

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE MANTENIMIENTO DE VÍAS PARA OPTIMIZACIÓN DE LA FLOTA DE ACARREO EN MINERA LA ZANJA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Michael Diego Ruiz Diaz

Fernando Manuel Sandoval Rojas

Asesores:

Ms. Wilson Carlos Gomez Hurtado

<https://orcid.org/0000-0002-7259-7817>

Dra. Flor Alicia Calvanapón Alva

<https://orcid.org/0000-0003-2721-2698>

Dra. Nancy Isela López Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0003-2145-4098>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Eduardo Manuel Noriega Vidal	43236142
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Jorge Omar Gonzales Torres	43703713
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Gladys Sandi Licapa Rodolfo	41379556
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación los dedico a mis padres Juan e Ysabel, porque ellos estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona. A mis hermanos Anderson, Deyvis y kiara por sus palabras y constante apoyo.

A mi gran amigo y mentor Ivan Madalangoytia, por los buenos consejos y ser una de las personas para la realización de esta tesis.

A mis mejores amigas Cristina Mujica y Tatiana Zelada, por el apoyo incondicional y el haber estado en los malos y buenos momentos de mi vida.

Michael Diego Ruiz Diaz

DEDICATORIA

A mi esposa por apoyarme siempre en las decisiones que he tomado y por darme la alegría de tener tres hijos por quien de luchar con más ganas para llegar a ser un profesional.

A mis compañeros de trabajo, con quienes comparto la mayor parte de mi tiempo, por ser un equipo humano excepcional de quienes he aprendido y aprecio mucho su respaldo.

Fernando Manuel Sandoval Rojas.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por cuidarme y haberme guiado por el buen camino, por darme las fuerzas de seguir adelante, seguir aprendiendo cada día, para ser una mejor persona y un buen profesional.

A la Universidad Privada del Norte por permitirme estudiar en sus aulas y formarme como profesional, a los docentes de la Facultad de Ingeniería por impartir sus enseñanzas para poder aplicarlas en el campo laboral. A mis asesores, por el constante apoyo y guía durante la realización de esta tesis. Como también a mis compañeros de carrera por el apoyo y consejos durante estos años de aprendizaje.

A mis mejores e incondicionales amigas Cristina Mujica y Tatiana Zelada por sus sabias palabras para poder culminar mi carrera.

A mis amigos los ingenieros Ivan Madalangoytia, Juan Pari, Juan Chiquez y Jacobo Minchola por compartir su apoyo intelectual y orientación brindada para la elaboración de esta tesis.

A mis abuelos, tíos y primos quien estuvieron en cada momento apoyándome y alentándome.

Asimismo, a mis amigos de mi barrio Ivan, Elvis, Jimmy, Paco, Ebert, Miguel y el señor Jorge, por los buenos consejos de poder seguir adelante y terminar lo que empecé.

Michael Diego Ruiz Diaz.

AGRADECIMIENTO

A Dios que siempre está guiando mis pasos y me da fuerza en los momentos difíciles, me brinda sabiduría y la dicha de ser padre, esposo, hijo y hermano.

A mis padres, quienes han luchado por mí y por mis hermanos toda su vida, gracias a quien soy la persona que soy. Mi gran ejemplo de lucha y coraje, a pesar de las circunstancias.

Fernando Manuel Sandoval Rojas.

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
AGRADECIMIENTO	6
TABLA DE CONTENIDO	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	64
REFERENCIAS	74
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Observaciones – Tramos 1 al 4 y Puente el Cedro</i>	42
Tabla 2 <i>Estándares de Las Operaciones Mineras a Cielo Abierto</i>	44
Tabla 3 <i>Rutas de Acarreo del Mineral y Desmonte de Minera La Zanja</i>	45
Tabla 4 <i>Leyenda del Plan de Lastrado de Vías</i>	46
Tabla 5 <i>Especificaciones y Cálculo de Volumen Para el Lastrado de las Vías</i>	46
Tabla 6 <i>Especificaciones de los Tramos</i>	47
Tabla 7 <i>Tiempo de Ejecución Para el Mantenimiento del Lastrado de Vías</i>	47
Tabla 8 <i>Sección Típica de las Vías de Acarreo</i>	48
Tabla 9 <i>Requerimiento y Tarifa de Equipos</i>	51
Tabla 10 <i>Requerimiento y Tarifa de Personal</i>	51
Tabla 11 <i>Cronograma de Avance Semanal de Lastrado</i>	54
Tabla 12 <i>Cronograma General de Actividades del Plan de Lastrado</i>	54
Tabla 13 <i>Productividad BCM/hr</i>	60
Tabla 14 <i>Calculo de Productividad de la Flota de Acarreo</i>	60
Tabla 15 <i>Costo Unitario \$/BCM</i>	61
Tabla 16 <i>US\$/mes Generado por la Flota de Acarreo</i>	61
Tabla 17 <i>Variación US\$/BCM-km Generada por la Flota de Acarreo</i>	62
Tabla 18 <i>Comparación Promedio del Consumo del Combustible en Gal/hr</i>	63
Tabla 19 <i>Comparación del Costo de Combustible en (US\$/mes)</i>	63
Tabla 20 <i>Matriz de Consistencia</i>	87
Tabla 21 <i>Matriz de Operacionalización</i>	88
Tabla 22 <i>Cronograma del Plan de Lastrado de las Vías de Acarreo</i>	95
Tabla 23 <i>Ciclo de Acarreo de Desmonte - Vías en Mal Estado</i>	96
Tabla 24 <i>Ciclo de Acarreo de Desmonte – Vías en Buen Estado</i>	100
Tabla 25 <i>Ciclo de Acarreo de Mineral – Vías en Mal Estado</i>	104
Tabla 26 <i>Ciclo de Acarreo de Mineral – Vías en Buen Estado</i>	108
Tabla 27 <i>Promedios del Consumo de Combustible – Vías en Mal Estado</i>	113
Tabla 28 <i>Promedios del Consumo de Combustible – Vías en Buen Estado</i>	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diseño de Investigación</i>	34
Figura 2 <i>Registro de Precipitaciones Mensuales Acumuladas</i>	38
Figura 3 <i>Ruta de Acarreo - Tramo Acceso Tajo Pampa Verde</i>	39
Figura 4 <i>Ruta de Acarreo – PAD de Lixiviación</i>	39
Figura 5 <i>Vías de Acarreo - Tramos 1 y 2</i>	40
Figura 6 <i>Vías de Acarreo – Tramos 3 y 4</i>	41
Figura 7 <i>Vías de Acarreo – Tramo Puente el Cedro</i>	41
Figura 8 <i>Esquema del Procedimiento del Plan Estratégico Para el Mantenimiento de Vías</i>	43
Figura 9 <i>Sección Típica de la Vía de Acarreo</i>	48
Figura 10 <i>Sección Típica del Peralte en Curvas</i>	49
Figura 11 <i>Sección Típica del Radio de Curvatura y Sobreancho</i>	49
Figura 12 <i>Sección Típica de las Pendientes</i>	50
Figura 13 <i>Sección Típica de Lastrado de Vía</i>	50
Figura 14 <i>Polígonos – Material Lastre (No Generador de Aguas Acidas)</i>	52
Figura 15 <i>Secuencia Operativa del Plan de Lastrado</i>	53
Figura 16 <i>Comparación de Datos del Ciclo de Desmonte</i>	55
Figura 17 <i>Comparación Promedio del Tiempo de Acarreo de Desmonte</i>	55
Figura 18 <i>Comparación Promedio del Ciclo de Acarreo de Desmonte</i>	56
Figura 19 <i>Comparación de Velocidades del Ciclo de Desmonte</i>	57
Figura 20 <i>Comparación de Datos del Ciclo de Acarreo de Mineral</i>	57
Figura 21 <i>Comparación de Promedio del Tiempo de Acarreo de Mineral Pampa Verde – Pad</i>	58
Figura 22 <i>Comparación de Promedio del Ciclo de Acarreo de Mineral Pampa Verde - Pad</i>	59
Figura 23 <i>Comparación de Velocidades del Acarreo de Mineral Pampa Verde - Pad</i>	59
Figura 24 <i>Cargador Frontal</i>	81
Figura 25 <i>Rodillo Vibrador</i>	81
Figura 26 <i>Motoniveladora</i>	82

Figura 27 <i>Excavadora</i>	82
Figura 28 <i>Retroexcavadora</i>	83
Figura 29 <i>Camión Cisterna de Agua</i>	83
Figura 30 <i>Buldócer o Tractor de Oruga</i>	84
Figura 31 <i>Volquete</i>	84
Figura 32 <i>Sección Transversal de la Vía de Acarreo con Sección “Lomo de Corvina” o Crown</i>	85
Figura 33 <i>Sección Transversal de la Vía de Acarreo Pendiente a un Lado o Súper</i>	85
Figura 34 <i>Ciclo de la Flota de Acarreo</i>	86
Figura 35 <i>Vista General – Instalaciones de Minera la Zanja</i>	90
Figura 36 <i>Distancia del Recorrido Hacia la Unidad Minera la Zanja</i>	91
Figura 37 <i>Plano General del Haul Road Pampa Verde</i>	93
Figura 38 <i>Tramos Para el Plan de Mantenimiento de Vías</i>	94
Figura 39 <i>Mantenimiento de Vías</i>	118
Figura 40 <i>Mantenimiento de Vías</i>	118
Figura 41 <i>Mantenimiento de Vías</i>	119
Figura 42 <i>Mantenimiento de Vías</i>	119
Figura 43 <i>Mantenimiento de Vías</i>	120
Figura 44 <i>Mantenimiento de Vías</i>	120
Figura 45 <i>Mantenimiento de Vías</i>	121
Figura 46 <i>Mantenimiento de vías</i>	121

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo implementar un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería para la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022. El enfoque de la investigación fue cuantitativo y de diseño preexperimental, en donde se realizaron 2 mediciones (antes y después de la implementación), se tuvo como muestra las vías de acarreo del Proyecto La Zanja y se empleó como técnica el análisis de datos. Se concluye que, es preciso diseñar e implementar un plan estratégico para el mantenimiento de vías durante la temporada seca, esto ayudará a tener una vía en buenas condiciones, incrementando los rendimientos de los equipos de acarreo; asimismo, incrementando en un 13.35% los US\$/BCM-km y la disminución en los promedios del consumo del combustible en un 0,52 gal/hr.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento de vías, vías de acarreo, optimización de acarreo en minería, diseño de vías de acarreo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El sistema de vías de acarreo es el sustento de una mina a cielo abierto y se usa para mantener la productividad en un nivel excelente; por ello, todas las vías deben estar en óptimas condiciones. El mantenimiento constante de las vías de acarreo garantiza que el deterioro de las vías esté controlado y así se mantengan en perfectas condiciones (Hurtado, 2019). Con el tiempo, las vías se deterioran por el tránsito diario de equipos pesados y livianos. No obstante, las carreteras bien elaboradas son menos propensas a tener daños, inclusive se requiere mantenimiento para aumentar la seguridad, minimizar el mantenimiento de los equipos, disminuir el consumo de combustible y aumentar la duración de los neumáticos (Haul road maintenance, s/f). De la misma forma, las consecuencias climáticas, propias de la geografía de la zona, dañan de manera significativa las vías de acarreo, desgastándolas y convirtiéndolas en intransitables para los vehículos de alto tonelaje. Es entonces, que se detiene la velocidad y por consecuencia la producción que se visibiliza en las metas planificadas, generando aumento en los costos. (Tejada & Quispe, 2018).

Diseñar caminos de acarreo es complicado para la antigüedad de éste en una mina como activo. Este camino junto con los camiones de acarreo deben tener un diseño específico, estos requisitos se deben gestionar a partir de la operación, rutina y mantenimiento en un período establecido, con el fin de evitar que un activo de producción se convierta en un pasivo operativo (Troy, 2022). La adecuada construcción y mantenimiento de una vía de acarreo asegura mayor productividad y genera sostenibilidad para los equipos de acarreo. Hoy en día, los gastos de acarreo por camión pueden significar

hasta el 50% de costos operativos en la minería superficial. Por esta razón, los costos incrementan aceleradamente (Watson, 2022).

Ahora bien, el Perú es un país de antigua tradición minera, tradición que se mantiene y cultiva gracias a la presencia de empresas líderes a nivel internacional. Se cuenta con un enorme potencial geológico, en donde la presencia de la Cordillera de los Andes a lo largo del territorio constituye la principal fuente de recursos minerales (Robles & Foladori, 2019). Pero, en toda operación minera existen problemas que afectan la productividad y rendimiento de los equipos de acarreo, y en este caso, una de las principales fallas de impacto negativo son las vías, pues presentan problemas en su diseño, elaboración y mantenimiento.

Esta problemática se presenta en el Proyecto La Zanja, el cual está ubicado en el caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba, a 107 Km del departamento de Cajamarca. El área del proyecto comprende las zonas altas de este distrito, a una altitud que varía entre los 2800 m y 3811 m y la zona limítrofe con los distritos de Catache (de la misma provincia de Santa Cruz) y Calquis y Tongod (provincia de San Miguel de Pallaques) (Pari, 2018). El rendimiento de la flota de acarreo ha generado la baja productividad de los planes diarios, semanales y mensuales, debido al mal estado de sus vías de acarreo.

En los últimos años, en la operación de la unidad minera La Zanja se ha observado una disminución de los rendimientos de la flota de acarreo, aumento en los costos de producción (mantenimiento de equipos, consumo de combustible, desgaste de neumáticos, etc.), e incrementos en los índices de accidentabilidad asociada al acarreo de materiales. Estos impactos se han generado por falta de un plan estratégico para el cuidado y mantenimiento de las vías de acarreo.

Entre las principales causas que generan el deterioro en las vías de acarreo se puede mencionar: condiciones climatológicas adversas propias de la ubicación geográfica de la unidad minera, el tipo de material de suelo preexistente y la falta de un plan estratégico para el mantenimiento de sus vías de acarreo. En esa línea, es preciso tener en cuenta que la Unidad Minera la Zanja tiene una de las vías de acarreo más largas del Perú y sus curvas son muy cerradas, por lo tanto, deberían cumplir con los estándares y consideraciones planteados por el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

En cuanto al contexto de los estudios sobre el tema de tesis, se analizan algunas investigaciones que permiten contextualizar el tema, el método y la intervención con un estudio preexperimental. En esa línea, Morocco (2019) desarrolla su investigación enfocada en optimizar la operación unitaria de estándares de diseño de vías en la Unidad Minera Corihuarmi para reducir los costos e incrementar la efectividad del proceso de transporte de material. La metodología usada es de diseño experimental, alcance descriptivo-analítico y con enfoque cuantitativo, se empleó como técnica de investigación la observación sistemática y el seguimiento de velocidades. Arribó a la conclusión de que, la aplicación de estándares de diseño de vías de acarreo influye positivamente en la optimización de la operación unitaria de acarreo, pues se logró reducir el ciclo de acarreo de mineral y de desmonte, lo que derivó en la reducción del dimensionamiento de volquetes. Igualmente, se logró aumentar la velocidad, para casos de recorrido de mineral y de desmonte, con carga y de retorno vacío.

Asimismo, Hurtado (2019) en su tesis tuvo como objetivo mejorar la productividad en la Unidad Minera las Bambas teniendo como principal criterio el mantenimiento de las vías de acarreo. Se utilizó una investigación de tipo cuantitativa, de nivel descriptiva-

analítica, en donde se aplicaron como técnicas bases de datos, sistemas de monitoreo y softwares. Concluyó que, el mantenimiento de las vías de acarreo se encuentra relacionadas directamente con la productividad, pues al ver el incremento de material movido del tajo Ferrobamba, pese a que se presentan mayores longitudes de acarreo producto de la profundización del Pit, ejecutando una comparación de la productividad entre los años 2018 y 2019, se tiene un incremento de 4,19 % en toneladas movidas y en cuanto al rendimiento de los neumáticos se obtuvo un 5,96% en el mismo período. Posterior al análisis, se puede mencionar que no resulta conveniente reducir los periodos de mantenimiento, determinándose dos criterios de mantenimiento (Rutinario o preventivo y correctivo), por lo que se hace necesario el mantenimiento preventivo casi diario y prácticamente imperceptible para la operación, en vista que, no genera demoras significativas, con ello, se puede incrementar la durabilidad de la carpeta de rodadura, que deberá ir entre 25 a 30 centímetros de espesor con una granulometría de 3" de diámetro.

Por su parte, Bazán y De la Rosa (2021) en su estudio cuyo propósito fue establecer el diseño y mantenimiento de las vías de acceso minero para la transitabilidad de maquinaria pesada, encaminadas a contrarrestar las consecuencias dañinas de los fenómenos naturales y del tránsito de maquinaria pesada sobre las vías, con la finalidad de optimizar la seguridad de operación vehicular. La investigación fue de tipo aplicada, diseño no experimental-descriptivo, en donde se empleó la técnica de la observación directa. Llegaron a la conclusión de que, al determinar los parámetros del diseño geométrico de la vía de acceso minera, se pudo identificar los principales requisitos para una correcta construcción de vías de acceso, siguiendo los pasos mencionados. Asimismo, describieron los parámetros del diseño estructural de la vía de acceso minero en base al método del CBR, en el cual se indica un

cierto grado de compactación para cierto tipo de camino dentro de la mina, de tal forma se logrará una cierta dureza de la vía antes de la aplicación de otra capa requerida de acuerdo con el manual del diseño. Finalmente, se establecieron las mezclas óptimas para la elaboración de la capa de rodadura de la vía del acceso minero para garantizar su adecuado comportamiento del tránsito de maquinaria pesada, teniendo en cuenta sus características que deben estar implicadas dentro del Huso Granulométrico después de las pruebas en laboratorio realizadas. De tal forma que, se llegue a la obtención de un material adecuado para la construcción de la vía.

De igual modo, Maraví (2019) en su tesis encaminada a determinar la dosificación de geomateriales con capacidad para optimizar de modo funcional las vías de acarreo incrementando la velocidad promedio de los camiones con carga minera y mayor producción de mineral. La metodología de tipo experimental-descriptiva, empleándose instrumentos como el análisis granulométrico, densidad óptima y colapsabilidad. Obtuvo como resultados que, la sección de prueba con mejor dosificación ayudó a disminuir el número de mantenimiento en el tiempo de estudio. Así, el tramo con tratamiento disminuye de 5 a 3 veces el número de mantenimientos requeridos respecto al tramo sin tratar; lo cual es sinónimo de ahorro en mantenimiento hasta 40%. Por último, la mejor dosificación ayudó a incrementar la velocidad promedio del paso de los camiones con carga en 3,21 km/h respecto a la vía sin tratamiento, lo cual mejora la producción de la minera Rafael S.A.C.

Así también, Douglas (2021) en su artículo científico, tuvo como objetivo detectar los defectos en caminos de acarreo de minería. Llega a la conclusión de que, los caminos de acarreo de la mina se degradan rápidamente debido a cargas extremadamente pesadas en condiciones subóptimas. De esta forma, la detección de defectos es consistente con la teoría

aceptada sobre la tasa de degradación de la carretera y puede identificar cambios en las condiciones diarias. Asimismo, identificó un lugar como sometido a mantenimiento correctivo que era innecesario, mostrando la necesidad de carretera automática detección de defectos para mejorar el despacho del personal de mantenimiento; este método indica la condición relativa del camino y es inmediatamente aplicable a la toma de decisiones de mantenimiento, pero una vez validados con métodos geofísicos, los valores de umbral se pueden establecer para informar mejores decisiones de mantenimiento.

Por otro lado, Usca (2021) en su estudio conducente a analizar el aditivo H 14, con la finalidad de mejorar el acarreo y lograr una reducción de los costos en la Unidad Minera Apumayo. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo, en donde se emplearon como técnicas: la observación directa, el análisis estadístico y el análisis descriptivo. Concluye que, al analizar el aditivo H14, se logró mejorar el acarreo, se redujo el ciclo de acarreo del mineral de 0,51 horas, a 0,47 horas, en el acarreo de estéril también se logró reducir el ciclo de 0,32 horas a 0,29 horas. Con la aplicación del aditivo emulsión H14 se logró un beneficio neto de 50,300 soles en comparación con el mantenimiento de vías sin la aplicación del aditivo emulsión H14. Además, se redujo el consumo de agua de 3 cisternas por ciclo a una sola cisterna con la aplicación del aditivo H14, con un ahorro mensual de 30,000 soles por consumo de agua. Y finalmente, se mitigó y controló el polvo con la supresión de polvo con una efectividad de 71,28 % en partículas de polvo con un diámetro de 10 micras (PM-10) y del 69,52% en partículas de polvo con un diámetro de 2,5 micras (PM-2.5).

Finalmente, Peralta y Vargas (2019) en su investigación, cuyo objetivo fue realizar una propuesta de diseño de mantenimiento productivo total, con la finalidad de incrementar

la productividad del carguío y acarreo de la empresa Gold Global Mining S.A.C., Apurímac. La metodología fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y alcance correlacional, usando técnicas como la observación, análisis documental y estudio de campo. Obtuvo como conclusión que, actualmente los equipos de acarreo se encuentran en mal funcionamiento, de acuerdo con el diagnóstico actual se evidencia que la disponibilidad de la pala es 82%, el rendimiento es 80% y el OEE es 63%, y para los camiones mineros la disponibilidad actual es 78%, el rendimiento es 80% y el OEE es 59%. En ambos casos, la eficiencia global del equipo es inaceptable, generando importantes pérdidas económicas y baja competitividad. Asimismo, la pala tiene como criticidad 254 y el camión minero 258, ambos equipos se encuentran en estado crítico y necesitan ser mejorados. De esta manera, la mejora obtenida al implementar la metodología TPM en las palas, es que se ha mejorado en un 11% su disponibilidad, el rendimiento incrementó en un 14%, el OEE incrementó en un 19% y finalmente la criticidad del equipo ha disminuido se ha reducido de 254 a 60, y para los camiones mineros, se han mejorado en un 15% su disponibilidad, el rendimiento incrementó en un 14%, el OEE incrementó en un 24% y finalmente, la criticidad del equipo ha disminuido se ha reducido de 258 a 62.

En razón a lo expuesto, puede señalarse que, el considerar dentro de la propuesta operativa el plan de mantenimiento de vías, se asegurará un incremento de los rendimientos de la flota de acarreo, una disminución de los costos operativos, así como la eliminación de condiciones sub-estándares de acarreo.

Ahora bien, la unidad minera la Zanja S.R.L, encargada de la explotación de oro y como subproducto la plata, cuenta con dos Tajos Pampa Verde y San Pedro Sur, las cuales fueron ejecutadas por la empresa contratista San Martin Contratistas Generales S.A., y

estuvo encargada del carguío, acarreo, perforación, voladura y servicios auxiliares. La explotación en esta unidad se desarrolla mediante el método de tajo abierto, el acarreo se realiza con volquetes Volvo de 20 m³, el carguío con excavadoras Cat 374 de 4,5 m³, la perforación con perforadoras DM45 y equipos auxiliares para el mantenimiento de vías, la producción diaria de minado se realiza de manera intensiva teniendo un Stripping ratio relación estéril mineral de 3:1 (Pari, 2018).

Por otro lado, Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. (ICCGSA), se encargan de implementar la carretera San Pedro Sur a Pampa Verde de 6 km para la explotación de los yacimientos auríferos Pampa Verde, San Pedro Sur y San Pedro Norte de Compañía Minera La Zanja en el periodo 2012 – 2013. De esta manera, el estudio y generación de un plan estratégico que asegure una capa de rodadura en óptimas condiciones e incluyan los diseños de todos los componentes propios de un acceso de alta transitabilidad (peraltes, pendientes, cunetas, curvaturas, etc.) y que además se considere el planteamiento del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; permitirán asegurar los resultados de la operación minera en cuanto a los rendimientos de la flota de acarreo.

La falta de un plan estratégico de mantenimiento de vías generaría pérdidas en la operación. En ese contexto, para el desarrollo del estudio, se ha tomado en cuenta la información pertinente como fundamento teórico. El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas propias de una zona. Los elementos del clima incluyen aspectos como la temperatura, las precipitaciones, la humedad y el viento. Se puede hablar, por ejemplo, de 'clima tropical' y de 'clima ecuatorial'. En este sentido, se asocia a otras palabras como 'atmósfera' y 'tiempo atmosférico' (Significados, 2017).

Cubas (2018) por su parte, señala que la precipitación es “toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo. Se manifiesta como lluvia, granizo, garúa, nieve” (p. 2). Mientras que, Brendel et al. (2017) indican que, “es uno de los componentes climáticos de enorme relevancia para el ser humano pues no solo incide en la configuración de medio natural sino; además, condiciona las actividades humanas” (p. 9).

En ese orden de ideas, Thompson (2012, citado por Hurtado, 2019) señala que, “todo toma tiempo, construir o mantener un buen camino toma tiempo, pero también lo es para un mal camino. Lo que hace la diferencia es como el tiempo es utilizado, ¿está haciendo las cosas correctas?” (p. 116). Asimismo, haciendo referencia a los recursos para el mantenimiento de vías, indica que, “un camino es construido o mantenido de acuerdo con un diseño, el cual constituye la base de recomendaciones de construcción (qué se debe hacer), y especificaciones del método (cómo se debe hacer). También necesita los recursos para intervenir un camino” (Thompson, 2012, citado en Hurtado, 2019, p. 116).

Así pues, las personas “deben de planear y hacer su trabajo, además tener la habilidad de evaluar qué es lo que han hecho, preguntándose ¿si se encuentran haciendo lo correcto?” (Thompson, 2012, citado en Hurtado, 2019 p. 116). Mientras que, los equipos “hacen su trabajo; un equipo equivocado, tal vez parece que realiza su trabajo, pero no; los equipos toman demasiado tiempo, o no hacen el trabajo de acuerdo con las especificaciones” (Thompson, 2012 citado en Hurtado, 2019, p. 116). Por otro lado, “los materiales forman el camino; materiales incorrectos pueden parecer satisfactorios, pero cuando el camino es construido y usado, se observarán materiales inapropiados. Es posible seleccionar materiales para la construcción, pero no puede seleccionarse fácilmente in-situ sobre el camino a construir” (Thompson, 2012, citado en Hurtado, 2019, pp. 116-117).

En relación con los equipos auxiliares utilizados para el mantenimiento de vías de acarreo, se tienen los siguientes: Cargador frontal, que “tiene como función básica abastecer materiales a los camiones mineros. Para determinar el cargador frontal ideal para el cumplimiento de esa tarea, deben tomarse en cuenta tres variables: capacidad de la cuchara o cucharón, potencia, y peso de operación” (Rumbo Minero, 2015). Es preciso tener en consideración que, estos equipos tienen una estructura robusta, una vida útil prolongada, mejoras continuas para el facilitamiento de las operaciones, comodidad, seguridad del operador y tecnología para la evaluación de la salud de la máquina, sistemas que permiten la elevación de la eficiencia en el consumo de combustible. Asimismo, estos equipos poseen una estructura robusta, una vida útil prolongada, continuas mejoras para facilitar la operación, comodidad y seguridad del operador, así como tecnologías para evaluar la salud de la máquina y sistemas que permiten elevar la eficiencia en el consumo de combustible (Robles & Foladori, 2019).

También, el rodillo vibrador, que ayuda en la compactación de las capas conformada por materiales compuesto de grava, relleno, en la subbase, la base y en la superficie de rodamiento; la motoniveladora, que es una máquina automotriz con tren de rodaje de ruedas neumáticas y provistas de una cuchilla larga, que se usada durante la construcción y mantenimiento de vías; la excavadora, es una máquina de movimiento de tierras que trabaja en estación; su chasis portante sirve únicamente para los desplazamientos. Sin embargo, en la construcción o mantenimiento de vías se usa principalmente para el llenado de volquetes y perfilado de taludes (Urrunaga, 2017).

A su vez, la retroexcavadora, es una máquina empleada para ejecutar excavaciones en diversos tipos de terrenos. A rasgos generales, esta desempeña su labor enterrando una

pala con la cual extrae la tierra o materiales depositados en el suelo. Posteriormente, los arrastra y lo deposita en su interior, para poder despejar la zona de construcción (Suárez, 2019); el camión cisterna de agua, “es un equipo indispensable, especialmente durante el mantenimiento de vías; debe contar con barra aspersora para aplicar agua sobre el material suelto que ha sido compactado para llevar el material hasta lo que se conoce como Contenido Optimo de Humedad” (Urrunaga, 2017, p. 29).

De igual forma, los buldócer o tractor de cadena, que son máquinas provistas de un tren de rodaje formado por dos cadenas gemelas de apoyo sobre el suelo, propulsadas por un motor mediante un sistema de transmisión. Se utiliza esencialmente para nivelar y dar forma a la capa in-situ y seleccionar roca estéril quebrada o fragmentada que servirá de base. De esta manera, las capas de material in-situ y el buldócer idealmente necesitarán un sistema CAES o similar para empujar el material en la base del camino o el material in-situ para obtener el perfil requerido (Urrunaga, 2017).

Finalmente, el camión volquete, que es un equipo usado en la construcción, diseño para el movimiento de tierras y acarreo de material en general, consta de una tolva para su descarga, la cual ejecuta la acción por gravedad o de modo hidráulico. Estos camiones se encuentran en capacidad de ejecutar de forma eficiente el transporte de los materiales, ya sea arena, grava o roca, pues su diseño consiste en un camión con remolque con un marco articulado y un componente trasero para la descarga (Perú construye, 2017).

En cuanto al mantenimiento de vías implica desarrollar diversas acciones para preparar un terreno, según características técnicas que facilite el tránsito de vehículos con velocidades determinadas, considerando la seguridad y la economía. (Saldaña y Taipe, 2018). Según Thompson (2009) “el mantenimiento identifica la frecuencia óptima para cada

sección de la red de caminos de transporte, por lo tanto, debe ser planeado, programado y priorizado para lograr un rendimiento oportuno y un costo total mínimo en la red de caminos” (p. 6).

Dentro del mantenimiento de vías está incluida la ejecución de tareas como: la construcción de cunetas, sangrías y gibas, que permite tener las vías en buenas condiciones de trabajo en presencia de precipitaciones moderadas a fuertes. La conformación de cunetas y gibas en las vías de acarreo se realizan de acuerdo a un diseño pre establecido de vía de acarreo y sección típica de la vía, siguiendo criterios y teniendo en cuenta dimensiones específicas. Las sangrías son de naturaleza operativa, surgen de la necesidad de tomar acciones preventivas cuando exista presencia de precipitaciones fuertes y el agua producto de ellas no canaliza o ingresa a las cunetas (Marinovich, 2016).

Según Saldaña y Taipe (2018) las sangrías representan el complemento de toda cuneta, pues se define como una pequeña cañería de modo transversal a la vía, conectadas a la cuneta, lo que quiere decir que en vez de que la corriente de agua pase por toda la vía para llegar a la cuneta, el agua llegará más fácil a su destino con ayuda de las sangrías y sin dañar las vías de acarreo. En esa línea, las cunetas representan canales pequeños de modo trapecoidal construidos en un solo lado de la vía o en ambos, con el objetivo de conducir el agua de la calzada y otro tipo de aguas de escorrentía, por los taludes u otras zonas adyacentes. Mientras que, las gibas representan desniveles o elevaciones de seguridad vial instaladas sobre la superficie de una vía, y poseen como propósito reducir la velocidad del volquete, a fin de garantizar un tránsito vehicular seguro (Edtj, 2012).

También se tiene como tarea, la limpieza de cunetas que “consiste en el retiro del material saturado o sedimentos del interior de la cuneta para asegurar la operatividad de todo

el caudal de esta y que el flujo de agua no salga de la cuneta hacia la vía” (Pari, 2018, p. 53). A su vez, la reconformación de muros de seguridad, que implica la acción de conformar un muro de acuerdo con dimensiones geométricas, como el ancho y altura, teniendo que colocar material sobre este, básicamente se ejecuta con un cargador frontal o con una retroexcavadora (Pari, 2018).

Se debe realizar además, la reconformación de la vía, que es el trabajo realizado en tramos presentado en desniveles o encalaminamiento no muy pronunciados, de tal forma que, esta condición se corregirá al nivelar y escarificar la parte levemente desnivelada o encalaminada a través de una motoniveladora, para luego realizar la compactación con rodillo (Pari, 2018). De igual forma, es necesario realizar el corte de vía, que implica retirar la capa de rodadura de la vía con la cuchilla de la motoniveladora, debiendo acumularla en el lado del muro de seguridad y no sobre el lado de la cuneta para su posterior recuperación, pues esta se ha saturado debido a la humedad de las precipitaciones y no concede una oportuna tracción de los neumáticos de los vehículos y/o equipos que transiten por las vías de acarreo, lo que dificulta su circulación normal (Pari, 2018).

Adicionalmente, deben realizarse tareas como la limpieza de rebaba y de material regado; la primera es realizada básicamente cuando la vía se encuentra en condiciones secas y en periodos donde no existen precipitaciones. Se trata de recuperar la rebaba acumulada, la cual no debe encontrarse saturada hacia el lado del muro de seguridad y ampliarla a lo largo de un tramo a optimizar con motoniveladora para luego compactarla con rodillo; esta limpieza es realizada con la finalidad de eliminar material producto del corte de la vía, el cual reduce el ancho operativo y no el cual reduce el ancho operativo y no puede recuperarse debido a que se encuentra saturado. Por otro lado, la limpieza de material regado, hace

referencia a la limpieza de equipos que acarrean el material hacia su destino, pues en un 30% de sus viajes derraman material en la vía de acarreo. La limpieza de vías es ejecutada por parte de las motoniveladoras (Pari, 2018).

Ahora bien, según Pari (2018) las razones por las que ocurre el derrame de material en las vías de acarreo básicamente son: Por el carguío de parte del operador de la excavadora, en donde continuamente el supervisor tiene que recordar y recomendar al operador de pala que la carga en el volquete requiere ir centrada a nivel vertical y horizontal, consiguiendo de esta manera que exista menos posibilidad de que haya caída de material en las vías de acarreo, y una selección incorrecta de marcha por parte de los operadores de volquete. De esta manera, es preciso que se recuerde y recomiende a los operadores, la selección correcta de sus marchas, principalmente en las subidas en curva, con la finalidad de no ensuciar, siendo que, sí a pesar de estas recomendaciones, se evidencia material regado en estas vías, debe llamarse inmediatamente a un equipo auxiliar (retroexcavadoras, cargadores frontales o motoniveladoras).

Por su parte, Saldaña (2013) indica que los controles de piso, poseen como eje principal el indicador de alta precisión que manejan los topógrafos en el campo, pues ellos se encargan de definir si un terreno requiere corte, relleno o están en el nivel correcto. De acuerdo con sus requerimientos, todo supervisor de mina deberá administrar sus equipos auxiliares para realizar los rellenos o cortes correspondientes, con la finalidad de evitar malos cambios por errores de precisión. Este control, hace referencia al buen estado en que deben encontrarse los equipos de acarreo, para que no se produzca una demora en la descarga o en su cuadramiento, o sencillamente no puedan salir o se queden atorados, y de este modo no permitan el tránsito normal y fluido. De esta manera, es importante que se realice el riego

de las vías, el cual sólo debe producirse en periodo seco, puesto que es el medio principal para el control del polvo ocasionado por el tránsito de vehículos y/o equipos, mediante las vías de acarreo. Este riesgo se debe realizar “en bandera”, es decir de modo de es continuo e intermitente a lo largo de toda la vía (Pari, 2018).

Saldaña (2013) indica que el lastrado, se define como la colocación de una capa de material estéril y que su granulometría sea la óptima de tal manera que los desniveles de una vía sean corregidos para su posterior relleno con una capa de material fino. Un lastrado de vías debe realizarse con la plena seguridad de que se esté realizando con el material correcto y en el lugar correcto, ya que, si se usa un material muy fino para lastrar, la lluvia y los mismos camiones con su paso harán que el tiempo usado para este trabajo sea en vano al ser este material fino deshecho. Por otro lado, si se usa un material muy grueso, generarán mayores desniveles que una motoniveladora no podrá refinar con su cuchilla, provocando nuevamente pérdidas de tiempo.

Ahora bien, en cuanto a las vías de acarreo, “se crean con la finalidad de permitir el transporte de material estéril y mineral, teniendo en cuenta ciertos parámetros de seguridad, como berma, cuneta, pendiente, peralte, que ayudan a la productividad del equipo y de la mina como tal” (Edtj, 2012, p. 1). Por su parte, Pari (2018) indica que las vías de acarreo estándar, según el diseño de vías sobre cual se basa la mina, requiere tener un ancho operativo mínimo de 3 veces el ancho del equipo de acarreo más grande, sin tener en consideración cunetas y muros, a fin de que se encuentren en condiciones estándar que permitan el libre tránsito de 2 volquetes en simultáneo en sentido contrario. Lo mismo sucede con los muros de seguridad, los cuales siempre requieren tener la altura mínima de las $\frac{3}{4}$ partes de la altura del neumático del equipo más grande que él circula por las vías. Mientras

que, la capa de rodadura de las vías requiere permanecer uniforme y sin presencia de deformaciones, empozamientos o cualquier otro elemento que no asegure un continuo tránsito. De esta forma, las cunetas requieren permanecer siempre limpias y libres de material saturado, con la finalidad de lograr una óptima circulación de las aguas de escorrentía que se puedan presentar en la vía.

Una vía de acarreo, se vuelve sub estándar, posteriormente a la pérdida de sus particularidades de diseño original o luego de que pierda su transitabilidad, lo que produce retrasos en el proceso productivo y ocasiona condiciones, que de no solucionarse a tiempo, pueden causar un accidente o incidente potencial. Básicamente, la combinación de precipitaciones respecto de las vías de acarreo y un mantenimiento extemporáneo son causas de deformación y sub estandarización (Pari, 2018).

Por otra parte, los empozamientos de agua en las vías de acarreo, son producto de dejar de lado el mantenimiento de las vías en su debido tiempo y cuando empiezan las lluvias, un mal lastrado con un material inadecuado que en vez de lograr una vía compactada solo se lograra tapar un desnivel momentáneamente. Son un riesgo potencial para el daño de los neumáticos ya que los conductores al no poder apreciar lo que se encuentra por debajo de ese “empozamiento” podrían encontrarse con una piedra y causar el daño del neumático o el sistema de suspensión del vehículo (Saldaña, 2013). Señala Pari (2018) que:

Las vías encalaminadas, resultan vías cuya capa de rodadura presenta rugosidades con el aspecto de una calamina, las cuales provocan que el desplazamiento del equipo de acarreo sobre la vía no sea en forma continua exista variación en las velocidades. Por su parte, las vías de acarreo con ancho operativo y muros de seguridad subestándar, son todas las vías que no cumplen con lo requerido en la descripción de vía de acarreo estándar. El

ancho operativo puede reducirse por la acumulación de rebaba originada por las precipitaciones y el tránsito continuo, o también por deslizamientos y/o desprendimientos de material de los taludes cercanos a las vías. Los muros de seguridad pueden reducirse producto de las precipitaciones, al estar conformados por material inadecuado. Una mala supervisión en el control de los anchos operativos y de los muros de seguridad sin altura estándar puede provocar incidentes y accidentes desde rozaduras hasta volquetes que caen de un nivel a otro.

Mientras que, las vías resbalosas, de acuerdo con Pari (2018):

Son vías subestándar generadas por las precipitaciones propias del clima severo inherente a la ubicación geográfica de las operaciones. Al caer una llovizna sobre la vía, las partículas de agua entran en contacto con el polvo presente en ellas formando una película que dificulta la tracción en los neumáticos de los equipos de acarreo, haciéndolos patinar o resbalar. Generalmente se requiere la acción rápida de cisternas de agua o motoniveladoras para eliminar esta condición de las vías de acarreo.

De hecho, Saldaña (2013) afirma que un equipo resbala, cuando el coeficiente de rozamiento entre la llanta y el piso tiende a ser cero, es decir existe una falta de agarre entre las cocadas de las llantas y el piso, por lo tanto, el camión sigue avanzando sin control de la dirección tanto de costado (izquierdo o derecho) o frontalmente. Por otro lado, un equipo patina cuando las llantas posteriores se sobrerevolucionan, es decir cuando no ruedan, sino giran casi en el mismo lugar perdiendo el avance del equipo. El equipo puede avanzar de costado con tendencia de ir al lado derecho, es decir hacia el lado izquierdo y/o frontalmente.

En otro aspecto, los tipos de vías según su sección son los siguientes: Vía de acarreo con sección “Lomo de Corvina” o Crown, para conocimientos generales se debe entender

que esta sección posee efectivamente un lomo en el medio de la misma, haciendo así que deben tener 2 cunetas, tanto en el lado derecho e izquierdo de la vía de acarreo; Vía de acarreo con sección pendiente a un lado o “Súper”, este tipo de sección transversal es la más común, esta cuenta con solo una cuneta ya sea en lado derecho o izquierdo según el diseño geométrico de Ingeniería Civil basado en el patinamiento de los camiones durante la época de lluvias; y Vía de acarreo con sección doble vía con berma intermedio, su uso está dado para vías de acarreo en doble sentido con ancho operativo al límite para 2 volquetes. La berma intermedia se utiliza como un control de seguridad debido a que ayudará a que no exista invasión de un carril a otro y de esta forma evitar accidentes, utilizándose especialmente en curvas (Saldaña y Taipe, 2018).

En relación con el análisis de costos, se define en economía, como la medida de la relación costo-producción. Es decir, los economistas se preocupan por determinar el costo en el que se incurre al contratar los insumos, y qué tan bien se pueden reorganizar para aumentar la productividad de la empresa. De esta manera, el análisis de costos se refiere a la determinación del valor monetario de los insumos (mano de obra, materia prima), denominado como el costo general de producción, que ayuda a decidir el nivel óptimo de producción (Sy Corvo, s/f).

Porto y Merino (2010) indican que, la velocidad media es el promedio de velocidad en un intervalo de tiempo, para esto es necesario dividir el desplazamiento por el tiempo que se tardó en efectuarlo. En cambio, la producción, es el volumen o peso total de material que debe manejarse en una operación específica. Puede referirse, tanto al mineral con valor económico que se extrae, como al estéril que debe ser removido para acceder al primero. A menudo, la producción de mineral se define en unidades de peso, mientras que el movimiento

de estéril se expresa en volumen (Cuti, 2019). Por su parte, el costo Unitario, es aquel costo de producción por unidad de producto, y se calcula dividiendo el total de los costos fijos y los costos variables por el número total de unidades producidas (producción total) (Hoyos, 2017). Mientras que, el término BCM, hace referencia al metro cúbico que se encuentra en estado natural (Gonzales, 2018).

Por su parte, el mantenimiento, se refiere a todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo una función solicitada. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. En la ingeniería, el concepto de mantenimiento significa llevar a cabo comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones necesarias para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir con sus funciones. También se puede decir que el mantenimiento es un conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo su misión (Asociación Española para la calidad [AEC], 2019).

En cuanto al plan estratégico, es un proceso sistemático de desarrollo e implementación de planes para alcanzar propósitos u objetivos en una empresa. Mientras que, la optimización, es la efectividad del proceso productivo en las actividades mineras a cielo abierto, pasa por la optimización de cada uno de los equipos, vehículos y maquinarias que son utilizados en el desarrollo de las actividades unitarias durante la explotación del yacimiento, entre las más importantes tenemos la perforación, carguío y transporte (Cámara Minera del Perú, 2016 citado en Condori, 2017).

Los rendimientos, por otro lado, corresponden al peso o volumen de producción teórico por unidad de tiempo de un equipo determinado. Generalmente se expresa en

términos de producción por hora, pero puede también utilizarse la tasa por turno o día (Cuti, 2019). En tanto que, las máquinas que se utilizan en un proyecto minero tienen un alto coste de fabricación, debido entre otros factores a los componentes especiales y calidad de los materiales empleados. Esto exige que sea preciso alcanzar las metas de producción dadas por planeamiento, a fin de amortizar las inversiones efectuadas y obtener unos costes de operación bajos, a través de unos altos rendimientos (Toledo, et al., 1991).

Otro punto importante son las flotas de acarreo, que es un conjunto de vehículos (volquetes o camiones) destinados al acarreo del material fragmentado y minado en las operaciones mineras a cielo abierto (Bazán, 2016). En ese contexto, el acarreo, consiste en transportar diferentes tipos de materiales (desmonte, mineral, cobertura orgánica (top soil), etc.), sobre un camión o volquete por rutas ya establecidas, desde los frentes de carguío hasta la zona de descarga hacia los diferentes destinos (Malpica, 2014). Estas zonas de descarga son: Mineral, con contenido metálico económicamente explotable, se trasladará al PAD desde el tajo abierto; y desmonte (material estéril y sin valor económico) que se enviará a los botaderos (DME).

De acuerdo con todo lo descrito y expuesto, se tiene que, esta investigación cuantitativa, de diseño preexperimental, abrirá nuevos caminos para empresas que presenten situaciones similares a las planteadas en esta investigación, sirviendo como marco referencial a estas; puesto que, siendo la actividad de acarreo uno de los procesos que representa un 57% del costo operativo total, resulta necesario investigar y determinar las variables que afecten a este proceso. De ahí que, el buen estado de las vías de acarreo es indispensable para el cumplimiento de los rendimientos y metas de producción planificada,

por ello se justifica implementar un plan estratégico que asegure un correcto y continuo mantenimiento de las vías.

En ese contexto, el estudio permitió formular el siguiente problema de investigación:
¿De qué manera la implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías permite la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en minera la zanja, 2022?

Así mismo, para poder dar un resultado, se plantea como objetivo general de esta investigación: Implementar un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería que permita la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022.

En esa línea, se propuso los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar el estado actual de las vías de acarreo en Minera La Zanja, 2022. Implementar el plan estratégico para el mejoramiento de las vías de acarreo en Minera La Zanja, 2022. Analizar el tiempo, ciclo y velocidades de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022. Analizar la producción BCM/Hr de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022. Analizar el costo unitario US\$ de la flota de acarreo, antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022. Evaluar el consumo de combustible de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022.

HG: La implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería permite la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022, concediendo reducir los ciclos de acarreo para el mineral y desmonte, asimismo; eleva la velocidad de la flota de acarreo, evitando su deterioro prematuro.

H0: La implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería no permite la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022, impidiendo reducir los ciclos de acarreo para el mineral y desmante, asimismo; eleva la velocidad de la flota de acarreo, evitando su deterioro prematuro.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La metodología utilizada para esta investigación según enfoque se enmarca en una investigación cuantitativa, pues se encuentra centrada en cuantificar la recopilación y análisis de datos, con la finalidad de describir, explicar y predecir sucesos, a través de datos numéricos. Asimismo, según su diseño fue preexperimental, pues se realizaron comparaciones de un pretest (antes) y un postest (después); es decir, se realizaron dos mediciones, a fin de comparar los resultados obtenidos.

Figura 1

Diseño de Investigación

G O₁ X O₂

- G = Unidad Minera la Zanja Cajamarca
- O₁ = Rendimientos de la flota de acarreo (pretest)
- X = Plan estratégico de mantenimiento de vías.
- O₂ = Optimización de rendimientos de la flota de acarreo (postest)

La investigación tuvo como población las vías del Proyecto La Zanja, la cual se encuentra ubicado en el caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba, a 107 Km del departamento de Cajamarca. El área del proyecto comprende las zonas altas de este distrito, a una altitud que varía entre los 2 800 y 3 811 m y la zona limítrofe con los distritos de Catache (de la misma provincia de Santa Cruz) y Calquis y Tongod (provincia de San Miguel de Pallaques).

La muestra fue definida y no probabilística, se constituye por la misma población objetivo de la investigación, dejando claro que esta investigación abarcó el mejoramiento de las vías y optimización de los rendimientos de la flota de acarreo.

La técnica utilizada fue el análisis de datos, se procedió a recoger datos en el instrumento, una guía de registro de datos en función de los indicadores relacionados a las variables implicadas en el objetivo de esta investigación preexperimental. El instrumento usado permitió registrar datos de campo y procesarlos en gabinete, entre los cuales se tuvieron: Ciclo de la flota de acarreo (hr.), consumo de combustible (gal/hr.), rendimientos (m³) y precipitaciones acumuladas mensual (mm/mes). Finalmente, entre los materiales utilizados se tienen: laptop y materiales de escritorio.

Para el análisis de la información obtenida, mediante los instrumentos de medición, se procesaron con los siguientes softwares: hojas de cálculo Excel (2016), Word (2016) y civil 3D Metric (2018).

Los procedimientos utilizados en esta investigación son los siguientes: Primero: obtención de información, para lo cual se solicitó autorización a la empresa San Martín Contratistas Generales S.A., la cual brindó los datos necesarios referentes a la flota de acarreo tales como consumo de combustible, tiempos de los ciclos de acarreo, rendimientos, costos del área de mantenimiento, precipitaciones de las lluvias. Asimismo, se obtuvo información de artículos de revistas, manuales, libros, tesis de grado, artículos científicos, páginas de internet relacionadas con el tema de estudio.

Segundo: análisis de datos, siendo que una vez obtenida la información, estas fueron analizadas y seleccionadas para así determinar el estado actual de los rendimientos de la flota de acarreo debido al mal estado de las vías en Minera La Zanja; Finalmente, como tercer procedimiento, se tuvo el de datos en gabinete, habiendo analizado la información se procedió a procesar los datos con los softwares antes mencionados, los cuales facilitaron la elaboración de figuras, cuadros y planos, los cuales se observan en los resultados.

En relación con las consideraciones éticas relacionadas con la muestra seleccionada, se solicitó la autorización correspondiente para el uso de la información institucional; asimismo, se cuenta con la carta de autorización firmada por el representante legal, para el uso y aplicación de las técnicas de investigación, los cuales se mantuvieron en absoluta reversa y fueron plasmados solo en la investigación. Asimismo, se procedió a acceder a fuentes documentales mediante canales científicos oportunos, en donde se han solicitado los permisos correspondientes asegurando el uso adecuado de la información. Por otro lado, en cuanto a la originalidad del trabajo, se procedió a realizar una declaración de autenticidad donde se establece que esta investigación se encuentra exenta de todo plagio. Además, que, la utilización de fuentes externa está debidamente citadas, de acuerdo a las normas estándar elaboradas por la Asociación Americana de Psicología (APA).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

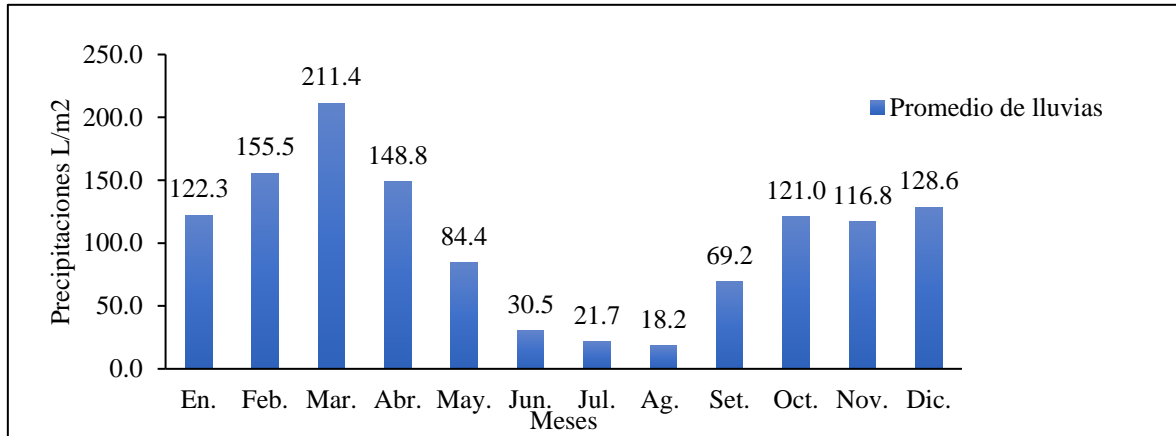
Se desarrolló la implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería para la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022; a partir de la elaboración de un diagnóstico previos, éstos se detallan según los objetivos específicos.

Objetivo específico 1: Diagnóstico del estado actual de las vías de acarreo en Minera La Zanja, 2022:

La Minera La Zanja se encuentra ubicada en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba en la región suroeste del departamento de Cajamarca. Centrada en el constante avance de las actividades mineras, lo que implica que la cadena productiva orientada a la maximización de beneficios y minimización de gastos, por lo que la optimización del transporte es esencial para mejorar la producción y la viabilidad técnico-económica del proyecto minero. La zona presenta una temperatura promedio mensual que fluctúa entre 10°C y 12°C dentro del área de estudio, en el caso de las estaciones locales se observa una temperatura que fluctúa entre los 7 °C y los 9 °C a lo largo del año, donde las temperaturas más cálidas se registran entre noviembre y mayo (8 °C y 8 9 °C) y las más frías entre junio y octubre (7 °C y 7.9 °C). Por otro lado, el periodo de menor precipitación ocurre en los meses de mayo a septiembre y el de mayor precipitación se da entre los meses de octubre y abril.

Figura 2

Registro de Precipitaciones Mensuales Acumuladas



Nota. Estudio Hidrológico e Hidrogeológico del Sector San Pedro Sur de Soporte al PAD (Amphos 21, 2020).

Se determinó que la precipitación media anual de la zona de estudio es de 1218 mm., determinándose que la zona húmeda se presenta de octubre a abril y la temporada seca de junio a agosto, mientras que, la transición de húmeda a seca en mayo y la transición de seca a húmeda en septiembre. Lo que conlleva a afirmar que, la frecuencia en que ocurren las precipitaciones en produce graves daños a las vías de acarreo en la mina, situación que empeora, debido a la falta de mantenimiento, lo que genera limitaciones para la circulación de vehículos, pero, además, el riesgo de ocurrencia de accidentes, grandes cantidades de consumo de combustibles, entre otros.

Figura 3

Ruta de Acarreo - Tramo Acceso Tajo Pampa Verde

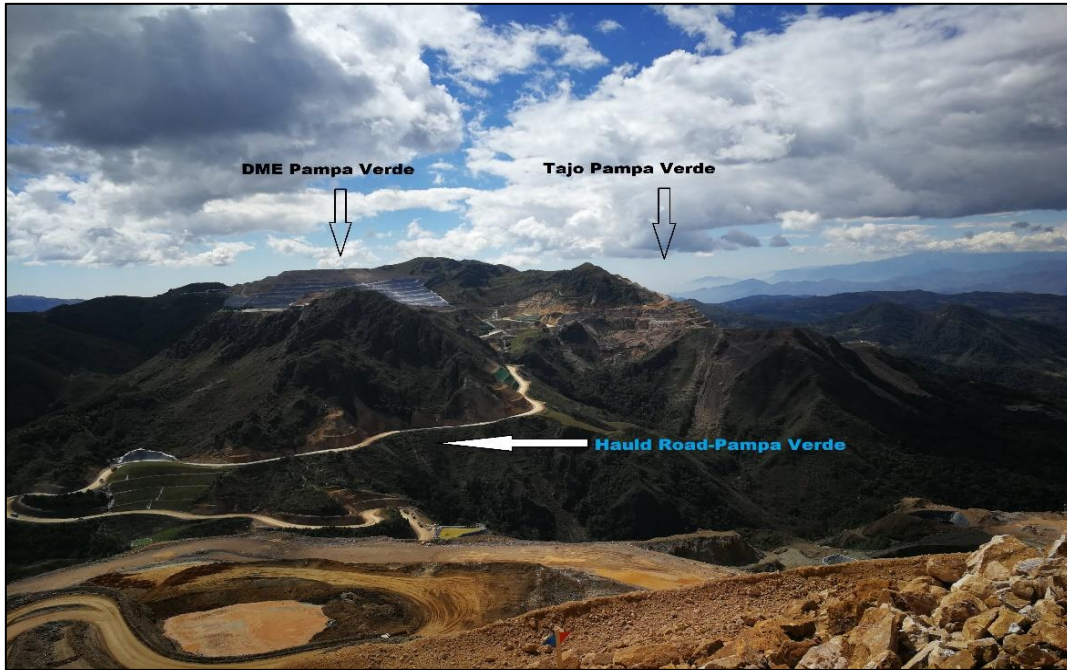


Figura 4

Ruta de Acarreo – PAD de Lixiviación



Seguido se presentan las observaciones en las vías de acarreo:

Figura 5

Vías de Acarreo - Tramos 1 y 2

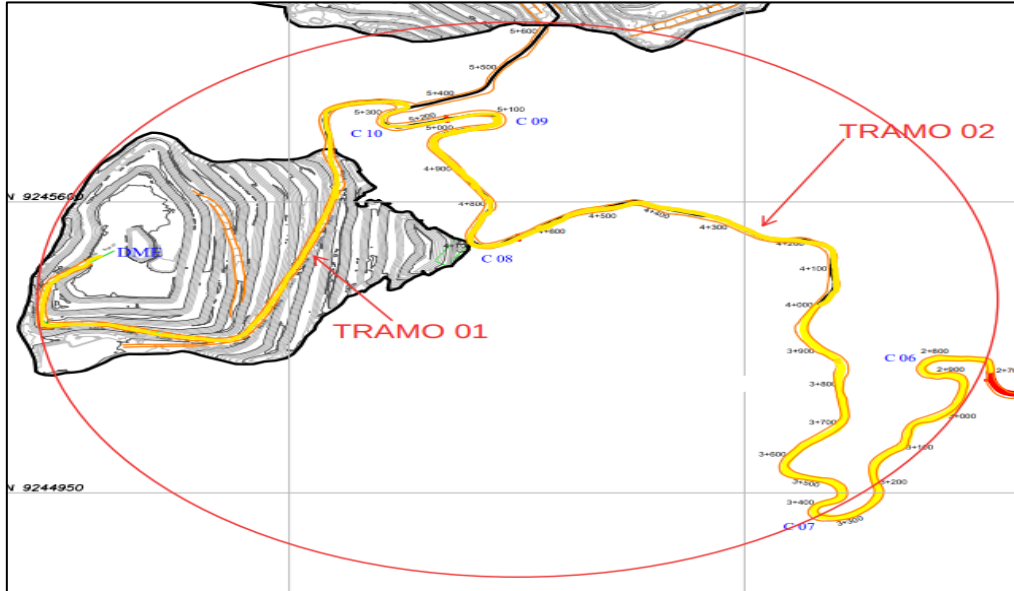


Figura 6

Vías de Acarreo – Tamos 3 y 4

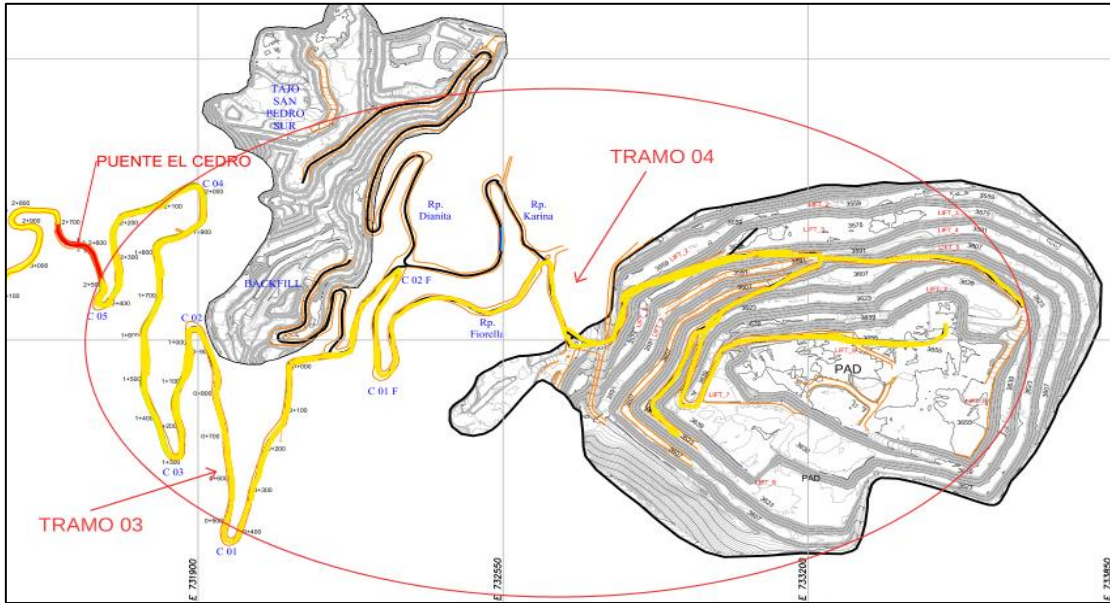


Figura 7

Vías de Acarreo – Tramo Puente el Cedro

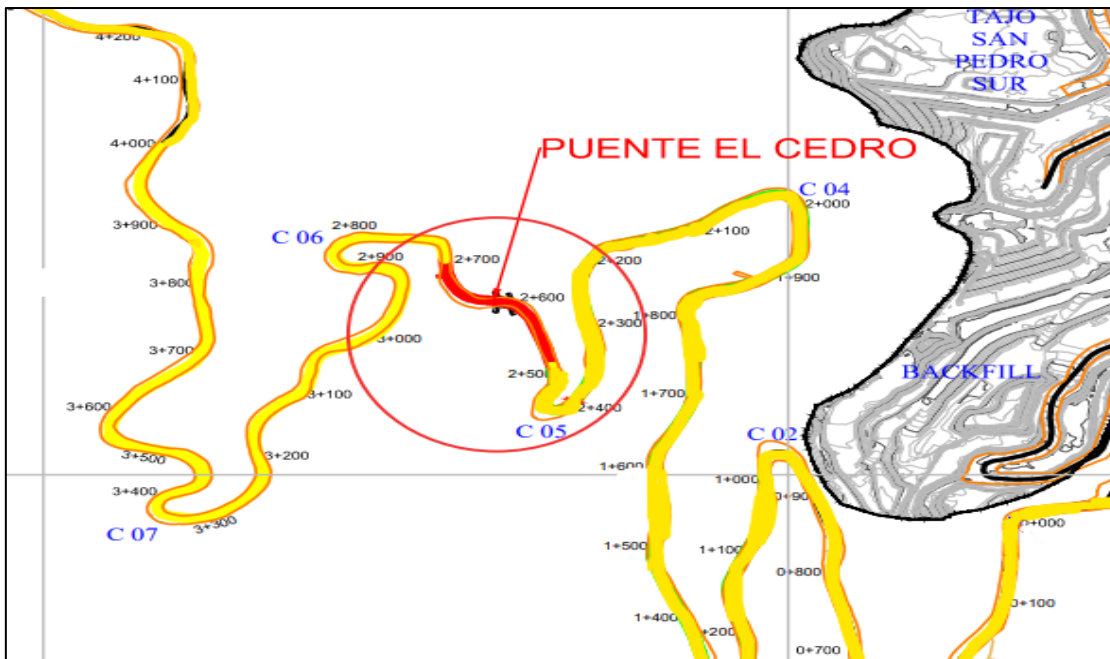


Tabla 1

Observaciones – Tramos 1 al 4 y Puente el Cedro

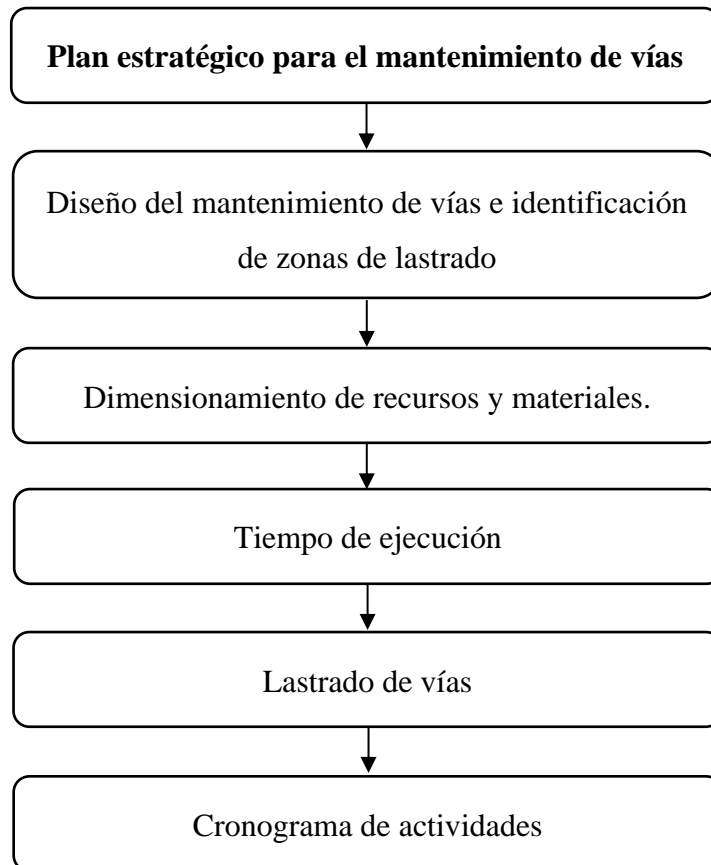
	Observaciones
Vías de acarreo	<p>La superficie de rodadura presenta hundimientos y desgaste.</p> <p>Presencia de material suelto en la vía que produce el desgaste prematuro de llantas.</p> <p>Falta de peraltes para el direccionamiento de las aguas de escorrentía.</p> <p>Cunetas colmatadas.</p> <p>Falta de un plan de manejo de aguas.</p> <p>Presencia de curvas con peralte invertido.</p> <p>Presencia de material no adecuado para rodadura.</p> <p>Falta de estandarización de muros de seguridad.</p> <p>Vías angostas que no permite el tránsito a doble carril.</p> <p>Falta de radio de curvatura.</p> <p>Presencia de pendientes por encima del estándar.</p>

En la zona del proyecto, las condiciones actuales de la empresa minera presentan una serie de dificultades en el transporte del mineral, lo que influye de modo directo en la utilidad, creando una baja productividad. Por ello, el transporte del mineral resulta ineficaz, debido a las condiciones en que se encuentran las vías de acarreo.

Objetivo específico 2: Implementación del plan estratégico para el mejoramiento de las vías de acarreo en Minera La Zanja, 2022:

Figura 8

Esquema del Procedimiento del Plan Estratégico Para el Mantenimiento de Vías



Se procedió a diseñar el plan estratégico para el mantenimiento de vías teniendo como base el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. N° 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM, el cual se cumplirán con los estándares del diseño geométrico para el mantenimiento de vías de acarreo en minería superficial.

Tabla 2

Estándares de Las Operaciones Mineras a Cielo Abierto

Diseño geométrico de las vías de acarreo	
Pendientes	Las gradientes no sean mayores al doce por ciento (12 %).
Ancho de accesos	Construir rampas o vías amplias de no menos tres (3) veces el ancho del vehículo más grande de la mina en vías de doble sentido, y no menos de dos (2) veces de ancho en vías de un solo sentido. Adicional a ello, se considera el muro de seguridad y la cuneta.
Bermas de seguridad	Para dar pase a la maquinaria o vehículos que circulen en sentido contrario; manteniendo el sector señalizado con material reflexivo de alta intensidad, cuando el uso de la vía es permanente.
Muros de seguridad	No debe ser menor de $\frac{3}{4}$ partes de la altura de la llanta más grande de los vehículos que circulan por las vías del Haul Road.
Señalización	Señalizar las vías de acarreo con cinta reflexiva de alta intensidad, especialmente en las curvas.
Riego de vías	Mantener las vías regadas y cunetas limpias
Rampas de alivio	Con pendientes positivas, estas rampas de alivio ayudan a la reducción de la velocidad de la maquinaria para controlarla hasta detenerla en una situación de emergencia.

Nota. Información procesada del Ministerio de Energía y Minas, 2020.

Plan de lastrado, es un plan elaborado por el área de operaciones en coordinación con el área Mina, consistente en colocar una capa de rodadura de 0,4 y 0,5 metros de espesor a lo largo de los tramos indicados del Haul Road Pampa Verde de tal modo que se preserve y mantenga la carretera existente, con el fin de evitar al máximo la ocurrencia de eventos no

deseados en vía y daños en los equipos que puedan circular por ella. Este plan ha sido ejecutado parcialmente en los meses junio y julio, luego de una estructuración de recursos y cálculo de volúmenes de lastre a emplear, se propone continuar con la ejecución del mismo.

El Haul Road Pampa Verde o Carretera Pampa Verde, es la vía principal de acarreo de material de la Unidad Minera La Zanja hasta el PAD cuenta con una extensión de 9,87 kilómetros (desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 5+600 y 0+000 a Pad) (Ver: Anexo 03).

Ramal Superior, es un desvío de la ruta principal de mineral hacia el botadero de desmonte DME, que inicia en la progresiva 5+300 y termina en el nivel de descarga más alto Nv. 3520, y cuenta con una extensión máxima de 2,9 Km. El Pad, se utiliza para depositar el mineral en la celda de destino, es necesario atravesar las vías del PAD, haciéndolo en una longitud máxima de 4.27 Km (desde la progresiva (0+000), hasta llegar al nivel más alto del Pad (Lift 07).

Tabla 3

Rutas de Acarreo del Mineral y Desmonte de Minera La Zanja

Rutas según el tipo de material		
Material	Componente	Distancia
Desmonte	Ramal superior	2,9 km
Mineral	Haul Road Pampa Verde	9,87 km

Nota. Adaptada de la empresa San Martin Contratistas Generales S.A.

Zonas de lastrado, el plan contempla el lastrado de todo el Haul Road Pampa Verde, rampas del botadero, Pampa Verde y Pad como también se realizará la limpieza de cunetas y mejoramiento de las rampas de alivio. Este lastrado se realizará con lastre del

Tajo Pampa Verde Fase IV. Cabe mencionar que también se lastrará el puente “El Cedro” del 2+500 a 2+700, solamente se lastrará con material no generador de aguas acidas y Desmonte Limpio 1:1 por indicaciones de las áreas de geotecnia, control de calidad y medio ambiente.

Tabla 4

Leyenda del Plan de Lastrado de Vías

Leyenda	Descripción
Tramo 01	Lastre
Tramo 02	Lastre
Puente el Cedro	Lastrado con desmonte limpio previa evaluación
Tramo 03	Lastre
Tramo 04	Lastre

Tabla 5

Especificaciones y Cálculo de Volumen Para el Lastrado de las Vías

Tramo	Ancho (m)	Potencia (m)	Longitud (m)	Volumen de lastre (m3)	Desmonte Limpio (m3)
Tramo 01	10	0,4	2 900	11 160	
Tramo 02	10	0,4	2 900	11 600	
Puente el Cedro	10	0,5	200		1000
Tramo 03	10	0,4	2 500	10 000	
Tramo 04	10	0,4	4 270	17 080	
Total			12 770	50 280	1000

Tabla 6

Especificaciones de los Tramos

Tramo 01	botadero Nv. 3520 distancia 2900 m - Desvió progr. 5+300
Tramo 02	5+600 – 2+700
Puente el cedro	2+700 – 2+500
Tramo 03	2+500 – 0+000
Tramo 04	Lift 08 Pad – ovalo la llanta 0+000 (distancia 4270 m)

Tiempo de ejecución del plan de lastrado, las actividades de lastrado tendrán inicio el día 15/06/2022 y finalizarán el día 17/07/2022, contando con dos turnos de trabajo (día y noche), teniendo una duración de 32 días calendario.

Tabla 7

Tiempo de Ejecución Para el Mantenimiento del Lastrado de Vías

Ejecución del lastrado de vías		
Metros	Material	Avance/día-m
12 777	51 280	400
Total días		32

Tabla 8

Sección Típica de las Vías de Acarreo

Altura de muros de seguridad	1.10 m.
Ancho de vía	10 m.
Peralte en tramos rectos	2%
Peralte en curvas	Hasta 8%
Pendiente	Hasta 10%
Cuneta	0,5 x 1 m.
Delineadores	Cada 20 m.

Figura 9

Sección Típica de la Vía de Acarreo

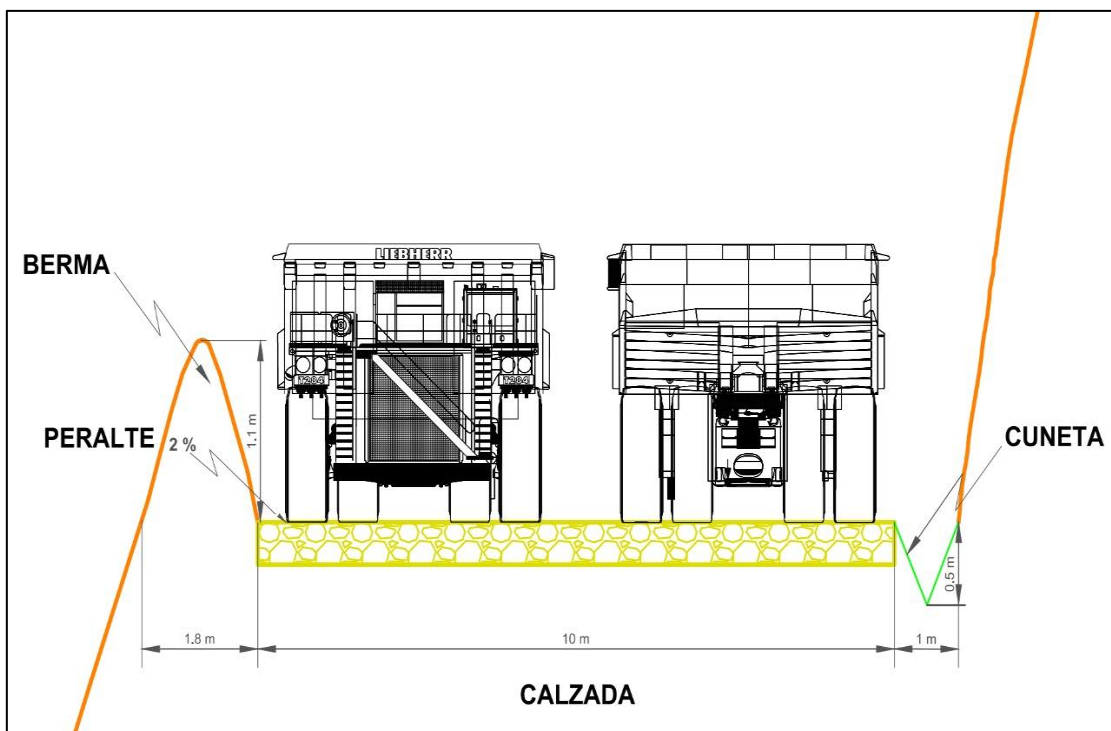


Figura 10

Sección Típica del Peralte en Curvas

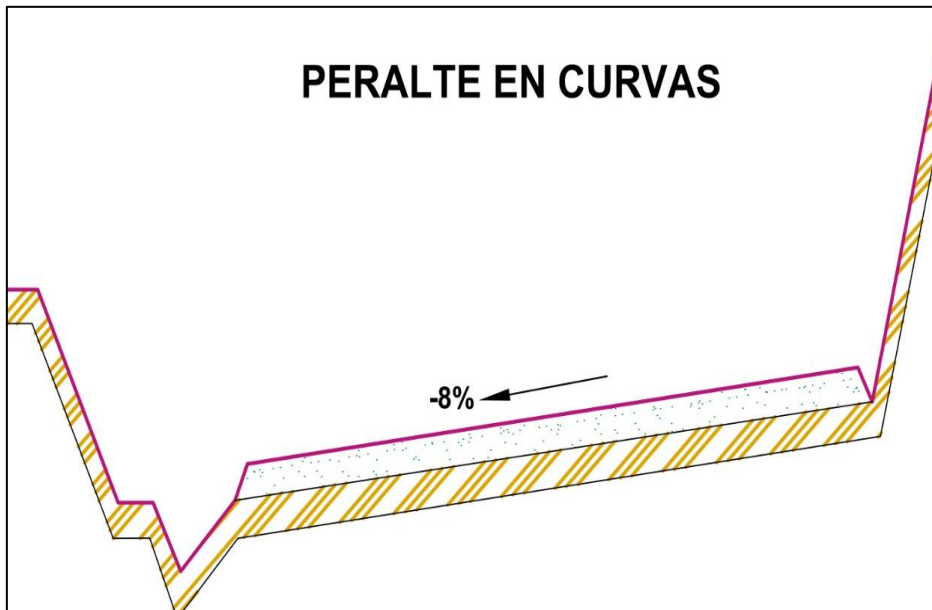


Figura 11

Sección Típica del Radio de Curvatura y Sobreancho

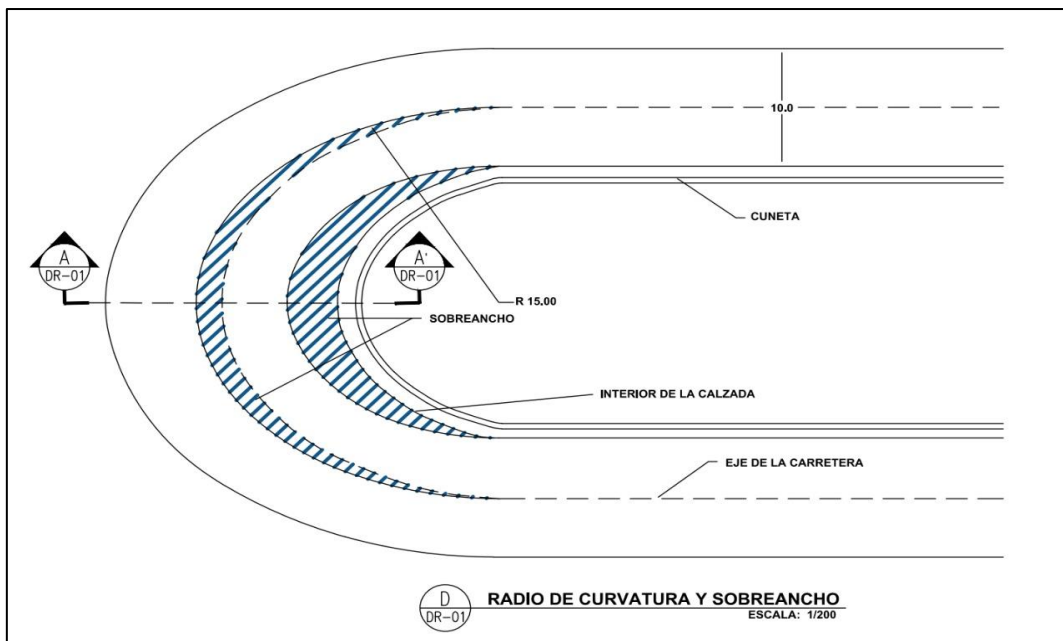
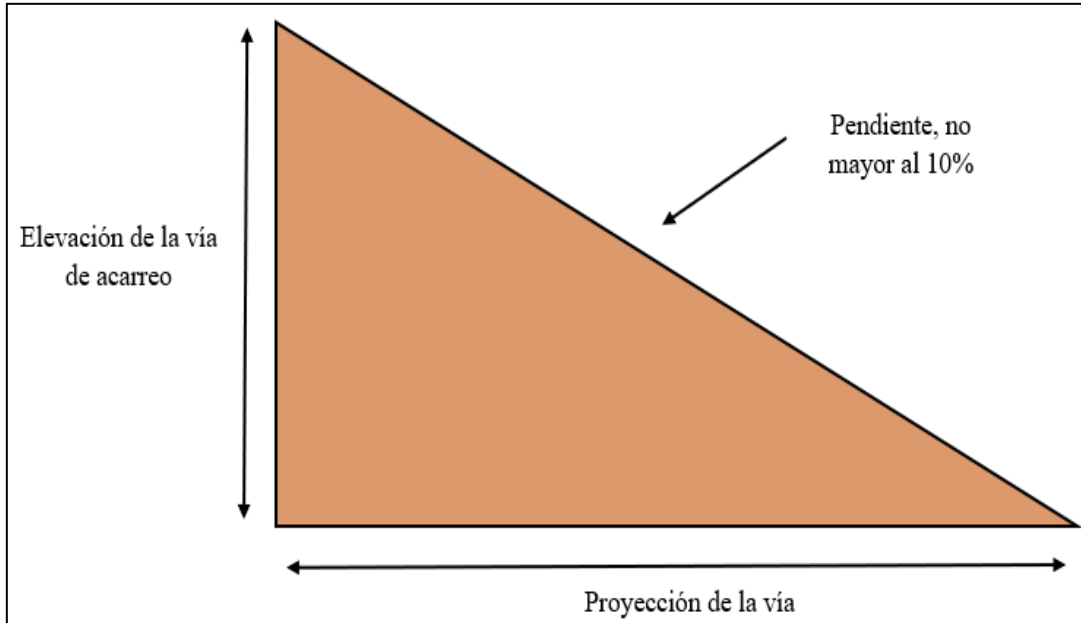


Figura 12

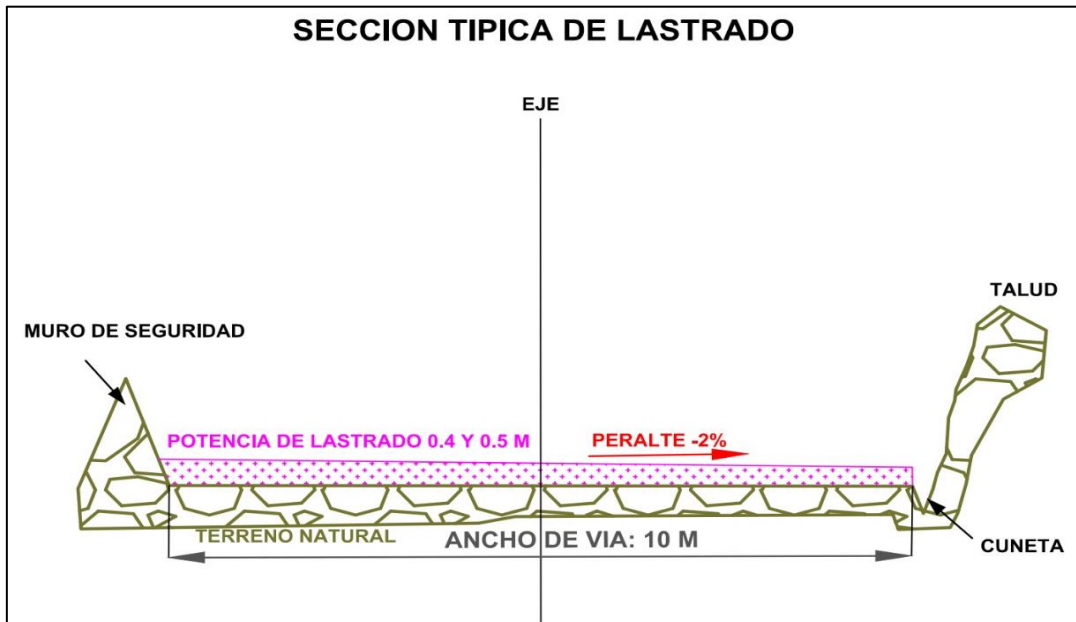
Sección Típica de las Pendientes



Sección típica del plan del lastrado, en la unidad minera la zanja:

Figura 13

Sección Típica de Lastrado de Vía



Dimensionamiento de Recursos y Materiales:

Tabla 9

Requerimiento y Tarifa de Equipos

Flota de Transporte							
Descripción	Marca	Modelo	Capacidad	Cantidad Volquetes	\$/hr.	Hr/día	US\$/día
Volquete	Volvo	FMX 8X4R	25 m3	4	46	18	\$3,312.00
Equipos Auxiliares							
Descripción	Marca	Modelo	Capacidad	Cantidad Equipos	\$/hr.	Hr/día	US\$/día
Motoniveladora	CAT	140K		2	79	16	\$2 528,00
Retroexcavadora	CAT	415F2		2	37	16	\$1 184,00
Cargador Frontal	CAT	L150		1	79	8	\$632,00
Rodillo	CAT	CS533E	12 tonel	2	37	16	\$1 184,00
Excavadora	CAT	374		1	180	6	\$1 080,00
Cisterna de Agua	Volvo	FMX 8X4R	4000 Gal.	1	37	8	\$296,00
Total US\$/día							\$10 216,00
Ejecución lastrado (32 días)							\$326 912,00

Tabla 10

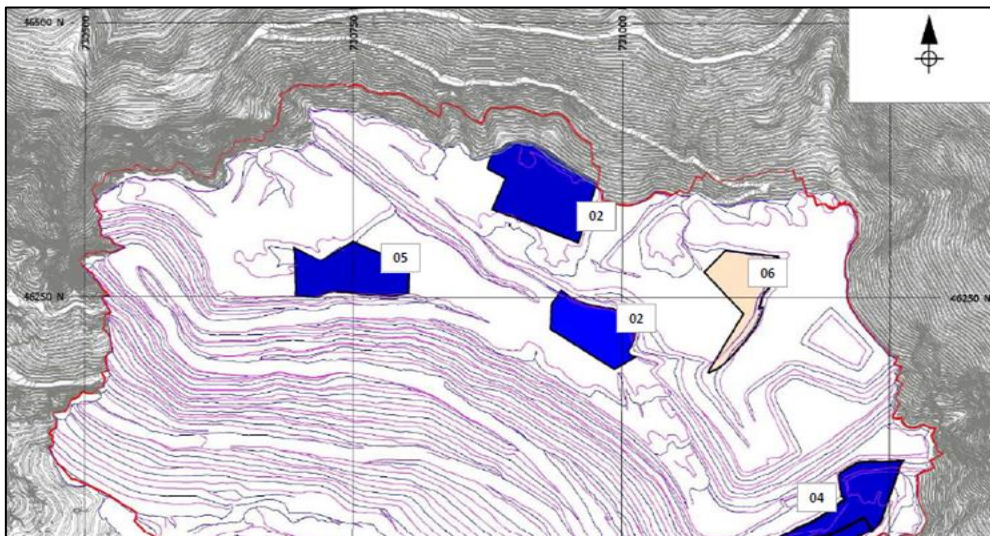
Requerimiento y Tarifa de Personal

Ítem	Personal	Cantidad	Horas programadas	Tarifa \$/turno
1	Supervisor	2	20	\$57,14
2	Ayudantes de Medio Ambiente	12	20	\$12,38
Total US\$/día				\$262,84
Ejecución lastrado (32 días)				\$8 410,88

Para el dimensionamiento de equipos, se contó con dos cuadrillas para el mantenimiento de vías y los trabajos se realizarán en los turnos día y noche. Actividades a ejecutar en el plan de lastrado: Material lastre, para la conformación de las vías de acarreo, se utilizará material lastre del tajo Pampa Verde (estéril – no generador de aguas acidas), que pasará por una previa evaluación y recomendación de las áreas de geotecnia, medio ambiente y de control de calidad.

Figura 14

Polígonos – Material Lastre (No Generador de Aguas Acidas)

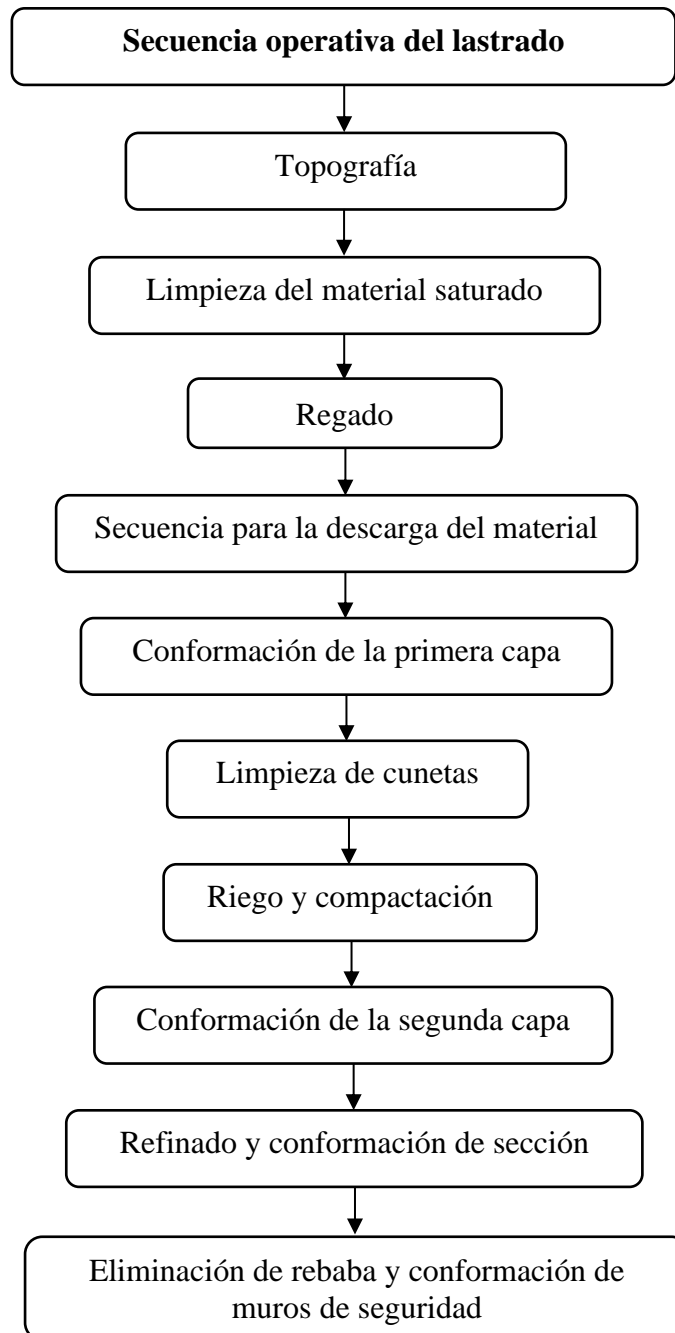


Nota. Tomada de “Plano - Polígonos” [Imagen], San Martin Contratistas Generales S.A..

Se iniciarán con las actividades de lastrado. Para esto, se seguirá la siguiente secuencia operativa:

Figura 15

Secuencia Operativa del Plan de Lastrado



Cronograma de actividades:

Tabla 11

Cronograma de Avance Semanal de Lastrado

Actividad/Semana	Junio		Julio		
	Semana 03	Semana 04	Semana 01	Semana 02	Semana 03
Lastrado					

Tabla 12

Cronograma General de Actividades del Plan de Lastrado

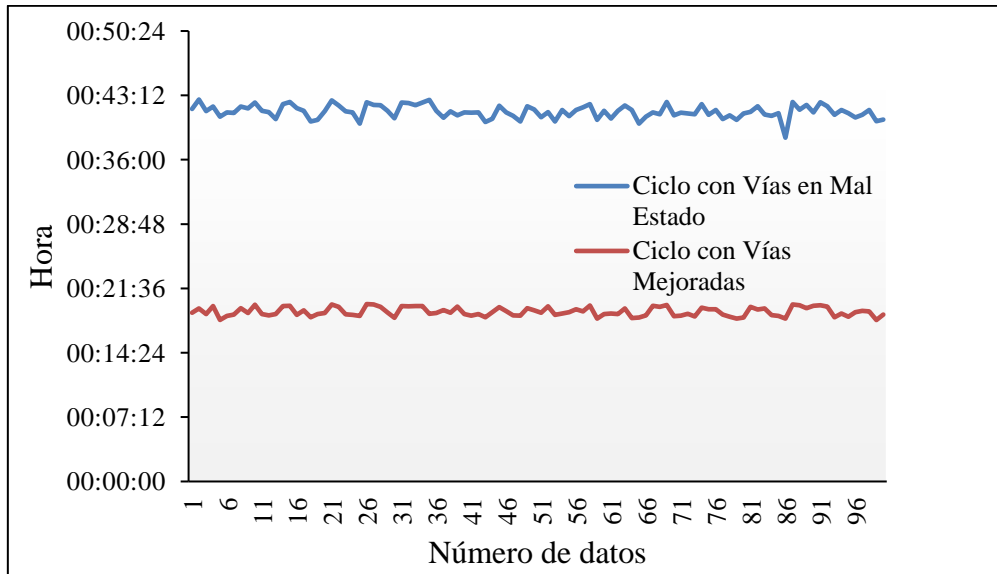
TRAMO	Prog. Inicial	Prog. Final	Junio		Julio		
			Semana	Semana	Semana	Semana	Semana
			03	04	01	02	03
Tramo 01	2+900	Ramal 0+000					
Tramo 02	5+600	2+700					
Puente el Cedro	2+700	2+500					
Tramo 03	2+500	0+000					
Tramo 04	4+270	Ovalo 0+000					

Nota. Cabe recalcar que las distancias en el botadero Nv. 3520 tiene una distancia 2900 m - Desvió Ramal prgr. 5+300 y el LIft 08 PAD tiene una distacia de 4270 m hasta el ovalo la llanta prgr. 0+000.

Objetivo específico 3: Evaluación del tiempo, ciclo y velocidades de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022:

Figura 16

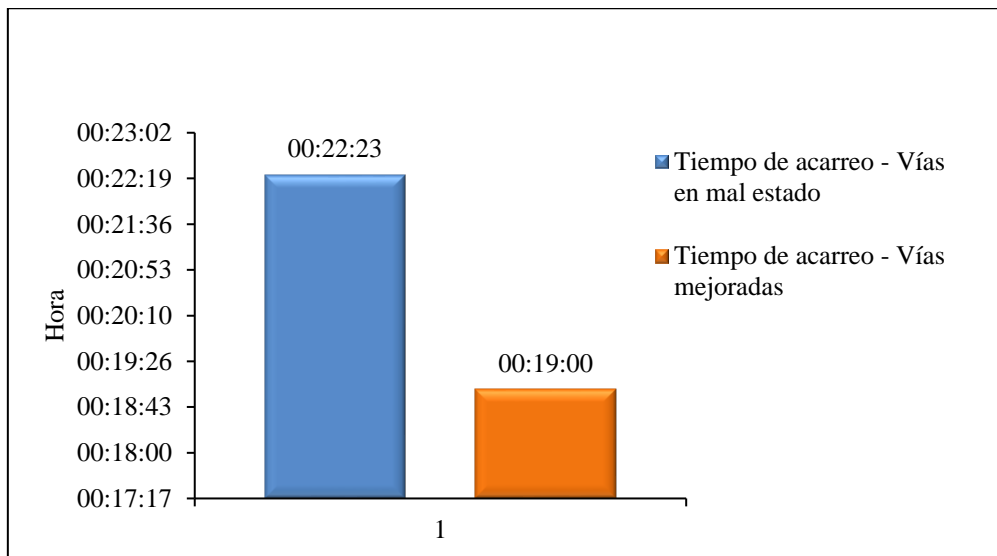
Comparación de Datos del Ciclo de Desmorte



Nota. Del total de los datos obtenidos que fueron 100, se realizó una comparación con vías en mal estado y vías en buen estado del acarreo de desmorte.

Figura 17

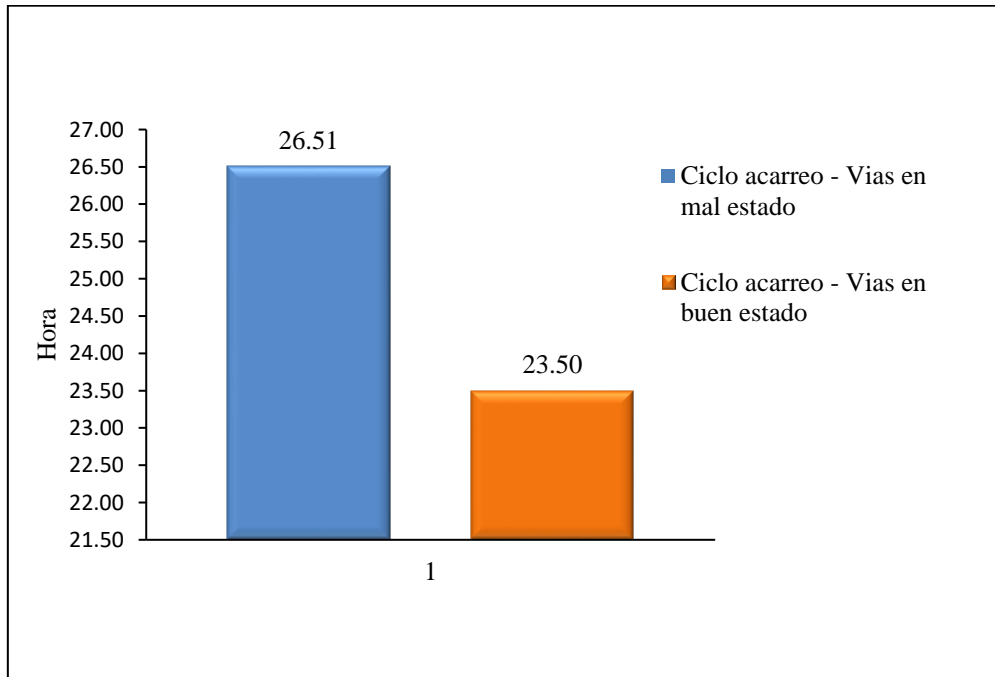
Comparación Promedio del Tiempo de Acarreo de Desmorte



Nota. Para la toma de los datos de tiempo, se coordinó con el área de topografía, se replantearon puntos cerca a los frentes de carguío y antes de la zona de descarga (pad y botadero), para tener una toma exacta de los tiempos de cada volquete.

Figura 18

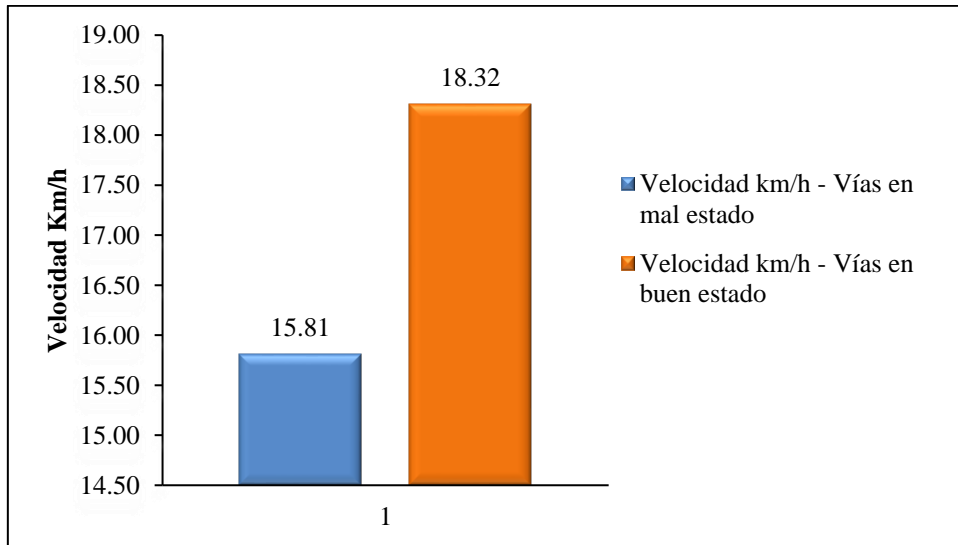
Comparación Promedio del Ciclo de Acarreo de Desmorte



Nota. Para el promedio del ciclo de acarreo se calculó con un factor que es de 0,075 hora equivalente a 4,5 minutos, los cuales incluyen el tiempo de espera (cola), cuadrado del volquete, carguío, descarga.

Figura 19

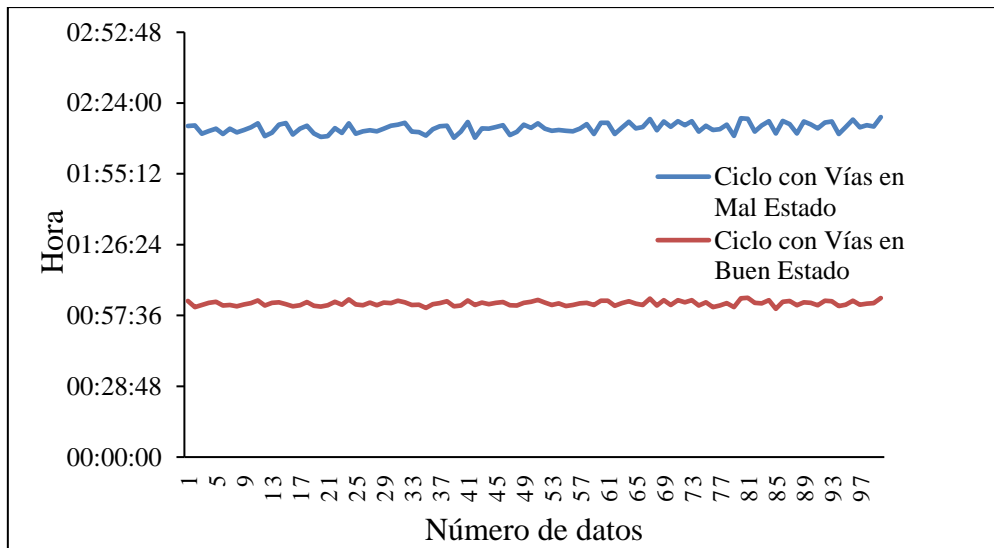
Comparación de Velocidades del Ciclo de Desmorte



Nota. Se puede observar en la figura se logró incrementar las velocidades de la flota de acarreo de desmorte en un 2, 52 km/hr por ciclo.

Figura 20

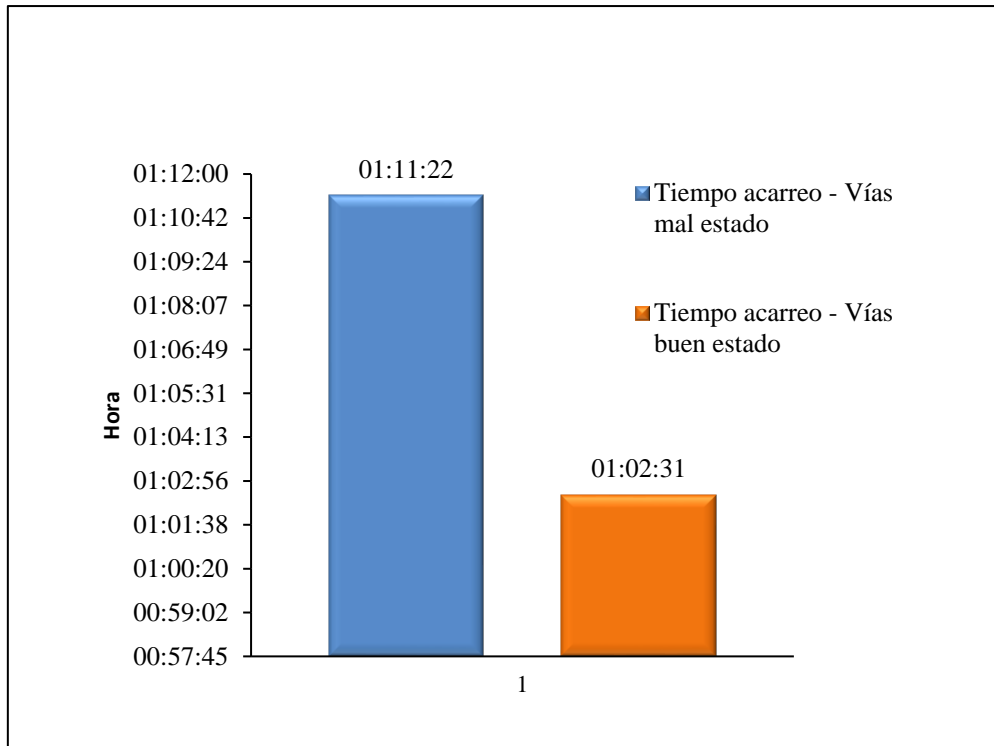
Comparación de Datos del Ciclo de Acarreo de Mineral



Nota. Del total de los datos obtenidos que fueron 100, se realizó una comparación con vías en mal estado y vías en buen estado del acarreo de mineral.

Figura 21

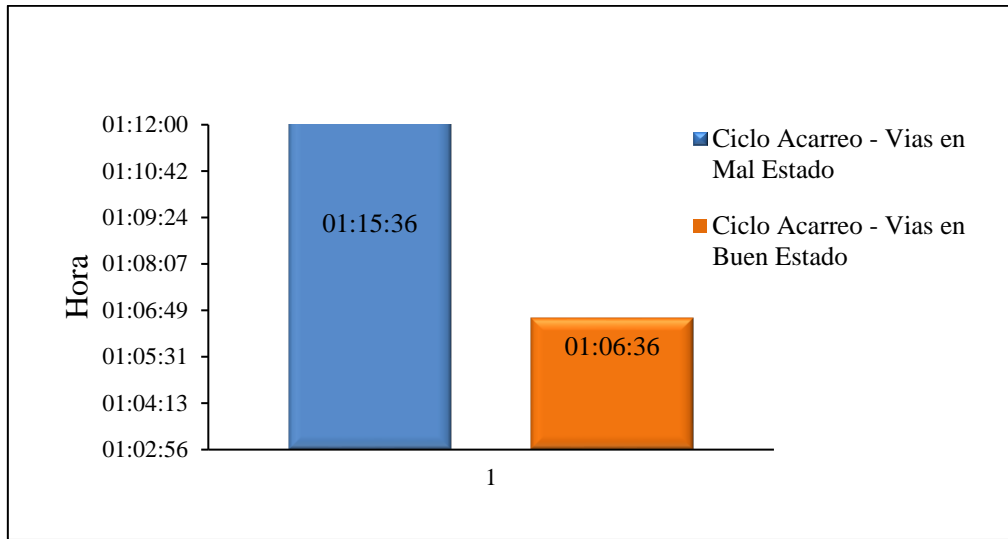
Comparación de Promedio del Tiempo de Acarreo de Mineral Pampa Verde – Pad



Nota. Para la toma de los datos de tiempo, se coordinó con el área de topografía se replantearon puntos cerca a los frentes de carguío y antes de la zona de descarga (pad y botadero), para tener una toma exacta de los tiempos de cada volquete.

Figura 22

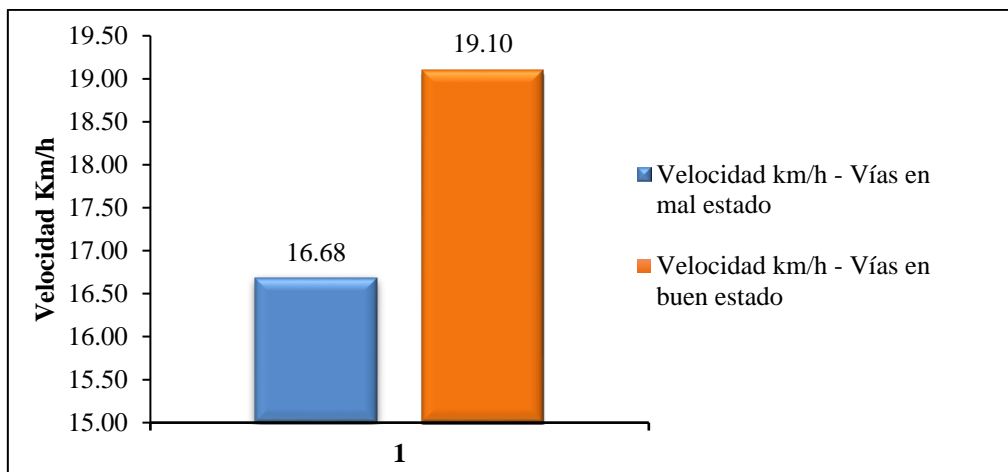
Comparación de Promedio del Ciclo de Acarreo de Mineral Pampa Verde - Pad



Nota. Para el promedio del ciclo de acarreo se calculó con un factor que es de 0,075 hora equivalente a 4,5 minutos, los cuales incluyen el tiempo de espera (cola), cuadrado del volquete, carguío, descarga.

Figura 23

Comparación de Velocidades del Acarreo de Mineral Pampa Verde - Pad



Nota. Se puede observar en la figura se logró incrementar las velocidades de la flota de acarreo de mineral en un 2,42 km/hr por ciclo.

Objetivo específico 4: Evaluación de la producción BCM/Hr de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022:

Después de haber obtenido los resultados los tiempos, ciclos, velocidades de acarreo y hacer las respectivas comparaciones, se procede a calcular la productividad que está dada en BCM/hr.

Tabla 13

Productividad BCM/hr

Condiciones de la vía	Tipo de material	BCM	Ciclo (hr)	BCM/hr
Mal estado	Mineral	14,12	1,26	11,21
Buen estado	Mineral	14,12	1,11	12,72
Mal estado	Desmante	14,12	0,44	32,09
Buen estado	Desmante	14,12	0,39	36,21

Nota. Para poder obtener los BCM/hr, se procede a dividir la capacidad del volquete que esta dado en BCM entre el ciclo de acarreo.

Tabla 14

Calculo de Productividad de la Flota de Acarreo

Condiciones de la vía	Tipo de material	Flota Volquetes	Hr/guardia	BCM/hr	BCM flota/guardia
Mal estado	Mineral	45	10	11,21	5 044,5
Buen estado	Mineral	45	10	12,72	5 724
Mal estado	Desmante	12	10	32,09	3 850,8
Buen estado	Desmante	12	10	36,21	4 345,2

Nota. Para poder obtener la cantidad de material acarreo BCM de una guardia, se procede a multiplicar la flota de volquetes, las hr/guardia y por los BCM/hr.

Objetivo específico 5: Evaluación del costo unitario US\$ de la flota de acarreo, antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022:

Tabla 15

Costo Unitario \$/BCM

Condiciones de la vía	Tipo de material	Tarifa unitaria \$/hr.	BCM/hr.	Costo unitario \$/BCM
Mal estado	Mineral	46	11,21	4,10
Buen estado	Mineral	46	12,72	3,62
Mal estado	Desmonte	46	32,09	1,43
Buen estado	Desmonte	46	36,21	1,27

Nota. Para la obtención del costo unitario \$/BCM, se tiene una tarifa unitaria por equipo \$/hr. (volquete), el cual se divide por los BCM/hr. y obteniéndose así el costo unitario \$/BCM.

Tabla 16

US\$/mes Generado por la Flota de Acarreo

Condiciones de la vía	Tipo de material	BCM flota/guardia	BCM flota/día	BCM flota/mes	Costo unitario \$/BCM-km	US\$/mes
Mal estado	Mineral	5 044,5	10 089	302 670	5,03	\$1 523 549,98
Buen estado	Mineral	5 724	11 448	343 440	5,03	\$1 728 773,93
Mal estado	Desmonte	3 850,8	7 701,6	231 048	1,42	\$328 319,21
Buen estado	Desmonte	4 345,2	8 690,4	260 712	1,42	\$370 471,75

Nota. Para la obtención del costo unitario US\$/mes, se tiene un costo pagado \$/BCM-km, el cual se multiplica por los BCM flota/mes y obteniéndose así los US\$/mes. Los \$/BCM-km, lo maneja internamente O. T. (Oficina Técnica), ya que, son temas contractuales.

Tabla 17

Variación US\$/BCM-km Generada por la Flota de Acarreo

Material/BCM-mes	Vías Mal Estado	Vías Buen Estado	Variación US\$/BCM-km
Mineral	\$1 523 549,98	\$1 728 773,93	\$205 223,95
Desmante	\$328 319,21	\$370 471,75	\$42 152,54
Totales	\$1 851 869,19	\$2 099 245,68	\$247 376,49

Nota. Después del mejoramiento de las vías de acarreo, incremento en un 13.35% los US\$/BCM-km.

Objetivo específico 6: Evaluación del consumo de combustible de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022:

De acuerdo con los datos brindados por el área de mantenimiento de San Martín Contratistas Generales S.A., el consumo de combustible es elevado por el mal estado de las vías de acarreo. Con los datos obtenidos se compararon los datos de los consumos promedios de la flota de los periodos 13-05-2022 al 27-05-2022 (vías en mal estado) y del 20-07-2022 al 03-08-2022 (vías en buen estado).

Tabla 18

Comparación Promedio del Consumo del Combustible en Gal/hr

Vías en mal estado															
Fecha	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.
Promedio	5,30	5,32	5,46	5,37	5,41	5,44	5,33	5,42	5,37	5,43	5,33	5,58	5,39	5,39	5,41
Vías en buen estado															
Fecha	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03
	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	ago.	ago.	ago.
Promedio	4,82	4,84	4,88	4,89	4,91	4,92	4,90	4,91	4,86	4,89	4,87	4,84	4,89	4,87	4,90

Nota. Los promedios del consumo de combustible, fueron tomados antes y después del mejoramiento de las vías de y de los 57 volquetes de la flota de acarreo. (Ver Anexo N° 8)

Tabla 19

Comparación del Costo de Combustible en (US\$/mes)

Condiciones de las vías	Horas/día	Ratio			Costo consumo
		promedio (gal/hr.)	US\$/gal	días/mes	combustible US\$/mes
Vías en mal estado	20	5,4	4,814	30	\$15 597,36
Vías en buen estado	20	4,88	4,814	30	\$14 095,392
Diferencia					\$1 501,968

Nota. Se puede observar en el cuadro se logró reducir la ratio promedio de consumo de combustible gal/hr, este ahorro mensual es por volquete.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como primer objetivo específico se planteó realizar un diagnóstico sobre el estado actual de las vías de acarreo en la minera, en donde se obtuvo como resultado que, la zona presenta una temperatura promedio mensual que fluctúa entre 10°C y 12°C dentro del área de estudio, y en el caso de las estaciones locales se observa una temperatura que fluctúa entre los 7 °C y los 9 °C a lo largo del año, donde las temperaturas más cálidas se registran entre noviembre y mayo (8 °C y 8 9 °C) y las más frías entre junio y octubre (7 °C y 7.9 °C). Por otro lado, el periodo de menor precipitación ocurre en los meses de mayo a septiembre y el de mayor precipitación se da entre los meses de octubre y abril.

Asimismo, se determinó que la precipitación media anual de la zona de estudio es de 1218 mm., determinándose que la zona húmeda se presenta de octubre a abril y la temporada seca de junio a agosto, mientras que, la transición de húmeda a seca en mayo y la transición de seca a húmeda en septiembre. Lo que conlleva a afirmar que, la frecuencia en que ocurren las precipitaciones en produce graves daños a las vías de acarreo en la mina, situación que empeora, debido a la falta de mantenimiento, lo que genera limitaciones para la circulación de vehículos; además, el riesgo de ocurrencia de accidentes, grandes cantidades de consumo de combustibles, entre otros.

Es así que, las precipitaciones pluviales en la Unidad Minera La Zanja, se dan entre mayo a setiembre que es la más baja y entre octubre a abril que es la más elevada y esto genera deterioro en las vías de acarreo; por ello, el rendimiento de la flota de acarreo ha generado la baja productividad de los planes diarios, semanales y mensuales, debido al mal estado de sus vías de acarreo. De acuerdo con ello, Peralta y Vargas (2019) señalan que, los factores principales por lo que se deterioran las vías de acceso son las lluvias en época de

invierno y la carencia de lluvia en verano; lo primero produce un enorme impacto en la capa superficial y aumento el riesgo de derrape de los equipos por la alta presencia de finos; mientras que la carencia de lluvia produce polvaredas, que dificultan la falta de visibilidad y el deterioro acelerado de las piezas de los equipos de acarreo.

En razón a ello, al realizar un diagnóstico sobre la productividad de carguío y acarreo en una empresa minera, se pudieron observar que los equipos de acarreo se encontraban en mal funcionamiento, debido a la falta de mantenimiento de las vías. Por ello, indican que el plan de mantenimiento productivo total es importante para el buen funcionamiento de los equipos de acarreo de la mina, pues permite que los trabajadores encargados cuenten con lineamientos claros y oportunos que generen un mejor desempeño de los equipos; asimismo, es necesario realizar programas de aligerado de tolva, así como un plan preventivo y correctivo.

En ese orden de ideas, al realizar una comparación con otras investigaciones, la información concerniente a la investigación de Maravi (2019) resulta relevante, pues evidencia que en temporadas de precipitaciones altas se observa un desgaste mayor en las estructuras de las vías, por falta de algún diseño de drenaje, alteración de material, exceso de material fino o material inapropiado para mantener las vías de tránsito. Por ello, se puede afirmar que, es importante la implementación de un plan de mantenimiento previo y el diseño de vías para optimizar la producción. De esta manera, el buen mantenimiento de las vías dentro de una empresa minera contribuirá de forma directa al ahorro de dinero por mantenimiento de equipo y cambios de neumáticos, además, se producirá una optimización en el consumo de combustible, evitando un excesivo gasto en la reparación y cambio de repuestos en los equipos usados.

En torno al segundo objetivo específico, respecto al diseño e implementación del plan estratégico del mantenimiento de vías que permita optimizar los rendimientos de la flota de acarreo, se procedió a diseñar el plan estratégico para el mantenimiento de vías teniendo como base el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. N° 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM, en el cual se cumplirán con los estándares del diseño geométrico para el mantenimiento de vías de acarreo en minería superficial.

En cuanto al Plan de lastrado, es un plan elaborado por el área de Operaciones en coordinación con el área Mina, consistente en colocar una capa de rodadura de 0,4 y 0,5 metros de espesor a lo largo de los tramos indicados del Haul Road Pampa Verde de tal modo que se preserve y mantenga la carretera existente. Por otro lado, dentro de las zonas de lastrado, el plan contempla el lastrado de todo el Haul Road Pampa Verde, rampas del botadero, Pampa Verde y Pad en donde se realiza la limpieza de cunetas.

El tiempo de ejecución del plan de lastrado, las actividades de lastrado iniciaron el día 15/06/2022 y finalizaron el día 17/07/2022, contando con dos turnos de trabajo (día y noche), teniendo una duración de 32 días calendario. De tal manera, para el dimensionamiento de equipos, se contó con dos cuadrillas para el mantenimiento de vías y los trabajos se realizaron en los turnos día y noche. En razón a ello, pudo determinarse que la estrategia para la realización del plan es: diseño del mantenimiento de vías e identificación de zonas de lastrado, dimensionamiento de recursos y materiales, lastrado de vías y cronograma de actividades. El plan estratégico contempla su ejecución durante la temporada denominada seca (sin precipitaciones pluviales), con el objetivo de mejorar la compactación del material. Datos que resultan comparables con la investigación de Morocco (2019) quien evidencia que, la aplicación de estándares de diseño de vías con parámetros oportunos para

el mantenimiento de una buena producción, debe ser aplicado en los distintos tajos de la unidad minera, pues se comprobó su funcionamiento los favorables aportes que tiene para la empresa minera.

De acuerdo con ello, Bazán y De la Rosa (2021), en un estudio similar, refiere que, la definición de los parámetros de diseño geométrico, estructural y el establecimiento de mezclas óptimas de las capas de rodadura, establecen las actividades de diseño; y con los reportes de topografía se realiza el plan de mantenimiento semanal de las vías de acarreo y acceso a la mina, para el tránsito de maquinaria pesada, con la finalidad de optimizar la seguridad de las operaciones vehiculares.

En cuanto al tercer objetivo específico, sobre analizar el tiempo, ciclo y velocidades de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022, se obtuvo como resultado que la duración de los ciclos de acarreo con las vías en mal estado es elevada a comparación de las vías en buen estado, luego del lastrado de las vías de acarreo de todo el Haul Road Pampa Verde. La diferencia de tiempos promedios es de 0,15 horas, equivalentes a 8,52 minutos para el tiempo de acarreo y 0,15 horas, equivalentes a 9 minutos para el ciclo de acarreo. Y para el caso del acarreo de desmonte, siendo el ciclo de acarreo en una vía con mejores condiciones en un promedio de 0,32 horas, equivalentes a 3,01 minutos para el tiempo de acarreo y 0,39 horas, equivalentes a 3,01 minutos. Asimismo, se logró incrementar las velocidades para mineral en 2,42 km/hr y para desmonte en 2,50 km/hr. En vista a ello, Hurtado (2019) indica que, contar con vías de acarreo afirmadas de forma correcta permite conservar velocidades constantes en los equipos, por lo que el manteniendo de vías se encuentra directamente relacionado con la productividad.

Los hallazgos del estudio tienen relación con el estudio de Namay y Ramos (2019) pues afirman que el diseño de un plan de gestión de mantenimiento incrementa la productividad de acarreo de una empresa minera, pues engloba planes de mantenimiento, procesos y procedimientos, a fin de reducir las fallas y determinar puntos críticos, siendo que al realizar la implementación del plan se obtuvo una proyección incrementada de 20%. Asimismo, con lo señalado por Hurtado (2019), quien indica que, la baja en las velocidades de los equipos, tanto cargados como vacíos, se debe a los riesgos principalmente de derrape y pérdida de control de las unidades, esta resta de velocidad afecta directamente al ciclo de minado por ende a la productividad, de no mantener cunetas y sistemas de drenaje se generaría daños prematuros en la carpeta de rodadura y la vía misma.

Por ello, es importante mantener las vías con una rasante uniforme para mantener velocidades constantes al momento del acarreo, esto también nos ayuda a reducir los desprendimientos por temperatura de los neumáticos 53/80y 59/80. De esta manera, se puede afirmar que existe una relación entre el diseño de vías y las velocidades aplicadas en la operación de transporte de material. Asimismo, un dimensionamiento oportuno de volquetes teniendo en cuenta el diseño correcto de vías y sus componentes permite mejorar los tiempos de carga y descarga.

Igualmente, se logró aumentar la velocidad, para los casos del recorrido de mineral y de desmonte, con carga y de retorno vacío, al igual que Maraví (2019), en su estudio, donde los resultados indicaron que la sección de prueba con mejor dosificación ayudó a disminuir el número de mantenimientos en el tiempo de estudio. Así, el tramo con tratamiento disminuye de 5 a 3 veces el número de mantenimientos requeridos respecto al tramo sin tratar. Lo mencionado anteriormente es sinónimo de ahorro en mantenimiento hasta 40%.

Así mismo, la mejor dosificación ayudó a incrementar la velocidad promedio del paso de los camiones con carga en 3,21 km/h respecto a la vía sin tratamiento, lo cual mejora la producción de la minera Rafael S.A.C., detallado en la presente investigación, para el estado cargado en ambos casos.

Con referencia al cuarto objetivo específico, respecto de la producción BCM/Hr de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022; se analiza el estudio de Usca (2021) quien al analizar el aditivo H14 supresor de polvo en las vías de la mina, se logra reducir el ciclo de acarreo, consumo de agua destinada al riego de vías para mantener y mitigar el polvo generado por el tránsito de equipos en vías no pavimentadas. Como resultado de la investigación se obtuvo que, la productividad del acarreo mejora según las condiciones de la vía, incrementando de 11,21 a 12,72 BCM/hr para el caso del mineral y de 32,09 a 36,21 BCM/hr; para el caso del desmonte, lo cual se observa en la tabla 13 y puede apreciarse en la tabla 14 las comparaciones de los BCM/guardia y en la tabla 16 los BCM/mes, donde se observa el impacto que sufre el acarreo como proceso debido a las condiciones de la vía.

De acuerdo con Neyra (2020) el adecuado dimensionamiento de la flota de camiones mejorar la productividad del sistema de carguío y transporte en el tajo abierto en una mina, de tal manera, permite mantener en óptimas condiciones la relación \$/Ton para el costo de operaciones mineras. Por ello, se debe optimizar el uso de excavadoras, agregándose camiones a la operación sin que haya una relación match factor cercano a uno, esta solo trae menor productividad y consecuentemente mayores costos. Desde esta perspectiva, se puede afirmar que, tener una vía de acarreo en óptimas condiciones es de suma relevancia para el acarreo de material, pues el mantenimiento de vías de acarreo de una unidad minera en buen

estado de conservación, genera que el acarreo sea más productivo, en consecuencia, se debe realizar mantenimientos constantes, con la finalidad de evitar que la vía se deteriore y aumente la dificultad de tránsito de las unidades que acarrear material, acrecentándose la duración de los ciclos de acarreo.

En ese contexto y brindando un aporte a la investigación, puede señalarse que resulta indispensable tener en consideración, las exigencias legales relacionadas a la minimización y control de los peligros y riesgos en las actividades mineras, las cuales deben establecer y definir un procedimiento de operación estandarizada para cada una de las áreas en que se ejecute.

En relación con el quinto objetivo específico sobre el análisis del costo unitario US\$ de la flota de acarreo, antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022; puede fundamentarse como antecedentes el estudio de Hurtado (2019) quien tiene como uno de sus objetivos reducir los costos en el proceso de mantenimiento de vías, obteniendo como resultado que, los costos del proceso de mantenimiento serán reducidos notablemente si se usan materiales adecuados en la vía, la granulometría de material chancado de 3" ayudará a una mejores tracción de los equipos, pero también resistirán mucho más al tránsito de los equipos pesados, recordemos que un retrabajo genera costo innecesario.

En este caso, se obtuvo como resultado que, para el costo para el acarreo disminuye al mejorar los accesos, disminuyendo de 4,10 a 3,62 \$/BCM para el caso de mineral y 1,43 a 1,27 \$/BCM para el caso del desmonte, como se puede observar en la Tabla 15 y como también apreciamos en la Tabla 16 y 17 la comparación en US\$/BCM. De hecho, Zavala (2020) afirma que la obtención de costos unitarios es de enorme relevancia para las empresas, pues implica que cada proceso se encuentre vinculado con la elaboración directa

de un producto o servicio, así como evitar incurrir en gastos innecesarios como parte del costo de producción. Al respecto, tanto por su relevancia teórica como práctica, el estudio de Pajares (2020) menciona que, en las unidades mineras superficiales, el carguío y acarreo de material representa entre el 50% y 60% de los costos operacionales del procedimiento completo de explotación, por ello, es importante acrecentar la producción con el dimensionamiento de equipos de acarreo estimando variables operativas de minado, puesto que, en términos económicos permitirá incrementar la productividad en un nivel considerable.

Finalmente, en cuanto al último objetivo específico sobre la evaluación del consumo de combustible de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022; un estudio que se asemeja es el de Pari (2018) quien tuvo como uno de sus objetivos reducir el consumo de combustible de la foto de acarreo producto de la mejora de las condiciones de la vía; en donde obtuvo como resultado que el consumo de combustible fue afectado positivamente por el estado de la vía de acarreo, reduciéndose el ratio promedio de la flota de acarreo en 1,21 gal/h al contar con la vía en mejores condiciones de conservación.

Así, en la investigación se obtuvo como resultado que el consumo de combustible de la flota de acarreo, se reduce al rodar los equipos por una vía de acarreo en buenas condiciones. En la tabla 18 se pudo apreciar que existe una diferencia de 0,52 gal/hr en promedio para los intervalos de tiempo en los que el consumo de la flota fue analizado mientras la vía de acarreo estuvo en diferentes condiciones, así como también el ahorro generado en US\$/mes como se observa en la tabla 19. Datos que se fundamentan en la investigación de Marinovich (2016) obtuvo como resultado que, el oportuno mantenimiento

de las vías permite reducir el consumo de combustible de la flota de acarreo, pues se evidenció un impacto positivo que produjo una reducción en el radio promedio de la flota. Asimismo, la mejora de condiciones de las vías permite una mejor conducción por parte de los operadores, lo que genera una mayor productividad en el proceso de acarreo.

Entre las limitaciones se destaca el tiempo de la investigación, es necesario hacer un seguimiento en períodos más amplios para generar proyecciones a largo plazo y complementar la propuesta de implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería para la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022

En relación con las conclusiones de la investigación se obtuvieron las siguientes:

Se concluye en que es preciso diseñar e implementar un plan estratégico para el mantenimiento de vías durante la temporada seca, esto contribuyó en generar una vía en buenas condiciones, incrementando los rendimientos y reduciendo los costos operativos de la flota de acarreo en una empresa minera.

El tener una vía de acarreo en buenas condiciones genera una reducción en los ciclos de acarreo para el mineral y desmonte, asimismo; eleva la velocidad de la flota de acarreo, evitando su deterioro prematuro.

El buen estado tener de las vías de acarreo produce un incremento en la cantidad de material acarreado por la flota destinada para tal fin, mejorando la productividad.

El tener una vía de acarreo en buenas condiciones contribuye a lograr un incremento del costo unitario BCM - \$/mes, obteniendo un excedente del 13,35% mensual.

El tener una vía de acarreo en buen estado, genera una disminución en los promedios del consumo del combustible en un 0,52 gal/hr.

Por lo antes expuesto, se recomienda realizar un lastrado de capa de 0,40 m. y 0,50 m. con material granulométrico de 4 a 6 pulgadas para una buena durabilidad de la vía.

Se recomienda realizar los trabajos de mantenimiento de manera continua y en temporada seca para la obtención de mejores resultados.

La estrategia y diseños establecidos para el mantenimiento de vías, establecen un procedimiento para este fin. Sin embargo, la línea de supervisión puede establecer nuevos parámetros que permitan mejorar la puesta en marcha de esta tesis establecida.

REFERENCIAS

- Adams, T. (22 de Abril de 2022). *Consideraciones de diseño y construcción en caminos mineros*. <https://globalroadtechnology.com/design-and-construction-considerations-in-haul-roads/>
- Alfredo, C. L. (2014). *Optimización de la fragmentación en los proyectos de voladura primaria en la zona norte del tajo San Pedro Sur, Minera La Zanja [Tesis profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]*. Repositorio de Tesis Digitales - CYBERTESIS, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4244>
- Bazán, A. (2016). *Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha [Tesis de profesion, Universidad Continental]*. Repositorio Institucional Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/2955>
- BISA. (07 de 07 de 2004). *Expediente técnico sistema de tratamiento de aguas residuales para la zona de servicios auxiliares – planta de procesos proyecto la Zanja*. <https://es.scribd.com/document/314098237/EXPEDIENTE-TECNICO-AGUAS-RESIDUALES-LA-ZANJA-BISA-SIII-pdf>
- Cabrera, C. J., & Briones, J. A. (2021). *Diseño y mantenimiento de vías del acceso minero para el transito de maquinaria pesada en una mina de oro a tajo abierto, Cajamarca 2020 [Tesis de Titulació, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/11537/30543>
- Clima. (28 de 02 de 2017). <https://www.significados.com/clima/>
- Condori Catacora, R. F. (2017). *Optimización de la operación unitaria de transporte con la aplicación de estándares de diseño de vías en la unidad minera Corihuarmi – 2016*.

- [Tesis profesional: Universidad Nacional Del AltiplanO]. Repositorio Institucional
UNA-PUNO. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5753>
- Corral, J. L. (2016). Diseño y construcción de caminos mineros. *PERU CONSTRUYE*, 40,
68-75.
- Cubas Armas, M. (2018). *Precipitación*.
[https://www.slideshare.net/MarlonRobertCubasArm/sesin-04-hidrologa-
precipitacin?from_action=save](https://www.slideshare.net/MarlonRobertCubasArm/sesin-04-hidrologa-precipitacin?from_action=save)
- Cuti Tancayllo, J. C. (2019). *Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de
carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en mina Chipmo,
U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Arequipa [Tesis
profesional, J. Repositorio Institucional - UNSAAC*.
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4279>
- Edgardo, M. B. (2019). *Mejoramiento Funcional de vías de acarreo con la aplicación de
Geomateriales - Caso Mina Rafael S.A.C. [Tesis de Titulación, Universidad
Continental]*. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5140>
- Edtj. (24 de 09 de 2012). *Vías de acarreo*. Obtenido de SCRIBD:
<https://es.scribd.com/doc/106847991/VIAS-DE-ACARREO>
- Gonzales, J. (2018). *Gradiente óptima para reducir ciclo de acarreo - Minera Barrick
Misquichilca S. A. U.E.A. Pierina - año 2018. [Tesis para título profesional,
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]*
[http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4261/T033_72036281
_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4261/T033_72036281_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Haul Road Maintenance. (s/f). Mantenimiento de caminos de acarreo.

<https://sites.google.com/site/mininginfosite/miner-s-toolbox/materials-handling/truck-haulage/haul-road-maintenance>

Herrada Villarreal, J. O., & Quispe Mamani, M. J. (2020). *Gestión minera en mantenimiento*

de vías de acceso en Mina Cerro Verde utilizando el Big Data [Tesis de Maestría, Escuela de Post Grado NEUMANN]. Repositorio institucional.

<http://repositorio.epneumann.edu.pe:8080/handle/EPNEUMANN/159?show=full>

Hoyos, A. (2017). *Contabilidad de costos.* Universidad Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4256/1/DO_FCE_319_MAI_UC0131_2018.pdf

Hurtado Nuñez, B. (2019). *Influencias del mantenimiento de vías de acarreo en la*

productividad del tajo ferrobamba - minera las bambas - apurímac [Tesis Profesional, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio

Institucional - UNSAAC, Cusco.

<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4658>

Josán, O. (2016). *Diseño y construcción de caminos mineros. Peru Contruye, 40, 68-75.*

L., A. S. (Agosto de 2015). *Caminos mineros. Construcción minera, vol. 13, 06-15.*

Malpica Quijada, C. F. (2014). *Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones*

de movimiento de tierras en el minado Cerro Negro Yanacocha – Cajamarca [Tesis profesional, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6653>

Asociación Española para la Calidad. (2019). *Mantenimiento.*

<https://www.aec.es/web/guest/centro->

conocimiento/mantenimiento#:~:text=Se%20define%20mantenimiento%20como%
20todas,acciones%20t%C3%A9cnicas%20y%20administrativas%20correspondient
es.

Mantenimiento de los Caminos de Acarreo: Cómo mejorar la vida útil de los camiones y los neumáticos. (s/f de s/f de s/f). Obtenido de CAT: https://www.cat.com/es_US/support/operations/technology/cat-minestar/minestar-in-action/haul-road-maintenance.html

Maraví, P. (2019). Mejoramiento funcional de vías mineras de acarreo con la aplicación de Geomateriales - Caso Mina Rafael S.A.C. [Tesis para optar título profesional, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5140>

Marinovich Azabache, F. A. (2016). *Influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo pampa Verde, minera la Zanja Cajamarca* [Tesis de profesion, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5341>

Minas, M. d. (10 de 09 de 2020). *REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN MINERÍA - EDICIÓN 2020.* http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=559

Morocco Torres, J. C. (Diciembre de 2019). Influencia de la Aplicacion de Estandares de Diseños de Vias en la Optimizacion de Transporte de Mterial en la Unidad Minera Corihuarmi. *Repositorio Instucional UNA - Puno.* <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12665>

- Olga Zuleima, M. (26 de 01 de 2016). *Costos de Producción*.
<https://www.slideshare.net/Olga1904/costos-de-produccion-57487053>
- Pari Chipana, J. G. (2018). Dimensionamiento de Equipos de Carguio - Acarreo y Optimizacion del Plan de Mantenimiento de Vias para los Tajos Pampa Verde y San Pedro Sur Mina la Zanja S.R.L.[Tesis de profesión, Universidad Nacional de San Agustín De Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5374>
- Porto, J. P., & Merino, M. (s/f de s/f de 2010). *Definición de velocidad*.
<https://definicion.de/velocidad/>
- Porto, J. P., & Merino, M. (s/f de s/f de 2013). *Definición de pluviómetro*.
<https://definicion.de/pluviometro/>
- Ramirez, E. M. (21 de 02 de 2017). *Minera La Zanja S.R.L. Proyecto La Zanja Reporte de Estudio de Factibilidad*. <https://es.scribd.com/presentation/339916763/Minera-La-Zanja-pptx>
- Robles, R. y Foladori, G. (2019) Una revisión histórica de la automatización de la minería en México. *Revista Latinoamericana de Economía. Problemas del desarrollo*, 50(197) 157-180.
<https://www.redalyc.org/journal/118/11860882007/11860882007.pdf>
- Rubio, C. (2014). Análisis de las necesidades de maquinaria en minas de mineral de hierro a cielo abierto. [Tesis de maestría: Universidad de Ovideo].
<https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/27945>
- Rumbo Minero. (2015). Cargadores Rrontales y Retroexcavadoras. *Rumbo Minero*, 89.
- Saldaña, B. y Taipe, W. (2018). Rehabilitación y mejoramiento en vías de bajo volumen de tránsito a nivel tratamiento superficial Slurry Seal Canayre - Puerto Palmeras - Ayacucho. [Tesis de título profesional, Universidad de San Martín de Porres].

https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4545/saldana_taipe.pdf?sequence=1&isAllowed=y

S.A.C., E. M. (2018). *Manual de minería*.

https://issuu.com/isemvirtual/docs/_3__manual_de_miner__a__estudios_mi

Significados. (28 de febrero de 2017). *Clima*. <https://www.significados.com/clima/>

Suárez, E. (05 de 08 de 2019). *Retroexcavadora [Fotografía]*. Obtenido de IngeCivil:

<https://www.ingecivil.net/2019/08/05/retroexcavadora-todo-lo-que-debes-conocer/>

Sy Corvo, H. (s/f de s/f de s/f). *Análisis de Costo*. <https://www.lifeder.com/analisis-de-costos/>

Talero, P., Organista, O., Barbosa, L., y Mora, C. (2013). Velocidades: media, promedio e instantánea en el movimiento uniforme acelerado, algunos comentarios pedagógicos. revista Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, (3). http://www.lajpe.org/sep13/14-LAJPE_803_Paco_Talero.pdf

Tejada, T., & Quispe, F. (2018). Incremento de la producción de carguío y acarreo al realizar el lastrado del haul road para el tajo Cienaga Norte, minera Coimolache 2018 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <http://hdl.handle.net/11537/14207>

Thompson, D. R. (setiembre de 2009). *www.equipo-minero.com*. <https://www.equipo-minero.com/contenidos/consideraciones-para-el-diseno-de-caminos-de-transporte-70696012/>

Tiempo Minero. (14 de febrero de 2020). *Mantenimiento Minero: reducción de costos en maquinaria*. <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/transporte-mineria-diseno-reduccion-costos-prevencion/>

- Toledo Santos, J., Manglano, A. S., López Jimeno, E., Gómez de las Heras, J., & López Jimeno, C. (1991). *Manual de arranque, carga y transpote en minería en cielo abierto*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Perú Construye. (12 de 2017). Transporte de máxima potencia, 70-79. <http://www.peruconstruye.net/wp-content/uploads/2018/02/CAMIONES-VOLQUETE.pdf>
- Troy, A. (2022). *Consideraciones de diseño y construcción en caminos de acarreo*. <https://globalroadtechnology.com/design-and-construction-considerations-in-haul-roads/>
- Urrunaga Paredes, A. O. (2017). *Diseño de vías de acarreo que ayuda a mitigar el impacto negativo en el rendimiento de la flota de acarreo durante la temporada de lluvia en cerro corona gold fields la cima s.a. [Tesis profesional, Universidad Nacional de trujillo]*. Repositorio Institucional UNITRU. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9324>
- Watson, S. (09 de 02 de 2022). *The (haul) road to success*. <https://www.hatch.com/About-Us/Publications/Blogs/2022/02/The-Haul-Road-to-Success>
- Yoza Lévano, A. (s.f.). *Gestión de vías en proyectos Open Pit*. <https://www.yumpu.com/en/document/view/52872617/gestion-de-vias-en-proyectos-open-pit>

ANEXOS

ANEXO N° 1

Equipos de línea amarilla y blanca, secciones de vías de acarreo y ciclo de acarreo

Figura 24

Cargador Frontal



Nota. Tomada de “Equipos auxiliares” [Imagen], (Malpica, 2014)

Figura 25

Rodillo Vibrador



Nota. Tomada de “Equipos auxiliares” [Imagen], (Urrunaga, 2017)

Figura 26

Motoniveladora



Nota. Tomada de “Equipos auxiliares” [Imagen], (Urrunaga, 2017)

Figura 27

Excavadora



Figura 28

Retroexcavadora



Nota. Tomada de “Equipos auxiliares” [Imagen], (Suárez, 2019)

Figura 29

Camión Cisterna de Agua



Nota. Tomada de “Equipos auxiliares” [Imagen], (Urrunaga, 2017, p. 29)

Figura 30

Buldócer o Tractor de Oruga



Nota. Tomada de “Equipos auxiliares” [Imagen], (Urrunaga, 2017, p. 27)

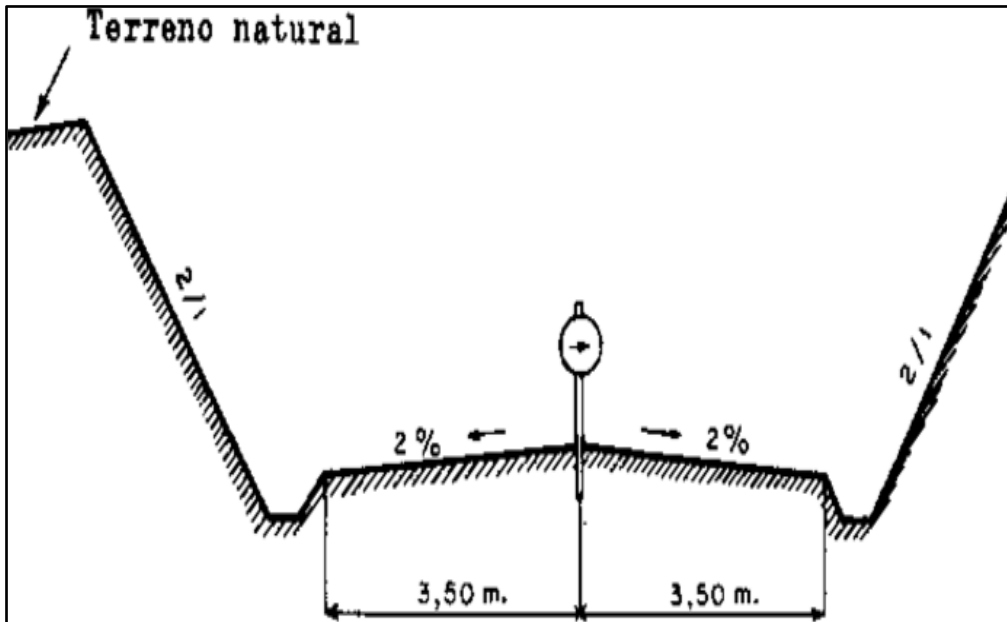
Figura 31

Volquete



Figura 32

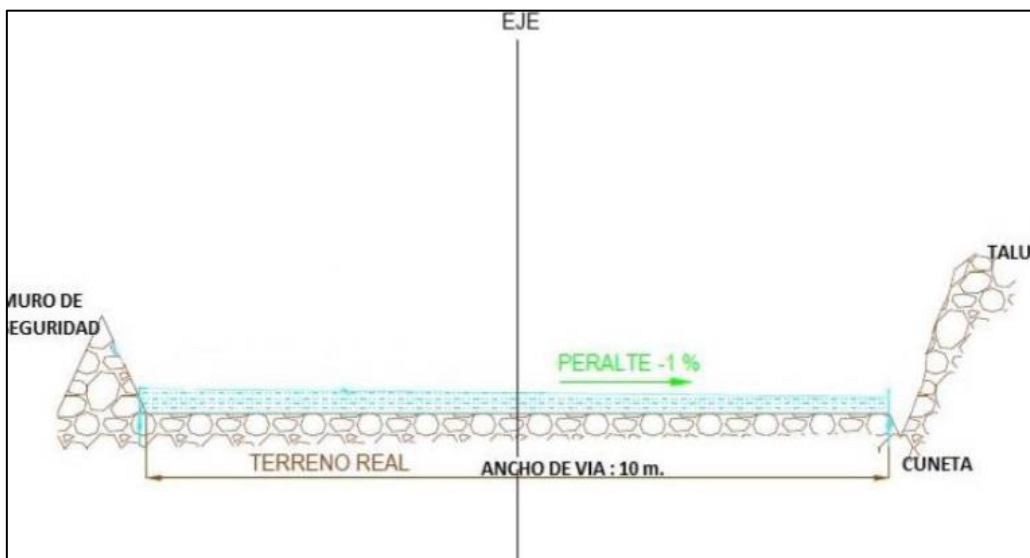
Sección Transversal de la Vía de Acarreo con Sección “Lomo de Corvina” o Crown



Nota. Tomada de “Tipos de vías” [Imagen], (Pari, 2018)

Figura 33

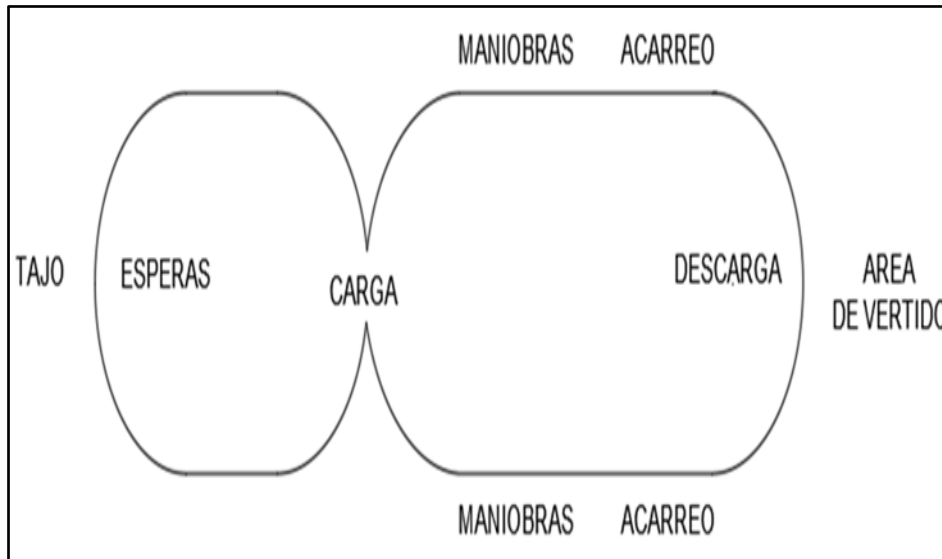
Sección Transversal de la Vía de Acarreo Pendiente a un Lado o Súper



Nota. Tomada de “Tipos de vías” [Imagen], (Azabache, 2016)

Figura 34

Ciclo de la Flota de Acarreo



Nota. Tomada de “Rendimientos” [Imagen], (Toledo, et al., 1991)

ANEXO N° 2

Matrices: Consistencia y de operacionalización

Tabla 20

Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Variables	Metodología	Población
¿Cómo es el diseño de un plan estratégico de mantenimiento de vías para la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en minera la zanja, 2022?	<p>General: Implementar un plan estratégico de mantenimiento de vías basado en el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería para la optimización de los rendimientos de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022.</p>	<p>Variable temática: Implementación de un Plan de Mantenimiento de Vías</p>	<p>El diseño es preexperimental pues se realizaron comparaciones de un pretest (antes) y un postest (después); es decir, se realizaron dos mediciones, donde se ha medido un antes y un después, a fin de comparar los resultados obtenidos. Este diseño tiene el siguiente diagrama:</p>	<p>Población: Tiene como población el Proyecto la Zanja, está ubicado en el caserío La Zanja (también denominado La Redonda), en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Suchabamba, a 107 Km del departamento de Cajamarca.</p>
	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Diagnosticar el estado actual de las vías de acarreo en Minera La Zanja, 2022.</p> <p>Implementar el plan estratégico para el mejoramiento de las vías de acarreo en Minera La Zanja, 2022.</p> <p>Analizar el tiempo, ciclo y velocidades de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022.</p> <p>Analizar la producción BCM/Hr de los equipos de acarreo, el antes y después del mantenimiento de vías en Minera La Zanja, 2022.</p> <p>Analizar el costo unitario US\$ de la flota de acarreo, antes y</p>	<p>Variable fáctica: Optimización de los Rendimientos de la Flota de Acarreo</p>	<p style="text-align: center;">$G \quad O_1 \quad X$</p> <p>G: Unidad Minera la Zanja Cajamarca</p> <p>O1 = Rendimientos de la flota de acarreo (pretest)</p> <p>X = Plan estratégico de mantenimiento de vías.</p> <p>O2 = Optimización de rendimientos de la flota de acarreo (postest).</p>	<p>Muestra: La muestra es definida y no probabilística, se constituye por la misma población objetivo de esta investigación, dejando claro que esta investigación abarca mejoramiento de las vías de acarreo y optimizar los rendimientos de la flota de acarreo.</p>

después del mantenimiento de
vías en Minera La Zanja, 2022.

Evaluar el consumo de
combustible de los equipos de
acarreo, el antes y después del
mantenimiento de vías en
Minera La Zanja, 2022.

Tabla 21

Matriz de Operacionalización

"Implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías para optimización de rendimientos de la flota de acarreo en minera la zanja, 2020"				
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Variable temática: implementación de un Plan de Mantenimiento de Vías	En los sistemas de transporte basados en camiones, la red de carreteras de acarreo de la mina es un componente crítico y vital del proceso de producción. Como tal, el bajo rendimiento de un camino de acarreo tendrá un impacto inmediato en la productividad y los costos de la mina. La seguridad de las operaciones, la productividad y la longevidad del equipo dependen de caminos de transporte bien diseñados, construidos y mantenidos. El camino de acarreo de la mina es un activo y, junto con los camiones de acarreo que utilizan el camino, debe diseñarse para ofrecer un nivel específico de rendimiento y su mantenimiento de rutina debe administrarse en consecuencia (Mine Haul Road Design, Construction & Maintenance Management).	Para la implementación del plan de mantenimiento de vías se empleará lo siguiente: siguiendo los parámetros del Diseño y Ejecución de un Plan de Mantenimiento de Vías	Diagnóstico de la situación actual Diseño geométrico de vías de acarreo Recursos	Capa de rodadura Muro de seguridad Pendiente Material Cuneta Curva Gibas Personal Equi. auxiliares
Variable fáctica: Optimización de	Consiste en optimizar y llevar un adecuado control de los KPI'S	Para la evaluación de la Optimización de	Análisis de costos	Velocidades Km/hr.

<p>los Rendimientos de la Flota de Acarreo</p>	<p>(Indicadores Claves de Rendimiento) de los equipos del proyecto en mención, los cuales nos permiten ver en qué estado nos encontramos en la optimización de nuestros equipos en especial los de carguío y acarreo para así poder encontrar oportunidades de mejora que nos permitan llevar un mejor control en el proyecto en general. (Rojas, 2019).</p>	<p>los Rendimientos de la Flota de acarreo se empleará: Los costos de acarreo y las condiciones climatológicas de la zona.</p>	<p>Combustible Gal/Hr. Costo unitario \$/BCM Producción BCM/hr. Condiciones climáticas Precipitaciones</p>
--	--	--	--

ANEXO N° 3

Ubicación y accesibilidad hacia Minera La Zanja

Ubicación: Minera La Zanja se encuentra ubicada en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Suchabamba en la región suroeste del departamento de Cajamarca. Se ubica alrededor de las siguientes coordenadas UTM: Norte: 9'245,500 y Este: 732,250

El área de las operaciones de Minera La Zanja comprende las zonas altas del distrito de Pulan, a una elevación que varía entre los 2800 y 3620 m.s.n.m. y en los límites con los distritos de Catache de la misma provincia de Santa Cruz y el distrito de Catilluc de la provincia de San Miguel (Chavez, L. 2014, p. 7).

Figura 35

Vista General – Instalaciones de Minera la Zanja



Nota. Tomada de “Instalaciones mineras” [Imagen], San Martin Contratistas Generales S.A.

Accesibilidad: Minera La Zanja es accesible por dos rutas, a través de:

Lima – Cajamarca – El empalme – Minera La Zanja 952 Km

Lima – Cajamarca – Chilete – San Miguel – Minera La Zanja 939 Km.

(Chavez, 2014, p. 7).

Figura 36

Distancia del Recorrido Hacia la Unidad Minera la Zanja



Nota. Tomada de “Rutas” [Imagen], (Pari, 2018).

Fisiografía:

Relieve: El área de la mina se ubica en los Andes Centrales, los que se caracterizan por la presencia de numerosas quebradas cuyas laderas presentan gradientes pronunciadas y las altas planicies, situados a más de 3500m de altitud y que han recibido el nombre de la Región de la Puna o Altiplano (INGEMMET, 1987 citado en Chavez, 2014, p. 7).

Clima: La zona presenta una temperatura promedio mensual que fluctúa entre 7 – 8.2 °C. El periodo de menor precipitación ocurre en los meses de mayo a septiembre y el de mayor precipitación se da entre los meses de octubre y abril (Chavez, 2014, p. 7).

Hidrología: El sistema de drenaje superficial del área de estudio se puede subdividir en dos sistemas de microcuencas principales:

La microcuenca de la quebrada El Cedro drena hacia el norte e incluye las quebradas Bancuyoc, La Cuchilla, La Playa, La Mina, Bramadero, Cocán y El Hornazo.

La microcuenca del río Pisit que también drena hacia el norte e incluye las quebradas San Lorenzo, Del Panteón y Vizcachas.

La quebrada El Cedro recibe posteriormente el nombre de río Pulán, el cual se une con el río Pisit para constituir el río Cañad tributario del río Chancay. El río Chancay aporta aguas al río Reque y este vierte finalmente sus aguas en el océano Pacífico.

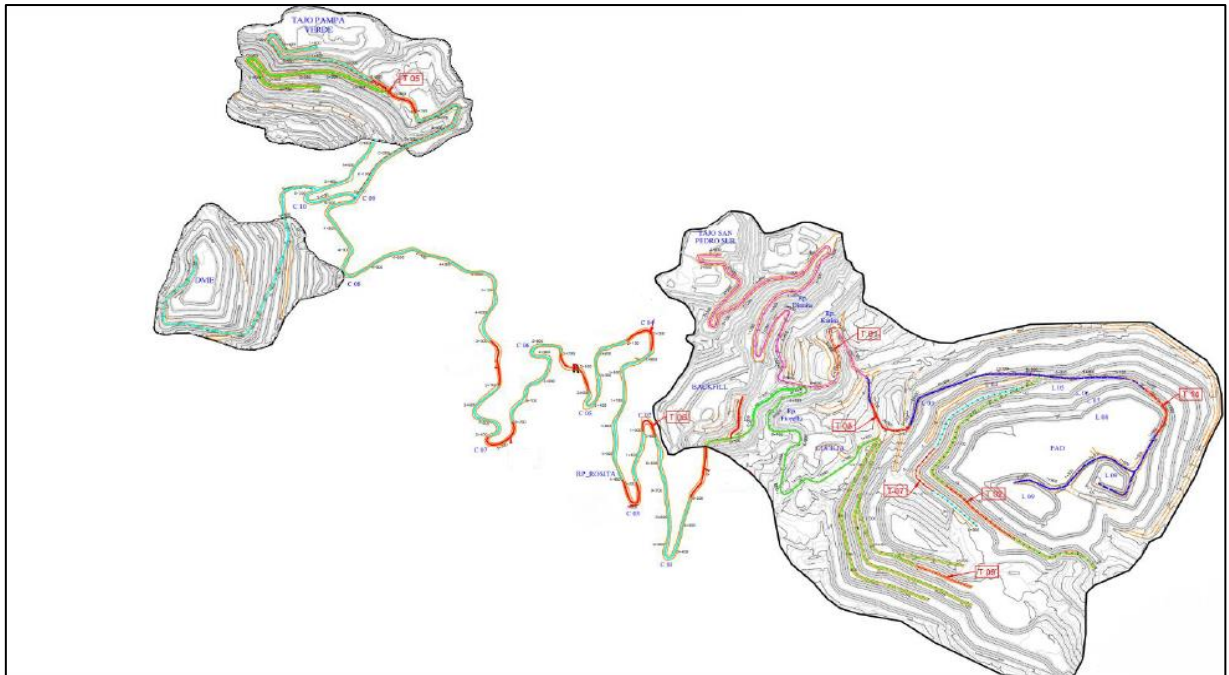
En el área de la mina, los cursos de agua son permanentes pero sus caudales son mínimos si se comparan con los caudales obtenidos aguas debajo de Pulán y Pisit (Chavez, 2014, p. 9).

ANEXO N° 4

Plano general del Haul Road Pampa Verde

Figura 37

Plano General del Haul Road Pampa Verde



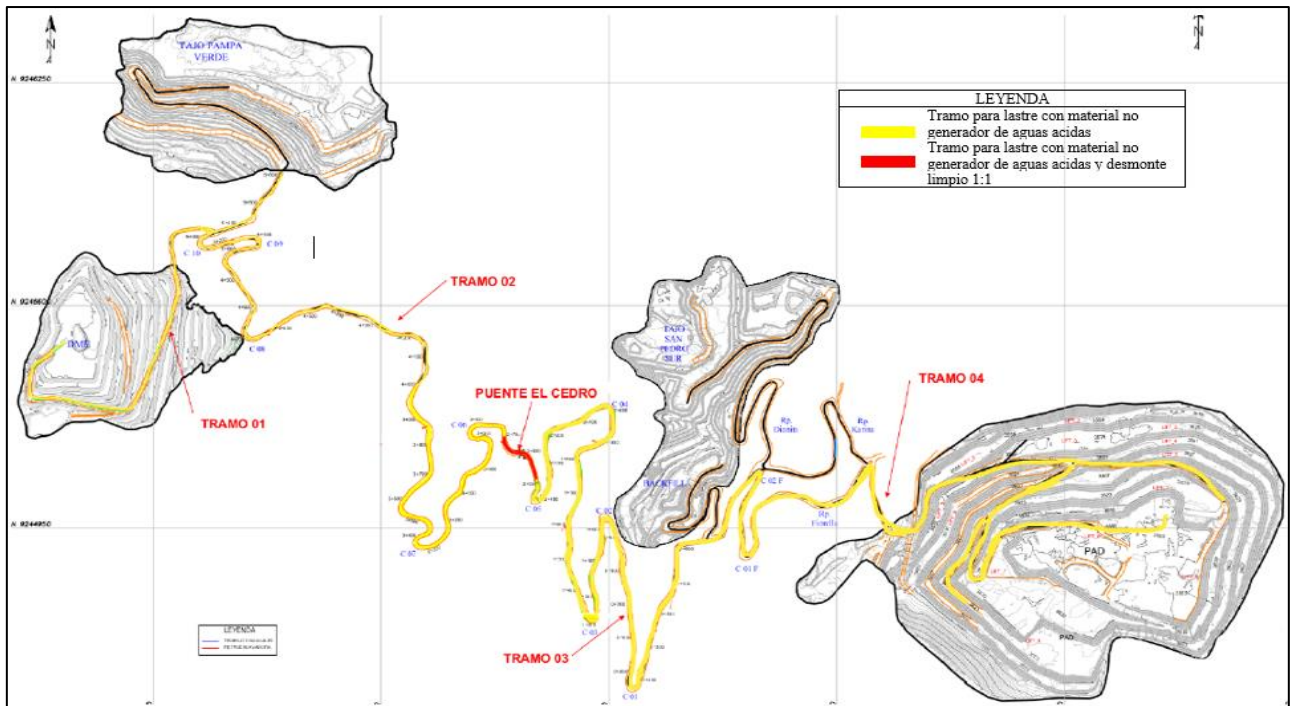
Nota. Tomada de “Plano – Haul road pampa verde” [Imagen], San Martin Contratistas Generales S.A.

ANEXO N° 5

Plano – Tramos del mantenimiento de vías

Figura 38

Tramos Para el Plan de Mantenimiento de Vías



+*/

Nota. Tomada de “Plano – Mantenimiento de vías” [Imagen], San Martin Contratistas Generales S.A.

ANEXO N° 6

Cronograma de actividades del plan del lastrado de vías

Tabla 22

Cronograma del Plan de Lastrado de las Vías de Acarreo

Plan del lastrado de las vías de acarreo									
Plan de lastrado de vías	15/06/20 22	16/06/20 22	17/06/20 22	18/06/20 22	19/06/20 22	20/06/20 22	21/06/20 22	22/06/20 22	23/06/20 22
Lastrado									
Plan del lastrado de las vías de acarreo									
Plan de lastrado de vías	24/06/20 22	25/06/20 22	26/06/20 22	27/06/20 22	28/06/20 22	29/06/20 22	30/06/20 22	01/07/20 22	02/07/20 22
Lastrado									
Plan del lastrado de las vías de acarreo									
Plan de lastrado de vías	03/07/20 22	04/07/20 22	05/07/20 22	06/07/20 22	07/07/20 22	08/07/20 22	09/07/20 22	10/07/20 22	11/07/20 22
Lastrado									
Plan del lastrado de las vías de acarreo									
Plan de lastrado de vías	12/07/20 22	13/07/20 22	14/07/20 22	15/07/20 22	16/07/20 22	17/07/20 22	18/07/20 22	19/07/20 22	20/07/20 22
Lastrado									

ANEXO N° 7

Ciclo de Acarreo – Antes y después del Mantenimiento de Vías

Tabla 23

Ciclo de Acarreo de Desmonte - Vías en Mal Estado

Ciclo con vías en mal estado								
N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
1	1	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:55	00:08:54	00:22:49
2	2	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:52	00:09:30	00:23:22
3	3	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:51	00:09:52	00:22:43
4	4	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:34	00:09:45	00:22:19
5	5	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:45	00:09:59	00:22:44
6	6	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:50	00:08:55	00:22:45
7	7	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:46	00:09:48	00:22:34
8	8	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:54	00:09:39	00:22:33
9	9	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:59	00:08:55	00:22:54
10	10	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:47	00:09:50	00:22:37
11	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:55	00:09:49	00:22:44
12	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:50	00:08:55	00:22:45
13	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:49	00:08:59	00:21:48
14	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:55	00:09:42	00:22:37
15	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:52	00:08:57	00:22:49
16	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:16	00:09:52	00:23:08
17	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:39	00:09:40	00:22:19
18	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:58	00:08:55	00:21:53
19	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:10	00:08:34	00:21:44

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
20	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:45	00:09:50	00:22:35
21	1	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:55	00:08:54	00:22:49
22	2	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:52	00:08:40	00:22:32
23	3	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:50	00:09:52	00:22:42
24	4	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:54	00:09:45	00:22:39
25	5	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:42	00:08:49	00:21:31
26	6	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:40	00:08:54	00:22:34
27	7	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:46	00:09:33	00:22:19
28	8	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:54	00:08:39	00:22:33
29	9	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:59	00:09:35	00:22:34
30	10	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:28	00:09:51	00:22:19
31	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:55	00:09:52	00:22:47
32	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:50	00:09:55	00:22:45
33	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:49	00:08:39	00:22:28
34	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:55	00:08:52	00:22:47
35	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:59	00:09:57	00:23:56
36	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:55	00:09:42	00:22:37
37	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:50	00:08:41	00:21:31
38	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:47	00:08:45	00:22:32
39	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:30	00:08:54	00:21:24
40	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:45	00:09:49	00:22:34
41	1	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:49	00:09:54	00:22:43
42	2	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:54	00:09:40	00:22:34
43	3	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:00	00:09:52	00:21:52
44	4	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:52	00:08:45	00:21:37

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
45	5	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:32	00:08:59	00:22:31
46	6	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:20	00:09:54	00:22:14
47	7	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:36	00:08:43	00:22:19
48	8	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:44	00:08:59	00:21:43
49	9	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:39	00:09:55	00:22:34
50	10	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:48	00:09:41	00:22:29
51	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:09:58	00:21:53
52	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:50	00:08:55	00:21:45
53	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:49	00:08:49	00:21:38
54	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:55	00:09:52	00:22:47
55	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:59	00:08:57	00:21:56
56	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:35	00:08:42	00:22:17
57	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:10	00:09:41	00:22:51
58	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:47	00:09:45	00:22:32
59	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:30	00:08:44	00:22:14
60	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:45	00:08:59	00:22:44
61	1	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:50	00:08:58	00:21:48
62	2	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:54	00:08:50	00:22:44
63	3	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:00	00:09:42	00:22:42
64	4	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:42	00:09:35	00:23:17
65	5	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:42	00:08:59	00:21:41
66	6	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:30	00:09:44	00:22:14
67	7	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:46	00:08:53	00:21:39
68	8	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:54	00:09:39	00:21:33
69	9	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:59	00:09:45	00:22:44

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
70	10	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:38	00:08:51	00:22:29
71	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:45	00:09:58	00:22:43
72	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:30	00:09:55	00:22:25
73	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:49	00:08:49	00:22:38
74	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:55	00:08:52	00:22:47
75	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:59	00:09:47	00:21:46
76	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:35	00:09:42	00:22:17
77	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:10	00:09:41	00:21:51
78	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:47	00:08:45	00:22:32
79	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:30	00:09:44	00:22:14
80	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:45	00:09:05	00:22:50
81	1	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:50	00:07:58	00:21:48
82	2	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:54	00:09:50	00:22:44
83	3	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:50	00:08:52	00:21:42
84	4	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:42	00:08:35	00:22:17
85	5	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:42	00:09:59	00:22:41
86	6	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:30	00:08:44	00:20:14
87	7	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:46	00:09:53	00:22:39
88	8	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:54	00:08:59	00:21:53
89	9	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:59	00:08:45	00:22:44
90	10	Mayo	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:48	00:08:51	00:21:39
91	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:45	00:08:58	00:22:43
92	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:30	00:08:55	00:22:25
93	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:49	00:09:49	00:22:38
94	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:55	00:09:52	00:22:47

Ciclo con vías en mal estado								
N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
95	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:59	00:09:47	00:22:46
96	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:09:52	00:21:47
97	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:58	00:09:58	00:21:56
98	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:47	00:09:45	00:22:32
99	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:13:30	00:08:44	00:22:14
100	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:09:55	00:21:50

Tabla 24

Ciclo de Acarreo de Desmonte – Vías en Buen Estado

Ciclo con vías mejoradas								
N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
1	1	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:58	00:07:54	00:18:52
2	2	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:52	00:07:30	00:19:22
3	3	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:51	00:07:52	00:18:43
4	4	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:44	00:07:54	00:19:38
5	5	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:09:55	00:08:10	00:18:05
6	6	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:40	00:07:52	00:18:32
7	7	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:46	00:07:54	00:18:40
8	8	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:54	00:07:30	00:19:24
9	9	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:59	00:07:52	00:18:51
10	10	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:57	00:07:50	00:19:47
11	1	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:49	00:18:44
12	2	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:50	00:07:45	00:18:35
13	3	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:49	00:18:44
14	4	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:07:42	00:19:37

Ciclo con vías mejoradas

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
15	5	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:52	00:07:47	00:19:39
16	6	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:46	00:07:52	00:18:38
17	7	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:39	00:07:30	00:19:09
18	8	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:38	00:07:45	00:18:23
19	9	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:10	00:07:34	00:18:44
20	10	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:56	00:18:51
21	1	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:07:54	00:19:49
22	2	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:52	00:07:40	00:19:32
23	3	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:50	00:07:52	00:18:42
24	4	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:54	00:07:45	00:18:39
25	5	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:42	00:07:49	00:18:31
26	6	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:57	00:07:54	00:19:51
27	7	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:56	00:07:53	00:19:49
28	8	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:54	00:07:39	00:19:33
29	9	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:59	00:07:55	00:18:54
30	10	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:28	00:07:51	00:18:19
31	1	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:07:42	00:19:37
32	2	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:50	00:07:45	00:19:35
33	3	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:12:09	00:07:29	00:19:38
34	4	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:07:42	00:19:37
35	5	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:59	00:07:47	00:18:46
36	6	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:59	00:07:52	00:18:51
37	7	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:40	00:07:31	00:19:11
38	8	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:17	00:07:35	00:18:52
39	9	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:50	00:07:44	00:19:34

Ciclo con vías mejoradas

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
40	10	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:49	00:18:44
41	1	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:49	00:07:44	00:18:33
42	2	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:54	00:07:50	00:18:44
43	3	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:40	00:07:42	00:18:22
44	4	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:12	00:07:45	00:18:57
45	5	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:32	00:07:59	00:19:31
46	6	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:20	00:07:44	00:19:04
47	7	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:56	00:07:39	00:18:35
48	8	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:44	00:07:49	00:18:33
49	9	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:39	00:07:45	00:19:24
50	10	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:18	00:07:51	00:19:09
51	1	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:58	00:18:53
52	2	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:20	00:08:15	00:19:35
53	3	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:49	00:07:49	00:18:38
54	4	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:52	00:18:47
55	5	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:59	00:07:57	00:18:56
56	6	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:35	00:07:42	00:19:17
57	7	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:10	00:07:51	00:19:01
58	8	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:57	00:07:45	00:19:42
59	9	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:30	00:07:44	00:18:14
60	10	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:45	00:07:59	00:18:44
61	1	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:50	00:07:58	00:18:48
62	2	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:54	00:07:50	00:18:44
63	3	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:40	00:07:42	00:19:22
64	4	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:42	00:07:35	00:18:17

Ciclo con vías mejoradas

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo Ciclo
65	5	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:42	00:07:39	00:18:21
66	6	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:51	00:07:44	00:18:35
67	7	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:46	00:07:53	00:19:39
68	8	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:54	00:07:39	00:19:33
69	9	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:59	00:07:45	00:19:44
70	10	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:38	00:07:51	00:18:29
71	1	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:45	00:07:48	00:18:33
72	2	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:50	00:07:55	00:18:45
73	3	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:49	00:07:39	00:18:28
74	4	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:45	00:07:42	00:19:27
75	5	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:39	00:07:37	00:19:16
76	6	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:45	00:07:32	00:19:17
77	7	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:50	00:07:51	00:18:41
78	8	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:51	00:07:35	00:18:26
79	9	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:40	00:07:34	00:18:14
80	10	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:25	00:18:20
81	1	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:45	00:07:48	00:19:33
82	2	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:34	00:07:40	00:19:14
83	3	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:40	00:07:42	00:19:22
84	4	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:52	00:07:45	00:18:37
85	5	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:52	00:07:39	00:18:31
86	6	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:40	00:07:34	00:18:14
87	7	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:56	00:07:53	00:19:49
88	8	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:44	00:07:59	00:19:43
89	9	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:49	00:07:35	00:19:24

Ciclo con vías mejoradas

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de Ciclo
90	10	Julio	Día	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:58	00:07:41	00:19:39
91	1	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:55	00:07:48	00:19:43
92	2	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:49	00:07:45	00:19:34
93	3	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:44	00:07:39	00:18:23
94	4	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:35	00:08:12	00:18:47
95	5	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:49	00:07:37	00:18:26
96	6	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:35	00:07:22	00:18:57
97	7	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:18	00:07:48	00:19:06
98	8	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:11:27	00:07:35	00:19:02
99	9	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:30	00:07:34	00:18:04
100	10	Julio	Noche	Nv. 3314	DME Nv. 3520	00:10:55	00:07:45	00:18:40

Tabla 25

Ciclo de Acarreo de Mineral – Vías en Mal Estado

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de Ciclo
1	1	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:45	00:31:23	01:11:08
2	2	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:52	00:33:03	01:13:55
3	3	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:51	00:30:52	01:09:43
4	4	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:34	00:31:15	01:09:49
5	5	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:01	00:30:29	01:10:30
6	6	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:03	00:30:42	01:09:45
7	7	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:33	00:31:07	01:11:40
8	8	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:08	00:31:39	01:10:47

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de Ciclo
9	9	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:59	00:30:04	01:11:03
10	10	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:47	00:31:41	01:11:28
11	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:45	00:33:19	01:12:04
12	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:37:03	00:31:51	01:08:54
13	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:21	00:29:52	01:09:13
14	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:03	00:32:15	01:12:18
15	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:49	00:32:49	01:13:38
16	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:16	00:31:41	01:09:57
17	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:39	00:32:11	01:11:50
18	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:47	00:30:55	01:11:42
19	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:20	00:31:44	01:10:04
20	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:37:15	00:31:41	01:08:56
21	1	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:50	00:29:55	01:08:45
22	2	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:37:31	00:33:03	01:10:34
23	3	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:37:42	00:32:15	01:09:57
24	4	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:09	00:31:27	01:11:36
25	5	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:25	00:30:01	01:09:26
26	6	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:28	00:32:15	01:10:43
27	7	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:36:56	00:33:10	01:10:06
28	8	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:45	00:29:57	01:10:42
29	9	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:03	00:30:43	01:10:46
30	10	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:53	00:32:17	01:12:10
31	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:13	00:31:23	01:11:36
32	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:56	00:33:03	01:12:59
33	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:35	00:31:52	01:10:27

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de Ciclo
34	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:59	00:31:15	01:10:14
35	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:40	00:30:29	01:10:09
36	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:30	00:32:42	01:11:12
37	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:52	00:31:07	01:11:59
38	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:43	00:31:39	01:11:22
39	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:33	00:30:04	01:08:37
40	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:03	00:31:41	01:10:44
41	1	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:54	00:31:41	01:12:35
42	2	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:06	00:29:56	01:08:02
43	3	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:11	00:32:41	01:10:52
44	4	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:15	00:32:11	01:11:26
45	5	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:59	00:31:33	01:11:32
46	6	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:06	00:31:48	01:11:54
47	7	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:36:59	00:32:17	01:09:16
48	8	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:16	00:32:22	01:10:38
49	9	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:50	00:31:34	01:12:24
50	10	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:04	00:31:43	01:10:47
51	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:06	00:31:47	01:11:53
52	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:37:59	00:32:43	01:10:42
53	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:53	00:30:57	01:10:50
54	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:45	00:31:45	01:10:30
55	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:27	00:30:56	01:11:23
56	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:50	00:31:50	01:10:40
57	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:25	00:31:42	01:11:07
58	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:59	00:32:43	01:12:42

Ciclo con vías en mal estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de Ciclo
59	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:41	00:30:58	01:09:39
60	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:11	00:32:10	01:12:21
61	1	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:42	00:31:41	01:12:23
62	2	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:56	00:29:56	01:09:52
63	3	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:45	00:32:41	01:11:26
64	4	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:45	00:32:11	01:12:56
65	5	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:49	00:31:33	01:11:22
66	6	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:36	00:33:48	01:12:24
67	7	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:44	00:32:17	01:13:01
68	8	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:38:50	00:32:22	01:11:12
69	9	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:57	00:31:50	01:12:47
70	10	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:55	00:32:32	01:12:27
71	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:55	00:31:54	01:12:49
72	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:05	00:32:55	01:12:00
73	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:53	00:31:57	01:12:50
74	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:49	00:31:55	01:10:44
75	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:56	00:32:59	01:11:55
76	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:50	00:32:10	01:12:00
77	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:30	00:31:10	01:11:40
78	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:39	00:32:55	01:12:34
79	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:59	00:30:45	01:09:44
80	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:49	00:32:25	01:13:14
81	1	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:53	00:31:55	01:12:48
82	2	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:44	00:29:59	01:09:43
83	3	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:30	00:32:58	01:12:28

Ciclo con vías en mal estado								
N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de Ciclo
84	4	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:15	00:32:33	01:12:48
85	5	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:19	00:31:59	01:11:18
86	6	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:28	00:33:05	01:13:33
87	7	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:16	00:32:41	01:11:57
88	8	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:37:58	00:31:50	01:09:48
89	9	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:40:15	00:33:15	01:13:30
90	10	Mayo	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:39:42	00:32:54	01:12:36
91	1	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:58	00:32:58	01:11:56
92	2	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:40	00:32:49	01:12:29
93	3	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:20	00:32:51	01:13:11
94	4	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:16	00:31:40	01:09:56
95	5	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:38:46	00:33:25	01:12:11
96	6	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:55	00:32:44	01:13:39
97	7	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:13	00:31:56	01:12:09
98	8	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:39:39	00:32:55	01:12:34
99	9	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:37:59	00:33:50	01:11:49
100	10	Mayo	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:40:50	00:32:49	01:13:39

Tabla 26

Ciclo de Acarreo de Mineral – Vías en Buen Estado

Ciclo con vías en buen estado								
N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de ciclo
1	1	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:45	00:29:45	01:03:30

Ciclo con vías en buen estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de ciclo
2	2	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:25	00:28:35	01:01:00
3	3	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:51	00:27:59	01:01:50
4	4	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:55	00:29:51	01:02:46
5	5	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:09	00:29:58	01:03:07
6	6	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:45	00:28:56	01:01:41
7	7	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:58	00:27:57	01:01:55
8	8	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:31:23	00:29:55	01:01:18
9	9	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:05	00:28:57	01:02:02
10	10	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:49	00:29:50	01:02:39
11	1	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:47	00:29:56	01:03:43
12	2	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:50	00:28:51	01:01:41
13	3	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:46	00:29:58	01:02:44
14	4	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:16	00:29:40	01:02:56
15	5	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:29	00:28:45	01:02:14
16	6	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:19	00:28:58	01:01:17
17	7	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:57	00:29:50	01:01:47
18	8	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:07	00:29:55	01:03:02
19	9	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:50	00:28:44	01:01:34
20	10	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:28	00:27:48	01:01:16
21	1	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:50	00:27:55	01:01:45
22	2	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:10	00:29:03	01:03:13
23	3	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:58	00:28:59	01:01:57
24	4	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:40	00:29:27	01:04:07
25	5	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:15	00:28:48	01:02:03
26	6	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:31:58	00:29:50	01:01:48

Ciclo con vías en buen estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de ciclo
27	7	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:56	00:29:55	01:02:51
28	8	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:50	00:27:58	01:01:48
29	9	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:01	00:28:48	01:02:49
30	10	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:50	00:29:50	01:02:40
31	1	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:34:13	00:29:23	01:03:36
32	2	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:56	00:29:03	01:02:59
33	3	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:56	00:28:59	01:01:55
34	4	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:59	00:27:58	01:01:57
35	5	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:55	00:28:43	01:00:38
36	6	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:30	00:29:42	01:02:12
37	7	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:52	00:29:45	01:02:37
38	8	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:43	00:29:39	01:03:22
39	9	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:33	00:28:44	01:01:17
40	10	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:53	00:28:49	01:01:42
41	1	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:54	00:28:51	01:03:45
42	2	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:55	00:27:58	01:01:53
43	3	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:11	00:29:41	01:02:52
44	4	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:58	00:29:11	01:02:09
45	5	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:59	00:28:43	01:02:42
46	6	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:06	00:28:58	01:03:04
47	7	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:31:59	00:29:47	01:01:46
48	8	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:16	00:29:22	01:01:38
49	9	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:58	00:28:49	01:02:47
50	10	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:34	00:29:33	01:03:07
51	1	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:34:06	00:29:47	01:03:53

Ciclo con vías en buen estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de ciclo
52	2	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:59	00:29:52	01:02:51
53	3	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:53	00:27:58	01:01:51
54	4	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:45	00:28:45	01:02:30
55	5	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:27	00:28:56	01:01:23
56	6	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:59	00:29:50	01:01:49
57	7	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:46	00:29:42	01:02:28
58	8	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:49	00:28:53	01:02:42
59	9	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:51	00:28:58	01:01:49
60	10	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:56	00:29:40	01:03:36
61	1	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:52	00:29:41	01:03:33
62	2	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:36	00:27:56	01:01:32
63	3	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:45	00:29:51	01:02:36
64	4	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:45	00:28:41	01:03:26
65	5	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:59	00:29:23	01:02:22
66	6	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:51	00:28:58	01:01:49
67	7	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:44	00:29:47	01:04:31
68	8	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:50	00:28:52	01:01:42
69	9	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:57	00:29:50	01:03:47
70	10	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:55	00:28:59	01:01:54
71	1	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:55	00:29:54	01:03:49
72	2	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:05	00:29:55	01:03:00
73	3	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:34:53	00:28:57	01:03:50
74	4	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:49	00:28:51	01:01:40
75	5	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:56	00:29:59	01:02:55
76	6	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:50	00:29:10	01:01:00

Ciclo con vías en buen estado

N.º Dato	N.º Viaje	Fecha	Turno	Origen	Destino	Tiempo de ida	Tiempo de retorno	Tiempo de ciclo
77	7	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:30	00:28:10	01:01:40
78	8	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:39	00:28:58	01:02:37
79	9	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:59	00:27:58	01:00:57
80	10	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:34:49	00:29:45	01:04:34
81	1	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:53	00:29:55	01:04:48
82	2	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:44	00:28:59	01:02:43
83	3	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:30	00:29:58	01:02:28
84	4	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:34:15	00:29:33	01:03:48
85	5	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:19	00:27:59	01:00:18
86	6	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:28	00:29:45	01:03:13
87	7	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:16	00:30:11	01:03:27
88	8	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:58	00:28:50	01:01:48
89	9	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:33:45	00:29:15	01:03:00
90	10	Julio	Día	Nv. 3314	PAD L7	00:32:52	00:29:54	01:02:46
91	1	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:48	00:29:58	01:01:46
92	2	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:50	00:29:49	01:03:39
93	3	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:34:30	00:28:51	01:03:21
94	4	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:46	00:28:40	01:01:26
95	5	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:46	00:30:15	01:02:01
96	6	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:55	00:29:44	01:03:39
97	7	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:33:13	00:28:46	01:01:59
98	8	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:32:39	00:29:45	01:02:24
99	9	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:31:59	00:30:40	01:02:39
100	10	Julio	Noche	Nv. 3314	PAD L7	00:34:50	00:29:49	01:04:39

ANEXO N° 8

Comparación de los promedios del consumo de combustible

Tabla 27

Promedios del Consumo de Combustible – Vías en Mal Estado

N.º	Consumo combustible (gal/h)														
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Volquete	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.
CV-0002	5,35	5,00	5,22	4,90	5,18	5,33	4,95	5,15	4,96	5,40	5,11	5,10	4,90	4,98	5,20
CV-0003	5,10	4,93	4,98	5,15	5,30	5,10	4,98	5,23	5,30	5,15	5,00	9,92	5,20	5,27	5,40
CV-0004	5,55	5,48	5,37	5,42	5,12	5,15	4,95	5,23	5,46	5,19	4,92	5,17	5,36	5,44	5,28
CV-0005	5,69	5,45	5,67	4,99	5,47	5,68	5,37	5,28	5,58	5,42	5,23	5,62	4,95	5,33	5,47
CV-0006	5,14	5,45	5,35	5,79	5,65	5,41	5,50	5,73	4,96	5,19	5,50	5,30	5,41	5,62	5,33
CV-0007	4,95	5,50	5,64	5,53	5,41	5,23	5,33	5,12	5,71	5,69	5,26	4,95	5,43	5,77	5,82
CV-0008	5,37	5,91	5,85	5,42	5,73	5,88	4,94	5,33	5,60	5,79	5,40	5,33	5,69	5,37	5,74
CV-0009	5,69	5,77	5,46	5,35	5,58	5,47	5,20	5,08	4,99	5,67	5,33	5,92	5,48	5,66	5,47
CV-0010	4,99	5,35	5,48	5,79	5,32	5,90	5,48	5,40	4,96	5,71	5,65	5,34	5,24	5,15	5,42
CV-0011	5,77	5,46	5,49	5,29	4,91	5,48	5,35	5,47	5,42	5,76	5,64	5,50	5,70	5,85	5,44
CV-0012	5,65	5,19	5,45	5,55	5,71	5,82	5,70	5,92	5,88	5,47	5,61	5,35	5,49	5,53	5,77
CV-0013	5,23	5,55	5,65	5,59	5,35	5,47	5,56	5,37	5,73	5,68	5,91	5,48	5,66	5,47	5,53
CV-0014	5,49	4,97	5,23	5,31	5,66	5,48	5,77	5,95	5,82	5,47	5,69	5,43	5,40	5,49	5,59
CV-0015	5,12	5,34	5,68	5,88	5,74	5,63	5,98	5,64	5,47	5,38	5,90	5,49	5,67	5,10	5,33
CV-0016	4,97	5,08	5,47	5,62	5,70	5,36	5,43	5,95	5,40	5,29	5,33	5,73	5,52	4,90	5,09
CV-0017	5,20	5,08	4,99	5,67	5,33	5,92	5,48	5,66	5,47	5,35	5,00	5,22	4,90	5,18	5,33
CV-0018	4,93	5,16	5,38	5,04	5,47	5,71	5,49	5,63	5,40	5,39	5,14	5,78	5,86	5,43	5,64
CV-0019	5,69	5,24	5,30	4,99	5,63	5,42	5,71	5,43	5,28	5,27	4,86	5,40	5,84	5,40	5,36
CV-0020	5,20	4,99	5,33	5,47	5,14	5,42	5,39	5,28	5,55	5,40	5,30	5,23	5,77	5,84	5,61
CV-0021	4,97	5,33	5,76	5,34	4,97	5,41	5,64	5,32	5,50	5,47	5,15	5,94	5,20	5,31	5,17
CV-0022	5,04	4,95	5,23	5,18	5,72	5,46	5,83	5,99	5,43	5,56	5,24	5,79	5,41	5,27	5,38

Consumo combustible (gal/h)															
N.º	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Volquete	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.
CV-0023	5,23	5,08	5,23	5,41	5,58	5,30	5,49	5,63	5,64	5,71	5,45	5,80	5,64	5,39	5,28
CV-0024	5,41	5,99	5,49	5,35	5,85	5,29	5,48	4,98	5,09	5,36	5,97	5,49	5,23	5,40	5,22
CV-0025	4,97	5,13	5,66	5,36	5,24	5,15	5,90	5,62	4,89	5,11	5,35	5,4	4,82	5,08	5,61
CV-0026	5,60	5,27	5,29	5,45	5,12	5,66	5,23	5,4	5,32	5,47	5,03	4,95	5,2	5,32	5,49
CV-0027	5,40	5,13	5,33	5,10	5,62	5,35	4,95	5,06	5,72	5,32	5,55	5,11	4,89	5,46	5,12
CV-0028	5,01	5,49	5,42	5,33	5,24	5,41	5,99	5,83	5,73	5,45	4,99	5,6	5,59	5,40	5,25
CV-0029	4,90	5,63	5,69	5,90	5,85	5,99	5,6	5,15	5,4	5,36	4,97	5,09	5,23	4,86	5,21
CV-0030	5,20	5,33	5,03	4,97	5,36	5,32	4,89	5,86	5,14	5,3	5,72	5,69	5,74	5,47	5,12
CV-0031	5,24	5,40	5,48	5,20	5,46	5,41	4,96	5,09	5,32	5,19	5,43	5,28	5,33	5,13	5,51
CV-0032	5,13	4,99	5,73	5,10	5,40	4,95	5,11	4,87	5,33	5,19	5,4	5,27	5,29	5,7	5,61
CV-0033	5,77	5,05	5,92	5,37	5,20	5,23	5,33	5,29	5,17	5,3	4,96	5,15	5,72	5,22	5,37
CV-0034	5,92	5,33	5,48	5,59	5,49	5,47	5,06	5,63	5,49	5,37	5,13	5,84	5,49	5,73	5,39
CV-0035	4,94	5,63	5,33	5,73	5,69	5,06	4,85	5,66	5,11	5,37	5,73	5,65	5,49	5,81	5,94
CV-0036	5,37	5,41	5,99	5,08	4,97	5,77	5,33	5,55	5,29	5,47	4,99	5,48	5,69	5,22	4,93
CV-0037	5,35	5,00	5,22	4,90	5,18	5,33	4,95	5,15	4,96	5,40	5,11	5,10	4,90	4,98	5,20
CV-0038	5,10	4,93	4,98	5,15	5,30	5,10	4,98	5,23	5,30	5,15	5,00	9,92	5,20	5,27	5,40
CV-0039	5,55	5,48	5,37	5,42	5,12	5,15	4,95	5,23	5,46	5,19	4,92	5,17	5,36	5,44	5,28
CV-0040	5,69	5,45	5,67	4,99	5,47	5,68	5,37	5,28	5,58	5,42	5,23	5,62	4,95	5,33	5,47
CV-0041	5,14	5,45	5,35	5,79	5,65	5,41	5,50	5,73	4,96	5,19	5,50	5,30	5,41	5,62	5,33
CV-0042	4,95	5,50	5,64	5,53	5,41	5,23	5,33	5,12	5,71	5,69	5,26	4,95	5,43	5,77	5,82
CV-0043	5,37	5,91	5,85	5,42	5,73	5,88	4,94	5,33	5,60	5,79	5,40	5,33	5,69	5,37	5,74
CV-0044	5,69	5,77	5,46	5,35	5,58	5,47	5,20	5,08	4,99	5,67	5,33	5,92	5,48	5,66	5,47
CV-0045	4,99	5,35	5,48	5,79	5,32	5,90	5,48	5,40	4,96	5,71	5,65	5,34	5,24	5,15	5,42
CV-0046	5,77	5,46	5,49	5,29	4,91	5,48	5,35	5,47	5,42	5,76	5,64	5,50	5,70	5,85	5,44
CV-0047	4,97	5,13	5,66	5,36	5,24	5,15	5,90	5,62	4,89	5,11	5,35	5,4	4,82	5,08	5,61
CV-0048	5,60	5,27	5,29	5,45	5,12	5,66	5,23	5,4	5,32	5,47	5,03	4,95	5,2	5,32	5,49

Consumo combustible (gal/h)															
N.º	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Volquete	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.	may.
CV-0049	5,40	5,13	5,33	5,10	5,62	5,35	4,95	5,06	5,72	5,32	5,55	5,11	4,89	5,46	5,12
CV-0050	5,01	5,49	5,42	5,33	5,24	5,41	5,99	5,83	5,73	5,45	4,99	5,6	5,59	5,40	5,25
CV-0051	4,90	5,63	5,69	5,90	5,85	5,99	5,6	5,15	5,4	5,36	4,97	5,09	5,23	4,86	5,21
CV-0052	5,20	5,33	5,03	4,97	5,36	5,32	4,89	5,86	5,14	5,3	5,72	5,69	5,74	5,47	5,12
CV-0053	5,24	5,40	5,48	5,20	5,46	5,41	4,96	5,09	5,32	5,19	5,43	5,28	5,33	5,13	5,51
CV-0054	5,13	4,99	5,73	5,10	5,40	4,95	5,11	4,87	5,33	5,19	5,4	5,27	5,29	5,7	5,61
CV-0055	5,77	5,05	5,92	5,37	5,20	5,23	5,33	5,29	5,17	5,3	4,96	5,15	5,72	5,22	5,37
CV-0056	5,92	5,33	5,48	5,59	5,49	5,47	5,06	5,63	5,49	5,37	5,13	5,84	5,49	5,73	5,39
CV-0057	5,23	5,08	5,23	5,41	5,58	5,30	5,49	5,63	5,64	5,71	5,45	5,80	5,64	5,39	5,28
CV-0058	5,13	5,28	5,55	5,24	5,18	4,96	5,23	5,58	5,77	5,97	5,15	5,88	5,23	5,41	5,66
Promedio	5,30	5,32	5,46	5,37	5,41	5,44	5,33	5,42	5,37	5,43	5,32	5,58	5,39	5,39	5,41

Tabla 28

Promedios del Consumo de Combustible – Vías en Buen Estado

Consumo combustible (gal/h)															
N.º	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03
Volquete	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	ag.	ag.	ag.
CV-0002	4,79	4,68	4,92	4,82	4,93	4,77	4,80	4,87	4,73	4,96	4,67	5,02	4,79	4,81	4,91
CV-0003	5,01	4,67	4,70	4,71	4,87	5,12	4,75	5,04	4,78	4,94	4,81	4,66	4,85	4,87	5,09
CV-0004	4,79	4,76	4,79	4,98	4,86	5,01	4,86	4,81	4,94	4,91	5,01	4,83	4,73	4,95	4,90
CV-0005	4,76	4,73	4,90	4,98	4,94	4,75	4,88	5,04	5,03	4,88	4,85	4,84	4,85	4,72	5,12
CV-0006	4,87	4,66	4,74	4,66	4,87	4,88	4,94	4,82	4,90	4,87	4,74	4,69	4,92	4,88	4,71
CV-0007	4,92	4,83	5,07	4,71	4,92	4,97	5,09	4,95	4,83	4,77	4,93	4,84	5,10	4,73	4,99
CV-0008	4,66	5,06	4,66	4,84	5,03	4,80	5,07	4,87	4,79	4,66	5,08	4,89	5,09	4,99	4,80
CV-0009	4,78	4,67	4,70	5,03	5,11	4,94	4,82	5,09	4,86	4,93	4,68	4,66	4,67	4,77	4,76
CV-0010	4,89	4,85	4,95	4,94	4,77	5,11	5,10	5,06	4,71	4,95	5,02	4,72	4,83	5,08	5,02

		Consumo combustible (gal/h)														
N.º	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	
Volquete	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	ag.	ag.	ag.	
CV-0011	4,78	4,96	4,93	4,97	5,04	4,76	5,08	4,92	4,88	4,94	4,82	4,88	4,71	4,96	4,91	
CV-0012	4,72	4,82	4,74	4,68	5,01	5,02	5,05	4,94	5,01	5,01	5,00	4,99	4,99	4,92	5,00	
CV-0013	4,70	4,95	5,09	4,82	4,82	4,98	4,66	4,89	4,80	4,94	4,81	4,71	4,70	5,10	4,68	
CV-0014	4,71	4,67	4,82	4,73	5,08	5,07	4,94	5,02	5,02	4,81	4,91	4,66	5,10	4,90	4,78	
CV-0015	4,77	4,81	5,07	4,96	4,77	4,77	4,90	4,69	4,80	4,68	4,81	4,79	5,02	5,05	5,03	
CV-0016	4,91	4,81	5,02	5,03	4,69	5,07	4,95	5,01	5,06	4,90	4,72	4,97	4,84	4,99	4,71	
CV-0017	4,80	5,00	4,69	4,88	4,98	5,08	4,88	5,06	4,98	5,00	4,92	4,69	5,00	5,10	4,73	
CV-0018	5,00	4,90	5,04	4,83	4,82	4,96	4,87	5,11	4,72	5,03	5,01	5,10	4,71	4,94	4,82	
CV-0019	4,78	4,87	5,03	4,90	5,03	4,67	4,90	4,75	4,95	4,68	5,04	5,00	5,07	4,69	4,78	
CV-0020	4,85	4,71	4,94	4,66	5,10	5,08	4,69	5,06	4,85	5,08	4,93	4,70	5,10	4,94	4,90	
CV-0021	4,66	4,68	4,96	5,04	4,67	4,91	4,69	4,96	4,88	4,95	5,00	4,69	4,76	4,93	4,76	
CV-0022	4,70	4,96	5,01	4,84	4,77	4,81	4,76	4,71	4,71	4,84	4,85	5,09	5,09	4,99	4,87	
CV-0023	4,93	4,95	5,07	4,85	4,89	4,71	4,76	4,90	4,81	4,92	4,86	4,76	4,81	4,89	4,67	
CV-0024	4,68	5,12	4,91	5,03	4,97	5,06	4,96	4,67	4,84	4,68	4,89	4,66	5,00	4,97	5,04	
CV-0025	4,67	4,90	4,97	4,82	4,69	5,11	4,88	4,77	4,97	4,91	4,84	4,97	4,92	4,79	4,93	
CV-0026	4,98	4,74	5,10	4,97	5,08	4,83	4,94	4,66	4,75	4,92	4,88	5,05	4,72	4,80	4,71	
CV-0027	5,03	5,12	4,78	4,83	4,74	4,75	4,90	4,72	5,10	4,67	4,99	4,90	4,92	4,68	5,12	
CV-0028	5,06	4,83	4,99	4,90	4,95	4,74	4,93	4,72	4,88	4,92	4,83	5,12	4,81	5,07	5,07	
CV-0029	4,94	4,91	4,67	5,11	4,94	5,08	4,74	4,76	4,94	5,02	4,97	4,81	5,01	4,99	4,74	
CV-0030	5,00	5,03	5,02	4,87	5,04	4,95	4,71	5,01	4,67	4,68	4,73	4,83	5,09	4,68	5,09	
CV-0031	4,82	4,71	4,74	4,92	4,69	4,67	5,10	4,73	4,84	4,86	4,95	4,96	4,80	4,84	4,73	
CV-0032	4,83	4,72	4,83	4,78	5,11	5,06	4,94	5,03	4,77	4,95	4,95	4,92	4,93	4,73	4,68	
CV-0033	4,68	5,04	5,04	5,02	5,04	5,01	4,73	4,72	4,87	4,82	4,67	4,82	4,83	4,77	5,02	
CV-0034	4,84	5,01	4,81	5,02	4,69	4,98	4,82	5,11	4,99	4,82	4,77	4,80	4,84	4,78	5,12	
CV-0035	4,87	4,81	4,77	4,96	4,93	4,91	4,84	4,99	4,83	5,12	4,80	4,71	5,05	4,74	4,76	

		Consumo combustible (gal/h)														
N.º	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	
Volquete	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	jul.	ag.	ag.	ag.	
CV-0036	4,83	4,96	4,75	5,05	4,79	4,92	5,09	4,70	4,82	5,01	5,07	4,96	4,72	4,67	5,12	
CV-0037	4,79	4,68	4,92	4,82	4,93	4,77	4,80	4,87	4,73	4,96	4,67	5,02	4,79	4,81	4,91	
CV-0038	5,01	4,67	4,70	4,71	4,87	5,12	4,75	5,04	4,78	4,94	4,81	4,66	4,85	4,87	5,09	
CV-0039	4,79	4,76	4,79	4,98	4,86	5,01	4,86	4,81	4,94	4,91	5,01	4,83	4,73	4,95	4,90	
CV-0040	4,76	4,73	4,90	4,98	4,94	4,75	4,88	5,04	5,03	4,88	4,85	4,84	4,85	4,72	5,12	
CV-0041	4,87	4,66	4,74	4,66	4,87	4,88	4,94	4,82	4,90	4,87	4,74	4,69	4,92	4,88	4,71	
CV-0042	4,92	4,83	5,07	4,71	4,92	4,97	5,09	4,95	4,83	4,77	4,93	4,84	5,10	4,73	4,99	
CV-0043	4,66	5,06	4,66	4,84	5,03	4,80	5,07	4,87	4,79	4,66	5,08	4,89	5,09	4,99	4,80	
CV-0044	4,78	4,67	4,70	5,03	5,11	4,94	4,82	5,09	4,86	4,93	4,68	4,66	4,67	4,77	4,76	
CV-0045	4,89	4,85	4,95	4,94	4,77	5,11	5,10	5,06	4,71	4,95	5,02	4,72	4,83	5,08	5,02	
CV-0046	4,78	4,96	4,93	4,97	5,04	4,76	5,08	4,92	4,88	4,94	4,82	4,88	4,71	4,96	4,91	
CV-0047	4,72	4,82	4,74	4,68	5,01	5,02	5,05	4,94	5,01	5,01	5,00	4,99	4,99	4,92	5,00	
CV-0048	4,70	4,95	5,09	4,82	4,82	4,98	4,66	4,89	4,80	4,94	4,81	4,71	4,70	5,10	4,68	
CV-0049	4,71	4,67	4,82	4,73	5,08	5,07	4,94	5,02	5,02	4,81	4,91	4,66	5,10	4,90	4,78	
CV-0050	4,82	4,71	4,74	4,92	4,69	4,67	5,10	4,73	4,84	4,86	4,95	4,96	4,80	4,84	4,73	
CV-0051	4,83	4,72	4,83	4,78	5,11	5,06	4,94	5,03	4,77	4,95	4,95	4,92	4,93	4,73	4,68	
CV-0052	4,68	5,04	5,04	5,02	5,04	5,01	4,73	4,72	4,87	4,82	4,67	4,82	4,83	4,77	5,02	
CV-0053	4,84	5,01	4,81	5,02	4,69	4,98	4,82	5,11	4,99	4,82	4,77	4,80	4,84	4,78	5,12	
CV-0054	4,87	4,81	4,77	4,96	4,93	4,91	4,84	4,99	4,83	5,12	4,80	4,71	5,05	4,74	4,76	
CV-0055	4,83	4,96	4,75	5,05	4,79	4,92	5,09	4,70	4,82	5,01	5,07	4,96	4,72	4,67	5,12	
CV-0056	4,79	4,68	4,92	4,82	4,93	4,77	4,80	4,87	4,73	4,96	4,67	5,02	4,79	4,81	4,91	
CV-0057	5,00	5,03	5,02	4,87	5,04	4,95	4,71	5,01	4,67	4,68	4,73	4,83	5,09	4,68	5,09	
CV-0058	4,97	4,85	4,86	5,10	4,76	4,77	5,07	4,95	5,07	5,00	4,75	4,73	5,05	5,02	5,11	
Promedio	4,82	4,84	4,88	4,89	4,91	4,92	4,90	4,91	4,86	4,89	4,87	4,84	4,89	4,87	4,90	

ANEXO N° 9

Mantenimiento de vías

Figura 39

Mantenimiento de Vías



Nota. Motoniveladora lastrando vía en el puente el cedro, con potencia de 0,50 m.

Figura 40

Mantenimiento de Vías



Nota. Rodillo compactando vía, zona puente el cedro.

Figura 41

Mantenimiento de Vías



Nota. Rodillo compactando vía, tramo 4.

Figura 42

Mantenimiento de Vías



Nota. Motoniveladora refinando vía, tramo 4.

Figura 43

Mantenimiento de Vías



Nota. Tractor conformando muros de seguridad, Tramo 4.

Figura 44

Mantenimiento de Vías



Nota. Descarga de material lastre, acceso pampa verde.

Figura 45

Mantenimiento de Vías



Nota. Motoniveladora lastrando vía, tramo 2.

Figura 46

Mantenimiento de vías



Nota. Rodillo vibrador compactando vía, tramo 2.