1.20	40.17
6	14.43	0.40	0.85	1.00	22.63	1.40	0.87	41.58
7	14.27	0.15	1.20	1.07	22.63	1.00	0.95	41.27
8	3.67	0.00	0.40	1.18	20.50	1.57	1.02	28.33
9	13.95	1.73	0.87	1.18	20.53	0.75	1.78	40.80
10	3.18	4.37	0.82	1.08	21.10	0.55	1.13	32.23
11	3.83	0.00	0.42	0.98	19.57	3.10	1.02	28.92
12	3.95	1.42	2.03	1.33	23.12	1.32	0.98	34.15
13	12.50	0.00	0.43	1.20	19.50	0.30	0.97	34.90
14	12.10	3.00	1.15	1.78	21.80	1.00	0.68	41.52
15	11.90	0.05	1.22	1.22	21.12	0.60	1.07	37.17
16	12.03	7.10	2.07	3.38	21.72	1.83	0.88	49.02
17	0.78	0.00	1.27	2.73	24.62	1.20	1.27	31.87
18	12.95	0.00	0.40	3.32	24.28	0.67	1.07	42.68
19	0.77	0.00	0.38	4.07	2.13	0.20	1.28	8.83
20	6.27	0.00	1.45	2.48	25.45	0.45	1.22	37.32
21	6.10	0.00	1.05	2.57	23.57	1.22	1.12	35.62
22	11.07	0.00	1.10	2.87	27.80	2.25	1.05	46.13
23	4.30	1.65	0.93	1.37	19.80	0.33	0.80	29.18
24	6.98	2.98	1.58	1.23	21.87	0.60	0.78	36.03

25	13.72	3.73	0.32	1.25	23.92	1.03	0.77	44.73
26	6.47	0.03	1.88	1.17	29.82	1.23	1.05	41.65
27	8.80	0.70	0.95	1.57	25.87	0.98	0.83	39.70
28	7.02	0.00	0.35	1.10	19.18	1.38	1.08	30.12
29	6.68	0.00	1.88	1.23	18.45	1.28	1.07	30.60
30	13.48	1.38	0.90	1.45	23.05	1.48	0.93	42.68
31	6.10	0.00	0.45	0.85	23.30	1.23	0.85	32.78
32	6.50	0.00	0.72	2.55	27.67	0.42	0.88	38.73
33	14.52	0.00	0.47	1.45	17.47	0.50	1.07	35.47
34	6.03	0.00	0.68	1.28	22.37	4.30	0.97	35.63
35	9.87	0.00	0.87	1.23	20.17	0.37	0.85	33.35
36	12.20	3.23	0.08	0.10	19.63	1.58	0.90	37.73
37	14.63	0.00	0.52	2.38	17.88	1.68	1.05	38.15
38	13.53	0.00	1.03	3.77	12.50	8.13	0.98	39.95
39	7.27	0.00	0.67	2.93	10.33	1.37	0.78	23.35
40	7.92	0.00	0.53	3.27	11.32	3.10	0.92	27.05
41	8.07	0.00	1.48	4.12	11.73	7.87	0.83	34.10
42	7.90	0.00	0.75	3.30	14.27	3.78	1.07	31.07
43	7.75	0.00	0.72	3.33	11.47	1.15	0.82	25.23
44	7.82	1.85	3.45	3.28	11.22	2.50	0.93	31.05
45	7.18	0.00	0.80	2.20	10.15	4.25	0.92	25.50
46	7.95	0.00	1.30	2.72	10.25	7.45	0.90	30.57
47	6.17	5.33	2.62	2.13	9.07	3.83	0.82	29.97
48	7.72	10.95	1.30	3.68	15.45	0.43	0.88	40.42
49	3.57	0.00	0.75	2.08	27.98	0.47	0.93	35.78
50	6.08	1.37	1.27	1.15	5.22	2.48	0.87	18.43
51	4.20	2.03	2.20	1.02	6.83	0.55	1.03	17.87
52	5.42	0.00	1.77	3.00	31.57	0.63	1.02	43.40
53	5.98	1.48	2.08	2.17	9.55	2.73	0.83	24.83

54	7.12	1.37	3.93	1.45	9.68	2.68	0.83	27.07
55	10.25	0.00	0.60	1.45	17.52	0.50	0.88	31.20
56	9.12	0.47	0.75	1.35	12.90	4.95	0.88	30.42
57	6.73	0.00	1.43	1.00	11.18	3.02	0.82	24.18
58	5.40	0.00	0.37	2.53	31.28	0.48	7.17	47.23
59	5.87	1.82	1.15	2.58	7.90	1.45	0.83	21.60
60	6.10	0.00	3.67	2.40	32.53	0.60	0.95	46.25
61	13.18	0.00	1.47	1.08	10.17	5.38	0.92	32.20
62	5.00	1.72	2.03	1.17	9.63	0.88	0.97	21.40
63	12.42	1.17	1.30	1.05	18.57	10.47	0.95	45.92
64	5.72	0.00	0.87	3.12	8.97	3.97	0.87	23.50
65	8.08	3.77	1.12	3.57	9.65	0.50	0.90	27.58
66	10.65	0.00	0.77	2.82	10.62	4.43	0.82	30.10
67	7.08	0.00	1.63	3.32	9.60	7.25	0.97	29.85
68	7.73	0.00	0.73	1.57	9.55	0.40	0.83	20.82
69	12.72	2.35	0.83	1.83	10.30	3.73	0.83	32.60
<b>T.P.</b>	<b>8.04</b>	<b>1.00</b>	<b>1.21</b>	<b>2.04</b>	<b>17.87</b>	<b>2.09</b>	<b>1.05</b>	<b>33.30</b>

<b>CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR CCAPA CHUCTAYA LUCIANO</b>								
<b>CANT.</b>	<b>VIAJE VACIO</b>	<b>COLA EN PALA</b>	<b>CUADRADO EN PALA</b>	<b>CARGUIO</b>	<b>VIAJE EN LLENO</b>	<b>COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA</b>	<b>DESCARGANDO</b>	<b>CICLO TOTAL</b>
1	5.37	0.00	1.98	1.78	21.35	1.57	0.03	32.08
2	11.98	0.00	1.07	2.83	19.52	2.03	1.05	38.48
3	9.93	1.38	1.30	1.28	19.93	0.92	0.92	35.67
4	8.57	0.00	1.47	2.28	22.35	1.65	1.07	37.38
5	8.85	0.00	0.37	0.95	21.92	2.02	0.92	35.02
6	4.67	0.00	0.28	0.92	29.17	1.52	1.82	38.37
7	10.27	3.73	1.27	1.48	20.92	1.48	1.03	40.18
8	10.88	0.23	0.77	1.05	21.82	0.70	1.20	36.65
9	14.65	0.00	0.52	1.52	20.40	1.67	1.22	39.97
10	4.75	0.00	0.90	1.22	21.62	0.42	0.85	29.75
11	9.82	2.47	0.72	1.05	21.58	2.33	1.25	39.22
12	3.98	1.73	1.02	0.98	20.93	3.03	1.17	32.85
13	14.30	0.00	0.65	1.23	21.27	2.78	0.83	41.07
14	13.75	0.00	0.68	2.47	18.27	1.73	1.18	38.08
15	12.40	0.00	0.58	2.73	21.52	1.48	1.05	39.77
16	1.52	0.00	0.07	2.62	1.83	3.10	0.02	9.15
17	12.97	0.00	0.07	2.20	24.63	0.23	0.87	40.97
18	10.72	0.00	1.22	2.12	26.00	0.45	0.72	41.22
19	12.88	0.00	0.80	3.58	24.60	1.67	1.12	44.65
20	6.68	0.00	0.67	3.23	25.22	2.02	1.05	38.87
21	13.90	3.50	1.92	3.47	22.98	1.82	0.93	48.52
22	3.52	0.00	0.88	2.73	22.18	1.47	1.00	31.78
23	13.78	1.42	1.05	1.23	27.48	9.02	0.48	54.47
24	8.45	0.28	0.97	1.12	26.75	1.33	1.37	40.27

25	9.58	3.55	2.00	1.22	24.43	2.90	1.08	44.77
26	7.78	0.00	0.83	1.10	23.88	2.57	0.73	36.90
27	9.23	0.00	0.37	1.13	22.43	2.22	0.95	36.33
28	7.67	9.48	2.27	1.65	21.03	0.72	0.98	43.80
29	7.67	3.73	0.93	1.07	7.35	0.02	1.00	21.77
30	5.93	0.13	1.40	1.25	22.03	3.70	1.00	35.45
31	1.60	0.00	0.90	2.55	23.48	7.28	1.02	36.83
32	13.32	1.58	0.98	1.07	16.33	0.72	0.85	34.85
33	14.08	4.12	5.43	1.00	16.52	0.32	0.93	42.40
34	9.35	5.27	1.70	1.18	26.95	0.55	1.32	46.32
35	14.02	0.00	0.52	2.20	19.30	1.57	1.20	38.80
36	13.63	0.53	0.90	1.95	19.10	1.80	1.08	39.00
37	8.30	6.88	3.28	2.42	24.55	2.52	1.03	48.98
38	4.18	0.00	0.67	4.10	9.12	9.33	0.83	28.23
39	7.28	0.00	0.70	3.88	9.38	0.92	0.92	23.08
40	10.13	0.00	0.60	4.05	11.12	2.27	0.88	29.05
41	7.00	0.00	1.10	3.32	8.88	4.97	0.80	26.07
42	7.27	0.00	1.12	2.83	10.72	3.42	0.82	26.17
43	6.33	0.45	1.78	2.50	9.77	1.03	0.73	22.60
44	6.03	0.00	0.85	2.15	10.47	0.40	0.88	20.78
45	6.43	0.00	0.60	2.10	9.30	1.48	0.87	20.78
46	14.12	0.00	0.42	2.38	8.97	1.32	0.78	27.98
47	6.07	0.00	1.78	1.78	8.27	0.12	1.00	19.02
48	7.60	0.00	0.65	2.57	9.38	0.42	0.72	21.33
49	4.92	1.23	0.43	1.87	5.57	6.23	0.92	21.17
50	4.83	0.00	0.18	1.40	28.62	0.67	0.73	36.43
51	14.90	0.00	0.60	2.78	8.42	2.32	0.83	29.85
52	7.02	5.23	1.38	2.72	8.85	3.50	0.83	29.53
53	8.62	0.00	1.10	2.40	30.03	0.87	0.98	44.00

54	7.02	0.00	0.78	1.07	9.73	2.45	0.92	21.97
55	7.93	0.00	1.35	1.08	17.00	4.52	0.80	32.68
56	7.82	2.60	0.85	1.20	32.98	0.37	0.87	46.68
57	6.72	0.00	2.92	1.47	10.67	3.08	0.85	25.70
58	8.70	3.97	1.47	2.58	32.90	1.02	1.57	52.20
59	11.92	0.00	0.40	2.45	36.72	0.97	1.22	53.67
60	14.42	0.43	1.32	1.78	30.62	0.57	0.92	50.05
61	6.73	0.00	1.07	1.50	26.15	1.43	0.83	37.72
62	6.33	2.72	0.75	1.12	18.47	0.47	0.80	30.65
63	7.93	0.00	1.22	3.15	10.30	0.28	0.87	23.75
64	7.27	1.75	1.57	4.00	12.17	4.60	0.88	32.23
65	9.62	1.50	1.53	3.85	8.83	6.63	0.65	32.62
66	10.20	1.45	0.45	2.17	11.75	3.95	0.85	30.82
67	5.27	2.18	1.28	1.08	9.98	2.57	0.90	23.27
68	8.30	0.00	0.73	1.62	16.53	3.35	0.92	31.45
69	8.05	5.22	1.37	1.40	9.83	5.65	0.83	32.35
<b>T.P.</b>	<b>8.81</b>	<b>1.14</b>	<b>1.10</b>	<b>2.03</b>	<b>18.45</b>	<b>2.24</b>	<b>0.94</b>	<b>34.70</b>



<b>CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR HUAMANI PUMA NICACIO</b>								
<b>CANT.</b>	<b>VIAJE VACIO</b>	<b>COLA EN PALA</b>	<b>CUADRADO EN PALA</b>	<b>CARGUIO</b>	<b>VIAJE EN LLENO</b>	<b>COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA</b>	<b>DESCARGANDO</b>	<b>CICLO TOTAL</b>
1	12.67	3.33	0.73	1.93	21.10	3.27	0.03	43.07
2	3.55	0.00	0.72	1.37	37.32	2.45	0.98	46.38
3	0.35	4.58	2.78	0.80	20.82	0.88	1.05	31.27
4	8.10	0.62	1.40	1.32	22.73	2.37	0.98	37.52
5	10.98	0.88	0.80	0.90	23.12	1.67	1.78	40.13
6	14.33	0.00	0.27	1.18	22.85	1.45	1.10	41.18
7	9.05	1.95	0.75	1.05	20.70	0.53	1.22	35.25
8	13.58	0.77	1.28	1.02	21.68	2.90	0.85	42.08
9	6.58	0.00	1.23	1.23	21.63	1.05	0.97	32.70
10	7.65	0.00	0.32	1.35	22.27	1.02	1.00	33.60
11	4.05	0.00	0.47	2.52	20.30	1.45	0.88	29.67
12	3.68	0.00	0.37	0.98	19.90	0.38	1.15	26.47
13	11.38	2.43	1.47	1.63	21.23	1.08	1.30	40.53
14	3.93	2.58	1.05	1.13	22.13	2.02	0.93	33.78
15	5.23	0.33	2.07	0.57	21.57	1.15	1.05	31.97
16	1.33	0.00	1.32	2.93	28.22	1.65	1.27	36.72
17	13.62	6.65	3.65	4.47	35.07	1.53	1.22	66.20
18	5.37	0.00	1.13	2.28	25.35	0.88	0.27	35.28
19	0.55	0.00	0.90	3.70	4.62	1.12	1.13	12.02
20	0.97	0.00	0.43	2.42	26.13	1.70	1.13	32.78
21	10.77	0.00	1.78	2.88	24.97	1.38	1.10	42.88
22	1.97	2.38	1.45	2.77	22.12	3.48	1.02	35.18
23	14.70	0.00	0.45	1.07	27.17	0.17	0.12	43.67
24	7.43	5.48	1.43	1.17	23.88	1.75	0.90	42.05
25	8.93	0.00	0.55	1.25	7.88	0.02	0.92	19.55

26	5.85	8.98	0.85	1.62	26.95	3.80	0.88	48.93
27	6.90	0.00	1.10	1.32	22.90	2.55	0.98	35.75
28	6.70	0.00	1.12	1.20	18.82	1.02	1.00	29.85
29	3.28	0.00	0.77	0.98	18.32	0.37	1.03	24.75
30	12.72	1.10	1.27	1.30	7.75	0.08	1.02	25.23
31	5.50	0.00	0.33	1.53	19.32	1.27	0.87	28.82
32	11.83	0.00	0.85	3.28	25.12	0.73	0.87	42.68
33	11.92	1.17	2.70	0.98	15.78	0.78	0.93	34.27
34	10.60	0.85	0.73	1.62	20.05	1.53	0.98	36.37
35	9.20	0.00	1.07	1.18	20.32	1.43	0.93	34.13
36	14.13	0.00	0.67	1.43	21.87	2.17	0.98	41.25
37	13.18	0.00	1.08	2.42	27.45	3.67	0.93	48.73
38	10.92	0.00	0.65	3.18	13.58	1.43	0.82	30.58
39	7.97	1.97	5.22	2.70	10.37	0.17	0.80	29.18
40	7.80	0.22	1.80	3.10	9.13	7.43	0.95	30.43
41	8.50	2.80	1.52	3.28	11.82	0.95	0.83	29.70
42	8.57	0.00	0.68	2.73	12.52	4.97	1.22	30.68
43	8.87	0.00	1.50	3.17	16.57	4.07	0.87	35.03
44	7.42	0.00	2.12	3.30	10.38	0.33	0.95	24.50
45	7.17	0.00	1.22	2.18	9.62	0.77	0.88	21.83
46	6.62	0.75	2.50	1.47	10.48	3.77	0.82	26.40
47	5.27	0.00	0.67	2.13	9.12	1.30	0.87	19.35
48	8.00	0.00	1.93	2.27	10.53	1.23	0.87	24.83
49	12.17	8.17	1.90	1.65	29.58	0.45	0.98	54.90
50	14.30	3.78	0.85	1.23	5.27	1.28	0.82	27.53
51	14.77	2.20	2.08	1.07	30.22	0.37	0.80	51.50
52	13.13	0.00	0.48	2.65	8.65	3.07	0.83	28.82
53	11.08	0.03	1.47	2.22	8.97	2.47	0.75	26.98
54	7.77	0.00	1.28	1.22	11.25	4.72	0.90	27.13

55	6.23	1.92	1.87	1.27	10.03	1.62	0.95	23.88
56	12.32	6.35	2.58	2.25	30.77	0.82	1.17	56.25
57	7.97	0.00	0.60	1.15	10.78	2.12	0.70	23.32
58	10.42	0.00	0.70	4.78	8.10	5.58	0.82	30.40
59	9.05	4.68	1.60	2.63	8.68	6.82	0.85	34.32
60	5.45	0.72	1.13	2.43	29.75	0.93	0.95	41.37
61	7.40	0.00	1.45	2.63	11.07	0.15	0.83	23.53
62	7.23	1.55	1.72	1.12	9.37	8.68	0.77	30.43
63	13.53	0.00	1.53	1.12	12.57	5.93	0.92	35.60
64	7.47	3.90	1.87	3.18	12.37	3.88	0.83	33.50
65	13.38	2.23	1.80	3.27	18.45	5.18	0.85	45.17
66	7.10	0.00	0.02	3.37	8.48	0.08	0.88	19.93
67	6.35	0.00	1.25	1.32	11.32	0.10	0.93	21.27
68	6.07	0.00	0.50	1.12	10.28	0.92	0.82	19.70
69	7.17	4.08	1.03	1.38	13.23	0.65	0.75	28.30
<b>T.P.</b>	<b>8.41</b>	<b>1.30</b>	<b>1.29</b>	<b>1.96</b>	<b>17.86</b>	<b>2.01</b>	<b>0.92</b>	<b>33.75</b>

<b>CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR POTILLO MAMANI ADAN</b>								
<b>CANT.</b>	<b>VIAJE VACIO</b>	<b>COLA EN PALA</b>	<b>CUADRADO EN PALA</b>	<b>CARGUIO</b>	<b>VIAJE EN LLENO</b>	<b>COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA</b>	<b>DESCARGANDO</b>	<b>CICLO TOTAL</b>
1	4.72	0.00	1.28	1.10	20.93	0.48	1.03	29.55
2	8.58	2.00	1.32	1.83	22.12	1.87	1.12	38.83
3	14.97	0.00	0.58	1.72	20.92	1.22	1.00	40.40
4	9.87	4.88	1.83	2.92	28.22	1.18	1.18	50.08
5	3.80	1.75	0.97	1.98	20.70	4.50	0.85	34.55
6	14.73	2.52	1.27	0.97	19.72	3.28	1.02	43.50
7	4.65	0.00	0.25	1.10	21.47	0.53	0.90	28.90
8	4.78	8.58	1.83	2.57	21.53	4.50	1.27	45.07
9	4.27	3.28	1.22	2.40	23.05	0.87	0.75	35.83
10	8.62	0.00	0.80	1.13	21.55	0.87	1.13	34.10
11	12.83	0.00	0.38	0.97	24.43	1.62	1.08	41.32
12	14.87	0.00	0.37	1.53	21.48	4.07	0.80	43.12
13	14.05	0.00	0.25	1.07	21.40	2.23	1.05	40.05
14	13.82	1.83	1.43	1.78	20.32	1.37	1.03	41.58
15	4.88	1.57	1.58	2.98	22.77	2.37	1.50	37.65
16	14.05	0.00	1.48	3.63	26.33	1.03	1.05	47.58
17	12.28	0.00	0.43	2.15	25.38	2.02	0.90	43.17
18	5.37	0.00	1.32	2.12	26.25	1.28	1.00	37.33
19	0.77	0.00	0.58	3.40	1.45	2.97	1.15	10.32
20	0.88	0.00	1.72	2.88	23.43	0.93	1.38	31.23
21	5.45	0.00	0.95	2.53	23.52	2.33	1.22	36.00
22	0.82	0.00	0.92	2.70	25.32	1.97	1.10	32.82
23	0.10	0.00	1.18	2.67	23.68	1.35	0.90	29.88
24	6.45	6.62	1.13	1.68	19.57	0.23	0.88	36.57

25	4.32	0.00	0.97	1.23	14.10	0.33	0.47	21.42
26	11.67	0.05	1.28	1.03	26.28	1.40	0.98	42.70
27	7.75	0.00	0.82	1.43	18.30	3.07	1.08	32.45
28	14.52	0.05	1.33	0.97	20.03	1.28	1.18	39.37
29	3.23	0.00	0.37	1.20	18.93	0.87	0.90	25.50
30	3.22	0.00	0.30	0.90	15.93	0.98	1.05	22.38
31	0.15	0.00	0.83	1.15	23.03	1.22	0.80	27.18
32	5.80	0.00	1.63	3.07	29.85	2.28	1.03	43.67
33	6.47	0.00	1.42	1.83	23.18	0.37	0.83	34.10
34	10.85	0.00	0.68	1.67	19.52	2.60	0.80	36.12
35	11.73	4.40	1.65	1.18	20.73	2.42	0.93	43.05
36	12.37	0.00	0.92	1.62	19.72	2.58	0.93	38.13
37	9.07	0.00	0.62	2.43	27.98	3.50	0.97	44.57
38	13.92	2.33	1.00	2.55	24.80	1.40	0.73	46.73
39	8.00	4.92	1.75	3.62	10.15	7.90	0.87	37.20
40	8.03	0.00	0.55	2.82	10.12	2.68	0.82	25.02
41	7.62	0.00	2.70	3.77	8.18	0.62	0.50	23.38
42	7.85	0.00	0.43	3.50	12.85	5.23	0.82	30.68
43	8.57	1.90	1.42	3.45	9.62	0.65	0.80	26.40
44	9.82	2.05	1.55	3.12	16.35	2.85	0.87	36.60
45	5.97	0.00	1.10	2.22	8.75	6.45	0.77	25.25
46	7.58	0.00	0.55	2.23	9.07	1.33	0.83	21.60
47	5.73	0.00	0.75	3.03	10.17	1.10	0.83	21.62
48	6.98	0.00	0.93	2.25	9.10	3.77	0.88	23.92
49	7.07	0.00	0.42	2.43	9.53	1.13	0.78	21.37
50	1.05	0.00	0.77	1.92	29.87	0.45	1.10	35.15
51	10.07	0.00	0.90	0.53	5.70	0.78	0.88	18.87
52	6.83	0.00	0.60	2.37	36.38	0.83	0.30	47.32
53	5.83	0.00	0.30	2.72	14.38	2.85	0.93	27.02

54	8.95	0.38	1.25	2.62	8.65	4.45	0.90	27.20
55	7.23	0.00	1.08	1.62	11.43	3.93	0.82	26.12
56	8.42	0.00	0.48	1.47	14.30	2.33	1.17	28.17
57	6.37	4.45	1.08	1.22	9.52	2.42	0.87	25.92
58	7.45	0.00	1.22	0.70	9.85	0.55	0.77	20.53
59	6.70	0.00	0.80	2.17	8.95	1.43	0.75	20.80
60	5.08	7.82	1.28	2.42	32.47	0.93	0.93	50.93
61	8.15	0.75	1.13	2.62	33.42	0.88	1.75	48.70
62	13.65	12.22	1.00	1.38	8.72	10.30	0.78	48.05
63	11.07	2.80	0.90	1.23	9.25	7.12	0.78	33.15
64	6.03	0.00	0.98	2.90	7.83	3.03	0.87	21.65
65	9.02	2.58	1.55	3.40	10.13	2.30	0.82	29.80
66	4.10	4.70	1.35	3.42	8.92	2.22	0.93	25.63
67	9.20	0.00	0.50	3.27	9.78	4.55	0.73	28.03
68	6.43	0.23	1.73	1.55	11.97	0.45	0.85	23.22
69	7.45	0.00	0.67	1.63	12.05	5.07	0.92	27.78
70	14.37	0.00	1.45	1.42	10.27	1.05	0.85	29.40
<b>TP</b>	<b>7.82</b>	<b>1.21</b>	<b>1.03</b>	<b>2.10</b>	<b>17.79</b>	<b>2.30</b>	<b>0.94</b>	<b>33.19</b>

CONTROL DE TIEMPO DE ACARREO DEL TAJO FERROBAMBA HASTA EL CHANCADOR PRIMARIO - OPERADOR TAFUR GARATE RENZO DAVID								
CANT.	VIAJE VACIO	COLA EN PALA	CUADRADO EN PALA	CARGUIO	VIAJE EN LLENO	COLA + CUADRADO EN LA DESCARGA	DESCARGANDO	CICLO TOTAL
1	4.92	0.00	0.93	1.10	20.58	1.42	0.87	29.82
2	13.15	6.18	1.32	3.35	21.05	1.93	1.02	48.00
3	12.30	0.00	1.08	1.50	21.62	1.30	1.15	38.95
4	10.30	2.35	1.62	1.15	21.08	0.53	0.78	37.82
5	3.02	0.00	1.98	2.23	21.33	3.00	1.35	32.92
6	4.57	1.02	2.05	1.18	21.18	0.35	1.08	31.43
7	13.25	1.68	0.88	3.13	19.35	1.88	1.23	41.42
8	4.18	0.45	1.20	1.15	22.18	1.58	1.03	31.78
9	10.52	4.37	0.80	0.95	23.25	0.68	1.40	41.97
10	12.00	0.28	0.75	1.03	21.83	0.35	0.97	37.22
11	13.77	0.00	1.22	0.45	20.65	0.65	1.27	38.00
12	3.40	3.30	0.68	1.23	22.60	0.70	1.10	33.02
13	14.08	0.18	1.05	0.92	20.42	3.18	1.05	40.88
14	11.22	1.52	1.20	2.17	19.57	5.20	1.25	42.12
15	11.30	4.20	1.97	2.13	19.85	2.47	0.95	42.87
16	14.52	0.00	0.98	2.22	23.87	4.83	1.32	47.73
17	11.45	0.00	8.02	3.53	24.97	1.30	1.17	50.43
18	12.45	0.00	1.28	2.12	24.07	1.27	1.03	42.22
19	0.87	0.00	0.37	4.15	1.30	1.05	1.30	9.03
20	5.60	0.00	0.48	4.38	43.38	0.50	0.93	55.28
21	4.93	0.00	1.45	2.10	22.95	0.28	0.97	32.68
22	9.63	0.00	0.57	2.68	24.05	1.45	1.22	39.60
23	14.22	0.00	1.43	1.53	20.17	0.57	1.20	39.12
24	8.10	1.03	1.62	1.05	7.37	1.27	0.77	21.20



25	11.68	0.00	0.42	1.50	11.17	0.08	0.78	25.63
26	14.42	1.40	1.15	1.33	22.47	1.97	0.90	43.63
27	5.48	5.40	0.82	0.90	22.92	0.63	0.97	37.12
28	9.92	1.25	1.58	1.63	20.70	2.28	0.93	38.30
29	6.53	0.00	1.47	1.35	23.02	1.23	0.97	34.57
30	6.68	0.32	2.72	1.63	23.70	1.93	0.97	37.95
31	5.95	2.18	1.02	1.33	25.55	5.30	1.43	42.77
32	12.98	0.00	0.53	2.58	22.08	0.70	1.25	40.13
33	14.72	2.43	1.02	1.02	16.23	0.45	1.17	37.03
34	13.93	1.93	1.35	1.48	19.27	1.07	0.90	39.93
35	3.85	0.00	0.90	1.52	22.32	2.82	1.22	32.62
36	13.88	0.42	1.45	1.22	19.72	2.05	0.98	39.72
37	8.33	0.00	0.38	2.92	22.40	0.93	0.95	35.92
38	14.68	0.00	0.45	2.88	22.90	1.72	1.30	43.93
39	0.02	0.00	0.27	4.28	9.73	1.43	0.75	16.48
40	8.22	0.00	0.53	3.55	10.30	4.27	0.82	27.68
41	6.35	0.62	1.82	4.37	15.32	4.17	1.00	33.63
42	5.72	0.83	1.57	3.18	9.33	0.78	0.80	22.22
43	9.13	0.00	0.85	4.22	10.37	2.58	0.98	28.13
44	7.97	0.00	0.70	3.62	9.82	2.68	0.83	25.62
45	5.43	2.82	1.38	2.17	8.35	7.58	0.85	28.58
46	10.30	0.00	0.90	2.37	11.47	7.97	0.90	33.90
47	6.92	1.72	1.37	2.08	9.50	1.90	0.83	24.32
48	6.08	0.00	0.77	1.82	9.05	2.32	0.78	20.82
49	9.85	0.78	0.95	1.10	27.72	0.50	11.97	52.87
50	4.93	0.00	0.43	1.07	10.52	0.10	0.85	17.90
51	14.27	0.00	1.25	1.25	5.05	2.45	0.87	25.13
52	5.07	3.22	1.17	2.67	7.88	0.98	0.90	21.88
53	13.83	0.00	1.03	3.13	9.62	1.33	0.92	29.87

54	8.33	0.00	1.18	0.67	11.50	13.13	0.87	35.68
55	14.50	0.00	0.47	1.23	10.87	2.40	0.90	30.37
56	13.73	0.00	1.58	0.97	9.17	1.23	0.80	27.48
57	9.80	1.58	1.15	1.08	11.55	1.78	1.00	27.95
58	8.77	0.00	0.57	1.17	11.68	0.23	0.88	23.30
59	5.40	0.00	0.62	2.20	8.97	0.12	0.93	18.23
60	8.42	0.72	1.32	2.48	12.45	0.70	0.93	27.02
61	13.22	5.10	1.38	2.20	28.72	0.27	0.98	51.87
62	7.03	1.08	1.65	1.05	10.18	9.43	0.82	31.25
63	5.80	2.55	1.52	1.45	9.90	1.55	0.92	23.68
64	6.38	0.00	1.62	3.95	9.85	3.37	0.80	25.97
65	8.75	0.00	1.22	4.50	10.18	0.35	0.88	25.88
66	8.17	2.32	1.93	3.07	10.72	2.65	0.83	29.68
67	7.05	2.43	3.17	3.23	9.38	7.15	0.80	33.22
68	6.68	0.00	2.07	1.12	10.68	2.57	0.78	23.90
69	5.90	0.43	1.10	1.40	8.03	1.60	0.75	19.22
70	6.47	0.00	1.50	0.05	9.67	3.90	0.87	22.45
<b>T.P.</b>	<b>8.93</b>	<b>0.97</b>	<b>1.27</b>	<b>2.05</b>	<b>16.58</b>	<b>2.21</b>	<b>1.14</b>	<b>33.16</b>