

El nivel de servicio de componentes críticos reparables de palas hidráulicas

Service level of critical repairable components of hydraulic shovels

J. Oblitas-Cruz, M. Vilchez-Torres,
W. Castro-Silupu
Universidad Privada del Norte (Perú)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/9296>

Las palas hidráulicas son equipos de gran envergadura que marcan el ritmo del proceso de extracción de minerales, por esta razón asegurar el nivel de servicio de sus componentes reparables se considera crítico por su impacto en la disponibilidad. En el estudio se analiza un caso real donde se demuestra el beneficio de incorporar el tiempo logístico de reparación (Tat) en la proyección de stock de componentes críticos para atender una flota de 6 palas hidráulicas EX5500 con capacidad de cucharón de 34 m³, que opera 24 horas al día, 365 días al año, en un yacimiento aurífero a tajo abierto ubicado entre los 3500 y 4100 metros de altura sobre el nivel del mar, con una producción estimada en 630 000 y 660 000 onzas para el año 2017.

El stock de componentes está dado por la ecuación 1:

$$s = OH + DI - BO \quad (1)$$

Dónde:

s = nivel de stock del componente reparable

OH = componente disponible (on hand)

DI = componente siendo reparado (due in)

BO = solicitado, pero no disponible (backorder)

Las 3 variables (OH, DI, BO) son aleatorias y cualquier cambio en alguna de ellas afecta a las demás. Si una demanda ocurre por una falla, DI se incrementa en 1 pues se envía a reparar, y si OH > 0, se reduce en 1, pero si OH = 0, entonces surge el problema ya que BO se incrementa en 1 [1].

Una de las causas asociadas al incremento del BO es el Tat, pero a pesar de que ya se ha desarrollado investigaciones de su impacto en la incorporación de modelos de proyección de stock, su puesta en

práctica aún es superada por modelos tradicionales y es que por más prometedoras que pudieran ser las investigaciones, las condiciones de trabajo de los equipos varían en los diferentes centros mineros, por tanto es preciso que se desarrolle investigaciones bajo condiciones específicas de operación [2].

El Tat sincera el cálculo del número promedio de pedidos pendientes (EBO), y corrige el nivel de servicio esperado de la flota a un nivel s de stock de componentes (ecuaciones 2 y 3)[3]:

$$EBO(s) = \sum_{j=s+1}^{\alpha} (j-s) \left(\frac{((\lambda t) Tat)^j e^{-(\lambda t) Tat}}{j!} \right) \quad (2)$$

$$A(s) = \prod_{i=1}^I \left(1 - \frac{EBO_i(S_i)}{z_i N} \right)^{z_i} \quad (3)$$

Dónde:

s = nivel de stock

Z_i = (i= 1,...,I) número de componentes reparables de un equipo

N = tamaño de la flota

λt = promedio de ocurrencias de fallas en un intervalo de tiempo t

j = número de ocurrencia de fallos

Sin embargo, es preciso seguir avanzando en el análisis de la base de datos que usan las empresas para alimentar estos cálculos. En el caso en estudio se encontró que para determinar del promedio de ocurrencia de fallas (λt) la empresa usa el tiempo recomendado por el proveedor adoptando nuevamente el supuesto de que todos los equipos operan

bajo las mismas condiciones. Para corregir este aspecto, en el estudio se utilizó la data histórica de fallos de la flota de palas y mediante un análisis de distribución de probabilidad se obtuvo el tiempo de intercambio óptimo ajustado a la realidad de la empresa.

El resultado finalmente mostró un ahorro de 557128 EUR a un nivel de servicio de 98% y disponibilidad de almacén de 95%, luego, mediante *so/ver*, se optimizó la proyección logrando un ajuste al presupuesto anual, incrementando el ahorro a 928753 EUR, a un nivel de servicio de 96.4% y disponibilidad de almacén de 93.7%.

Estos resultados refuerzan la necesidad de seguir profundizando en el diseño de modelo matemáticos multicriterio [2] flexibles a los diferentes entornos operativos incrementando la fiabilidad de los hallazgos.

REFERENCIAS

- [1] C. C. Sherbrooke, *Optimal inventory modeling of systems. Multi-Echelon Techniques*, Second. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [2] L. M. D. F. Ferreira, I. Maganha, V. S. M. Magalhães, y M. Almeida, «A Multicriteria Decision Framework for the Management of Maintenance Spares - A Case Study», *IFAC-Pap.*, vol. 51, n.o 11, pp. 531-537, 2018.
- [3] R. Pascual, G. Santelices, A. Luer-Villagra, J. Vera, y A. M. Cawley, «Optimal repairable spare-parts procurement policy under total business volume discount environment», *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 159, pp. 276-282, mar. 2017.

