

FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“APLICACIÓN DE MEJORA CONTINUA EN LA
GESTIÓN DEL PLANEAMIENTO OPERATIVO
MINERO Y SU INFLUENCIA EN EL BENEFICIO
ECONÓMICO DE LA MINERA TANTAHUATAY,
2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Ulises Castrejon Martinez

Cesar Augusto Leal Calua

Asesor:

Mg. Lic. Rafael Ocas Bañón

<https://orcid.org/0000-0001-9519-2532>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Daniel Alejandro Alva Huamán	43006890
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Miguel Ricardo Portilla Castañeda	45209190
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Danyer Stewart Girón Palomino	30675947
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

APLICACIÓN DE MEJORA CONTINUA EN LA GESTIÓN DEL PLANEAMIENTO OPERATIVO MINERO Y SU INFLUENCIA EN EL BENEFICIO ECONÓMICO DE LA MINERA TANTAHUATAY, 2022

ORIGINALITY REPORT

20% SIMILARITY INDEX	20% INTERNET SOURCES	4% PUBLICATIONS	12% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	11%
2	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	2%
3	dspace.unitru.edu.pe Internet Source	1%
4	plakauto.fr Internet Source	1%
5	renati.sunedu.gob.pe Internet Source	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Internet Source	<1%
8	repositorio.urp.edu.pe Internet Source	<1%
9	Internet Source	<1%
10	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Student Paper	<1%
11	repositorio.upla.edu.pe Internet Source	<1%
12	Submitted to Universidad Privada del Norte Student Paper	<1%
13	repositorio.unsaac.edu.pe Internet Source	<1%
14	www.keiger.com Internet Source	<1%
15	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	<1%
16	revistas.uptc.edu.co Internet Source	<1%
17	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Perú Student Paper	<1%
18	cdn.www.gob.pe Internet Source	<1%
19	app.ingemmet.gob.pe Internet Source	<1%

DEDICATORIA

Dedicamos este estudio de tesis a todas las personas que creen que nunca es tarde para estudiar, que los sueños se cumplen con esfuerzo y dedicación constante.

Los autores

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a nuestras familias que siempre están apoyándonos en todo momento y
son los pilares fundamentales de nuestras vidas.

Los autores

Tabla de contenidos

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
Tabla de contenidos.....	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO III. RESULTADOS	25
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	39
Referencias	42
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	18
Tabla 2 Matriz de procesos de mejora continua (planeamiento estratégico y análisis FODA)	19
Tabla 3 Matriz de Proceso de mejora continua (planeamiento y análisis (FODA).....	20
Tabla 4 Matriz de mejora continua.....	23
Tabla 5 Tiempo de demoras operativas promedio en carguío entre junio y agosto del 2022	26
Tabla 6 Tiempos de demoras operativas promedio en acarreo entre junio y agosto del 2022	27
Tabla 7 Tiempos de demora, disponibilidad y utilización antes del estudio en las operaciones de carguío	29
Tabla 8 Tiempos de demora, disponibilidad y utilización antes del estudio en las operaciones de acarreo.....	30
Tabla 9 Disminución de tiempo, aumento de disponibilidad y utilización del estudio.....	31
Tabla 10 Mejora de la producción mediante la reducción de los tiempos improductivos ..	33
Tabla 11 Toneladas de mineral producidos antes del estudio	35
Tabla 12 Toneladas de mineral producidas después del estudio	36

Índice de figuras

Figura 1 Ciclo PHVA de mejora continua	21
Figura 2 Diagrama Ishikawa para la planeación operativa minera	25
Figura 3 Tiempo de demoras operativas en carguío entre junio y agosto del 2022	26
Figura 4 Demoras Operativas en carguío julio 2022.....	28
Figura 5 Incremento de la disponibilidad y utilización de los equipos de carguío y acarreo	32
Figura 6 Toneladas de mineral producidos antes del estudio.....	36
Figura 7 Toneladas de mineral producidas después del estudio.....	37
Figura 8 Toneladas de mineral presupuestadas y ejecutadas antes y después de la mejora continua	37
Figura 9 Dólares mensuales ganados antes y después de la mejora continua	38

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito determinar si la aplicación de la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo influye en el beneficio económico de la minera Tantahuatay, 2022. Se desarrolló un proceso de mejora continua, aplicado a los tiempos improductivos de carguío y acarreo, buscando de esta manera incrementar los tiempos, las toneladas movidas y la productividad de la operación minera. Para la ejecución de la mejora continua, se efectuó un diagnóstico general del proceso de carguío y acarreo, con el propósito de identificar aquellas actividades que generan tiempos improductivos. El estudio se llevó a cabo en dos etapas. El primero, basado en conocer el estado general de la empresa, a través de un diagnóstico situacional de la unidad minera, evaluando los tiempos improductivos en las operaciones de carguío y acarreo, haciendo ver que estos procesos tienen los costos de operación más altos y mueven todo el mineral de la unidad minera. El segundo, se encaminó a poner en marcha el proceso de mejora continua, en el cual se estimó: mejorar los tiempos improductivos (demoras mecánicas, operativos y no operativos) con el fin de incrementar la disponibilidad y utilización de los equipos de carguío y acarreo e incrementar la producción del mineral. Los resultados evidenciaron que los tiempos improductivos disminuyeron en 239.64 horas, la utilización de los equipos se incrementó en 23.11%, aumentando la producción de toneladas ejecutadas en 40,909.9 toneladas, obteniendo un beneficio de \$46,876 en el periodo de estudio. Por lo tanto, se deduce que la mejora continua influye en el beneficio de la minera.

PALABRAS CLAVES: Mejora continua, tiempo improductivos, operativo minero, económico.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las empresas mineras actualmente tienen el reto de producir eficientemente con el fin de ser sostenible a lo largo del tiempo, se impone como valor la producción segura y la estricta protección del medioambiente, considerando el progreso de la comunidad local y las áreas de influencia, con costos bajos que admitan un retorno razonable de la inversión (Kesek et al., 2019). Asimismo, en los últimos años las empresas mineras redujeron gradualmente sus operaciones, su logística y nuevos proyectos de inversión a causa de la pandemia del COVID 19, provocando un incremento de los costos de producción y una disminución de esta; Asimismo, las empresas mineras buscan nuevas formas innovadoras de planificar, visualizar, medir y mejorar el flujo de producción (Sánchez, 2020).

Citando a Castillo & Urere (2020) en su estudio: Programa de Mejora Continua en Operaciones Mineras manifiesta que: la mejora continua es muy útil incluso en los países donde se utiliza y ha contribuido a mejorar su productividad y competencia. Recientemente se ha convertido en un patrón de implementación e imitación, donde la aplicación de las cuatro fases: planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA) de la mejora continua ha logrado conseguir un efecto beneficioso en la productividad de las empresas estudiadas.

En América Latina y en el Perú, la exportación de minerales y metales solo creció en un 46.6% en el 2021, esto debido al menor tonelaje extraído y procesado, al igual que a la inmovilización de algunas minas y al agotamiento de las reservas de mineral. Sin embargo, la reducción de la producción de forma interna en las mineras se debe principalmente a las deficiencias en el planeamiento operativo minero; así lo explica (Salomón & Ortiz, 2018) en su estudio: productividad del proceso minero, en la cual evidencia que los principales

factores que afectan la extracción y procesamiento del mineral en los países de Bolivia, Venezuela, Perú, Chile, etc., son: tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo, inadecuada gestión del área operativa, modelos de producción no adecuados con el tipo de producción de cada país.

Las investigaciones relacionadas al tema se realizaron en un contexto internacional, nacional y local, entre las cuales tenemos:

El estudio de Flores (2020) titulado “Mejora continua, mediante la metodología DMAIC: Una propuesta de proceso para elaboración de proyectos”, empleó la metodología de mejora continua como el PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar) juntamente con el método DMAIC, logro incrementar el porcentaje de producción de libras de cobre en un 2%, de tal forma, se obtuvo una mejora en el balance económico anual de corto plazo. Dicha metodología permitió identificar la raíz de los problemas mediante las metodologías aplicadas, para luego dar soluciones de naturaleza administrativa e ingeniería con el fin de aumentar la productividad de la organización.

Se citó la investigación de Chinchayan & Guillen (2021) en su estudio titulado “Aplicación de mejora continua en la Gestión del Planeamiento Operativo Minero en una Mina Ubicada en Vijus, Pataz”, utilizo la metodología de mejora continua, a través de las herramientas FODA, diagrama de Pareto, las 5W + H y el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar), dicha metodología ayudo al análisis del proceso de extracción identificado los procesos que generan más costos. Asimismo, la metodología planteo la transición de quipos eléctricos a equipos convencionales incremento la producción del mineral, a pesar del aumento de costos de transformación e introducción de capital, no obstante, se logra una mejora significativa, debido a la eficiencia del taladro convencional, que taladró dos veces más que el eléctrico (1.02 a 0.43 toneladas /hombre guardia).

También se citó el estudio de Huaynate (2018) titulada “Aplicación de mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero y su influencia en el beneficio económico mina Untuca – Cori Puno S.A.C”, empleo la metodología de la mejora continua Planear, Hacer, Verificar y Actuar; además, utilizó la curva de aprendizaje y la estimación de costos. La metodología aplicada aumento la producción de oro de 1,765 onzas de oro por mes en la fase 1, y en 3.323 onzas de oro por mes en fase 2, consiguiendo un ahorro de \$ 1,873,133 a la minera. El proceso consistió en primer lugar formular y plantear el problema, segundo se recolecto y proceso los datos, tercero se analizó e interpreto los resultados y finalmente se estudió el impacto de las estrategias implementadas.

Otro autor es Martínez (2017) en su estudio titulado “Mejora continua de la gestión operacional para el cumplimiento de los estándares del nivel de producción subterránea, Unidad Parcoy - Cía. Consorcio Minero Horizonte S.A.”, utilizo la mejora continua PHVA, Pareto y el diagrama de Ishikawa y el análisis costo beneficio, el cual permitió incrementar la producción de plata y oro en 0.373 onz troy Au/Tm, que contribuyo con un valor económico bruto de \$17,832,763. El proceso reconoció los problemas de los costos operativos por mes de los equipos de perforación; asimismo, consiguió tomar acciones como el mantenimiento preventivo, administración de repuestos y un sistema de información oportuna que logro disminuir los costos de perforación.

Citando a Llamó & Ramos (2021) en su estudio titulado “Aplicación de la mejora continua en la gestión de planeamiento operativo minero y su relación con el beneficio económico en minera a cielo abierto en Cajamarca – 2021”, empleo la mejora continua PHVA, la matriz de análisis FODA y la relación beneficio económico. El análisis muestra que los beneficios financieros de las empresas a cielo abierto Yanacocha brinda mayores niveles de producción de oro en el 2021: el oro alcanza las 527.000 onzas de oro y los 2.140 millones de onzas de plata con grandes diferencias respecto a 2020 en el cual hay un déficit

de producción de 327.000 onzas de oro y 0.737 mil onzas de plata. Yanacocha empleo el modelo de mejora continua en el 2021 y logro aumentar el nivel de producción de 187,000 mil onzas de oro, y de plata a 1,403 mil onzas.

Otro autor es (Apaza, 2017) en su estudio “Disminución de tiempos improductivos en los equipos de carguío y acarreo mediante la mejora continua en la minera Shahuindo S.A.C”, utilizo la metodología de la mejora continua, los esquemas de causa - efecto y el diagrama de Pareto. La metodología logro disminuir los tiempos improductivos de los equipos de carguío en un 65.6%, los retrasos en el acarreo se disminuyeron en un 47.8%. La producción aumentó en un 12.5% del mineral PAD y Stockpile en un 67.6%. El procedimiento consistió en identificar los tiempos improductivos, luego se identificaron indicadores de rendimiento que lograron disminuir los tiempos improductivos de acarreo y carguío.

Como marco conceptual relacionados al tema, podemos mencionar el Ciclo de Deming (PHVA), es un ciclo cambiante que evoluciona dentro de los procesos y sistemas de procesos generales de cada organización. Está estrechamente relacionado con la programación, ejecución, vigilancia y mejora continua de la ejecución de un sistema operativo (Romero, 2022).

Así mismo entre los modelos que nos ayudan a realizar el diagnostico tenemos el Diagrama de Ishikawa, es un esquema que expone las relaciones cualitativas e hipotéticas entre varios elementos que pueden causar una determinada consecuencia o fenómeno. También se le conoce como diagrama de Ishikawa o esquema de espina de pescado por las etapas de diagnóstico y eliminación de causas (Salas, 2013).

Desde la Posición de Pineda (2018) el Diagrama de Pareto, conocido como curva cerrada o distribución A – B – C, es un tipo de gráfico que se utiliza para planear información en forma descendente de izquierda a derecha y apartados por columnas.

Según Cardona et al. (2019) la curva de aprendizaje es un gráfico que muestra lo que se conoce sobre una actividad en un lapso de tiempo dado. En otras palabras, relaciona la producción con el tiempo que lleva lograr una actividad. Este instrumento, se emplea para la enseñanza personal y organizacional.

El Planeamiento Operativo Minero, es la organización de la preparación para extraer un cuerpo mineral y como, cuando este se procesará. La organización a largo plazo o indispensable es un mecanismo multidisciplinario que consta de las fases que establecen las fases para determinar el volumen económico, establecimiento del enfoque de desarrollo, planificación operativa, secuencia de desarrollo y subsiguiente evaluación económica (Castro, 2021).

El proceso de carguío y acarreo, es el proceso de fabricación más caro de transporte y materiales, porque es el proceso que involucra el mayor uso de máquinas (flota), el nivel de mecanización es alto y el rendimiento de producción de una máquina individual es bajo, lo que en realidad conforma un proceso continuo de operación pausada (Huarocc, 2014).

El índice de operación o actividad (PKI) son métricas que las organizaciones utilizan para monitorear y medir la efectividad de las actividades diarias. En el caso de nuestro estudio, estas métricas nos permiten determinar que estrategias nos ayudan a mejorar la operación y cuáles la están frenando (Beltrán, 2014).

Disponibilidad mecánica de los equipos, evidencia el porcentaje (%) de horas laborales que la maquinaria está funcionada mecánicamente y produce.

$$\text{Disponibilidad mecánica} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas malogradas}}{\text{Horas malogradas}} \times 100$$

El uso de la disponibilidad es generalmente la forma de medir el tiempo en que se está usando como se debe las maquinarias. Es decir, a mayor disponibilidad de las maquinarias mayor se la producción y mayor será la rentabilidad.

$$\text{Uso de la disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} + \text{Horas malogradas}}{\text{Horas malogradas}}$$

La utilización del equipo, es el porcentaje de tiempo aprovechable en que la maquinaria está desempeñando su actividad para la cual fue creada.

$$\text{Utilización del equipo} = \frac{\text{Horas trabajadas efectivas}}{\text{Horas totales} - \text{horas malogradas}}$$

La producción, es el volumen máximo conseguido por organización productiva. El procedimiento productivo minero a tajo abierto presenta una producción anticipada semanal mente gracias a la planificación y sistematización de la producción con el fin de alcanzar la máxima cantidad en la etapa continua (Carro, 2019).

$$\text{Producción} = \text{unidades} * \text{trabajo /hora.}$$

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la influencia de la aplicación de la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo en el beneficio económico de la minera Tantahuatay, 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la aplicación de la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo en el beneficio económico de la minera Tantahuatay, 2022

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del planeamiento operativo minero para identificar las deficiencias existentes, a través de las herramientas diagrama de Ishikawa y Pareto en la minera Tantahuay, 2022.

- Aplicar los procesos de mejora continua (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) a las actividades críticas del planeamiento operativo minero (proceso de carguío y acarreo).
- Establecer la influencia en el beneficio económico mediante la representación gráfica de las toneladas presupuestadas y ejecutadas antes y después del estudio.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La aplicación de la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo (proceso de carguío y acarreo) permitió incrementar el beneficio económico, la cual se analizó y represento en gráficas de producción, costos e ingresos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Enfoque de investigación: Cuantitativa

En palabras de Vega et al. (2014) el enfoque cuantitativo se concentra en la compilación de información numérica entre poblaciones o comprender fenómenos específicos. Por lo tanto, este enfoque nos ayuda a medir de forma clara y precisa la operatividad, producción a través del análisis matemático y estadístico.

2.1.2. Tipo de Investigación: Aplicada

De acuerdo con Nicomedes (2008) la investigación aplicada permite solucionar dificultades peculiares. Además, intenta descubrir la información que se pueda utilizar para mejorar o reemplazar la forma de las normas o procedimientos existentes dentro de un proceso o empresa. Por consiguiente, se recopilará la información de la gestión de operaciones de la minera con el fin de aplicar la mejora continua para mejorar los problemas encontrados en dicho proceso.

2.1.3. Según el nivel: descriptiva

Para Belloso (2019) el nivel descripto implica la representación de hechos, fenómenos, personas o grupos con el propósito de determinar su conformación o conducta. Así pues, nos ayudara describir cada una de las labores o procesos necesarias para la explotación y tratamiento del mineral.

2.1.4. Según el diseño: No experimental

Citando a Pérez (2018) Es la averiguación empírica y coherente de las variables independientes sobre las cuales los investigadores no tiene autoridad directa porque sus señales ya han acontecido o son propias de no ser manipulables. En consecuencia, esta investigación se indagará de forma análoga la operación de los procesos mineros con el fin de aplicar la mejora continua.

2.2. Población y muestra

Citando a Carrillo (2015) la población es un grupo de sujetos, cosas, cuerpos o acontecimientos que pueden tener alguna propiedad que pueda ser investigada. De la misma manera, el autor define a la muestra como un subgrupo de la población, que estadísticamente puede ser probabilística o no probabilística.

En este sentido, la población y muestra está constituida por el proceso de carguío, acarreo y los reportes de operación correspondiente a los meses de junio a agosto del 2022.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección y análisis de la información las podemos observar en la tabla 1.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica	Instrumentos	Fuente
Análisis documental	Formato de Diagrama de Ishikawa Análisis FODA	Área de producción de la minera Tantahuatay
Revisión documental	Formato de reporte de producción	Jefe de producción de la minera Tantahuatay
Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Bibliotecas virtuales
Análisis de datos	Diagrama de Pareto Hoja de cálculo Excel Modelo PHVA Curva de aprendizaje	Jefe de producción de la minera Tantahuatay
Análisis de resultados	Hoja de cálculo Excel	

Tabla 2

Matriz de procesos de mejora continua (planeamiento estratégico y análisis FODA)

PLAN OPERATIVO MINERO 2022	
MATRIZ DE MEJORA CONTINUA	
Área	Área de Operaciones Mineras
Proyecto	TANTAHUATAY 2
Actividad	CICLO DE CARGUÍO Y ACARREO
Meta	Mejorar las operaciones de carguío, acarreo para incrementar la producción y los beneficios
Finalidad	Disminuir tiempos ineficientes en la operación de carguío y acarreo
Rubro	Carguío y acarreo
VISIÓN MINERA TANTAHUATAY 2022	
Ejecutar operaciones mineras eficiente y modernas optimizando el uso de todos los recursos, con los costos de producción más bajos	
MISIÓN MINERA TANTAHUATAY (2021 – 2022)	
Desarrollar operaciones mineras ejemplares mediante procedimientos seguros y de bajo costo, tecnologías innovadoras y compromiso social – ambiental generando valor para sus accionistas, empleados y zonas aledañas.	
OBJETIVO ESTRATÉGICO (2021 – 2022)	
Optimización de los tiempos de carguío, acarreo, y el incremento de la producción	
ACCIONES ESTRATÉGICA (2021 – 2022)	
Desarrollar acciones estratégicas para disminuir los tiempos ineficientes en la operación de carguío y acarreo. Por tanto, disminuir los costos	
PRODUCTO	
Carguío y acarreo	
DIAGNOSTICO SITUACIONAL	
Fortalezas	Oportunidades
Clima laboral adecuado	Ampliación del área de producción
Capacitaciones constantes al personal	Precios de los minerales al alza
Capacidad económica autónoma	Yacimiento rico en minerales
Debilidades	Amenazas
Desconocimiento en técnicas y herramientas de mejora continua en procesos	Conflictos sociales con las comunidades
Deficiencias en el control del proceso de producción	Crisis política en el país
Incremento de las horas de demoras en el proceso de carguío y acarreo	Materiales solicitados de baja calidad y costos elevados

Tabla 3

Matriz de Proceso de mejora continua (planeamiento y análisis (FODA)

MINERA TANTAHUATAY					Matriz de Mejora Continua												
Objetivo Estratégico	Producto	Indicador Principal	Ejecutado 2022	Meta	PLANEAR			HACER		VERIFICAR						ACTUAR	
					Periodo	Acciones Estratégicas	Actividades	Unidad de medida	Meta Programada de actividad	Meta ejecutada por actividad	Indicador programa por tonelada (Horas/tonelada)	Indicador ejecutado por tonelada	Ingreso (\$/tn)	Costo (\$/tn)	Beneficio económico (\$/tn)	Meta programada actividad de mejora continua para el siguiente periodo	Responsable de actividad de mejora continua
Disminuir los tiempos improductivos en las operaciones de carguío y acarreo con el fin de incrementar la producción y los beneficios de la empresa	carguío y acarreo	Tiempo	Junio Julio Agosto	Reducir en un 15% los tiempos improductivos con el fin de aumentar la producción y los beneficios	Setiembre Octubre Noviembre	Incrementar los tiempos reales y efectivos	Disminuir la demora en carguío	Horas %	Disminuir en un 30% los tiempos improductivos	Disminución del 27.11%	0.041	0.40	0.29	0.14	0.15	35%	Mina Planeamiento
							Disminuir la demora en acarreo	Horas %	Disminuir en un 40% los tiempos improductivos	Disminución del 33.82%						45%	Mina Planeamiento
							Aumento del % de utilización carguío	Horas %	Aumento del 5% de la utilización de equipos	Aumento del 1.33%	0.25	0.19	0.34	0.21	0.13	5%	Mina Planeamiento
							Aumento del % de acarreo	Horas %	Aumento del 5% de la utilización de equipos	Aumento del 3.46%						10%	Mina Planeamiento
							Aumento de la producción	Toneladas	Aumentar en un 10% la producción	Incremento del 5% del mineral	0.083	0.062	0.48	0.18	0.30	10%	Mina Planeamiento

2.4 Procedimiento

El procedimiento de la investigación se detalló de acuerdo a las siguientes etapas:

2.4.1 Etapa de gabinete

En esta etapa de la investigación se recopiló información necesaria relacionada a la mejora continua, entre las cuales podemos mencionar:

El Ciclo de Deming (PHVA), es un ciclo cambiante que evoluciona dentro de los procesos y sistemas de procesos generales de cada organización. Está estrechamente relacionado con la programación, ejecución, vigilancia y mejora continua de la ejecución de un sistema operativo (Romero, 2022).

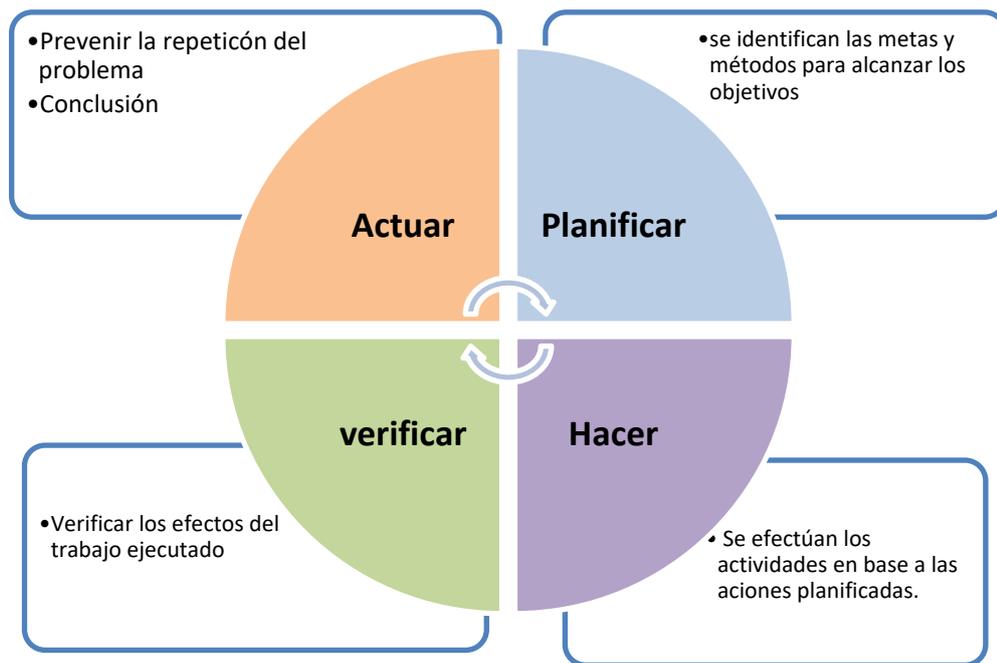


Figura 1 Ciclo PHVA de mejora continua

Las etapas del ciclo PHVA consisten en 4 fases:

1. Planear: en esta etapa se identificó el problema a solucionar, se estableció la meta a lograr, la forma como medir el éxito del proyecto a realizar, que se necesita para conseguir y los medios disponibles para su implementación.

2. Hacer: esta etapa considera una verificación que requiere una búsqueda cuidadosa para demostrar si las acciones previstas se están cumpliendo y los posibles efectos a tener.
3. Planificar: luego de efectuar las estrategias es momento de comprobar si se han cumplido con las metas marcadas en el plan. Según este análisis podemos ver claramente dónde está el éxito o las fallas del plan.
4. Actuar: Como resultado de la validación, se realizan correcciones al plan: sustituir, cambiar, mejorar. Estos cambios serán pequeños o a veces cambios dramáticos.

Tabla 4

Matriz de mejora continua

MINERA TANTAHUATAY					Matriz de Mejora Continua												
Objetivo Estratégico	Producto	Indicador Principal	Ejecutado 2022	Meta	PLANEAR			HACER		VERIFICAR						ACTUAR	
					Periodo	Acciones Estratégicas	Actividades	Unidad de medida	Meta Programada de actividad	Meta ejecutada por actividad	Indicador programa por tonelada (Horas/tonelada)	Indicador ejecutado por tonelada	Ingreso (\$/tn)	Costo (\$/tn)	Beneficio económico (\$/tn)	Meta programada actividad de mejora continua para el siguiente periodo	Responsable de actividad de mejora continua
Disminuir los tiempos improductivos en las operaciones de carguío y acarreo con el fin de incrementar la producción y los beneficios de la empresa	carguío y acarreo	Tiempo	Junio Julio Agosto	Reducir en un 15% los tiempos improductivos con el fin de aumentar la producción y los beneficios	Setiembre Octubre Noviembre	Incrementar los tiempos reales y efectivos	Disminuir la demora en carguío	Horas %	Disminuir en un 30% los tiempos improductivos	Disminución del 27.11%	0.041	0.40	0.29	0.14	0.15	35%	Mina Planeamiento
							Disminuir la demora en acarreo	Horas %	Disminuir en un 40% los tiempos improductivos	Disminución del 33.82%						45%	Mina Planeamiento
							Aumento del % de utilización carguío	Horas %	Aumento del 5% de la utilización de equipos	Aumento del 1.33%	0.25	0.19	0.34	0.21	0.13	5%	Mina Planeamiento
							Aumento del % de acarreo	Horas %	Aumento del 5% de la utilización de equipos	Aumento del 3.46%						10%	Mina Planeamiento
							Aumento de la producción	Toneladas	Aumentar en un 10% la producción	Incremento del 5% del mineral	0.083	0.062	0.48	0.18	0.30	10%	Mina Planeamiento

2.5 Aspectos éticos

La investigación se realizó por los educandos de la Universidad Privada del Norte de la facultad de Ingeniería, de la carrera de Ingeniería de Minas, consideraron los siguientes aspectos éticos: la información que se emplea es auténtica en todas las etapas de investigación y desarrollo. Los instrumentos de recolección y aplicación de datos fueron validos por especialistas de la misma institución. Además, todo el proceso de investigación cumplió con la normatividad de la institución. Finalmente, el documento de estudio fue pasado por el sistema de anti plagio dejando indicio que todas las fuentes bibliografías consultadas con verídicas y demostrando la autenticidad de la investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico del planeamiento operativo minero en la minera Tantahuatay, 2022.

El análisis del plan de operaciones mineras se basó en los informes y reportes brindados por el personal administrativo de la minería. Dicho análisis fue realizado a través del diagrama de Ishikawa (Figura 6), el cual evidencia que en la categoría método la empresa presenta demoras en el proceso de carguío y acarreo del material, también presenta la ausencia de un método de mejora continua generando deficiencias en la planeación operativa minera y por ende una baja producción y menores beneficios.

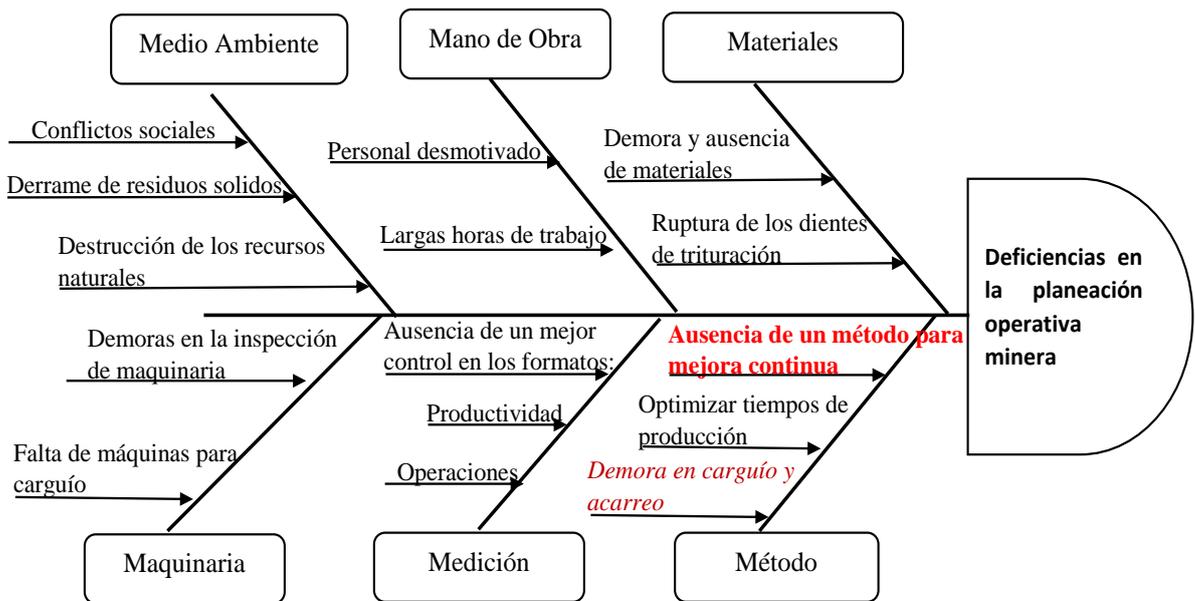


Figura 2 Diagrama Ishikawa para la planeación operativa minera

Se estudió los tiempos improductivos de los meses de junio, julio y agosto del 2022 con el fin de tener un antecedente de los casos que causan más demoras en el proceso de operación de carguío y acarreo. Del análisis realizado se encontró deficiencias en los tiempos al momento de abastecer de gasolina, cambio de repuestos, problemas con las máquinas, etc.

3.1.1 Etapa de carguío

En esta etapa se usó el fundamento de Pareto para establecer los tiempos que generan mayores retrasos en la producción. Para lo cual, se identificó los eventos que con mayores de tiempos de retraso.

Tabla 5

Tiempo de demoras operativas promedio en carguío entre junio y agosto del 2022

Toneladas no Movidas	Demoras Operativas	Horas	% Acumulado
11478	Espera en carga	20	38.0%
9465	Provisión de combustible	11	20.5%
5476	Mantenimiento de equipos	7	13.7%
3412	Selección y remoción del material	5	10.0%
1934	Voladura	4	7.9%
1547	Estado de vía	4	6.8%
234	Otros	2	3.0%
33546	Total General	54	100%

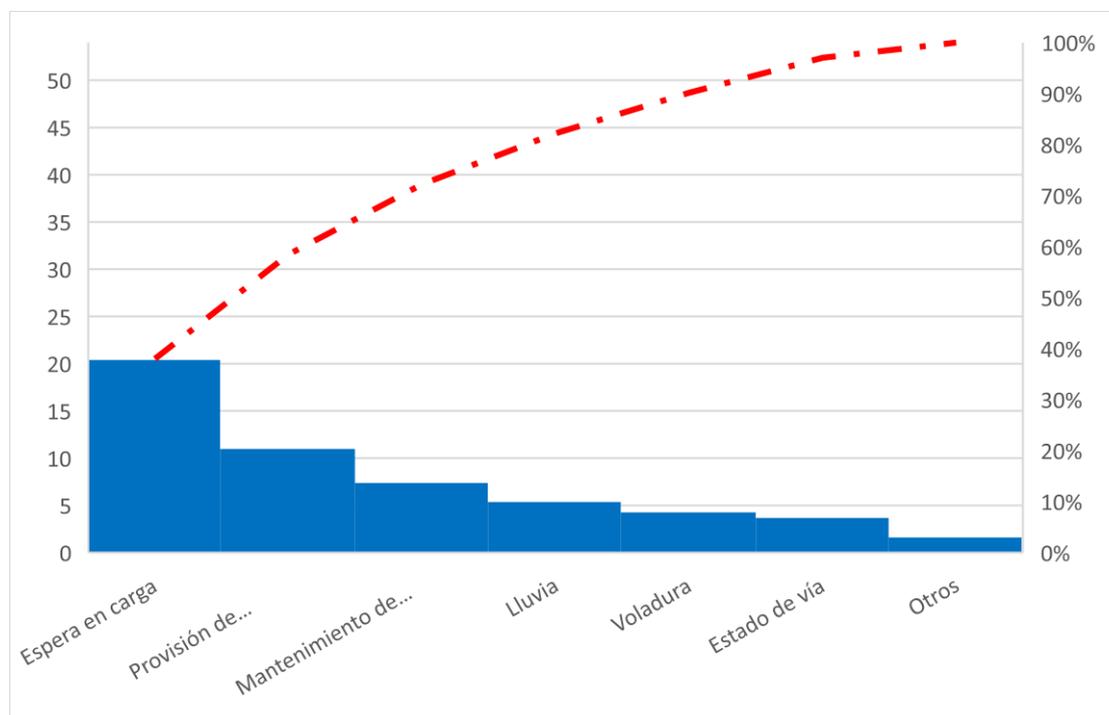


Figura 3 Tiempo de demoras operativas en carguío entre junio y agosto del 2022

Como se observa en la figura 22 el tiempo de demora operativa en la espera en carga provoca grandiosas pérdidas de producción 11478 toneladas no movidas en un tiempo promedio de 20 horas. La provisión de combustible provoca pérdidas de producción 9465 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 11 horas. El mantenimiento de equipos provoca pérdidas de producción 5476 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 7 horas. La selección y remoción del material provoca pérdidas de producción 3412 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 5 horas. La voladura provoca pérdidas de producción 1934 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 4 horas. El estado de la vía provoca pérdidas de producción 1547 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 4 horas; y otros elementos provoca pérdidas de producción 234 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 2 horas. En concreto, los tiempos de demora en la operación de carguío provocan pérdidas de 33546 toneladas no movidas en un tiempo promedio de 54 horas.

Tabla 6

Tiempos de demoras operativas promedio en acarreo entre junio y agosto del 2022

Toneladas no Movidas	Demoras Operativas	Horas	% Acumulado
5934	Terreno limitado en descarga	21	32%
5061	Reconocimiento de equipos	17	26%
4872	Provisión de combustible	13	19%
2689	Terreno limitado en carguío	9	14%
542	Otros	6	9%
19098	Total General	65	100%

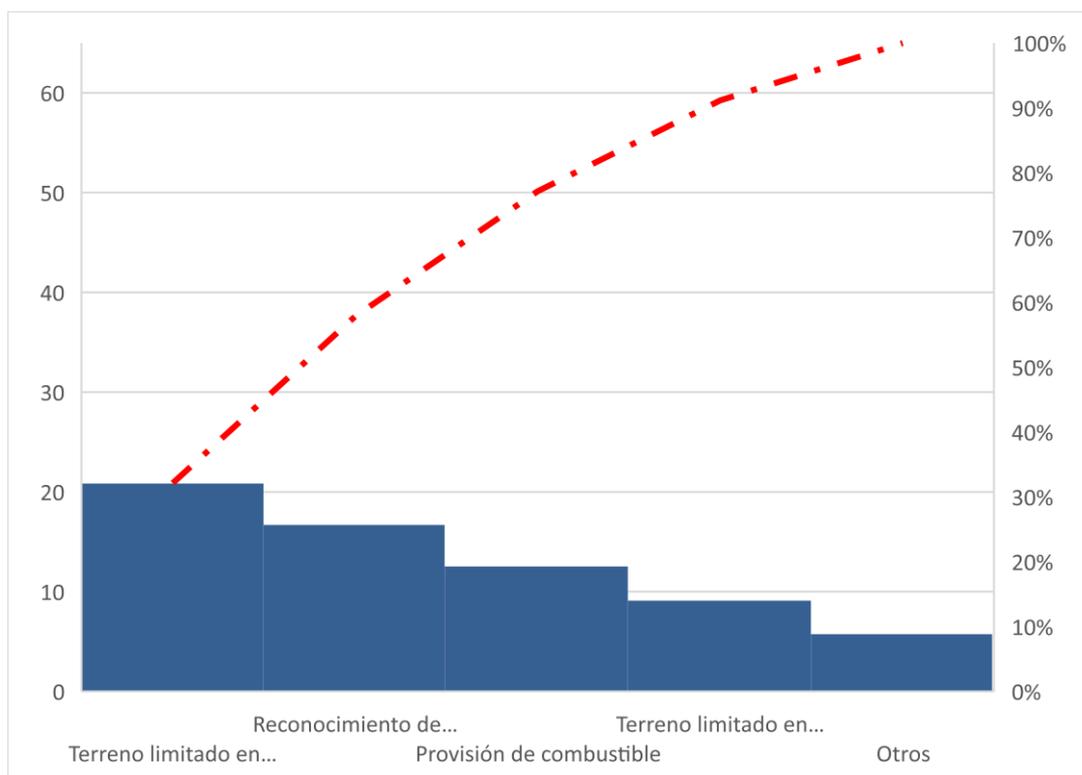


Figura 4 Demoras Operativas en carguío julio 2022

Como se observa en la figura 23 el tiempo de demora operativa terreno limitado en descarga provoca grandiosas pérdidas de producción 5934 toneladas no movidas en un tiempo promedio de 21 horas. El reconocimiento de equipos provoca pérdidas de producción 5061 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 17 horas. La provisión de combustible provoca pérdidas de producción 4872 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 13 horas. El terreno limitado en carguío provoca pérdidas de producción 2689 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 9 horas; y otros provoca pérdidas de producción 542 toneladas no movidas en un tiempo de promedio de 6 horas. En concreto, los tiempos de demora en la operación de carguío provocan pérdidas de 19098 toneladas no movidas en un tiempo promedio de 65 horas.

Tiempos de demora, disponibilidad y utilización antes del estudio en las operaciones de carguío

Tabla 7

Tiempos de demora, disponibilidad y utilización antes del estudio en las operaciones de carguío

Equipo Excavadora	Demora Mecánica (H)	Demora no Operativa (H)	Demora Operativa (H)	Trabajo Efectivo (H)	Total General (H)	Disponibilidad	Utilización
Cat 385	14	12	11	478	515	85.63%	92.82%
Cat 385	14	15	11	571	611	86.91%	93.45%
Cat 385	10	11	13	467	501	86.43%	93.21%
Cat 385	11	10	14	499	534	86.89%	93.45%
Cat 385	12	11	16	501	540	85.56%	92.78%
Cat 385	14	10	12	513	549	86.89%	93.44%
Cat 390	13	12	9	389	423	83.92%	91.96%
Cat 390	14	11	10	501	536	86.94%	93.47%
Cat 390	8	8	11	497	524	89.69%	94.85%
Cat 390	9	11	9	547	576	89.93%	94.97%
Cat 390	9	11	15	576	611	88.54%	94.27%
Cat 390	8	9	13	451	481	87.53%	93.76%
Cat 390	12	13	11	457	493	85.40%	92.70%
Total Excavadora	148	144	155	6447	6894	87.42%	93.71%

Como se puede observar en la tabla 16 las máquinas de carguío se encuentran funcionando como se debe en un 87.42%, mientras que un 12.58% de las máquinas de carguío no se encuentran en funcionamiento como se debe. Por otro lado, el uso real o el rendimiento máximo de las maquinarias en promedio es de 93.71%, mientras que un 6.29% de horas no son aprovechadas. Las máquinas de carguío tienen un promedio de 6894 horas totales programadas. Sin embargo, las horas efectivas utilizadas son 6447.

Tiempos de demora, disponibilidad y utilización antes del estudio en las operaciones de

acarreo

Tabla 8

Tiempos de demora, disponibilidad y utilización antes del estudio en las operaciones de acarreo

Equipo Volquete	Demora Mecánica (H)	Demora no Operativa (H)	Demora Operativa (H)	Trabajo Efectivo (H)	Total General (H)	Disponibilidad	Utilización
CV - 243 ACTROS - 4144K	19	10	7	512	548	86.86%	93.43%
CV - 246 ACTROS - 4144K	21	16	8	498	543	83.43%	91.71%
CV - 263 ACTROS - 4144K	19	9	12	479	519	84.59%	92.29%
CV - 264 ACTROS - 4144K	23	15	5	503	546	84.25%	92.12%
CV - 265 ACTROS - 4144K	13	14	6	503	536	87.69%	93.84%
CV - 266 ACTROS - 4144K	17	8	8	467	500	86.80%	93.40%
CV - 267 ACTROS - 4144K	21	21	9	487	538	81.04%	90.52%
CV - 268 ACTROS - 4144K	13	31	11	498	553	80.11%	90.05%
CV - 269 ACTROS - 4144K	9	10	7	467	493	89.45%	94.73%
CV - 270 ACTROS - 4144K	11	11	9	469	500	87.60%	93.80%
CV - 271 ACTROS - 4144K	16	14	11	465	506	83.79%	91.90%
CV - 272 ACTROS - 4144K	8	17	13	508	546	86.08%	93.04%
CV - 273 ACTROS - 4144K	17	8	7	421	453	85.87%	92.94%
CV - 274 ACTROS - 4144K	34	11	8	413	466	77.25%	88.63%
CV - 282 ACTROS - 4144K	25	10	12	411	458	79.48%	89.74%
CV - 283 ACTROS - 4144K	18	25	11	419	473	77.17%	88.58%
CV - 284 ACTROS - 4144K	33	13	7	467	520	79.62%	89.81%
CV - 285 ACTROS - 4144K	24	19	9	413	465	77.63%	88.82%
CV - 286 ACTROS - 4144K	37	16	11	457	521	75.43%	87.72%
CV - 287 ACTROS - 4144K	29	8	6	421	464	81.47%	90.73%
CV - 307 ACTROS - 4144K	18	21	10	445	494	80.16%	90.08%
CV - 308 ACTROS - 4144K	31	10	8	435	484	79.75%	89.88%
Total Camión volquete	456	317	195	10158	11126	82.52%	91.26%

Como se puede observar en la tabla 17 las máquinas de acarreo se encuentran funcionando como se debe en un 82.52%, mientras que un 17.48% de las máquinas de acarreo no se encuentran en funcionamiento como se debe. Por otro lado, el uso real o el rendimiento máximo de las maquinarias en promedio es de 91.26%, mientras que un 8.74% de horas no son aprovechadas. Las máquinas de acarreo tienen un promedio de 11126 horas totales programadas. Sin embargo, las horas efectivas utilizadas son 10158.

3.2. Disminución de los tiempos de demora mediante la mejora continua

Las demoras en el proceso de carga y acarreo representan la cuantía de horas en que los equipos incrementaran en un lapso de tiempo con el propósito de llegar al uso efectivo de horas máquinas que toleren aumentar la producción diaria o mensual, sin incrementar el número de equipos.

Con el fin de disminuir estos cuellos de botellas se empleó el Sistema Dispatch el que nos facilitó el registro de la información por el operador, esta aplicación nos posibilita mirar los instantes puntuales en que los equipos de carguío y acarreo sostuvieron o indicaron problemas para la ejecución efectiva en su trabajo.

Para ello, se tienen en cuenta algunos factores como: estado de la carretera, tiempo de carga y descargado; tiempo de tránsito para cada maquinaria; así mismo, se considera la capacidad óptima de los equipos y los tiempos de mantenimiento de estos.

Tabla 9

Disminución de tiempo, aumento de disponibilidad y utilización del estudio

10	Código	Demora mecánica (h)	Demora mecánica óptima (h)	Demora no operativa (h)	Demora no operativa óptima (h)	Demora operativa (h)	Demora operativa óptima (h)	Total, tiempo improductivo (h)	Total, tiempo demora reducido (h)	Porcentaje reducido (%)
Excavadora CAT	Cat 385	12.50	9.83	11.50	9.50	12.83	10.00	36.83	29.33	20.36%
	Cat 390	10.43	7.29	10.71	8.14	11.14	8.71	32.29	24.14	25.22%
	CV - 243	19	16	10	8	7	5	36.00	29.00	19.44%
	CV - 246	21	18	16	12	8	7	45.00	37.00	17.78%
	CV - 263	19	14	9	6	12	8	40.00	28.00	30.00%
Equipos de acarreo Actros – 4144k	CV - 264	23	16	15	11	5	4	43.00	31.00	27.91%
	CV - 265	13	11	14	9	6	5	33.00	25.00	24.24%
	CV - 266	17	13	8	5	8	6	33.00	24.00	27.27%
	CV - 267	21	16	21	17	9	8	51.00	41.00	19.61%
	CV - 268	13	9	31	23	11	7	55.00	39.00	29.09%
	CV - 269	9	7	10	8	7	6	26.00	21.00	19.23%
	CV - 270	11	8	11	9	9	7	31.00	24.00	22.58%
	CV - 271	16	12	14	11	11	9	41.00	32.00	21.95%
	CV - 272	8	7	17	13	13	12	38.00	32.00	15.79%

CV - 273	17	10	8	7	7	6	32.00	23.00	28.13%
CV - 274	34	22	11	9	8	7	53.00	38.00	28.30%
CV - 282	25	18	10	6	12	10	47.00	34.00	27.66%
CV - 283	18	13	25	21	11	9	54.00	43.00	20.37%
CV - 284	33	28	13	11	7	5	53.00	44.00	16.98%
CV - 285	24	21	19	13	9	7	52.00	41.00	21.15%
CV - 286	37	33	16	11	11	8	64.00	52.00	18.75%
CV - 287	29	21	8	7	6	5	43.00	33.00	23.26%
CV - 307	18	13	21	18	10	7	49.00	38.00	22.45%
CV - 308	31	22	10	8	8	5	49.00	35.00	28.57%
Total de horas							1037.21	797.48	
Promedio de horas							43.21	33.23	23.1%

Como se puede observar en la tabla 18, los tiempos improductivos durante los meses de junio, julio y agosto tuvo un total de 1037.12 horas improductivas antes del estudio, mientras que las horas reducidas después de la aplicación de la mejora continua fue de 797.48 horas improductivas, logrando reducir un total de 239.64 horas improductivas, la cual representa el 23.1% del total de las horas improductivas.

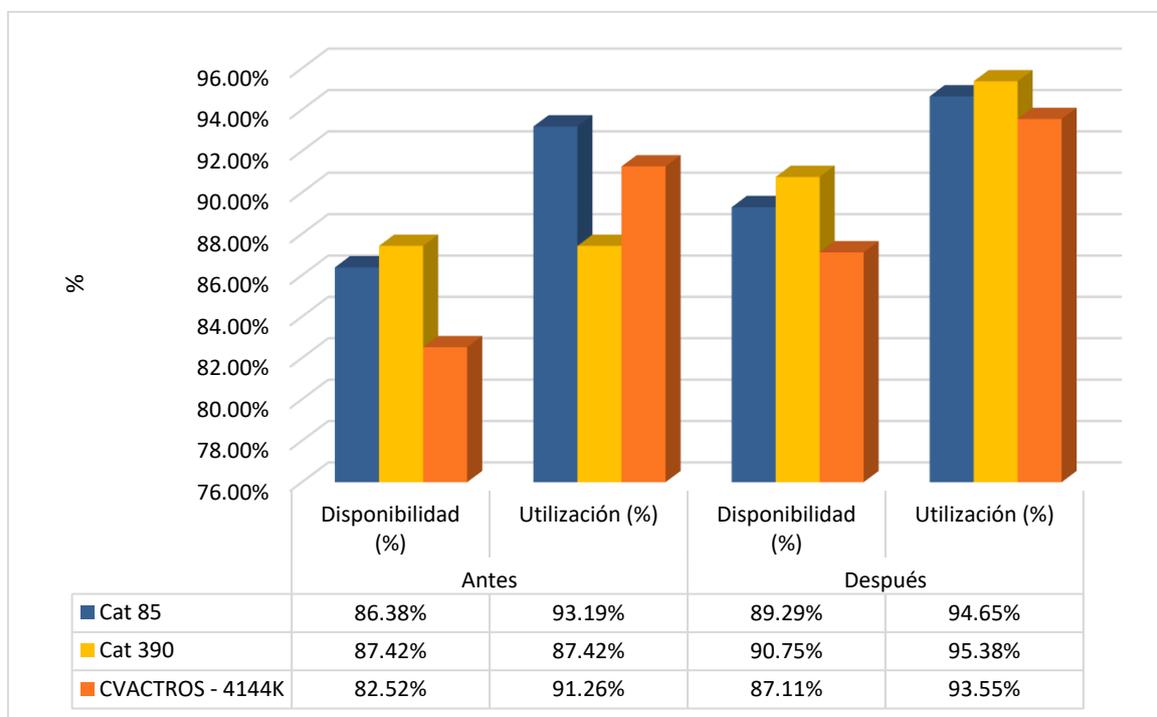


Figura 5 Incremento de la disponibilidad y utilización de los equipos de carguío y acarreo

Como se observa en la figura 24, los equipos Cat 385, Cat 390 y los volquetes Actros – 4144k tuvieron una disponibilidad (93.19%, 87.42% y 91.26%) y utilización (86.38%, 87.42% y 82.52%) antes del estudio y una disponibilidad (94.65%, 95.38% y 93.55%) y utilización de 89.29%, 90.75% y 87.11%) después de la aplicación de la mejora continua. En concreto, este incremento de la disponibilidad y utilización de los equipos se verá reflejado en un aumento de la producción y por ende en los beneficios de la empresa.

Tabla 10

Mejora de la producción mediante la reducción de los tiempos improductivos

Equipos	Código	Toneladas movidas (tn)			Total (tn)	Promedio (t)	Aumento de las toneladas movidas (tn)			Total (tn)	Promedio (tn)	Aumento de la Productividad (%)
		junio	julio	agosto			Setiembre	Octubre	Noviembre			
Excavadora CAT	Cat 385	545.18	542.06	543.06	1630.30	1640.33	558.81	559.42	560.89	1679.12	1689.72	2.92%
	Cat 390	551.15	549.09	550.12	1650.36		564.93	563.64	571.75	1700.32		
	CV - 243	540.18	541.07	540.63	1621.88		553.68	555.41	562.14	1671.23		
	CV - 246	539.08	540.11	539.6	1618.79		552.56	554.42	561.75	1668.73		
	CV - 263	541.01	541	541.01	1623.02		554.37	555.34	571.81	1681.52		
	CV - 264	539.87	540	539.94	1619.81		553.37	553.78	569.28	1676.43		
	CV - 265	541.86	542.93	542.4	1627.19		555.41	556.01	568.26	1679.68		
	CV - 266	541.03	541.55	541.29	1623.87		554.56	554.78	591.74	1701.08		
	CV - 267	540.19	541.08	540.64	1621.91		553.69	553.69	585.18	1692.56		
	CV - 268	539.75	540.01	539.88	1619.64		555.24	561.77	599.29	1716.30		
de acarreo ACTROS - 4144K	CV - 269	578.09	579.45	578.77	1736.31	1635.34	592.54	592.54	599.07	1784.15	1705.93	4.14%
	CV - 270	540.87	541.32	541.1	1623.29		554.39	559.12	578.82	1692.33		
	CV - 271	541.29	541.99	541.64	1624.92		554.82	558.82	601.48	1715.12		
	CV - 272	541.02	540	540.51	1621.53		554.54	560.02	598.76	1713.32		
	CV - 273	540.74	541.99	541.37	1624.10		554.26	557.81	591.65	1703.72		
	CV - 274	541.09	542	541.55	1624.64		554.62	558.99	600.47	1714.08		
	CV - 282	540.51	541.85	541.18	1623.54		554.02	556.02	583.63	1693.67		
	CV - 283	541.88	542.03	541.96	1625.87		555.43	557.69	564.04	1677.16		
	CV - 284	540.97	541.99	541.48	1624.44		554.49	557.81	575.76	1688.06		
	CV - 285	540.47	541.87	541.17	1623.51		553.98	558.01	571.53	1683.52		
CV - 286	541.05	542.03	541.54	1624.62	554.58	556.18	601.99	1712.75				
CV - 287	599.45	587.99	593.72	1781.16	614.43	614.89	616.91	1846.23				
CV - 307	539.99	540.01	540	1620.00	553.49	556.37	600.51	1710.37				
CV - 308	540.81	541.54	541.18	1623.53	554.33	557.03	597.09	1708.45				

Como se observa en la tabla 19 la producción total promedio de los equipos de carguío y acarreo fue de 3275.67 toneladas entre los meses de junio a agosto; mientras que en los meses de estudio de setiembre a noviembre en la cual se aplicó la mejora continua para reducir los tiempos improductivos se evidencio un aumento de la producción promedio total en 3395.65 toneladas de los equipos de carguío y acarreo. En concreto, el incremento de la producción total promedio fue de 7.06%, que constituye un incremento de 119.98 toneladas de los equipos de carguío y acarreo.

Evaluar la influencia del beneficio económico mediante la representación gráfica de la producción programada y ejecutada

Con los datos conseguidos en la tabla 20 se evaluó las toneladas de mineral producidas antes del estudio, la cual no considera las toneladas no movidas producto de los tiempos improductivos durante el proceso de carguío y acarreo. Para luego, contrastarlo con las toneladas producidas con el proceso de la mejora continua. Así mismo, se compara el beneficio obtenido en ambas fases mencionadas.

Tabla 11

Toneladas de mineral producidos antes del estudio

	T/N Presupuestado	Tn no movidas	Toneladas Ejecutadas
Junio	870345	13087.53	857257
Julio	893546	13084.96	880461
Agosto	910265	13085.74	897179
Total	2674156	39258.23	2634897.77

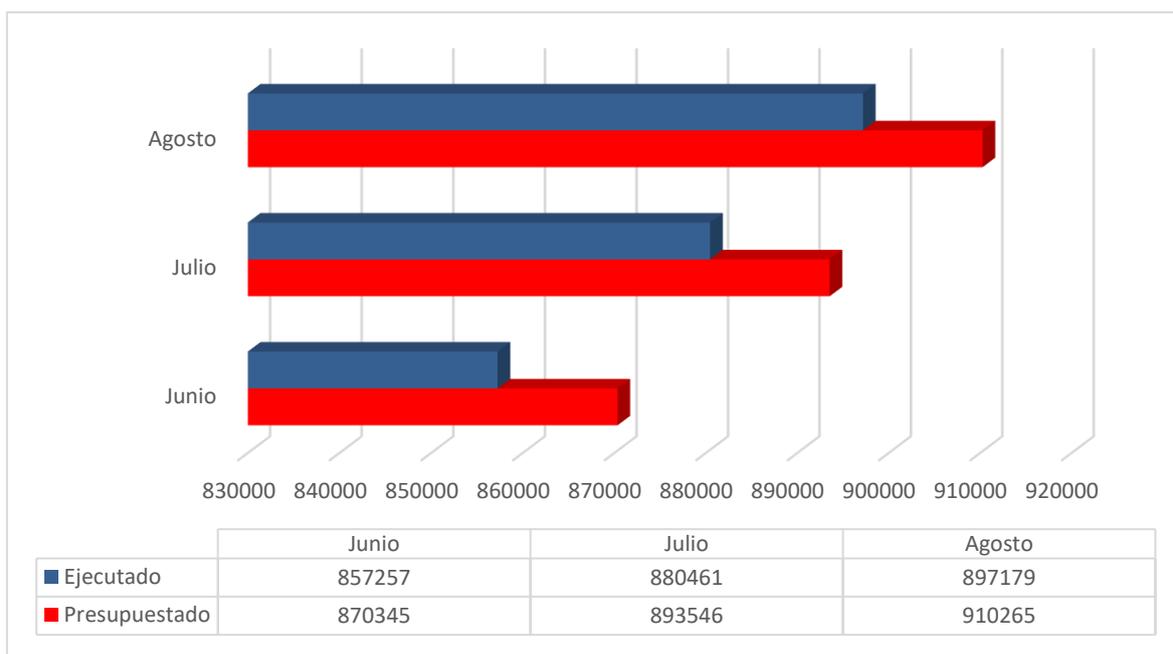


Figura 6 Toneladas de mineral producidos antes del estudio

Según los datos de la figura 25, las toneladas de mineral presupuestado disminuyeron en el mes de junio en 13088 toneladas, en el mes de julio las toneladas disminuyeron en 13085. Finalmente, en el mes de agosto disminuyó en 13086 toneladas. Esto debido a los tiempos improductivos (demoras) en el proceso de carguío y acarreo.

Tabla 12

Toneladas de mineral producidas después del estudio

	Presupuestado	Tn movidas	Toneladas Ejecutadas
setiembre	890345	13416.54	903761.54
octubre	903546	13469.56	917015.56
noviembre	904265	14023.80	918288.80
Total	2698156	40909.9	2739065.9

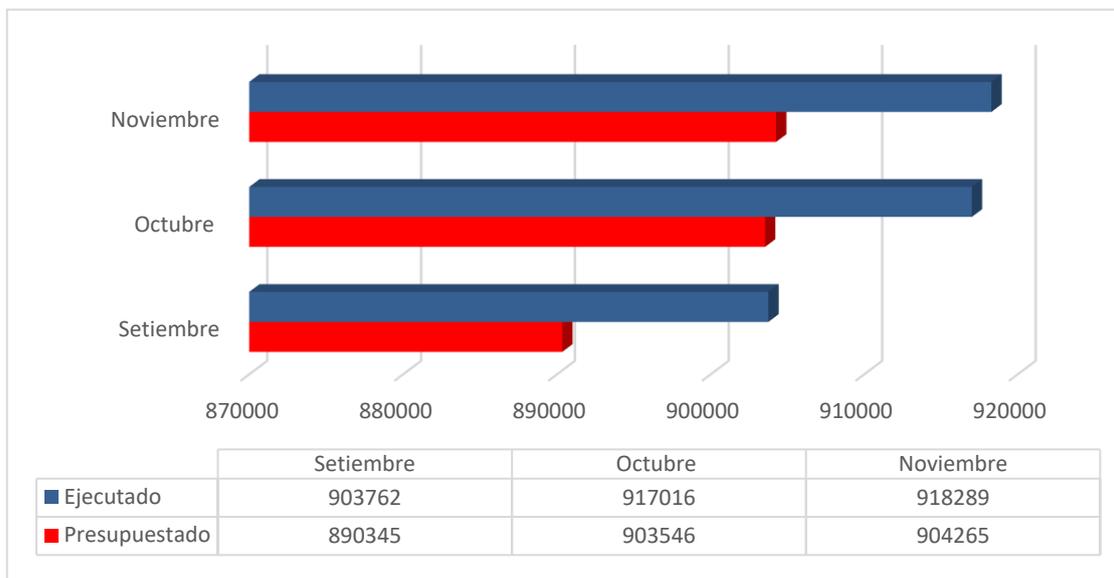


Figura 7 Toneladas de mineral producidas después del estudio

Según los datos de la figura 26, las toneladas de mineral ejecutado aumentaron en el mes de setiembre en 13417 toneladas, en el mes de octubre las toneladas aumentaron en 13470. Finalmente, en el mes de noviembre aumento en 14024 toneladas. Esto debido a la disminución de los tiempos improductivos (demoras) en el proceso de carguío y acarreo.

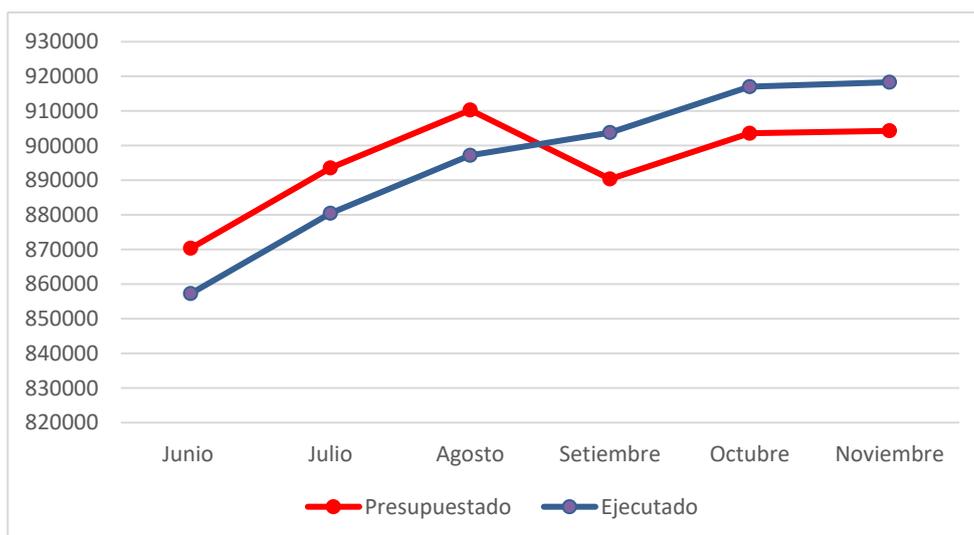


Figura 8 Toneladas de mineral presupuestadas y ejecutadas antes y después de la mejora continua

Según los datos en la figura 27, la producción de mineral ejecutada entre los meses de julio a agosto es menor que la producción presupuesta; sin embargo, después de la aplicación de la mejora continua la producción de mineral ejecutada es mayor que la presupuestada. Por lo tanto, podemos deducir que a mayor producción mayor es el beneficio de la empresa.

Dólares mensuales ganados antes y después de la mejora continua

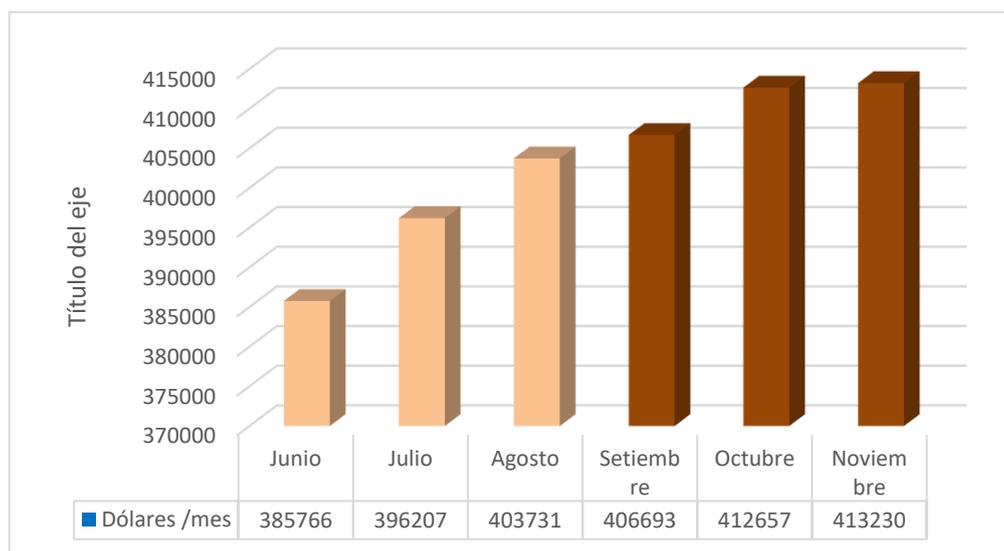


Figura 9 Dólares mensuales ganados antes y después de la mejora continua

Según los datos en la figura 28, los dólares ganados en los tres meses antes del estudio suman un total de \$ 2,634,898.00; mientras que los dólares ganados en los tres meses en que se aplicó la mejora continua suman un total de \$ 2,739,066.00. Logrando un incremento de \$ 104,168.00. Por lo tanto, se puede deducir que la implementación de la mejora continua en el proceso de carguío y acarreo logro disminuir los tiempos improductivos (demoras), incrementado la producción y los beneficios de la minera.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El estudio se limitó a las actividades de carguío y acarreo, ya que concentran más del 75% de los costos operación. De igual manera, se centró en calcular los tiempos improductivos (demoras), puesto que el área administrativa nos brindó el sistema Dispatch, para calcular los tiempos improductivos y la información relacionada al tema de estudio.

Durante el estudio en los meses de junio, julio y agosto los resultados demostraron un total de 1,037.12 horas improductivas (ver tabla 9), generando un total de 39,258.23 toneladas de mineral no movidas (tabla 11). Por otro lado, con la aplicación de la mejora continua en los meses de setiembre a noviembre se logró reducir los tiempos improductivos a 797.48 horas improductivas (ver tabla 9), incrementado la producción de toneladas movidas a 40,909.9 (ver tabla 12). En consecuencia, las toneladas de mineral presupuestadas antes del estudio fueron de 2,674,156 toneladas de las cuales solo se ejecutaron 2,634,897.77 toneladas evidenciando una disminución de 39,258.23 Tn; mientras que con la aplicación de la mejora continua las toneladas presupuestas fueron de 2,698,156 toneladas y se ejecutaron 2,739,065.9 Tn. evidenciando un incremento de 40,909.9 Tn. Así mismo, los dólares perdidos en los tres meses antes del estudio suman un total de \$ 1,185,704.00; mientras que los dólares ganados en los tres meses en que se aplicó la mejora continua suman un total de \$ 1,232,580.00. Por lo tanto, podemos deducir que la hipótesis general se acepta; ya que la aplicación de la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo (proceso de carguío y acarreo) permitió incrementar el beneficio económico en \$ 46,876.

Estos resultados coinciden con Apaza (2017), en el cual se demostró que la disminución de los tiempos improductivos mediante la mejora continua incremento la producción ejecutada en un 12.5% durante los meses de julio, agosto y setiembre. Así mismo, se evidencio un incremento de dólares en los meses donde se aplicó la mejora continua por un monto de \$10,102. De la misma manera, Huaynate (2018) demostraron que la implementación de la mejora continua a los procesos de críticos de la operación minera tuvo un impacto positivo en el beneficio económico, logrando aumentar la producción de oro en 1.558 onzas promedio al mes en la etapa de estudio. Asimismo, se consiguió un ahorro de \$ 1,873,133.00.

Llamo & Ramos (2021) evidenciaron los beneficios financieros de las empresas a cielo abierto Yanacocha brinda mayores niveles de producción AS 2021: el oro alcanza las 527.000 onzas de oro y los 2.140 millones de onzas de plata con grandes diferencias respecto a 2020 en el cual hay un déficit de producción de 327.000 onzas de oro y 0.737 mil onzas de plata. Yanacocha empleo el modelo de mejora continua en el 2021 y logro aumentar el nivel de producción de 187,000 mil onzas de oro, y de plata a 1,403 mil onzas. De igual manera, Chinchayan & Guillen (2021) aplicaron la mejora continua en el proceso de perforación demostraron que el cambio del equipo de perforación eléctrica a neumática, consiguió un incremento de la producción en 137.7 toneladas mensuales. De la misma manera, se obtuvo un beneficio de S/ 696,315.25.

Las implicancias del actual estudio se encontraron en la metodología; ya que, el proceso de mejora continua se simboliza de manera gráfica como un diseño matemático de función exponencial, mediante el uso de la curva de aprendizaje para estimar las unidades producidas en función a la disminución del tiempo improductivos,

midiendo la influencia en el beneficio económico del proceso de mejora continua en base a los tiempos improductivos, producción y dólares ahorrados.

4.2 Conclusiones

- El análisis del diagnóstico de la empresa minera Tantahuatay 2, en el periodo junio - agosto mostró que el proceso de carguío y acarreo muestra deficiencias en los tiempos operativos, no operativos, mecánicas, etc., se obtuvo que las causas esenciales que provocan una ineficiente mejora continua son la espera en carga, provisión de equipos, mantenimiento de equipos, terreno limitado, entre otros.
- Se alcanzó aplicar la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minera, específicamente en el proceso de carguío y acarreo, el cual logró disminuir los tiempos improductivos en 239.64 horas; la utilización de los equipos de minería incrementó su utilización en 23.11%, la producción de toneladas ejecutadas incrementó en 40,909.9 toneladas.
- Se calculó la influencia de la aplicación de la mejora continua en el beneficio económico de la empresa Tantahuatay 2, a través de la confiabilidad de la curva de aprendizaje a través del nivel de producción de mineral presupuestado y ejecutado. Es así, que se obtuvo una pérdida de \$1,185,704 en los tres meses que no se aplicó el estudio; mientras que, en el periodo de estudio se obtuvo ingreso total de \$1,232,580.00, dando como resultado un beneficio de \$46,876.

Referencias

- Apaza, E. D. (2017). Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo la Chalarina en MINERA Shahuindo S.A.C. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Belloso, R. (2019). Metodología de la Investigación. *Universidad URBE*.
- Beltrán, E. (15 de julio de 2014). *Indicadores de Operación o Actividad*. Obtenido de https://prezi.com/gys_x9dxn808/indicadores-de-operacion-o-actividad/
- Berna, M. M. (2015). Gestión por procesos y mejora continua, puntos clave para la satisfacción al cliente. *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6332/GESTI%c3%93N%20POR%20PROCESOS%20Y%20MEJORA%20CONTINUA%2c%20PUNTOS%20CLAVE%20PARA%20LA%20SATISFACCI%c3%93N%20DEL%20CLIENTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Branch, J. W., Jaramillo, G. P., & Sepúlveda, F. (2012). *El planeamiento minero en Colombia; Hacia lo estocástico*. Universidad Nacional de Colombia Colombi, Medellín. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49624956004>
- Cardona, D. A., Río, J. L., Romero, A. K., & Lora, H. (2019). La curva de aprendizaje y su contribución al desempeño del talento humano en las organizaciones: una revisión teórica. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*. doi:10.19053/20278306.v10.n1.2019.10010

- Carrillo, A. L. (setiembre de 2015). *Universidad Autonoma del Estado de Mexico*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>
- Carro, R. (2019). El sistema de producción y operaciones. *Administración de las Operaciones*.
- Castro, R. (19 de enero de 2021). *Diseño y planificación minera*. Obtenido de <http://minas.uchile.cl/investigacion/lineas-de-investigacion/disen-y-planificacion-minera>
- Chinchayan, J. V., & Guillen, H. R. (2021). Aplicación de mejora continua en la Gestión del Planeamiento Operativo Minero en una Mina Ubicada en Vijus, Pataz, La Libertad. *Tesis de pregrado*. Universidad Privada del Norte, Trujillo. ¿Obtenido de <chrome-extension://efaidnhttps://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29008/Chinchayan%20Huaman%2c%20Johnny%20Victor%20Alfonso-Guillen%20Villanueva%2c%20Heivilder%20Rogelio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, G. J. (2020). Mejora Continua: Propuesta de Proceso para la formulación de Proyectos por Metodología DMAIC. *Tesis de pregrado*. Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.
- Huaroc, P. M. (2014). *Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Huaynate, H. E. (2018). Aplicación de mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero y su influencia en el beneficio económico mina Untuca – Cori Puno S.A.C. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

- Llamo, M., & Ramos, M. (2021). Aplicación de la mejora continua en la gestión de planeamiento operativo minero y su relación con el beneficio económico en minera a cielo abierto en Cajamarca - 2021. *tesis de pregrado*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/30490>
- Martinez, H. W. (2017). Mejora continua de la gestión operacional para el cumplimiento de los estándares del nivel de producción subterránea, Unidad Parcoy - Cía. Consorcio Minero Horizonte S.A. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2792>
- Nicomedes, E. N. (2008). Tipos de Investigación. *Revista efaid*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnmnibpajpcgleclefindmkaj/http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>
- Perez, E. (2018). Diseño de investigación no experimental. *Revista Academia*. Obtenido de https://www.academia.edu/15804921/Dise%C3%B1o_de_investigaci%C3%B3n_no_experimental
- Pineda, T. A. (2018). Evaluación de improductivos y determinación de pérdida, utilizando el diagrama de Pareto en la EE MVC. *tesis de pregrado*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz.
- Romero, D. (12 de noviembre de 2022). *webdayanaromero*. Obtenido de Ciclo de demining: <https://webdayanaromero.com/ciclo-phva-de-mejora-continua/>
- Salas, L. A. (2013). Estudio de Kpis en los equipos de perforación, carguío y acarreo para el incremento de la producción de 3000 a 3600 Tm/día en la Mina Pallancata. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Salomón, L., & Ortiz, A. (diciembre de 2018). Productividad del proceso minero; más allá de la producción. *Universidad Ciencias y Tecnología*.

Vega, G., Ávila, J., Vega, A., Camacho, N., Becerril, A., & Leo, G. (mayo de 2014).

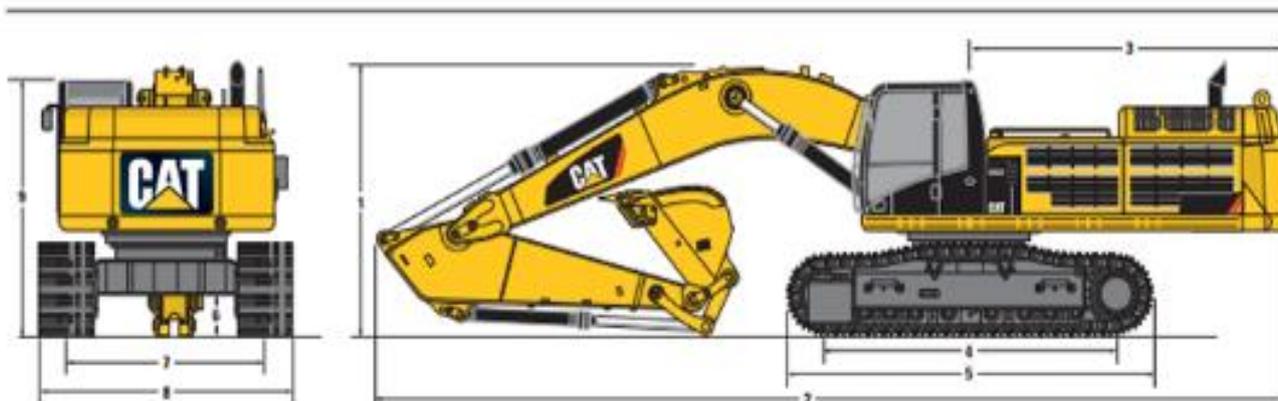
Paradigmas en la Investigación - Enfoque Cuantitativo y Cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15). Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/236413540>

Villar, R. (16 de febrero de 2014). *Apuntes de cátedra Maquinas mineras y servicios*.

Obtenido de escribd: <https://es.scribd.com/document/207340533/Indicadores-e-Indices-Op-Min>

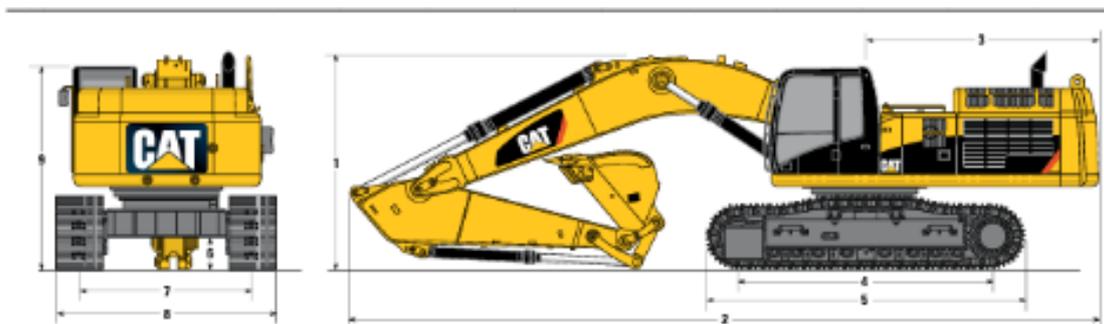
ANEXOS

Anexo N° 1: Especificaciones de la Excavadora 385



		Reach Boom 10.0 m (32'10")			General Purpose Boom 8.4 m (27'7")			Mass Boom 7.25 m (23'9")		
		R5.5 m (18'1")	R4.4 m (14'5")	R5.5 m (18'1")	R4.4 m (14'5")	GP3.7 m (12'2")	GP3.4 m (11'2")	GP2.92 m (9'7")	M3.4 m (11'2")	M2.92 m (9'7")
Stick										
Bucket		HB3.9 m ³ (5.1 yd ³)	HB3.9 m ³ (5.1 yd ³)	HB4.6 m ³ (6.0 yd ³)	HB4.6 m ³ (6.0 yd ³)	HB4.6 m ³ (6.0 yd ³)	JC4.6 m ³ (6.0 yd ³)	JC4.6 m ³ (6.0 yd ³)	JC6.0 m ³ (7.8 yd ³)	JC6.0 m ³ (7.8 yd ³)
1 Shipping Height	mm	5430	5030	5840	5290	5010	5160	4970	5310	4900
	ft	17.81	16.50	19.16	17.35	16.43	16.92	16.30	17.42	16.07
2 Shipping Length	mm	16 280	16 320	14 490	14 700	14 710	14 720	14 910	13 560	13 690
	ft	53.41	53.54	47.53	48.22	46.48	48.29	48.91	44.48	44.91
3 Tail Swing Radius	mm	4680	4680	4680	4680	4680	4680	4680	4680	4680
	ft	15.35	15.35	15.35	15.35	15.35	15.35	15.35	15.35	15.35
4 Length to Center of Rollers***	mm	5120	5120	5120	5120	5120	5120	5120	5120	5120
	ft	16.79	16.79	16.79	16.79	16.79	16.79	16.79	16.79	16.79
5 Track Length****	mm	6360	6360	6360	6360	6360	6360	6360	6360	6360
	ft	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86	20.86
6 Ground Clearance	mm	900	900	900	900	900	900	900	900	900
	ft	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
7 Track Gauge (Shipping)*	mm	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750
	ft	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02	9.02
8 Transport Width**	mm	4260	4260	4260	4260	4260	4260	4260	4260	4260
	ft	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97
		(LC)								
9 Cab Height	mm	3760	3760	3760	3760	3760	3760	3760	3760	3760
	ft	12.33	12.33	12.33	12.33	12.33	12.33	12.33	12.33	12.33

Anexo N° 2: Especificaciones de la Excavadora 390 DL



		Pluma de alcance 10,0 m (32' 10")		Pluma de uso general 8,4 m (27' 7")			Pluma para excavación en gran volumen 7,25 m (23' 9")				
Brazo		R 5,5 m (18' 1")	R 4,4 m (14' 5")	R 5,5 m (18' 1")	R 4,4 m (14' 5")	GP 3,7 m (12' 2")	GP 3,4 m (11' 2")	GP 2,92 m (9' 7")	M 3,4 m (11' 2")	M 2,92 m (9' 7")	
Cucharón		HB 3,9 m³ (5,1 yd³)	HB 3,9 m³ (5,1 yd³)	HB 4,6 m³ (6,0 yd³)	HB 4,6 m³ (6,0 yd³)	HB 4,6 m³ (6,0 yd³)	JC 4,6 m³ (6,0 yd³)	JC 4,6 m³ (6,0 yd³)	JC 6,0 m³ (7,8 yd³)	JC 6,0 m³ (7,8 yd³)	
1	Altura de embarque	mm pies	5.430 17,81	5.030 16,50	5.840 19,16	5.290 17,35	5.010 16,43	5.160 16,92	4.970 16,30	5.310 17,42	4.900 16,07
2	Longitud de embarque	mm pies	16.280 53,41	16.320 53,54	14.490 47,53	14.700 48,22	14.710 46,48	14.720 48,29	14.910 48,91	13.560 44,48	13.690 44,91
3	Radio de giro de la cola	mm pies	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35	4.680 15,35
4	Longitud hasta los centros de los rodillos***	mm pies	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79	5.120 16,79
5	Longitud de la cadena****	mm pies	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86	6.360 20,86
6	Espacio libre sobre el suelo	mm pies	900 2,95	900 2,95	900 2,95	900 2,95	900 2,95	900 2,95	900 2,95	900 2,95	900 2,95
7	Entrevis (embarque) [†]	mm pies	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02	2.750 9,02
8	Ancho de transporte**	mm pies	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)	4.260 13,97 (LC)
9	Altura de la cabina	mm pies	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33	3.760 12,33

[†] Entrevis en posición extendida (trabajo): 3.510 mm (11,51').

** El ancho de transporte que se muestra corresponde a zapatas de 750 mm (30").

Atada 150 mm (6") para zapatas de 600 mm (30").

Reste 100 mm (4") para zapatas de 650 mm (26").

*** ESTÁNDAR 4.600 mm (15,09') (ESTÁNDAR), 5.120 mm (16,79') (L.C.)

**** ESTÁNDAR 5.840 mm (19,16') (ESTÁNDAR), 6.360 mm (20,86') (L.C.)

Anexo N° 3: Especificaciones del Camión Actros 4144K



MOTOR		TRANSMISIÓN	
Modelo	OM 501 LA EURO V	Embrague	MFZ 400
Tipo	6 cil. en V con Turbo e Intercooler		Bidisco Seco ServoAsistido
Potencia	435CV (470HP) @ 1800 r.p.m.	Caja de cambios	G 240-16 / 11.7 - 0,69
Torque	2.100 Nm @ 1080 r.p.m.	Marchas sincronizadas	16 Sistema Telligent EPS II
Cilindrada	11.946 c.c.	Con EPS II el conductor puede acoplar las marchas de forma cómoda y sin esfuerzo, lo que repercute en su estado físico. Al mismo tiempo, una selección de marchas óptima proporciona un modo de conducir económico y reduce el consumo de combustible	
Alternador	28/80 V/A	EJES	
Batería	2x12/165 V/Ah	1er Eje delantero	MB VL 5/ 1 D - 9
Arranque	8.42/24 CV/V	1do Eje delantero	MB VL 5/ 1 D - 9
		1er Eje trasero	MB HD 7/ 053 DGS - 16
		2er Eje trasero	MB HL 7/053 DS - 16
		Reducción eje trasero	Con Reductor de Cubos
DESEMPEÑO DEL VEHÍCULO		SUSPENSIÓN	
Reducción eje trasero	6,00	Delantera	Resortes parabólicos
Velocidad máxima	85 km/h Limitada Electronicamente		Capacidad 9.000 Kgs
Pendiente superable con 45.000 kg	46,3%	Trasera	Resortes Parabólicos
			Capacidad 18.000 Kgs cada uno
CHASIS		PESOS ADMISIBLES	
Llantas	8.5x24	Capacidad 1er Eje Delantero	9.000 kg
Neumáticos delanteros	325/95 R 24	Capacidad 2do Eje Delantero	9.000 kg
Neumáticos traseros	325/95 R 24	Capacidad 1er Eje Trasero	16.000 kg
Dirección hidráulica	LS 6/LS8	Capacidad 2do eje trasero	16.000 kg
Tanque combustible	1 x 400 lts Acero	Peso bruto vehicular (P.B.V.)	50.000 kg
PESOS Y CAPACIDADES KG.		SISTEMA DE FRENOS TELLIGENT	
1er eje delantero	3.533 kg	Cuenta con tambor en todas las ruedas . Incluye adicionalmente retardador hidráulico Voith R 115 Sistema Telligent Proporciona una alta deceleración por frenado armonización de la distribución de la presión de frenado y del desgaste del forro de freno, regulaciones precisas de ABS/ASR, así como una división conveniente del trabajo de frenado sobre el vehículo en todas las condiciones de carga.	
2do eje delantero	3.533 kg		
1er eje trasero	1.930 kg		
2do eje trasero	1.930 kg		
Total	10.926 kg		
Capacidad de Carga Chasis Cabina	39.074 kg		
DIMENSIONES (mm)			

Anexo N° 4: Ciclo de Carguío de una excavadora

IMAGEN	CICLO	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
	CARGA DE CUCHARÓN	Llenando cucharón para descargar en la tolva de volquete	Iniciando el llenado del cucharón
	ROTACIÓN CON CARGA	Giro para descargar en el volquete	Inicia cuando el brazo se levanta y empieza a girar con el cucharón cargado de material.
	DESCARGA DE CUCHARÓN	Descargando en el volquete	Inicia cuando empieza a descargar el material en la tolva del camión.
	ROTACIÓN SIN CARGA	Retorno a cargar material.	Inicia cuando el brazo empieza a girar el cucharón sin material.

Fuente: (Apaza, 2017)

Anexo N° 5: Frente de carguío de las operaciones



Anexo N° 7: Formato de base de datos

Versión : 01	Formato de control de Tiempos	Mes:
	Responsable de la toma de datos:	

LEYENDA	
HP	Horas Programadas de Labor Diaria
HD	Horas Disponibles = HT + HDNT
HM	Horas de Mantenimiento por problemas del Equipo
HT	Horas Trabajadas Efectivas
HDNT	Horas Disponibles No Trabajadas
EQ.	Equipo
O	Origen
D	Destino
MT	Material
HI	Horómetro inicial
HF	Horómetro Final
HT	Horómetro total
MHM	Motivo - Horas de Mantenimiento
MHDNT	Motivo - Horas disponibles no trabajadas
CAL	Tiempo de calentamiento

EQUIVALENCIAS		
HD	=	HT + HDNT
HDNT	=	HP - HT - HM
	=	Datos de oficina
	=	Datos de campo

BASE DE DATOS

FECHA	EQUIPO	CÓDIGO	TURNO	VIAJES	HT	CAL	HM	HP	HDNT	HD	DISP.	UTILIZ.	m3	N° Parte Diario	NOMBRE DEL OPERADOR	O	D	MT	HI	HF	HT	MHM	MHDNT	TARIFA EQ. US\$	PARCIAL US\$	

Anexo 8. Disponibilidad y utilización de los equipos de carguío y acarreo antes del estudio (junio, julio y agosto)

Equipo Excavadora	Demora Mecánica (H)	Demora no Operativa (H)	Demora Operativa (H)	Trabajo Efectivo (H)	Total General (H)	Disponibilidad	Utilización
Cat 385	14	12	11	478	515	85.63%	92.82%
Cat 385	14	15	11	571	611	86.91%	93.45%
Cat 385	10	11	13	467	501	86.43%	93.21%
Cat 385	11	10	14	499	534	86.89%	93.45%
Cat 385	12	11	16	501	540	85.56%	92.78%
Cat 385	14	10	12	513	549	86.89%	93.44%
Cat 390	13	12	9	389	423	83.92%	91.96%
Cat 390	14	11	10	501	536	86.94%	93.47%
Cat 390	8	8	11	497	524	89.69%	94.85%
Cat 390	9	11	9	547	576	89.93%	94.97%
Cat 390	9	11	15	576	611	88.54%	94.27%
Cat 390	8	9	13	451	481	87.53%	93.76%
Cat 390	12	13	11	457	493	85.40%	92.70%
Total Excavadora	148	144	155	6447	6894	87.42%	93.71%

Equipo Volquete	Demora Mecánica (H)	Demora no Operativa (H)	Demora Operativa (H)	Trabajo Efectivo (H)	Total General (H)	Disponibilidad	Utilización
CV - 243 ACTROS - 4144K	19	10	7	512	548	86.86%	93.43%
CV - 246 ACTROS - 4144K	21	16	8	498	543	83.43%	91.71%
CV - 263 ACTROS - 4144K	19	9	12	479	519	84.59%	92.29%
CV - 264 ACTROS - 4144K	23	15	5	503	546	84.25%	92.12%
CV - 265 ACTROS - 4144K	13	14	6	503	536	87.69%	93.84%

CV - 266 ACTROS - 4144K	17	8	8	467	500	86.80%	93.40%
CV - 267 ACTROS - 4144K	21	21	9	487	538	81.04%	90.52%
CV - 268 ACTROS - 4144K	13	31	11	498	553	80.11%	90.05%
CV - 269 ACTROS - 4144K	9	10	7	467	493	89.45%	94.73%
CV - 270 ACTROS - 4144K	11	11	9	469	500	87.60%	93.80%
CV - 271 ACTROS - 4144K	16	14	11	465	506	83.79%	91.90%
CV - 272 ACTROS - 4144K	8	17	13	508	546	86.08%	93.04%
CV - 273 ACTROS - 4144K	17	8	7	421	453	85.87%	92.94%
CV - 274 ACTROS - 4144K	34	11	8	413	466	77.25%	88.63%
CV - 282 ACTROS - 4144K	25	10	12	411	458	79.48%	89.74%
CV - 283 ACTROS - 4144K	18	25	11	419	473	77.17%	88.58%
CV - 284 ACTROS - 4144K	33	13	7	467	520	79.62%	89.81%
CV - 285 ACTROS - 4144K	24	19	9	413	465	77.63%	88.82%
CV - 286 ACTROS - 4144K	37	16	11	457	521	75.43%	87.72%
CV - 287 ACTROS - 4144K	29	8	6	421	464	81.47%	90.73%
CV - 307 ACTROS - 4144K	18	21	10	445	494	80.16%	90.08%
CV - 308 ACTROS - 4144K	31	10	8	435	484	79.75%	89.88%
Total Camión volquete	456	317	195	10158	11126	82.52%	91.26%

Anexo N° 9: Disponibilidad y utilización de los equipos de carguío y acarreo después del estudio (setiembre, octubre y noviembre)

Equipos	Equipo Excavadora	Demora Mecánica (H)	Demora no Operativa (H)	Demora Operativa (H)	Trabajo Efectivo (H)	Total General (H)	Disponibilidad	Utilización
	Cat 385	11	10	8	492	521	88.87%	94.43%
	Cat 385	12	11	9	586	618	89.64%	94.82%
	Cat 385	9	8	9	485	511	89.82%	94.91%
	Cat 385	8	9	10	503	530	89.81%	94.91%
	Cat 385	10	11	13	510	544	87.50%	93.75%
	Cat 385	9	8	11	538	566	90.11%	95.05%
	Cat 390	9	9	8	404	430	87.91%	93.95%
	Cat 390	6	9	9	511	535	91.03%	95.51%
	Cat 390	8	7	8	553	576	92.01%	96.01%
	Cat 390	7	6	8	589	610	93.11%	96.56%
	Cat 390	6	8	11	579	604	91.72%	95.86%
	Cat 390	8	8	8	460	484	90.08%	95.04%
	Cat 390	7	10	9	464	490	89.39%	94.69%
	Total Excavadora	110	114	121	6674	7019	90.08%	95.04%

Equipos	Equipo Camión volquete	Demora Mecánica (H)	Demora no Operativa (H)	Demora Operativa (H)	Trabajo Efectivo (H)	Total General (H)	Disponibilidad	Utilización
	CV - 243 ACTROS - 4144K	16	8	5	563	592	90.20%	95.10%
	CV - 246 ACTROS - 4144K	18	12	7	501	538	86.25%	93.12%
	CV - 263 ACTROS - 4144K	14	6	8	516	544	89.71%	94.85%
	CV - 264 ACTROS - 4144K	16	11	4	511	542	88.56%	94.28%
	CV - 265 ACTROS - 4144K	11	9	5	508	533	90.62%	95.31%
	CV - 266 ACTROS - 4144K	13	5	6	471	495	90.30%	95.15%
	CV - 267 ACTROS - 4144K	16	17	8	492	533	84.62%	92.31%

	CV - 268 ACTROS - 4144K	9	23	7	503	542	85.61%	92.80%
	CV - 269 ACTROS - 4144K	7	8	6	486	507	91.72%	95.86%
	CV - 270 ACTROS - 4144K	8	9	7	473	497	90.34%	95.17%
	CV - 271 ACTROS - 4144K	12	11	9	469	501	87.23%	93.61%
	CV - 272 ACTROS - 4144K	7	13	12	511	543	88.21%	94.11%
	CV - 273 ACTROS - 4144K	10	7	6	498	521	91.17%	95.59%
	Camión							
Volquete	CV - 274 ACTROS - 4144K	22	9	7	471	509	85.07%	92.53%
	CV - 282 ACTROS - 4144K	18	6	10	491	525	87.05%	93.52%
	CV - 283 ACTROS - 4144K	13	21	9	465	508	83.07%	91.54%
	CV - 284 ACTROS - 4144K	28	11	5	479	523	83.17%	91.59%
	CV - 285 ACTROS - 4144K	21	13	7	462	503	83.70%	91.85%
	CV - 286 ACTROS - 4144K	33	11	8	480	532	80.45%	90.23%
	CV - 287 ACTROS - 4144K	21	7	5	478	511	87.08%	93.54%
	CV - 307 ACTROS - 4144K	13	18	7	483	521	85.41%	92.71%
	CV - 308 ACTROS - 4144K	22	8	5	496	531	86.82%	93.41%
	Total Camión volquete	348	243	153	10807	11551	87.11%	94.40%

Anexo N° 10: Total de tiempos improductivos, tiempo de demora reducidos y porcentaje reducido de los equipos de carguío y acarreo

Equipos	Código	Demora mecánica (h)	Demora mecánica óptima (h)	Demora no operativa (h)	Demora no operativa óptima (h)	Demora operativa (h)	Demora operativa óptima (h)	Total, tiempo improductivo (h)	Total, tiempo demora reducido (h)	Porcentaje reducido (%)
Excavadora	Cat 85	12.50	9.83	11.50	9.50	12.83	10.00	36.83	29.33	20.36%
	CAT	Cat 390	10.43	7.29	10.71	8.14	11.14	8.71	32.29	24.14
Equipos de acarreo	CV - 243 ACTROS - 4144K	19	16	10	8	7	5	36.00	29.00	19.44%
	CV - 246 ACTROS - 4144K	21	18	16	12	8	7	45.00	37.00	17.78%
	CV - 263 ACTROS - 4144K	19	14	9	6	12	8	40.00	28.00	30.00%
	CV - 264 ACTROS - 4144K	23	16	15	11	5	4	43.00	31.00	27.91%
	CV - 265 ACTROS - 4144K	13	11	14	9	6	5	33.00	25.00	24.24%
	CV - 266 ACTROS - 4144K	17	13	8	5	8	6	33.00	24.00	27.27%
	CV - 267 ACTROS - 4144K	21	16	21	17	9	8	51.00	41.00	19.61%
	CV - 268 ACTROS - 4144K	13	9	31	23	11	7	55.00	39.00	29.09%
	CV - 269 ACTROS - 4144K	9	7	10	8	7	6	26.00	21.00	19.23%
	CV - 270 ACTROS - 4144K	11	8	11	9	9	7	31.00	24.00	22.58%
	CV - 271 ACTROS - 4144K	16	12	14	11	11	9	41.00	32.00	21.95%
	CV - 272 ACTROS - 4144K	8	7	17	13	13	12	38.00	32.00	15.79%
	CV - 273 ACTROS - 4144K	17	10	8	7	7	6	32.00	23.00	28.13%
	CV - 274 ACTROS - 4144K	34	22	11	9	8	7	53.00	38.00	28.30%
	CV - 282 ACTROS - 4144K	25	18	10	6	12	10	47.00	34.00	27.66%
	CV - 283 ACTROS - 4144K	18	13	25	21	11	9	54.00	43.00	20.37%
CV - 284 ACTROS - 4144K	33	28	13	11	7	5	53.00	44.00	16.98%	
CV - 285 ACTROS - 4144K	24	21	19	13	9	7	52.00	41.00	21.15%	

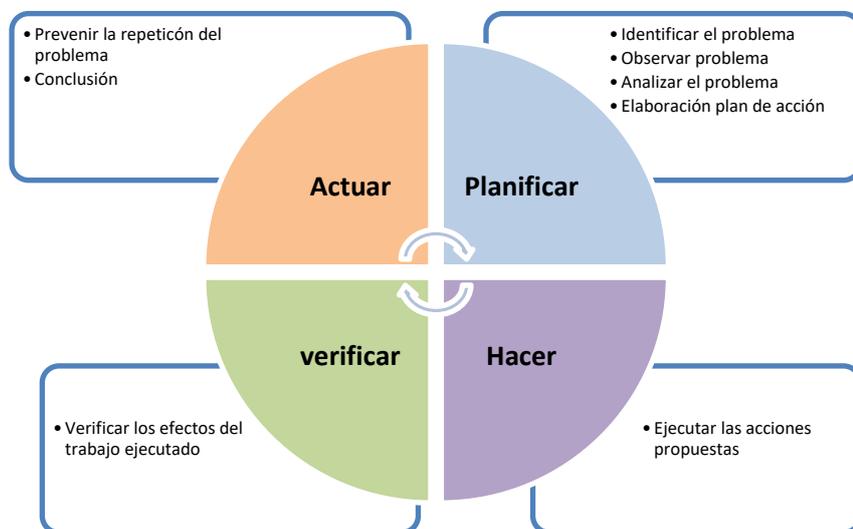
CV - 286 ACTROS - 4144K	37	33	16	11	11	8	64.00	52.00	18.75%
CV - 287 ACTROS - 4144K	29	21	8	7	6	5	43.00	33.00	23.26%
CV - 307 ACTROS - 4144K	18	13	21	18	10	7	49.00	38.00	22.45%
CV - 308 ACTROS - 4144K	31	22	10	8	8	5	49.00	35.00	28.57%

Anexo N° 11: Toneladas no movidas con tiempos improductivos y toneladas movidas con la mejora continua de los equipos de carguío y acarreo

Equipos	Código	Toneladas no movidas (tn) (tiempos improductivos)			Total (tn)	Promedio (t)	Aumento de las toneladas movidas (tn) (con la mejora continua)			Total (tn)	Promedio (tn)	Aumento de la Productividad (%)
		junio	julio	agosto			Setiembre	Octubre	Noviembre			
Excavadora	Cat 85	545.18	542.06	543.06	1630.30	1640.33	558.81	559.42	560.89	1679.12	1689.72	2.92%
	CAT Cat 390	551.15	549.09	550.12	1650.36		564.93	563.64	571.75	1700.32		
Equipos de acarreo	CV - 243 ACTROS - 4144K	540.18	541.07	540.63	1621.88		553.68	555.41	562.14	1671.23		
	CV - 246 ACTROS - 4144K	539.08	540.11	539.6	1618.79		552.56	554.42	561.75	1668.73		
	CV - 263 ACTROS - 4144K	541.01	541	541.01	1623.02		554.37	555.34	571.81	1681.52		
	CV - 264 ACTROS - 4144K	539.87	540	539.94	1619.81		553.37	553.78	569.28	1676.43		
	CV - 265 ACTROS - 4144K	541.86	542.93	542.4	1627.19		555.41	556.01	568.26	1679.68		
	CV - 266 ACTROS - 4144K	541.03	541.55	541.29	1623.87		554.56	554.78	591.74	1701.08		
	CV - 267 ACTROS - 4144K	540.19	541.08	540.64	1621.91		553.69	553.69	585.18	1692.56		
	CV - 268 ACTROS - 4144K	539.75	540.01	539.88	1619.64		555.24	561.77	599.29	1716.30		
	CV - 269 ACTROS - 4144K	578.09	579.45	578.77	1736.31	1635.34	592.54	592.54	599.07	1784.15	1705.93	4.14%
	CV - 270 ACTROS - 4144K	540.87	541.32	541.1	1623.29		554.39	559.12	578.82	1692.33		
	CV - 271 ACTROS - 4144K	541.29	541.99	541.64	1624.92		554.82	558.82	601.48	1715.12		
	CV - 272 ACTROS - 4144K	541.02	540	540.51	1621.53		554.54	560.02	598.76	1713.32		
	CV - 273 ACTROS - 4144K	540.74	541.99	541.37	1624.10		554.26	557.81	591.65	1703.72		
	CV - 274 ACTROS - 4144K	541.09	542	541.55	1624.64		554.62	558.99	600.47	1714.08		
	CV - 282 ACTROS - 4144K	540.51	541.85	541.18	1623.54		554.02	556.02	583.63	1693.67		
	CV - 283 ACTROS - 4144K	541.88	542.03	541.96	1625.87		555.43	557.69	564.04	1677.16		
	CV - 284 ACTROS - 4144K	540.97	541.99	541.48	1624.44		554.49	557.81	575.76	1688.06		

CV - 285 ACTROS - 4144K	540.47	541.87	541.17	1623.51	553.98	558.01	571.53	1683.52
CV - 286 ACTROS - 4144K	541.05	542.03	541.54	1624.62	554.58	556.18	601.99	1712.75
CV - 287 ACTROS - 4144K	599.45	587.99	593.72	1781.16	614.43	614.89	616.91	1846.23
CV - 307 ACTROS - 4144K	539.99	540.01	540	1620.00	553.49	556.37	600.51	1710.37
CV - 308 ACTROS - 4144K	540.81	541.54	541.18	1623.53	554.33	557.03	597.09	1708.45

Anexo N° 12: Proceso de mejora continua



Tipo de problema	Síntoma	Posibles causas	
Espera en carga	Las excavadoras demoran en cargar	Los volquetes demoran en llegar	Carguío
		Zona de abastecimiento de lejos del área de trabajo	Carguío Acarreo
Provisión de combustible	Se dirigen a abastecerse de combustible	Repuestos ubicados lejos del área de trabajo	Carguío Acarreo
		Demora en el cambio de repuestos o mantenimiento	Acarreo
Mantenimiento de equipos	Exceso de volquetes o mala programación	Mala distribución del espacio de los vehículos	Carguío Acarreo
		Demora por parte del personal o exceso de tareas no programadas	Carguío Acarreo
Reconocimiento de equipos	Exceso de volquetes o mala programación	Mala distribución del espacio de los vehículos	Carguío
		Peso de los volquetes y el clima	Acarreo
Estado de vía	Presenta huecos o baches		

Anexo N° 13: Cronograma de ejecución para el diseño de la mejora continua para la minera Tantahuatay

Cronograma de Implementación del PHVA- 2022																										
Fase	N°	Pasos	Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
P	1	Identificación del problema	■	■	■	■																				
	2	Revisión del problema					■	■	■	■																
	3	Representación del Problema									■	■	■	■												
	4	Diseño del plan de acción													■	■	■	■								
H	5	Aplicación de mejora																	■	■	■	■				
V	6	Verificación de resultados																					■	■	■	■
A	7	Prever la reaparición del problema																					■	■	■	■
	8	Conclusión																					■	■	■	■

Anexo N° 14: Toneladas programadas y ejecutas antes y después del estudio

Toneladas programadas, toneladas no movidas y toneladas ejecutas antes del estudio

	Presupuestado	Toneladas no movidas	Toneladas Ejecutadas
Junio	870345	13087.53	857257
Julio	893546	13084.96	880461
Agosto	910265	13085.74	897179
Total	2674156	39258.23	2634897.77

Toneladas programadas, toneladas no movidas y toneladas ejecutas después del estudio

	Presupuestado	Toneladas movidas	Toneladas Ejecutadas
setiembre	890345	13416.54	903761.54
octubre	903546	13469.56	917015.56
noviembre	904265	14023.80	918288.80
Total	2698156	40909.9	2739065.9

Anexo N° 15: Estimación y representación de la Curva de Aprendizaje

ESTIMACIÓN A TRAVÉS DE FUNCIÓN: $\text{LOG}(t)=\text{LOG}(k)+r\text{LOG}(n)$		
	r	log(k)
coeficientes:	-0.068	3.609
error estándar coef.:	0.006	0.003
R ² - error estándar de log(t):	0.968	0.004
F - grados libertad:	122.530	4
<hr/>		
	k = 10^{log(k)} =	4067.529
Resultados	r =	-0.068
	p = 2^r =	95.41%

