



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS PRUEBAS DE LIXIVIACIÓN EN BOTELLAS EN UN LABORATORIO METALÚRGICO DE UNA EMPRESA MINERA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jose Daniel Vargas Celi

Asesor:

Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña

Trujillo - Perú

2020

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	30
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	76
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos actuales por cada botella lixiviada _____	41
Tabla 2. Eficiencia abril 2019 – agosto 2019 _____	42
Tabla 3. Sobrecostos abril 2019 – agosto 2019 _____	43
Tabla 4. Eficacia de producción _____	44
Tabla 5 Productividad abril 2019 – agosto 2019 _____	44
Tabla 6. Lluvia de ideas – baja productividad en el proceso de lixiviación en botellas ____	48
Tabla 7. Causas de baja productividad en el proceso de lixiviación en botellas de un laboratorio _____	49
Tabla 8. Causas a priorizar _____	50
Tabla 9. Tiempo estándar - Diagnostico actual Julio 2019 _____	533
Tabla 10. Técnica de interrogatorio _____	577
Tabla 11. Tiempo estándar - ensayos Setiembre 2019 _____	611
Tabla 12. Eficiencia de ensayos para la propuesta aplicación del estudio del trabajo ____	644
Tabla 13. Eficiencia de ensayos para la propuesta aplicación del estudio del trabajo ____	655
Tabla 14. Eficacia de ensayos para la propuesta aplicación del estudio del trabajo ____	655
Tabla 15. Productividad de ensayos para la propuesta aplicación del estudio del trabajo	666
Tabla 16. Resumen del antes y después de los indicadores de productividad _____	666
Tabla 17. Evaluación de la factibilidad _____	69
Tabla 18. Comparativo de sobrecostos en cinco meses _____	70
Tabla 19. Fuente de información para cálculo del WACC _____	71
Tabla 20. Flujo de caja _____	722
Tabla 21. Cálculo del VAN _____	722
Tabla 22. Cálculo de la TIR _____	733
Tabla 23. Cálculo de Costo – Beneficio _____	733

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de muestras	30
Figura 2. Proceso de las pruebas de lixiviación en botellas	31
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de preparación mecánica	33
Figura 4. Diagrama de flujo de cargado de botellas.	35
Figura 5. Medición de pH	36
Figura 6. Agregado de cianuro de sodio.	37
Figura 7. Rodillos de agitación	37
Figura 8. Análisis de cianuro libre	38
Figura 9. Envío de muestras líquidas	39
Figura 10. Botellas programadas (planificadas) vs botellas procesadas	42
Figura 11. Sobrecostos operativos	43
Figura 12. Diagrama de flujo de las pruebas de lixiviación en botellas.	45
Figura 13. Proceso de lixiviación en botellas	46
Figura 14. Plano de área de lixiviación	47
Figura 15. Diagrama de Ishikawa – productividad en el proceso de lixiviación en botellas	48
Figura 16. Gráfico de prioridad	50
Figura 17. Principales factores de la baja productividad en las pruebas de lixiviación en botellas	51
Figura 18. Diagrama de operaciones DOP etapa de monitoreo diagnóstico actual - Julio 2019	52
Figura 19. Cursograma analítico - diagnóstico actual - etapa de monitoreo - julio 2019	544
Figura 20. Diagrama de recorrido - diagnóstico actual - etapa de monitoreo - julio 2019	555
Figura 21. Diagrama de recorrido - diagnóstico actual - etapa de monitoreo - septiembre 2019	59
Figura 22. Diagrama de operaciones DOP etapa de monitoreo ensayos aplicación estudio del trabajo septiembre 2019	600
Figura 23. Cursograma analítico ensayos de aplicación de estudio de trabajo- etapa de monitoreo 20 botellas de lixiviación - mes setiembre 2019	622
Figura 24. Indicadores de resumen de Actividades en la etapa de monitoreo	633

Figura 25. Botellas procesadas (ensayos de la propuesta de aplicación de estudio del trabajo)	644
Figura 26. Propuesta en base al estudio de métodos	677
Figura 27. Hoja de instrucciones	68
Figura 28. Pruebas de normalidad	744
Figura 29. Pruebas de muestras emparejadas	755

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo estándar _____	18
Ecuación 2. Productividad _____	19
Ecuación 3. Productividad _____	19
Ecuación 4. Eficiencia _____	19
Ecuación 4. Eficacia _____	20
Ecuación 6. WACC _____	71
Ecuación 7. VAN _____	72
Ecuación 8. TIR _____	73

RESUMEN

La presente investigación aplicada tiene como objetivo general el desarrollo de la propuesta de aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en las pruebas de lixiviación en botellas en un laboratorio metalúrgico. El tipo de investigación es aplicada y el diseño pre experimental. La población estuvo formada por todas las pruebas de lixiviación en botellas y la muestra por las pruebas durante un periodo de diez meses. Inicialmente se desarrolló el diagnóstico de la situación actual donde se calculó y observó una baja productividad debido a la repetición de las pruebas como consecuencia generaban sobrecostos. Se identificó las causas de la baja productividad mediante herramientas de la calidad siendo las principales: los métodos de trabajo, inadecuada distribución del área, tiempos improductivos en las operaciones y traslados innecesarios. Se elaboró la propuesta en base a las etapas del estudio de métodos donde se seleccionó la etapa crítica de monitoreo y se registró cada una de sus actividades realizando el estudio de tiempos. Se examinó y estableció la propuesta donde se realizó los ensayos y se evaluó los resultados obtenidos. En conclusión, en base a los resultados se comprobó el incremento de la productividad en 7.3%. Al realizar una estimación del ahorro obtenemos un ahorro de \$42,000 al año debido a la reducción en la repetición de pruebas de 11 a 2 promedio mensual. Se estimó una inversión total de \$21,737 que consiste en la reestructuración del área y capacitación. En el análisis financiero se determina una TIR de 127% y un VAN de \$ 76,502.48, por lo tanto, la propuesta es viable económicamente y las herramientas las adecuadas para incrementar la productividad en las pruebas de lixiviación en botellas.

Palabras clave: *estudio del trabajo, estudio de tiempos, estudio de métodos, productividad, lixiviación, distribución del área.*

NOTA DE ACCESO:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alva, A. (2019). *Mejora de métodos de trabajo en la productividad del ciclo de carguío y acarreo de minerales tajo La Quinoa-Yanacocha*. Trujillo - Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Andina. (12 de febrero de 2020). *Perú primeros lugares en ranking mundial de producción y reservas mineras*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-primeros-lugares-ranking-mundial-produccion-y-reservas-mineras-784854.aspx>
- Calua, F. (2019). *Propuesta de minimización de tiempos improductivos para una mayor producción en carguío y acarreo en Cia. Minera Coimolache S.A.* Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Caso, A. (2006). *Técnicas de medición del trabajo (2da edición)*. España: FC Editorial.
- Castro, D. (2018). *Aplicación del método de estudio de tiempos para actualizar el tiempo estándar de perforación en la fase de extracción Minera Arcata*. Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte.
- Chappa, M. (2018). *Implementación de una nueva tecnología para mejorar la productividad de una empresa metalúrgica, Lima – 2018*. Lima - Perú: Universidad Norbert Wiener.
- Flor, C. (2017). *Propuesta de mejora en los procesos de recepción de muestras de concentrados para el incremento de la productividad. Caso de una empresa de servicios que certifica la ley de composición en los minerales*. Lima - Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.
- García, C. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (Segunda edición)*. México: Mc Graw Hill.
- Gutarra, F. (2015). *Introducción a la ingeniería industrial*. Huancayo - Perú: Editorial Universidad Continental.
- Hernández, Fernández y Baptista. (2010). *Metodología de la investigación (Quinta edición)*. México: Mcgraw-Hill.
- Kanawaty, G. (1993). *Introducción al estudio del trabajo. (4ta edición)*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Oliveria Da Silva, R. (2002). *Teorías de Administración*. España: Editorial International Thomson S.A.
- Valderrama, S. (2005). *Técnicas e instrumentos para obtención de datos en la investigación científica*. Lima - Perú: Editorial San Marcos.
- Vara, A. (2012). *Siete pasos para una tesis exitosa*. Lima - Perú: Editorial Universidad San Martín de Porres.
- Vega, J. (2019). *Incremento de la productividad en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en una empresa minera*. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.