

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORA EN LA GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DE NITRATO DE AMONIO Y COMBUSTIBLE PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MINERA COMPANY SILVER GOLD SA DURANTE EL AÑO 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Julieth Lia Isabel Echaiz Rios
Maria Cristina Lachapelle Kam

Asesor:

Mg. Ing. Juan Luis Sotomayor Burga

Lima - Perú

2021



TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
<i>Análisis de Causas</i>	26
<i>Justificación</i>	31
OBJETIVOS	32
<i>Objetivo General</i>	33
<i>Objetivos Específicos</i>	33
HIPÓTESIS	33
<i>Hipótesis General</i>	33
<i>Hipótesis Específicas</i>	33
ANTECEDENTES.....	34
<i>Antecedentes Internacionales</i>	34
<i>Antecedentes Nacionales</i>	37
MARCO TEÓRICO.....	42
<i>Bases Teóricas</i>	42
<i>Definición de Términos Básicos</i>	45
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	48
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
POBLACIÓN Y MUESTRA (MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS).....	49
<i>Población</i>	49
<i>Muestra</i>	49
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	50
<i>Recolección de Datos</i>	50
<i>Metodologías y Herramientas de Aplicación</i>	53
PROCEDIMIENTO.....	67
<i>Selección del Grupo de Trabajo</i>	67
<i>Capacitación</i>	68

<i>Contacto Previo con Proveedores</i>	68
<i>Recolección de Datos</i>	68
<i>Implementación</i>	69
<i>Evaluación y Estandarización</i>	76
ASPECTOS ÉTICOS.....	76
CAPÍTULO III. RESULTADOS	78
DESARROLLO DE HERRAMIENTAS	78
<i>EOQ</i>	78
<i>ROP y SS</i>	81
<i>Revisión Continua</i>	82
<i>MRP</i>	83
IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO	90
<i>Primera Corrida del Sistema</i>	90
<i>Segunda Corrida del Sistema</i>	101
EVALUACIÓN DE RESULTADOS	106
ANÁLISIS DE INDICADORES (KPIs)	109
<i>Indicadores de Abastecimiento</i>	109
<i>Indicadores de Productividad</i>	112
PLAN FINANCIERO	116
<i>Escenario Normal</i>	123
<i>Escenario Optimista</i>	123
<i>Escenario Pesimista</i>	123
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	131
LIMITACIONES	131
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	132
CONCLUSIONES	136
REFERENCIAS	137
ANEXOS	141

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PRODUCCIÓN DE MUNDIAL DE PLATA EN EL 2017	13
TABLA 2 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COBRE EN EL 2017	14
TABLA 3 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ZINC EN EL 2017	15
TABLA 4 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PLOMO EN EL 2017.....	15
TABLA 5 POSICIÓN DE PERÚ EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL	16
TABLA 6 FRECUENCIA DE DÍAS INOPERATIVOS EN MINA PURÍSIMA	22
TABLA 7 INGRESO ESPERADO POR PRODUCCIÓN DIARIA.....	24
TABLA 8 LISTADO COSTOS FIJOS DIARIOS	25
TABLA 9 RESUMEN DE PÉRDIDAS	26
TABLA 10 ANÁLISIS DE CAUSAS - ISHIKAWA	29
TABLA 11 MATRIZ DE DEFINICIÓN DE VARIABLE 1: ABASTECIMIENTO O APROVISIONAMIENTO....	43
TABLA 12 TABLA DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	52
TABLA 13 MATRIZ DE HERRAMIENTAS APLICATIVAS	58
TABLA 14 PLAN DE TRABAJO.....	67
TABLA 15 PEDIDOS DEL ÚLTIMO TRIMESTRE.....	78
TABLA 16 TOTAL DE PEDIDOS TRIMESTRAL Y ANUAL	78
TABLA 17 RESUMEN DE CONSUMOS DE NITRATO DE AMONIO Y COMBUSTIBLE DIESEL	79
TABLA 18 CONSUMO INTERNO PROMEDIO DE NITRATO DE AMONIO Y COMBUSTIBLE	79
TABLA 19 TABLA DE DATA	80
TABLA 20 TABLA DE RESULTADOS DE EOQ.....	80
TABLA 21 CÁLCULO CONSUMO PROMEDIO DIARIO	81
TABLA 22 TABLA DE DATA.....	81
TABLA 23 TABLA DE RESULTADOS	82
TABLA 24 TABLA DE RESULTADOS – REVISIÓN CONTINUA	82
TABLA 25 PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL MAYO-JUNIO 2019	84
TABLA 26 RESUMEN DE PMP: PRODUCCIÓN DE MINERAL MAYO-JUNIO 2019.....	86
TABLA 27 PMP DETALLADO: PRODUCCIÓN DE MINERAL MAYO-JUNIO 2019	87
TABLA 28 CÁLCULO DE LA NECESIDAD.....	89
TABLA 29 REGISTRO DE INVENTARIO - MRP	89
TABLA 30 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAYO Y JUNIO - SEMANAL	90
TABLA 31 CÁLCULO DE LA NECESIDAD DE MAYO Y JUNIO - SEMANAL	90
TABLA 32 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING DE MAYO Y JUNIO– MRP - SEMANAL	92
TABLA 33 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL MES MAYO - DIARIO (PARTE 1).....	93
TABLA 34 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL MES MAYO - DIARIO (PARTE 2).....	93
TABLA 35 CÁLCULO DE LA NECESIDAD PARA EL MES DE MAYO - DIARIO (PARTE 1).....	94
TABLA 36 CÁLCULO DE LA NECESIDAD PARA EL MES MAYO - DIARIO (PARTE 1).....	94
TABLA 37 DATOS DE ENTRADA DE MRP PARA EL MES DE MAYO	95
TABLA 38 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING DE MAYO – DIARIO (PARTE 1)	96
TABLA 39 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING DE MAYO – DIARIO (PARTE 2)	97
TABLA 40 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE JUNIO- DIARIO (PARTE 1)	101

TABLA 41 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE JUNIO - DIARIO (PARTE 2)	101
TABLA 42 CÁLCULO DE LA NECESIDAD PARA EL MES DE JUNIO - DIARIO (PARTE 1)	102
TABLA 43 CÁLCULO DE LA NECESIDAD PARA EL MES JUNIO - DIARIO (PARTE 2)	102
TABLA 44 DATOS DE ENTRADA DE MRP PARA EL MES DE JUNIO.....	103
TABLA 45 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING – MRP - DIARIO.....	104
TABLA 46 MATERIAL REQUIREMENT PLANNING – MRP – DIARIO (PARTE 2)	105
TABLA 47 REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN Y VALORIZACIÓN DE MINERAL.....	106
TABLA 48 REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN Y VALORIZACIÓN DE MINERAL.....	107
TABLA 49 VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	108
TABLA 50 VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	109
TABLA 51% ERROR DE CÁLCULO DE NECESIDAD DURANTE EL PERIODO ANALIZADO	110
TABLA 52% ROTURA DE STOCK DURANTE EL PERIODO ANALIZADO.....	111
TABLA 53% CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN DEL PERIODO.....	112
TABLA 54 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD SOBRE MATERIAS PRIMAS.....	113
TABLA 55 PRODUCCIÓN DE MINERAL, VALORIZACIÓN Y PRODUCTIVIDAD	115
TABLA 56 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN – INVERSIÓN INICIAL	116
TABLA 57 INGRESOS ADICIONALES Y AHORRO DEL PROYECTO.....	119
TABLA 58 COSTOS OPERATIVOS DEL PROYECTO	120
TABLA 59 ESTADO DE RESULTADOS - MENSUAL	121
TABLA 60 FLUJO DE CAJA MENSUAL DEL PROYECTO DE MEJORA.	122
TABLA 61 FLUJO DE CAJA ANUAL DEL PROYECTO – ESCENARIO NORMAL	125
TABLA 62 FLUJO DE CAJA ANUAL DEL PROYECTO – ESCENARIO OPTIMISTA.....	126
TABLA 63 FLUJO DE CAJA ANUAL DEL PROYECTO – ESCENARIO PESIMISTA.....	127
TABLA 64 FLUJO DE CAJA ANUAL DEL PROYECTO – ESCENARIO PESIMISTA.....	129
TABLA 65 FLUJO DE CAJA ANUAL DEL PROYECTO – ESCENARIO PESIMISTA.....	129
TABLA 66 CUADRO COMPARATIVO DISCUSIONES.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CONCESIONES DE PEQUEÑA MINERÍA EN EL PERÚ.....	19
FIGURA 2 CADENA DE PRINCIPALES PROCESOS DE LA EMPRESA.....	21
FIGURA 3 DÍAS INOPERATIVOS EN MINA PURÍSIMA.....	23
FIGURA 4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE CAUSA-EFECTO.....	28
FIGURA 5 DIAGRAMA DE PARETO - CAUSAS RAÍZ	30
FIGURA 6 RESUMEN DE CAUSAS Y CONSECUENCIAS.....	31
FIGURA 7 FLUJO DE ABASTECIMIENTO.....	45
FIGURA 8 DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO O DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	54
FIGURA 9 ESQUEMA DE PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	55
FIGURA 10 ESQUEMA DE PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE PARETO.....	57
FIGURA 11 ESTRUCTURA DEL SISTEMA MRP	59
FIGURA 12 EJEMPLO DE MATRIZ MRP	60
FIGURA 13 METODOLOGÍA EOQ.....	62
FIGURA 14 CURVA DEL PUNTO DE REORDEN (ROP).....	64
FIGURA 15 FORMATO DE PMP PARA SISTEMA MRP	72
FIGURA 16 MATRIZ DE REGISTRO DE INVENTARIO	74
FIGURA 17 FORMATO DE MATRIZ MRP.....	75
FIGURA 18 FORMATO ESTABLECIDO PARA DOCUMENTAR EL CONTEO DE INVENTARIO FÍSICO.....	83
FIGURA 19 PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL.....	85
FIGURA 20 LISTA DE MATERIALES BOM.....	88
FIGURA 21 RQ PARA COMPRA DE NITRATO DEL MES DE MAYO.....	98
FIGURA 22 OC DE COMPRA DE NITRATO PARA EL MES DE MAYO.....	100
FIGURA 23 % ERROR DE CÁLCULO DE NECESIDAD – NITRATO DE AMONIO	110
FIGURA 24 % ERROR DE CÁLCULO DE NECESIDAD - DIESEL.....	111
FIGURA 25 DISMINUCIÓN DEL % ROTURA DE STOCK	112
FIGURA 26 AUMENTO DEL % CUMPLIMIENTO.....	113
FIGURA 27 % ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD MP	114

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 FÓRMULA EOQ	62
ECUACIÓN 2 FÓRMULA ROP	64
ECUACIÓN 3 FÓRMULA STOCK DE SEGURIDAD - SS.....	65
ECUACIÓN 4 FÓRMULA REVISIÓN CONTINUA.....	66
ECUACIÓN 5 COSTO DE MANTENER UNA UNIDAD EN INVENTARIO AL AÑO.....	70
ECUACIÓN 6 FÓRMULA DEL COSTO DE OPORTUNIDAD CAPITAL (COK).....	128

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal mejorar la gestión de abastecimiento de Nitrato de amonio y combustible para lograr el aumento de la productividad en la empresa minera Company Silver Gold S.A. Durante el desarrollo inicial de esta investigación se observó la frecuente ocurrencia de paradas de operaciones en la U.E.A. “Purísima”, unidad minera de la empresa. Luego de analizar la data histórica, se identificó como causa principal de la rotura de stock de Nitrato de amonio y/o combustible, debido a deficiencias en el proceso de abastecimiento de la empresa, lo cual tenía un impacto negativo en la productividad y los ingresos económicos de la empresa. Para mitigar las causas raíces del problema, se desarrollaron las siguientes herramientas: Materials Requirements Planning (MRP), cantidad óptima de pedido (EOQ), punto de reorden (ROP) y sistema de revisión continua de inventarios. Posteriormente, se llevó a cabo un periodo de prueba, se evaluaron los resultados y se finalizó con la estandarización del nuevo proceso. Se tuvo como resultado final en el plan financiero, un indicador VAN de \$94,594.4 y un TIR de %102.07., lo que se interpreta como un proyecto rentable.

Palabras clave: Abastecimiento, Rotura de Stock, Productividad, MRP

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Arias, F. G. (2006). *El proyecto de Investigación* (sexta ed.). Episteme.
- Boubeta, M. M., & Bastos, A. I. (2006). *Introducción a la gestión de stocks: el proceso de control, valoración y gestión de stocks*. Editorial Ideaspropias.
- Bravo, R. S. (1998). *Técnicas de Investigación social*. Madrid: Paraninfo.
- Camps Paré, R., Casillas Santillán, L., Costal Costa, D., & Gibert Ginestà, M. (2005). *Bases de Datos*. Barcelona: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya.
- Carazas Ventura, L. E., & Barrios Treviño, M. O. (2020). *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios para reducir las roturas de stock mediante la aplicación de herramientas de planificación, control y reabastecimiento en una empresa del sector automotriz*.
- Castillo, D. M. (22 de Noviembre de 2017). <https://cooperacion.org.pe>. Obtenido de <https://cooperacion.org.pe/estado-actual-de-concesiones-mineras/>
- Chopra, S., & Meindell, P. (2010). *Supply Chain Management: strategy, planning, and operation*. Prentice Hall.
- Comision chilena del cobre. (2015). *Análisis del mercado de insumos críticos en la minería del cobre*.
- Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación*. Italia: McGraw-Hill.
- Cortez, J. M. (2017). *Sistemas de Gestión de la Calidad*.
- Díaz Sanjuán, L. (2011). *La Observación*. Ciudad de Mexico: Departamento de Publicaciones de la Universidad Autonoma de Mexico.

- Ferreiros, E. (2018). Minería posiciona al Perú como el primer exportador mundial de zinc, plomo y molibdeno. (D. Gestión, Entrevistador)
- Guzman, M., & Verstappen, B. (2002). *¿Qué es la documentación?* Versoix, Suiza: Huridocs.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. Ciudad de Mexico: Pearson Educacion de Mexico.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL.
- INGEMMET. (2018). Obtenido de <http://www.ingemmet.gob.pe/asistencia-tecnica-productores-rme>
- Ingenio empresa. (22 de Marzo de 2017). *Ingenio empresa*. Obtenido de <https://ingenioempresa.com/planificacion-requerimientos-material-mrp/>
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2018). *Instituto de Ingenieros de Minas del Perú*. Obtenido de <http://www.iimp.org.pe/actualidad/mef-eleva-proyeccion-de-crecimiento-de-pbi-de-4-a-4-6-entre-2019-y-2021>
- Jeison. (12 de 06 de 2018). *Blog de la Calidad*. Obtenido de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>
- Krajewski, L. J. (2000). *Administracion de Operaciones*. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=B6LAqCoPSeoC&pg=PA548&lpg=PA548&dq=Krajewski+inventario+seguridad&source=bl&ots=vP50v6mGHU&sig=h99whr8Ughok3aOmEyXw1poOu9o&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjt->

NnInbfeAhVS3FMKHZyhAVcQ6AEwAXoECAMQAQ#v=onepage&q=Krajewski%20i
nventar

Luna Vera, C. V. (2016). *Implementación de un Plan de abastecimiento de materias primas para mejorar la productividad del servicio de teñido industrial en la empresa manufacturas TERROT S.A.C-Lima en el año 2016.*

Madrigal, R. (2018). *Control Estadístico de Calidad.* Ciudad de Mexico: Grupo Editorial Patria.

Mathur, K., & Solow, D. (1996). *Investigación de operaciones : el arte de la toma de decisiones.* Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana.

Nahmias. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones.* McGraw-Hill.

Perez, D. (2007). *Gestión de Operaciones.* Cataluña. Obtenido de
<file:///C:/Users/Docente/Downloads/componente48042.pdf>

Portal Ruedas, C. A. (06 de Junio de 2011). *Gestiopolis.* Obtenido de
<https://www.gestiopolis.com/gestion-de-compras/>

Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta ed.). Pearson Prentice Hall.

Risso, R. L. (2016). *Problemas de la pequeña minería (2016-2021).* SONAMIPE.

Ruiz Olabuenaga, J., & Ispizua, M. (1989). *La descodificación de la vida cotidiana.* Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.

Rumbo Minero. (13 de Marzo de 2018). <https://www.rumbominero.com/>. Obtenido de
<https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/inei-apurimac-y-ayacucho-reportaron-mayor-produccion-por-influencia-de-la-mineria/>

Sales, M. (28 de Julio de 2002). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>

Sierra Bravo, R. (1998). *Técnicas de Investigación social*. Madrid: Editorial Paraninfo.

Supply Chain. (25 de Octubre de 2017). *Bussines School*. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/>

Universidad EAFIT Medellín Colombia. (2011). *Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios*. Medellín. Obtenido de <file:///C:/Users/Docente/Downloads/Dialnet-ClasificacionABCMulticriterio-4991575.pdf>

USGS. (2018). *Mineral Commdity Summaries*.