



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE MINADO CON EL ANALISIS DEL VALOR GANADO EN LAS OPERACIONES DE CARGUÍO Y ACARREO DE UNA MINA A TAJO ABIERTO DE CAJAMARCA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Neyli Ludit Guerrero Jauregui

Bach. Jhexon Javier Enrique Palacios Herrera

Asesor:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a nuestras familias por haber sido nuestro apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria y a lo largo de nuestra vida. A todas las personas especiales que nos acompañaron en esta etapa, aportando a nuestra formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

A nuestras familias, por habernos dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido el apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi tutor de tesis, por habernos guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de nuestra carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando nuestros valores.

A la Universidad, por habernos brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Realidad problemática.....	7
1.2. Formulación del problema	8
1.3. Objetivos.....	8
1.4. Hipótesis.....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	10
2.1. Tipo de investigación	10
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	10
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	11
2.4. Procedimiento.....	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	13
3.1. Distribución de equipos.....	13
3.2. Análisis del Valor Ganado.....	14
3.3. Costos y avance semanal del proyecto.....	16
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	19
4.1 Discusión.....	19
4.2 Conclusiones.....	21
REFERENCIAS.....	22
ANEXOS.....	23
ANEXO N°1: RESUMEN TOTAL DEL PROYECTO	24
ANEXO N°2: QUANTITY.....	25
ANEXO N°3: PROGRAMADO (M3)	26
ANEXO N°4: PROGRAMADO (%)	27
ANEXO N°5: COSTOS (\$)	28
ANEXO N°6: EQUIPOS	29
ANEXO N°7: PERSONAL.....	30
ANEXO N°8: PRECIO UNITARIO.	31
ANEXO N°9: ANALISIS DE COSTO UNITARIO FRAGMENTACION DE LA ROCA.	32
ANEXO N°10: TARIFAS.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Flota de equipos programada y actual para el Carguío y Acarreo. Fuente: Elaboración propia.	13
Figura N° 2: Análisis del Índice de Desempeño de Programación (SPI) y del Índice de Desempeño de Costos (CPI). Fuente: Elaboración propia.	14
Figura N° 3: Análisis del Índice Costo – Programación (CSI). Fuente: Elaboración propia.	15
Figura N° 4: Avance porcentual semanal del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	16
Figura N° 5: Costo semanal (\$) del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	17
Figura N° 6: Mineral movido en m3 por semana. Fuente: Elaboración Propia.	18
Figura N° 7: Desmonte movido por semanas. Fuente: Elaboración propia.	18

RESUMEN

La empresa contratista de Cajamarca encargada de realizar las operaciones de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto de dicho lugar, tiene como principal problema el control de costos y avance de sus operaciones, siendo este el motivo de que muchas de sus operaciones no hayan obtenido el beneficio planeado inicialmente. Razón por la cual se buscó optimizar los costos de minado con el análisis del Valor Ganado en las operaciones de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto. El desarrollo de esta investigación fue de 13 semanas de duración. Donde se procedió a realizar el presupuesto y cronograma de avance de las actividades ya mencionadas, los cuales sirvieron de línea base para los cálculos posteriores. Luego, se tomaron datos del avance semanal. Después con estos datos se calculó y estimó los índices de rendimiento y las variaciones de los costos cada semana. Finalmente, el resultado en la semana 23 fue que los costos al finalizar serían \$ 3, 734,193.20 más con respecto a lo planificado. Es allí donde se tomó la decisión de reducir ese monto antes de llegar a la semana doce. Al concluir el proyecto el monto final fue de \$ 3, 405,333.52 sobre lo planificado, dando como resultado final una variación de \$ 328,859.68 entre lo planificado y lo real. Por lo que se concluye que esta tesis tuvo un beneficio notable para la empresa.

Palabras clave: Valor Ganado, Costos, Programación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La minería es uno de los principales motores de desarrollo y crecimiento económico del Perú. Sin embargo, es poco común que las obras en minería se ejecuten dentro del plazo establecido y dentro del presupuesto planificado generando un exceso en los costos, conflictos y desconfianza entre las partes involucradas.

En la empresa contratista de Cajamarca la metodología que se usa para poder realizar el control de sus obras es muy inestable o casi nula. Al culminar con sus actividades no sabe si se obtuvo la ganancia proyectada, esto debido a que no prioriza el control de los costos en sus obras y poder detectar los errores a tiempo y lograr una adecuada estructuración de costos. Chávez (2017) afirma: “es importante encontrar métodos que controlen los costos inicialmente planificados durante la etapa constructiva de las obras” (p1).

Ante esta necesidad y los constantes retos para optimizar los costos y mejorar los resultados en sus proyectos, de tener información confiable y oportuna que les permita conocer y analizar los resultados obtenidos y visualizar el rumbo al que deben dirigir sus esfuerzos para el logro de sus objetivos de una contratista minera de Cajamarca es que se opta por realizar esta investigación, con la que se busca dar solución al problema encontrado haciendo uso del análisis del Valor Ganado.

PROJECT MANAGAMENT INSTITUTE (2013), menciona que: “el análisis del valor ganado y otros métodos de análisis de variación y de tendencias del proyecto pueden utilizarse para monitorear el desempeño global del proyecto. Los resultados de estos análisis pueden pronosticar la desviación potencial del proyecto en su conclusión

con respecto a los objetivos de costo y cronograma. La desviación con respecto al plan de línea base puede indicar el impacto potencial de amenazas u oportunidades” (p352)

Así mismo, Valgañon (2013) concluye: “el sistema de Valor Ganado abarca todos los métodos esenciales de planificación, la integración de la ejecución y la mayoría de los de seguimiento y control” (p67).

1.2. Formulación del problema

Una contratista minera de Cajamarca encargada de realizar las operaciones de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca, tiene como objetivo un alto nivel de producción en el tiempo propicio y en menor costo.

En relación a esto nos formulamos la siguiente interrogante: ¿En qué medida se logrará optimizar los costos de minado mediante el análisis del Valor Ganado en las operaciones unitarias de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Optimizar los costos de minado con el análisis del Valor Ganado en las operaciones de Carguío y Acarreo en una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el área o rubro que genera los sobrecostos.
- Hacer una distribución adecuada de equipos para cada semana.
- Realizar el análisis Índice del Desempeño del Costo (CPI), el índice de Desempeño del Cronograma (SPI) y el Índice de Costo – Programación (CSI)

para evaluar la posibilidad de recuperación de las operaciones de carguío y acarreo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con el análisis del Valor Ganado en las operaciones de Carguío y Acarreo de mineral y desmonte se logrará optimizar los costos de minado una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca, 2019.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Una de las causas de los sobrecostos será la mala distribución de equipos.
- Se podrá realizar una nueva distribución de equipos.
- Si se realiza el análisis del desempeño del costo y desempeño del cronograma semanalmente se observará que hay una mejor utilidad para la contratista minera después de realizar la optimización en las operaciones de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La tesis está orientada al tipo de Investigación Aplicada, según refiere Risquez y Col. (2002) “este tipo de investigación se caracteriza por buscar la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren” (p.38), por lo que se da lugar a la elaboración de un plan como solución al problema en la empresa contratista minera de Cajamarca.

Esta investigación se considera con diseño No experimental - descriptivo, porque no se manipuló las variables, las cifras obtenidas lo tendremos de los avances en el Carguío Acarreo de material; nuestra investigación se basa en analizar los costos de minado presentados a la contratista minera para poder conocer cuál es el contexto actual de la empresa.

Según el autor (Santa Palella y Feliberto Martins (2010)), define: El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto en este diseño no se construye una situación específica si no que se observa las que existen. (pag.87). En la investigación se creyó conveniente realizar un enfoque adecuado, verificando si cumple desde la recolección de información para llevar a cabo el análisis adecuado sobre la optimización de costos de esta Mina a Tajo Abierto de Cajamarca.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

- **Población:** Costos de minado de las Minas a Tajo Abierto de Cajamarca.
- **Muestra:** Costos de minado de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica de estudio es la observación y el análisis documental. Para la recopilación de los datos se coordinó con la empresa contratista, la cual nos brindó los datos necesarios tales como; lista de personal, programaciones, actividades de minado, costo de equipos pesados y equipos auxiliares, costos generales. Todos estos datos fueron trabajados en Excel para el estudio de los precios unitarios y costos en las actividades generales, movimiento de tierras, desmonte y mantenimiento de vías y realizar una estructura de costos final aplicando la metodología del Valor Ganado para lograr cumplir con los requerimientos de esta contratista.

En cuanto al análisis de datos se optó por la siguiente metodología:

- Se eligió el costo mayor de la estructura de costos a través del estudio de los precios unitarios, de la misma manera se eligió el rubro de costo específico donde se aplicara este estudio, luego identificar los factores que están involucrados en este rubro, seguidamente establecer un plan de acción es decir buscar la solución a este problema, y finalmente evaluar el resultado final para identificar la mejora en el área determinada.

2.4. Procedimiento

Después de la obtención de datos se procedió aplicar la metodología ya antes mencionada para encontrar el problema que genera los costos más elevados. Se inicia con el análisis los precios unitarios para la evaluación de costos en el cuadro de precios unitarios (P.U), se coloca la suma de los costos de Carguío y Acarreo y empuje que es el gasto que se realizaría dependiendo de la distancia que es 1 kilómetro.

Luego de analizar este cuadro se tiene por conveniente aumentar la cantidad de equipos para evitar tiempos muertos o equipos que se encuentren inoperativos, los cuales solo estarían generando pérdidas a la empresa.

Al ajustar este costo, después de ver el avance de la semana 10 en el cuadro de PROG (m³) podemos realizar la mejora en la valorización, para esto se realizó un cuadro de PROG (%) el cual nos ayuda a ver el progreso en la toma de muestras semanales y ayuda para la programación y elaboración del cuadro QUANTITY, con estos dos datos obtenidos podemos observar, cuanto se progresó por cada semana y ver si el proyecto es factible con la elaboración del contrato, después de eso se realizara una comparación de costos entre el contrato y el actual es decir realizar un análisis del valor ganado y se verá si la estrategia propuesta nos da los resultados planteados, pasando después al cuadro RESUMEN, en el que se presenta los avances tanto en construcción como valorización y movimiento de tierras tal como se podrá observar en los anexos. Según lo programado se tenía que realizar en costo directo y en progreso directo por cada semana y según nuestra mejora los costos directos, gastos generales, utilidades, se redujeron maximizando las ganancias, como se puede visualizar en el gráfico de curva de valorización.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Distribución de equipos

Al revisar el reporte de los precios unitarios proporcionados por la empresa se pudo observar que la problemática de los sobrecostos estaba ligado a la flota de equipos, ya que esta contaba con una gran cantidad de equipos que estaban inoperativos. Es así que decidimos aprovechar esto y realizar una nueva distribución de equipos semana a semana respecto a los equipos que se tenían programados.

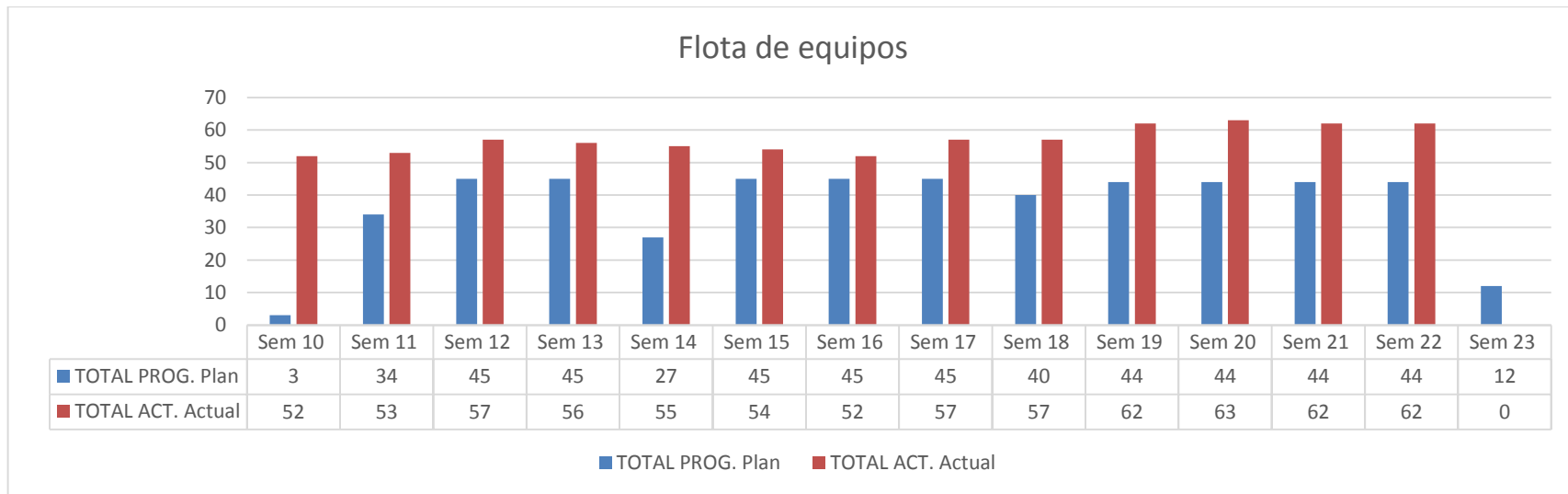


Figura N° 1: Flota de equipos programada y actual para el Carguío y Acarreo. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura N° 1, respecto a lo programado de lo actual, se realiza un incremento notable de los equipos desde la semana 10 hasta la semana 22, así mismo; se observa en la semana 23 no se hace uso de ningún equipo, ya que la operación ya se ha

concluido en la semana 22. .Esto nos indica que con el aumento de equipos en las operaciones unitarias de carguío y acarreo, se terminó con una semana de diferencia respecto a lo programado.

3.2. Análisis del Valor Ganado.

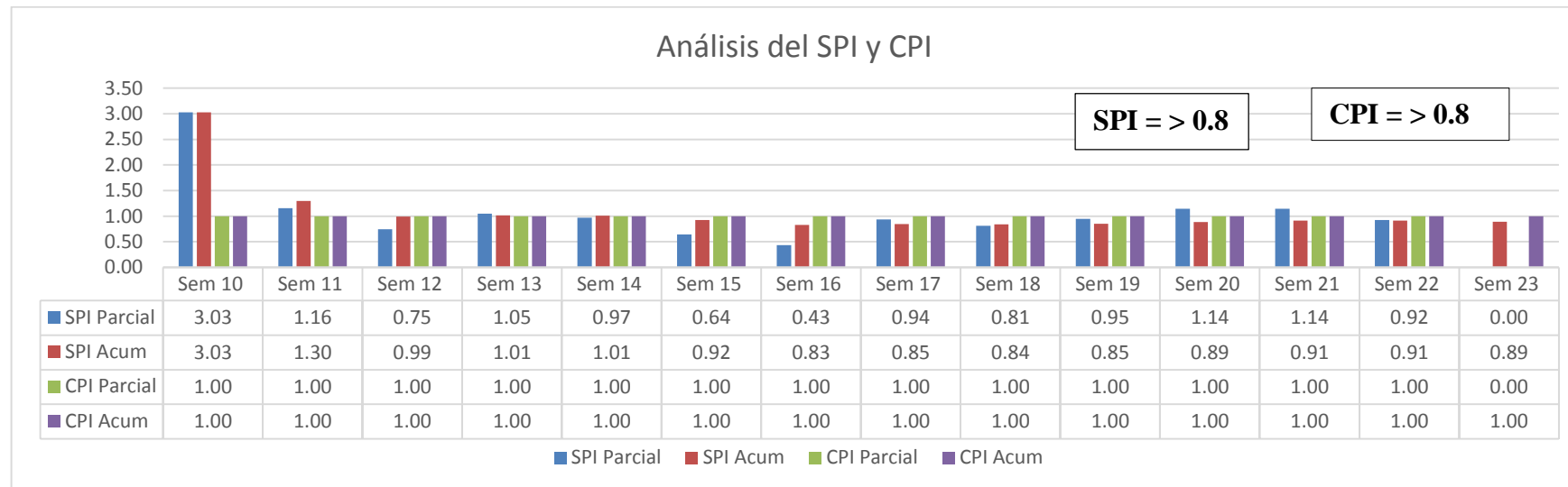


Figura N° 2: Análisis del Índice de Desempeño de Programación (SPI) y del Índice de Desempeño de Costos (CPI). Fuente: Elaboración propia.

En la figura mostrada se observa que, en las semanas 10, 11, 13, 14; según Índice de Desempeño de Programación (SPI), la operación esta adelantado respecto al cronograma ya que el valor es mayor que 1 y en las demás semanas está dentro del rango adecuado. En el índice de Desempeño de Costos (CPI) la operación está dentro del presupuesto programado, ya que se obtiene valores iguales a 1.

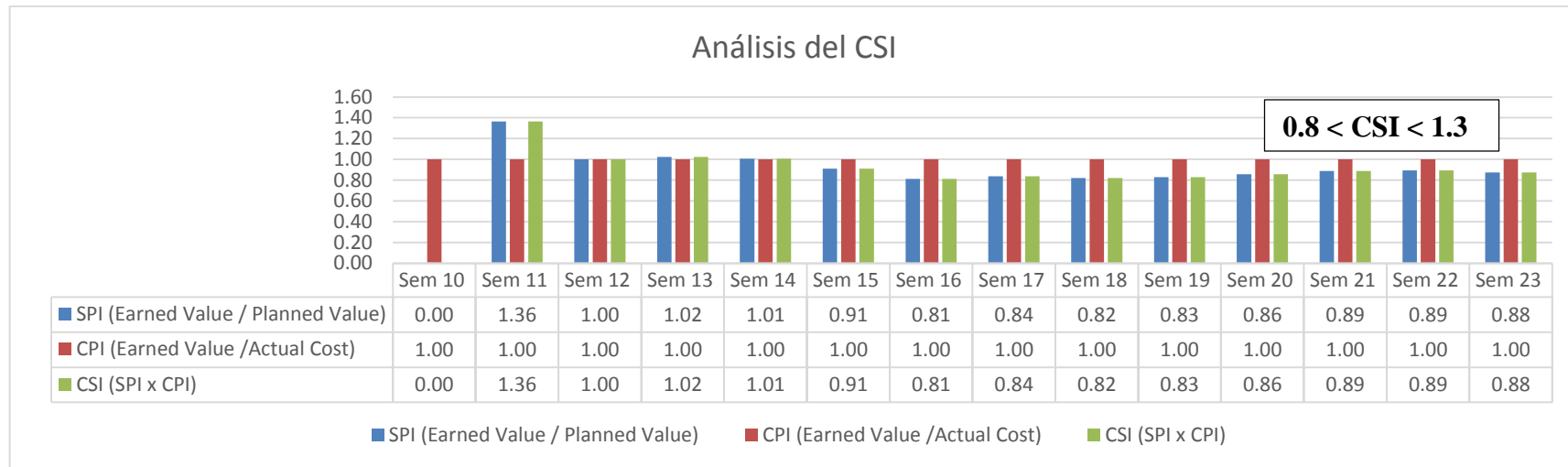


Figura N° 3: Análisis del Índice Costo – Programación (CSI). Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el Índice de Costo-Programación que nos dice que mientras más se aleje el resultado de 1 menor es la posibilidad de recuperarse la operación tal como es el caso de las semanas 10 y 11, muy al contrario de las demás semanas, puesto que estas se encuentran dentro del rango adecuado.

3.3. Costos y avance semanal del proyecto.

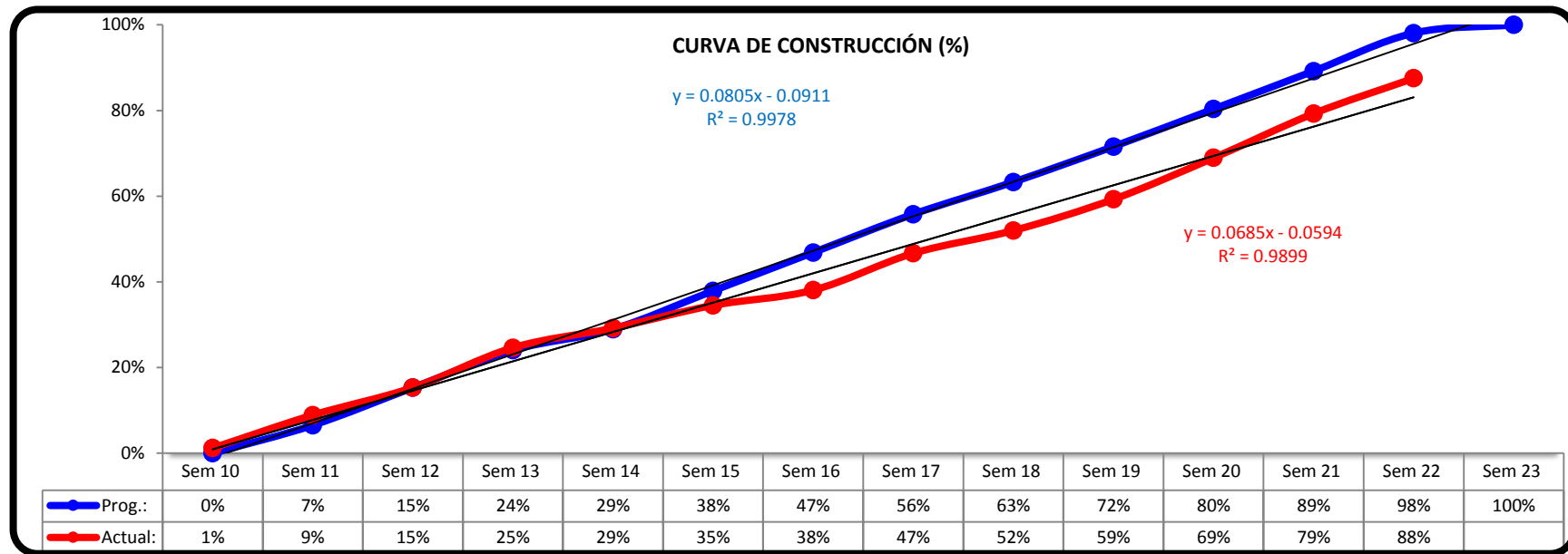


Figura N° 4: Avance porcentual semanal del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

La curva de construcción representa la cantidad porcentual de las actividades realizadas en las operaciones de carguío y acarreo, realizando una comparación entre lo programado y actual. Como se puede ver de la semana 10 a la 14 el gasto respecto a la realización de las actividades, no hay mucha variación, pero a partir de la semana 14 la diferencia es más notable. Lo que significa que el desarrollo de las actividades se lleva a cabo de manera eficaz dentro del cronograma establecido incluso con una semana de anticipación.

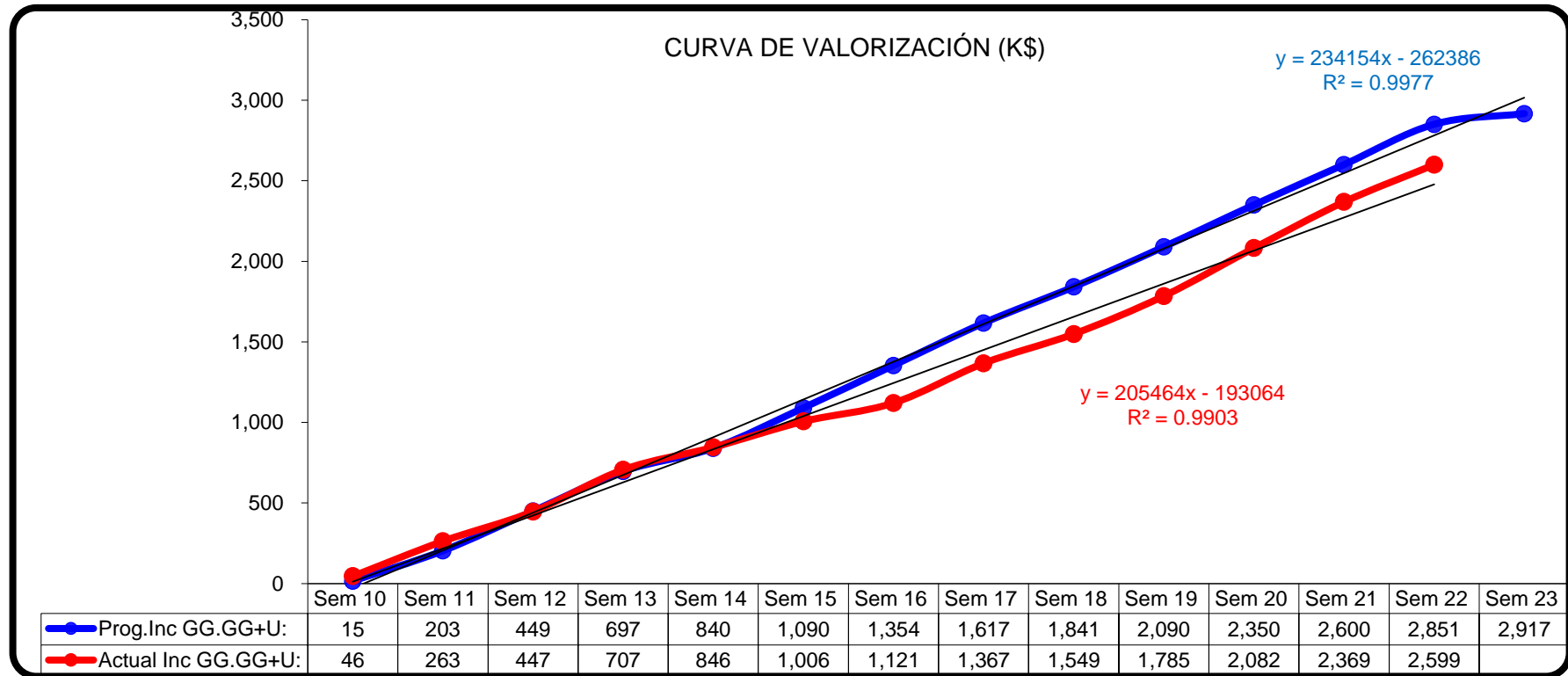


Figura N° 5: Costo semanal (\$) del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Esta figura representa a los costos realizados semana a semana a partir de la semana 10. Respecto a los costos programados se nota una disminución de costos a partir de la semana 14, cumpliéndose así el objetivo de esta tesis. Lo que esto quiere decir que los costos se han reducido significativamente respecto a lo planeado, generando así mayores ingresos para la empresa.

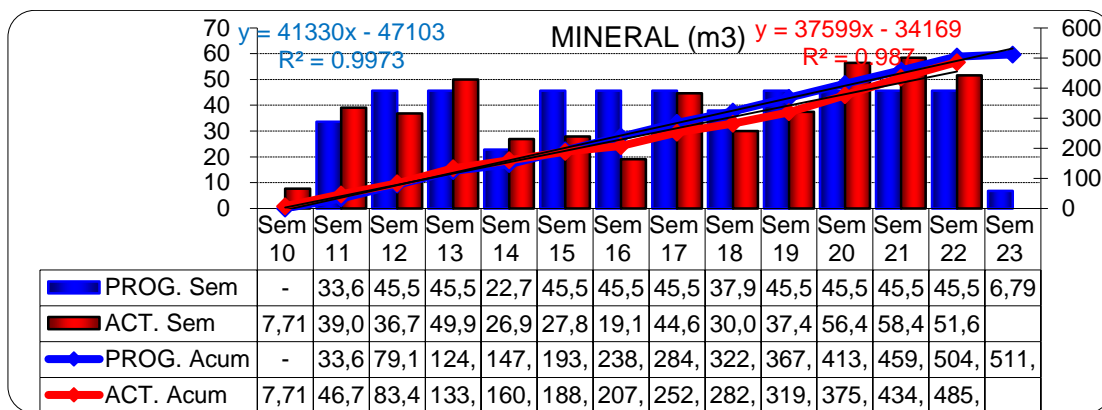


Figura N° 6: Mineral movido en m3 por semana. Fuente: Elaboración Propia.

En esta grafica se puede observar que en las semanas 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22 respecto a lo programado se ha movido cantidades mayores, esto indica que se está cumpliendo con las actividades en un tiempo adecuado.

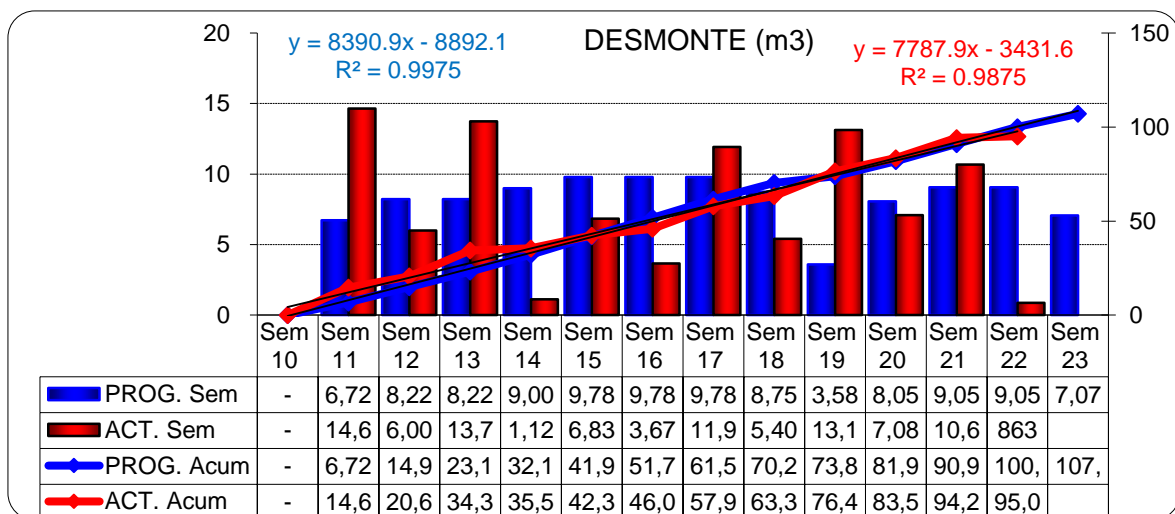


Figura N° 7: Desmonte movido por semanas. Fuente: Elaboración propia.

Después del análisis de los costos en esta grafica se puede observar que en las semanas 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21 respecto a lo programado se ha movido cantidades mayores, esto indica que se está cumpliendo con las actividades en un tiempo aceptable.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Optimizamos los costos de minado con el análisis del Valor Ganado en las operaciones de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca.

Según Contreras J. en su tesis “SISTEMA DE CONTROL DE GESTIÓN BASADO EN LA TEORÍA DEL VALOR GANADO: PRESENTACIÓN DE UN NUEVO ESTIMADOR DE TIEMPO DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN” concluyó que el Método de Valor Ganado puede dar alertas sobre la marcha de los proyectos en dos áreas fundamentales que son: los costos y los tiempos de término, en general las variables del resto de áreas tienen su impacto en estas dos últimas (p74). Por lo que se optó por realizar un análisis del Valor Ganado en nuestra tesis, optimizando los costos de minado de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca, generando un máximo valor y en menos tiempo.

Según PROJECT MANAGAMENT INSTITUTE en su guía del PMBOK (2013), menciona que el monitoreo continuo proporciona al equipo del proyecto conocimiento sobre la salud del proyecto y permite identificar las áreas que requieren más atención (p57). Identificamos las causas que generan estos costos mayores y propusimos estrategia para optimizar los costos, optando por el aumento de la flota de equipos en las operaciones de Carguío y Acarreo de mineral y desmonte. Logrando una adecuada distribución de los equipos semana a semana dando solución a los costos elevados según el reporte obtenido en el análisis de precios unitarios.

PROJECT MANAGAMENT INSTITUTE en su guía del PMBOK (2013), menciona que el análisis del valor ganado y otros métodos de análisis de variación

y de tendencias del proyecto pueden utilizarse para monitorear el desempeño global del proyecto. Los resultados de estos análisis pueden pronosticar la desviación potencial del proyecto en su conclusión con respecto a los objetivos de costo y cronograma. La desviación con respecto al plan de línea base puede indicar el impacto potencial de amenazas u oportunidades (p352). Se tubo por conveniente determinar el análisis índice del desempeño del costo (CPI) y el índice de desempeño del cronograma (SPI) para evaluar la posibilidad de recuperación en relación a costo – programación de las operaciones de carguío y acarreo tal como se puede observar en la FIGURA N°2, donde se tiene que el índice de desempeño de costos (CPI) de la operación está por debajo del presupuesto inicial, indicando un costo menor a lo programado.

4.2 Conclusiones

- ✓ Se logró optimizar los costos de minado con el análisis del Valor Ganado en las operaciones de Carguío y Acarreo en una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca – 2019, obteniendo como resultado final una diferencia de \$ 328,859.68 entre lo planificado y lo real.
- ✓ Se realizó una adecuada distribución de equipos para cada semana.
- ✓ Se tuvo como resultado en el Índice de Desempeño de Programación (SPI) en las semanas 10, 11, 13, 14; valores mayores a 1 concluyendo que la operación esta adelantado respecto al cronograma y en las demás semanas están dentro del rango adecuado. Un Índice de Desempeño de Costos (CPI) la operación está por debajo del presupuesto indicando un costo menor a lo programado ya que los valores son iguales a 1 y se logró un Índice de Costo-Programación entre los valores de 0.8 1.3 en la mayoría de semanas, esto indica que la operación está dentro de los parámetros normales.

REFERENCIAS

- Contreras, C., & José, E. (2007). Sistema de control de gestión basado en la técnica del valor ganado: presentación de un nuevo estimador de tiempo de término de proyectos en ejecución.
- Chavez Ruiz, J. R. (2018). Implementación de la metodología del valor ganado para controlar los costos de una obra conexas en la minera cerro corona, 2017.
- PMBoK, A. (2013). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Project Management Institute, Inc.
- Risquez y Col. (2002). LA INVESTIGACIÓN APLICADA.
- Rivero, D. (2013). Metodología de la investigación.
- Santa Paella y Feliberto Martins. (2010). Metodologia de la investigacion cuant. Caracas: Fedupel.
- Valgañon, J. (2013). Control de Proyectos mediante la metodología EVMS en la industria alimentaria (Doctoral dissertation, Tesis).

ANEXOS

ANEXO N°1: RESUMEN TOTAL DEL PROYECTO

ANEXO N°2: QUANTITY

ANEXO N°3: PROGRAMADO (M3)

ANEXO N°4: PROGRAMADO (%)

ANEXO N°5: COSTOS (\$)

ANEXO N°6: EQUIPOS

ANEXO N°7: PERSONAL

ANEXO N°8: PRECIO UNITARIO.

ANEXO N°9: ANALISIS DE COSTO UNITARIO FRAGMENTACION DE LA ROCA.

ANEXO N°10: TARIFAS.