



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Industrial

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Implementación del Método de Reposición ROP y la
clasificación ABC para mejorar la gestión y control de
inventario en una empresa minera**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Juan Manuel DIESTRA RAYMUNDO

ASESOR

Julio César SANDOVAL INCHÁUSTEGUI

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Diestra, J. (2021). *Implementación del Método de Reposición ROP y la clasificación ABC para mejorar la gestión y control de inventario en una empresa minera*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Juan Manuel Diestra Raymundo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70022863
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Julio César Sandoval Incháustegui
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07957449
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4651-7761
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge José Esponda Veliz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07673952
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Victor Esteban Beltran Saravia
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07638075
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Luis Bezarion Vivar Morales
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07902291
Datos de investigación	

Línea de investigación	A.2.11.04. Ingeniería Industrial
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Juan de Lurigancho Centro poblado: San Juan de Lurigancho Urbanización: Zárate Manzana y lote: 335. Primer Piso Calle: Los chasquis Latitud: -12.022116 Longitud: -76.99427
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018 - 2020
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Industrial https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04



VICEDECANATO ACADÉMICO

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**ACTA DE SUSTENTACIÓN NO PRESENCIAL
Nº029-VDAP-FII-2021**

**SUSTENTACIÓN DE TESIS NO PRESENCIAL (VIRTUAL)
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunidos de manera virtual a través de video conferencia, el día viernes **24 de septiembre de 2021**, a las 08:30 horas, se dio inicio a la sustentación de la tesis:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE REPOSICIÓN ROP Y
LA CLASIFICACIÓN ABC PARA MEJORAR LA GESTIÓN Y
CONTROL DE INVENTARIO EN UNA EMPRESA MINERA”**

Que presenta el Bachiller:

JUAN MANUEL DIESTRA RAYMUNDO

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad:
Ordinaria.

Luego de la exposición virtual, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 10:40 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido **APROBADO por UNANIMIDAD** con la calificación promedio de **DIECISIETE (17)**, lo cual se comunicó públicamente.

Lima, 24 de septiembre del 2021

MG. JORGE JOSÉ ESPONDA VELIZ
Presidente

MG. VICTOR ESTEBAN BELTRAN SARAVIA
Miembro

ING. LUIS BEZARION VIVAR MORALES
Miembro

MG JULIO CÉSAR SANDOVAL INCHAUSTEGUI
Asesor



UNMSM

Firmado digitalmente por RAEZ
GUEVARA Luis Rolando FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.10.2021 11:09:04 -05:00

DEDICATORIA:

La presente tesis está dedicada a Dios por iluminar cada paso que doy en mi vida.

A mis padres, a mi hermano y a mi novia Giovana quienes con su amor y paciencia me dan aliento para que llegue a ser un profesional de primera.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecimientos especiales para mis padres, mi hermano, y a mi novia por sus consejos, comprensión y apoyo para cumplir el logro de mis objetivos.

Agradezco a mi asesor Ing. Sandoval por sus recomendaciones, enseñanzas y profesionalismo para finalizar la realización de la presente tesis.

ÍNDICE

ÍNDICE	4
ÍNDICE TABLA	7
ÍNDICE FIGURA	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. <i>Problema General</i>	16
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	16
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	17
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	23
2.2.1. <i>Logística</i>	23
2.2.2. <i>Cadena de suministro</i>	23
2.3. INVENTARIO.....	25
2.3.1. <i>Definición de inventario</i>	25

2.3.2.	<i>Clasificación de inventarios</i>	25
2.4.	FACTORES DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO	26
2.4.1.	<i>Clasificación ABC</i>	26
2.4.2.	<i>Nivel de servicio</i>	27
2.4.3.	<i>Stock de seguridad</i>	28
2.4.4.	<i>Costo de gestión inventarios</i>	29
2.5.	PRONÓSTICO.....	29
2.5.1.	<i>Métodos de pronósticos</i>	30
2.6.	GESTIÓN DE INVENTARIO	31
2.6.1.	<i>Definición de Gestión de inventario</i>	31
2.7.	LA DEMANDA	31
2.7.1.	<i>Sistema determinístico</i>	32
2.7.2.	<i>Sistema probabilístico</i>	34
2.8.	MÉTODO PUNTO DE REORDEN (ROP)	38
2.9.	INDICADORES DE GESTIÓN DE INVENTARIO	41
2.10.	GLOSARIO	42
CAPÍTULO 3.	METODOLOGÍA	44
3.1.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	44
3.1.1.	<i>Hipótesis General</i>	44
3.1.2.	<i>Hipótesis Específica</i>	44
3.2.	VARIABLES.....	44
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	45
3.3.1.	<i>Tipo de Investigación</i>	45
3.3.2.	<i>Diseño de la Investigación</i>	45
3.3.3.	<i>Población y Muestra</i>	45

3.3.4.	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	46
3.3.5.	<i>Técnicas de procesamiento y análisis de datos</i>	46
CAPÍTULO 4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	47
4.1.1.	<i>Reseña histórica</i>	47
4.1.2.	<i>Visión y misión</i>	47
4.1.3.	<i>Organización</i>	47
4.2.	PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ROP	48
4.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ROP EN LA EMPRESA MINERA.....	48
4.3.1.	<i>Clasificar los materiales en base al criterio ABC</i>	48
4.3.2.	<i>Calcular la reposición óptima de inventario con el método ROP</i>	54
4.4.	MEJORA EN LOS COSTOS DE INVENTARIO	66
4.5.	DESARROLLO DEL USO DE INDICADORES DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	68
4.6.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	73
4.7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
CAPÍTULO 5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1.	CONCLUSIONES	75
5.2.	RECOMENDACIONES.....	76

ÍNDICE TABLA

TABLA 1. INVENTARIO CON ROTACIÓN Y SIN ROTACIÓN	14
TABLA 2. CONTROL DE INVENTARIO ACTUAL ÁREA DE LABORATORIO QUÍMICO	15
TABLA 3. NIVEL DE SERVICIO	28
TABLA 4. MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIO	49
TABLA 5. COMPOSICIÓN DE INVENTARIO DE LA EMPRESA MINERA	50
TABLA 6. CLASIFICACIÓN ABC	52
TABLA 7. MATRIZ DE CLASIFICACIÓN ABC EN UNIDADES	54
TABLA 8. MATRIZ DE CLASIFICACIÓN ABC EN SOLES	54
TABLA 9. CLASE AA	55
TABLA 10. MATERIALES DE LA MUESTRA AA	56
TABLA 11. CONSUMO DE MATERIALES DEL AÑO 2019.....	57
TABLA 12. DEMANDA PROMEDIO - GÉNERO INSUMO PLANTA CONCENTRADORA	59
TABLA 13. TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL.....	60
.....	60
TABLA 14. CÁLCULO DEL STOCK DE SEGURIDAD	61
TABLA 15. CALCULO DEL MÉTODO ROP	63
TABLA 16. CÁLCULO DEL ROP - HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG.....	64
TABLA 17. COSTO ACTUAL Y COSTO ROP	66
TABLA 18. VALOR DE INVENTARIO BAJO SISTEMA ROP	67
TABLA 19. SALDOS Y CONSUMOS DEL 2019 – CÓDIGO HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG	69

TABLA 20. SALDOS Y CONSUMOS 2020 - CÓDIGO HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG	70
TABLA 21. ANÁLISIS DEL ROP PARA EL MES DE MARZO	70
TABLA 22. COBERTURA DEL INVENTARIO 2020.....	71

ÍNDICE FIGURA

FIGURA 1. ESTRUCTURA CADENA DE SUMINISTRO	24
FIGURA 2. CLASIFICACIÓN ABC	27
FIGURA 3. MODELO EOQ	33
FIGURA 4. COSTO TOTAL DE COMPRA MÉTODO EOQ.....	33
.....	35
FIGURA 5. SISTEMA P	35
FIGURA 6. SISTEMA Q.....	36
.....	37
FIGURA 7. TIPOS DE DEMANDA	37
FIGURA 8. GRAFICA DE LA CLASIFICACIÓN ABC	53
FIGURA 9. GRAFICA DEL INDICADOR DE COBERTURA 2020.....	72
FIGURA 10. INDICADOR DE COBERTURA.....	72

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo mejorar la gestión y control de inventario aplicando el método de reposición ROP y la clasificación ABC en una empresa minera, el cual cuenta con 3 principales procesos productivos la mina, la planta y el mantenimiento, estos procesos operan las 24 horas del día y los 365 del año, por lo tanto el área de planeamiento y control de inventario y el área de compras deben mantener siempre un stock en niveles óptimos de los artículos de mayor rotación, para mantener la continuidad de la operación en la mina. Es importante tener una adecuada gestión y control en el inventario para evitar tener roturas en el stock y reducir los costos de aquellos artículos sin rotación.

El proceso para reducir costos en una empresa, no es necesariamente hacer un recorte de personal, sino de implementar procesos que permita mejorarlo, como reducir los inventarios, reducir el tiempo muerto de las maquinas, y analizar cada procesos del área producción que afecten la eficiencia de la empresa.

Para ello se aplica el método de reposición ROP y la clasificación de materiales ABC, para mejorar el abastecimiento y reducir los costos en artículos que no tengan rotación, con la finalidad de generar utilidades a la empresa.

Palabras claves: Gestión, inventario, costos, sector minero, ROP, abastecimiento.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to improve inventory management and control by applying the ROP replacement method and ABC classification in a mining company, which has 3 main production processes: the mine, the plant and maintenance, these processes operate 24 hours a day and 365 a year, therefore the planning and inventory control area and the purchasing area must always maintain a stock at optimal levels of the items with the highest turnover, to maintain the continuity of the operation in the mine . It is important to have proper inventory management and control to avoid stock breaks and reduce the costs of non-rotating items.

The process to reduce costs in a company is not necessarily to cut personnel, but to implement processes that allow improvement, such as reducing inventories, reducing machine downtime, and analyzing each process in the production area that affect efficiency. of the company.

For this, the ROP replacement method and the ABC materials classification are applied, to improve supply and reduce costs in items that do not have rotation, in order to generate profits for the company.

Keywords: Management, inventory, costs, mining sector, ROP, supply.

INTRODUCCIÓN

Últimamente, el sector minería ha crecido a nivel económico y comercial, utilizando diversas estrategias como innovar e invertir en metodologías para mejorar el proceso de la cadena logística, la cual está dividida en 4 áreas: planeamiento de inventario, compras, y los almacenes de tránsito y mina.

La disminución de inventarios debe estar alineada a las estrategias de una empresa, esto, pues sería inexcusable mencionar que no se pudo vender un bien o servicio, en pocas palabras, afectar la rentabilidad sobre las ventas de la empresa debido que no se pudo conseguir suficiente stock de algún producto.

Es bajo esta necesidad que varios autores organizaron los Modelos de Inventarios, creados para encontrar el punto óptimo de cuándo y cuánto se tiene que comprar o producir, disminuyendo los costos asociados que lleva tener estas existencias en stock.

La presente tesis se estructura de seis capítulos:

El capítulo I, se describe el problema, se formula el problema general y específico, la justificación teórica y práctica, los objetivos generales y específico.

El capítulo II, exhibe el marco teórico que referencia los conceptos más fundamentales que apoyaran a entender este problema y una revisión de las indagaciones vinculadas al tema.

El capítulo III, se formula la hipótesis, el tipo de indagación, el diseño de indagación, la población y muestra, y las técnicas que se utilizaran para la recolección de datos.

El capítulo IV, se implementará el método ROP, se analizaran los resultados, y se realizara la comprobación de hipótesis.

En el capítulo V, finalmente se realizan las conclusiones, las recomendaciones, la bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

La empresa Minera ubicada en el departamento de La Libertad es una organización privada que está dedicada a la actividad de extracción y beneficio de minerales polimetálicos, la empresa se hace evidente con las operaciones extractivas y de procesamiento que se realiza en territorio peruano, además, su red de producción está compuesta por cuatro áreas: planeamiento y control de inventario, el área de compras, y los almacenes de la propia minería.

El área responsable de la gestión y control de inventario es el área logística quien se encarga de la reposición de materiales. La presente tesis hará énfasis en este área para evitar los sobre stock y ayudar en la reducción de costos.

Actualmente la cadena de suministro en la empresa asume un papel determinante en el inventario de mano de obra y productos para garantizar la congruencia de las tareas. El modelo de administración de stock a lo largo de este tiempo se ha transformado en un dispositivo que da acceso a las organizaciones de disminuir los gastos de stock, además de ser un instrumento sencillo de aplicar y dado que su interacción de creación de la solicitud depende de cálculos medibles que piensan en el grado de administración. Se realizó un análisis detallado de todo el inventario agrupado por género en el año 2019, obteniendo un costo total del inventario S / . 6 068 313.85, se identifica que durante los doce últimos meses no tuvieron rotación un total de S / . 3.077 603.94, es decir un 50% de inventario inmovilizado durante el último año (ver tabla 1).

Lo que significa que existe un alto nivel de inventario de productos sin consumir, generando capital inmovilizado y por consiguiente ocasionando impactos financieros negativos y en términos de productividad, este indicador se vería afectado por existir capital que no agrega valor.

Tabla 1. Inventario con rotación y sin rotación

GÉNERO	INVENTARIO		
	CON ROTACIÓN	SIN ROTACIÓN	TOTAL GENERAL
Bombas	S/. 318,071.66	S/. 390,760.66	S/. 708,832.32
Combustibles y lubricantes	S/. 111,828.76	S/. 13,981.06	S/. 125,809.82
Equipos de computo y comunicación	S/. 7,435.24	S/. 2,917.93	S/. 10,353.17
Equipos y materiales de seguridad	S/. 93,700.07	S/. 5,468.30	S/. 99,168.37
Equipos y materiales electricos	S/. 146,614.64	S/. 318,839.76	S/. 465,454.40
Grupo varios	S/. 535.34	S/. 3,500.00	S/. 4,035.34
Herramientas e instrumentos	S/. 22,010.33	S/. 15,616.16	S/. 37,626.49
Insumos laboratorio	S/. 8,670.35	S/. 5,080.91	S/. 13,751.26
Insumos de mina	S/. 331,090.98	S/. 2,028.60	S/. 333,119.58
Insumo planta concentradora	S/. 802,755.27	S/. 139,496.53	S/. 942,251.80
Material de uso especifico	S/. 19,650.50	S/. 2,754.21	S/. 22,404.71
Material y repuesto uso general	S/. 197,073.74	S/. 118,407.42	S/. 315,481.16
Repuesto de uso especifico	S/. 865,834.53	S/. 1,973,683.97	S/. 2,839,518.50
Rodaje y accesorios	S/. 23,043.59	S/. 64,797.91	S/. 87,841.50
Tuberias y valvulas	S/. 19,718.21	S/. 18,303.46	S/. 38,021.67
Utiles de oficina	S/. 16,676.70	S/. 1,967.06	S/. 18,643.76
Total general	S/. 2,984,709.91	S/. 3,077,603.94	S/. 6,062,313.85

Fuente: Elaboración propia

Por ello se observa que el área de logística no realiza un adecuado control de inventarios, no hace uso de técnicas de reposición de materiales, no realizan el pronóstico de consumo para realizar planificación de compras, lo que conlleva a generar altos niveles de inventario, ocasionando que algunos de estos materiales se vuelvan obsoletos por pérdida de su vida útil, por deterioro o manipuleo.

Actualmente el registro de stock se completa en una página de Excel como se muestra en la tabla 2, como podemos apreciar a pesar que son materiales sumamente representativos, en algunos casos se cuenta con stock igual a 0. Esto puede provocar una rotura de stock y afectar la continuidad de la operación. Además, se tiende a ver que este documento de Excel no dependía de ningún procedimiento de control de inventario, no existen promedios de consumo, tiempos de entrega, stock de seguridad y mucho menos análisis estadísticos.

Tabla 2. Control de inventario actual Área de laboratorio químico

CÓDIGO	MATERIAL	UM	CONSUMO DEL ÚLTIMO MES	STOCK	DIAS DE INVENTARIO	COMENTARIO
10-0000474	ARENA SILICOSA SACOX25 KG	UND	0	500	0	⊗
10-00002288	CUARZO DE 1" A 1-1/2" SACOX25KG	UND	0	1275	0	⊗
10-00002287	CUARZO DE 1/2" SACOX25KG	UND	0	0	0	⊗
10-00003616	GUANTE POWERFLEX T8 80/100 ANSELL	UND	0	92	0	⊗
10-00003250	FLUX N°1 CAJA X18KG C/CERTIF.	UND	180	18	2	⊙
10-00003252	FLUX N°2 CJ X18KG(BOLSAS X 180GR) C/CERT	UND	882	162	5	⊗
10-00004996	PAPEL KRAFT PAQUETEX500UND	UND	2000	500	7	⊗
10-00003251	FLUX N°2 CJ X16KG(BOLSAS X 160GR) C/CERT	UND	592	240	11	⊙
10-00000782	BOLSA PE 4MICRAS 8X12" X100UND	UND	6500	4500	20	⊗
10-00000780	BOLSA PE 4MICRAS 15X20" X100UND	UND	1900	1400	22	⊗
10-00005005	PAPEL GLASSINE 50X75CM PAQUETEX500UND	UND	1000	1000	30	⊗
10-00002212	COPELA N°8 C/CERTIF.	CJ	8200	11600	41	⊙
10-00002254	CRISOL DE ARCILLA 30 GR C/CERTIF.	UND	1650	2350	41	⊙
10-00002253	CRISOL DE ARCILLA 40GR C/CERTIF.	UND	190	280	44	⊗
10-00000786	BOLSA PE 5MICRAS 31X46" X100UND	UND	735	1150	46	⊗
10-00000785	BOLSA PE 5MICRAS 12X18" X100UND	UND	0	200	60	⊗
10-00004861	NITRATO DE PLATA(Q.P.) X100GR C/CERTIF.	UND	0	200	60	⊙
10-00003620	GUANTE QUIRURGICO T-M CAJAX100PAR	UND	11	31	62	⊙
10-00000779	BOLSA PE 4MICRAS 13X19CM PAQUETEX100UND	UND	4910	11300	69	⊗
10-00001826	CINTA MASKING TAPE 1"X40YD PEGAFAN	UND	189	958	98	⊗
10-00000783	BOLSA PE 5MICRAS 10X14" X100UND	UND	700	3800	162	⊗
10-00005899	REDOXON EFERVESCENTE VITAMINA C	UND	0	22	165	⊗
10-00004863	NITRATO DE POTASIO BOLSAX25KG C/CERTIF.	UND	0	50	166	⊗
10-00000784	BOLSA PE 5MICRAS 10X18" X100UND	UND	0	1050	315	⊗
10-00001746	CILINDRO DE CARTON PRENSADO DE 50 KG	CJ	4	113	484	⊙

Fuente: Elaboración propia

Una correcta gestión logística contribuirá decisivamente a ahorros directos y significativos para la empresa, así como su contribución y apoyo constante a las áreas operativas.

Podemos resumir todos los problemas que se presentan en dos grupos: Falta de planificación y la gestión de los inventarios

En cuanto a la gestión de inventarios, se propone implementar un sistema de control de inventarios continuo usando el método de reposición conocido como ROP y la aplicación de políticas de inventario basados en la clasificación ABC., el cual es un proceso que en base a un análisis estadístico se determina cuándo y cuánto pedir.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida la implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC mejorará la gestión y control de inventario en una empresa minera?

1.2.2. Problemas Específicos

¿En qué medida la clasificación de los materiales logrará una adecuada gestión de inventarios?

¿En qué medida la cantidad optima de reposición se relaciona con una adecuada gestión de inventario?

¿En qué medida la reducción del nivel de inventario contribuirá con la reducción de costos?

¿En qué medida el indicador de cobertura mejorará el control del inventario y evitará altos niveles de stock?

1.3. Justificación de la investigación

Justificación teórica

La presente tesis se realiza dado a la importancia que debe existir en los controles internos de las empresas, ya que un control deficiente, en este caso de los inventarios, afectaría en la operatividad de la empresa. Una buena gestión en los inventarios permite fortalecer la custodia de los bienes en los cuales están invertidos una gran parte del capital de la empresa, por ello la importancia del estudio.

Justificación practica

Partiendo del análisis de los procedimientos de control en los inventarios para ayudar a las empresas a establecer estrategias favorables, la presente tesis permitirá una guía práctica para los estudiantes universitarios y lo puedan aplicar a diferentes empresas.

Justificación metodológica

Un inventario representa uno de los mayores rubros en el balance general y es vital para la empresa mantener las operaciones, de ahí la importancia de llevar un buen control, y establecer un correcto análisis del inventario en los almacenes principales, para ello se utiliza el método de reposición ROP y la clasificación ABC con el fin de reducir costos dentro de la cadena logística, a fin de hacer más eficaz todos sus procesos.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar en qué medida la implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC mejorará la gestión y control de inventario en una empresa minera.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar en qué medida la clasificación de los materiales logrará una adecuada gestión de inventario.

Determinar en qué medida la cantidad óptima de reposición logrará una adecuada gestión de inventario.

Determinar en qué medida la reducción del nivel de inventario contribuirá con la reducción de costos.

Determinar el indicador de cobertura que mejorará el control del inventario y evitará altos niveles de stock

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacional

Piero Gordillo Vera, (2009) realizó la indagación: *Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para una empresa metalmecánica*, en la escuela de Post Grado de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La indagación llegó a las siguientes conclusiones:

1. La implementación de un sistema de gestión es útil para gestionar el inventario y fortalece a la compañía, logrando un mayor registro en los inventarios, y ayudar a mantener un stock de seguridad y reducir los costos.
2. Para obtener el nivel de reposición se utilizó el método punto de reorden (ROP) que permitió a la empresa saber que el inventario llegó a un grado donde se verá requerido hacer una reposición y un nuevo pedido al proveedor. Utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{ROP} = (\text{PDC} * \text{TE}) + \text{ES}$$

Dónde:

ROP: Punto de reorden

PDC: Promedio diario de consumo

TE: Tiempo de entrega

ES: Existencia de seguridad

3. Realizar una utilización efectiva de los recursos, clasificar y priorizar los artículos mediante el instrumento ABC.

Reino Chérrez (2014) realizó la indagación: *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios en una ferretería*, de la Universidad Politécnica Salesiana - Ecuador.

Se concluye lo siguiente:

1. En este trabajo se propone hacer un modelo de stock de materiales basado en la producción mensual.
2. El creador sugiere que se establezca un nivel de existencias comparativo en dos centros de distribución distintos, uno para el mantenimiento coordinado y el otro para la ayuda espontánea. Dado que el soporte organizado impulsa los pedidos con un interés determinista y el mantenimiento improvisado provoca un interés probabilístico.
3. Además, matiza que una cosa tiene la posibilidad de ser considerada básica en función del impacto que estructura en la paralización de la actividad por la rotura de existencias y la dificultad de adquirirla.

Nacional

Farfán Arrollo Nadia, (2015) realizó la indagación: *Determinación del punto de reposición óptimo en componentes eléctricos*, en la escuela de Post Grado de la Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. La indagación llegó a las siguientes conclusiones:

1. La tesis tiene como objetivo equilibrar el stock y el requerimiento. Para ello, se aplicó el método de reposición óptima ROP.
2. Utilizar el método de reposición, permitió calcular algunos parámetros como: el stock de seguridad (SS), y solicitud durante el tiempo de inventario (DDLT), es así

como se calculó el ROP (Reordenar Point) a través de la estimación de 2 factores DDLT y SS.

3. El autor concluye que controlar un aparato de renovación de existencias es importante para cada organización, de lo contrario, sería negativo y, a largo plazo, perderá clientes con la premisa de que sus clientes serán proporcionados por diferentes proveedores. Del mismo modo, limpie y guarde el conjunto de datos del marco de valores, si es posible, liberado de errores, para permitir una indagación fáctica.

Aguilar Arana Marcos, (2018) realizó la tesis: *Implementación de un sistema para mejorar la gestión de inventarios para una empresa de equipos electrónicos*, en la escuela de Post Grado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. La indagación llegó a las siguientes conclusiones:

1. La tesis tiene la necesidad de implementar un sistema de gestión que permita mejorar el inventario. Para ello se calcula el pronóstico de la demanda, y el modelo más adecuado es la técnica de sustitución ideal para calcular la demanda futura, los resultados obtenidos señalan que es posible mejorar en un rango de 10% y 30% los pronósticos de la demanda.
2. Además se utilizó el modelo de lote económico de compra EOQ, el cual permitió generar un ahorro anual en la compra de productos, porque el modelo EOQ considera el costo de generar las compras como el costo de almacenar los productos y con ellos tener una mejor proyección de costos.

Chávez Salinas, (2013) realizó el estudio: *Implementación de un sistema de revisión continúa en una empresa industrial*, en la escuela Post Grado de Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

El cual llego a las siguientes conclusiones:

1. La tesis consiste en identificar el ítem crítico y utilizar el método ROP, el cual permitirá calcular el inventario que se utilizara para cubrir la demanda a lo largo de un tiempo de espera y con ello evitar detener la producción.
2. Uno de los parámetros del ROP es el stock de seguridad que se logra calcular mediante el resultado de la desviación estándar del interés y la variación del stock con respecto a las cantidades anteriores a reponer.
3. El autor llega a concluir que utilizar un sistema de revisión continua, fortalece los niveles de inventario de cada items definido como crítico, de esta manera eliminará días de sobre stock de materiales, mejorando los ingresos de la compañía, el creador sugiere que se establezca un nivel de existencias comparativo en dos centros de distribución distintos, uno para el mantenimiento coordinado y el otro para la ayuda espontánea. Dado que el soporte organizado impulsa los pedidos con un interés determinista y el mantenimiento improvisado provoca un interés probabilístico.

Roger Martin López, (2017) realizó el estudio: *Propuesta de mejora del proceso de gestión de inventarios, utilizando el método de reposición ROP y la clasificación ABC, en la cadena de suministro de la empresa minera Colquisiri S.A.*, en la escuela Post Grado de Universidad privada del Norte, Lima, Perú.

El cual llego a las siguientes conclusiones:

1. La tesis consiste en demostrar un correcto control de inventario, el cual permitirá a la empresa planificar mejor su producción, y reducir los stocks sin perjudicar la operación en la producción.
2. La clasificación ABC es una herramienta estratégica que permite tomar decisiones de reducción de inventario en función a un criterio de costo y consumo generando un impacto financiero positivo para la empresa.
3. Después de calcular el ROP para cada material más relevante de la clasificación ABC, se pudo identificar que la reducción de stock genera un impacto positivo en la liquidez de la compañía ya que solo se invertirá la cantidad óptima evitando generar sobre stock.

2.2. Supply chain management

2.2.1. Logística

Logística es el camino hacia la organización, ejecución y control de competencia, potente flujo de gastos y capacidad de materiales crudos, inventarios en medida, artículo terminado y todos los datos identificados con el lugar de partida y hasta la marca de utilización, por las razones determinadas según necesidades del cliente. (Lambert & Stock, 2001, pág. 15)

2.2.2. Cadena de suministro

Christopher & Towling, 2001, establece que la red de tiendas el tablero es la unión de todos los ejercicios relacionados con el flujo y cambio de mano de obra y productos, desde los materiales crudos hasta el cliente final, así como la progresión de datos tratando de mejorar las conexiones esenciales a lo largo de la red de tiendas, para lograr un beneficio manejable. Esto incorpora marcos de unión entre sus proveedores de material crudo, fabricantes, mayoristas, transportistas y compradores; evaluar la progresión de ítems / administraciones en ciclos coordinados, estimando su velocidad, perceptibilidad y su nivel de sincronización. Por otra parte, incorpora todos los ejercicios identificados con coordinaciones entrantes, coordinaciones internas, coordinaciones salientes y coordinaciones conversacionales.

En la figura 1 nos muestra de manera gráfica el flujo de la cadena de suministro en una organización:



Figura 1. Estructura cadena de suministro

Fuente: Supply Chain Management Christopher & Towling, 2001.

Según Christopher & Towling, 2001, los beneficios de la gestión integrada de la cadena de logística son mayor de lo que se podría medir, y los beneficios son notorios si se logra gestionar de manera adecuada, esto logra mejorar la competitividad a la empresa.

Los beneficios de la cadena de suministro:

- Reducción de costos
- Stock más optimo
- Mayor disponibilidad de bienes
- Mejora de pronósticos de la demanda.
- Generar ahorro en compras de grandes volúmenes.
- Evita el quiebre del stock
- Optimización de costos
- Implementación de estrategias

2.3. Inventario

2.3.1. Definición de inventario

Dicho por Christopher (1992) “el inventario es una cantidad almacenada de materiales que se usan para proporcionar la producción o para indemnizar las demandas del consumidor. Los inventarios contienen materia prima, producto en proceso y productos terminados” (p.452)

El inventario es el tamaño de suministros de los que una empresa tiene la decisión de invertir para mantener el stock por cierto tiempo hasta que sea usado o vendido.

2.3.2. Clasificación de inventarios

Según el autor Muller (2004) clasifica los inventarios de la siguiente manera:

- **Materias primas:** Son aquellas que entran en el ciclo de creación y sufren cambios hasta que se modifican o resultan importantes para ítems en medida o ítems terminados.
- **Artículos de fabricación y repuestos:** Se utilizan para la producción de algún bien o servicio hasta transformarse en producto terminado.
- **Productos en proceso:** Elementos semi acabados que realmente terminan toda la medida de creación y se mantienen para continuar con el siguiente ciclo.
- **Productos terminados:** Son aquellos productos finales que sirven para la venta.

Según el autor Krajewssky (2008) clasifica los inventarios de la siguiente manera:

- **Inventario en tránsito:** son aquellos materiales que todavía no se han entregado a la empresa o que aun el proveedor no ha despachado.

- Inventario de Seguridad: Tiene como finalidad asegurar un stock de inventario frente al aumento de la demanda, así mismo es un respaldo sólo en el caso que el proveedor no haya despachado el material en la fecha establecida.

2.4. Factores de la gestión de inventario

2.4.1. Clasificación ABC

Según Vollmann E. 1991, Una de las dificultades de cualquier organización es que generalmente poseemos mucho de lo que no se trasfiere o se quema y se agota lo que se ofrece o se quema.

La caracterización "ABC" por rendimiento es la más popular, que separa los capítulos entre los significativos y escasos (clase A), los varios y los menores (clasificación C), con un recogimiento entreacto que no colabora entrambas divisiones. (Clase B).

La clasificación ABC se agrupa de la siguiente manera:

- Los conceptos "A", son materia prima cuya estima de utilización anual es la más elevada. El principio 80% del valor de utilización anual de la organización normalmente aparece en algún lugar en el rango del 10 y 20% de las acciones de stock.
- Los conceptos "B", son conceptos de un género media, cuyo importe es de uso normal. Ese 25% de la estimación de utilización anual normalmente incluye el 30% de las existencias absolutas.
- Los artículos "C", se trata, al revés, de artículos cuya estimación de utilización es menor. El 5% más mínimo de la estimación de utilización anual suele dar forma a la mitad de las existencias completas.

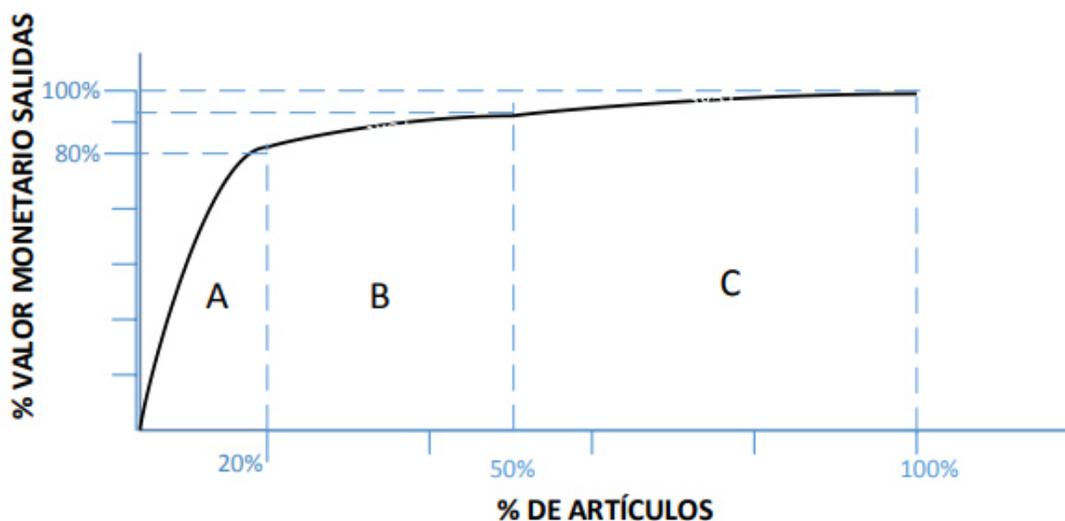


Figura 2. Clasificación ABC

Fuente: Administración integral del inventario, Vollman, 1991.

2.4.2. Nivel de servicio

Según G. Schroeder, 1993, el nivel de servicio mide la accesibilidad de las cosas en un stock, en casos específicos en unidades reales, otro en dinero o en porcentaje de veces que la demanda no es suministrada a tiempo.

En el momento en que el interés es libre o probabilístico, crea variedades que pueden provocar rupturas de stock, con gastos relacionados y desmoronamiento en la naturaleza de la administración. Por ello, es importante contar con un stock extra en nuestros centros de distribución, el extra está relacionado con la desviación estándar y el nivel de confiabilidad o grado de administración accesible al cliente.

Según Ploss George (1987) para un nivel de asistencia se espera el factor más grande imaginable, comparable a un gasto superior, con un stock más notable necesario para cubrir el interés anticipado más prominente ver tabla 3.

Tabla 3. Nivel de servicio

Nivel de servicio (%)	Factor de servicio (FC)
75.00	0.84
80.00	1.05
85.00	1.3
90.00	1.6
95.00	2.06
97.75	2.52
98.00	2.56
99.99	5

Fuente: Ploss George (1987) Control de producción e inventario

2.4.3. Stock de seguridad

Es la cantidad de material que deber haber en el almacén para mantener la continuidad de la operación.

Killen M. (1971) Expresa que la variedad buscada y el tiempo de entrega no se conocen sin duda alguna, posteriormente se debe considerar una situación en la que no hay stock para cubrir grados de interés innegables. Estos mensajes consideran un aumento en la cota de existencias típico. Este aumento agregado se le denomina como stock de seguridad que ajusta la accesibilidad para contener a la posibilidad de una ruptura de stock.

Krajewsky (2008) Asegura que la demanda promedio a lo largo del tiempo de espera es inconstante e incierta, la verdadera determinación que se tiene que tomar al elegir el ROP es calcular el stock de seguridad

2.4.4. Costo de gestión inventarios

Garcia Cantú (1978) detalla los costos asociados al control de inventarios mostrando sus ventajas y desventajas:

- Coste de mercado, es el gasto por el lugar real involucrado donde se almacena los artículos. Puede presentar dos tipos de ambiente alquilado donde el costo se determina por un lapso de tiempo y un ambiente que pertenece al local donde se determina el costo por el espacio.
- Coste de capital, cada inversión de recursos en la organización posee un gasto al azar, que se invierte en alguna otra oportunidad comercial que genera interés para la organización.
- Costos de servicio, Las evaluaciones y la protección igualmente se recuerdan por los gastos de mantenimiento de existencias. Protección que es un seguro contra condiciones que no podemos manejar; como eventos cataclismos. Es más, los gastos que correspondan a la normalidad anual del stock.

2.5. Pronóstico

El pronóstico comprende evaluar y analizar el interés futuro de un artículo, significativo para la dinámica y el diseño, mejorar la progresión de los datos en la red de producción y establecer la asociación para ayudar en las tareas futuras: compra de figuras, almacenamiento, transporte.

2.5.1. Métodos de pronósticos

Según el autor Ritzmann 2007, la elección de la estrategia dependerá de los datos auténticos que mueva el objetivo que la organización deseaba permitir. El autor lo clasifica de la siguiente manera:

A. Método cualitativo: se apoyan en juicios con relación a los elementos impensados en la comercialización o fabricación, se confían de la experiencia para formar pronósticos.

Los métodos más usados son: Estimación de ventas, estudio de mercado.

B. Método cuantitativo: se apoyan en información numérica que sucedió tiempo atrás y desde ello generar nueva información. Se agrupa en dos categorías:

Métodos causales: basada en data histórica.

Método de tiempo: utiliza información de la demanda para establecer nuevas demanda a través de métodos analíticos y estadísticos como:

- promedio móvil simple.
- Promedio móvil ponderado.
- Suavización exponencial.
- Método estacional.

2.6. Gestión de inventario

2.6.1. Definición de Gestión de inventario

Según Balloou, 2003, la gestión de inventarios alude al ordenamiento y manejo de inventarios, con la finalidad de conservar el monto satisfactorio para que la organización cumpla con sus feroces necesidades de la manera más productiva.

Según Lambert & Stock, 2001, La razón de la administración de existencias es aumentar la productividad de la organización, suponer el efecto del nivel de existencias y limitar los costos de coordinación. Los principales son:

- Son los altos niveles de stock
- Capital invertido y costo de oportunidad
- Quiebres de stock y baja producción
- Equilibrio en los niveles de inventario.

2.7. La demanda

Un factor clave es darse cuenta del costo crediticio de la asociación, en este enfoque tener la alternativa de avanzar en una metodología que esté acostumbrada a las particularidades y prácticas del mercado.

Según Krajewski y Ritzman, 2000, para encontrar los tipos de interés en una circunstancia específica, permanecen reunidos en dos clasificaciones principales:

2.7.1. Sistema determinístico

El interés es variable pero definitivamente conocido, los tiempos de sustitución son consistentemente estables. Depende de las sospechas ideales por lo que tiene numerosas limitaciones. Es el marco más sencillo y depende del modelo Wilson EOQ (Lote óptimo de compra).

A. Cantidad óptimo de compra EOQ

Es la armonía entre el gasto absoluto de comprar, contrastar y el gasto de mantener inventarios. El modelo EOQ se utiliza cuando la solicitud es reconocida, constante y cada solicitud se menciona cuando el nivel de existencias llega a nada.

Para ellos debe cumplirse:

- Costo constante
- La demanda es conocida
- Tiempo de pedido fijo.
- El precio de compra no varía
- Las reposiciones son inmediatas.
- Un producto es analizado a la vez.

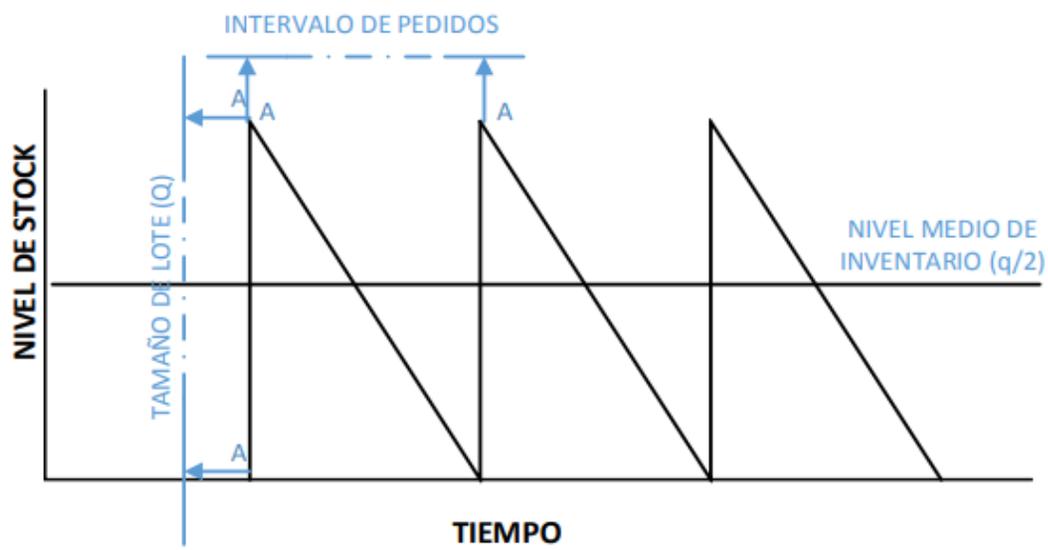


Figura 3. Modelo EOQ

Fuente: Administración de operaciones, Krajewski & Ritzman, 2000.

El método EOQ consiste en mantener el equilibrio entre el costo y el tamaño de lote de compra.

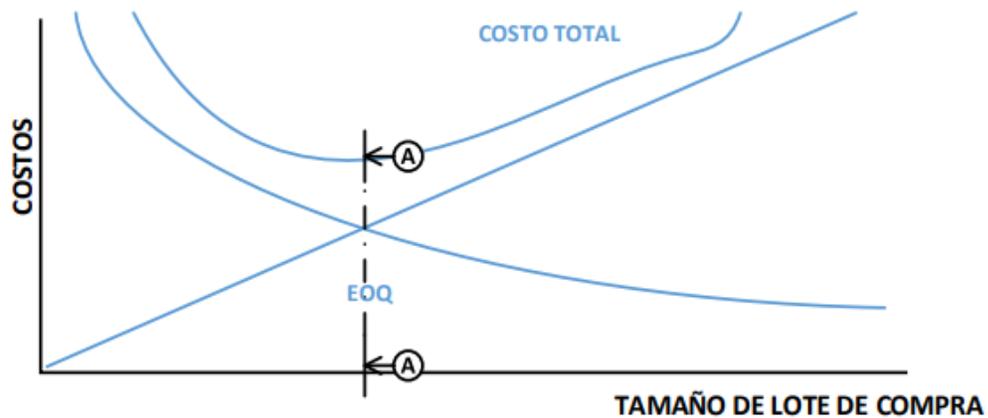


Figura 4. Costo total de compra método EOQ

Fuente: Administración de operaciones, Krajewski & Ritzman, 2000.

Costo total = Costo de ordenar + Costo de posesion de inventario

$$CT(q) = \left(\frac{D}{q}\right) * A + \left(\frac{q}{2}\right) * I * C$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * A * D}{I * C}}$$

Donde:

D = demanda anual

A = Costo de emisión de orden de compra

I = Tasa de interés (%)

C = Costo unitario del producto

2.7.2. Sistema probabilístico

El sistema probabilístico es aquel que donde la demanda es variable, además se clasifica de la siguiente manera:

A. Demanda Independiente

Se crea debido a numerosas variables externas e internas a la cadena de coordinaciones, es decir, el interés lo dicta el mercado (el cliente) y es el interés por los artículos terminados. Este interés no está limitado por la organización, ya que es muy variable.

Teniendo dos sistemas:

- Sistema de revisión periódica (Sistema P)

Consiste en hacer la revisión cada periodo de tiempo, el monto a reponer el nivel de stock actual y la cantidad máxima a reponer, es decir la cantidad a comprar

ya no es fijo sino varía en cada revisión, por ello se tiene que conservar un alto stock de seguridad para no dejar de producir y evitar las roturas de stock.

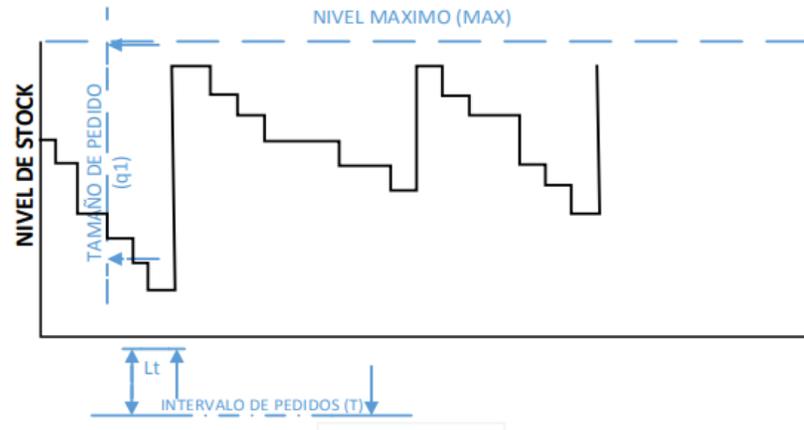


Figura 5. Sistema P

Fuente: Administración de operaciones, Krajewski & Ritzman, 2000.

- Sistema de revisión continua (Sistema Q)

Es una revisión continua, consiste en ordenar una cantidad fija de un producto cuando el inventario ha llegado a un determinado nivel. Este punto es conocido como el punto de reorden o ROP y la cantidad que se ordena corresponde al lote económico EOQ.

De acuerdo con Chopra y Meindl (2008, pag.308) En el marco de auditoría de Q constante, el stock se comprueba constantemente y la solicitud de un tamaño de racimo Q se establece cuando el stock cae al punto de reorden (ROP).

De la multitud de variaciones que existen en la estimación del punto de reorden, para este estudio de situación se utilizaron los modelos para la elección de la cantidad a reponer.

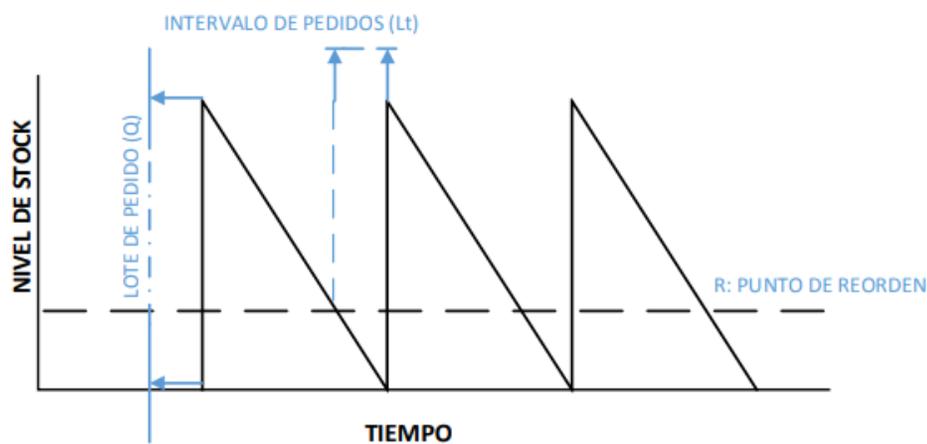


Figura 6. Sistema Q

Fuente: Administración de operaciones, Krajewski & Ritzman, 2000.

En la figura 6 se observan diferentes comportamientos de la demanda para cada ciclo de pedidos, asimismo ese comportamiento impredecible de la demanda se ve reflejado durante el tiempo de espera L , siendo necesario añadir un inventario de seguridad como medida de protección contra posibles pérdidas de ventas. Cuanto más grande sea el inventario de seguridad y por ende más alto el punto de reorden, será menos probable que se presente un desabastecimiento.

Al tener un interés variable y dudoso durante todo el tiempo de llegada por parte del proveedor, las actividades de mejora deben orientarse a no parar por falta de stock, buscando una armonía entre la atención al cliente y los costos de mantenimiento del stock.

B. Demanda Dependiente

Donde la necesidad de un artículo resulta de la necesidad de otro, esta demanda es generada por un programa de producción (MRP) o ventas. En esta demanda la empresa tiene más control porque es la demanda de nuestros procesos productivos.

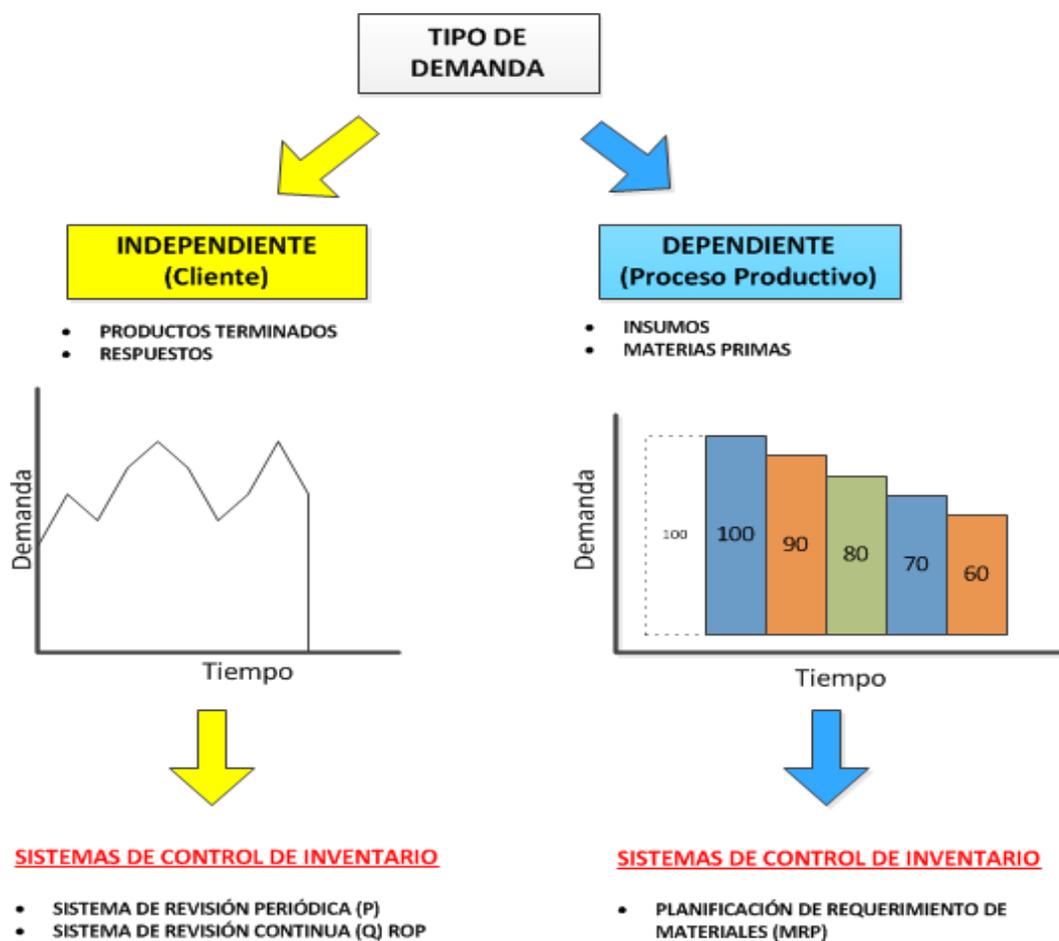


Figura 7. Tipos de demanda

Fuente: Administración de operaciones, Krajewski y Ritzmann, 2000.

2.8. Método Punto de Reorden (ROP)

Según el autor Balloou 2004, mantiene ese registro de acciones por espacio de reorden que el interés es perpetuo y perennemente revisa las acciones para reducir su nivel. Justo cuando la acción se reduce a un nivel igual o no al punto de reorden (ROP), se establece una suma de solicitud relacionada con el dinero Q para reactivar la acción.

Según Lande J.M. 2011, uno de los presentadores para computar el grado de renovación de stock es el Punto de Reorden ROP, este reside en crear otra solicitud cuando el nivel de stock es equivalente o no exactamente al nivel de ROP. En esta estrategia, se acepta que el interés y el tiempo de traspaso del proveedor para otra solicitud son gratuitos, es decir, se apoya en la conducta solicitada por el mercado. (Cliente).

Algo vital a considerar cuando se conoce el interés, el Punto de Reorden (ROP) será el interés a lo largo del tiempo de traspaso, y si no se conoce el interés, se debe agregar el stock de bienestar.

Metodología

Según Wang (2010) el punto de reorden o también llamado ROP se calcula con la siguiente formula de la ecuación 1:

$$ROP = u_t u_d + B$$

Donde:

ROP = Punto de Reorden en unidades.

u_t = Tiempo de entrega promedio en días.

u_d = Demanda promedio en unidades/días.

B = Stock de seguridad en unidades.

Para calcular el stock de seguridad (B) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$B = Z \sigma_z$$

Donde:

Z = Número de desviación estandarizada de la curva normal que corresponde a un área igual al nivel de servicio P(z).

σ_z = Desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega en unidades.

Para calcular el nivel de servicio P(z) se calcula con la siguiente ecuación:

$$P(z) = \frac{Cf\left(\frac{D}{Q}\right)}{Cm + Cf\left(\frac{D}{Q}\right)}$$

Donde:

ρ = Es el coeficiente de correlación de la demanda y el tiempo de entrega.

Por su parte el coeficiente de correlación entre dos variables x , y , se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)(y_i - y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - y)^2}}$$

normal se calcula con la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \sqrt{u_t \sigma_d^2 + u_d^2 \sigma_t^2}$$

Donde:

σ_d = Desviación estándar de la demanda en unidades/día.

σ_t = Desviación estándar del tiempo de entrega en días.

Según Wanng, 2010, para calcular el punto de reorden o también llamada ROP con demanda normal se utiliza la siguiente ecuación (2):

$$ROP = E(z) + B$$

Donde:

$E(z)$ = Es el valor esperado de la demanda del tiempo de entrega.

B = Stock de seguridad en unidades.

Para calcular el valor esperado de la demanda se calcula con la siguiente ecuación:

$$E(z) = u_t u_d + \rho \sigma_d \sigma_t$$

Donde:

x_i y y_i = Son los datos de las variables correlacionadas.

\bar{x} y \bar{y} = Son los valores promedios.

2.9. Indicadores de gestión de inventario

Los indicadores se utilizan para poder evaluar el desempeño y los resultados de cada componente de gestión. De igual manera, el objetivo de los punteros de administración es evaluar la efectividad de las coordinaciones del directorio dentro de la asociación y así tener la opción de lograr un control duradero de las diversas tareas que realiza en la asociación. Tener la opción de identificar las decepciones y tratar de mejorar la red de inventario en general.

Según Castro (2014) es importante tomar en cuenta 2 indicadores importantes:

a) Rotación de inventario:

Esta conexión entre transacciones e inventarios normales demuestra las ocasiones en que el capital aportado se recupera a través de transacciones o, como tal, son las ocasiones en las que se han restablecido inventarios durante un tiempo.

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{Inventario promedio}}$$

b) Cobertura de stock

Este indicador permite controlar la duración del inventario, para ello se divide el inventario final y las ventas promedio del último periodo.

$$\text{Valor} = \frac{\text{Inventario final}}{\text{Ventas promedio}} \times 30 \text{ dias}$$

2.10. Glosario

- **ABC:** Técnica de arreglo de existencias, donde las clases A son las más importantes y profundamente devoradas, las C son las menos significativas y las menos quemadas.
- **Lead time:** tiempo que pasa desde que se genera la orden de compra hasta que el producto llega al cliente.
- **Inventario:** bien tangible conformado por la existencia de materiales.
- **ROP:** Reorder point o punto de reposición, se alude a la estimación ROP cuando el stock accesible no es exactamente o equivalente a la estimación ROP, por lo que, en definitiva, deben comprarse artículos para satisfacer la necesidad.
- **Stock de seguridad:** Es el inventario para proteger retrasos imprevistos en las entregas de los pedidos.
- **Suministro:** Los materiales que se utilizan en el ciclo de creación, a diferencia del material crudo, no sufren cambios. En minería las disposiciones o fuentes de información que se aplican para concentrar y manipular el mineral. El material crudo sería el mineral en bruto que se extrae de la pendiente.
- **Almacén:** Es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes.
- **Control:** Es una etapa primordial en la administración, permite evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico.
- **Distribución:** Es el acto de hacer que los productos estén disponibles para los clientes en cantidades necesarias.
- **Pedido:** Es una demanda, requerimiento, o solicitud.

- **Planificación:** Proceso de establecer metas y evaluar toda la información relevante dando como resultado un plan.
- **Distribución:** Es la cantidad a repartir en cada área o proceso.
- **Stock:** Cantidad de mercancías que se tiene en depósitos, que es necesario tener almacenada para compensar el flujo de consumo y el de la producción.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis General

La implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC permite mejorar la gestión y control de inventario en una empresa minera.

3.1.2. Hipótesis Específica

La clasificación de los materiales logra una adecuada gestión de inventario.

La cantidad óptima de reposición logra una adecuada gestión de inventario.

La reducción del nivel de inventario contribuye con la reducción de costos.

El indicador de cobertura mejora el control del inventario y evita altos niveles de stock.

3.2. VARIABLES

Variable independiente

- Método de reposición ROP

Variable dependiente

- Gestión y control de inventario

Ver anexo 2 matriz de consistencia

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, porque el conocimiento que se busca obtener ayudará a la empresa mejorar la gestión y control de inventario.

3.3.2. Diseño de la Investigación

Hernández y Bautista (2014) definen al diseño no experimental como “los estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después ser analizados”.

En tal sentido el presente trabajo utiliza el diseño no experimental de tipo transversal, ya que no hay manipulación de variables sino mediciones a través de los indicadores y estos se obtienen con datos de un momento determinado.

3.3.3. Población y Muestra

3.3.3.1. Población de estudio

La población corresponde a los consumos y reposición que la empresa realiza desde enero a diciembre del 2019.

3.3.3.2. Muestra

La muestra es no probabilística, serán los ítems más representativos de la empresa minera.

3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente estudio de inquisición se lleva a cabo con:

- Análisis documentario: Reporte de base de datos.
- Análisis de sistema: Se analiza el sistema de trabajo y el sistema de SAP.

Los instrumentos a utilizar son:

- Diagrama de Pareto.
- Formatos de actividades logísticas en los procesos logísticos.

3.3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis de la información se utilizará para afirmar la especulación general y la teoría explícita. Las consecuencias del examen se introducirán en tablas y diagramas fácticos para que sea más justificable.

Los métodos de preparación utilizados en el examen son los siguientes:

- Estadística: los resultados del análisis e interpretación de los resultados se presentan en indicadores y graficas a través de Microsoft Excel.
- El diagrama de procesos a través del software Bizagi Process Modeler.

Las técnicas de análisis que se utilizan en la indagación son las siguientes:

- Análisis comparativo
- Elaboración de reportes
- Elaboración de cuadros de indicadores

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Descripción de la empresa

4.1.1. Reseña histórica

La empresa minera es de capitales nacionales que opera como una de las minas subterránea de oro, desde su fundación realiza trabajos de exploración, desarrollo, explotación y metalurgia de minerales auríferos. La minera se encuentra en el departamento La Libertad a una altura promedio de 2780 m.s.n.m. Desde su creación sus esfuerzos están consignados a lograr una minería competitiva de alta productividad con amplia responsabilidad social.

4.1.2. Visión y misión

Visión: Tener tareas mineras efectivas y actuales que permitan el aprovechamiento ideal, en igualdad de condiciones, con bajos costos de creación.

Misión: Ser una organización minera excepcionalmente beneficiosa y competente que haga sus activos con pautas de élite, un grupo humano de calidad y cuidado del clima, garantizando el desarrollo y la coherencia del negocio.

4.1.3. Organización

La Mina en su marco autoritario está compuesta por la Gerencia General y Gerencia de Operaciones, un Superintendente General y 04 Superintendencias en el espacio de Mina, Planta, Mantenimiento y Control de Pérdidas. Además, existe un Departamento de Recursos Humanos, para su actividad en la unidad, esta asociación aparece en el diagrama de asociación. Ver Anexo 3 Organigrama de la empresa y anexo 4 organigrama de la gerencia logística.

4.2. Procedimiento de implementación del método ROP

La siguiente tesis consiste en implementar el método de reposición ROP, para ellos se realiza los siguientes pasos:

Paso 1: Clasificar los materiales en base al criterio ABC.

- Analizar la composición del inventario actual.
- Obtener saldos y los consumos valorizados.
- Clasificar según nivel de costo y rotación de consumo.

Paso 2: Calcular la cantidad optima a reponer los materiales con el ROP.

- Calcular el consumo promedio y desviación estándar
- Calcular los días de entrega del proveedor.
- Calcular el stock de seguridad

Paso 3: Desarrollar el uso de indicadores de gestión de inventarios.

- Calcular los días de cobertura para el año 2020.
- Calcular los días de cobertura del inventario actual.

4.3. Implementación del método ROP en la empresa minera

En este capítulo se desarrolla paso a paso la aplicación del método de punto de reorden:

4.3.1. Clasificar los materiales en base al criterio ABC

Actualmente el proceso de reposición de inventario son los días de duración del stock actual. Este valor es calculado en función al stock máximo y al stock actual, primero se divide el stock máximo entre 30 para convertirlo a días; luego divide el stock actual entre los días de stock máximo.

En la tabla 4 se muestra el modelo actual de gestión de inventario donde muestran el stock mínimo, stock máximo y el stock a la fecha que son valores con el que se calcula los días de duración de inventario, además tiene un indicador de semáforo donde se interpreta de la siguiente manera:

- Verde cuando los tiempos de longitud del stock son más notables y equivalentes a 30.
- Amarillo cuando el tiempo de duración del stock es menor a 30 y mayor e igual a 15.
- Rojo cuando el tiempo de vencimiento de existencias es menor a 15.

Tabla 4. Modelo de gestión de inventario

IT	Codigo Nuevo	Codigo Sistema	Descripción	UM	Stock Mínimo Crítico	Stock Máximo mensual	Stock a la Fecha	Días Duración	Fecha de Inventario	PEDIDO
ACEROS Y REACTIVOS PARA PLANTA										
2	24823	040101002	SULFATO DE COBRE	KG	15,000	30,000.00	24,000.00	24		30,000.00
3	24828	040101008	AERO 1404	KG	563	1,125.00	925.00	25		
4	24827	040101006	AERO 242	KG	100.0	200.00	220.00	33		
5	24830	040102001	SULFATO DE ZINC	KG	15,000	60,000.00	27,000.00	14		30,000.00
7	24833	040102005	DEXTRINA H-31	KG	1,200	1,700.00	6,500.00	115		
8	24839	040104002	XANTATO Z 11	KG	750	1,500.00	5,800.00	116		1,500.00
9	24838	040104001	XANTATO Z-6	KG	750	1,500.00	1,250.00	25		
10	24841	040105004	CAL VIVA (OXIDO DE CALCIO)	KG	15,000	60,000.00	28,000.00	14		29,000.00
12	29593	040105012	AYUDA FILTRANTE AFR-710	KG	1,500	3,010.00	2,790.00	28		
13	24846	040106004	SUPERFLOC C-581	KG	250	227.00	226.80	30		
14	24844	040105010	TAMOL	KG	500	1,000.00	3,742.20	112		
14	29586	040102010	DEPRESOR RA-CN300	KG	1,500	3,000.00	4,250.00	43		
15	24848	040201003	BOLA DE ACERO FORJADO DE 2"	KG	5,000	10,000.00	16,000.00	48		8,000.00
16	24849	040201004	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	KG	6,000	12,000.00	10,000.00	25		20,000.00
17	24850	040201005	BOLA DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	KG	5,000	10,000.00	4,000.00	12		4,000.00
REACTIVOS PARA LABORATORIO METALURGICO										
1	21728	010203004	LIQUIDO DE FRENO DOT 4 355 ML	FCO	5.00	10.00		-		
17	24882	050101080	PEPEL FILTRO MEDIO SIN CENIZA	PZA	50.00	100.00		-		
18	24883	050101081	PAPEL FILTRO RAPIDO SIN CENIZA	PZA	50.00	100.00		-		
21	24870	050101050	PAPEL KRAFT	PZA	100.00	200.00		-		
23	24886	050102003	HIDROXIDO DE AMONIO	KG	11.00	21.00	12.00	17		42.00 21.00
24	24887	050102004	ACIDO CLORHIDRICO	KG	15.00	30.00	10.00	10		60.00 30.00
25	24888	050102005	ACIDO NITRICO	KG	10.00	20.00	-	-		40.00 20.00
26	24889	050102006	CLORURO DE AMONIO	KG	7.00	14.00	7.00	15		28.00 14.00
28	24895	050103011	ACIDO ASCORBICO	KG	1.00	2.00	-	-		2.00 2.00
29	24897	050103013	ACETATO DE AMONIO	KG	2.00	4.00	5.00	38		5.00 10.00
30	24898	050103015	E. D. T. A.	KG	1.00	1.00	1.00	30		1.00 1.00
31	24899	050103016	FLUORURO DE AMONIO	KG	2.00	4.00	7.00	53		5.00
32	24900	050103017	HIDROXIDO DE SODIO	KG	1.00	1.00	2.00	60		2.00
33	24901	050103020	PERSULFATO DE AMONIO	KG	1.00	2.00	-	-		2.00 2.00
34	24902	050103021	THIOUREA	KG	1.00	2.00	-	-		2.00 2.00
36	24904	050103023	XILENOL ORANGE X 5 GRAMOS	FCO	1.00	1.00	-	-		2.00 2.00
37	24905	050103024	IODURO DE POTASIO	KG	2.00	4.00	-	-		4.00 4.00
38	24906	050103025	ACIDO ACETICO	KG	5.00	10.00	10.00	30		10.00

Fuente: La empresa.

Luego, se procede a realizar la implementación de mejora en la gestión de inventario utilizando el método ROP y la clasificación ABC.

4.3.1.1. Composición del inventario en la empresa minera:

La empresa es una industria extractiva para la preparación de concentrados, es decir, se separa el material crudo del talud que se convertiría en el mineral bruto, al ser procesado en la planta se convierte en un mineral que luego será utilizado para la comercialización. Por lo tanto, la interacción de creación solo solicita suministros y para el territorio de soporte solicita repuestos.

A continuación en la tabla 5 se detalla los materiales que se utilizan en la empresa minera dando un total de 4 813 ítems.

Tabla 5. Composición de inventario de la empresa minera

GÉNERO	TOTAL
Bombas	470
Combustible y lubricante	15
Equipos de computo y comunicaciones	77
Equipos y materiales de seguridad salud y medio ambiente	135
Equipos y materiales electricos	570
Grupo varios	3
Herramientas e instrumentos	71
Insumos laboratorio	30
Insumos mina	89
Insumos planta concentradora	20
Materiales uso especifico	54
Materiales y repuestos uso general	607
Repuesto de uso especifico	2228
Rodaje y accesorios	278
Tuberias y valvulas	103
Utilies de oficina	63
Total general	4813

Fuente: La empresa / Elaboración propia.

4.3.1.2. Clasificación ABC

Identificado los materiales se procedió a elaborar la clasificación bajo el criterio ABC, una herramienta que permite clasificar todos los materiales (4 813 ítems) según su costo y consumo valorizados en soles.

Para la clasificación de saldos valorizados se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- Los saldos valorizados de todo el año 2019.
- Los consumos del periodo de Enero 2019 a Diciembre 2019.
- Se totaliza la suma total obtenida fue de S/. 6.062.312,89 (ver tabla 1).

De la tabla 6 se muestra que cada material tiene un factor que es el saldo dividido entre su total. La finalidad de clasificar los materiales en base a los saldos y consumo valorizados sirve para identificar que tan importante se define un material en base a su nivel de costo, con la finalidad de poder asignar prioridad a cada recurso y evitar gastar en recursos que no tendrían gran impacto financiero con respecto al costo total de inventario.

Tabla 6. Clasificación ABC

MATERIAL	SALDO S/.	COSTO TOTAL S/.	%	ACUM. %	CALIFICACIÓN
Sulfato de cobre pentahidratado/cas: 7758-99-8	246,370.28	6,230,142.90	3.9545%	4%	A
Examon P	195,111.96	6,230,142.90	3.1317%	7%	A
Thiourea al 99% - Tiourea/Cas: 62-56-6 / Min: 99%	116,238.33	6,230,142.90	1.8657%	9%	A
Dextrin H-31-Deprex H-31 / Cas: No aplicable	104,984.23	6,230,142.90	1.6851%	11%	A
Tamol - Orotan sn dispersante / Cas: 9084-06-4 Cas: 7757-82-6 Cs: 50-00	72,969.46	6,230,142.90	1.1712%	12%	A
Bola de acero forjado de 3	68,700.20	6,230,142.90	1.1027%	13%	A
Bolas de acero forjado de 2	68,042.50	6,230,142.90	1.0921%	14%	A
Petroleo diesel #2 (DBS S-50)	66,118.98	6,230,142.90	1.0613%	15%	A
Xantato Z-11-xantato isopropilico de sodio Z-11 / CAS: 140-93-2	59,056.63	6,230,142.90	0.9479%	16%	A
Main cover (Np 132253)(bomba surmegible grindex)	56,140.44	6,230,142.90	0.9011%	17%	A
Sulfato de Zinc - Heptahidrato / CAS: 7446-20-0	51,877.56	6,230,142.90	0.8327%	18%	A
Difusor poliuretano vibrathane celda OK-8	50,996.39	6,230,142.90	0.8185%	19%	A
Cianuro de sodio	48,597.33	6,230,142.90	0.7800%	19%	A
Depresor RA-CN300	38,209.88	6,230,142.90	0.6133%	20%	A
Eje cabezal 1.11 / 16 X 6 N. 02E318220064	1,434.84	6,230,142.90	0.0230%	80%	B
Difusor inferior (NP 5032009)(Bomba sumergible GRNDEX)	1,432.69	6,230,142.90	0.0230%	80%	B
SKID (NP 70450668)(SANDVIK JUM-3036)	1,430.19	6,230,142.90	0.0230%	80%	B
Corner N.6W-3468	1,425.36	6,230,142.90	0.0229%	80%	B
Cylinder bushing NP LC524726	1,425.05	6,230,142.90	0.0229%	80%	B
Screw (NP 70700635)(SANDVIK JUMM-3036)	1,424.58	6,230,142.90	0.0229%	80%	B
Fullmnante 8-45 MM (CJA X 100PZS)	1,424.48	6,230,142.90	0.0229%	80%	B
Disco de embrague N. 85000775	1,422.65	6,230,142.90	0.0228%	80%	B
Casquillo (NP 1134955)(Volvo-FM6X)	378.79	6,230,142.90	0.0061%	95%	C
Cubierta (NP 5007400)(Bomba sumergible GRNDEX)	376.99	6,230,142.90	0.0061%	95%	C
Manguera de latex de 1/4	376.99	6,230,142.90	0.0061%	95%	C
Seal NP 3128301239	376.91	6,230,142.90	0.0060%	95%	C
Gasket N 169-4200	109.52	6,230,142.90	0.0018%	99%	C
Reten 30 X 39 X 5	109.25	6,230,142.90	0.0018%	99%	C
Wiper limpiador (RN3115-3024-00)	109.14	6,230,142.90	0.0018%	99%	C
Tuerca KM-20	28.13	6,230,142.90	0.0005%	100%	C
Wiper (NP 81003989) (Sandvk JUM-AXEDO311)	28.13	6,230,142.90	0.0005%	100%	C

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se muestra el gráfico ABC el cual indica el nivel de rotación que tiene cada material, es decir un material puede representar un alto costo y a la vez un alto consumo o también puede ser un material con un costo alto pero con un bajo nivel de consumo.

Después de haber realizado la clasificación ABC de costo y consumos se elabora una matriz con la combinación de ambos, lo cual permite tener una visión estructurada de la composición del inventario por su costo y su nivel de consumo.

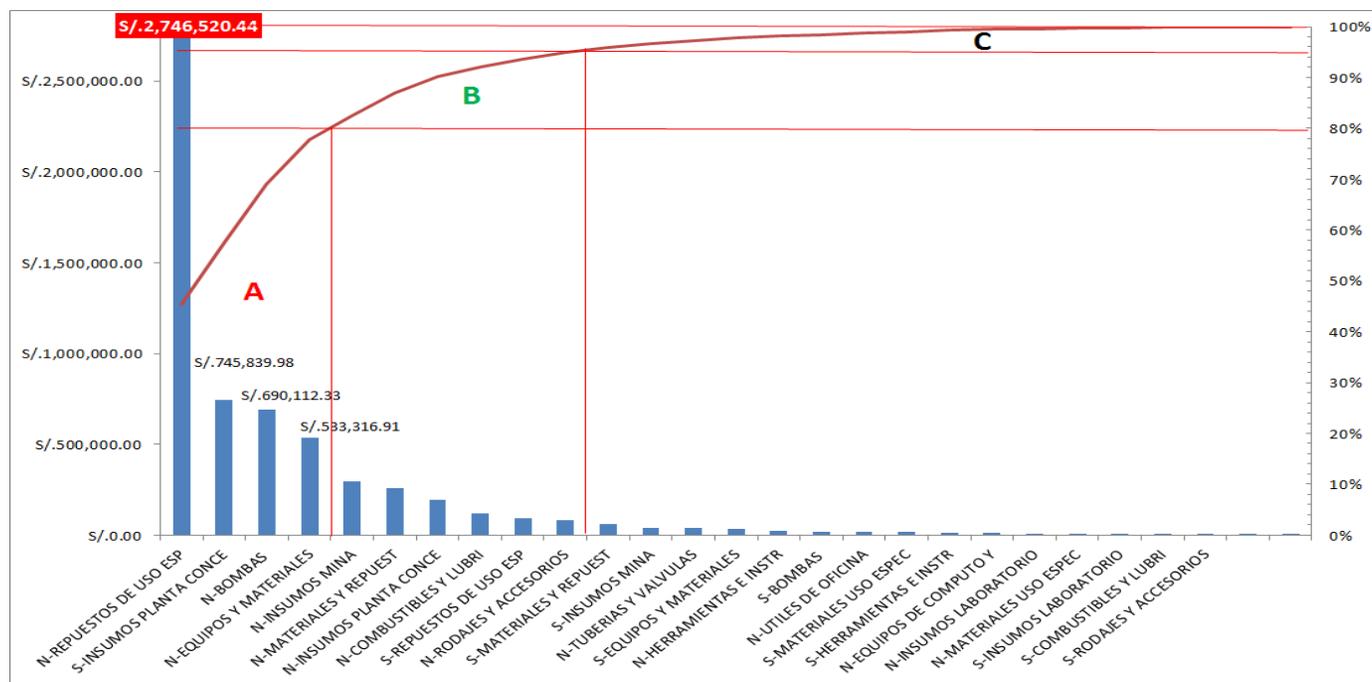


Figura 8. Grafica de la clasificación ABC

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 y tabla 8 se hace un análisis ABC en términos de porcentaje, unidades y costo, llegando a la siguiente conclusión:

- De 791 unidades corresponden al 16% de un total de 4813 unidades, que representan el 80% del costo total equivalente a un importe de S/. 4 849 141,84. En estos materiales que representan alto costo y mayor consumo se enfocara el método ROP.

Tabla 7. Matriz de clasificación ABC en unidades

Unidades					
ABC COSTO 2019	ABC CONSUMO 2019				
clase de codigo	Clase de consumo				
Clase de costo	A	B	C	Total general	%
A	271	26	494	791	16%
B	432	34	728	1194	25%
C	1139	126	1563	2828	59%
Total general	1842	186	2785	4813	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Matriz de clasificación ABC en soles

Soles (s/.)					
ABC COSTO 2019	ABC CONSUMO 2019				
clase de codigo	Clase de consumo				
Clase de costo	A	B	C	Total general	%
A	2,083,983.30	229,673.64	2,535,484.90	4,849,141.84	80%
B	330,895.06	24,986.63	553,947.61	909,829.30	15%
C	110,579.86	14,321.23	178,441.62	303,342.71	5%
Total general	2,525,458.22	268,981.50	3,267,874.13	6,062,313.85	100%

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Calcular la reposición óptima de inventario con el método ROP

Después de clasificar los materiales con el método ABC, para la tesis se considera la categoría que representa el elevado coste y a la vez con mayor consumo. En la tabla 9. Se analiza la matriz donde se calcula el porcentaje de cada consumo en base al total general, teniendo como resultado la clase AA que representa el 34% equivalente a 271 unidades con un valor de 2 083,983.30 soles.

Tabla 9. Clase AA

Soles (s/.)				
ABC COSTO 2019	ABC CONSUMO 2019			
clase de codigo	Clase de consumo			
Clase de costo	A	B	C	Total general
A	34%	4%	42%	80%
B	5%	0%	9%	15%
C	2%	0%	3%	5%
Total general	42%	4%	54%	100%

271 unidades

↓

S/. 2'083,983.30

Fuente: Elaboración propia

En función de los resultados conseguidos en la clasificación ABC y muestra AA, la posibilidad de mejora para disminuir el nivel de inventario e implementar el método de reposición ROP es el 34% equivale a 271 unidades con un valor de S/. 2083,983.30.

En la Tabla 10 se muestran los materiales extraídos de la muestra agrupada por género los cuales se utilizaran en la implementación del método ROP, para obtener su punto de reorden que vendría a ser el stock mínimo y adicionalmente se calculara el stock máximo en base al consumo promedio diario y al tiempo de entrega.

Tabla 10. Materiales de la muestra AA

Costo actual		Clase de consumo
Clase de costo	Genero	A
A	Bombas	S/. 188,653.98
	Combustibles y lubricante	S/. 23,684.92
	Equipos y materiales de seguridad, salud y medio ambiente	S/. 46,503.99
	Equipos y materiales electricos	S/. 64,280.50
	Herramientas e instrumentos	S/. 6,015.90
	Insumos laboratorio	S/. 1,876.80
	Insumos mina	S/. 272,172.58
	Insumos planta concentradora	S/. 768,381.55
	Materiales uso especificos	S/. 12,227.82
	Materiales y repuestos uso general	S/. 128,727.65
	Repuesto de uso especifico	S/. 555,899.49
	Rodaje y accesorios	S/. 5,305.53
	Tuberias y valvulas	S/. 7,260.59
	Utiles de oficina	S/. 2,992.00
Total A		S/. 2,083,983.30

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.1. Consumo mensual de materiales de Enero 2019 – Diciembre 2019

En la tabla 11 se muestra los consumos y saldos de materiales agrupados por género valorizado en soles, para luego calcular el punto de reposición con el método ROP en base a su consumo promedio y los días de entrega. El ROP se obtiene en términos de días, al multiplicarse por el stock máximo en días, se obtendrá el stock máximo en soles, para luego comparar con el costo actual y determinar la diferencia que vendría a ser el importe que la empresa debe considerar como un ahorro si se implementa el método ROP.

Tabla 11. Consumo de materiales del año 2019

Consumos		Año 2019												
Genero	Tipo de movimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
Bombas	Salida a producción	S/. 82,622.67	S/. 59,567.91	S/. 76,212.45	S/. 111,397.89	S/. 118,700.42	S/. 79,853.86	S/. 131,607.44	S/. 79,337.22	S/. 46,486.51	S/. 92,135.76	S/. 109,338.29	S/. 202,797.78	S/. 1,190,058.20
Combustibles y lubricante	Salida a producción	S/. 268,675.92	S/. 256,355.39	S/. 249,066.11	S/. 261,124.55	S/. 277,256.31	S/. 275,584.64	S/. 287,765.26	S/. 283,452.02	S/. 257,202.47	S/. 300,902.67	S/. 272,886.87	S/. 268,744.51	S/. 3,259,016.72
Equipos y materiales de seguridad	Salida a producción	S/. 15,335.04	S/. 19,798.67	S/. 22,694.41	S/. 17,342.73	S/. 30,859.38	S/. 19,571.54	S/. 26,018.65	S/. 14,081.35	S/. 17,839.40	S/. 19,293.92	S/. 24,365.46	S/. 17,897.54	S/. 245,098.09
Equipos y materiales electricos	Salida a producción	S/. 55,729.58	S/. 81,083.73	S/. 68,774.48	S/. 32,445.43	S/. 53,477.35	S/. 46,829.27	S/. 79,035.52	S/. 112,979.58	S/. 111,497.01	S/. 82,539.39	S/. 104,870.15	S/. 87,290.40	S/. 916,551.89
Herramientas e instrumentos	Salida a producción	S/. 9,596.78	S/. 4,522.24	S/. 6,127.44	S/. 7,301.01	S/. 10,139.01	S/. 18,638.17	S/. 7,126.91	S/. 20,632.12	S/. 17,934.58	S/. 8,881.74	S/. 16,035.85	S/. 24,858.05	S/. 151,793.90
Insumos laboratorio	Salida a producción	S/. 3,535.36	S/. 9,084.45	S/. 6,264.98	S/. 1,386.92	S/. 5,877.79	S/. 2,667.09	S/. 6,045.90	S/. 5,944.42	S/. 6,380.16	S/. 4,178.67	S/. 4,519.83	S/. 4,427.71	S/. 60,313.28
Insumos mina	Salida a producción	S/. 185,130.62	S/. 176,510.68	S/. 124,175.76	S/. 133,620.12	S/. 161,149.86	S/. 141,469.29	S/. 194,246.86	S/. 152,037.23	S/. 145,803.57	S/. 148,780.82	S/. 144,839.64	S/. 190,495.26	S/. 1,898,259.71
Insumos planta concentradora	Salida a producción	S/. 476,243.16	S/. 438,069.08	S/. 461,383.75	S/. 486,186.19	S/. 464,320.21	S/. 363,933.29	S/. 602,945.78	S/. 492,093.78	S/. 439,557.45	S/. 423,311.53	S/. 473,839.64	S/. 457,276.21	S/. 5,579,160.07
Materiales uso especificos	Salida a producción	S/. 11,259.79	S/. 8,476.22	S/. 12,162.01	S/. 6,476.24	S/. 9,618.76	S/. 13,479.37	S/. 8,908.81	S/. 11,487.73	S/. 11,836.28	S/. 9,404.84	S/. 10,489.64	S/. 11,065.58	S/. 124,665.27
Materiales y repuestos uso general	Salida a producción	S/. 144,175.27	S/. 107,675.32	S/. 134,879.45	S/. 90,934.49	S/. 140,446.94	S/. 180,644.36	S/. 163,733.78	S/. 120,005.92	S/. 107,626.08	S/. 97,828.57	S/. 192,754.72	S/. 186,695.56	S/. 1,667,400.46
Repuesto de uso especifico	Salida a producción	S/. 371,321.93	S/. 405,939.93	S/. 474,962.84	S/. 357,722.87	S/. 347,065.14	S/. 436,546.96	S/. 303,622.60	S/. 406,829.57	S/. 386,768.98	S/. 393,608.77	S/. 421,664.56	S/. 380,401.59	S/. 4,686,455.74
Rodaje y accesorios	Salida a producción	S/. 5,215.73	S/. 863.88	S/. 7,435.90	S/. 6,523.83	S/. 1,814.38	S/. 9,920.55	S/. 4,001.10	S/. 4,000.98	S/. 7,033.69	S/. 2,060.85	S/. 14,358.08	S/. 10,423.27	S/. 73,652.24
Tuberias y valvulas	Salida a producción	S/. 15,854.05	S/. 26,511.20	S/. 37,268.05	S/. 20,939.02	S/. 9,763.67	S/. 18,071.37	S/. 50,778.59	S/. 135,148.21	S/. 57,455.29	S/. 39,852.03	S/. 28,240.17	S/. 71,098.07	S/. 510,979.72
Utiles de oficina	Salida a producción	S/. 3,687.97	S/. 2,699.35	S/. 3,648.59	S/. 2,796.55	S/. 5,590.97	S/. 2,881.01	S/. 3,240.85	S/. 4,228.18	S/. 6,428.61	S/. 3,298.40	S/. 4,457.93	S/. 3,659.79	S/. 46,618.20
Total general		S/. 1,648,383.87	S/. 1,597,158.05	S/. 1,685,056.22	S/. 1,536,197.84	S/. 1,636,080.19	S/. 1,610,090.77	S/. 1,869,078.05	S/. 1,842,258.31	S/. 1,619,850.08	S/. 1,626,077.96	S/. 1,822,660.83	S/. 1,917,131.32	S/. 20,410,023.49

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. Calculo de ROP

Para calcular el ROP utiliza la siguiente formula descrito en el capítulo 3:

$$ROP = L_t D_d + Z \sigma_z$$

Donde:

L_t = Tiempo de entrega promedio en días.

D_d = Demanda promedio en unidades/días.

Z = Número de desviación estandarizada de la curva normal que corresponde a un área igual al nivel de servicio.

σ_z = Desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega en unidades.

Para una mejor representación gráfica de los géneros se mostrará la información del género insumo planta concentradora para los cálculos correspondientes.

- a) **Tiempo de espera (L):** Se establece el tiempo necesario para la renovación de los materiales. De este modo, será rentable para la estimación del stock de bienestar, ver tabla 12.
- b) **Demanda promedio** Para la estimación del interés normal, se toma como premisa de datos el interés normal del año más reciente, como se demuestra en la tabla 12.

Tabla 12. Demanda promedio - Género insumo planta concentradora

Clase	Genero	Codigo	Descripcion	Promedio (P) dias	L (entrega Dias)
A	Insumo planta concentradora	1002524	METIL ISOBUTIL CARBINOL MIBC CILX160KG	3,133.64	7
		1002507	ZINC POLVO SACX20KG CERT MSDS	215.02	1
		1002482	SULFATO COBRE TEC. SACX25KG MSDS	3,117.93	6
		1002483	SULFATO FERROSO MONOH. SACX25KG MSDS	395.48	3
		1002573	PAPEL FILTRO 900X900MM P/FILTRO PRENSA	678.71	7
		1002505	FLOCULANTE MAGNAFLOC 351 BOLX25KG MSDS	156.35	7
		1002500	ACETATO PLOMO TEC. BOLX25KG CERT MSDS	207.25	6
		1002477	NITRATO PLOMO BOLX25KG CERT MSDS	1,095.98	5
		1002504	FLOCULANTE FLOERGER 923 BOLX25KG MSDS	115.61	3
		1002526	ESPUMANTE MT-346 CILX190.5KG MSDS	156.32	7
		1002574	PERDIGONES ESFERICOS ACERO Ø1/4"	666.06	5
		1002534	LONA P/PLACAS RIGIDAS FILTRO 163X163CM	1,665.19	7
		1045959	TELA INTERMEDIA 2000 FC+4F P50L1	298.36	7
		1002554	MALLA TYLER N°20	314.49	3
		1030877	FUNDA SINT. P/SECT. FILTRO DISCO 9X8'	416.06	7
		1046540	FLOCULANTE POLVO MT-4302 BOLX25KG MSDS	23.22	7
		1002468	CARBON ACTIVADO BOLX25KG MSDS	97.12	7
		1045414	HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG	121.70	7
		1045413	CLORURO FERRICO 40% CILX250KG MSDS	22.54	7
		1045410	FLOCULANTE POLVO MT-6506 BOLX25KG MSDS	90.11	7
1045412	HIPOCLORITO SODIO LIQ 10.5-12% CILX250KG	34.78	2		
1002479	HIPOCLORITO CALCIO GRAN. 65-70% BIDX45KG	256.05	6		

Fuente: Elaboración propia.

- c) **Nivel de servicio:** Para poder efectuar un sistema de revisión continua se requiere establecer el nivel de servicio con el que elaborara el área de almacén. Debido que se requiere ofrecer un buen nivel de servicio y no caer en costos logísticos innecesarios, se considera un nivel de servicio de 98% que es la probabilidad que exista stock durante el tiempo de entrega.

- d) **Valor Z** : Para hallar el valor de Z se ubica en la tabla los límites inferior y superior del 98%, que en este caso son los valores de 0,9798 y 0,9803 luego a estos valores se le resta el 0,98 y se obtienen dos diferencias: -0,00018 y 0,00030 respectivamente.

De estas dos diferencias se toma la diferencia de menor valor. Siendo la diferencia de menor valor -0,00018 que corresponde a la celda del valor 0,9798 con su respectiva fila 2.0 y columna 0.05; el valor de “Z” vendría a ser la concatenación de ambos valores fila y columna obteniéndose un valor de “Z” igual a 2,05 tal como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Tabla de distribución normal

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936

Fuente: Administración de operaciones, Krajewski, 2000.

- e) **Stock de seguridad**: finalmente se calcula el stock de seguridad el cual se logra a través del producto de la desviación estándar de la demanda por el número de desviación

estándar con respecto a la media durante el tiempo de entrega para un nivel de servicio de 98% ver tabla 14.

Para ello se utiliza la siguiente formula descrito en el capítulo 2 ($B = Z * \sqrt{L} * \sigma Z$)

- Z = Número de distribución normal
- σZ = Desviación estándar de la demanda
- L = tiempo de entrega en días

Tabla 14. Cálculo del stock de seguridad

Clase	Genero	Codigo	Descripcion	Promedio (P) dias	Desviacion estándar dias	L (entrega Dias)	Nivel de servicio	Valor Z	Stock Seguridad (SS) Dias
A	Insumo planta concentradora	1002524	METIL ISOBUTIL CARBINOL MIBC CILX160KG	3,133.64	203.51	7	0.98	2.05	1,103.80
		1002507	ZINC POLVO SACX20KG CERT MSDS	215.02	53.22	1	0.98	2.05	109.10
		1002482	SULFATO COBRE TEC. SACX25KG MSDS	3,117.93	337.26	6	0.98	2.05	1,693.54
		1002483	SULFATO FERROSO MONOH. SACX25KG MSDS	395.48	0.00	3	0.98	2.05	0.00
		1002573	PAPEL FILTRO 900X900MM P/FILTRO PRENSA	678.71	315.77	7	0.98	2.05	1,712.67
		1002505	FLOCULANTE MAGNAFLOC 351 BOLX25KG MSDS	156.35	79.45	7	0.98	2.05	430.92
		1002500	ACETATO PLOMO TEC. BOLX25KG CERT MSDS	207.25	75.34	6	0.98	2.05	378.32
		1002477	NITRATO PLOMO BOLX25KG CERT MSDS	1,095.98	144.46	5	0.98	2.05	662.20
		1002504	FLOCULANTE FLOERGER 923 BOLX25KG MSDS	115.61	37.88	3	0.98	2.05	134.50
		1002526	ESPUMANTE MT-346 CILX190.5KG MSDS	156.32	5.20	7	0.98	2.05	28.20
		1002574	PERDIGONES ESFERICOS ACERO Ø1/4"	666.06	217.20	5	0.98	2.05	995.63
		1002534	LONA P/PLACAS RIGIDAS FILTRO 163X163CM	1,665.19	261.11	7	0.98	2.05	1,416.21
		1045959	TELA INTERMEDIA 2000 FC+4F P50L1	298.36	108.02	7	0.98	2.05	585.88
		1002554	MALLA TYLER N°20	314.49	95.86	3	0.98	2.05	340.37
		1030877	FUNDA SINT. P/SECT. FILTRO DISCO 9X8'	416.06	119.21	7	0.98	2.05	646.57
		1046540	FLOCULANTE POLVO MT-4302 BOLX25KG MSDS	23.22	10.56	7	0.98	2.05	57.28
		1002468	CARBON ACTIVADO BOLX25KG MSDS	97.12	45.23	7	0.98	2.05	245.32
		1045414	HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG	121.70	15.97	7	0.98	2.05	86.62
		1045413	CLORURO FERRICO 40% CILX250KG MSDS	22.54	22.83	7	0.98	2.05	123.83
		1045410	FLOCULANTE POLVO MT-6506 BOLX25KG MSDS	90.11	42.48	7	0.98	2.05	230.40
	1045412	HIPOCLORITO SODIO LIQ 10.5-12% CILX250KG	34.78	14.33	2	0.98	2.05	41.54	
	1002479	HIPOCLORITO CALCIO GRAN. 65-70% BIDX45KG	256.05	148.99	6	0.98	2.05	748.15	

Fuente: Elaboración propia.

f) **ROP:** Luego de obtener todos los datos se calcula el punto de reorden ROP, en la tabla 15 se muestra todos los ROP para los elementos definidos como críticos en el inventario.

Siguiendo con el ejemplo del género insumo planta concentradora, el ROP conseguido para uno de sus códigos HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG es de 546.08 u, descifrándose que una vez que el inventario de este código descienda hasta el valor 546.08 u será momento de generar una orden de compra, y así repitiendo los mismos pasos cada vez que el inventario se ubique en niveles de ROP.

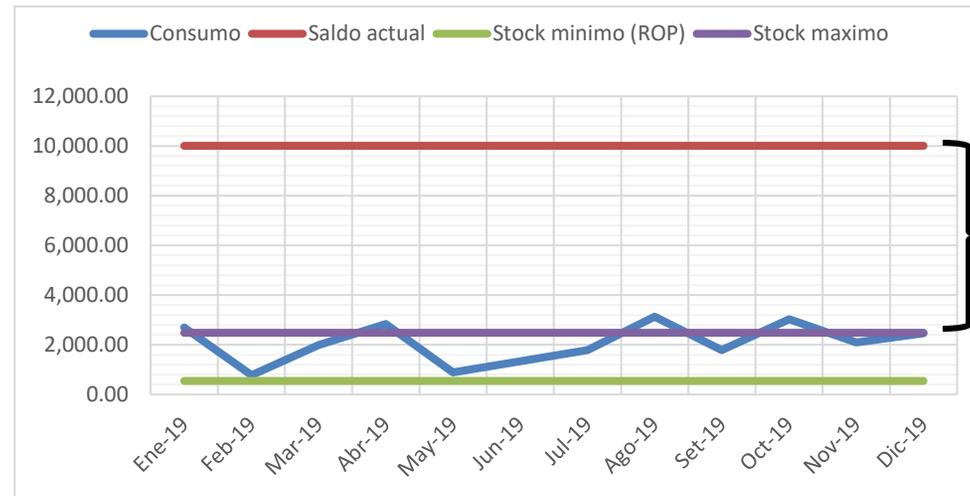
Tabla 15. Calculo del método ROP

Clase	Genero	Codigo	Descripcion	Promedio (P) días	Desviacion estándar días	L (entrega Dias)	Nivel de servicio	Valor Z	Stock Seguridad (SS) Dias	P*L	ROP
A	Insumo planta concentradora	1002524	METIL ISOBUTIL CARBINOL MIBC CILX160KG	3,133.64	203.51	7	0.98	2.05	1,103.80	21,935.48	23,039.28
		1002507	ZINC POLVO SACX20KG CERT MSDS	215.02	53.22	1	0.98	2.05	109.10	215.02	324.12
		1002482	SULFATO COBRE TEC. SACX25KG MSDS	3,117.93	337.26	6	0.98	2.05	1,693.54	18,707.58	20,401.12
		1002483	SULFATO FERROSO MONOH. SACX25KG MSDS	395.48	0.00	3	0.98	2.05	0.00	1,186.44	1,186.44
		1002573	PAPEL FILTRO 900X900MM P/FILTRO PRENSA	678.71	315.77	7	0.98	2.05	1,712.67	4,750.97	6,463.64
		1002505	FLOCULANTE MAGNAFLOC 351 BOLX25KG MSDS	156.35	79.45	7	0.98	2.05	430.92	1,094.45	1,525.37
		1002500	ACETATO PLOMO TEC. BOLX25KG CERT MSDS	207.25	75.34	6	0.98	2.05	378.32	1,243.50	1,621.82
		1002477	NITRATO PLOMO BOLX25KG CERT MSDS	1,095.98	144.46	5	0.98	2.05	662.20	5,479.90	6,142.10
		1002504	FLOCULANTE FLOERGER 923 BOLX25KG MSDS	115.61	37.88	3	0.98	2.05	134.50	346.83	481.33
		1002526	ESPUMANTE MT-346 CILX190.5KG MSDS	156.32	5.20	7	0.98	2.05	28.20	1,094.24	1,122.44
		1002574	PERDIGONES ESFERICOS ACERO Ø1/4"	666.06	217.20	5	0.98	2.05	995.63	3,330.30	4,325.93
		1002534	LONA P/PLACAS RIGIDAS FILTRO 163X163CM	1,665.19	261.11	7	0.98	2.05	1,416.21	11,656.33	13,072.54
		1045959	TELA INTERMEDIA 2000 FC+4F P50L1	298.36	108.02	7	0.98	2.05	585.88	2,088.52	2,674.40
		1002554	MALLA TYLER N°20	314.49	95.86	3	0.98	2.05	340.37	943.47	1,283.84
		1030877	FUNDA SINT. P/SECT. FILTRO DISCO 9X8'	416.06	119.21	7	0.98	2.05	646.57	2,912.42	3,558.99
		1046540	FLOCULANTE POLVO MT-4302 BOLX25KG MSDS	23.22	10.56	7	0.98	2.05	57.28	162.54	219.82
		1002468	CARBON ACTIVADO BOLX25KG MSDS	97.12	45.23	7	0.98	2.05	245.32	679.84	925.16
		1045414	HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG	65.78	15.97	7	0.98	2.05	86.62	460.46	547.08
		1045413	CLORURO FERRICO 40% CILX250KG MSDS	22.54	22.83	7	0.98	2.05	123.83	157.78	281.61
		1045410	FLOCULANTE POLVO MT-6506 BOLX25KG MSDS	90.11	42.48	7	0.98	2.05	230.40	630.77	861.17
	1045412	HIPOCLORITO SODIO LIQ.10.5-12% CILX250KG	34.78	14.33	2	0.98	2.05	41.54	69.56	111.10	
	1002479	HIPOCLORITO CALCIO GRAN. 65-70% BIDX45KG	256.05	148.99	6	0.98	2.05	748.15	1,536.30	2,284.45	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Cálculo del ROP - HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG

Codigo	Descripcion	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
1045414	HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG	2,699.67	778.33	1,991.85	2,835.17	887.59	1,342.63	1,790.16	3,132.78	1,790.11	3,030.06	2,089.98	2,470.73
Total general		2,699.67	778.33	1,991.85	2,835.17	887.59	1,342.63	1,790.16	3,132.78	1,790.11	3,030.06	2,089.98	2,470.73
Saldo actual		10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41	10,006.41
Stock minimo (ROP)		547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08	547.08
Stock maximo		2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88	2,483.88



Demanda promedio	Desviacion estándar días	L (entrega Días)	Nivel de servicio	Valor Z	Stock Seguridad (SS) Días	ROP	Saldo actual	Stock maximo	Diferencia
354.84	15.97	7	0.98	2.05	86.62	547.08	10,006.41	2,483.88	7,522.53

Fuente: Elaboración propia.

Para una más grande explicación del cálculo ROP en la tabla 16 se muestra el cálculo de reposición ROP para el material HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250K donde se concluye que presenta un alto nivel de inventario, con un stock actual de 10,006.41 u, considerando que su stock mínimo (ROP) es 547.08 u y su stock máximo es 2,483.88 u.

El stock máximo en días como se detalla en el marco teórico, es la suma de los 30 días más el tiempo de entrega que demora el proveedor en entregar el material. Se considera que el stock actual siempre debería llegar al nivel del stock máximo, lo que sobrepasa se considera como sobre stock lo cual resulta negativo para la empresa.

Después de haber calculado el punto de reorden ROP para los materiales de la muestra AA, se obtiene un stock total de S/. 1 344 951,55 y un costo actual de S/. 2 083 983,30 dando una diferencia de S/. 739 031,75 el cual se considera sobre stock del inventario tal como se muestra en la tabla 17.

Además, se ve que algunos materiales generan una diferencia negativa, ya que el stock de seguridad crea que el ROP es más alto que el gasto actual, sin embargo, reconoce una probabilidad del 98% de que exista stock disponible cuando varía la demanda.

Tabla 17. Costo actual y costo ROP

		Clase de consumo		
Costo actual		A		
Clase de costo	Genero	Costo actual 2019	ROP	Diferencia
A	Bombas	S/. 188,653.98	S/. 140,000.42	S/. 48,653.56
	Combustibles y lubricante	S/. 23,684.92	S/. 4,722.97	S/. 18,961.95
	Equipos y materiales de seguridad, salud y medio ambiente	S/. 46,503.99	S/. 13,036.21	S/. 33,467.78
	Equipos y materiales electricos	S/. 64,280.50	S/. 56,462.00	S/. 7,818.50
	Herramientas e instrumentos	S/. 6,015.90	S/. 6,598.48	-S/. 582.58
	Insumos laboratorio	S/. 1,876.80	S/. 47.77	S/. 1,829.03
	Insumos mina	S/. 272,172.58	S/. 160,428.31	S/. 111,744.27
	Insumos planta concentradora	S/. 768,381.55	S/. 455,959.24	S/. 312,422.31
	Materiales uso especificos	S/. 12,227.82	S/. 6,187.48	S/. 6,040.34
	Materiales y repuestos uso general	S/. 128,727.65	S/. 79,681.02	S/. 49,046.63
	Repuesto de uso especifico	S/. 555,899.49	S/. 415,375.38	S/. 140,524.11
	Rodaje y accesorios	S/. 5,305.53	S/. 1,659.14	S/. 3,646.39
	Tuberias y valvulas	S/. 7,260.59	S/. 4,314.58	S/. 2,946.01
	Utiles de oficina	S/. 2,992.00	S/. 478.53	S/. 2,513.47
Total A		S/. 2,083,983.30	S/. 1,344,951.53	S/. 739,031.77

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Mejora en los costos de inventario

La implementación del modelo de gestión de inventario a través del sistema de revisión continua (ROP) en el almacén, permite mejorar los niveles de inventario en cada código definido como crítico. Mediante lo propuesto se elimina los días de sobre stock de materiales, mejorando la liquidez de la empresa, asimismo de manera directa se reduce la probabilidad de quiebres de stock por un control más objetivo en el almacén.

Luego de aplicar el método de reposición de inventario ROP se logra reducir el inventario en un 35%, lo cual constituye a una reducción del costo de S/. 739 031,75 tal como se aprecia en la tabla 18.

Tabla 18. Valor de inventario bajo sistema ROP

		Clase de consumo		
Costo actual		A		
Clase de costo	Genero	Costo actual 2019	ROP	Diferencia
A	Bombas	S/. 188,653.98	S/. 140,000.42	S/. 48,653.56
	Combustibles y lubricante	S/. 23,684.92	S/. 4,722.97	S/. 18,961.95
	Equipos y materiales de seguridad, salud y medio ambiente	S/. 46,503.99	S/. 13,036.21	S/. 33,467.78
	Equipos y materiales electricos	S/. 64,280.50	S/. 56,462.00	S/. 7,818.50
	Herramientas e instrumentos	S/. 6,015.90	S/. 6,598.48	-S/. 582.58
	Insumos laboratorio	S/. 1,876.80	S/. 47.77	S/. 1,829.03
	Insumos mina	S/. 272,172.58	S/. 160,428.31	S/. 111,744.27
	Insumos planta concentradora	S/. 768,381.55	S/. 455,959.24	S/. 312,422.31
	Materiales uso especificos	S/. 12,227.82	S/. 6,187.48	S/. 6,040.34
	Materiales y repuestos uso general	S/. 128,727.65	S/. 79,681.02	S/. 49,046.63
	Repuesto de uso especifico	S/. 555,899.49	S/. 415,375.38	S/. 140,524.11
	Rodaje y accesorios	S/. 5,305.53	S/. 1,659.14	S/. 3,646.39
	Tuberias y valvulas	S/. 7,260.59	S/. 4,314.58	S/. 2,946.01
	Utiles de oficina	S/. 2,992.00	S/. 478.53	S/. 2,513.47
Total A		S/. 2,083,983.30	S/. 1,344,951.53	S/. 739,031.77

Valor de inventario 2019	S/. 2,083,983.30
Valor de inventario ROP	S/. 1,344,951.53
Sobre stock valorizado	S/. 739,031.77
% Sobre stock valorizado	35%

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Desarrollo del uso de indicadores de gestión de inventarios

Con los resultados del nivel de inventarios óptimo en función al promedio de la demanda y el nivel de stock de seguridad resulta conveniente para la gestión de inventario hacer seguimiento la cobertura del nivel de stock, es decir para cuantos días se tiene disponibilidad de stock.

Para ellos se realizara lo siguiente:

- Se propone el uso de indicador de cobertura en días, el cual sirve para medir el tiempo de permanencia del stock en el inventario y determinar el nivel de rotación.
- Calcular en días la cobertura como base para el 2020, el cual se obtiene de los saldos y consumos del periodo 2019 para cada material crítico.

En la presente tesis se plantea el desarrollo de indicadores de inventario para evaluar y controla la cobertura en días, y para un mejor análisis se calcula la cobertura del código HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG el cual pertenece al género INSUMO PLANTA CONCENTRADORA, en la tabla 19 se puede ver los ajustes mes a mes y la utilización punto a punto por meses del año 2019 estimada en soles. A partir de estos datos se calcula el promedio mensual de los saldos y el promedio mensual de los consumos del mismo periodo, obteniendo los promedios de S/. 115 666,98 y S/. 13 785.50 respectivamente.

Luego se establece 30 días como periodo mensual, con ello se procede a calcular el consumo promedio día que viene a ser la división del consumo promedio mensual entre 30 días. Finalmente se obtiene la cobertura en días que resulta de la división del promedio mensual de los saldo entre el consumo promedio día, para este caso es de 251,71 días.

Los 251,71 días viene a ser los días de cobertura base del inventario HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG que sirve como informe para la medición de los siguientes meses.

Tabla 19. Saldos y consumos del 2019 – código HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG

Suma de consumo mensual													
	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total general
Saldo fin	S/.112,441.94	S/.112,441.94	S/.112,117.75	S/.111,933.68	S/.111,793.56	S/.112,913.57	S/.114,299.70	S/.115,085.97	S/.114,675.23	S/.122,729.75	S/.122,539.09	S/.125,031.65	S/.1,388,003.83
Consumo	S/.11,254.00	S/.12,845.00	S/.18,254.00	S/.24,544.00	S/.10,544.00	S/.12,255.00	S/.16,555.00	S/.15,255.00	S/.10,555.00	S/.15,222.00	S/.6,555.00	S/.10,588.00	S/.164,426.00
Total general	S/.123,695.94	S/.125,286.94	S/.130,371.75	S/.136,477.68	S/.122,337.56	S/.125,168.57	S/.130,854.70	S/.130,340.97	S/.125,230.23	S/.137,951.75	S/.129,094.09	S/.135,619.65	S/.1,552,429.83

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Promedio base
Saldo mensual (soles)	S/.112,441.94	S/.112,441.94	S/.112,117.75	S/.111,933.68	S/.111,793.56	S/.112,913.57	S/.114,299.70	S/.115,085.97	S/.114,675.23	S/.122,729.75	S/.122,539.09	S/.125,031.65	S/.115,666.98
Consumo mensual (soles)	S/.11,254.00	S/.12,845.00	S/.18,254.00	S/.24,544.00	S/.10,544.00	S/.12,255.00	S/.16,555.00	S/.15,255.00	S/.10,555.00	S/.15,222.00	S/.6,555.00	S/.10,588.00	S/.13,785.50
Días del periodo (días)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Consumo día (soles/días)	S/.375.13	S/.428.17	S/.608.47	S/.818.13	S/.351.47	S/.408.50	S/.551.83	S/.508.50	S/.351.83	S/.507.40	S/.218.50	S/.352.93	S/.459.52
Cobertura (días)	299.74	262.61	184.26	136.82	318.08	276.41	207.13	226.32	325.94	241.88	560.82	354.26	251.71

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20 se muestra el consumo de los primeros meses del año 2020 del código HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG, del cual se calculara el indicador cobertura. Cabe indicar que, hoy en día el reabastecimiento del inventario está controlado por el método de reposición ROP.

Tabla 20. Saldos y consumos 2020 - código HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG

Suma de consumo mensual			
	Ene-20	Feb-20	Mar-20
Saldo fin	S/.113,504.46	S/.100,206.55	S/.90,800.53
Consumo	S/.12,875.63	S/.11,273.47	S/.11,874.55
Total general	S/.126,380.09	S/.111,480.02	S/.102,675.08

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 21 se muestra el proceso de la aplicación del método de reposición ROP del código HIDROXIDO SODIO LIQ. 49-50.5% CILX250KG, dando un valor de s/. 3,026.68, luego se calcula el saldo final que es la diferencia del saldo final del mes anterior y el ROP donde se consigue un saldo final de S/. 90 800, 53 para el mes de Marzo 2020, además al cierre de mes se obtiene un consumo para el mes de marzo de S/. 11 874,54. A partir de ello se calcula los días de cobertura.

Tabla 21. Análisis del ROP para el mes de marzo

μ_{mes}	$\mu_{días}$	S_d	TE	\sqrt{TE}	$N.Ser.$	Z	Demanda	Stock Seg	ROP	Saldo - ROP
11,874.55	395.82	47.19	7	2.645751311	98%	2.05	2,770.73	255.96	3,026.68	90,800.53

Fuente: Elaboración propia

Con el análisis de inventario de los tres primeros meses del 2020 (ver tabla 22) se procede a establecer un objetivo para calcular la evaluación de la cobertura de stock en el inventario para cubrir la demanda. El objetivo para inicios del año 2020 es tener una cobertura de 125.86 días que es el 50% de la cobertura base en días, el cual será controlado por el indicador de cobertura de inventario.

Tabla 22. Cobertura del inventario 2020

	Base	Ene-20	Feb-20	Mar-20
Saldo mensual (soles)		S/.113,504.46	S/.100,206.55	S/.90,800.53
Consumo mensual (soles)		S/.12,875.63	S/.11,273.47	S/.11,874.55
Dias del periodo (días)		30.00	30.00	30.00
Consumo dia (soles/dias)		S/.429.19	S/.375.78	S/.395.82
Cobertura (días)	251.71	264.46	266.66	229.40
Base (días)	251.71	251.71	251.71	251.71
Objetivo (días)	125.86	125.86	125.86	125.86

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura 9 se logra a observar el indicador de cobertura con respecto al saldo final y los consumos del mes, este valor es comparado con la base 251.71 días y el objetivo 125.86.

En el gráfico se aprecia que en los tres primeros meses del año 2020 se logra una reducción en los días de cobertura obteniendo en el mes de marzo el menos resultado de 229.4 días de stock.

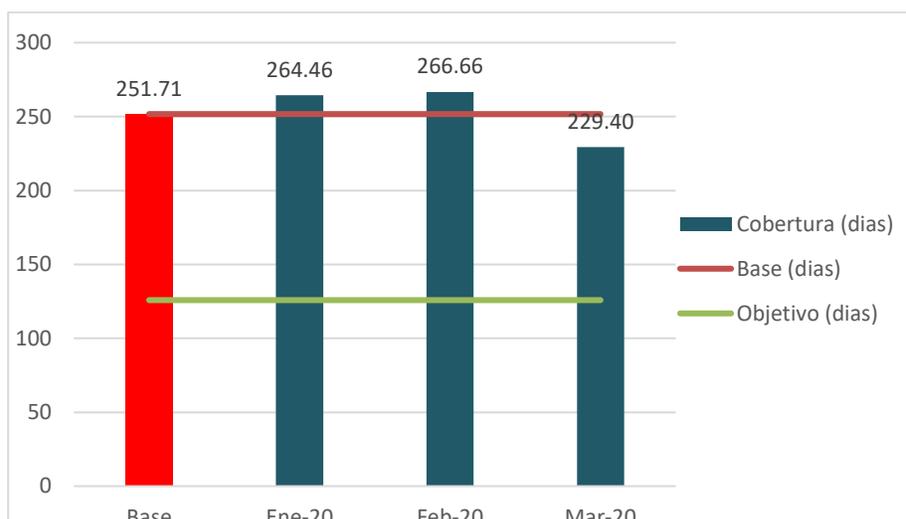


Figura 9. Grafica del indicador de cobertura 2020

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 10 se logra observar una ficha técnica en el que se detalla el indicador a utilizar.

Ficha técnica del indicador	
Nombre del Indicador:	Cobertura de inventario en días
Objetivo:	El objetivo de este Indicador es hallar el número de días de existencia del inventario, el cual se obtiene del Saldo Valorizado mensual entre el consumo promedio valorizado día.
Que se busca:	Optimizar este Indicador a través de la disminución de los niveles de inventario en base a un método de reposición de materiales adecuado (Punto reorden - ROP), que permita tener en stock sólo lo necesario para la operación.
Unidad de Medida:	Días
Fórmulas de Cálculo:	Días Periodo = 30 días Consumo Periodo = Σ de los consumos valorizados de items durante el mes Consumo por Día = Consumo Periodo / Dias Periodo Saldo Mes = Σ Saldos Valorizados al cierre de mes Cobertura en días = Saldo Mes / Consumo por Día
Fuente de Datos:	Reporte de Movimiento de Materiales de Base de datos del sistema ERP
Metas Propuestas:	125 días
Responsables:	Departamento de almacén

Figura 10. Indicador de cobertura.

Fuente: Elaboración propia

4.6. Contrastación de hipótesis

Los resultados obtenidos indican que la hipótesis es validada.

Hipótesis General:

La implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC permite mejorar la gestión y control de inventario en una empresa minera.

Validación: Según los resultados obtenidos, se logra mejorar la gestión y control de inventario ya que permite a la empresa planificar mejor su producción, reducir los stocks y optimizar los costos sin perjudicar el nivel de servicio.

Hipótesis específicas:

A). Hipótesis Específica N°1: La clasificación de los materiales logra una adecuada gestión de inventario.

Validación: Según los resultados obtenidos, la clasificación de materiales por el método ABC permite mejorar la gestión de inventario en base al criterio de valor de consumo y costo ahorrando un capital de s/. 2 535 484,90.

B). Hipótesis Específica N°2: La cantidad óptima de reposición logra una adecuada gestión de inventario.

Validación: Según los resultados obtenidos, la implementación del método ROP permitió encontrar la cantidad óptima a reponer y con ello evitar quiebres de stock, sobre stock y mantener la continuidad de la operación.

C). Hipótesis Específica N°3: La reducción del nivel de inventario contribuye con la reducción de costos.

Validación: Según los resultados obtenidos, luego de aplicar el método de reposición ROP se permitió reducir el inventario en un 35%, lo cual constituye a una reducción del costo de S/.739031, 75.

D). Hipótesis Específica N°4: El indicador de cobertura mejora el control del inventario y evita altos niveles de stock.

Validación: Según los resultados obtenidos, el indicador de cobertura en días permitió medir el tiempo de permanencia del stock en el inventario y determino el nivel de rotación, es decir para cuantos días se tiene disponibilidad de stock.

4.7. Discusión de resultados

Según lo expuesto en la constatación de hipótesis, se acepta la hipótesis de que la implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC permite mejorar la gestión y control de inventario en una empresa del rubro minero, esta mejora se basa en calcular los ítems más relevantes y la cantidad optima que se debe reponer para así evitar el sobre stock, una disminución en el nivel de inventario permite una reducción de costos siendo favorable para la empresa y generando mayor rentabilidad.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Un adecuado control de inventario permite a la empresa proyectar mejor su producción, encaminado a la finalidad de reducir el stock y mejorar los costos sin dañar el nivel de servicio en la operación minera.

Utilizar el método de la clasificación ABC permite tener una mejor visión estratégica para tomar decisiones en función al criterio de costo y consumo, además permite identificar los artículos que generan mayor impacto en los costos los cuales son los 791 materiales valorizado en S/. 4 849 141,83.

La implementación de un modelo de gestión de inventarios mediante el sistema de revisión continua por el método de reposición ROP, permite al área de almacén de la minería disminuir en 35% los niveles de inventario generados, impidiendo así conservar S/. 739 031,7 de capital inmovilizado.

Utilizar indicadores como el indicador de cobertura, permite mejorar el control de inventario, logrando obtener un objetivo de duración de stock 125.86 días, como se pudo ver en la tesis la cobertura de cada mes está en forma descendente, ya que conocemos el saldo mensual por el método ROP.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda la implementación del ROP el cual permite generar buenos resultados en la gestión de inventario evitando sobre stock, roturas de stock y permite calcular la cantidad mínima que se debe tener en cada ítem.

Para una adecuada gestión de inventario se recomienda partir del análisis de la clasificación ABC y con ello implementar el método ROP para luego poner en marcha indicadores que permite medir la eficiencia del método

Se recomienda utilizar el método de revisión continua de inventario para determinar el nivel óptimo de inventario que se debe tener para ser eficientes.

Elaborar indicadores de inventario para examinar la gestión de inventarios y poder hallar desviaciones con respecto a la meta establecida con la finalidad de tomar acciones de forma oportuna y evitar roturas de stock.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar Arana, M. (2018). Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para un distribuidor mayorista de equipos electrónicos e informático. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencia Aplicada].

Ballou, D. H. (2004). Administración de la cadena de suministros (5ta ed.). México: Prentice Hall.

Christopher, M., & Towling, D. (2001). International Journal of Physical Distribution and Logistics Management. (235-246).

Farfán Arroyo, N.L. (2015). Determinación del punto de reposición óptimo en componentes eléctrico. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Marcos].

G.Schroeder, R. (1993). Administración de operaciones (3ra ed.). México: Mc.Graw Hill.

Galván L. & Pico G. (1999) Gerencia de materiales en la Industria Azucarera Venezolana. (Sexta edic)

García Cantú, A. (1978). Enfoques prácticos para planeación y control de inventarios (1ra ed.). México: Trillas.

Killen M, L. (1971). Técnicas de administración de inventario (1ra ed.). México: Técnica.

Krajewski & Ritzman, 2000, Administracion de operaciones: proceso y cadena de valor (5ra ed.). Mexico.

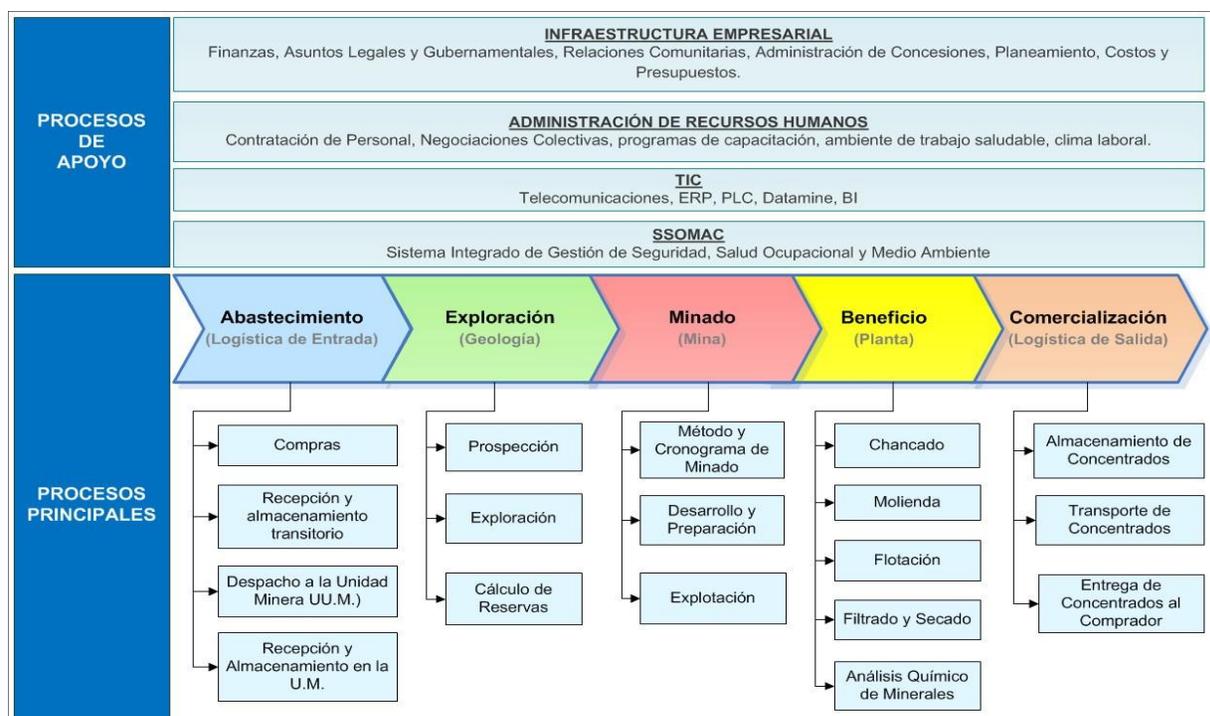
Lambert, M., & Stock, R. (2001). Strategic Logistics Management (4ta edición.). Mc. Graw Hill.

Lee J., K., & Ritzman, L. (2008). Administración de Operaciones. Mexico.

- Mora, L. (2010) Indicadores de la gestión logística. Bogotá
- Pierri Gordillo, V.K. (2009). Propuesta de un sistema de gestión de inventario para la Empresa Metal Mecánica. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Plossl. George (1987) Control de producción y de inventario (2da edición). México.
- Prompyme. (2005). Manual de la gestión de la producción (Vol. 1era Edición). Ecuador.
- Reino Chérrez, C.I. (2014). Propuesta de un modelo de gestión de inventarios en una ferretería. [Tesis de postgrado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador].
- Rodríguez Joaquín (2001). Como elaborar y usar los manuals administrativos. (3era edición), Editorial Thomson Learning.
- Vollmann E., T. (1991). Administración integral de la producción e inventarios (1ra ed.). México: Limusa.
- Wang P. (2010) Dimensionamiento de inventario cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de procesos de la empresa Minera



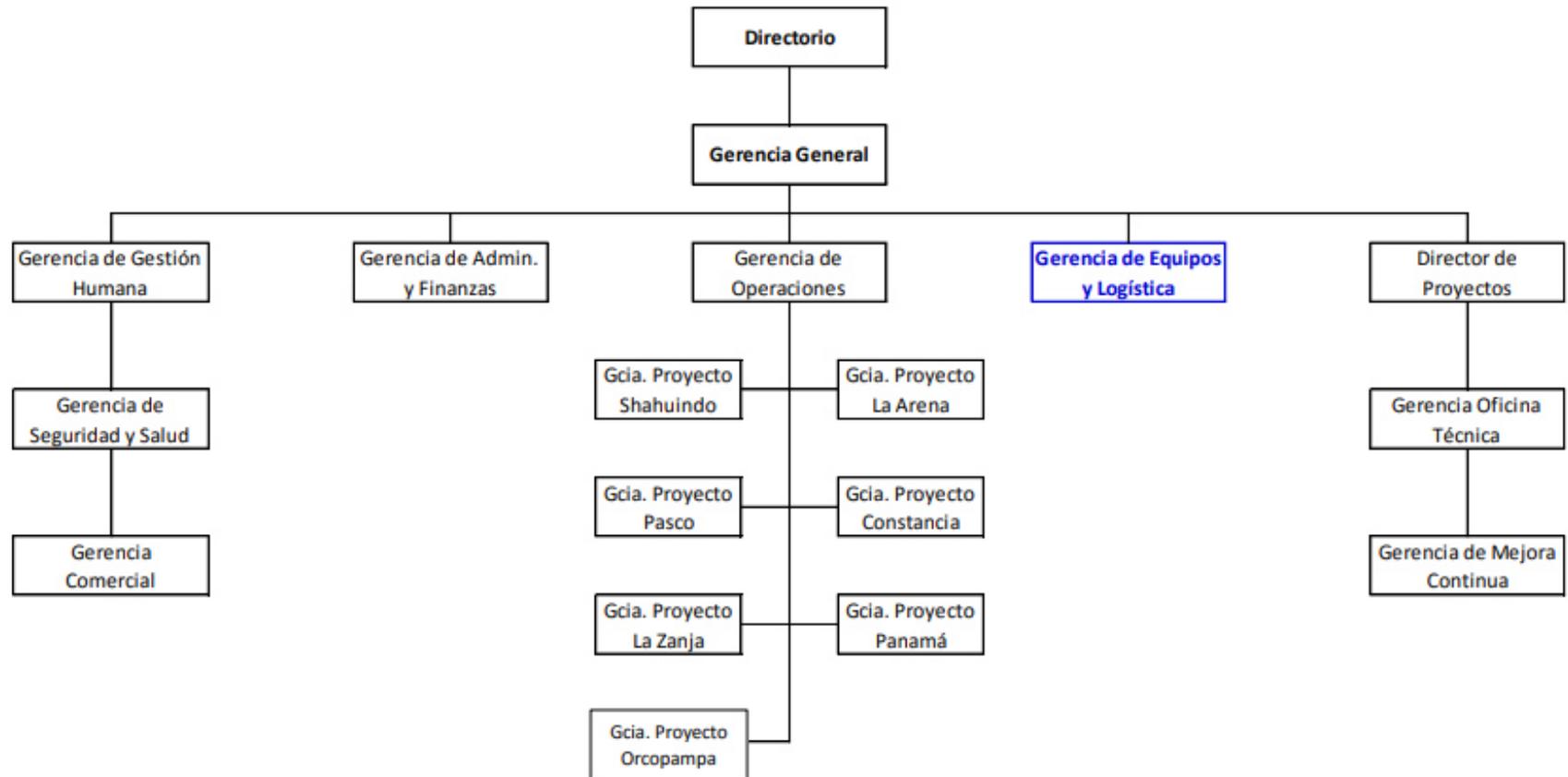
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

"Implementar el método de reposición ROP y la clasificación ABC para mejorar la gestión y control de inventario en una empresa minera"				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión
<p>Problema general: ¿En qué medida la implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC mejorará la gestión y control de inventario en una empresa minera?</p>	<p>Objetivo General: Determinar en qué medida la implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC mejorará la gestión y control de inventario en una empresa minera.</p>	<p>Hipótesis General: La implementación del método de reposición ROP y la clasificación ABC permite mejorar la gestión y control de inventario en una empresa minera.</p>	<p>Variable</p> <p>Independiente: Método de reposición ROP</p>	<p>Registro de inventario.</p>
<p>Problema específico : ¿En qué medida la clasificación de los materiales logrará una adecuada gestión de inventarios?</p>	<p>Objetivo específico Determinar en qué medida la clasificación de los materiales logrará una adecuada gestión de inventario.</p>	<p>Hipótesis Específicas: La clasificación de los materiales logra una adecuada gestión de inventario.</p>		<p>Dependiente: Gestión y control de inventario</p>
<p>¿En qué medida la cantidad óptima de reposición se relaciona con una adecuada gestión de inventario?</p>	<p>Determinar en qué medida la cantidad óptima de reposición logrará una adecuada gestión de inventario.</p>	<p>La cantidad óptima de reposición logra una adecuada gestión de inventario.</p>		<p>Nivel de servicio.</p>
<p>¿En qué medida la reducción del nivel de inventario contribuirá con la reducción de costos?</p>	<p>Determinar en qué medida la reducción del nivel de inventario contribuirá con la reducción de costos.</p>	<p>La reducción del nivel de inventario contribuye con la reducción de costos.</p>		<p>Stock de seguridad</p>
<p>¿En qué medida el indicador de cobertura mejorará el control del inventario y evitarán altos niveles de stock?</p>	<p>Determinar el indicador de cobertura que mejorarán el control del inventario y evitarán altos niveles de stock.</p>	<p>El indicador de cobertura mejora el control del inventario y evitan altos niveles de stock.</p>		<p>Demanda histórica</p>

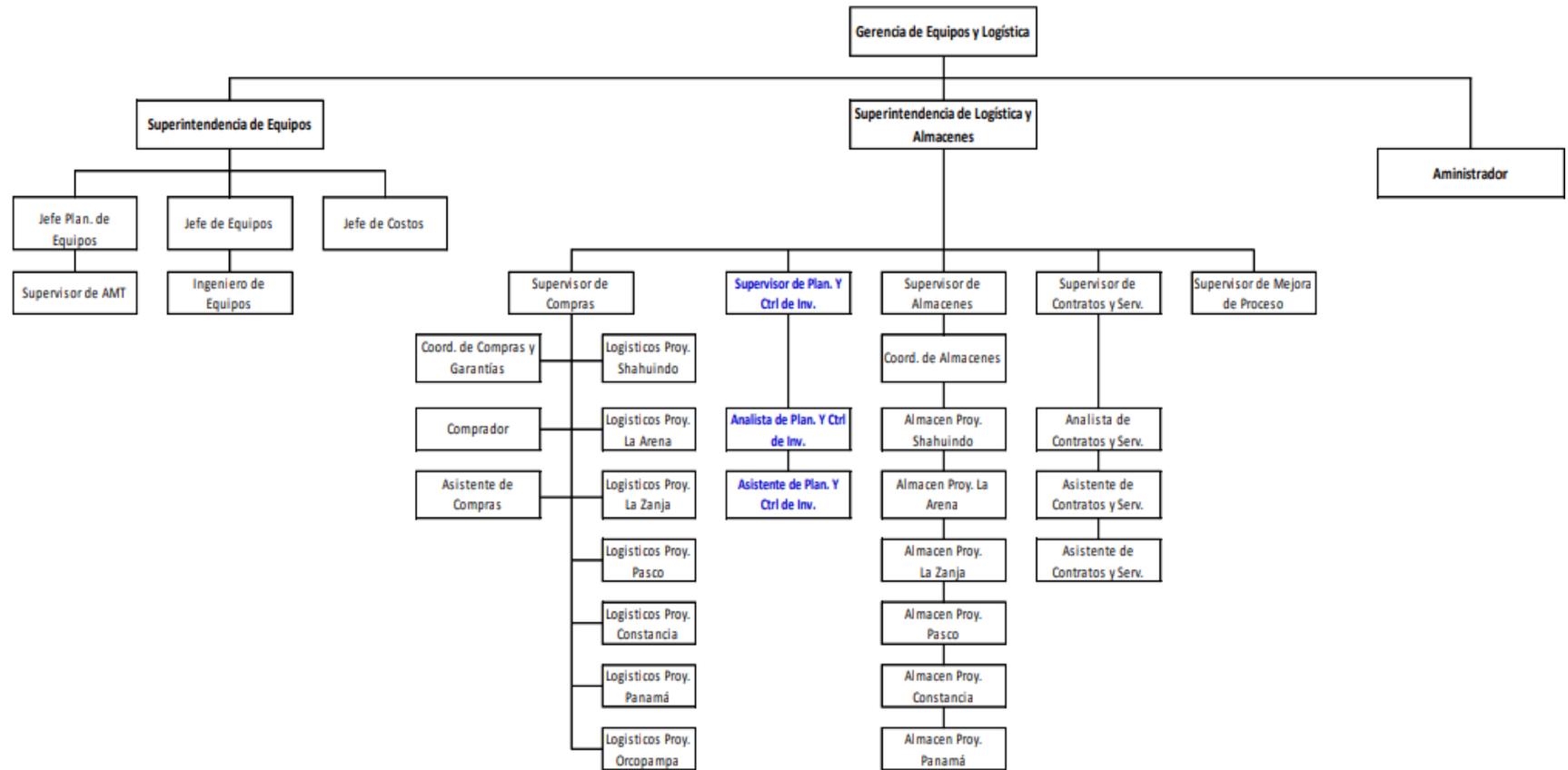
Fuente: La empresa

Anexo 3. Organigrama de la empresa



Fuente: La empresa

Anexo 4. Organigrama de gerencia logística



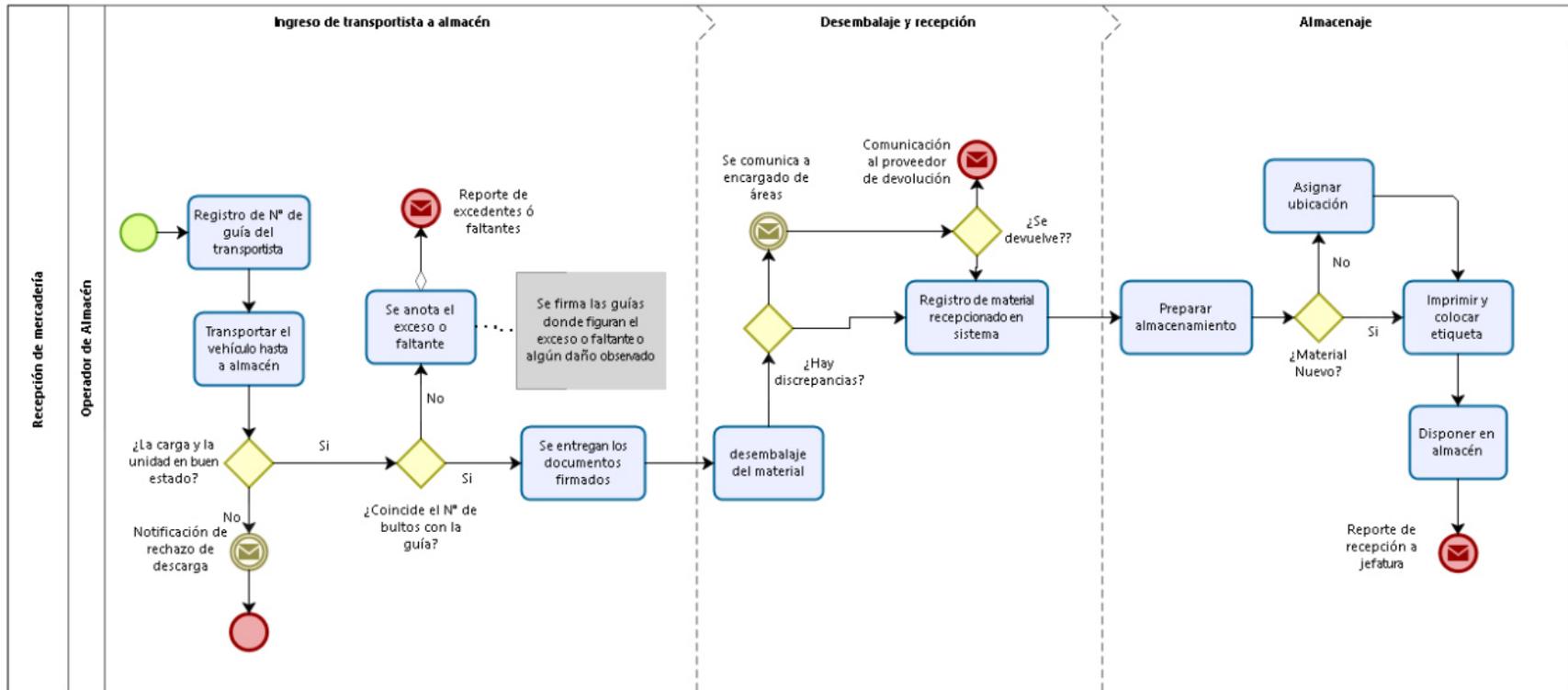
Fuente: La empresa

Anexo 5. Reporte de consumos de materiales extraído del ERP

Código	Descripción Corta	UM	Comprador	Rubro Abastecimiento	Proveedor C. Marco	Lead Time	Valor redondeo	Total Cap. Almac	Consumo Marco	Cons. Prom. Ajustado	Stock Propio min	Días Inventario	Avance de Consumo del mes	% Avance Consumo	Días Inventario
CEMENTO															
10-00001663	CEMENTO TIPO I BIG BAGX1500KG	KG	G11	SOSTENIMIENTO		31		810,000	1,246,116	1,209,578	355,102	8	829,247	69%	8
COMBUSTIBLE															
06-00000006	PETROLEO DIESEL B5 S-50 PD	GLN	G11	COMBUSTIBLES		21		57,000	122,829	115,076	67,893	17	92,748	81%	17
06-00000002	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN	G11	COMBUSTIBLES		21	55	220	15	45	20	13	45	100%	13
06-00000004	GASOLINA 95 OCTANOS	GLN	G11	COMBUSTIBLES		21	55	165	10	66	0	0	66	100%	0
IQBF															
10-00001735	CIANURO DE SODIO CAJAX1000KG C/CERTIF.	KG	G04	INSUMOS PLANT		11	1000	60,000	29,510	34,050	41,995	37	27,240	80%	37
10-00001736	CIANURO DE SODIO CILX50KG	KG	G04	INSUMOS PLANT		11	50	20,700	12,900	12,300	16,250	33	10,600	86%	121
10-00001351	CAL VIVA AL 80-85% BIG BAGX50KG C/MSDS	KG	G11	INSUMOS PLANT		13	50	26,800	11,100	13,700	16,570	36	13,700	100%	36
10-00000076	ACIDO CLORHIDRICO IND. 32-35% C/MSDS	KG	G19	INSUMOS PLANT	PETROMINAS DEL PER	36	30	720	360	480	660	41	300	63%	41
10-00000078	ACIDO NITRICO (Q.P) CON CERTIFICADO MSDS	KG	G19	LABORATORIO	PETROMINAS DEL PER	36	3.5	140	28	26	53	60	21	81%	60
10-00000079	ACIDO NITRICO IND.67.5-70% C/MSDS	KG	G19	LABORATORIO	PETROMINAS DEL PER	36	30	70	30	30	120	120	30	100%	120
10-00000075	ACIDO CLORHIDRICO (Q.P.) C/MSDS	KG	G19	LABORATORIO	PETROMINAS DEL PER	36	2.98	24	-	3	21	208	-	0%	208
10-00000081	ACIDO SULFURICO IND. 96-99% C/MSDS	KG	G19	INSUMOS PLANT	PETROMINAS DEL PER	36	1000	26,000	9,050	9,584	12,657	39	6,200	65%	39
10-00000082	ACIDO SULFURICO(Q.P.) C/MSDS	KG	G19	LABORATORIO	PETROMINAS DEL PER	37	4.6	14	5	2	14	207	-	0%	207
EXPLOSIVOS															
10-00002520	DINAMITA SEMEXSA 45% 7/8X7" (316)-BEIGE	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	316		11,642	10,485	35,805	102	4,706	45%	102
10-00007806	DINAMITA SEMEXSA 45% 7/8X7" (316)-EE2	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	316		7,355	7,374	5,435	22	4,905	67%	22
10-00002513	DINAMITA EXSABLOCK 7/8X7" (276)-BEIGE	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	276		14,254	9,197	22,417	73	5,331	58%	73
10-00007807	DINAMITA EXSABLOCK 7/8X7" (276)-EE2	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	276		2,306	8,817	14,615	19	6,605	75%	19
10-00002515	DINAMITA SEMEXSA 45% 1-1/8X12" (122)-EE1	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	122		84,128	87,423	74,641	25	54,796	63%	25
10-00002516	DINAMITA SEMEXSA 45% 1-1/8X12" (122)-EE2	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	122		59,239	59,943	59,342	29	32,618	54%	29
10-00002517	DINAMITA SEMEXSA 45% 1-1/8X12" (122)-EE3	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	122		-	-	-	0	-	0%	0
10-00002518	DINAMITA SEMEXSA 45% 1-1/8X12" (122)-EE4	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	122		38,166	36,735	54,353	14	18,175	49%	14
10-00002519	DINAMITA SEMEXSA 45% 1-1/8X12" (122)-EE5	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	122		1,486	2,633	2,566	29	757	29%	29
10-00002508	DINAMITA EXSABLOCK 1-1/8X8" (160)-EE1	UND	G19	EXPLOSIVO	EXSA S.A.	41	160		47,346	43,412	44,177	30	23,372	54%	30

Fuente: La empresa

Anexo 6. Diagrama de flujo de la recepción de mercadería



Fuente: La empresa

