



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“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. LIMA, 2017.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Roger Martin López Correa

Asesor:

Mg. Ing. Jhonatan Abal Mejía

Lima – Perú

2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Roger Martín López Correa**, denominada:

**“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. LIMA, 2017.”**

Mg. Ing. Jhonatan Abal Mejía

ASESOR

Ing. Aldo Guillermo Rivadeneyra Cuya

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Juan Miguel de la Torre Ostos

JURADO

Ing. Tito Chura Virgilio

JURADO

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a las personas más importantes de mi vida y a quienes les debo todo lo que soy:

A Clara Correa, mi bella madre, quién con su trabajo inagotable pudo forjar en mi persona el deseo de superación, y con su infinito amor y paciencia me enseñó a nunca rendirme.

A Felipe López mi padre, quién me dio la oportunidad de estudiar, por inculcarme con su ejemplo la dedicación al trabajo, la responsabilidad, el respeto y los buenos modales.

AGRADECIMIENTO

Así mismo mi agradecimiento a Dios Jehová por sus bendiciones, a mi esposa Jackelin Garnica por su apoyo incondicional y comprensión; y a mis hijos: Christy, Iker y Kiara por ser mi motivación y aliento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Antecedentes	12
1.2. Realidad Problemática.....	25
1.3. Formulación del Problema	32
1.3.1. <i>Problema General</i>	32
1.3.2. <i>Problema Específico</i>	32
1.3.2.1. <i>Problema específico 01</i>	32
1.3.2.2. <i>Problema específico 02</i>	32
1.3.2.3. <i>Problema específico 03</i>	32
1.3.2.4. <i>Problema específico 04</i>	33
1.4. Justificación.....	33
1.4.1. <i>Justificación Teórica</i>	33
1.4.2. <i>Justificación Práctica</i>	34
1.4.3. <i>Justificación Cuantitativa</i>	34
1.4.4. <i>Justificación Académica</i>	35
1.5. Objetivo	36
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	36
1.5.2. <i>Objetivo Específico</i>	36
1.5.2.1. <i>Objetivo específico 1</i>	36
1.5.2.2. <i>Objetivo específico 2</i>	36
1.5.2.3. <i>Objetivo específico 3</i>	36
1.5.2.4. <i>Objetivo específico 4</i>	36
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	37

2.1.	Estado del arte:.....	37
2.2.	Antecedentes	38
2.2.1.	<i>Tesis Internacionales</i>	38
2.2.2.	<i>Tesis Nacionales</i>	49
2.3.	Conceptos teóricos	55
2.3.1.	<i>Conceptos de Inventario y Productividad</i>	55
2.3.2.	<i>Clasificación ABC</i>	57
2.3.3.	<i>Stock de Seguridad</i>	60
2.3.4.	<i>Sistemas de control de Inventario</i>	61
2.3.5.	<i>Control de Inventarios en la Industria Minera</i>	69
2.3.6.	<i>Nivel de servicio</i>	70
2.4.	Definición de términos básicos	71
	CAPÍTULO 3. DESARROLLO	73
3.1.	Procedimiento	73
3.2.	Desarrollo el Objetivo 1	74
3.3.	Desarrollo el Objetivo 2.....	81
3.4.	Desarrollo el Objetivo 3.....	91
3.5.	Desarrollo el Objetivo 4.....	93
	CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	99
4.1.	Resultados	99
	Fuente: Elaboración Propia.....	99
4.2.	Conclusiones.....	100
4.2.1.	<i>Conclusión del Objetivo 1</i>	100
4.2.2.	<i>Conclusión del Objetivo 2</i>	101
4.2.3.	<i>Conclusión del Objetivo 3</i>	101
4.2.4.	<i>Conclusión del Objetivo 4</i>	102
4.3.	Recomendaciones	103
4.3.1.	<i>Recomendación del Objetivo 1</i>	103
4.3.2.	<i>Recomendación del Objetivo 2</i>	103
4.3.3.	<i>Recomendación del Objetivo 3</i>	104
4.3.4.	<i>Recomendación del Objetivo 4</i>	104
	REFERENCIAS.....	106

ANEXOS..... 108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1-1. Mapa de Procesos de Negocio de Minera Colquisiri S.A.....	14
Figura n.º 1-2. Consulta del directorio de clientes certificados por SGS	16
Figura n.º 1-3. Organigrama del departamento de logística	17
Figura n.º 1-4. Proceso de reposición de inventarios de Minera Colquisiri S.A.....	20
Figura n.º 1-5. Proceso de requerimiento de compra de materiales.....	21
Figura n.º 1-6. Proceso de generación de la orden de compra	22
Figura n.º 1-7. Recepción de Materiales en depósito Callao	23
Figura n.º 1-8. Ingreso y salida de materiales del almacén mina	24
Figura n.º 1-9. Cadena de suministro de Minera Colquisiri S.A.....	25
Figura n.º 1-10. Diagrama Ishikawa	30
Figura n.º 2-1. Estructura de los costos del inventario.....	46
Figura n.º 2-2. Manejo de los artículos ABC	59
Figura n.º 2-3. Modelos de Inventario en función al tipo de demanda.....	62
Figura n.º 2-4. Modelo del reaprovisionamiento de inventario	66
Figura n.º 2-5. Control de inventarios por punto de reorden bajo incertidumbre	66
Figura n.º 2-6. Distribución de la demanda durante el tiempo de entrega (DDLT).....	68
Figura n.º 2-7. Modelo del control de inventario en la industria minera	69
Figura n.º 3-1. Procedimiento de desarrollo de objetivos.....	73
Figura n.º 3-2. Indicador de cobertura de stock en días	96
Figura n.º 3-3. Aplicación del ROP para reducir los días de cobertura.....	97
Figura n.º 3-4. Indicador de cobertura de inventario en días aplicando ROP.....	98
Figura n.º 3-5. Ficha técnica del indicador de cobertura en días.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1-1 Tabla de símbolos usados en el software Bizagi	19
Tabla n.º 1-2. Costo actual de los inventarios	27
Tabla n.º 1-3. Inventario con rotación y sin rotación.....	28
Tabla n.º 1-4. Control de inventarios actual.....	31
Tabla n.º 2-1. Estrategia de aplicación de políticas de inventario	41
Tabla n.º 2-2. Aplicación de políticas de inventarios por nivel de criticidad	41
Tabla n.º 2-3. Aplicación de políticas de inventario por clase	42
Tabla n.º 2-4. Impacto del modelo propuesto sobre las existencias	43
Tabla n.º 2-5. Impacto sobre el modelo propuesto sobre el nivel de servicio	44
Tabla n.º 2-6. Modelo de inventario por tipo de producto.....	47
Tabla n.º 2-7. Políticas de inventario	47
Tabla n.º 2-8. Comparación de modelos de inventario.....	48
Tabla n.º 2-9. ROP de insumos Críticos.....	51
Tabla n.º 2-10. Cantidad óptima de reposición de materiales críticos	52
Tabla n.º 2-11. Comparativo del inventario actual vs sistema ROP.....	53
Tabla n.º 3-1. Modelo actual de gestión de inventarios.....	75
Tabla n.º 3-2. Composición del inventario de suministros y repuestos	76
Tabla n.º 3-3. Clasificación ABC según saldos valorizados en soles.....	77
Tabla n.º 3-4. Matriz de clasificación ABC costo vs consumos en unidades	80
Tabla n.º 3-5. Matriz de clasificación ABC costo vs consumos en soles	80
Tabla n.º 3-6. Clase AA Inventario de alto costo y mayor nivel de consumo.....	81
Tabla n.º 3-7. Lista de materiales extraídos de la muestra “AA” agrupados por género ...	82
Tabla n.º 3-8. Consumo de materiales de últimos 12 Meses	83
Tabla n.º 3-9. Análisis estadístico de los consumos.....	84
Tabla n.º 3-10. Tabla de distribución normal para hallar el valor de “Z”	85
Tabla n.º 3-11. Cálculo del stock de seguridad	86
Tabla n.º 3-12. Calculo del nivel de inventario mediante el método “ROP”	88
Tabla n.º 3-13. Cálculo del ROP para la BROCA HILTI TECX DE 3/8 X 6.....	89
Tabla n.º 3-14. Comparativo de costo actual vs costo calculado con método ROP	90
Tabla n.º 3-15. Materiales críticos con alto costo con bajo nivel de rotación.....	91
Tabla n.º 3-16. Lista de materiales que se deben retirar del inventario por baja rotación .	92
Tabla n.º 3-17. Reducción de inventario.....	92
Tabla n.º 3-18. Nivel de saldos y consumos del 2016 detallado por mes	94
Tabla n.º 3-19. Saldo y consumos del 2017	95
Tabla n.º 3-20. Análisis de la cobertura del inventario para el 2017	96

RESUMEN

En COMPAÑIA MINERA COLQUISIRI S.A., se encuentra en el sector minero donde los precios del mineral están controlados por los mercados internacionales. Es decir que las empresas de este sector no pueden determinar los precios de venta, por lo que solo queda establecer políticas de gestión que si podamos controlar; como son los costos de operación.

Para iniciar un proceso de reducción de costos de una empresa no es necesario hacer un recorte de personal, sino se trata de implementar procesos que nos permita mejorar la disminución de los costos, como podrían ser: reducir los inventarios, reducir el tiempo ocio de las maquinas, analizando los procesos de producción o factores que se vean afectados para mejorar la eficiencia de la empresa. Esto sin duda es parte importante para hacer una reducción de los costos.

Minera Colquisiri S.A. tiene como principales procesos productivos: Mina, Planta y Mantenimiento los cuales se encuentran operando los 365 días del año y las 24 horas del día, lo que significa que el área de logística tiene que mantener inventarios disponibles en niveles óptimos, convirtiéndose en un área estratégica porque va a permitir sostener la continuidad de la operación y además de contribuir con la reducción de costos. Los principales clientes de control de inventaros son las operaciones y mantenimiento.

En el presente estudio se demostrará la importancia de calcular y mantener niveles óptimos de inventario en la cadena de suministro de Minera Colquisiri S.A., aplicando el método de reposición **ROP**, para lo cual se basará en una clasificación de materiales **ABC**. Esto contribuirá al lograr una reducción de costos y por consiguiente generar utilidades a la empresa.

Palabras Clave

Inventario

ROP

ABC

ABSTRACT

In MINERAL COMPANY COLQUISIRI S.A., it is in the mining sector where mineral prices are controlled by international markets. That is to say that the companies of this sector can not determine the prices of sale, reason why it is only necessary to establish policies of management that if we can control; Such as operating costs.

In order to start a process of reducing costs of a company, it is not necessary to make a cut of personnel, but rather to implement processes that allow us to improve the reduction of costs, such as: reducing inventories, Analyzing the production processes or factors that are affected to improve the efficiency of the company. This is undoubtedly an important part of reducing costs.

Minera Colquisiri S.A. Has as main production processes: Mine, Plant and Maintenance which are operating 365 days a year and 24 hours a day, which means that the logistics area has to maintain available inventories at optimal levels, becoming a strategic area because it will allow to sustain the Continuity of the operation and also contribute to the reduction of costs. The main customers of control of inventories are operations and maintenance.

The present study will demonstrate the importance of calculating and maintaining optimal levels of inventory in the supply chain of Minera Colquisiri S.A., applying the ROP replenishment method, for which it will be based on a classification of ABC materials. This will contribute to the reduction of costs and therefore generate profits for the company.

Keywords

Inventory

ROP

ABC

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

MINERA COLQUISIRI S.A. es una empresa privada con capitales peruanos dedicada a la actividad minera, se constituye el 09 de abril de 1981. Inicia sus operaciones en la mina María Teresa el 9 de octubre del año 1984 realizando labores de exploración mediante trincheras en superficie y cortadas en taludes de óxidos.

MINERA COLQUISIRI S.A. en su Unidad Económica Administrativa “María Teresa”, está ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huaral, Distrito Huaral, paraje Jecuán.

MISIÓN

Minera Colquisiri S.A. es una empresa dedicada a la extracción y beneficio de minerales polimetálicos, cuya misión es atender con excelencia y calidad los requerimientos de nuestros clientes. En Minera Colquisiri S.A. creemos que el talento, la seguridad y la competitividad de nuestros colaboradores son la fortaleza más importante de nuestra organización.

VISIÓN

Nuestra Visión empresarial es que Minera Colquisiri S.A. cumpla con su objetivo fundamental de desarrollar una minería responsable, aplicando la mejor tecnología para lograr beneficios entre sus inversionistas, colaboradores y todo el entorno de sus actividades mineras; cumpliendo a cabalidad en el cuidado ambiental y la salud de nuestros colaboradores; para contribuir con el crecimiento de las empresas locales, poblaciones vecinas y mejorar los niveles de vida en nuestra área de influencia.

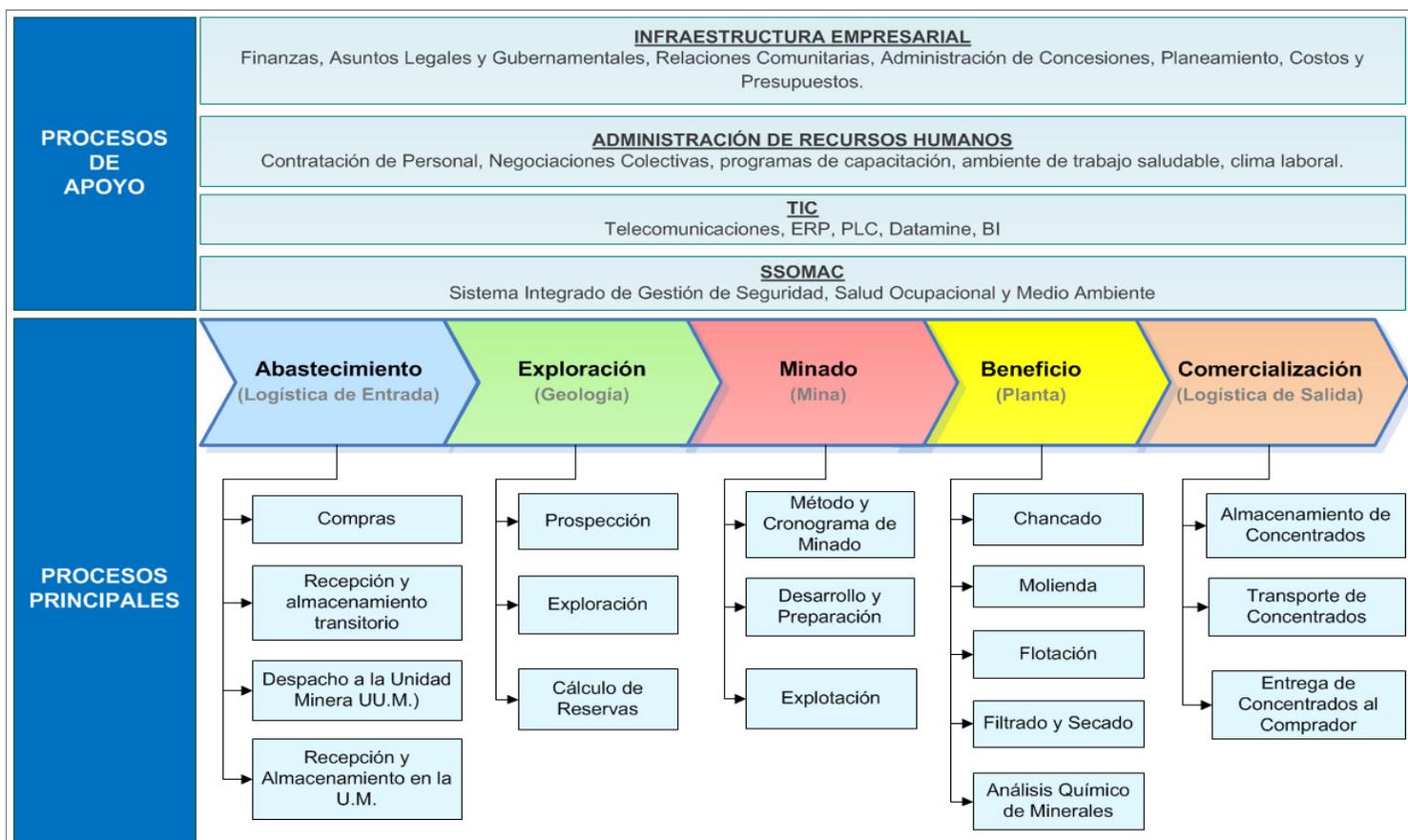
VALORES

Minera Colquisiri S.A. considera a la persona como parte imprescindible del sistema. Por lo cual, la base de la convivencia en armonía se basa en aplicar nuestros valores de: Respeto, Responsabilidad, Honestidad, Cooperación, Lealtad, Superación, Confianza, y Disciplina.

PRODUCTOS

Minera Colquisiri SA, realiza labores subterráneas tipo Trackles (equipos altamente mecanizados) cuyos minerales sulfurados son procesados por flotación diferencial donde se obtienen tres tipos de concentrados: Zinc, Cobre y Plomo.

Figura n.º 1-1. Mapa de Procesos de Negocio de Minera Colquisiri S.A.



Fuente: Elaboración Propia

CERTIFICACIÓN ISO 14001 Y OHSAS 18001

La seguridad, salud ocupacional y el cuidado del medioambiente, así como el cumplimiento de las normas legales: DS 024-2016-EM (Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería). Estos ámbitos son un valor esencial en nuestra cultura organizacional y es nuestro compromiso y de todos nuestros colaboradores eliminar, minimizar y controlar los riesgos operacionales de seguridad y medioambiente a través de nuestras herramientas de gestión y consecuentemente con este valor organizacional y el compromiso desde el más alto nivel de la empresa, la Política de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de Minera Colquisiri S.A. promueve el comportamiento seguro como parte integral del desarrollo de sus colaboradores propios y de terceros, así mismo implementa, mantiene y revisa periódicamente el sistema integrado de gestión dentro de la filosofía de mejora continua y cumple con los requisitos legales vigentes y cualquier compromiso que suscriba aplicables en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente. El año 2015 iniciamos el proceso de certificación internacional de nuestro sistema integrado de gestión, del cual formé parte y tuve una participación activa dentro de este proceso. Tuve la oportunidad de asumir la responsabilidad de realizar las capacitaciones en temas de seguridad y medio ambiente. Así como de supervisar el desarrollo y cumplimiento de los estándares del sistema integrado de gestión. En febrero del año 2016 tuvimos la auditoria por parte de la empresa SGS quién realizo las auditorias de nuestro sistema integrado de gestión, quienes finalmente después de verificar y comprobar el cumplimiento de los estándares y procedimientos que establece las normas ISO 14001 Y OHSAS 18001 nos otorgaron la certificación internacional de estas normas. Tuve el reconocimiento y agradecimiento de la alta gerencia por el apoyo y contribución en el logro de este objetivo. Ver Anexo nº 15.

En la figura nº 1-2 se muestra un link donde se puede consultar el registro de los certificados internacionales emitidos por SGS.

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE BASADOS EN LAS NORMAS ISO 14001 Y OHSAS 18001

Logramos certificar nuestra cultura de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente del cual tuve una participación activa como supervisor SSOMAC. La empresa que auditó y certificó nuestro sistema fue *SGS DEL PERU*.

Figura n.º 1-2. Consulta del directorio de clientes certificados por SGS

ID de Certificación SGS	ISO	Sistema de Gestión	Link (Directorios de Clientes Certificados SGS)
PE16/175621	ISO 14001:2004	Certificación de la Norma de Sistema de Gestión Ambiental	http://www.sgs.pe/es-ES/Our-Company/Certified-Clients-and-Products/Certified-Client-Directory.aspx
PE16/175622	OHSAS 18001:2007	Certificación de la Norma de Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional	

Fuente: Elaboración propia basado en datos del link del directorio de clientes certificados por SGS.

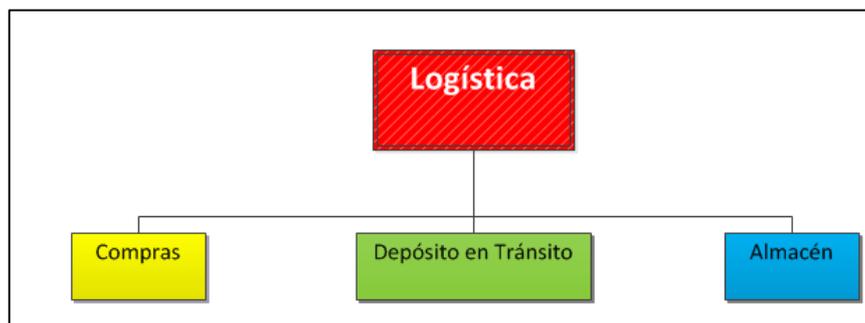
ÁREA DE ESTUDIO

El proceso de oportunidad de mejora se encuentra en el área de logística quién desarrolla el proceso de gestión de inventario y reaprovisionamiento de materiales.

Actualmente el departamento de logística está comprendido por tres áreas las cuales se componen de:

- Compras
- Depósito en Tránsito
- Almacén

Figura n.º 1-3. Organigrama del departamento de logística



Fuente: Elaboración Propia

Compras

Es el área que se encarga de recepcionar los requerimientos de compras solicitados por los usuarios para luego iniciar el proceso de cotización con los proveedores según el tipo de material del requerimiento.

La requisición de compra tiene que estar debidamente confirmada para proceder con la recepción y la cotización.

El proveedor envía las cotizaciones por correo y es recepcionado por el área de compras, quienes negocian precios, plazos y lugar de entrega, así mismo consultan y verifican que las características del material que ofertan los proveedores correspondan a lo especificado por el usuario en el requerimiento de compra.

Luego se procede a generar la orden de compra de acuerdo a las características y condiciones negociadas con el proveedor. La Orden de Compra es enviada por correo al proveedor para su atención.

Depósito en Tránsito

El proveedor atiende la orden de compra, según las características y condiciones establecidas. Para el caso de la orden de compra cuyo lugar de entrega indica que se debe realizar en el depósito en tránsito, el proveedor procede a realizar la entrega en dicho lugar.

El proveedor entrega los materiales con su respectiva guía de remisión, para lo cual en el proceso de recepción el encargado del depósito verifica que exista concordancia entre la orden de compra, guía de remisión y los materiales físicos entregados por el proveedor. Si se identifica alguna disconformidad entre los documentos y lo entregado físicamente, no se firma la conformidad de la guía de remisión del proveedor y se procede a rechazar la entrega.

Si todo es conforme el encargado del depósito en tránsito firma la conformidad de la guía de remisión y almacena los materiales entregados por el proveedor. Los materiales son almacenados temporalmente hasta su despacho al almacén mina. El tiempo de permanencia de los materiales en el depósito es de 1 día, ya que el despacho de los materiales al almacén mina se realiza como máximo al día siguiente de su recepción; razón por la cual se denomina depósito en tránsito.

Los materiales son despachados al almacén mina con su respectiva guía de remisión de empresa, se dice empresa por que el comprobante pertenece a Minera Colquisiri S.A. y no al proveedor.

Almacén

Los materiales despachados por el depósito en tránsito son recepcionados en el almacén mina con los siguientes documentos: orden de compra (*Anexo n.º 8*), guía de remisión del proveedor (*Anexo n.º 9*) y guía de remisión de empresa.

El almacenero verifica la conformidad de lo recibido físicamente, lo cual consiste en comprobar que la orden de compra tenga concordancia con la guía de remisión del proveedor y/o guía de remisión de empresa. Si existen observaciones se procede con las coordinaciones o devolución según corresponda al proveedor o al depósito en tránsito.

Los materiales recepcionados que son conformes con la orden de compra son registrados e ingresados al inventario mediante un movimiento de nota de ingreso en el sistema *ERP*.

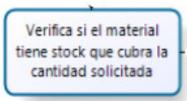
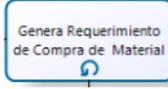
El movimiento ingresado al sistema *ERP*, el cual actualiza el stock de los materiales y envía un correo electrónico al usuario que solicitó el material informándole que su requerimiento de material ha sido recepcionado y se encuentra disponible en el stock del almacén.

El usuario tiene conocimiento de la llegada de su requerimiento y procede a generar un vale provisional en el *ERP* para su atención por parte del almacén.

Después de haber realizado un análisis del proceso actual que realiza logística dentro de la cadena de suministro para el reaprovisionamiento del inventario se procede a modelar la interacción de los procesos, así como el flujo de información dentro de la cadena de suministro de Minera Colquisiri S.A. El modelamiento se realizó con el software de Microsoft Visio y con el software **Bizagi** los cuales son herramientas que permiten modelar procesos de negocio.

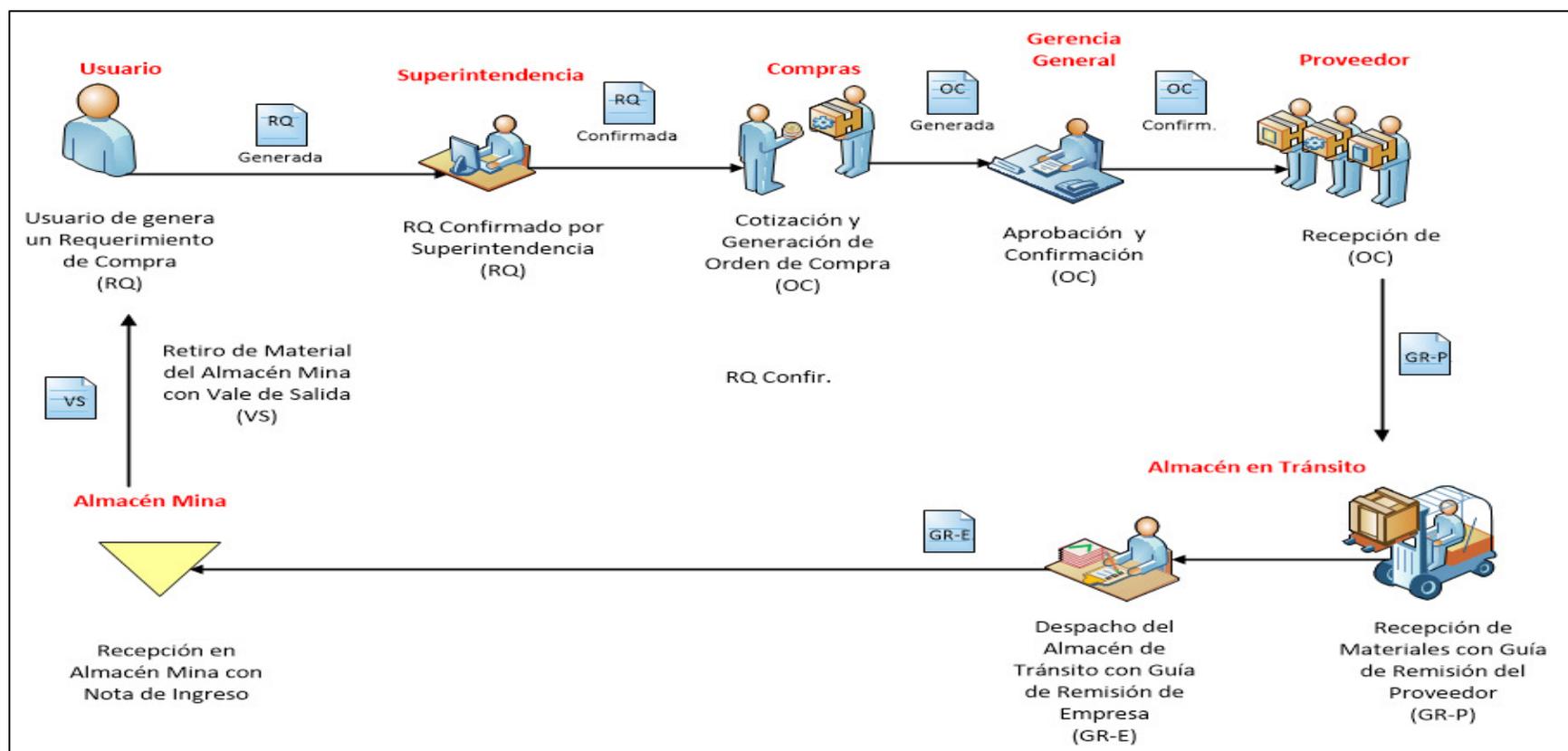
A continuación, se muestra un modelo que brinda una visión holística de todos los procesos que se realizan actualmente para el reaprovisionamiento de materiales, luego de este gráfico se procederá a realizar un análisis dentro de un enfoque de cadena de suministro.

Tabla n.º 1-1 Tabla de símbolos usados en el software Bizagi

	Proceso o actividad que se realiza dentro del negocio
	Sub Proceso que se realiza dentro del negocio.
	Proceso o actividad que se realiza de forma repetitiva dentro del negocio
	Inicio del proceso.
	Actividad que involucra la decisión o evaluación de una variable.
	Fin del proceso
	Flujo de procesos y/o información

Fuente: Elaboración Propia

Figura n.º 1-4. Proceso de reposición de inventarios de Minera Colquisiri S.A.



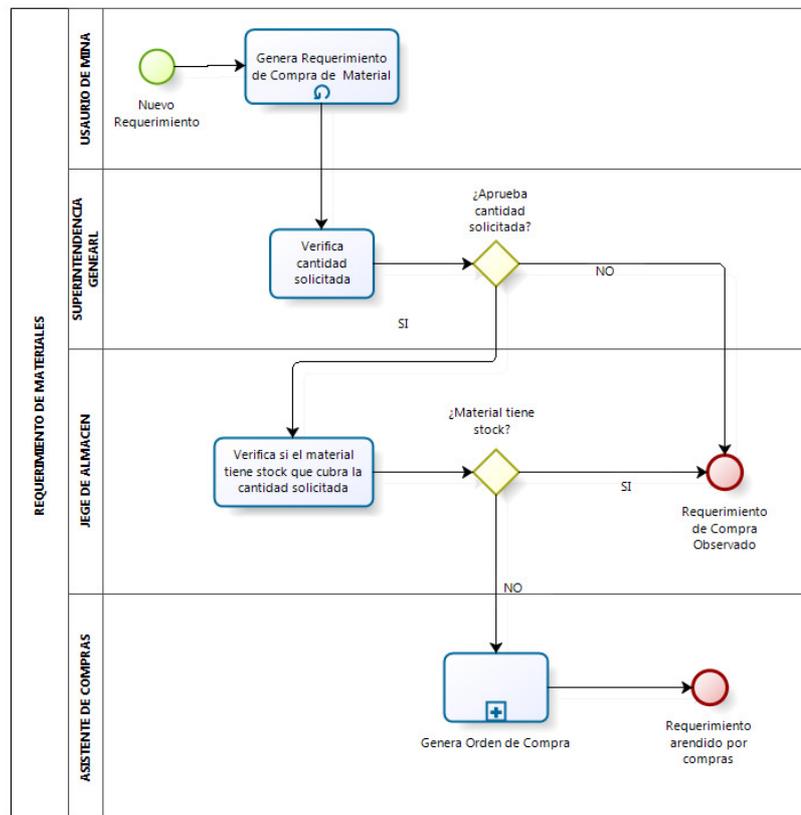
Fuente: Elaboración Propia

Reposición de inventarios en la cadena de suministros de Minera Colquisiri S.A.

Requerimiento de compra de materiales

El proceso de reposición de inventarios inicia cuando el usuario de mina o mantenimiento requiere suministros o repuestos para iniciar el proceso operativo. Actualmente existe un sistema desarrollado e implementado por el área de TIC el cual tiene el módulo de logística que incluye los procesos de requerimiento de compras, generación de orden de compra, registro de la guía de proveedor (recepción de materiales), ingreso y salida de materiales del almacén. El usuario haciendo uso del sistema genera un requerimiento de material, el cual pasa a un proceso de aprobación por parte de la superintendencia general quién verifica las cantidades solicitadas y luego aprueba u observa el requerimiento. Si el requerimiento de compra es aprobado pasa al área de compras para el inicio de la generación de la orden de compra.

Figura n.º 1-5. Proceso de requerimiento de compra de materiales

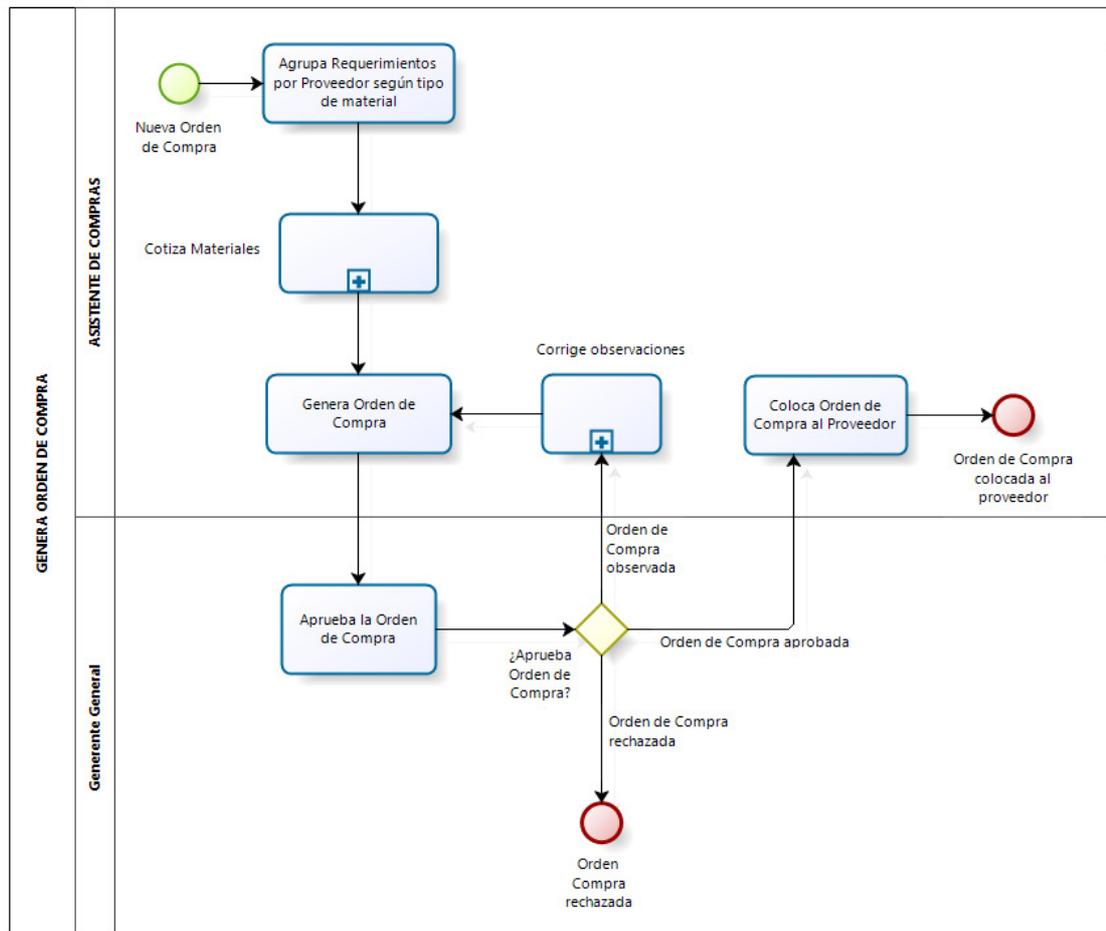


Fuente: Elaboración propia

Compra de materiales

El proceso de la compra inicia con la clasificación de requerimientos según tipo de material para luego realizar la cotización con los proveedores. Después de haber negociado los precios, calidad, tiempos y lugar de entrega, el área de compras asigna la buena pro al proveedor que reúna las mejores condiciones de negociación favorables para la empresa.

Figura n.º 1-6. Proceso de generación de la orden de compra

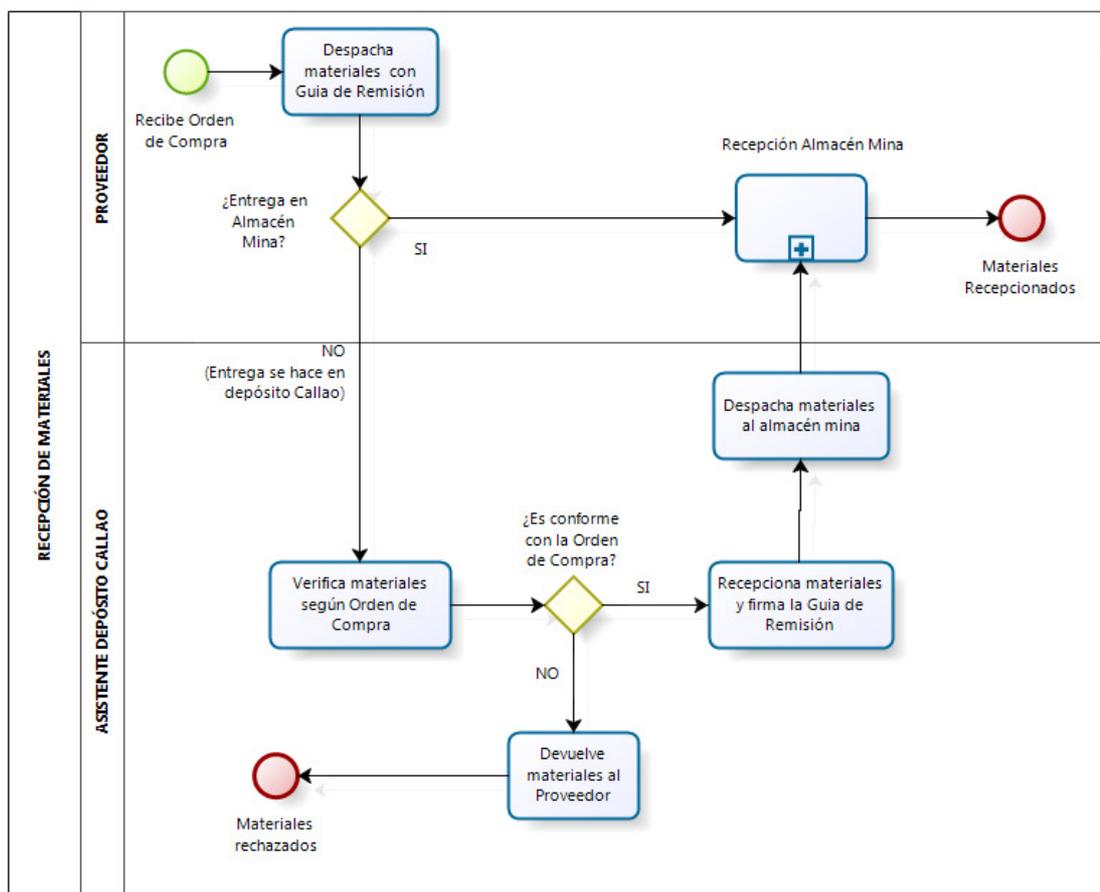


Fuente: Elaboración Propia

Luego procede a generar la orden de compra la cual es aprobada o rechazada por la gerencia general. El gerente general verifica los importes totales de la orden de compra y coordina con logística las observaciones y correcciones que se puedan dar para proceder con la aprobación. Aprobada la orden de compra por la gerencia general, el área de compras envía la orden de compra por correo electrónico al proveedor para su atención y despacho.

Recepción de materiales en Depósito Callao

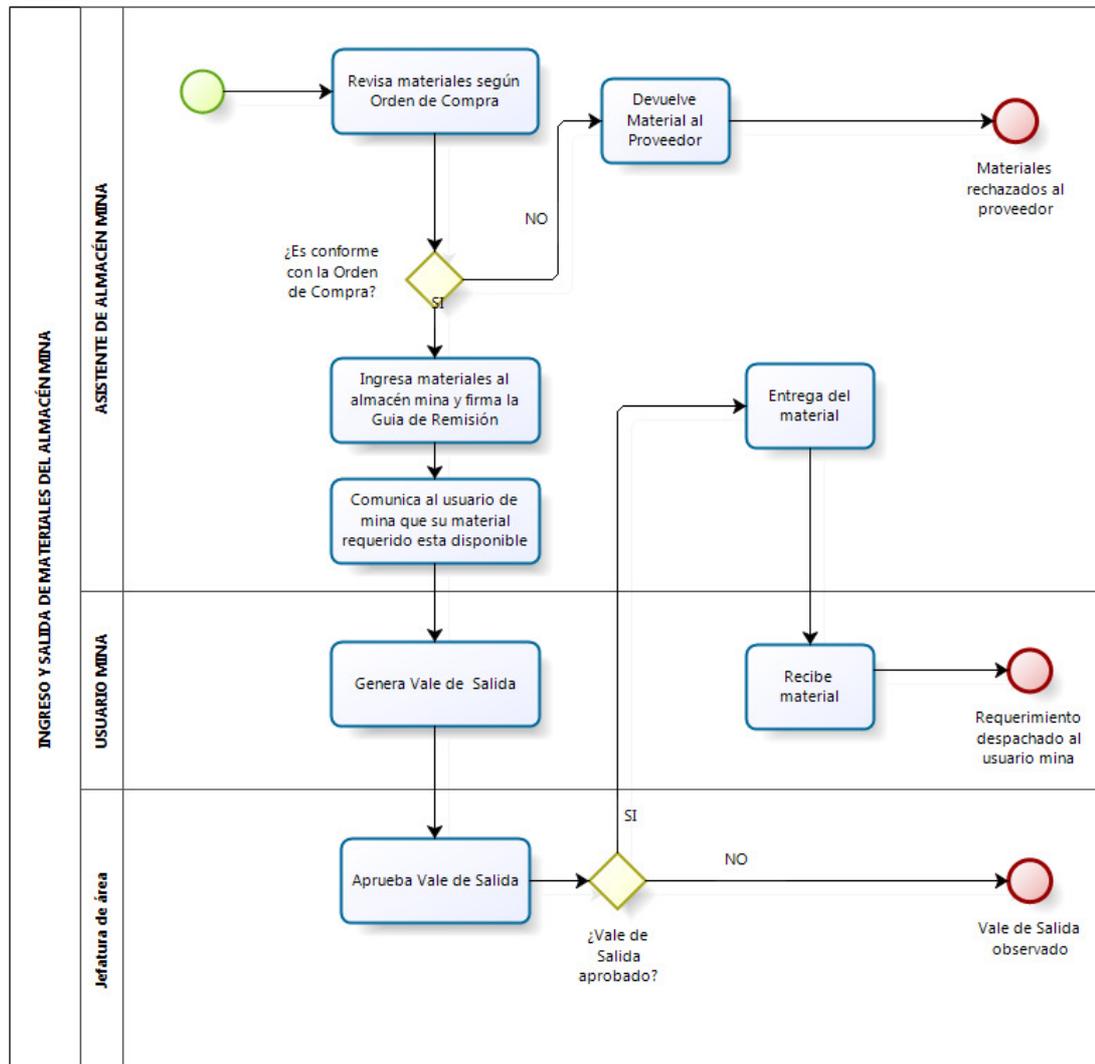
Figura n.º 1-7. Recepción de Materiales en depósito Callao



Fuente: Elaboración Propia

Ingreso y salida de materiales del almacén mina

Figura n.º 1-8. Ingreso y salida de materiales del almacén mina



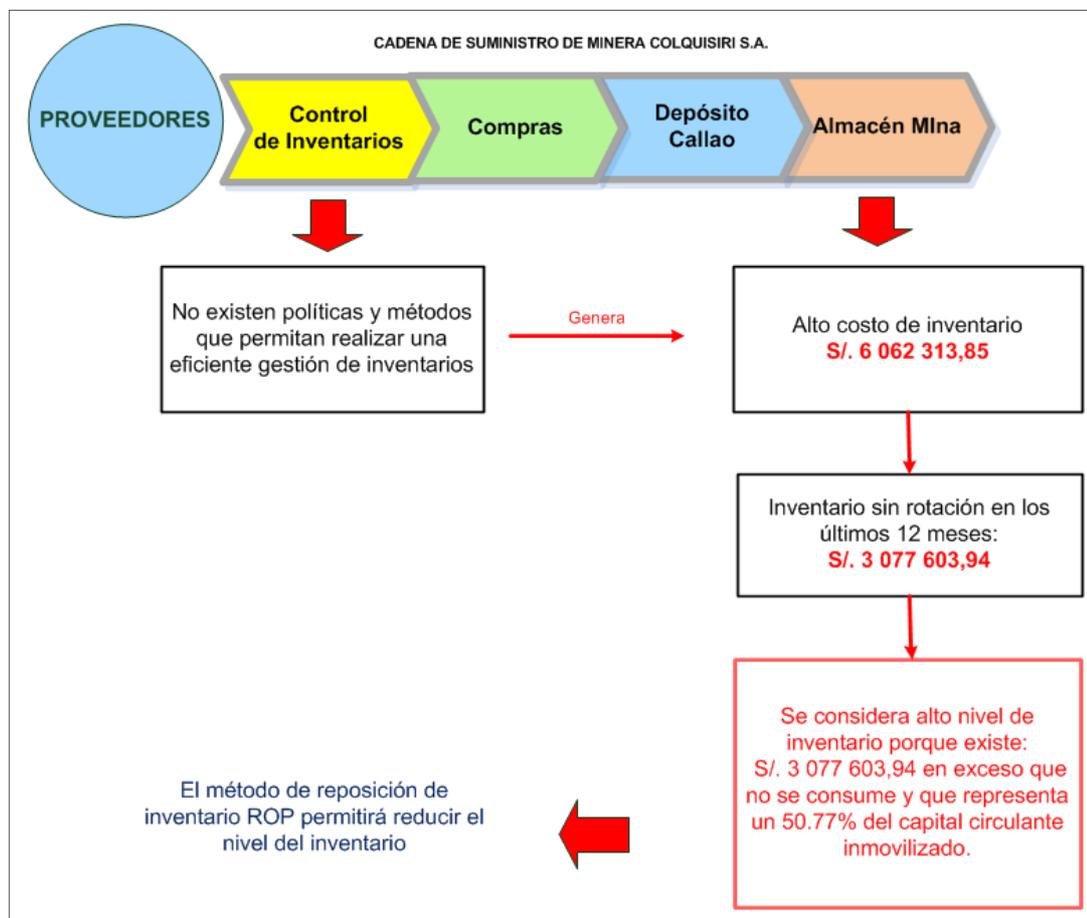
Fuente: Elaboración Propia

1.2. Realidad Problemática

El presente estudio hará énfasis en la importancia de llevar el control de los inventarios dentro de la cadena de suministros y como contribuye con la reducción de costos.

Minera Colquisiri S.A. tiene un solo cliente externo quien es el *Trader Glencore*, empresa que se encarga de acopiar el mineral y luego lo comercializa en el extranjero. Como clientes internos se tiene a operaciones mina y mantenimiento, así mismo su cadena de suministro está formada por cuatro eslabones que son: control de inventarios, compras, almacén de tránsito y almacén mina.

Figura n.º 1-9. Cadena de suministro de Minera Colquisiri S.A.



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente la cadena de suministro viene cumpliendo un rol determinante en el abastecimiento de bienes y servicios para asegurar la continuidad de las operaciones, pero dada la coyuntura del sector minero donde los precios de los minerales son controlados por el mercado internacional, se impone la presión de reducir los costos como objetivo principal. El control de inventarios hace posible dar el primer paso en post de ese objetivo.

En referencia a los antecedentes documentado en el marco teórico se indica que el control de inventario ha adquirido nuevos paradigmas los cuales deberían ser asumidos y puestos en práctica por las empresas de tal manera que les genere una ventaja competitiva. Por citar algunos se resalta lo siguiente:

Álvarez Tanaka, R.A. (2009). *Análisis y Propuesta de Implementación de pronósticos y gestión de Inventarios en una Distribuidora de Productos de Consumo Masivo (Tesis de Maestría). Escuela de Post Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.* Detalla en su propuesta que la gestión de inventarios le generará a la organización un ahorro al año de S/. 47 261, como resultado de eliminar el nivel de sobre stock del inventario.

El modelo de gestión de inventario durante todo este tiempo se ha convertido en una herramienta que permite a las empresas reducir los costos de inventario, y además por ser una herramienta fácil de aplicar y por qué su proceso de generar el pedido se basa en cálculos estadísticos que considera el nivel de servicio. **Reino Chérrez, C.I. (2014) *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios, caso Ferretería Almacenes Fabián Pintado. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.***

Teniendo como base el marco teórico se propone un modelo de gestión basado en el método del punto de reorden conocido como *ROP* y la aplicación de políticas de inventario basados en la clasificación *ABC*.

Se hizo un análisis detallado de todo el inventario agrupado por género, obteniendo un total de S/. 6 062 313.85

Tabla n.º 1-2. Costo actual de los inventarios

Genero	Valores	
	Cuenta de	Suma de CostoValor
BOMBAS	470	708,832.32
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	15	125,809.82
EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACIONES	77	10,353.17
EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE	135	99,168.37
EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	570	465,454.40
GRUPOS VARIOS	3	4,035.34
HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	71	37,626.49
INSUMOS LABORATORIO	30	13,751.26
INSUMOS MINA	89	333,119.58
INSUMOS PLANTA CONCENTRADORA	20	942,251.80
MATERIALES USO ESPECIFICO	54	22,404.71
MATERIALES Y REPUESTOS USO GENERAL	607	315,481.16
REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	2228	2,839,518.50
RODAJES Y ACCESORIOS	278	87,841.50
TUBERIAS Y VALVULAS	103	38,021.67
UTILES DE OFICINA	63	18,643.76
Total general	4813	6,062,313.85

Fuente: Elaboración propia - Datos extraídos de la base de datos de logística

Del costo total del inventario **S/. 6 068 313.85**, se idéntico que durante los doce últimos meses no tuvieron rotación un total de **S/. 3 077 603.94**, es decir un 50% aproximadamente de inventario inmovilizado durante el último año. 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 según la ecuación del marco teórico, este indicador se vería afectado por existir capital que no agrega valor.

Tabla n.º 1-3. Inventario con rotación y sin rotación

Suma de CostoValor Genero	Rotacion		Total general
	Con Rotación	Sin Rotación	
BOMBAS	318,071.66	390,760.66	708,832.32
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	111,828.76	13,981.06	125,809.82
EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACION	7,435.24	2,917.93	10,353.17
EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD SA	93,700.07	5,468.30	99,168.37
EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	146,614.64	318,839.76	465,454.40
GRUPOS VARIOS	535.34	3,500.00	4,035.34
HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	22,010.33	15,616.16	37,626.49
INSUMOS LABORATORIO	8,670.35	5,080.91	13,751.26
INSUMOS MINA	331,090.98	2,028.60	333,119.58
INSUMOS PLANTA CONCENTRADORA	802,755.27	139,496.53	942,251.80
MATERIALES USO ESPECIFICO	19,650.50	2,754.21	22,404.71
MATERIALES Y REPUESTOS USO GENERAL	197,073.74	118,407.42	315,481.16
REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	865,834.53	1,973,683.97	2,839,518.50
RODAJES Y ACCESORIOS	23,043.59	64,797.91	87,841.50
TUBERIAS Y VALVULAS	19,718.21	18,303.46	38,021.67
UTILES DE OFICINA	16,676.70	1,967.06	18,643.76
Total general	2,984,709.91	3,077,603.94	6,062,313.85

Fuente: Elaboración propia - Datos extraídos de la base de datos de logística

Existe un alto nivel de inventario al 31.04.2017 valorizado en S/. 6 062 313,85. Se considera un nivel alto debido a que existe S/. 3 077 603,94 que no tienen consumos durante los últimos 12 meses y que representa aproximadamente el 50% del inventario en exceso. Lo cual evidencia que no existe una adecuada planificación y control de inventario.

Goldratt E. en su publicación titulada “**La Meta**”, hace referencia que el objetivo es ganar dinero por lo que cada acción que conlleve a incrementar la utilidad neta será productiva y cualquier acción que impida ganar dinero será improductiva. Así mismo afirma que para que una empresa llegue a la meta deberá gestionar adecuadamente las siguientes variables:

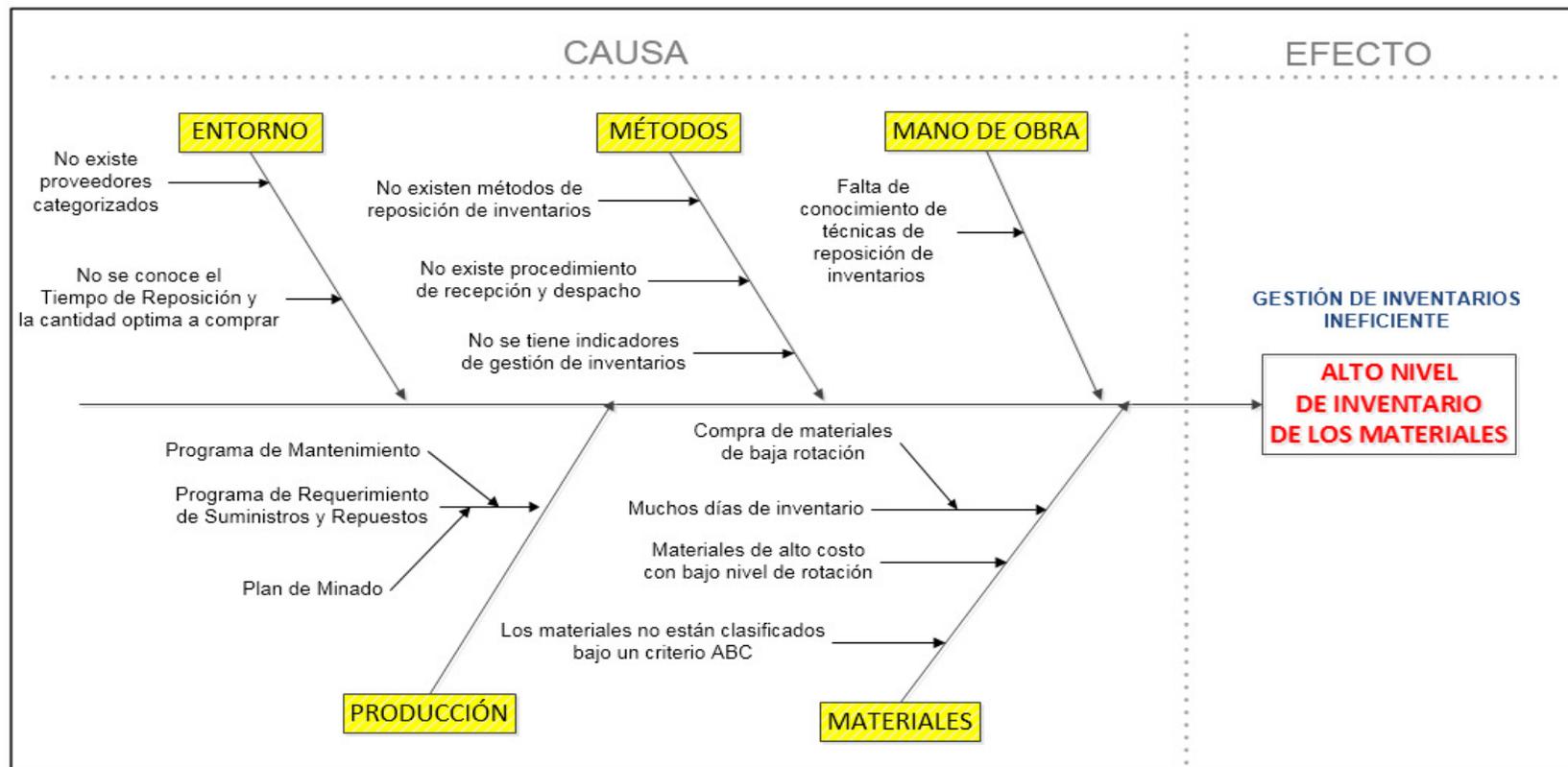
- **Ingresos:** Es la tasa de generación de dinero a través de las ventas, lo que importa no es la producción sino las ventas, si se produce y no se vende no se generará dinero. Maximizar la producción para aumentar el rendimiento de los recursos sin expectativas de ventas no es un paso hacia la meta, en última es el dinero que ingresa.

- **Inventario:** Es todo el dinero que la empresa ha invertido en adquirir suministros, repuestos, artículos, consumibles, bienes tangibles. Para luego consumirlos en el proceso productivo. En último es el dinero retenido en la empresa.
- **Gastos de Operación:** Es todo lo que la empresa gasta para convertir el inventario en ingresos netos. En última es el dinero que sale de la empresa.

Considerando la relevancia que tiene la gestión de inventario para lograr contribuir con la productividad de la empresa y el incremento de las utilidades, se hace un análisis de las causas que genera el alto nivel de inventarios de materiales inmovilizado que no generan valor para la empresa.

El diagrama causa y efecto propuesto por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943, se utilizó como técnica para comprender y analizar de manera estructurada las causas potenciales de las deficiencias en la gestión de inventarios.

Figura n.º 1-10. Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el área de logística no realiza un adecuado control de inventarios, no se hace uso de técnicas de reposición de materiales, no se hacen pronósticos de consumo para realizar planificación de compras, lo que conlleva a generar altos niveles de inventario. Lo que ocasiona que algunos de estos materiales se vuelvan obsoletos por pérdida de su vida útil, por deterioro o manipuleo.

Actualmente el control de inventario se hace en una hoja Excel, aquí se puede apreciar un listado de los materiales críticos que representan los mayores consumos del mes, estos materiales representan el 43% de los consumos totales de dicho mes.

Como podemos apreciar a pesar que son materiales sumamente representativos, en algunos casos se cuenta con stock igual a 0. Lo que puede ocasionar una rotura de stock y afectar la continuidad de la operación. Así mismo se puede observar que este archivo Excel no se basa en ninguna técnica de control de inventario, no existen promedios de consumo, tiempos de entrega, stock de seguridad y mucho menos análisis estadísticos.

Tabla n.º 1-4. Control de inventarios actual

IT	Codigo Sistema	Descripción	UM	Stock Mínimo	Stock Máximo	Stock a la Fecha	Días Duración	Observaciones
FORMATOS DE OPERACIÓN								
1	140302001	FORMATO REPORTE DE JUMBO FRONTONERO	BLOC	10.00	20.00	33.00	50	
2	140302002	FORMATO REPORTE DE VOLQUETES	BLOC	10.00	20.00	22.00	33	
3	140302003	FORMATO REPORTE SCOOP / CARAGADOR FRONTAL	BLOC	10.00	20.00	26.00	39	
4	140302004	FORMATO REPORTE DE JUMBO TALADROS LARGOS	BLOC	10.00	20.00	44.00	66	
5	140302005	FORMATO REPORTE DESATADOR MECANICO SCALER MNTD	BLOC	10.00	20.00	30.00	45	
6	140302006	FORMATO REPORTE DE OPERADOR CARGADOR FRONTAL	BLOC	10.00	20.00	26.00	39	
7	140302007	FORMATO REPORTE OPERADOR DE CAMIONETA	BLOC	10.00	20.00	23.00	35	
8	140302008	FORMATO REPORTE EQUIPO SCOOPS	BLOC	10.00	20.00	26.00	39	
9	140302009	FORMATO REPEORTE OPERADOR DE VOLQUETES	BLOC	10.00	20.00	19.00	29	
10	140302010	FORMATO REPORTE OPERADOR DE EQUIPO JUMBO	BLOC	10.00	20.00	28.00	42	
11	140302011	FORMATO REPORTE OPERADOR SCALER GETMAN	BLOC	10.00	20.00	31.00	47	
12	140302012	FORMATO MOVIMIENTO PERSONAL	BLOC	10.00	20.00	23.00	35	
13	140302013	FORMATO VALE DE SALIDA MATERIALES	BLOC	10.00	20.00	26.00	39	
14	140302014	FORMATO CHECK LIST DIARIO OPERACIÓN MINA	BLOC	10.00	20.00	11.00	17	
15	140302015	FORMATO REPORTE DE DESVIO	BLOC	10.00	20.00	10.00	15	
16	140302016	FORMATO ANEXO N°14 INDUCCION Y ORIENTACION BASICA	BLOC			-	-	
17	140302017	FORMATO ANEXO N°14-A PROGRAMA DE CAPACITACION EN EL TRABAJO/TAREAS	BLOC			-	-	
18	140302018	FORMATO REGISTRO ASISTENCIA	BLOC			-	-	
19	140302019	FORMATO ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO LIMA	BLOC			-	-	
20	140302020	FORMATO IPERC CONTINUO	BLOC	25.00	50.00	36.00	22	
21	140302021	FORMATO PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)	BLOC			-	-	
22	140302022	FORMATO ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)	BLOC			-	-	
23	140302023	GUIA DE REMISION DE MATERIALES SERIE N° 006	BLOC	10.00	20.00	2.00	3	
24	140302024	GUIA DE REMISION PARA CONCENTRADOS SERIE N° 005	BLOC	10.00	20.00	-	-	
25	140302025	CONSTANCIA DE VERIFICACION DE PESOS Y MEDIDAS	BLOC	10.00	20.00	-	-	
26	140302026	GUIA DE REMISION DE MATERIALES SERIE N° 010	BLOC	10.00	20.00	3.00	5	
27	140302027	GUIA DE REMISION DE MATERIALES SERIE N° 009	BLOC	10.00	20.00	-	-	
28	140302028	FORMATO VALE DE SALIDA DE EXPLOSIVOS POLVORIN	BLOC	10.00	20.00	37.00	56	
29	140302029	FORMATO VALE DE SALIDA DE COMBUSTIBLE	BLOC	10.00	20.00	38.00	57	

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.

Así mismo los materiales no están clasificados en función a un criterio **ABC** lo que genera que el jefe de almacén no pueda establecer políticas de inventario en función a un criterio basado en el costo y rotación del material. Al no saber con exactitud que materiales representan alto costo y a la vez de mayor rotación, no le es posible jerarquizar la prioridad para asignar recursos de control y gestión.

Actualmente, la empresa no cuenta con ningún tipo de sistema de control de inventarios.

Se recomienda que la empresa desarrolle un método de control de inventarios bajo un criterio ABC y tomar mayores provisiones a fin de mantener un nivel óptimo de inventario de suministros y repuestos.

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**, el cual es un proceso que en base a un análisis estadístico se determina cuándo y cuánto.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo el método de reposición **ROP** y la clasificación **ABC** mejorará la gestión de inventarios en la cadena de suministro de la empresa Minera Colquisiri S.A.?

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. Problema específico 01

¿Cómo se clasificarán los materiales para lograr una adecuada gestión de inventarios?

1.3.2.2. Problema específico 02

¿Cómo se calculará la cantidad óptima de reposición de inventario?

1.3.2.3. Problema específico 03

¿Cómo se reducirá el nivel de inventario para contribuir con la reducción de costos?

1.3.2.4. Problema específico 04

¿Qué indicador se usará para el control del inventario y evitar altos niveles de stock?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

Izar (2012) Establece que uno de los modelos tradicionales para calcular el inventario es el del **Punto de Reorden** de pedido (**ROP**), que consiste en determinar un nivel de inventarios en unidades, con el cual se genera nuevo pedido al proveedor, esto sucede cuando el nivel de stock disminuye hasta dicho nivel de punto de reorden.

Uno de los modelos más utilizados para la correcta administración del inventario es el del **Punto de Reorden (ROP)**, que se fundamenta en calcular su valor con base en la demanda de artículos, el tiempo de entrega del proveedor y el stock de seguridad, que es una cantidad adicional que se agrega para protegerse contra variaciones altas de la demanda o cuando el tiempo de entrega del proveedor incrementa.

Prácticamente todos los estudios de inventarios que calcula el **ROP** lo hacen asumiendo que la demanda de materiales y el tiempo de entrega de un nuevo pedido de parte del proveedor son independientes.

Ray (1981) ha desarrollado un método para calcular el **ROP** cuando las demandas están correlacionadas y el tiempo de entrega es aleatorio. Su procedimiento consiste en determinar los 4 momentos de la demanda del tiempo de entrega, los que luego utiliza para calcular los percentiles de la distribución, para finalmente estimar el **ROP** para un nivel de servicio requerido.

Fotopoulos y Wang (1998) han propuesto una metodología para determinar el stock de seguridad cuando las demandas están auto correlacionadas y los tiempos de entrega siguen una distribución arbitraria. Luego analizan los efectos de infringir los supuestos en los que se basan, tales como independencia y normalidad de la demanda y la normalidad del tiempo de entrega, encontrando que el efecto más grande se da cuando se ignora la auto correlación e la demanda.

1.4.2. Justificación Práctica

Según Friere (2006) Gerente de Logística de la Sociedad Minera El Brocal S.A. y Director de APPROLOG (Asociación Peruana de Profesionales en Logística), indica que la importancia de la cadena de suministro en el sector minero peruano y en general, radica en que la mayoría de las minas se encuentran en lugares inhóspitos, lejanos y de difícil acceso. El “Justo a Tiempo” es prácticamente imposible y los niveles de inventarios suben; así mismo, dada la complejidad en las operaciones y la poca predictibilidad que hay que hay en muchos casos, por lo cual los niveles de obsolescencia son también altos, lo que representa pérdidas económicas. Es en ese momento cuando una adecuada gestión de inventarios dentro de la cadena de suministro posibilita la reducción de costos y facilita la prestación de un servicio adecuado en cuanto a tiempo, cantidad y calidad. Finalmente, Friere expresa que los elementos de la cadena de suministro a trabajar y evaluar por su impacto en la productividad y competitividad en el sector minero son: Gestión de Almacenes y Aprovisionamiento. Adicionalmente para Freire (2006) la “Logística de En Medio”, que también hace parte de la cadena de suministro, comprende los procesos de compras, transporte interno, Recepción, Almacenamiento, Despacho y Control de Inventario.

En Antamina S.A. una de las mayores productoras de cobre y zinc del Perú. En el ámbito de la cadena de suministro ha logrado diferentes distinciones por su modelo de excelencia en esta área, dando prioridad a un abastecimiento oportuno y eficiente de bienes y servicios que buscan asegurar la continuidad de las operaciones de la empresa. En este proceso se resaltan las funciones de compras, gestión eficiente de inventarios de insumos-maquinaria-repuestos, las cuáles son críticas para la explotación y operación de la mina.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

Para las mejoras en la gestión de inventarios se propone implementar un método de reposición de inventarios (**ROP**) basado en un criterio de clasificación **ABC**, el cual le permitirá a la empresa reducir en 66,7 % los niveles de inventario, ahorrando S/. 739 031,75, entre capital inmovilizado. En relación a los inventarios de suministro a través de la propuesta de implementación de una herramienta que determina en forma óptima el nivel de disponibilidad de producto la empresa estará, así mismo aumentando el nivel de servicio que se traduce en determinar stock de seguridad para evitar roturas de stock y por consiguiente paradas de planta o retrasos en operación minera.

De la Tabla n.3-17 se puede determinar que del costo total de S/. 2 535 484,90 existe un inventario de S/. 2 384 514,39 que no tiene rotación durante los últimos 12 meses (mayo

2016 hasta abril 2017), por lo que se concluye que actualmente la empresa tiene un capital que no ha tenido rotación por un periodo de 12 meses de S/. 2 384 514,39 y que al estar en el inventario genera un impacto negativo a las finanzas de la compañía. Impacto financiero porque este valor al estar invertido en otra oportunidad de negocio podría estar generando rentabilidad bajo un tipo de interés, o en algún proyecto que genere valor para la compañía.

Si la empresa logrará retirar de su inventario los S/. 2 384 514,39 se lograría una reducción de su inventario de un 94% respecto al costo total de S/. 2 535 484,90 quedando un costo de S/. 150 970,51

Además de los beneficios operativos de mantener inventarios más esbeltos y de los beneficios administrativos al operar con esquemas claros y fáciles de manejar, la Solución propuesta genera beneficios directos en resultados de negocio. Los más representativos son:

- Incremento de Nivel de Servicio (reducción de venta perdida).
- Incremento en Rotación de Inventarios y reducción productos obsoletos y merma. Reducción en capital de trabajo invertido en Inventarios.
- Reducción de Costos Logísticos de Almacenamiento y Distribución.

1.4.4. Justificación Académica

Es parte del proceso de adquirir el grado académico cumplir con las normas vigentes como establece el diario oficial el peruano en su reglamento de trabajos de investigación publicado el 6 de setiembre del 2016 donde en su capítulo I, artículo 4º establece:

Trabajo de suficiencia profesional: es una modalidad de titulación que implica que el bachiller está en la capacidad de demostrar y documentar el dominio y la aplicación de competencias profesionales adquiridas a lo largo de la carrera.

La universidad, institución o escuela de educación superior determinará el plazo mínimo de trabajo en temas de su especialidad, debidamente acreditado mediante un certificado, además de la presentación de un informe que da cuenta de la experiencia pre profesional y podrá ser sustentado públicamente ante un jurado evaluador, en el que se formulan preguntas vinculadas con el informe y un balotario de preguntas de los cursos llevados durante la realización de la carrera.

En el marco de la Ley Universitaria es una modalidad que se aplica únicamente para la obtención del título profesional, el cual también puede ser obtenido a través de la presentación de una tesis. Recuperado de

<http://busquedas.elperuano.com.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-registro-nacional-de-trabajos-de-inv-resolucion-no-033-2016-suneducd-1425605-1/>

1.5. Objetivo

1.5.1. Objetivo General

Proponer el uso del método de reposición de inventarios *ROP* y la clasificación de materiales ABC en función a su costo y nivel de rotación, para mejorar la gestión de inventario en la cadena de suministro de la empresa Minera Colquisiri S.A.

1.5.2. Objetivo Específico

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Clasificar los materiales en base a un criterio ABC según su costo y nivel de rotación de consumos.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Calcular la cantidad óptima de reposición de inventario haciendo uso del método *ROP*.

1.5.2.3. Objetivo específico 3

Calcular el nivel de inventario que representa alto costo y que no haya tenido rotación durante los últimos 12 meses para proponer su retiro del inventario.

1.5.2.4. Objetivo específico 4

Desarrollar y proponer el uso de indicadores de gestión del inventario.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte:

Chikan (2007) afirma que los controles de inventario han adquirido nuevos paradigmas los cuales deberían ser asumidos y puestos en práctica por las empresas de tal manera que les genere una ventaja competitiva. El paradigma anterior consideraba el manejo de los inventarios de forma independiente al proceso administrativo, y su función se limita a ser un amortiguador para hacer frente a las demandas inciertas.

Álvarez Tanaka, R.A. (2009). *Análisis y Propuesta de Implementación de pronósticos y gestión de Inventarios en una Distribuidora de Productos de Consumo Masivo (Tesis de Maestría).* Escuela de Post Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El autor detalla en su propuesta que la gestión de inventarios le generará a la organización un ahorro al año de S/. 47 261, como resultado de eliminar el nivel de sobre stock del inventario.

Loja Guarango, J.C. (2015) *Propuesta de un sistema de gestión de inventario para la Empresa Femarpe Cía. LTDA.* Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Sostiene que el surgimiento de los sistemas de información y las computadoras enlazadas con el registro de los movimientos de inventario han permitido que el proceso de revisión continua sea factible y a la vez más eficiente. Esto permite que el usuario que en cada revisión se tome una decisión respecto al nivel del inventario, y si está por debajo del nivel aceptado, se confirma en el sistema para que se genere automáticamente un pedido.

Reino Chérrez, C.I. (2014) *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios, caso Ferretería Almacenes Fabián Pintado.* Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Afirma que el modelo de gestión de inventario que durante todo este tiempo se ha convertido en una herramienta que permite a las empresas reducir los costos de inventario, y además por ser una herramienta fácil de aplicar y por qué su proceso de generar el pedido se basa en cálculos estadísticos que considera el nivel de servicio. Es decir, el modelo de gestión permite responder satisfactoriamente la demanda sin perjudicar la parte financiera de la empresa.

2.2. Antecedentes

2.2.1. Tesis Internacionales

Reino Chérrez, C.I. (2014). *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios, caso Ferretería Almacenes Fabián Pintado.* (Tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Establece que los inventarios son los bienes tangibles como artículos, suministros, productos y recursos que tiene una empresa para satisfacer una necesidad actual o futura, y que son utilizados para su transformación, consumo alquiler o venta. La cuenta de inventario es la base de toda empresa y forma parte del activo corriente, y maneja principalmente cuentas como:

- Mercancía no fabricada por la empresa
- Materiales, repuestos y accesorios – entre otras.

Así mismo concluye que es importante la planificación y el control permanentemente de los inventarios, además se deberá realizar una verificación del lugar de almacenamiento y bajo qué circunstancias. Se debe realizar cálculos del pronóstico de demanda, revisión continua del nivel de inventario.

Pierrri Gordillo, V.K. (2009). *Propuesta de un sistema de gestión de inventario para la Empresa Metal Mecánica.* (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Afirma que implementar un sistema de gestión de inventario permitirá fortalecer a la empresa ya que logrará un control de la demanda de los inventarios, calcular el nivel de stock de seguridad y sobre todo gestionar la reducción de los costos.

Con respecto al **Punto de Reorden (ROP)**, permitió a la empresa Tapametal de Guatemala S.A., saber oportunamente que el inventario ha llegado a un nivel en donde será necesario realizar una reposición y se deberá generar un nuevo pedido al proveedor. El nivel de reposición debe considerar el tiempo de entrega del proveedor de tal manera que se asegure a la empresa seguir produciendo hasta que llegue el pedido. Para obtener el nivel de reposición utilizó la siguiente fórmula:

$$ROP = (PDC * TE) + ES$$

Dónde:

ROP: Punto de reorden

PDC: Promedio diario de consumo

TE: Tiempo de entrega

ES: Existencia de seguridad

En su estudio manifiesta que efectuar un inventario donde se realice constantemente el conteo, la generación de pedidos, la recepción de existencias, etc. demanda de tiempo y horas hombre por lo que recomienda para hacer un uso efectivo de estos recursos, clasificar y priorizar determinados artículos. Siendo la herramienta ABC que propone como método de clasificación y priorización en base a su nivel de mayor o menor valor monetario.

- A: Alto volumen monetario
- B: Volumen monetario medio
- C: Bajo volumen monetario

Leal Morantes, A.J. (2004). *Modelo de planificación y control de inventarios para mantenimiento. (Tesis de Grado). Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.* El autor en su trabajo de investigación recomienda implementar un modelo de inventario único para los materiales de mantenimiento basado en el nivel de la producción, sobre todo para los suministros de alta rotación y no para lo que tienen baja rotación. Es su estudio propuso políticas de inventario según los criterios siguientes:

Clasificación del material

- Valor de uso (ABC)
- Criticidad (123)

Movimiento del material

- Rápido (alta rotación)
- Lento (baja rotación)
- Eventual (consumo puntual)

Propósito de uso

- Suministros (uso general)

- Repuestos (uso específico)
- Herramientas (de uso especial o de dotación individual)

Comportamiento de la demanda

- Determinística
- Estocástica

Dependiendo del tipo de trabajo de mantenimiento que se realice, el autor clasificará el comportamiento de la demanda considerando el siguiente criterio:

- **Mantenimiento planeado:** Que incluye los trabajos de mantenimiento preventivo (rutinario, programado, correctivo y predictivo), las paradas de planta y los proyectos de inversión.
- **Mantenimiento no planeado:** Que incluye los trabajos de mantenimiento correctivo o por avería.

El autor recomienda que se establezca un mismo nivel de inventario, pero en dos almacenes distintos, uno para el mantenimiento planeado y otro para el mantenimiento no planeado. Esto se debe a que el mantenimiento planeado genera pedidos con demanda determinística y el mantenimiento no planeado genera demanda probabilística.

En el presente estudio el autor establece otras políticas, pero en base al tipo de mantenimiento, si el mantenimiento es planeado la gestión de inventario se debe de tratar como una compra especial con cargo directo al centro de costo del usuario que consume el material (Mantenimiento o Proyectos), esto porque se conoce la cantidad a pedir. En este caso el momento de pedido se puede determinar mediante modelos determinísticos tales como *MRP* o *PERT-CPM*.

Y en relación al tipo de mantenimiento no planeado se debe aplicar los modelos probabilísticos para determinar el momento del pedido, conjuntamente con el modelo de Wilson para establecer la cantidad óptima a pedir.

En base a lo descrito anteriormente el autor selecciona las políticas de inventario resumido en la siguiente tabla:

Tabla n.º 2-1. Estrategia de aplicación de políticas de inventario

TIPO DE MATERIAL		MANTENIMIENTO PLANEADO	MANTENIMIENTO NO PLANEADO
Consumibles	Suministros	Compras Especiales con Cargo Directo	Punto de reorden con distribución Normal y cantidad de pedido con EOQ
	Repuestos	Compras Especiales con Cargo Directo	Punto de reorden con distribución de Poisson y cantidad de pedido con EOQ

Fuente: Leal Morantes, A.J. (2004). Tesis de Grado.

Adicional a lo establecido el autor recomienda que para empresas con alto número de materiales para mantenimiento no planeado (suministros y repuestos con demanda probabilística) se apliquen políticas más específicas de acuerdo a la clasificación Valor - Criticidad. Aquí claramente especifica que un artículo puede ser considerado como crítico dependiendo del efecto que genere en la paralización de la operación por la rotura de stock, así mismo por cuán difícil sea adquirir, del impacto en el stock de seguridad o del tiempo de entrega. Estableció la clasificación del inventario por nivel de criticidad como sigue:

- **Altamente crítico:** Piezas que son absolutamente esenciales para la operación del equipo. Si no están disponibles en stock paraliza la operación.
- **Moderadamente crítico:** Piezas que tendrán un efecto moderado en la operación del equipo si no están disponibles.
- **Bajo grado crítico:** Piezas que no son absolutamente esenciales para la operación del equipo.

Tabla n.º 2-2. Aplicación de políticas de inventarios por nivel de criticidad

CRITICIDAD VALOR	1 (Alta)	2 (Moderada)	3 (Baja)
A	I	I	II
B	I	II	II
C	III	III	IV

Fuente: Leal Morantes, A.J. (2004). Tesis de Grado.

Las políticas de inventario que propone el autor de acuerdo al criterio Valor – Criticidad se describe en la siguiente tabla:

Tabla n.º 2-3. Aplicación de políticas de inventario por clase

POLÍTICA	CLASE	SUMINISTROS	REPUESTOS
I	A1 A2 B1	Punto de reorden basado en la distribución Normal con nivel de servicio del 99% y cantidad de pedido con EOQ	Punto de reorden basado en la distribución de Poisson con nivel de servicio del 99% y cantidad de pedido con EOQ
II	A3 B2 B3	Punto de reorden basado en la distribución Normal con nivel de servicio del 95% y cantidad de pedido con EOQ	Punto de reorden basado en la distribución de Poisson con nivel de servicio del 95% y cantidad de pedido con EOQ
III	C1 C2	Revisión periódica basado en el EOQ e inventario de seguridad con distribución Normal y nivel de servicio del 90%	Revisión periódica basado en el EOQ e inventario de seguridad con distribución de Poisson y nivel de servicio del 90%
IV	C3	Revisión Periódica con Etiquetas Binarias	Revisión Periódica con Etiquetas Binarias

Fuente: Leal Morantes, A.J. (2004). Tesis de Grado

Después de haber realizado la simulación de la puesta en marcha de las políticas de inventario propuestas hace el siguiente resumen:

- Alta frecuencia de pedidos, pero con un costo de compra relativamente bajo.
- Bajo nivel promedio de existencias y, por lo tanto, un bajo costo de mantenimiento de inventarios.
- Reducción significativa de las demandas insatisfechas, las cuales deben tener asociado un alto costo de penalización.

En las siguientes tablas se puede observar que los saldos iniciales y finales de inventario aumentaron, sin embargo, la existencia actual refleja el nivel promedio del inventario, el cual aumentó, pero en menor proporción. Esto quiere decir que existen mayores entradas de material pero que a la vez se están consumiendo y, por lo tanto, debe estarse cubriendo una

mayor cantidad de demanda insatisfecha con el modelo propuesto, lo cual repercute de manera positiva en el nivel de servicio.

Tabla n.º 2-4. Impacto del modelo propuesto sobre las existencias

ARTÍCULO	EXISTENCIA INICIAL		EXISTENCIA ACTUAL		EXISTENCIA FINAL	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
081843399	2,8	3,5	9,3	10,5	3,0	3,8
313713266	2,9	9,2	8,2	15,6	2,7	9,4
673916009	3,8	12,5	9,3	20,3	4,0	13,3
673916011	3,3	8,9	7,3	14,4	3,3	9,3
691105068	1,0	4,4	2,8	6,8	0,8	4,3
691105072	1,3	3,7	3,1	5,8	1,1	3,6
691105060	1,5	4,8	4,3	8,1	1,6	5,0
690103074	1,2	5,5	2,9	8,0	1,1	5,8
691105056	1,2	5,8	2,8	8,2	1,1	6,0
691203004	0,7	4,7	2,5	7,4	0,8	4,9
745002020	13,6	24,6	71,1	83,1	13,9	25,4
740246016	34,5	78,1	92,0	144,6	32,1	78,3
401002072	25,9	44,8	76,3	101,8	24,5	46,8
574002029	30,9	71,1	62,4	113,1	29,8	72,0
574002162	21,3	79,9	46,1	112,9	20,7	80,0
480443105	2,6	2,6	6,3	6,3	2,8	2,8
795006402	1,3	2,4	4,2	5,6	1,4	2,5
795208402	3,0	3,7	11,3	12,2	3,2	3,7
796836402	1,4	1,4	5,1	5,1	1,6	1,6
830203037	1140,0	2042,6	4103,5	5153,2	1052,8	1994,2
830814196	4,5	11,2	10,8	18,2	4,4	11,2
085717074	0,6	7,8	1,4	9,1	0,6	8,1
290604126	46,9	46,9	88,1	88,1	46,9	46,9
293718030	25,0	25,0	39,2	39,2	26,7	26,7
341050067	1,4	5,1	4,0	8,1	1,3	5,2
341432032	10,5	32,0	24,0	48,5	11,5	34,0
345404028	7,5	48,8	31,9	85,0	6,9	48,8
732610021	71,3	71,3	180,0	180,0	78,8	78,8
733306018	1711,7	1711,7	3160,0	3160,0	1777,5	1777,5
733306024	1402,5	1402,5	2040,0	2040,0	1445,0	1445,0
PROMEDIO	152,53	192,54	337,01	383,97	153,39	195,15
DIFERENCIA	40,01		46,96		41,77	
DIFERENCIA %	26%		14%		27%	

Fuente: Leal Morantes, A.J. (2004). Tesis de Grado

Tabla n.º 2-5. Impacto sobre el modelo propuesto sobre el nivel de servicio

ARTÍCULO	SOLICITADO	DESPACHADO		NO SATISFECHO		NIVEL DE SERVICIO	
		Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
081843399	7,4	6,2	6,7	1,2	0,7	90%	95%
313713266	6,2	5,5	6,2	0,7	0,0	92%	100%
673916009	7,0	5,3	6,9	1,7	0,0	86%	100%
673916011	5,1	4,0	5,1	1,0	0,0	87%	100%
691105068	2,5	2,1	2,5	0,4	0,0	90%	100%
691105072	2,2	2,0	2,2	0,3	0,0	92%	100%
691105060	3,1	2,7	3,0	0,4	0,0	93%	99%
690103074	2,3	1,8	2,3	0,5	0,0	86%	100%
691105056	2,2	1,7	2,2	0,5	0,0	87%	100%
691203004	2,5	1,8	2,5	0,7	0,0	81%	100%
745002020	59,5	57,3	57,8	2,3	1,8	96%	98%
740246016	69,0	59,8	66,3	9,2	2,8	92%	98%
401002072	55,0	51,8	55,0	3,3	0,0	95%	100%
574002029	42,1	32,6	41,1	9,5	1,0	90%	99%
574002162	32,9	25,4	32,9	7,5	0,0	87%	100%
480443105	3,5	3,5	3,5	0,0	0,0	100%	100%
795006402	3,3	2,8	3,1	0,5	0,2	90%	97%
795208402	9,1	8,1	8,5	1,0	0,5	93%	96%
796836402	3,8	3,5	3,5	0,3	0,3	96%	96%
830203037	3233,3	3050,8	3159,0	182,5	74,3	95%	98%
830814196	7,5	6,5	7,0	1,0	0,5	92%	97%
085717074	1,0	0,8	1,0	0,2	0,0	85%	100%
290604126	52,5	41,3	41,3	11,3	11,3	91%	91%
293718030	12,5	12,5	12,5	0,0	0,0	100%	100%
341050067	2,9	2,7	2,9	0,3	0,0	95%	100%
341432032	14,5	12,5	14,5	2,0	0,0	93%	100%
345404028	36,3	25,0	36,3	11,3	0,0	80%	100%
732610021	120,0	101,3	101,3	18,8	18,8	91%	91%
733306018	1514,2	1382,5	1382,5	131,7	131,7	95%	95%
733306024	637,5	595,0	595,0	42,5	42,5	97%	97%
PROMEDIO	198,35	183,62	188,81	14,73	9,54	91%	98%
DIFERENCIA	N/A	5,19		-5,19		7%	
DIFERENCIA %	N/A	3%		-35%		7%	

Fuente: Leal Morantes, A.J. (2004). Tesis de Grado

Finalmente, el autor concluye que la aplicación del modelo de planificación y control de inventarios enfocado en la función del mantenimiento si puede mejorar el nivel de servicio del almacén de materiales a un costo razonable, alcanzando metas de eficacia y eficiencia, logrando comprobar de esta manera, la hipótesis de su investigación.

Nail Gallardo, A. (2016). *Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de Sociedad Repuestos España Limitada. (Tesis de Titulación). Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.* El autor plantea el problema como un claro indicador de la empresa Sociedad Repuestos España debido a que tiene un valor de inventario de \$ 47 220 200 y su activo total es de \$122 159 620 es decir el inventario corresponde a más de un tercio del total de activos de la empresa (38.6 por ciento), lo que significa que la empresa debe estar incurriendo en un alto costo de almacenaje de sus productos afectando directamente su rentabilidad.

En base a esta problemática se formula la siguiente pregunta como objetivo general ¿Cómo mejorar la gestión de inventario de la empresa?

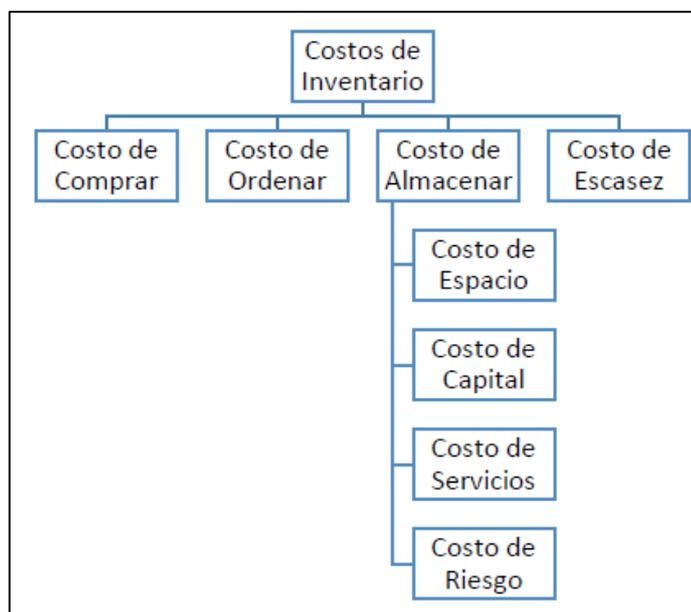
Para el desarrollo de la propuesta de mejora y el logro del objetivo general realizó la siguiente metodología:

En el desarrollo del análisis de la situación de la empresa crea un cuestionario con preguntas estratégicas acerca de la producción y comercialización de la empresa. Luego este cuestionario lo aplica a través de una entrevista al gerente comercial. Con estos resultados obtenidos de esta primera etapa establece un diagrama de flujo que permitirá determinar la estrategia de la empresa:

En la segunda etapa realiza un análisis de los productos que consiste en la inspección de la base de datos de ventas mensuales desde el año 2013 al año 2015. Luego con esta información procede a clasificar los productos mediante la herramienta de clasificación **ABC**, la cual permite identificar los productos críticos de la empresa a los cuales se les da prioridad de asignación de recursos de tiempo y esfuerzo. Luego conocido los productos críticos analiza su demanda de manera individual para determinar el modelo de inventario con el que se va a trabajar. El análisis consiste en calcular el coeficiente de variabilidad y dependiendo de este valor se establece la demanda determinística o probabilística. Luego para considerar un escenario más realista realiza un pronóstico de demanda por producto que le permitirá adelantarse a las necesidades del mercado.

En la tercera etapa el autor determinó los costos de inventario dividiéndolo en cuatro partes como se muestra en la siguiente figura:

Figura n.º 2-1. Estructura de los costos del inventario



Fuente: Nail Gallardo, A. (2016), (Tesis de Titulación), en base a Ballou (2004), Winston (2004) y Vidal (2005)

Para estructurar los costos el autor se entrevistó con el gerente comercial y adicionalmente realizó inspecciones a base de datos obteniendo información de costos, órdenes, productos, ventas, transporte, salarios, costos de servicios (teléfono, internet, seguridad, etc.) y otros costos adicionales. Esta información le permitió dividir los costos según el tipo correspondiente a la categoría mostrado en la imagen anterior.

Finalmente, en la última etapa se realizó los cálculos para obtener las políticas de inventario de los productos críticos. Una vez obtenido los productos seleccionados, el modelo, costos asociados al inventario y la demanda de cada producto se procede a calcular y obtener los siguientes datos para cada producto:

- **Lote óptimo:** Cantidad que se debe solicitar cuando se realice la orden.
- **Punto de Reorden:** Nivel de existencias en el cual se realiza la orden,
- **Inventario de seguridad:** Cantidad de productos que representan una posible rotura de stock.

El autor afirma que con esta información se mejora significativamente la gestión del inventario, logrando reducciones de costos y orden en los procesos.

El autor presenta los modelos de inventario, por cada producto y que se muestra en la siguiente tabla, vale decir que solo considera los 10 primeros de los 319 analizados.

Tabla n.º 2-6. Modelo de inventario por tipo de producto

CODIGO [SKU]	TIPO DE DEMANDA	MODELO
60113EU1	Determinístico	EOQ Básico
1107001JP1	Probabilístico	EOQ Ventas Perdidas
60170	Determinístico	EOQ Básico
60101	Determinístico	EOQ Básico
67040BR1	Determinístico	EOQ Básico
1207004BR1	Determinístico	EOQ Básico
67033	Determinístico	EOQ Básico
1307026JP1	Determinístico	EOQ Básico
60502US1	Determinístico	EOQ Básico
1311060CH1	Probabilístico	EOQ Ventas Perdidas

Fuente: Nail Gallardo, A. (2016), (Tesis de Titulación)

Así mismo dentro de los resultados de la tesis que realiza el autor muestra el proceso de generación de políticas de inventario que consiste en calcular los valores de lote óptimo, el punto de reorden, el inventario de seguridad y el costo total.

En la siguiente tabla muestra la política de inventarios de los primeros 10 de los 319 productos calculados:

Tabla n.º 2-7. Políticas de inventario

CÓDIGO [SKU]	LOTE ÓPTIMO [u]	REORDEN [u]	INVENTARIO DE SEGURIDAD [u]	COSTO TOTAL [€]
60113EU1	78	13	-	21.719.724
1107001JP1	21	3	2	13.683.466
60170	62	11	-	16.450.837
60101	58	9	-	14.168.640
67040BR1	88	3	-	6.533.642
1207004BR1	39	3	-	6.978.405
67033	35	5	-	9.440.141
1307026JP1	15	1	-	6.334.353
60502US1	32	3	-	7.573.801
1311060CH1	9	2	2	7.205.838

Fuente: Nail Gallardo, A. (2016), (Tesis de Titulación)

Luego el autor después de haber determinado las políticas de inventario para cada producto, procede a realizar una comparación con la situación actual donde se muestra en la siguiente tabla el lote óptimo junto a su costo, y el lote actual junto a su costo; además de la diferencia en términos de dinero y porcentaje que existe entre ambos casos.

Tabla n.º 2-8. Comparación de modelos de inventario

CÓDIGO [SKU]	LOTE ÓPTIMO [u]	COSTO ÓPTIMO [€]	LOTE ACTUAL [u]	COSTO ACTUAL [€]	DIFERENCIA [€]	DIFERENCIA [%]
60113EU1	78	21.719.724	87	21.719.965	241	0,00111%
1107001JP1	21	13.683.466	8	13.690.860	7.395	0,05436%
60170	62	16.450.837	74	16.451.508	672	0,00408%
60101	58	14.168.640	64	14.168.854	213	0,00151%
67040BR1	88	6.533.642	19	6.545.331	11.689	0,17859%
1207004BR1	39	6.978.405	17	6.984.678	6.273	0,08982%
67033	35	9.440.141	29	9.440.747	605	0,00641%
1307026JP1	15	6.334.353	4	6.343.639	9.286	0,14638%
60502US1	32	7.573.801	21	7.576.172	2.371	0,03130%
1311060CH1	9	7.205.838	6	7.207.895	2.057	0,02880%

Fuente: Nail Gallardo, A. (2016), (Tesis de Titulación)

Finalmente, el autor concluye que a través de esta metodología se determina que se reducen los costos por producto, de un mínimo de 0,001 por ciento hasta un máximo de 14,6 por ciento, con un promedio de 2 por ciento por producto. En el total de productos tratados se reducen los costos en un 0.53 por ciento, lo que representa una reducción de \$ 3.245.428 anuales, pasando de un costo total de \$ 606.528.446 anuales a \$ 603.283.017 anuales, para los 319 productos analizados.

2.2.2. Tesis Nacionales

Farfán Arroyo, N.L. (2015). *Determinación del punto de reposición óptimo en componentes eléctrico.* (Tesis de Ingeniería). Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Presenta como objetivo mejorar la reposición de inventarios mediante el uso de una herramienta en Excel para equilibrar el stock con la demanda y cubrir todos los pedidos a su debida oportunidad.

La tesis se basó en la aplicación de una herramienta estadística que facilite la labor de pronóstico de demanda y de planeación previa a las actividades de almacenamiento y distribución de mercancías. Así mismo la herramienta consistió en determinar el punto óptimo de reposición de inventario considerando que las ventas dependen del stock.

Describe que en lo que fue el año 2015, la unidad de General Cable Perú dejó de facturar más de USD 700 000 dólares por falta de inventario y se han generado penalidades a clientes como Maestro y Sodimac por un monto que asciende a los USD 135 000 dólares con un cumplimiento promedio de 44% hasta el mes de agosto. Lo que originó la importancia y la necesidad de implementar la herramienta “*PUNTO DE REORDEN – (ROP)*” en General Cable Perú.

La implementación de la herramienta lo desarrolló dando a conocer puntos básicos de estadística como:

Safety Stock o Stock de Seguridad “SS”

El stock de seguridad tiene como finalidad proteger el nivel de servicio en base a la variabilidad de la demanda.

Así mismo realizó un análisis de los siguientes elementos:

- Nivel de servicio deseado (Z)
- Variabilidad de la demanda (σd)

Estas variables permiten calcular el “SS” bajo la siguiente fórmula:

$$SS = Z * \sigma d * \sqrt{LT}$$

\sqrt{LT} : Factor de variabilidad del tiempo estimado de fabricación o lead time (Tiempo que lleva a un proveedor en entregar los materiales una vez que se realiza la orden).

Demand during total replenishment lead time o demanda durante el tiempo de aprovisionamiento “DDLT”

Esta variable indica la demanda necesaria a mantener mientras se logra la reposición del inventario. Para calcular esta variable “DDLT” es necesario obtener los siguientes elementos:

- AvgDmd: Promedio de demanda semanal
- Total Rep LT: Tiempo total de reposición o lead time.

Con estos valores calculados se obtendrá el “DDLT”:

$$DDLT = AvgDmd * Total Rep LT$$

Así detalla en su tesis la forma como obtiene el **ROP (Punto de Reorden)** mediante el cálculo de las variables *DDLT* y *SS*.

Por lo expuesto el autor concluye haciendo hincapié que manejar una herramienta de reposición de inventario es vital para toda empresa de lo contrario será perjudicial y con el tiempo perderá clientes ya que sus clientes serán abastecidos por otros proveedores. Así mismo recomienda lo siguiente:

La persona responsable de control de reposición de inventario tenga conocimientos amplios de la interacción global de la empresa, procesos logísticos, comerciales e incluso financieros.

Depurar y mantener la base de datos del sistema de inventarios, en lo posible libre de errores, con la finalidad de permitir el análisis estadístico

Identificar, analizar y eliminar la variabilidad que se presenta en las demandas como en los tiempos de entrega.

Chávez Salinas, J.J. (2013). *Propuesta de Mejora en la Gestión de Inventarios e Implementación de un Sistema CPFR en una Industria de Panificación Industrial (Tesis de Maestría). Escuela de Post Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.* Propone implementar un sistema de revisión continua (ROP), el cual le permitirá a la empresa reducir en 66,7 % los niveles de inventario generados, ahorrando S/.

1 252 564 y \$ 13 366 anuales, entre capital inmovilizado y alquiler de almacenamiento externo.

El desarrollo de su investigación consistió en la identificación de los ítems críticos y luego la implementación del sistema de revisión continua (ROP) el cual le permitirá a la empresa calcular el inventario disponible para satisfacer la demanda durante un tiempo de espera “L”, para lo cual definió los siguientes parámetros:

- a. Tiempo de espera (L) para cada uno de los SKU's críticos: a través de los proveedores de estos materiales, estableciendo un tiempo de espera para el resurtido, que a la vez será útil para el cálculo de los stocks de seguridad.
- b. Demanda promedio por periodo: Para el caso de campañas posteriores a las del 2012, se toma como base de información la demanda promedio de las últimas 4 semanas. Para el presente estudio dispuso de toda la información de consumo de estos 15 SKUs críticos para el año 2012, por lo que se consideró las 26 semanas de duración de la campaña del año en mención.

Así mismo estableció un nivel de servicio considerando un 95% asegurando una capacidad de respuesta aceptable y sin incurrir en costos logísticos innecesarios. Luego indica que para calcular el ROP es necesario calcular el stock de seguridad el cual lo obtiene mediante el producto de la desviación estándar de la demanda por el número de desviaciones estándar con respecto a la media durante el tiempo de resurtido para un nivel de servicio (en este caso 95%) buscado (z).

Por otro lado, afectos de gestionar el almacén y contribuir con la rentabilidad de la empresa, la cantidad Q a reabastecerse deberá ser calculada a través de la metodología del EOQ (se toma como referencia este modelo para cuantificar la cantidad a reabastecer, donde previamente se debe obtener los valores de S (Costos por hacer pedidos o preparar lote), H (Costo de mantener una unidad en inventario – expresado en porcentaje) y D (Demanda periodo en unidades por periodo).

A continuación, se muestran los valores calculados por el autor según la metodología ROP el cual se considerará como un marco de referencia para calcular y obtener los datos del ROP para la propuesta de la presente tesis:

Tabla n.º 2-9. ROP de insumos Críticos

INVENTARIO	DESCRIPCION	UOM	DESV EST SEM SD	PROM SEM (D)	L (Sem)	D x L	δL	Z	SS	ROP
INSUMO	FRUTA CONF	Kg	5 250	9 271	1,0	9 271	5 250	1,64	8 636	17 908
INSUMO	COOKIE BUTTER	Kg	1 182	1 603	1,0	1 603	1 182	1,64	1 944	3 547
INSUMO	YEMA LIQUIDA	Kg	3 070	5 145	0,9	4 410	2 842	1,64	4 675	9 085
INSUMO	HARINA DE TRIGO	Kg	25 609	43 037	0,7	30 740	21 643	1,64	35 600	66 340
INSUMO	EMULSIONANTE 011	Kg	1 089	1 846	0,9	1 582	1 008	1,64	1 659	3 241
INSUMO	PASAS	Kg	5 377	9 096	1,0	9 096	5 377	1,64	8 844	17 940
INSUMO	BOLSA ZIP PAN BB 900	Pza	40 743	31 495	2,1	67 489	59 642	1,64	98 103	165 591
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 BB	Pza	19 618	18 288	1,4	26 126	23 448	1,64	38 569	64 695
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 BB VEN	Pza	163	1 321	1,4	1 887	195	1,64	321	2 208
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 STD	Pza	25 128	21 975	1,4	31 393	30 034	1,64	49 401	80 794
EMPAQUE	PIR PAN BOLSA BB 900	Pza	46 399	43 903	0,7	31 359	39 215	1,64	64 502	95 861
EMPAQUE	BOLSA PAN MAQ 1 900	Pza	19 246	19 748	2,1	42 318	28 174	1,64	46 342	88 659
EMPAQUE	PIR PAN CAJA BB 1000	Pza	22 453	18 907	0,7	13 505	18 976	1,64	31 213	44 718
EMPAQUE	BOLSA ZIP PAN PYC 900	Pza	10 506	13 576	2,1	29 091	15 379	1,64	25 296	54 387
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 PYC	Pza	6 667	4 558	1,4	6 511	7 969	1,64	13 108	19 619

Fuente: Chávez Salinas, J.J. (2013) (Tesis de Maestría)

También se detallan los valores obtenidos de EOQ para los materiales definidos como críticos en el almacén de materias primas.

Tabla n.º 2-10. Cantidad óptima de reposición de materiales críticos

INVENTARIO	DESCRIPCION	UOM	Precio UN	D	H	S	EOQ	TBO
INSUMO	FRUTA CONF	Kg	S/. 4,39	241 059	S/. 1,10	S/. 200,00	9 377	7,08
INSUMO	COOKIE BUTTER	Kg	S/. 6,84	41 668	S/. 1,71	S/. 200,00	3 122	13,64
INSUMO	YEMA LIQUIDA	Kg	S/. 7,76	133 764	S/. 1,94	S/. 200,00	5 253	7,15
INSUMO	HARINA DE TRIGO	Kg	S/. 1,08	1 118 951	S/. 0,27	S/. 200,00	40 809	6,64
INSUMO	EMULSIONANTE 011	Kg	S/. 12,23	47 988	S/. 3,06	S/. 200,00	2 505	9,50
INSUMO	PASAS	Kg	S/. 4,54	236 492	S/. 1,14	S/. 200,00	9 129	7,03
INSUMO	BOLSA ZIP PAN BB 900	Pza	S/. 0,24	818 862	S/. 0,06	S/. 200,00	73 885	16,42
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 BB	Pza	S/. 0,57	475 497	S/. 0,14	S/. 200,00	36 648	14,03
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 BB VEN	Pza	S/. 0,69	34 346	S/. 0,17	S/. 200,00	8 922	47,28
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 STD	Pza	S/. 0,68	571 350	S/. 0,17	S/. 200,00	36 584	11,65
EMPAQUE	PIR PAN BOLSA BB 900	Pza	S/. 0,20	1 141 474	S/. 0,05	S/. 200,00	95 417	15,21
EMPAQUE	BOLSA PAN MAQ 1 900	Pza	S/. 0,34	513 455	S/. 0,08	S/. 200,00	49 289	17,47
EMPAQUE	PIR PAN CAJA BB 1000	Pza	S/. 0,20	491 585	S/. 0,05	S/. 200,00	62 617	23,18
EMPAQUE	BOLSA ZIP PAN PYC 900	Pza	S/. 0,32	352 973	S/. 0,08	S/. 200,00	42 142	21,73
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 PYC	Pza	S/. 0,62	118 507	S/. 0,15	S/. 200,00	17 524	26,91

Fuente: Chávez Salinas, J.J. (2013) (Tesis de Maestría)

Tomando como ejemplo la Fruta Conf obtuvo un valor de EOQ de 9 377 kg y un TBO (Tiempo intermedio entre colocación de órdenes) de 7.08 (7 días). Esto significa que el administrador de inventario deberá colocar una orden de compra de reposición al proveedor de Fruta Conf de 9 377 kg cada vez que el inventario de este SKU descienda hasta el valor de 17 908 kg.

Finalmente, el autor recomienda la ejecución del siguiente procedimiento, en el que se resume todo el proceso de la metodología ROP y EOQ.

El autor concluye que la implementación del modelo de gestión de inventarios a través del sistema de revisión continua (ROP) en el almacén de materias primas, permitirá mejorar los niveles de inventario que se manejará por cada SKU definido como crítico, así mismo eliminará días de sobre stock de materiales, mejorando los niveles de liquidez de la compañía al reducir el nivel de dinero estacionado en el almacén, así mismo de manera directa se estarán reduciendo la probabilidad de quiebres de stock por un control más objetivo del almacén.

Tabla n.º 2-11. Comparativo del inventario actual vs sistema ROP

INVENTARIO	DESCRIPCION	ROP	Precio UN	Valor de Inventario 2012	Valor de Inventario ROP
INSUMO	FRUTA CONF	17 908	S/. 4,39	S/. 205 760,00	S/. 78 542,63
INSUMO	COOKIE BUTTER	3 547	S/. 6,84	S/. 201 226,73	S/. 24 248,71
INSUMO	YEMA LIQUIDA	9 085	S/. 7,76	S/. 142 652,86	S/. 70 460,10
INSUMO	HARINA DE TRIGO	66 340	S/. 1,08	S/. 94 171,62	S/. 71 316,73
INSUMO	EMULSIONANTE 011	3 241	S/. 12,23	S/. 76 720,66	S/. 39 622,85
INSUMO	PASAS	17 940	S/. 4,54	S/. 87 446,78	S/. 81 450,10
INSUMO	BOLSA ZIP PAN BB 900	165 591	S/. 0,24	S/. 215 653,86	S/. 39 741,96
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 BB	64 695	S/. 0,57	S/. 186 219,28	S/. 36 645,98
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 BB VEN	2 208	S/. 0,69	S/. 172 488,23	S/. 1 524,31
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 STD	80 794	S/. 0,68	S/. 77 059,01	S/. 55 181,49
EMPAQUE	PIR PAN BOLSA BB 900	95 861	S/. 0,20	S/. 76 415,33	S/. 19 229,80
EMPAQUE	BOLSA PAN MAQ 1 900	88 659	S/. 0,34	S/. 73 484,48	S/. 29 980,19
EMPAQUE	PIR PAN CAJA BB 1000	44 718	S/. 0,20	S/. 62 737,06	S/. 8 970,37
EMPAQUE	BOLSA ZIP PAN PYC 900	54 387	S/. 0,32	S/. 61 584,52	S/. 17 294,86
EMPAQUE	CAPUCHON PAN CAJ 1000 PYC	19 619	S/. 0,62	S/. 48 488,45	S/. 12 112,69
				S/. 1 762 108,86	S/. 586 322,76
Valor de Inventario 2012				S/. 1 762 108,86	
Valor de Inventario ROP				S/. 586 322,76	
Sobre stock valorizado				S/. 1 175 786,10	
% Sobre stock valorizado					66,7%

Fuente: Chávez Salinas, J.J. (2013) (Tesis de Maestría)

En caso se decida finalizar la producción de un momento a otro, sin tener algún pedido en tránsito o con una orden ya colocada y en tránsito, el nivel máximo de inventario que estaría

manejando el almacén sería el nivel de Punto de Reorden (ROP), con lo cual se podría reducir el inventario en un 66.7% equivalente a (S/. 1 175 786).

Álvarez Tanaka, T.A. (2009). *Análisis y Propuesta de Implementación de Pronósticos y Gestión de Inventarios en una Distribuidora de Productos de Consumo Masivo.* (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. El autor propone a la empresa un sistema de gestión que le permita gestionar de forma eficiente sus niveles de inventario con un nivel de servicio del 95%, por lo que concluye que se logró identificar que 5.10% del total del inventario no presenta movimientos durante los últimos 3 años, de los cuales un 90% corresponde a repuestos. Pues con esto sustenta su propuesta para que la empresa establezca políticas claras con el objetivo de lograr minimizar el índice de obsolescencia del inventario.

Así mismo el criterio ABC le permitió clasificar los materiales por el valor del inventario, la cobertura de stock, nivel de rotación y nivel de consumos. Esto su vez permitirá a la empresa establecer políticas por subcategoría ABC en términos de tiempo de entrega, usos de lotes económicos y análisis de pedidos.

Finalmente hace las siguientes recomendaciones, que para que la propuesta tenga éxito en su implementación será transmitir a todo el personal involucrado la importancia de la clasificación ABC y el sistema de gestión de inventarios. Es muy importante que la jefatura encargada ejecute acciones con el material inmovilizado, la destrucción de ítems o la venta como chatarra.

Francisco Marcelo, L. (2014). *Análisis y Propuestas de Mejora de Sistema de Gestión de Almacenes de un operador logístico.* (Tesis de Magister). Escuela de Post Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Concluye que la aplicación de modelos de reposición propuesta permitió la disminución de mermas en un 27%, los traslados de productos en un 43%. Así mismo, tiene como ventajas: disminuir niveles de inventario, agilizar rotación artículos, coordinar efectivamente los recursos, espacios, entre otros.

2.3. Conceptos teóricos

2.3.1. Conceptos de Inventario y Productividad

Ballou R. (2004) establece que el inventario está conformado por materias primas, provisiones, productos en procesos y productos terminados que aparecen a lo largo del canal de producción y en todo el proceso logístico.

Heizer (1998) afirma que son recursos que se almacenan durante un periodo de tiempo para satisfacer una demanda en el presente o en el futuro, así mismo establece que el inventario cumple con los siguientes requisitos:

- Genera ahorro al comprar grandes volúmenes; los inventarios pueden ayudar a la reducción de costos. Por ejemplo, se puede comprar un volumen grande de suministros y reducir el costo de envío y transporte; a veces se logra negociar precios competitivos. Otra ventaja de comprar volúmenes grandes es protegerse ante una eventual subida de precios por temas inflacionarios.
- Protege a la empresa de los cambios de precio.
- Evita la ruptura del flujo los suministros.

Una buena gestión de inventarios permitirá satisfacer la demanda utilizando métodos y herramientas como la planificación y programación.

Krajewsky (2008), Afirma que el inventario se genera cuando la cantidad de materiales, partes o bienes terminados que se reciben es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye.

Mora (2011) afirma que los inventarios deben estar sujetos a mecanismos de control que permita verificar las desviaciones con respecto a lo planificado.

Vértice (2010) puntualiza que el inventario asegura el proceso de abastecimiento y satisfacción de la demanda y evitar la paralización del proceso productivo. Para lograr una buena gestión del inventario, en primer lugar, será analizar el estado de las existencias, de manera general o también agruparlos por géneros para lograr identificar la cantidad y el valor de las existencias disponibles para el consumo.

Muller (2004) hace la siguiente clasificación de los inventarios.

- **Materias primas:** Son los que ingresan al proceso productivo y sufren transformaciones hasta lograr convertirse o formar parte de productos en proceso o productos terminados.

- **Artículos consumibles:** No entran al proceso productivo, pero sirven como apoyo a realizar operaciones que soportan y contribuyen al producto final.
- **Artículos auxiliares de fabricación y repuestos:** Son usados para el mantenimiento de los equipos, así como el proceso de fabricación.
- **Productos en proceso:** Productos semielaborados y que no han terminado todo el proceso de producción y están a la espera para pasar al siguiente proceso.
- **Productos terminados:** Son productos finales para la comercialización, este es la razón de ser del proceso productivo y de la empresa como giro de negocio principal. Para el caso del presente estudio vendría a ser el concentrado de plomo, zinc y plata.

Krajewsky (2008), realiza una segunda clasificación que se detallan a continuación:

- **Inventario en tránsito:** son los productos que están pendientes de entrega o que han sido despachados y todavía no llegan al almacén.
- **Inventario de Seguridad:** Su objetivo es asegurar la disposición de inventario frente al aumento de la demanda por parte de la operación, así mismo este inventario es un respaldo cuando el proveedor no ha cumplido con la entrega en la fecha pactada.

En contra del manejo de inventarios

Ballou R. (2004) afirma que el mantener altos niveles de existencias que superen de manera considerable la demanda de la operación, generan costos perjudiciales para la industria.

Esto también podría ocultar el uso ineficiente de los recursos, ya que, al contar con niveles de stock altos, operaciones podría cambiar o usar productos en reemplazo de los productos dañados o deteriorados por mal uso o manipuleo.

En favor del manejo de inventarios

Una variable importante que se debe considerar en el manejo de inventarios es el nivel de servicio, el cual mide la satisfacción de la demanda en tiempo y cantidad. Cuando existen variantes en la demanda el nivel de servicio permitirá calcular los niveles de existencias mínimos para cubrir demandas no planificadas.

Otro factor a favor de los inventarios, como ya se había comentado, es contribuir con reducción de costos, porque al comprar en grandes volúmenes permitirá negociar precios

favorables para la empresa, y a la misma vez protegernos ante alzas de precios u otro factor no controlable.

Costos de inventarios

Para analizar las ventajas y desventajas del inventario veremos el tratamiento de los costos que incurren:

- Costos de espacio, es el costo por el espacio físico ocupado por las existencias. Si el ambiente es alquilado el costo de calcula por peso dentro de un periodo de tiempo; y si el local es propio los costos de operación se distribuyen en función del espacio.
- Costos de capital, cada sol invertido en la empresa tiene un costo de oportunidad, el cual pudo haber sido invertido en alguna otra oportunidad de negocio generando intereses para la empresa.
- Costo de servicio de inventario, los impuestos y los seguros también se incluye dentro de los costos de mantener el inventario. Los seguros que son una protección frente a circunstancias que no podemos controlar; como por ejemplo los desastres naturales. Y los impuestos que están en relación al promedio anual del inventario.

2.3.2. Clasificación ABC

Según Lokad, empresa especializada en la consultoría de gestión de inventarios en su Análisis ABC como método de clasificación de inventario. Recuperado de

[https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario))

Sostiene que, para poder mantener los costos controlados, es de vital importancia optimizar los inventarios. No obstante, para maximizar el uso de los recursos, resulta conveniente enfocarse en los materiales que cuestan más a la empresa.

Antes de tocar el tema de clasificación ABC, nos vamos a referir al principio de Pareto, quién establece que el 80% del valor del consumo total se basa solo sobre el 20% de los artículos totales.

La Clasificación ABC determina, que, al analizar el inventario, la empresa debe considerar clasificar los artículos de la “A” a la “C”, cuya clasificación debe basarse en los siguientes criterios:

- **Los artículos “A”**, son materiales cuyo valor de consumo anual es el más elevado. El principal 70 -80 % del valor de consumo anual de la empresa generalmente representa solo entre el 10 y el 20 % de los artículos de inventario.
- **Los artículos “C”**, son, al contrario, artículos con el menor valor de consumo. El 5% más bajo del valor del consumo anual generalmente representa el 50% de los artículos del inventario total.
- **Los artículos “B”**, son artículos de una clase intermedia, con un valor de consumo medio. Ese 15-25% de valor de consumo anual generalmente representa el 30% de los artículos de inventario total.

La valorización de consumo anual se obtiene con la fórmula: (Demanda anual) * costo de artículo por unidad).

Por intermedio de esta clasificación, el gestor del inventario puede identificar puntos clave y hacer una separación de los materiales, identificando aquellos que son numerosos, pero no rentables.

Por lo descrito anteriormente cada artículo debería recibir un tratamiento especial que corresponda a su clasificación:

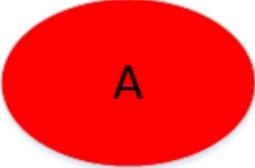
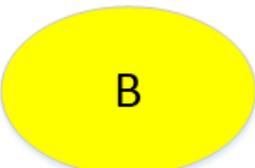
- **Los artículos “A”**, deberían tener un estricto control de inventario, asignarles un espacio de almacenamiento con condiciones que garanticen su seguridad. Se debería realizar pronósticos de consumo bajo un método estadístico que permita obtener proyecciones más acertadas. En esta clasificación, es importante y prioritario evitar roturas de stock y las ordenes deberían ser más frecuentes.
- **La reorden de los artículos “C”**, se realiza con menos frecuencia. Una política típica para el inventario de los artículos “C” consiste en tener solo una unidad disponible, y realizar una reorden solo cuando se ha verificado un consumo real. Este método lleva a una situación de falta de existencias después de cada compra, lo que puede ser una situación aceptable, ya que los artículos “C” presentan tanto una baja demanda con un mayor riesgo de costos de inventario excesivos. Para los artículos “C” la pregunta no es tanto ¿cuántas unidades almacenamos?, sino ¿debemos siquiera almacenar este artículo?

- **Los artículos “B”**, gozan del beneficio de una situación intermedia entre “A” y “B”. Un aspecto importante de esta clasificación es la monitorización de una potencial evolución hacia la clase “A” o, por el contrario, hacía la clase “C”.

Galvan & Pilco (1999) Considera que el aporte del criterio ABC se deberá realizar según el nivel de consumos que tenga un producto, del cual los ítems A van a constituir el 80% de los consumos y con el 80% de la rotación de los inventarios. Los ítems B constituyen el 15% de los consumos y con el 15% del total de rotación y los ítems C constituyen apenas el 5% de los consumos y el 5% de la rotación de los inventarios.

Mora (2011) Sostiene que la clasificación ABC permite establecer estrategias y políticas de control diferenciadas como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura n.º 2-2. Manejo de los artículos ABC

 <p>A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pedido Semanal • No deben existir inventarios agotados • Tratamiento especial • Almacenar cerca a transportes
 <p>B</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pedido quincenal • Existencias normales • Almacenamiento y ubicación • En niveles medios
 <p>C</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pedidos mensuales o bimensuales • Se deben agotar almacenamientos en niveles altos • Localización lejos de transporte

Fuente: Cabriles G. (2014) *Propuesta de un sistema de control de inventario*. (Tesis de Grado). Basado en Mora L. (2011).

2.3.3. Stock de Seguridad

Es el tipo de stock que se debe considerar es el stock de seguridad.

Ballou (2004) Afirma que la variación de la demanda y el tiempo de entrega no se conocen con seguridad. Por lo que se debe considerar un escenario donde no exista stock para cubrir niveles de demanda altos. Esto conlleva a considerar un incremento en el nivel de inventario normal. A este incremento adicional se conoce como stock de seguridad que equilibra la disponibilidad de stock al controlar la probabilidad de que ocurra rotura de stock.

Chopra (2010) Afirma que es el inventario que se reserva para cubrir demandas que supera el pronóstico realizado en determinado periodo. Es vital considerarlo dentro del proceso de planificación de la demanda, por lo que se debe determinar una cantidad adicional que se adicionará a la demanda promedio normal y disponerlo para evitar roturas de stock.

Krajewsky (2008) Afirma que en virtud de que la demanda promedio durante el tiempo de espera es variable e incierta, la verdadera decisión que debe tomarse al seleccionar el *ROP* es la que concierne al nivel del inventario de seguridad.

La estrategia de determinar el inventario de seguridad es determinar un nivel de servicio, es decir la probabilidad que se desea de no llegar a quedarse sin stock durante el tiempo de espera que demanda el proveedor en atender el pedido.

Si por ejemplo se considera una probabilidad de 90% de que la demanda no supere el nivel de inventario actual durante el tiempo de espera, se deberá fijar un nivel de servicio de 90%.

Es necesario saber cuál es el comportamiento de la demanda durante el tiempo de espera, si esta varía poco con respecto a su promedio, el stock de seguridad será pequeño, de lo contrario, si la demanda durante el tiempo de espera tiene mucha variación dentro del ciclo de pedido al siguiente, el stock de seguridad deberá ser alto.

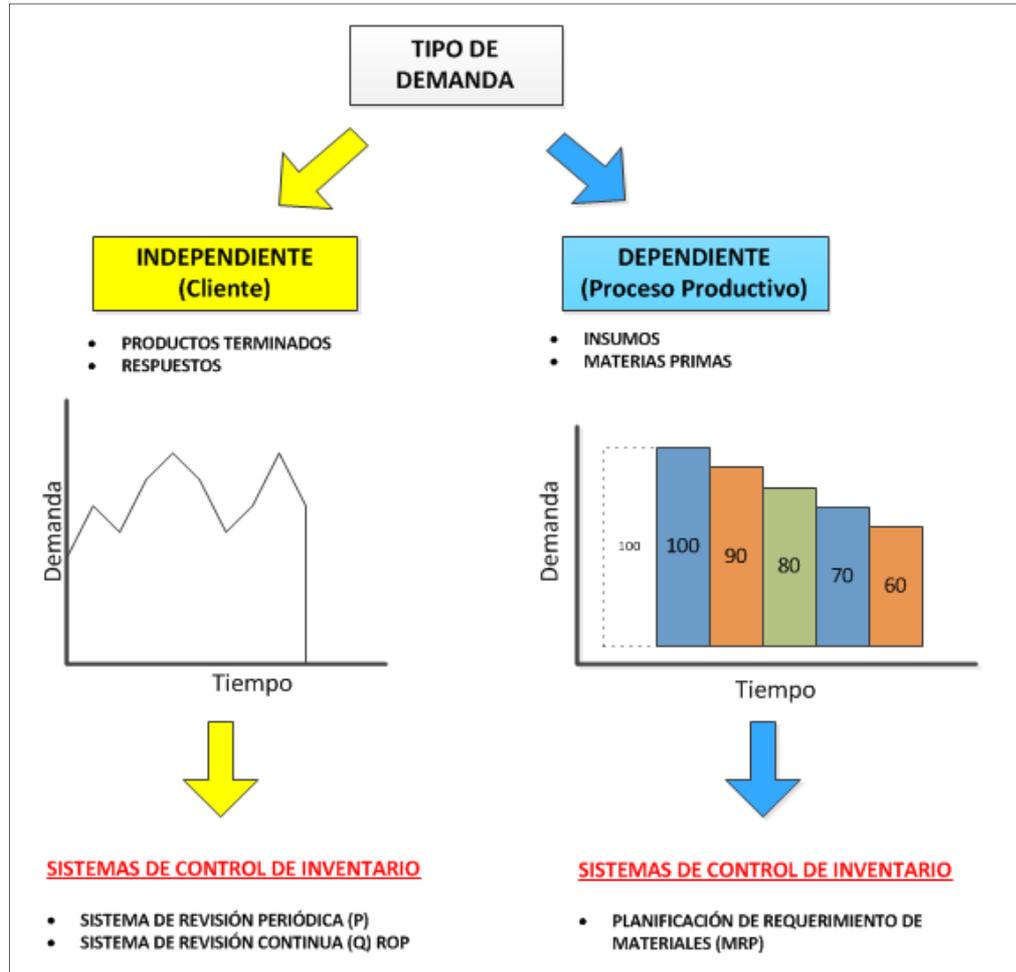
2.3.4. Sistemas de control de Inventario

Un sistema de control de inventario está basado en establecer métodos de reposición de inventarios que nos permita estar en la capacidad de responder a las siguientes preguntas: ¿Cuánto reponer? ¿Cuándo reponer? El método de la cantidad óptima responde a la primera pregunta.

Para poder determinar el sistema de reposición de inventario debemos conocer el tipo de demanda por lo que actualmente se conocen dos tipos de demanda:

- **Demanda Independiente**, se entiende por demanda independiente aquella que se genera a partir de decisiones ajenas a la empresa, es decir la demanda lo determina el mercado (el cliente) y es la demanda de productos terminados. Esta demanda no es controlada por la empresa, y cuyo comportamiento de la demanda es muy variable.
- **Demanda Dependiente**, es la que se genera a partir de la demanda independiente de productos terminados para el cálculo de todas las materias primas y productos en proceso que intervienen en su fabricación. Por ejemplo, aún si se pronostica una demanda de 100 coches para el mes próximo (demanda independiente) la Dirección puede determinar fabricar 120 este mes, para lo que se precisaran 120 carburadores, 120 volantes, 600 ruedas, etc. La demanda de carburadores, volantes, ruedas es una demanda dependiente de la decisión tomada por la propia empresa de fabricar 120 coches. En esta demanda la empresa tiene más control porque es la demanda de nuestros procesos productivos.

Figura n.º 2-3. Modelos de Inventario en función al tipo de demanda



Fuente: Elaboración Propia

Krajewski & Ritzman (2000) establecen dos sistemas de control de inventario dentro del tipo de demanda independiente que son: de revisión periódica (P) y de revisión continua (Q).

Sistema de revisión continua (Q), establece el método de reposición de inventario conocido como punto de reorden *REORDER POINT* o *ROP* por sus siglas en inglés. En este sistema de revisión continua se debe analizar de manera continua los niveles de inventario para poder tomar la decisión de ordenar un nuevo pedido. Cuando el inventario llega al **Punto de Reorden** (*ROP*) se genera un pedido con cantidad Q de dicho material. En este sistema la cantidad de pedido es fija y el tiempo entre pedidos es variable.

Cuando se analiza el nivel de inventario se debe considerar el stock disponible más el stock en tránsito menos las órdenes no atendidas a los clientes.

Así mismo Ballou (2004) sostiene que existen dos métodos de control de inventarios que forman parte de la gestión de inventarios con patrones de demanda perpetua. Estas son: el método de revisión continua (*Punto de Reorden ROP*), y el método de revisión periódica. Los modelos de control de inventarios pueden basarse en cualquiera de estos métodos o en una combinación de ellos.

Modelo del Punto de Reorden con Demanda Incierta

Ballou (2004) sostiene que el control de inventarios por punto de reorden supone que la demanda es perpetua y actúa continuamente en el inventario para reducir su nivel. Cuando el inventario se reduce hasta el punto en el que su nivel es igual o menor que una cantidad específica llamada el punto de reorden (*ROP*), se coloca una cantidad económica de pedido de Q^* en el punto de suministro para reponer el inventario. Entre el momento en el que se reabastece el pedido al punto de reorden y cuando el mismo llega al stock, hay riesgo de que la demanda exceda a la cantidad que queda en el inventario. La probabilidad de que esto ocurra se controla elevando o descendiendo el punto de reorden y ajustando Q^*

Izar Landeta J.M. (2012) Considera que uno de los modelos tradicionales para calcular el nivel de reposición del inventario es el *Punto de Reorden (ROP)*, que consiste en generar un nuevo pedido en el momento que el nivel de inventario sea igual o menor al nivel del **ROP**. Prácticamente todos los estudios de inventarios se basan en el método de reposición de inventario **ROP**, en este método se asume que la demanda y el tiempo de entrega del proveedor para un nuevo pedido son independientes, es decir que depende del comportamiento demandado por el mercado (cliente).

Ballou (2004) afirma que uno de los modelos más utilizados para la correcta administración del inventario es el del *Punto de Reorden (ROP)*, que se fundamenta en calcular su valor con base en la demanda de artículos, el tiempo de entrega del proveedor y el stock de seguridad, que es una cantidad adicional que se agrega para protegerse contra eventuales faltantes que pudieran aparecer en caso de que la demanda del tiempo de entrega se incremente.

Algo muy importante a considerar cuando se conoce con certeza la demanda, el *Punto de Reorden (ROP)* será la demanda durante el tiempo de entrega, y si la demanda no se conoce con certeza, se debe adicionar el stock de seguridad.

Para calcular el *ROP* bajo una demanda y tiempo de entrega normal, sin que haya correlación entre estas variables, se aplica la ecuación (1):

$$ROP = \mu_t \mu_d + B$$

Dónde:

ROP = Punto de Reorden en unidades;

μ_t = Tiempo de Entrega promedio en días;

μ_d = Demanda promedio en unidades/día;

B = stock de seguridad en unidades.

El stock de seguridad se obtiene con la siguiente ecuación:

$$B = Z \sigma_z$$

Dónde: Z = Número de desviaciones estandarizadas de la curva normal que corresponde a un área igual al nivel de servicio; $P_{(Z)} \sigma_z$ = Desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega en unidades.

Pedidos Únicos

Ballou (2004) Considera que el control de inventarios por demanda otorga bajos niveles de inventario y destaca las siguientes ideas fundamentales: 1) la demanda de una sola vez, altamente estacionaria o perpetua; 2) el pedido que se dispara desde un nivel particular de inventario o desde un proceso de revisión de los niveles de inventario, y 3) el grado de incertidumbre en la demanda y el tiempo de entrega del reaprovisionamiento.

Además, indica que los pedidos se consideran únicos cuando los productos son perecederos como vegetales y frutas, flores, etc. Otros como juguetes o ropa de moda. Esta demanda no puede determinarse con certidumbre y solo puede establecerse un pedido para que estos productos satisfagan dicha demanda.

Pedidos Repetitivos

Ballou (2004) Considera además de los pedidos únicos, incluye los pedidos repetitivos que en contraste con la demanda que ocurre periódicamente o quizás sólo una vez, la demanda puede ser perpetua.

Los pedidos repetitivos se repiten en el tiempo y pueden suministrarse completos de manera instantánea, o bien, los artículos de los pedidos pueden suministrarse en el tiempo. Se ilustran ambos casos:

Reabastecimiento Instantáneo

Ballou (2004) Afirma que cuando la demanda es continua y la tasa es esencialmente constante, el control de los niveles de inventario se realiza especificando: 1) la cantidad que se usara para reaprovisionar el inventario según una base periódica, y 2) la frecuencia de reaprovisionamiento del inventario.

La cantidad a reaprovisionar es representada por el modelo de cantidad económica del pedido (CEP) que viene hacer el equilibrio entre los dos costos: adquisición y mantenimiento del inventario.

Tiempo de entrega para Reabastecimiento

Ahora podemos introducir la idea del punto de reorden, que es la cantidad a la cual se permite dejar caer el inventario antes de colocar un pedido de reaprovisionamiento. Como en general hay un lapso entre el momento en el que se coloca el pedido y el momento en el que se los artículos llegan al almacén, la demanda que ocurre en este tiempo intermedio tiene que anticiparse.

El punto de reorden (ROP) es:

$$ROP = d \times TE$$

Dónde:

ROP = Cantidad de punto de reorden, en unidades.

d = Tasa de demanda, en unidades de tiempo.

TE = Tiempo de entrega promedio, en unidades de tiempo

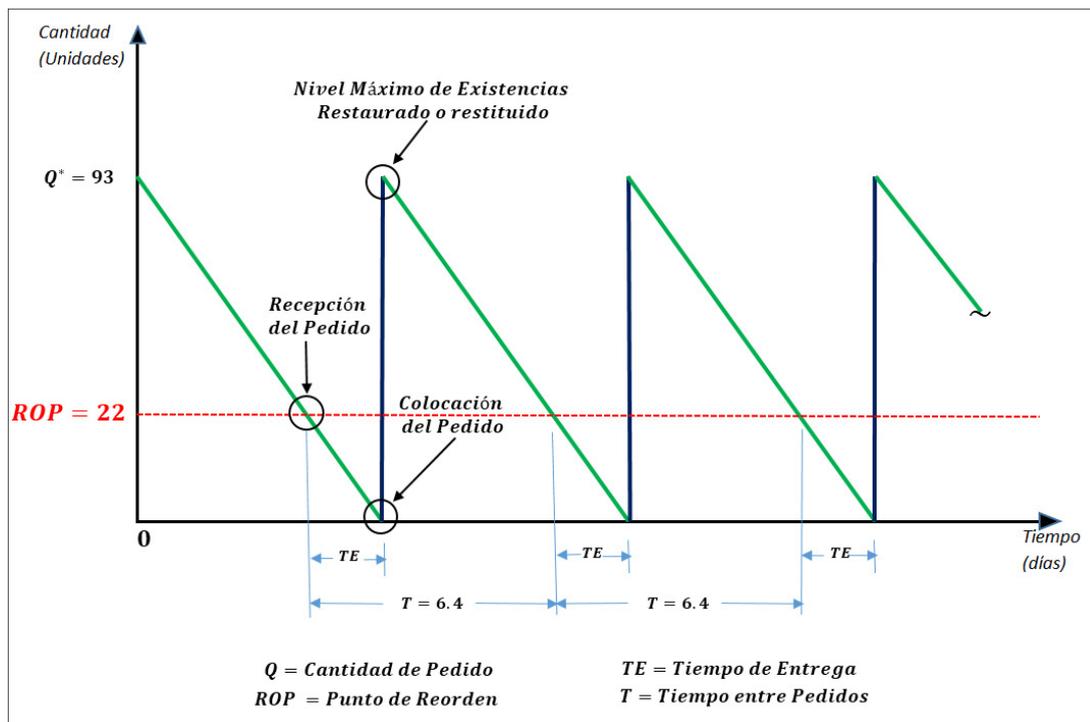
La tasa de demanda (d) y el tiempo de entrega promedio (TE) deben expresarse en la misma dimensión de tiempo.

Como ejemplo podemos citar lo siguiente: Supongamos que se necesitan 1.5 semanas para ejecutar la producción de una pieza de repuesto de una máquina, la tasa de demanda de esta pieza es de 14 unidades por semana. Por lo tanto, el ROP sería:

$$ROP = 14 \times 1.5 = 21 \text{ unidades}$$

Para el ejemplo se establecería la siguiente política de inventarios: Cuando el nivel de inventario desciende a 21 unidades, colocamos un pedido de reaprovisionamiento de una cantidad Q^*

Figura n.º 2-4. Modelo del reaprovisionamiento de inventario

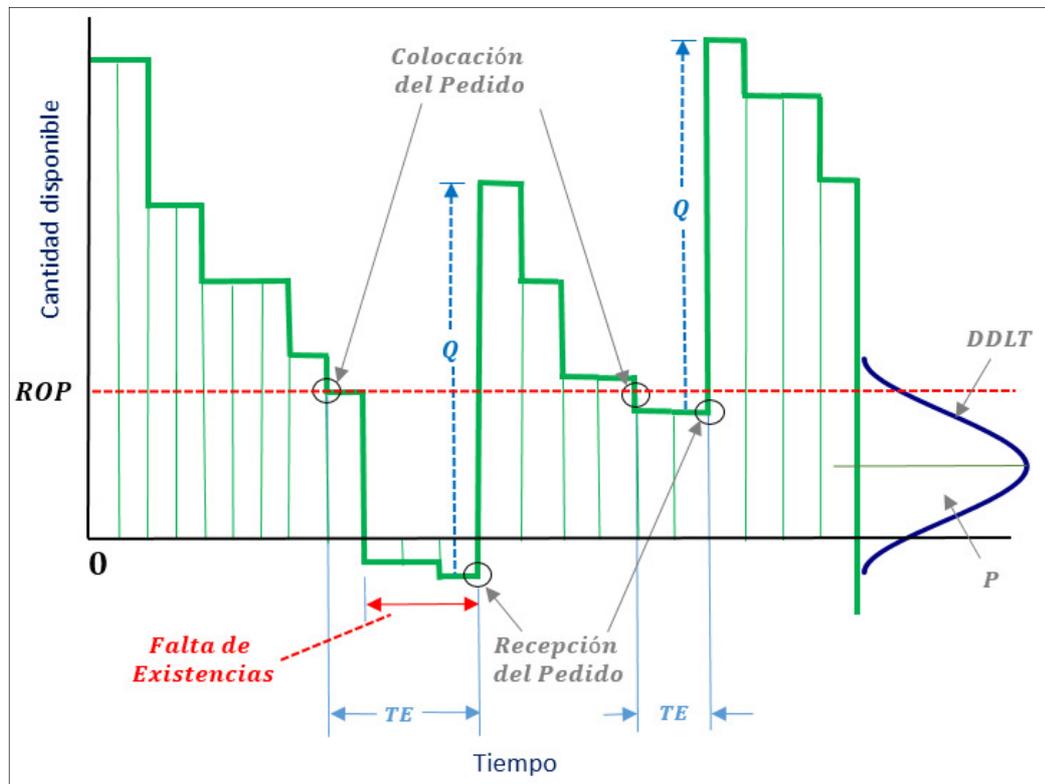


Fuente: Ballou (2004)

Ballou (2004) En la siguiente figura ilustra para un solo artículo la operación del sistema de punto de reorden, donde la demanda durante el punto intermedio se conoce solo al grado de una distribución de probabilidad normal.

Esta demanda durante la distribución del tiempo de entrega conocida como *DDLT* por sus siglas en inglés, tiene un punto medio X' y una desviación estándar de S'_d . Los valores de X' y S'_d por lo regular no se conocen en forma directa, pero pueden estimarse fácilmente sumando la distribución de la demanda de un periodo único sobre la duración del tiempo de entrega.

Figura n.º 2-5. Control de inventarios por punto de reorden bajo incertidumbre



Fuente: Ballou R.H. (2004)

Por ejemplo para un artículo se tiene una demanda semanal que se distribuye normalmente con una media $d = 100$ unidades, una desviación estándar $S'_d = 10$ unidades y un tiempo de entrega de tres semanas, por lo tanto se desea acumular la distribución semanal de la demanda en una distribución de demanda DDLT de tres semanas. El punto medio de la distribución DDLT es simplemente la tasa de la demanda d por el tiempo de entrega TE lo que vendría a ser:

$$X' = d * TE = 100 * 3 = 300$$

La variación de la distribución DDLT se halla sumando las variaciones de las distribuciones de demanda semanal cuya fórmula sería:

$$S'^2_d = TE * (S'^2_d)$$

La desviación estándar es la raíz cuadrada de S'^2_d que es:

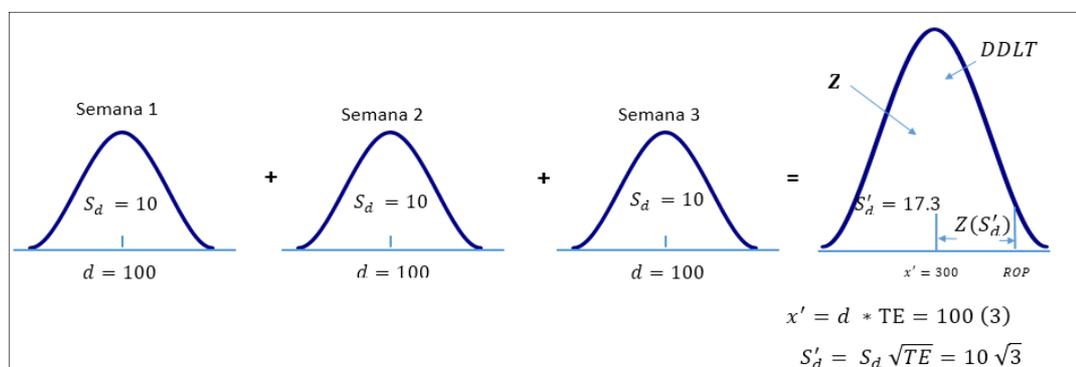
$$S'_d = S_d \sqrt{TE} = 10 \sqrt{3} = 17.3$$

En la siguiente gráfica se cita un ejemplo donde la demanda semanal se distribuye normalmente, con una media de $d = 100$ y una desviación estándar de $S_d = 10$. El tiempo de entrega es de tres semanas:

$$x' = d * TE = 100(3) = 300$$

$$S'_d = S_d \sqrt{TE} = 10\sqrt{3}$$

Figura n.º 2-6. Distribución de la demanda durante el tiempo de entrega (DDLT)



Fuente: Ballou (2004)

Hallar Q^* y ROP es matemáticamente complejo; sin embargo, puede hallarse una aproximación satisfactoria si determinamos primero Q^* , según la formula básica CEP explicado anteriormente. Con el valor Q^* calculado hallamos:

$$ROP = d * TE + Z(S'_d)$$

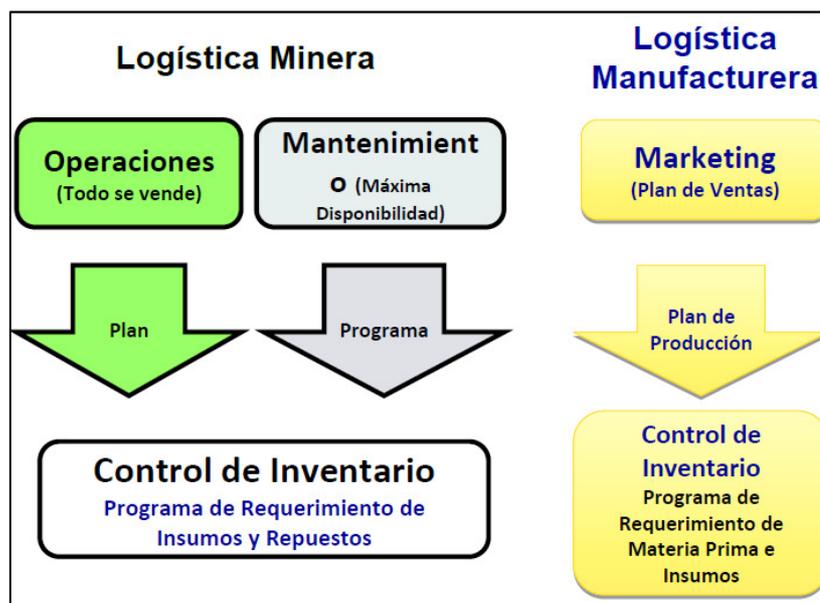
El término Z es el número de desviaciones estándar desde la media de la distribución DDLT, para darnos la probabilidad deseada de tener existencias durante el tiempo de entrega. El valor de Z se halla en una tabla de distribución normal para el área debajo de la curva P .

2.3.5. Control de Inventarios en la Industria Minera

Andújar, R. (noviembre, 2010). *La cadena de suministro, los proveedores y el control de inventario en Minería*. Ponencia presentada en Expo Logística 2010. Lima. El control de inventarios en la minería, se basa en la habilidad del planificador de almacenes, el cual basado en su conocimiento y experiencia del proceso de operaciones, equipos, repuestos e insumos en general puede planear la reposición de inventarios.

Las áreas de operaciones y mantenimiento son principales clientes del control de inventario y planeación ya que a ellos les corresponde mantener siempre los equipos operativos y con la disponibilidad requerida. Esto lo diferencia con la logística convencional de la industria manufacturera.

Figura n.º 2-7. Modelo del control de inventario en la industria minera



Fuente: Andújar, R. (noviembre, 2010)

La minería está enfocada a dar una alta disponibilidad y confiabilidad a los equipos las 24 horas del día y los 365 días del año, mientras que la industria manufacturera está orientada al cumplimiento de la producción planificada para la venta.

2.3.6. Nivel de servicio

Según Lokad, empresa especializada en la consultoría de gestión de inventarios hace referencia al nivel de servicio. Recuperado de

<https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>

Establece que el nivel de servicio marca la compensación entre los costes de oportunidad y los costes de operación. La optimización de los niveles de servicio para maximizar los rendimientos en general es compleja y específica de cada sector. El desafío generalmente se complica porque el análisis es sensible al período de tiempo que se considera: reducir los niveles de inventario tiene como resultado la disponibilidad inmediata de efectivo adicional, mientras que lleva años observar una menor rotación de clientes (por lo tanto, mayores ventas) obtenida a través de situaciones de falta de existencias menos frecuentes.

Debido a que la sensibilidad de los clientes a las faltas de existencias varía entre un producto y otro, el nivel de servicio *óptimo*, si es que tal valor puede calcularse, sería probablemente específico para cada producto: cada producto tendría su propio valor óptimo. Sin embargo, en la práctica, en general se utilizan aproximaciones convenientes, como los heurísticos, para disminuir la complejidad del problema.

El conocido método de análisis ABC se basa en la idea de que cuanto más ganancia genera un producto, más importante se supone que es ese producto, tanto para el minorista como para sus clientes. Esta suposición generalmente arroja resultados razonables, si bien existen excepciones notables, y ofrece un modo conveniente de categorizar productos de acuerdo con su respectivo volumen de ventas. A cada categoría se le asigna luego su propio nivel de servicio.

Haciendo referencia a la clasificación ABC se establecerían niveles de servicio como:

- Artículos A, principal 20 % de productos, clasificados como “pocos artículos de importancia crucial”: alto nivel de servicio, por ejemplo 96-98 %
- Artículos B, siguiente 20-30 % de productos, clasificados como “clase intermedia”: nivel de servicio medio, por ejemplo 91-95 %
- Artículos C, último 50-60 % de productos, clasificados como “artículos triviales”: nivel de servicio más bajo, por ejemplo 85-90 %

Recuperado de <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>

2.4. Definición de términos básicos

- **ABC:** Método de categorización de inventario, donde los materiales de la categorización A son los más valiosos y de alto nivel de consumo, mientras los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos y de menos consumo. Y los que corresponden a B son los que tienen valores intermedios.
- **Días de entrega (Lead Time):** Es el tiempo que transcurre desde que la orden de compra se coloca al proveedor hasta que los productos se encuentren disponibles para la venta en el almacén del cliente. Este puede ser medido en días, semanas, meses.
- **Desviación Estándar:** Mide el nivel de dispersión de los datos con respecto a la media aritmética. Que tan separados se encuentran los datos.
- **Demanding during Lead time (DDLT):** Es el stock que se necesita considerando el tiempo de reposición del producto.
- **Inventario:** Inventario: Bienes tangibles conformados por las existencias de materiales, suministros y repuestos disponibles para el consumo de los procesos productivos.
- **Inventarios en tránsito:** Son aquellos que llegarán a su punto de almacenamiento mediante un medio de transporte. No debe ser muy alto para no elevar el costo de transporte.
- **Media Aritmética:** Es el promedio normal de los datos. Que viene hacer la sumatoria de los datos entre el número que representa el intervalo de los datos. El promedio tiene mayor relevancia con información si va acompañado de la desviación estándar.
- **Número de días mes:** Para efectos de realizar las proyecciones de promedio de consumos mensual se considera que un periodo mensual tendrá siempre 30 días.
- **ROP:** Sus siglas en inglés son REORDER POINT o PUNTO DE REPOSICIÓN en español, esto se refiere que cuando el stock disponible de la empresa sea menor o igual a este valor se debe comprar/producir productos para atender la demanda del mercado. Farfán Arroyo N.L. (2015)
- **Reporte de Órdenes de Compra Pendientes:** Es la relación en cantidad de materiales tipo ABC pendientes de ingresar al sistema, obtenido de las órdenes de compra pendientes de atención.
- **Reporte de Saldos del Almacén:** Es la relación en cantidad de materiales tipo ABC que se tiene físicamente en Almacén.

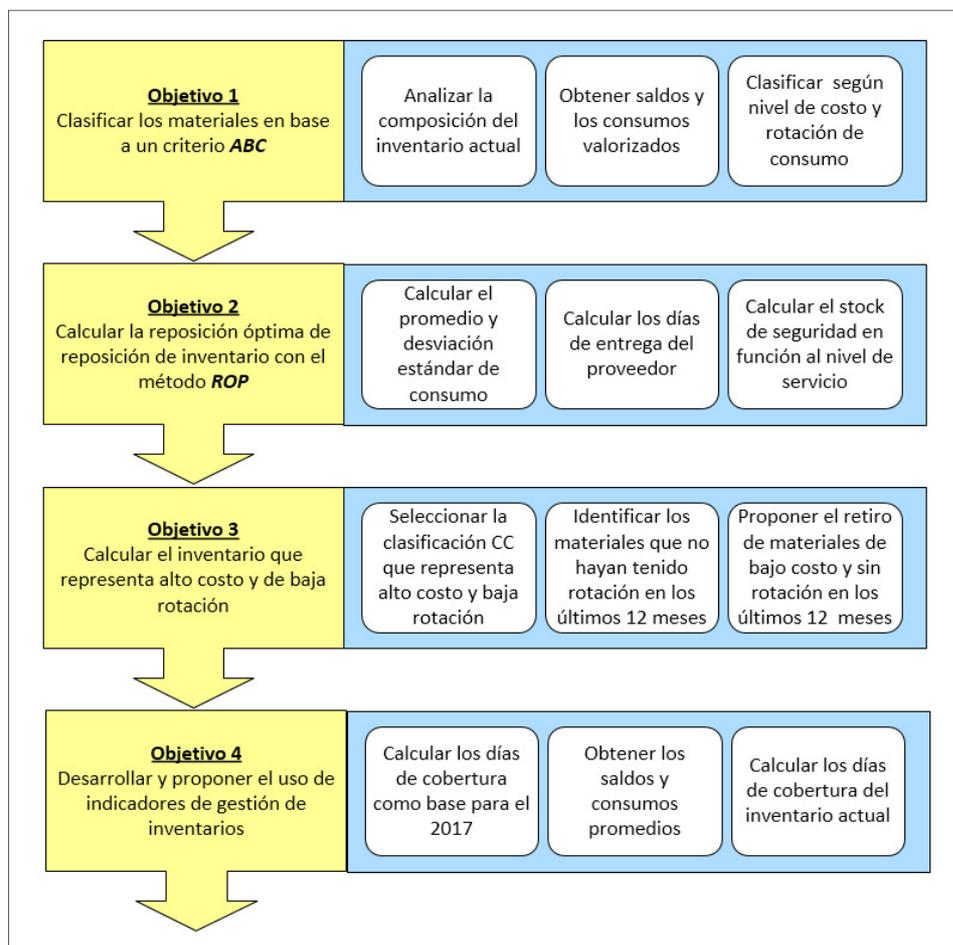
- **Repuesto:** Son usados para el mantenimiento preventivo o correctivo de los equipos de mina o planta. Estos los conforman los componentes o piezas de los equipos y maquinarias utilizados en la operación minera.
- **Stock de Seguridad:** Es el inventario que responde a variaciones de exceso de demanda, por lo que se considera “*stock de provisión*”. El stock de seguridad también se usa para cubrir retrasos imprevistos en la entrega de los pedidos. Generalmente el nivel de inventario de seguridad se define como política de la empresa pero su cálculo es estadístico.
- **Safety Stock (SS):** Es el stock extra que se mantiene en almacén para hacer frente a eventuales roturas de stock. Farfan Arroyo N.L. (2015)
- **Suministro:** Materiales que se usan como complemento o accesorio en el proceso productivo, a diferencia de la materia prima, este no sufre transformación. En la minería los suministros son accesorios o insumos que se usan para extraer y procesar el mineral. La materia prima vendría a ser el mineral rocoso que se extrae del cerro (Cuerpo mineralizado).
- **Stock Máximo en días:** Ese considera al número de días mes sumado con el número de días de entrega.
- **Stock Máximo en soles:** Es el stock valorizado en soles, que viene a ser el producto de stock máximo en días por el punto de reorden en soles calculado por el método (*ROP*).
- **Stock Mínimo en soles:** Se considera al punto de reorden que viene a ser un stock valorizado en soles calculado por el punto de reorden (*ROP*).

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Procedimiento

A continuación, se describe un gráfico que muestra de forma resumida los pasos que se han desarrollado para lograr los 4 objetivos.

Figura n.º 3-1. Procedimiento de desarrollo de objetivos



Fuente: Elaboración Propia basado en Ballou (2004)

Se realizará un análisis ABC por Costo- Consumo de la información estadística que permite determinar en un periodo de tiempo, como ha sido el comportamiento en cuanto a costo y el consumo de materiales. El análisis ABC se aplicará al inventario valorizado en soles, en

donde la clasificación A se aplicará a aquellos ítem que representan el 80%, B aquellos que representan el 15% y el C, aquellos que representan el 5% el total.

Se desarrollará una Matriz Costo – Consumo que nos indica el comportamiento de los materiales en Costo- Consumo en un semestre de acuerdo al cuadrante que se encuentran, y nos ayuda a identificar el grupo de materiales que se deben trabajar para mejorar los Niveles de Stock, Reposición Automática y Cobertura en días.

3.2. Desarrollo el Objetivo 1

Actualmente el proceso de reaprovisionamiento de inventario está controlado por los días de duración del stock actual. Este valor es calculado en función al stock máximo y al stock actual, para lo cual primero divide el stock máximo entre 30 para convertirlo a días; luego divide el stock actual entre los días de stock máximo.

La reposición de inventario está controlada según la clasificación de los materiales que actualmente se tiene en almacén, que son los siguientes:

- Reposición (Solo se indica como clasificación, más no es un proceso sujeto a algún modelo de inventario).
- Contrato de Suministros
- Críticos
- Reactivos Fiscalizados

A continuación, se muestra la tabla de reposición de materiales de alta rotación, el cual es un formato que muestra cómo se gestiona actualmente la reposición de inventario. En la tabla se 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 con un indicador de semáforo que se interpreta de la siguiente manera: Verde cuando los días de duración de stock es mayor e igual a 30, Amarillo cuando los días de duración de stock es menor a 30 y mayor e igual a 15 y finalmente rojo cuando los días de duración de stock es menor a 15. La siguiente tabla fue proporcionada por la jefatura de almacén en una reunión de trabajo (Anexo n.º14).

Tabla n.º 3-1. Modelo actual de gestión de inventarios

MATERIALES DE ALTA ROTACION - COLQUISIRI										
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
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: Formato enviado por analista de inventario de la empresa, Domingo Pilco (2017)

Habiendo descrito de manera resumida el proceso que actualmente se realiza en la gestión de inventario de la empresa, se procede a realizar la propuesta de mejora del proceso de gestión de inventario utilizando las herramientas de ROP y la clasificación ABC documentados en el marco teórico del capítulo 3. El desarrollo de la propuesta está clasificada en el cumplimiento de 4 objetivos por lo que a continuación se procede al desarrollo del primero.

Composición del Inventario: Suministros y Respuestos

La empresa por ser una industria extractiva de procesamiento de concentrados, es decir que la materia prima es extraída del cerro que en este caso vendría a ser el mineral rocoso y este es tratado por la planta concentradora produciendo el concentrado de mienral. Por esta razón el proceso productivo demanda solo de suministros y para mantenimiento demanda

de repuestos. A continuación se detalla el nro de materiales clasificado por género haciendo un total de 4 813 items.

Tabla n.º 3-2. Composición del inventario de suministros y repuestos

Cuenta de Codigo	Total
Genero	
BOMBAS	470
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	15
EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACIONES	77
EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE	135
EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	570
GRUPOS 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
REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	2228
RODAJES Y ACCESORIOS	278
TUBERIAS Y VALVULAS	103
UTILES DE OFICINA	63
Total general	4813

Fuente: Elaboración Propia basado en la información extraída de la Base de Datos de la empresa

Clasificación ABC

Identificado el universo de materiales se procedió a elaborar la clasificación de materiales bajo el criterio ABC que es una herramienta que nos permitirá clasificar todos los materiales (4 813 items) según su costo y consumo valorizados en soles. En relación al marco teórico el proceso de clasificación se realizó de la siguiente manera:

Para la clasificación de saldos valorizados en soles:

- Se obtuvieron los saldos valorizados en soles al 30/04/2017 por cada material de toda la población del inventario.
- Se obtuvieron los consumos valorizados en soles del periodo de Mayo 2016 a Abril 2017.
- Se totalizó todos los valores del saldo y se obtuvo un importe total de S/. 6 062 313,85

- Por cada material se calculo un factor que corresponde al saldo dividido entre su total. Este factor indica que porcentaje representa el material del costo total en soles.

Tabla n.º 3-3. Clasificación ABC según saldos valorizados en soles

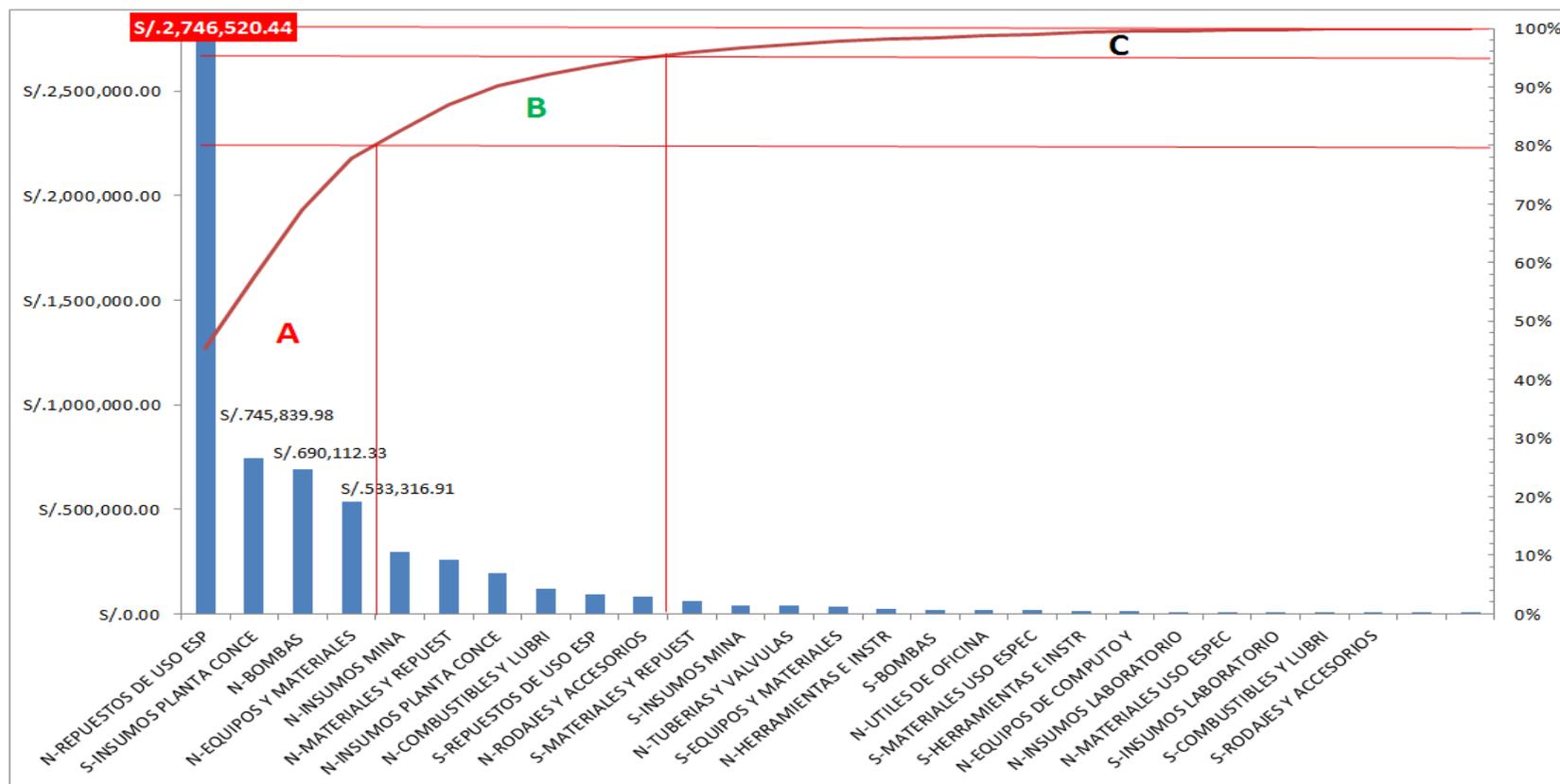
Codigo	Material	Saldo S/.	Costo Total S/.	%	Acum. %	Calificación
24823	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO/ CAS: 7758-99-8	246,370.28	6,230,142.90	3.9545	4	A
39065	EXAMON P	195,111.96	6,230,142.90	3.1317	7	A
24843	THIOUREA AL 99% - TIOUREA/ CAS: 62-56-6 / MIN: 99%	116,238.33	6,230,142.90	1.8657	9	A
24833	DEXTRIN H-31 - DEPPEX H-31/ CAS : NO APLICABLE	104,984.23	6,230,142.90	1.6851	11	A
24844	TAMOL - DROTAN SN DISPERSANTE/ CAS: 9084-06-4 CAS: 7757-82-6 CS: 50-00	72,969.46	6,230,142.90	1.1712	12	A
24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3	68,700.20	6,230,142.90	1.1027	13	A
24848	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 2	68,042.50	6,230,142.90	1.0922	14	A
21689	PETROLEO DIESEL # 2 (DB5 S-50)	66,118.98	6,230,142.90	1.0613	15	A
24839	XANTATO Z-11 - XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO Z-11/ CAS: 140-93-2	59,056.63	6,230,142.90	0.9479	16	A
27057	MAIN COVER (NP 132253)(BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX)	56,140.44	6,230,142.90	0.9011	17	A
24830	SULFATO DE ZINC - HEPTAHIDRATADO/ CAS: 7446-20-0	51,877.56	6,230,142.90	0.8327	18	A
34115	DIFUSOR POLIURETANO VIBRATHANE CELDA OK-8	50,996.39	6,230,142.90	0.8185	19	A
24836	CIANURO DE SODIO	48,597.33	6,230,142.90	0.7800	19	A
29586	DEPRESOR RA-CN300	38,209.88	6,230,142.90	0.6133	20	A
37762	EJE CABEZAL 1.11/ 16 X 6 N. 02E318220064	1,434.82	6,230,142.90	0.0230	80	B
27094	DIFUSOR INFERIOR (NP 5032009)(BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX)	1,432.69	6,230,142.90	0.0230	80	B
24676	SKID (NP 70450668) (SANDVIK JUM-3036)	1,430.19	6,230,142.90	0.0230	80	B
33047	CORNER N.6W-3468	1,425.36	6,230,142.90	0.0229	80	B
39469	CYLINDER BUSHING N/P: LC524726	1,425.05	6,230,142.90	0.0229	80	B
24635	SCREW (NP 70700635) (SANDVIK JUM-3036)	1,424.58	6,230,142.90	0.0229	80	B
22157	FULMINANTE 8-45 MM (C-JA X 100 PZS)	1,424.48	6,230,142.90	0.0229	80	B
38107	DISCO DE EMBRAGUE N. 85000775	1,422.65	6,230,142.90	0.0228	80	B
22483	CASQUILLO (NP 1134955) (VOLVO-FM6X)	378.79	6,230,142.90	0.0061	95	C
27019	CUBIERTA (NP 5007400)(BOMBA SUMERGIBLE GRINDEX)	376.99	6,230,142.90	0.0061	95	C
28139	MANGUERA DE LATEX DE 1/4	376.99	6,230,142.90	0.0061	95	C
39319	SEAL N/P: 3128301239	376.91	6,230,142.90	0.0061	95	C
33771	GASKET N. 169-4200	109.52	6,230,142.90	0.0018	99	C
37342	RETEN 30 X 39 X 5	109.25	6,230,142.90	0.0018	99	C
40066	WIPER LIMPIADOR (RN3115-3024-00)	109.14	6,230,142.90	0.0018	99	C
31252	TUERCA KM-20	28.13	6,230,142.90	0.0005	100	C
27341	WIPER (NP 81003989) (SANDVIK JUM-AXEED311)	28.13	6,230,142.90	0.0005	100	C

Fuente: Elaboración Propia en base a la información extraída de la BD de la empresa

Para una mayor visualización de la representación ABC en un gráfico, los materiales se agruparon en géneros y su respectivo nivel de criticidad, esta agrupación se hizo solo para fines didácticos de obtener una representación gráfica del análisis ABC del inventario de Minera Colquisiri S.A.

En la siguiente imagen se muestra el gráfico ABC agrupado por género y costo valorizado. No se incluye el nivel de consumos.

Figura n.º 3-1 Análisis ABC del inventario según su saldo valorizado en soles



Fuente: Elaboración Propia

El mismo procedimiento fue realizado para la clasificación ABC basado en el criterio de consumos valorizados en soles.

El principio de clasificar los materiales en base a los saldos (costo) y consumos valorizados en soles, es para identificar que tan importante se define un material en base a su nivel de costo, esto con la finalidad de poder asignar recursos según prioridad en la gestión de inventario y evitar gastar recursos en materiales que por su valor no tendrían gran impacto financiero con respecto al costo total del inventario. Así mismo el criterio en base al consumo, es sub clasificar en un segundo nivel ABC el cual indicará el nivel de rotación que tiene el material. Es decir, un material puede representar un alto costo y a la vez un alto consumo (nivel de rotación alto) o también puede existir otro material con un alto costo, pero con un nivel bajo de consumo.

Después de haber procesado la clasificación ABC de costo y consumos se elabora una matriz con la combinación de ambos. Esto permitirá tener una visión estructurada de la composición del inventario por su costo y su nivel de consumo.

En las siguientes tablas se hace un análisis ABC en términos de porcentaje, unidades y costo, llegando a la siguiente interpretación:

- De los 4 813 materiales, 791 unidades corresponden al 80% del costo total, lo que representa un importe de S/. 4 849 141,84
- Del 80% del costo total, el 34% tiene alta rotación, el 4% de moderada rotación y el 42% de baja rotación. Este último es el que se debería prestar atención y ver la posibilidad de disminuirlo por representar un alto costo y baja rotación.

Tabla n.º 3-4. Matriz de clasificación ABC costo vs consumos en unidades

Unidades		ABC COSTO A ABRIL.2017			ABC CONSUMO A ABRIL 2017	
Cuenta de Codigo	ClaseConsum	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

791 materiales corresponden al 16% de un total de 4813 unidades, que representa el 80% del costo total equivalente a S/. 4 849 141,84

En estos materiales que representan alto costo y mayor consumo se enfocará el método ROP

Tabla n.º 3-5. Matriz de clasificación ABC costo vs consumos en soles

S/.		ABC COSTO A ABRIL.2017			ABC CONSUMO A ABRIL 2017	
Suma de CostoValor	ClaseConsum	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

3.3. Desarrollo el Objetivo 2

Después de haber clasificado los materiales bajo un criterio ABC, podemos establecer modelos de inventario según prioridad a nivel de costo y de consumos. Para el caso en estudio vamos a considerar como muestra la celda con valor de 34% de la matriz que combina la categoría "A" del costo y la categoría "A" de consumo. Se escoge esta categoría por representar el mayor costo y a la vez con mayor consumo (alta rotación).

Tabla n.º 3-6. Clase AA Inventario de alto costo y mayor nivel de consumo

ABC COSTO A ABRIL.2017	ABC CONSUMO A ABRIL 2017			
Suma de Factorvaloriz2	ClaseConsumo			
ClaseCosto	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

La muestra tomada del 34% (Tabla n.3-7.) equivale a 271 unidades con un valor de S/. 2 083 983,30 el cual se considera como un área de oportunidad de mejora para disminuir el nivel de inventario haciendo uso del método de reposición de inventario **ROP**.

Para mostrar el detalle de todos los códigos que corresponden a la muestra se considera agruparlos por su género, para su análisis.

En la Tabla n.3-8 se muestra los materiales extraídos de la muestra agrupados por género los cuales se someterán a la aplicación del método **ROP** para obtener su punto de reorden que vendría a ser el stock mínimo y adicionalmente en base al consumo promedio diario, al tiempo de entrega se calculara el stock máximo.

Tabla n.º 3-7. Lista de materiales extraídos de la muestra “AA” agrupados por género

Costo Actual S/.		2,083,983.30
Costo Actual		ClaseConsumo
ClaseCosto	Genero	A
A	BOMBAS	188,653.98
	COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	23,684.92
	EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE	46,503.99
	EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	64,280.50
	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	6,015.90
	INSUMOS LABORATORIO	1,876.80
	INSUMOS MINA	272,172.58
	INSUMOS PLANTA CONCENTRADORA	768,381.55
	MATERIALES USO ESPECIFICO	12,227.82
	MATERIALES Y REPUESTOS USO GENERAL	128,727.65
	REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	555,899.49
	RODAJES Y ACCESORIOS	5,305.53
	TUBERIAS Y VALVULAS	7,260.59
	UTILES DE OFICINA	2,992.00
Total A		2,083,983.30

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n.3-9. se muestran los consumos de materiales del periodo mayo 2016 – abril 2017

Consumo Mensual de Materiales del Periodo (mayo 2016 – abril 2017)

En la siguiente tabla se muestra los consumos y saldos de materiales agrupados por género valorizados en soles para luego con esta información calcular el ROP, el cual nos dará como resultado un punto de reposición en base a su consumo promedio y los días de entrega. El ROP se obtendrá en términos de días por lo que, al multiplicarse por el stock máximo en días, se obtendrá el stock máximo en soles el cual se comparará con el costo actual para determinar la diferencia que vendría a ser el importe que la empresa debe considerar como un ahorro si se implementa el método **ROP**.

Tabla n.º 3-8. Consumo de materiales de últimos 12 Meses

Suma de ConsumosValores		AnioMes												
Genero	TipoMov	201605	201606	201607	201608	201609	201610	201611	201612	201701	201702	201703	201704	Total general
BOMBAS	Salida a Producción	82,622.67	59,567.91	76,212.45	111,397.89	118,700.42	79,853.86	131,607.44	79,337.22	46,484.51	92,135.76	109,338.29	202,797.78	1,190,056.20
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	Salida a Producción	268,657.92	256,355.39	249,066.11	261,124.55	277,256.31	275,584.64	287,765.26	283,452.02	257,202.47	300,902.67	272,886.87	268,744.51	3,258,998.72
EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACION	Salida a Producción	1,737.72	2,875.03	2,327.05	1,478.83	2,622.38	1,779.54	1,730.30	2,621.98	2,405.06	2,479.42	1,749.96	2,146.60	25,953.87
EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD	Salida a Producción	15,335.04	19,798.67	22,694.41	17,342.73	30,859.38	19,571.42	26,018.65	14,081.35	17,839.40	19,293.92	24,365.46	17,897.54	245,097.97
EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	Salida a Producción	55,729.58	81,083.73	68,774.48	32,445.43	53,477.35	46,829.27	79,035.52	112,979.58	111,497.01	82,539.39	104,870.15	87,290.40	916,551.89
GRUPOS VARIOS	Salida a Producción	1,592.81	1,220.32	1,161.30	1,342.43	1,267.07	1,687.90	1,685.88	1,980.84	1,915.32	2,772.49	3,131.39	2,184.21	21,941.96
HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	Salida a Producción	9,596.78	4,522.24	6,127.44	7,301.01	10,139.01	18,638.17	7,126.91	20,632.12	17,934.58	8,881.74	16,035.85	24,858.05	151,793.90
INSUMOS LABORATORIO	Salida a Producción	3,535.36	9,084.45	6,264.98	1,386.92	5,877.79	2,667.09	6,045.90	5,944.42	6,380.16	4,178.67	4,519.83	4,427.71	60,313.28
INSUMOS MINA	Salida a Producción	185,130.62	176,510.68	124,175.76	133,620.12	161,149.86	141,469.29	194,246.86	152,037.23	145,803.57	148,780.82	144,839.64	190,495.26	1,898,259.71
INSUMOS PLANTA CONCENTRADORA	Salida a Producción	476,243.16	438,069.08	461,383.75	486,186.19	464,320.21	363,933.29	602,945.78	492,093.78	439,557.45	423,311.53	473,910.39	457,276.21	5,579,230.82
MATERIALES USO ESPECIFICO	Salida a Producción	11,259.79	8,476.22	12,162.01	6,476.24	9,618.76	13,470.37	8,908.81	11,487.73	11,836.28	9,404.84	10,489.49	11,065.58	124,656.12
MATERIALES Y REPUESTOS USO GENERAL	Salida a Producción	144,175.27	107,675.32	134,879.45	90,934.49	140,446.94	180,644.36	163,733.78	120,005.92	107,626.08	97,828.57	192,754.72	186,695.56	1,667,400.46
REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	Salida a Producción	371,321.93	405,939.93	474,962.84	357,722.87	347,065.14	436,546.96	303,622.60	406,829.57	386,768.98	393,608.77	421,664.56	380,401.59	4,686,455.74
RODAJES Y ACCESORIOS	Salida a Producción	5,215.73	863.88	7,435.90	6,523.83	1,814.38	9,920.55	4,001.10	4,000.98	7,033.69	2,060.85	14,358.08	10,423.27	73,652.24
TUBERIAS Y VALVULAS	Salida a Producción	15,854.05	26,511.20	37,268.05	20,939.02	9,763.67	18,071.37	50,778.59	135,148.21	57,455.29	39,852.03	28,240.17	71,098.07	510,979.72
UTILES DE OFICINA	Salida a Producción	3,687.97	2,699.35	3,648.59	2,796.55	5,590.97	2,881.01	3,240.85	4,228.18	6,428.61	3,298.40	4,457.93	3,659.79	46,618.20
Total general		1,651,696.40	1,601,253.40	1,688,544.57	1,539,019.10	1,639,969.64	1,613,549.09	1,872,494.23	1,846,861.13	1,624,168.46	1,631,329.87	1,827,612.78	1,921,462.13	20,457,960.80

Fuente: Elaboración propia basado en la información extraída de la Base de Datos de la Empresa

Análisis Estadístico del Consumo de Materiales (Demanda)

Obtenido los consumos de materiales, se procede a realizar un análisis de los consumos; para lo cual se procedió a calcular el promedio mensual de los 12 meses y la desviación estándar. La desviación estándar mide el nivel de dispersión de los datos con respecto al promedio según el marco teórico registrado. Los valores calculados se muestran en la Tabla n.3-10.

Tabla n.º 3-9. Análisis estadístico de los consumos

ClaseCo	Genero	Codigo	Descripcion	ClaseConsu	Valores
				A	Promedio Dias
A	INSUMOS MINA	22157	FULMINANTE 8-45 MM (CJA X 100 PZS)	23.22	10.56
		22158	GUIA DE SEGURIDAD BLANCA (CJA 2 RLL X 500MTS)	37.12	45.23
		22159	CORDON DETONANTE 3P (CJA 2 RLL X 750MTS)	121.70	15.37
		22160	MECHA RAPIDA Z-18 (CJA 10 RLL X 150MTS)	22.54	22.83
		22227	BARRA PERFORACION DE 3.20 MTS.	90.11	42.48
		24766	ANCLAJE EXPANSION KWIK BOLT III HILTI 3/8" X 3"	34.78	14.33
		24773	PERNO SUPER SPLIT-SET DE 10" X 48.5MM CON PLAI	256.05	148.99
		24797	POWER SET DE 3.0MTS LONGITUD X 50MM CON PLA	222.17	133.51
		24798	ADAPTADOR PARA INSTALAR PERNO SPLIT SET	90.33	36.05
		24820	CAJA PORTATESTIGO KARTONPLAST BQ DE 5 HILEF	40.70	20.39
		29454	EMULSION EMULEX 100 11/2X7	78.54	45.80
		39020	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 01	17.87	7.02
		39021	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 02	19.02	5.95
		39022	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 03	19.09	6.35
		39023	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 04	19.19	6.16
		39024	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 05	23.38	12.84
		39025	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 06	22.94	10.15
		39026	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 07	26.90	8.39
		39027	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 08	27.43	10.09
		39028	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 09	26.97	5.55
		39029	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 10	28.39	5.61
		39030	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 11	26.71	5.91
		39031	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 12	24.94	7.64
		39032	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 13	21.58	7.60
		39033	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 14	21.93	8.56
		39034	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 15	25.40	18.31
		39035	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 16	42.99	20.71
		39036	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 17	50.25	17.30
		39037	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 18	30.25	17.81
		39038	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N° 19	48.09	16.75
		39058	EXSANEL MS DE 10.2 MT ROJO N° 19	3.19	1.68
		39060	EMULSION EMULEX 80 11/8 X 7	303.43	64.20
		39065	EXAMON P	2,466.56	313.22
	INSUMOS PLANTA CONC	24823	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO/ CAS: 7758-	3,133.64	203.51
		24828	DITIOFOSFATO AR-1404 - CAS: 002492-26-4 CAS. 0	215.02	53.22
		24830	SULFATO DE ZINC - HEPTAHIDRATADO/ CAS: 7446-2	3,117.93	337.26
		24831	OXIDO DE ZINC - CAS: 1314-13-2 CONCENTRACION 9	395.48	-
		24833	DEXTRIN H-31 - DEPRESH-31/ CAS: NO APLICABLE	678.71	315.77
		24838	XANTATO Z-6 - XANTATO AMILICO DE POTASIO Z-6	156.35	79.45
		24839	XANTATO Z-11 - XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO	207.25	75.34
		24841	CAL VIVA MOLIDA (OXIDO DE CALCIO) X 1000 KG EN E	1,095.98	144.46
		24844	TAMOL - OROTAN SN DISPERSANTE/ CAS: 9084-06-	115.61	37.88
		24846	SUPERFLOC C-581 - FLOCULANTE/ CAS: NO APLICA	156.32	5.20
		24848	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 2"	666.06	217.20
		24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	1,665.19	261.11
		24850	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	298.36	108.02
		29586	DEPRESOR RA-CN300	314.49	95.86
		29533	AYUDA FILTRANTE AFR-710	416.06	119.21
Total A				17006.19538	3167.430184
Total general				17006.19538	3167.430184

Fuente: Elaboración propia basado en la información extraída de la Base de Datos de la Empresa

La información mostrada en la Tabla n.º 3-10 se filtró los géneros insumos mina y planta concentradora para una mejor representación de todos los grupos. Estos consumos se exporto a Excel y se procedió a calcular el promedio y la desviación estándar con las fórmulas de Excel *PROMEDIO* y *DESVEST*. Considerando que el tiempo de entrega se da en días, el consumo promedio mensual de los últimos 12 meses se convirtió en promedio días, de igual manera la desviación estándar mensual se obtuvo su equivalente en días. La desviación estándar es un dato importante que complementa al promedio y nos indica que tan dispersos o agrupados están los valores, y que también nos servirá para calcular el nivel de stock de seguridad.

Calculo del Stock de Seguridad

La muestra obtenida y que son materia de estudio pertenecen a la celda AA (*A de mayor costo* y *A de mayor consumo*) de la matriz de clasificación ABC les corresponde un nivel de servicio según la base teórica de 98%.

Con el nivel de servicio 98% que es la probabilidad que exista stock durante el tiempo de entrega, se puede obtener el valor de Z en la tabla de distribución normal. Tabla n.3-11.

Tabla n.º 3-10. Tabla de distribución normal para hallar el valor de “Z”

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: Ballou (2004) Apéndice A

Para hallar el valor de “Z” se ubica en la tabla los límites inferior y superior del 98%, que en este caso serían 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

Ahora debemos calcular el tiempo de entrega del proveedor, el cual se obtiene de la diferencia de la fecha de la orden de compra confirmada y la fecha de la nota de ingreso al almacén. Con los valores calculados de Z, nivel de servicio, tiempo de entrega en meses y la desviación estándar previamente calculada se procede a obtener el nivel de stock de seguridad según la base teórica documentada en el capítulo 2.

Tabla n.º 3-11. Cálculo del stock de seguridad

ClaseCosto	Genero	Codigo	Descripcion	ClaseCons	Valores					
				A	Desv. Stand. Dias	Dias Entrega	Nivel Servicio	Valor Z	StockSeguridad Dias	
A	INSUMOS MINA	22157	FULMINANTE 8-45 MM (CJA X 100 PZS)	10.56	7	0.98	2.05	57.26		
		22158	GUIA DE SEGURIDAD BLANCA (CJA 2 RLL X 500MTS)	45.23	7	0.98	2.05	245.29		
		22159	CORDON DETONANTE 3P (CJA 2 RLL X 750MTS)	15.97	7	0.98	2.05	86.63		
		22160	MECHA RAPIDA Z-18 (CJA 10 RLL X 150MTS)	22.83	7	0.98	2.05	123.83		
		22227	BARRA PERFORACION DE 3.20 MTS.	42.48	7	0.98	2.05	230.40		
		24766	ANCLAJE EXPANSION KWIK BOLT III HILT 3/8" X 3"	14.33	2	0.98	2.05	41.55		
		24773	PERNO SUPER SPLIT-SET DE 10' X 48.5MM CON PLAC	148.99	6	0.98	2.05	748.14		
		24797	POWER SET DE 3.0MTS LONGITUD X 50MM CON PLA	133.51	3	0.98	2.05	474.05		
		24798	ADAPTADOR PARA INSTALAR PERNO SPLIT SET	36.05	7	0.98	2.05	195.52		
		24820	CAJA PORTATESTIGO KARTONPLAST BQ DE 5 HILEF	20.39	5	0.98	2.05	93.46		
		29454	EMULSION EMULEX 100 11/2X7	45.80	7	0.98	2.05	248.41		
		39020	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 01	7.02	7	0.98	2.05	38.08		
		39021	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 02	5.95	7	0.98	2.05	32.30		
		39022	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 03	6.35	7	0.98	2.05	34.42		
		39023	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 04	6.16	7	0.98	2.05	33.44		
		39024	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 05	12.84	7	0.98	2.05	63.62		
		39025	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 06	10.15	7	0.98	2.05	55.06		
		39026	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 07	8.39	7	0.98	2.05	45.53		
		39027	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 08	10.09	7	0.98	2.05	54.71		
		39028	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 09	5.55	7	0.98	2.05	30.09		
		39029	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 10	5.61	7	0.98	2.05	30.43		
		39030	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 11	5.31	7	0.98	2.05	32.04		
		39031	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 12	7.64	7	0.98	2.05	41.46		
		39032	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 13	7.60	7	0.98	2.05	41.21		
		39033	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 14	8.56	7	0.98	2.05	46.42		
		39034	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 15	18.31	7	0.98	2.05	93.31		
		39035	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 16	20.71	7	0.98	2.05	112.30		
		39036	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 17	17.30	7	0.98	2.05	93.83		
		39037	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 18	17.81	7	0.98	2.05	96.61		
		39038	EXSANEL LP DE 4.8 MT AMARILLO N 19	16.75	7	0.98	2.05	90.83		
		39058	EXSANEL MS DE 10.2 MT ROJO N 19	1.68	7	0.98	2.05	9.14		
		39060	EMULSION EMULEX 80 11/8 X 7	64.20	7	0.98	2.05	348.22		
		39065	EXAMON P	313.22	7	0.98	2.05	1,638.86		
		24823	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO/ CAS: 7758-	203.51	7	0.98	2.05	1,103.80		
		24828	DITIOFOSFATO AR-1404 - CAS: 002492-26-4 CAS. 0	53.22	1	0.98	2.05	109.09		
		24830	SULFATO DE ZINC - HEPTAHIDRATADO/ CAS: 7446-2	337.26	6	0.98	2.05	1,693.54		
		24831	OXIDO DE ZINC - CAS: 1314-13-2 CONCENTRACION 9	-	3	0.98	2.05	-		
		24833	DEXTRIN H-31 - DEPPEX H-31/ CAS: NO APLICABLE	315.77	7	0.98	2.05	1,712.67		
		24838	XANTATO Z-6 - XANTATO AMILICO DE POTASIO Z-6	79.45	7	0.98	2.05	430.93		
		24839	XANTATO Z-11 - XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO	75.34	6	0.98	2.05	378.32		
		24841	CAL VIVA MOLIDA (OXIDO DE CALCIO) X 1000 KG EN E	144.46	5	0.98	2.05	662.22		
		24844	TAMOL - DRODTAN SN DISPERSANTE/ CAS: 9084-06-	37.88	3	0.98	2.05	134.43		
		24846	SUPERFLOC C-581 - FLOCULANTE/ CAS: NO APLICA	5.20	7	0.98	2.05	28.18		
		24848	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 2"	217.20	5	0.98	2.05	995.62		
		24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	261.11	7	0.98	2.05	1,416.20		
		24850	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	108.02	7	0.98	2.05	585.88		
		23986	DEPRESORA-CN300	95.86	3	0.98	2.05	340.38		
		23953	AYUDA FILTRANTE AFR-710	119.21	7	0.98	2.05	646.57		
		Total A				3,167.43	300	47.04	98.4	15,916.36

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de la Reposición de Stock (ROP)

Hasta aquí hemos obtenido todos los datos que se necesitan para calcular el punto de reorden *ROP* que según el marco teórico se procede a calcular con la siguiente formula.

$$ROP = d * TE + Z(S'_d)$$

Dónde:

ROP = Punto de Reorden

d = Promedio de consumo en días

TE = Tiempo de entrega en días

Z = Probabilidad según nivel de servicio

Sd = Desviación estándar

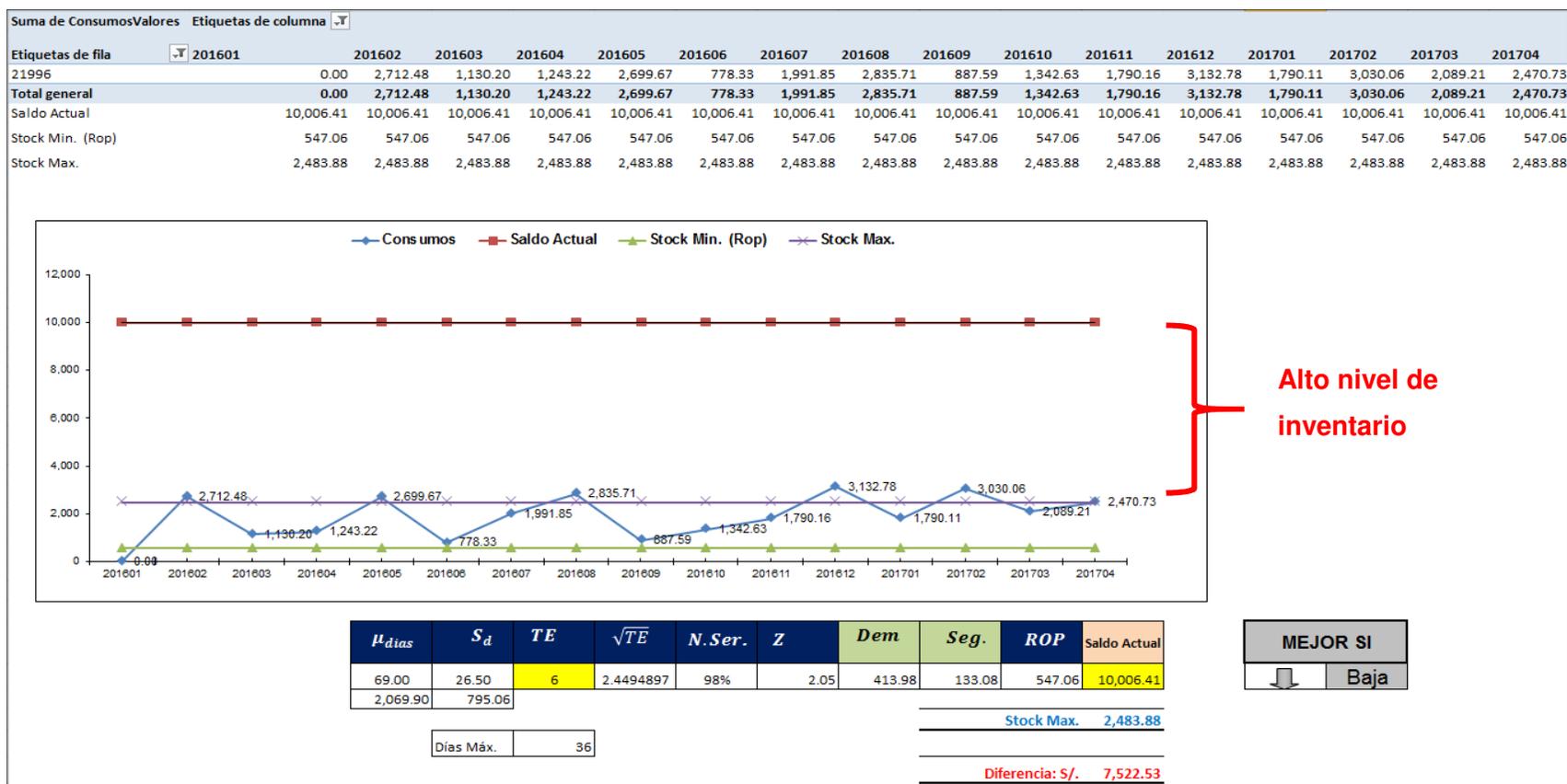
Tabla n.º 3-12. Cálculo del nivel de inventario mediante el método "ROP"

			ClaseConsumo	Valores							
			A								
ClaseCosto	Genero	Codigo	Promedio Dias	Desv. Stand. Dias	Dias Entrega	Nivel Servicio	Valor Z	StockSeguridad Dias	ROP		
A	INSUMOS MINA	22157	23.22	10.56	7	0.98	2.05	57.26	219.80		
		22158	97.12	45.23	7	0.98	2.05	245.29	925.15		
		22159	121.70	15.97	7	0.98	2.05	86.63	938.50		
		22160	22.54	22.83	7	0.98	2.05	123.83	281.59		
		22227	90.11	42.48	7	0.98	2.05	230.40	861.19		
		24766	34.78	14.33	2	0.98	2.05	41.55	111.10		
		24773	256.05	148.99	6	0.98	2.05	748.14	2,284.42		
		24797	222.17	133.51	3	0.98	2.05	474.05	1,140.57		
		24798	90.33	36.05	7	0.98	2.05	195.52	827.82		
		24820	40.70	20.39	5	0.98	2.05	93.46	296.94		
		29454	78.54	45.80	7	0.98	2.05	248.41	798.22		
		39020	17.87	7.02	7	0.98	2.05	38.08	163.15		
		39021	19.02	5.95	7	0.98	2.05	32.30	165.45		
		39022	19.09	6.35	7	0.98	2.05	34.42	168.07		
		39023	19.19	6.16	7	0.98	2.05	33.44	167.73		
		39024	23.38	12.84	7	0.98	2.05	69.62	233.25		
		39025	22.94	10.15	7	0.98	2.05	55.06	215.61		
		39026	26.90	8.39	7	0.98	2.05	45.53	233.83		
		39027	27.43	10.09	7	0.98	2.05	54.71	246.72		
		39028	26.97	5.55	7	0.98	2.05	30.09	218.86		
		39029	28.39	5.61	7	0.98	2.05	30.43	229.16		
		39030	26.71	5.91	7	0.98	2.05	32.04	219.02		
		39031	24.94	7.64	7	0.98	2.05	41.46	216.02		
		39032	21.58	7.60	7	0.98	2.05	41.21	192.27		
		39033	21.93	8.56	7	0.98	2.05	46.42	199.92		
		39034	25.40	18.31	7	0.98	2.05	99.31	277.10		
		39035	42.99	20.71	7	0.98	2.05	112.30	413.24		
		39036	50.25	17.30	7	0.98	2.05	93.83	445.60		
		39037	30.25	17.81	7	0.98	2.05	96.61	308.40		
		39038	48.09	16.75	7	0.98	2.05	90.83	427.47		
		39058	3.19	1.68	7	0.98	2.05	9.14	31.48		
		39060	303.43	64.20	7	0.98	2.05	348.22	2,472.22		
		39065	2,466.56	313.22	7	0.98	2.05	1,698.86	18,964.79		
			INSUMOS PLANTA CO	24823	3,133.64	203.51	7	0.98	2.05	1,103.80	23,039.26
				24828	215.02	53.22	1	0.98	2.05	109.09	324.11
				24830	3,117.93	337.26	6	0.98	2.05	1,693.54	20,401.14
				24831	395.48	0.00	3	0.98	2.05	0.00	1,186.44
				24833	678.71	315.77	7	0.98	2.05	1,712.67	6,463.61
				24838	156.35	79.45	7	0.98	2.05	430.93	1,525.41
				24839	207.25	75.34	6	0.98	2.05	378.32	1,621.82
				24841	1,095.98	144.46	5	0.98	2.05	662.22	6,142.13
				24844	115.61	37.88	3	0.98	2.05	134.49	481.31
				24846	156.32	5.20	7	0.98	2.05	28.18	1,122.44
24848	666.06			217.20	5	0.98	2.05	995.62	4,325.91		
24849	1,665.19			261.11	7	0.98	2.05	1,416.20	13,072.55		
24850	298.36			108.02	7	0.98	2.05	585.88	2,674.41		
29586	314.49			95.86	3	0.98	2.05	340.38	1,283.84		
29593	416.06			119.21	7	0.98	2.05	646.57	3,559.00		
Total A			17,006.20	3,167.43	300	47.04	98.4	15,916.36	122,118.05		

Fuente: Elaboración Propia

Para efectos de un mayor detalle del cálculo del ROP a continuación se detalla el cálculo de reposición **ROP** para el material **BROCA HILTI TECX DE 3/8 X 6**

Tabla n.º 3-13. Cálculo del ROP para la BROCA HILTI TECX DE 3/8 X 6



Fuente: Elaboración Propia

Después de haber calculado el punto de reorden **ROP** para los materiales de la muestra AA, es procede a realizar un cuadro comparativo de todos los géneros de la muestra. El **ROP** vendría a ser el stock mínimo a partir del cual, cuando el stock sea menor a este nivel se deberá considerar la emisión de un nuevo pedido al proveedor para el reaprovisionamiento del inventario. Al considerar el **ROP** como stock mínimo en soles por día se debe hallar el stock máximo en soles que es el resultado de multiplicar el stock mínimo **ROP** soles por el stock máximo en días.

El stock máximo en días como se detalla en el marco teórico, es la suma de 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 por lo que lo que pueda sobrepasar se consideraría como sobre stock lo cual resulta negativo para los objetivos de la empresa en mantener niveles óptimos de inventario.

Tabla n.º 3-14. Comparativo de costo actual vs costo calculado con método ROP

Diferencia S/.				
ClaseCosto	Genero	ClaseConsumo		Valores
		Costo Actual	ROP	
A	BOMBAS	188,653.98	140,000.42	48,653.56
	COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	23,684.92	4,722.97	18,961.95
	EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE	46,503.99	13,036.21	33,467.78
	EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	64,280.50	56,462.00	7,818.50
	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	6,015.90	6,598.48	-582.58
	INSUMOS LABORATORIO	1,876.80	47.77	1,829.03
	INSUMOS MINA	272,172.58	160,428.31	111,744.27
	INSUMOS PLANTA CONCENTRADORA	768,381.55	455,959.24	312,422.31
	MATERIALES USO ESPECIFICO	12,227.82	6,187.48	6,040.34
	MATERIALES Y REPUESTOS USO GENERAL	128,727.65	79,681.02	49,046.63
	REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	555,899.49	415,375.38	140,524.11
	RODAJES Y ACCESORIOS	5,305.53	1,659.14	3,646.39
	TUBERIAS Y VALVULAS	7,260.59	4,314.58	2,946.01
	UTILES DE OFICINA	2,992.00	478.53	2,513.47
Total A		2,083,983.30	1,344,951.55	739,031.75

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar los cálculos del ROP se procede a obtener un total de stock de S/. 1 344 951,55 y comparado con el costo actual de S/. 2 083 983,30 se obtiene una diferencia de S/. 739 031,75 el cual es el sobre stock del inventario.

Además se puede observar que algunos códigos generan una diferencia negativa, esto se debe porque en el ROP adiciona el stock de seguridad para evitar roturas de stock. Entonces para estos códigos, el stock de seguridad hace que el ROP sea más alto que el

costo actual, pero asegura un 98% de probabilidad de que exista stock disponible cuando varia la demanda.

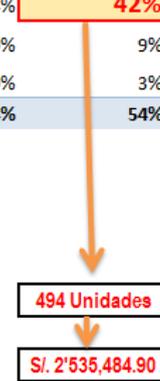
Así mismo después de aplicar el método de reposición de inventario ROP se logra reducir el inventario en un 35%, lo cual constituye a una reducción del costo de S/. 739 031,75

3.4. Desarrollo el Objetivo 3

Unos de los objetivos de establecer políticas de inventario para lograr una adecuada gestión de inventarios es reducir el nivel de inventario. Para lograrlo nos basamos en la clasificación ABC realizada en el objetivo 1 donde se hizo un análisis de ABC donde se combina el costo y el consumo y en este análisis podemos identificar la celda que AC que combina los materiales con alto costo y bajo nivel de consumo que equivale a 520 unidades valorizados en S/. 2 697 331,97. Este es un valor considerable que no agrega valor a la empresa, es una gran oportunidad de mejora.

Tabla n.º 3-15. Materiales críticos con alto costo con bajo nivel de rotación

ABC COSTO A ABRIL.2017		ABC CONSUMO A ABRIL 2017			
Suma de Factorvaloriz2	ClaseConsumo				
ClaseCosto	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%	



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se desglosa el detalle de los S/. 2 535 484,90 correspondiente a la celda de la combinación AC que representan alto costo con menor tasa de rotación.

Tabla n.º 3-16. Lista de materiales que se deben retirar del inventario por baja rotación

ABC COSTO A ABRIL.2017		ABC CONSUMO A ABRIL 2017	
ClaseCosto	Valores	ClaseConsumo	
A	Suma de Factorvaloriz2	C	42%
	Suma de CostoValor		2,535,484.90
	Cuenta de Codigo		494
Total Suma de Factorvaloriz2			42%
Total Suma de CostoValor			2535484.9
Total Cuenta de Codigo			494

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla n.3-16 se filtra los materiales que tuvieron consumos en los últimos 12 meses (Con rotación) y los que no tuvieron ningún consumo en dicho periodo (Sin rotación). Entonces se obtiene dos grupos de los cuales se puede ver que existe un costo de S/. 2 384 514,39 que no han tenido movimiento en los últimos 12 meses.

Tabla n.º 3-17. Reducción de inventario

ABC COSTO A ABRIL.2017		ABC CONSUMO A ABRIL 2017		
ClaseCosto	Valores	ClaseConsumo	Rotacion	Total C
		C		
		Con Rotación	Sin Rotación	
A	Suma de Factorvaloriz2	2%	39%	42%
	Suma de CostoValor	150,970.51	2,384,514.39	2,535,484.90
	Cuenta de Codigo	27	467	494
Total Suma de Factorvaloriz2		2%	39%	42%
Total Suma de CostoValor		150970.51	2384514.39	2535484.9
Total Cuenta de Codigo		27	467	494

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla n.3-17 se deduce que actualmente la empresa tiene un capital inmovilizado de S/. 2 535 484,90 y que durante los últimos 12 meses (mayo 2016 hasta abril 2017) no han

tenido rotación y que al estar en el inventario genera costo logístico y no agrega ningún valor al proceso productivo.

3.5. Desarrollo el Objetivo 4

Habiendo obtenido el nivel de inventarios óptimo en función al promedio de la demanda y y el nivel de stock de seguridad resulta conveniente para la gestión del mismo hacer seguimiento a la cobertura del nivel de stock, es decir para cuantos días se tiene disponibilidad de stock.

En la presente tesis se propone el desarrollo indicador que mide y controla la cobertura en días del inventario.

Para la simulación y desarrollo del indicador se toma la muestra seleccionada en el objetivo 3 y adicionalmente se filtra solamente los códigos que actualmente la empresa considera como críticos. Se realizan los siguientes pasos:

Se propone el uso de indicador de cobertura en días, el cual servirá para medir el tiempo de permanencia del stock en el inventario y poder determinar el nivel de rotación.

Calculo de la días de cobertura como base para el 2017

Se obtienen los saldos y consumos del periodo 2016 para cada material crítico de la muestra "AC".

Tabla n.º 3-18. Nivel de saldos y consumos del 2016 detallado por mes

Suma de ConsumosV Mes_cMes													
Filtro	Ene'16	Feb'16	Mar'16	Abr'16	May'16	Jun'16	Jul'16	Ago'16	Set'16	Oct'16	Nov'16	Dic'16	Total general
⊕ SaldoFin	112,441.94	112,441.94	112,117.75	111,933.68	111,793.56	112,913.57	114,299.70	115,085.97	114,675.23	122,729.75	122,539.09	125,031.65	1,388,003.81
⊕ Consumo	0.00		324.19	184.07	140.12	140.12	280.49	52.00	410.74	1,044.36	190.66	164.66	2,931.41
Total general	112,441.94	112,441.94	112,441.94	112,117.75	111,933.68	113,053.69	114,580.19	115,137.97	115,085.97	123,774.11	122,729.75	125,196.31	1,390,935.22
	Ene'16	Feb'16	Mar'16	Abr'16	May'16	Jun'16	Jul'16	Ago'16	Set'16	Oct'16	Nov'16	Dic'16	Promedio Base S/
Saldo	112,441.94	112,441.94	112,117.75	111,933.68	111,793.56	112,913.57	114,299.70	115,085.97	114,675.23	122,729.75	122,539.09	125,031.65	115,666.98
Consumo Periodo	11,254.00	12,845.00	18,254.00	25,544.00	10,544.00	12,255.00	16,555.00	15,255.00	10,555.00	15,222.00	6,555.00	10,588.00	13,785.50
Dias del Periodo	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	375.13	428.17	608.47	851.47	351.47	408.50	551.83	508.50	351.83	507.40	218.50	352.93	459.52
Cobertura	299.74	262.61	184.26	131.46	318.08	276.41	207.13	226.32	325.94	241.88	560.82	354.26	251.71

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla n.3-19 se muestra los saldos finales y consumos detallado por mes del periodo 2016 valorizados en soles. A partir de estos datos se calcula el promedio mensual de los saldos de enero a diciembre 2016 y el promedio mensual de los consumos del mismo periodo, obteniéndose los promedios de S/. 115 666,98 y S/. 13 785.50 respectivamente.

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

Los 251,71 días viene a ser los días de cobertura del inventario base que servirá como referencia de medición para el año 2017

En la Tabla n.3-19 se muestra los saldos y consumos de los tres primeros meses del año 2017 tomados como muestra para la simulación y prueba del calculo de cobertura en dias.

Tabla n.º 3-19. Saldos y consumos del 2017

Suma de ConsumosValores	Mes_cMes			
Filtro	Ene'17	Feb'17	Mar'17	Total general
SaldoFin	113,504.46	104,046.85	99,784.22	317,335.53
Consumo	12,875.63	10,873.47	4,262.63	28,011.73
Total general	126,380.09	114,920.32	104,046.85	345,347.26

Fuente: Elaboración Propia

Con el análisis de los datos del 2017 se procede a establecer un objetivo el cual servirá como punto de referencia para medir el desempeño de la cobertura de stock de materiales en el inventario pafra cubrir la demanda.

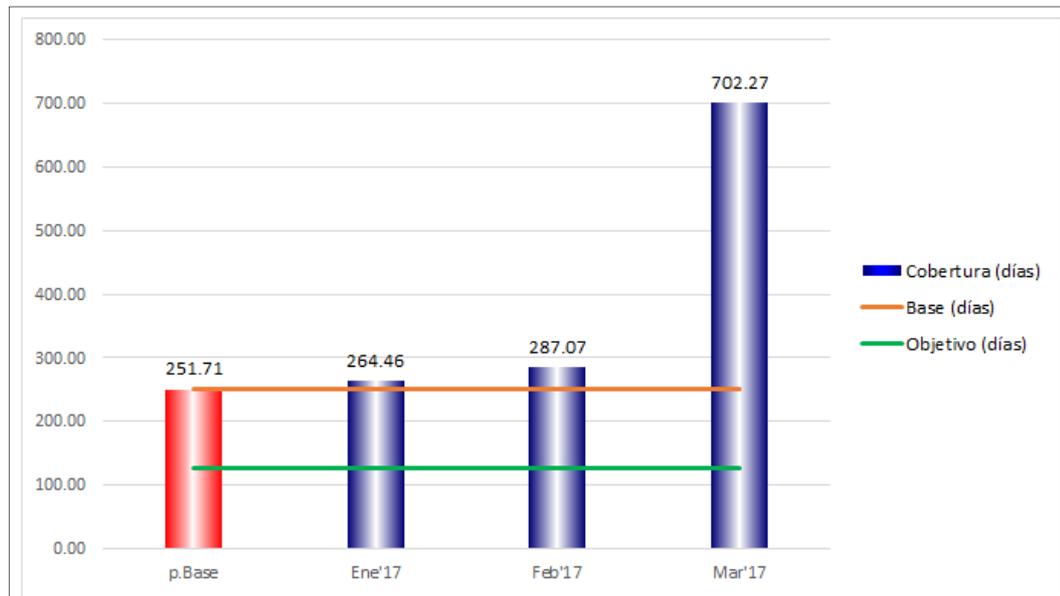
Tabla n.º 3-20. Análisis de la cobertura del inventario para el 2017

COBERTURA	p.Base	Ene'17	Feb'17	Mar'17
Saldo		113,504.46	104,046.85	99,784.22
Consumo Periodo		12,875.63	10,873.47	4,262.63
Días del Periodo		30.00	30.00	30.00
Consumo Día		429.19	362.45	142.09
Cobertura (días)	251.71	264.46	287.07	702.27
Base (días)	251.71	251.71	251.71	251.71
Objetivo (días)	125.86	125.86	125.86	125.86

Fuente: Elaboración Propia

El objetivo para el 2017 será de 125.86 días aproximadamente se desea reducir el nivel de días de alojamiento del inventario en un 50%, el cual será controlado por el indicador de cobertura en días. A partir de los datos obtenidos y calculados en la Tabla n. 3-20 se obtiene el siguiente gráfico del indicador de cobertura de inventario.

Figura n.º 3-2. Indicador de cobertura de stock en días



Fuente: Elaboración Propia

En este gráfico se muestra el nivel de cobertura en días con respecto al saldo final del mes y los consumos del mes, este valor es comparado con la línea base del 2016 y el nivel objetivo que se busca lograr. En el gráfico se puede apreciar que en los tres primeros meses del 2017 estamos por encima del promedio del 2016, y por consiguiente estamos lejos del objetivo que se desea conseguir.

Así mismo se puede apreciar que en marzo hay un nivel alto de cobertura, esto se debe por que en marzo bajo el nivel de consumo y un nivel mínimo de reducción del saldo; lo que origina que los días de cobertura para este mes se dispare, esto es justamente porque actualmente el reabastecimiento del inventario no se controla por el método de reposición que se propone en el objetivo 2.

Ahora el objetivo es reducir el nivel de cobertura aplicando el método de reposición de inventario ROP.

En la siguiente figura se muestra el proceso de la aplicación del ROP a los datos de la Tabla n. 3-20 donde se obtiene los siguientes resultados:

Figura n.º 3-3. Aplicación del ROP para reducir los días de cobertura

COBERTURA		p.Base	Ene'17	Feb'17	Mar'17
Saldo			113,504.46	104,046.85	99,784.22
Consumo Periodo			12,875.63	10,873.47	4,262.63
Días del Periodo			30.00	30.00	30.00
Consumo Día			429.19	362.45	142.09
Cobertura (días)		251.71	264.46	287.07	702.27

Aplicando el método de reposición de inventario se consigue un saldo de: 90,800.53

Promedio de consumos		Método ROP								
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

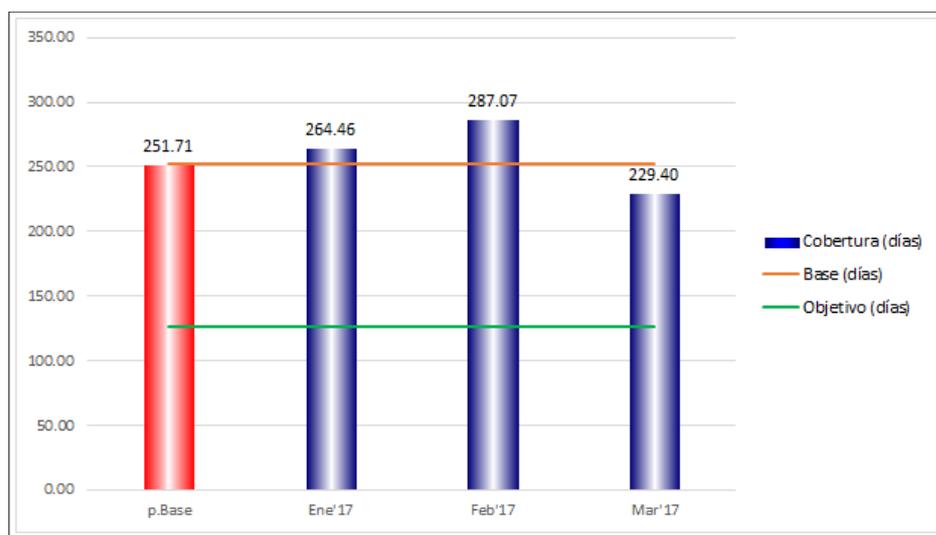
COBERTURA		p.Base	Ene'17	Feb'17	Mar'17
Saldo			113,504.46	104,046.85	90,800.53
Consumo Periodo			12,875.63	10,873.47	11,874.55
Días del Periodo			30.00	30.00	30.00
Consumo Día			429.19	362.45	395.82
Cobertura (días)		251.71	264.46	287.07	229.40

Fuente: Elaboración Propia

Con el nuevo saldo obtenido con el método de reposición de inventarios ROP se obtiene un saldo de S/. 90 800, 53 para el mes de marzo, así mismo se obtiene una desviación estándar de 47,19 de los consumos de enero y febrero del 2017, siendo un valor que indica que los valores no están muy dispersos, por lo que se considera un consumo para el mes de marzo de S/. 11 874,55

A partir de los nuevos datos obtenidos aplicando *ROP* se puede apreciar que una reducción de los días de cobertura de 702 días a 229 días que representa una reducción de cobertura de 67% significativo.

Figura n.º 3-4. Indicador de cobertura de inventario en días aplicando *ROP*



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra una ficha técnica donde se detalla los fundamentos del indicador de cobertura del inventario en días:

Figura n.º 3-5. Ficha técnica del indicador de cobertura en días

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 ítems durante el mes Consumo por Día = Consumo Periodo / Días 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

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. Resultados

A continuación, se muestra un cuadro comparativo del costo actual y el costo obtenido por el método de reposición de stock obteniéndose una diferencia de S/. 739 031,75. Esto significa para la empresa una reducción de costo de 35% del costo total del inventario.

Tabla n.º 4-1 Comparativo del costo actual vs el costo después de aplicar ROP

Diferencia S/.		ClaseConsumo <input type="text" value="A"/> Valores		
ClaseCosto <input type="text" value="A"/>	Genero	Costo Actual	ROP	Diferencia.
	BOMBAS	188,653.98	140,000.42	48,653.56
	COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	23,684.92	4,722.97	18,961.95
	EQUIPOS Y MATERIALES DE SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE	46,503.99	13,036.21	33,467.78
	EQUIPOS Y MATERIALES ELECTRICOS	64,280.50	56,462.00	7,818.50
	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS	6,015.90	6,598.48	-582.58
	INSUMOS LABORATORIO	1,876.80	47.77	1,829.03
	INSUMOS MINA	272,172.58	160,428.31	111,744.27
	INSUMOS PLANTA CONCENTRADORA	768,381.55	455,959.24	312,422.31
	MATERIALES USO ESPECIFICO	12,227.82	6,187.48	6,040.34
	MATERIALES Y REPUESTOS USO GENERAL	128,727.65	79,681.02	49,046.63
	REPUESTOS DE USO ESPECIFICO	555,899.49	415,375.38	140,524.11
	RODAJES Y ACCESORIOS	5,305.53	1,659.14	3,646.39
	TUBERIAS Y VALVULAS	7,260.59	4,314.58	2,946.01
	UTILES DE OFICINA	2,992.00	478.53	2,513.47
Total A		2,083,983.30	1,344,951.55	739,031.75

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Conclusiones

4.2.1. Conclusión del Objetivo 1

Como se puede demostrar en la presente tesis un correcto control de inventarios permitirá a la empresa planificar mejor su producción, orientado al objetivo de reducir los stocks y optimizar los costos sin perjudicar el nivel de servicio a los usuarios finales de la operación minera.

La clasificación ABC es una herramienta que nos permite tener una visión estratégica del universo de toda la composición del inventario. Es estratégico porque permitirá tomar decisiones de reducción de inventario en función a un criterio de costo y consumo y enfocarnos a lo que realmente puede generar impacto financiero positivo para la empresa.

Al aplicar esta herramienta por nivel de costo y consumo valorizado en soles se pudo generar una matriz de celda que combinan ambos criterios y de esta manera se pudo identificar lo siguiente:

En las tablas n.3-4. y n.3-5 se muestra que el 16% de materiales constituye el 80% del costo total es decir si la empresa se enfoca en establecer políticas de inventario para los 791 materiales, estará optimizando un inventario de S/. 4 849 141,84 (Tabla n.3-6.)

De la clasificación ABC a nivel de costo, se realizó una sub clasificación ABC a nivel de consumos, donde resulta una matriz costo vs consumo. Esta matriz nos permite identificar que dentro del 80% un valor de S/. 2 535 484,90 que corresponde a la combinación costo vs consumo AC. Se puede determinar que este valor representa, además de ser el más alto costo, un alto valor de capital inmovilizado.

Se puede concluir que la clasificación permitirá establecer políticas de inventarios que permite mejorar el proceso de gestión de inventario en base a criterios de valor de consumo y costo. Políticas que permitan orientar y priorizar los recursos a los códigos de mayor costo y alta rotación y establecer planes de acción que en conjunto con logística y operaciones mina y planta se puede reducir los inventarios ahorrando un capital inmovilizado de S/. 2 535 484,90.

4.2.2. Conclusión del Objetivo 2

La implementación del sistema de revisión continua (ROP) permitirá obtener niveles óptimos de inventario por cada material, consiguiendo además disminuir los días de sobre stock. Con esto se logrará evitar tener capital inmovilizado y no tener roturas de stock puesto que el método ROP se hará una revisión permanente de los niveles de inventarios.

La implementación del modelo de gestión de inventarios a través del método de reposición de stock (ROP) ha sido demostrado que se puede lograr determinar el nivel de inventario óptimo para la empresa en función a sus consumos y análisis estadístico.

El desarrollo del objetivo se puede ver un resumen de la muestra obtenida de mayor costo y de mayor rotación una comparación del costo actual vs el *ROP* obtenido (Stock *ROP* en días multiplicado por el stock máximo en días) obteniéndose una diferencia de S/. 739 031,75

Este importe se considera un sobre stock perjudicando los costos logísticos de la empresa, así mismo un capital que podría destinarse a otras prioridades de la operación minera o proyectos que podrías generar valor a la cadena productiva.

Para que el uso de un modelo de inventario sea válido, es necesario verificar que se cumplan, por lo menos en forma aproximada, a la distribución probabilística de la demanda, de lo cual se deduce la importancia de realizar pronósticos de demanda de consumos.

El nivel de ROP se considera como el stock mínimo, valor que se sustenta en la herramienta propuesta debido a que se basa en el consumo promedio y el tiempo de entrega del proveedor más el stock de seguridad.

El stock de seguridad cuyo cálculo se ha analizado y desarrollado en la presente tesis está basado en la variabilidad de la demanda con respecto al promedio de consumos durante el tiempo de espera basado en un nivel de servicio de 98%, razón por el cual se considera stock mínimo para garantizar la disponibilidad del inventario.

4.2.3. Conclusión del Objetivo 3

La meta de la administración de inventarios consiste en proporcionar los inventarios que se requieren para mantener las operaciones al más bajo costo posible, lo que resulta inapropiado mantener niveles de inventario que no demanda la operación. Mantener inventario inmovilizado lo único que hace es aumentar el costo de mantenimiento del inventario.

De la Tabla n.3-17 se puede determinar que del costo total de S/. 2 535 484,90 existe un inventario de S/. 2 384 514,39 que no tiene rotación durante los últimos 12 meses (mayo 2016 hasta abril 2017), por lo que se concluye que actualmente la empresa tiene un capital que no ha tenido rotación por un periodo de 12 meses de S/. 2 384 514,39 y que al estar en el inventario genera un impacto negativo a las finanzas de la compañía. Impacto financiero porque este valor al estar invertido en otra oportunidad de negocio podría estar generando rentabilidad bajo un tipo de interés, o en algún proyecto que genere valor para la compañía.

Si la empresa logrará retirar de su inventario los S/. 2 384 514,39 se lograría una reducción de su inventario de un 94% respecto al costo total de S/. 2 535 484,90 quedando un costo de S/. 150 970,51

4.2.4. Conclusión del Objetivo 4

La permanencia de un material en el inventario involucra un capital invertido y por ende la empresa asume un costo de oportunidad que no realizó por adquirir dicho material, por lo que esto debería ser recuperado lo más pronto posible, es decir que el material una vez ingresado al almacén deberá ser consumido por la operación, de esta manera estaríamos hablando que el material tiene alta rotación, esto sucedería si en el inventario se tiene un nivel de stock lo suficientemente como para que pueda generar este movimiento, es decir si se tiene alto nivel de inventario y por consiguiente un alto nivel de cobertura en días. En consecuencia, el nivel de rotación de inventarios debe ir acompañado del control y medición de la cobertura del stock que precisamente se logra aplicando el método de reposición *ROP*.

Una vez calculado el ROP para cada material de la combinación AA según clasificación ABC y para seguir realizando una gestión adecuada se establece un indicador que permita realizar la revisión continua y poder detectar las desviaciones y establecer planes de acción inmediata. Con esta herramienta se logrará una mayor eficiencia en la gestión de inventarios.

Después de aplicar la herramienta ROP se puede identificar que la reducción de la cobertura en días de stock de 67% generando un impacto positivo en la liquidez de la compañía ya que solo se invertirá para los días según la demanda de la operación minera.

4.3. Recomendaciones

4.3.1. Recomendación del Objetivo 1

La empresa debe profundizar en el tratamiento y análisis de la información, buscando explotar la gran cantidad de datos que tiene registrado a nivel de todas las áreas. Existe una gran oportunidad de obtener y generar mejoras a todo nivel. Es recomendable capacitar al personal de almacén en el uso de métodos y herramientas de control de inventario.

Se recomienda mantener registrado el tiempo en que los materiales se mantienen en el almacén, y realizar bajas de los materiales que no han tenido consumos en mucho tiempo.

Se recomienda el modelo de reposición automática de inventario (*ROP*) el cual permite establecer buenas políticas de inventario, dicho de otra manera, les permite acercarse a resultados más óptimos de cuándo y en qué cantidades pedir para cada uno de los materiales, minimizando el costo total del inventario que es lo que persigue la empresa.

Desarrollar un sistema de indicadores que permita evaluar la gestión de inventarios para identificar desviaciones, tomar decisiones en forma oportuna y establecer acciones correctivas enfocadas a la mejora continua.

La clasificación del inventario en base al criterio ABC se realizó en función al nivel que representa su costo y consumo, pero sería recomendable que también se realice en función a la criticidad que representa para la continuidad de la operación, esto se debe determinar con el área de mina y mantenimiento.

4.3.2. Recomendación del Objetivo 2

Es indispensable la implementación del método de reposición de inventario con el modelo ROP el cual ya sido demostrado que genera resultados positivos en la gestión de niveles de stock asegurando el nivel de servicio requerido por la operación.

La jefatura de logística deberá establecer coordinaciones con el área de TIC (Tecnologías de la información) para que este modelo se automatice a través de una herramienta de software desarrollo según las características de la realidad del proceso de inventarios. Esto evitará el proceso tedioso de realizar los cálculos en Excel, así mismo el sistema asegurará la consistencia y la precisión de los datos.

4.3.3. Recomendación del Objetivo 3

Se recomienda evaluar la posibilidad de negociar con los proveedores volúmenes de compra en función a la demanda estableciendo precios negociados por volumen, así mismo programar entregas parciales de acuerdo al consumo mensual y evitar el sobre stock de inventario inmovilizado.

Según el análisis del inventario inmovilizado por el alto costo y baja rotación, se recomienda retirar del inventario estos materiales de tal manera que el inventario disminuya en un 94% respecto al costo total de S/. 2 535 484,90 quedando un costo de S/. 150 970,51

Previamente se debe establecer reuniones con el usuario establecer que materiales (repuestos y suministros) se deben disponer siempre en el inventario y que a pesar que se no usa siempre debe estar disponible, esto se deberá decidir en coordinación con el área de operación mina y mantenimiento planta.

Se suele considerar ciertos repuestos en stock con un alto nivel de permanencia en el inventario, esto siempre será válido si esto representa una parada de la operación o la planta, por lo que el área de mina y planta deberá dedicarle tiempo para que determine y establezca estos repuestos.

4.3.4. Recomendación del Objetivo 4

Nada se puede mejorar si no se mide, por lo que se recomienda la implementación de la gestión en base a indicadores, y que en la presente tesis se explica y se desarrolla el control de la cobertura del inventario que se complementa con la rotación de inventarios.

Para establecer los niveles de inventario en lo que respecta a piezas y repuestos para satisfacer la demanda de los programas de mantenimiento ya sea programado, preventivo y predictivo, el área de mantenimiento debe realizar y enviar con anticipación estos programas para que sirva como input en la planificación del reaprovisionamiento del inventario y en lo posible se compre lo oportuno y necesario asegurando un óptimo nivel de servicio.

La recomendación general es partir sobre una base de clasificación **ABC** el cual nos da una visión estratégica de la composición del inventario en base a su costo y consumo, luego a partir de ello implementar la gestión de inventario con el método **ROP** y luego en base al nivel que representa el costo y la rotación del inventario establecer políticas que permita

reducirlo y finalmente implementar indicadores de gestión como es el control de los días de cobertura que será el termómetro de la eficiencia del método **ROP** y la clasificación **ABC**.

REFERENCIAS

- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5a. ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación
- Cabriles, Y.L. (2014). *Propuesta de un Sistema de Control de Inventario de Stock de Seguridad para Mejorar la Gestión de Compras de la Empresa Balgres C.A.* (Tesis Académica). Universidad Simón Bolívar, Camurí Grande, Venezuela
- Chávez Salinas, J.J. (2013). *Propuesta de Mejora en la Gestión de Inventarios e Implementación de un Sistema CPFR en una Industria de Panificación Industrial* (Tesis de Maestría). Escuela de Post Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Francisco Marcelo, L. (2014). *Análisis y Propuestas de Mejora de Sistema de Gestión de Almacenes de un operador logístico* (Tesis de Magister). Escuela de Post Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Farfán Arroyo, N.L. (2015). *Determinación del punto de reposición óptimo en componentes eléctrico.* (Tesis de Ingeniería). Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Galván L. & Pico G. (1999) *Gerencia de materiales en la Industria Azucarera Venezolana.* Citado por Cabriles Y.L. (2014)
- Izar, Ynzunza y Zermeño (2014) *Calculo del Punto de Reorden cuando el Tiempo de Entrega y la Demanda están Correlacionados.* Recuperado de <http://www.elsevier.es>
- Leal Morantes, A.J. (2004). *Modelo de planificación y control de inventarios para mantenimiento.* (Tesis de Grado). Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Lokad, *Análisis ABC como método de clasificación de inventario.* Recuperado de [https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario))
- Lokad, *Nivel de servicio de la satisfacción de la demanda.* Recuperado de <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>
- LogisPyme, *Tipo de Inventarios.* Recuperado de <https://logispyme.wordpress.com/2014/03/06/demanda-independiente-demanda-dependiente/>
- Mora, L. (2011) *Gestión Logística Integral.* Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.slideshare.net/gustavoduque716/gestion-logistica>

Nail Gallardo, A. (2016). *Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de Sociedad Repuestos España Limitada*. (Tesis de Titulación). Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile

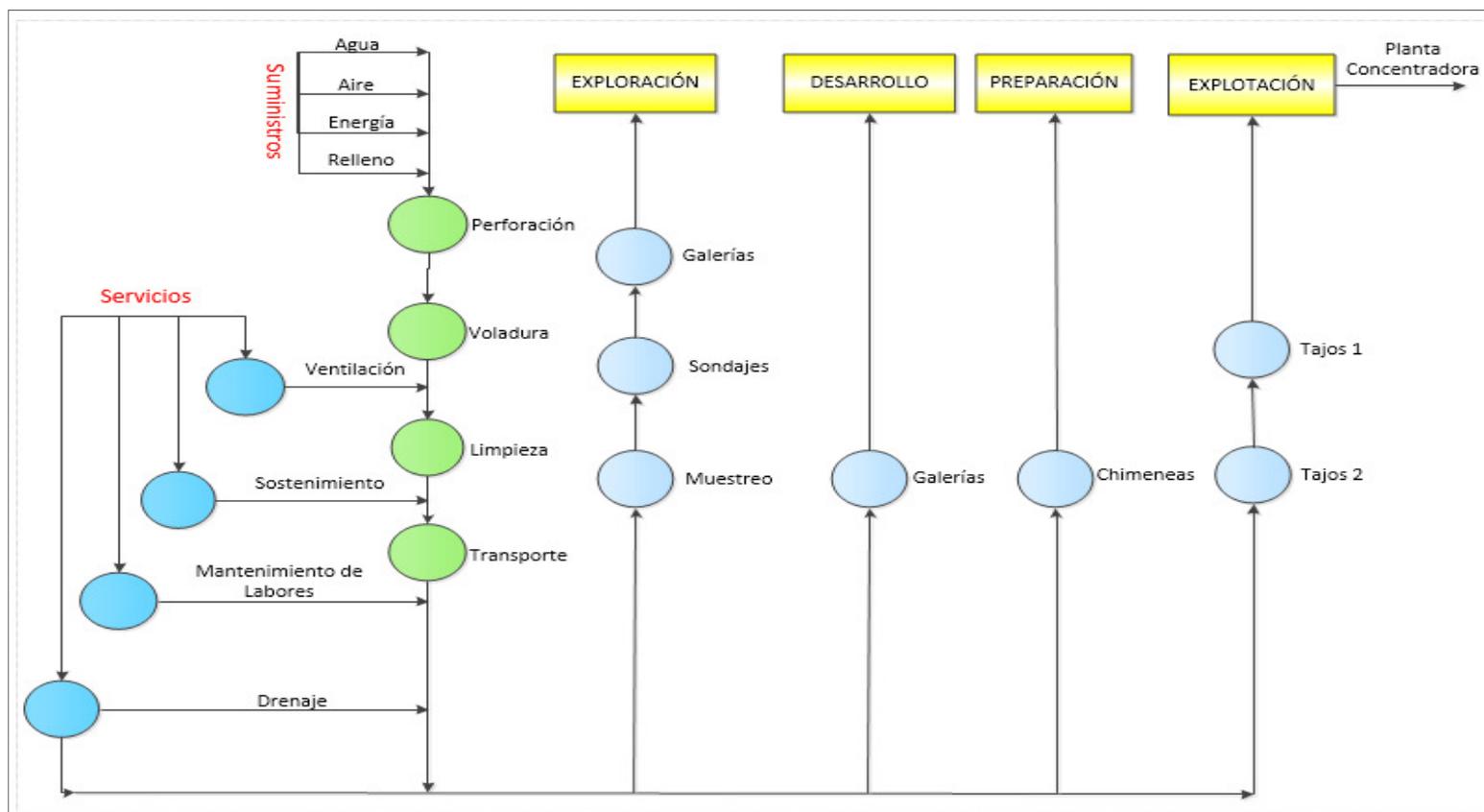
Pierri Gordillo, V.K. (2009). *Propuesta de un sistema de gestión de inventario para la Empresa Metal Mecánica*. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Reino Chérrez, C.I. (2014). *Propuesta de un modelo de gestión de inventarios, caso Ferretería Almacenes Fabian Pintado*. (Tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

ANEXOS

Anexo n.º 1. Diagrama de Operaciones de Proceso Mina.....	109
Anexo n.º 2. Áreas de Almacén Mina.....	110
Anexo n.º 3. Pantalla principal del sistema ERP de Minera Colquisiri S.A.	111
Anexo n.º 4. Pantalla de consulta de movimientos de materiales	111
Anexo n.º 5. Reporte de consumos de materiales extraído del ERP.....	112
Anexo n.º 6. Flujograma de recepción y despacho de materiales	112
Anexo n.º 7. Requerimiento de materiales registrado por el usuario.....	113
Anexo n.º 8. Orden de Compra que atiende el requerimiento del usuario.....	113
Anexo n.º 9. Guía de Remisión del Proveedor que atiende la orden de compra	114
Anexo n.º 10. Nota de ingreso de materiales al almacén	114
Anexo n.º 11. Movimiento de salida de materiales - Demanda	115
Anexo n.º 12. Kardex valorizado de movimiento de materiales.....	115
Anexo n.º 13. Flujograma de la cadena de suministro de Minera Colquisiri S.A.	116
Anexo n.º 14. Presentación de la propuesta al Ing. Domingo Pilco (Jefe de Almacén) ..	116
Anexo n.º 15 Carta de reconocimiento y agradecimiento de la alta gerencia.....	117

Anexo n.º 1. Diagrama de Operaciones de Proceso Mina



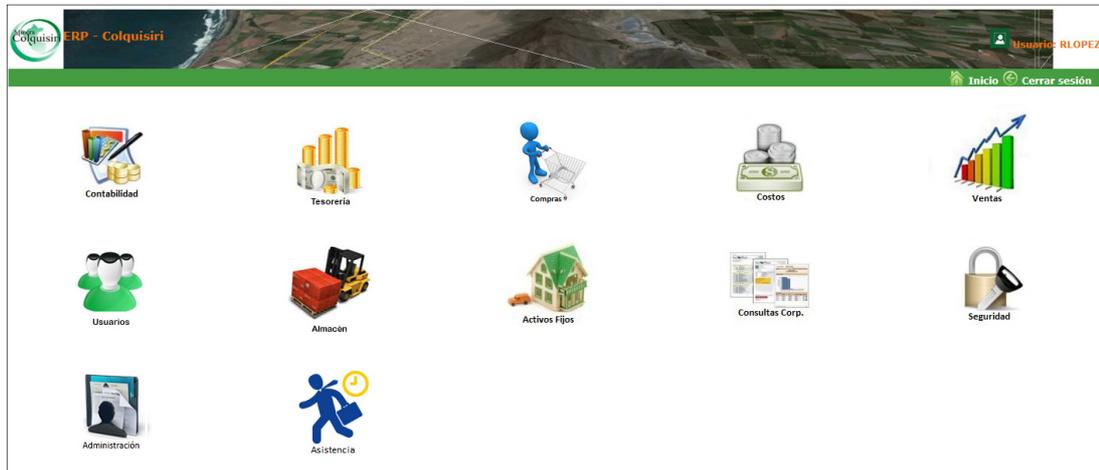
Fuente: Elaboración Propia en base a lo observado en la unidad minera

Anexo n.º 2. Áreas de Almacén Mina



Fuente: Elaboración propia en base a lo observado en la unidad minera

Anexo n.º 3. Pantalla principal del sistema ERP de Minera Colquisiri S.A.



Fuente: Elaboración propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 4. Pantalla de consulta de movimientos de materiales

Consultas y Reportes **Movimiento de Artículos por Centro de Costo**

Almacén: MINA - HUARAL Período: 2017-03

Centro de Costo: 9020104 FLOTACION CIRCUITO BULK

Cod. Material:

RUC: 20107290177 Fecha: 05/05/2017
Hora: 21:05:34
Página: 1 de 5

MOVIMIENTOS DE ARTÍCULOS POR CENTROS DE COSTOS
2017-03

Centro de Costo	Código	Descripción	Unidad	Fecha	Almacén	Usuario	Nro. Mov.	Cantidad	Costo \$/.
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	25027 TRAPO INDUSTRIAL (PUNTO COLORES)	KGS	02/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40171	2.00	5.20
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	26840 FORRO LADO SUCCION (BOMBA ESPASA DE 5' X 4")	PZA	02/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40171	1.00	548.88
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	24512 OXIGENO X MTS	M3	03/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40238	20.00	180.00
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	26713 ESCOBILLAS DE CARBÓN DE 32 X 25 X 55 MM EN GRADO GG-65/95	PZA	06/03/2017	MINA - HUARAL	KESTEBAN	40826	24.00	2.546.72
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	26746 ESCOBILLAS DE CARBON DE MEDIDAS 31.7 X15.8 X 60 MM	PZA	06/03/2017	MINA - HUARAL	KESTEBAN	40826	10.00	559.86
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	22044 ESCOBILLA DE ACERO 4 X 14 HILERAS C/MAN	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	2.00	9.00
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	24534 TUERCA HEX. DE 3/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	20.00	0.63
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	24535 TUERCA HEX. DE 1/2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	32.00	2.54
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	24536 TUERCA HEX. DE 5/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	25.00	3.19
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	25128 ANILLO PLANO DE 3/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	20.00	0.59
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	25130 ANILLO PLANO DE 1/2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	32.00	1.47
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	25132 ANILLO PLANO DE 5/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	25.00	2.41
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	28215 PERNO HEX. DE 1/2" X 2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	32.00	7.78
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	28247 PERNO HEX. DE 3/8" X 2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	20.00	2.29
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	28266 PERNO HEX. DE 5/8" X 2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	25.00	10.37
9020103	MOIENDA Y CLASIFICACION	24382 CANDADADO P/CADENA DOBLE HILERA DE 1"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40892	2.00	15.97

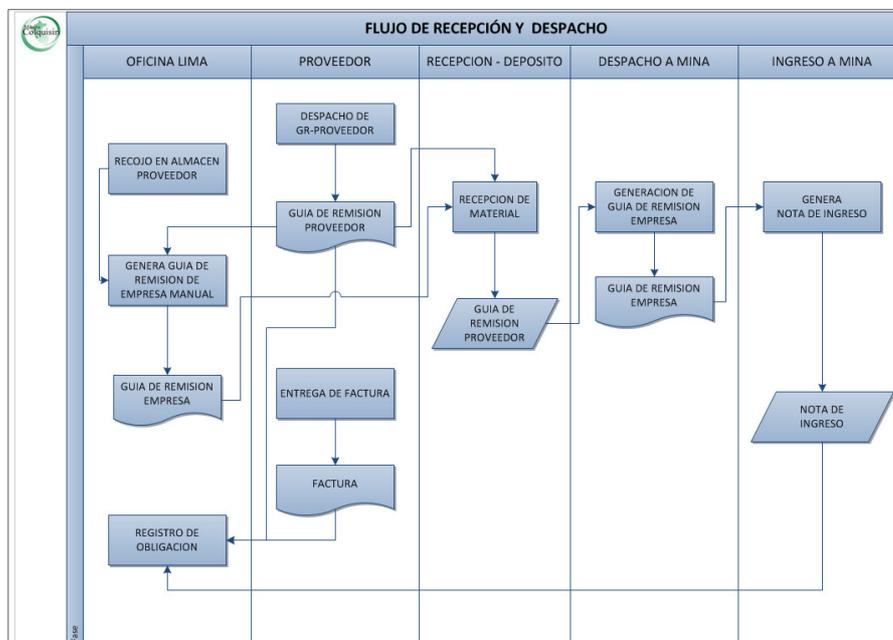
Fuente: Elaboración propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 5. Reporte de consumos de materiales extraído del ERP

Centro de Costo	Código	Descripción	Unidad	Fecha	Almacén	Usuario	Nro. Mov.	Cantidad	Costo \$/.
9020103	25027	TRAPO INDUSTRIAL (PUNTO COLORES)	KGS	02/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40171	2.00	5.20
9020103	26940	FORRO LADO SUCCION (BOMBA ESPASA DE 5" X 4")	PZA	02/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40171	1.00	548.88
9020103	24512	OXIGENO X. MT3	M3	03/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40238	20.00	180.00
9020103	26713	ESCORILLAS DE CARBÓN DE 32 X 25 X 55 MM EN GRADO CS-65/35	PZA	06/03/2017	MINA - HUARAL	KESTEBAN	40826	24.00	2,546.72
9020103	26746	ESCORILLAS DE CARBON DE MEDIDAS 31.7 X15.8 X 60 MM	PZA	06/03/2017	MINA - HUARAL	KESTEBAN	40826	10.00	559.86
9020103	22094	ESCORILLA DE ACERO 4 X 14 HILERAS C/MAN	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	2.00	9.00
9020103	24524	TUERCA HEX. DE 3/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	20.00	0.63
9020103	24535	TUERCA HEX. DE 1/2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	32.00	2.54
9020103	24536	TUERCA HEX. DE 5/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	25.00	3.19
9020103	25128	ANILLO PLANO DE 3/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	20.00	0.59
9020103	25130	ANILLO PLANO DE 1/2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	32.00	1.47
9020103	25132	ANILLO PLANO DE 5/8"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	25.00	2.41
9020103	28215	PERNO HEX. DE 1/2" X 2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	32.00	7.78
9020103	28247	PERNO HEX. DE 3/8" X 2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	20.00	2.29
9020103	28266	PERNO HEX. DE 5/8" X 2"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40877	25.00	10.37
9020103	24382	CANDADO P(CADENA DOBLE HILERA DE 1"	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40892	2.00	15.97
9020103	22955	TRAJE DE SEGURIDAD 3M (NP 4510)	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	ELECTRICOS05	40910	4.00	36.85
9020103	38469	ABRAZADERA TORRO 30-45, W1, FLEJE 12MM, MARCA NORMA N. 136 7352 037	PZA	07/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	40912	6.00	20.34
9020103	25053	DESENGRASANTE EMULSIONABLE SLO-OG EN CILINDRO X 55	GLN	08/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	40949	55.00	2,693.63
9020103	23348	CONTACTOR P/CONDENSADOR LCL-DWK12	PZA	08/03/2017	MINA - HUARAL	ELECTRICOS08	41001	1.00	874.80
9020103	37957	ARCHIVADOR LOMO ANCHO, T 1/2 OFICIO	PZA	09/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	41027	2.00	5.93
9020103	37961	CINTA MASKING TAPE, 2" X 40 YD	RL	09/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	41027	1.00	4.48
9020103	38041	REGISTRO DE ASISTENCIA MC-SSM-FOR-014	BLC	09/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	41027	1.00	7.21
9020103	26899	FORRO LADO SUCCION EN CAUCHO (BOMBA HORIZONTAL ESPASA DE 6" X 6")	PZA	09/03/2017	MINA - HUARAL	MECANICOSPLANTA	41058	1.00	904.88
9020103	26900	IMPULSOR EN CAUCHO (NP 55-6-6-019) (BOMBA HORIZONTAL ESPASA DE 6" X 6")	PZA	09/03/2017	MINA - HUARAL	MECANICOSPLANTA	41058	1.00	809.48
9020103	26913	PLATO FORRO LADO GLAND - CAUCHO	PZA	09/03/2017	MINA - HUARAL	MECANICOSPLANTA	41058	1.00	540.49
9020103	26914	PLATO FORRO LADO SUCCION - CAUCHO	PZA	09/03/2017	MINA - HUARAL	MECANICOSPLANTA	41058	1.00	527.31
9020103	26823	IMPULSOR EN POLIURETANO (BOMBA ESPASA DE 2 1/2" X 36")	PZA	10/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	41100	1.00	355.87
9020103	24850	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	KGS	11/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	41203	2,000.00	6,837.51
9020103	24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	KGS	12/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	41234	2,000.00	6,684.76
9020103	22131	DISCO DE DEBRASTE DE 7 X 1/4 X 7/8 ABRALIT	PZA	12/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	41240	2.00	17.00
9020103	28009	LUSA DE FIERRO # 100	UND	12/03/2017	MINA - HUARAL	WCARHUALLANQUI	41240	3.00	4.19
9020103	24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	KGS	13/03/2017	MINA - HUARAL	AARAUCCO	41278	2,000.00	6,684.75

Fuente: Elaboración propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 6. Flujoograma de recepción y despacho de materiales



Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 7. Requerimiento de materiales registrado por el usuario

Minera Colquisiri		RUC: 20107290177	REQUERIMIENTO DE COMPRA N°: 2017-0068							FECHA: 04/04/2017	
		AV.DEL PARQUE NORTE 724 - SAN ISIDRO - CORPAC									
		224-1234									
Tipo de Rq.:		STOCK - ALMACEN	Prioridad:		NORMAL						
Departamento:		LOGISTICA	Solicita:		PILCO FLORES, DOMINGO						
Motivo:		MATERIAL REPOSICION AUTOMATICA									
Itm	Articulo	Descripción	Und	Cant.	Stock	C Costo	Fec.Req.	Estado	Val Soles	Val Usd	
1	04010100 2	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO/ CAS: 7758-99-8	KGS	30,000.0 0	22,500.00	0	12/04/2017	CONFIRM	0.00	50,700.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
2	04010200 1	SULFATO DE ZINC - HEPTAHIDRATADO/ CAS: 7446-20-0	KGS	30,000.0 0	27,000.00	0	11/04/2017	CONFIRM	0.00	20,700.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
3	04010400 1	XANTATO Z-6 - XANTATO AMILICO DE POTASIO Z-6	KGS	1,000.00	150.00	0	10/04/2017	CONFIRM	0.00	2,900.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
4	04010500 4	CAL VIVA MOLIDA (OXIDO DE CALCIO) X 1000 KG EN BIG BAG	KGS	29,000.0 0	27,000.00	0	12/04/2017	CONFIRM	17,400.00	0.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
5	04010501 2	AYUDA FILTRANTE AFR-710	KGS	3,010.00	1,720.00	0	15/04/2017	CONFIRM	0.00	8,428.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
6	04020100 4	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	KGS	20,000.0 0	8,000.00	0	11/04/2017	CONFIRM	0.00	20,600.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
7	04020100 5	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	KGS	4,000.00	4,000.00	0	11/04/2017	CONFIRM	0.00	4,040.00	
		Motivo: MATERIAL CRITICO									
									Total:	17,400.00	107,368.00

Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 8. Orden de Compra que atiende el requerimiento del usuario

Minera Colquisiri		RUC: 20107290177	ORDEN DE COMPRA N°: 2017 - 0915							FECHA: 04/04/2017	
		AV.DEL PARQUE NORTE 724 - SAN ISIDRO - CORPAC									
		224-1234									
Ruc:		20498563695	Motivo:		ALMACEN MINA						
Señores:		ALTUS E.I.R.L.	Tipo O/C:		STOCK - ALMACEN						
Dirección:		AV. VENEZUELA NRO. S/N INT. 303	Comprador:		DIAZ-DULANTO TRUJILLO LUCIA MARIA						
Teléfono:		3727911	Forma de Pago:		Factura 45 días RECEPCION F/.						
Contacto:		GONZALO LOZADA	Entregar en:		RECOGEN						
F. Atención:		11/04/2017	Moneda:		DOLARES AMERICANOS						
Itm	NroRq	Código	Descripción	Cantidad	Unid.	P.Unit.	Imp.Bruto	Imp.Dcto	Imp.Neto		
2	2017-0686-06	24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	20,000.00	KGS	1.0300	20,600.00	0.00	20,600.00		
		MATERIAL CRITICO									
3	2017-0686-07	24850	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	4,000.00	KGS	1.0300	4,120.00	0.00	4,120.00		
		MATERIAL CRITICO									
									Sub Total:	24,720.00	
									IGV:	4,449.60	
									Total:	29,169.60	
DOLARES AMERICANOS											

Nota: -Los martes y jueves las facturas serán recepcionadas de 8:00 a.m. - 4:30pm
-Las facturas deben ser entregadas conjuntamente con una copia de la O/C y Guía de remisión – copia adquiriente, en la cual debe constar el sello de recepción de nuestros almacenes, caso contrario no se recepcionarán.

Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 9. Guía de Remisión del Proveedor que atiende la orden de compra

 MINERA COLQUISIRI S.A.		Fecha : 05/05/2017 Hora : 21:05:11 Página: 1 de 1				
DOCUMENTO DE RECEPCIÓN N° 0005607						
Ruc:	20498563695					
Razón Social.:	ALTUS E.I.R.L.					
Tipo Documento:	G/R Proveedor					
Nro Documento:	0003-00005402	Fecha Documento:	11/04/2017			
Estado:	EMITIDA	Fecha Proceso:	11/04/2017			
Nro OC	Item OC	Codigo	Material	Cant.OC	Cant.Recep.	Unid.Compra
017-0915	20984	24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	20,000.00	20,000.00	KGS
017-0915	20985	24850	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	4,000.00	4,000.00	KGS

Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 10. Nota de ingreso de materiales al almacén

 RUC: 20107290177 AV.DEL PARQUE NORTE 724 - SAN ISIDRO - CORPAC 224-1234		NOTA DE INGRESO N°: 2017 - 1744 FECHA: 11/04/2017						
Tipo Movimiento:	01-NOTA DE INGRESO	Almacén:	MINA - HUARAL					
Documento de Referencia:		Movimiento Relacionado:						
Proveedor:	20498563695	ALTUS E.I.R.L.	Tipo Movimiento:					
Tipo Documento:	GR-Proveedor		Almacén:					
Nro. Documento:	0003-00005402	Fecha: 11/04/2017	Fecha: Nro. Mov.:					
Motivo:	INGRESO DE MATERIALES ALM. MINA GR-0003-0005402 ALTUS							
Item	Código	Cod Antigo	Descripción	Unidad	Cantidad	Val. Soles	Val. Dólar	Nro OC
1	24849	040201004	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	KGS	20,000.00	66,888.20	20,600.00	915
2	24850	040201005	BOLAS DE ACERO FORJADO DE 1 1/2"	KGS	4,000.00	13,377.64	4,120.00	915
						80,265.84	24,720.00	

Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 11. Movimiento de salida de materiales - Demanda

		RUC: 20107290177 AV. DEL PARQUE NORTE 724 - SAN ISIDRO - CORPAC 224-1234	SALIDA A PRODUCCIÓN N.º: 2017 - 044830		FECHA: 30/04/2017				
Tipo Mov:	03-SALIDA DE ALMACEN		Almacén:	MINA - HUARAL					
Nro. Vale:	33979	Fecha:	30/04/2017	Motivo:	PREPARACION DE REACTIVOS				
Item	C.Nuevo	Descripción	Unidad	C. Costo	T. Anexo	Desc. Anexo	Cantidad	Val. Soles	Ubicación
1	24830	SULFATO DE ZINC - HEPTAHIDRATADO/ CAS: 7446-20-0	KGS	9020104			2,000.00	4,391.1400 00	Z-2 :
2	24841	CAL VIVA MOLIDA (OXIDO DE CALCIO) X 1000 KG EN BIG BAG	KGS	9020106			6,000.00	3,576.0000 00	Z-C :
3	24838	XANTATO Z-6 - XANTATO AMILICO DE POTASIO Z-6	KGS	9020106			200.00	1,899.2600 00	Z-2 :
4	24839	XANTATO Z-11 - XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO Z-11/ CAS: 140-93-2	KGS	9020104			300.00	2,618.3900 00	Z-2 :
5	24849	BOLA DE ACERO FORJADO DE 3"	KGS	9020103			2,000.00	6,700.1500 00	Z-B :
6	24828	DITIOFOSFATO AR-1404 - CAS: 002492-26- 4 CAS. 033619-92-0 MEZCLA DE DISECIBUTIDITIOFOSFATO DE SODIO CON MERCAPTOBENZOTIAZOL	KGS	9020104			225.00	2,882.9000 00	Z-2 :
7	29586	DEPRESOR RA-CN300	KGS	9020104			250.00	2,507.3000 00	Z-2 :

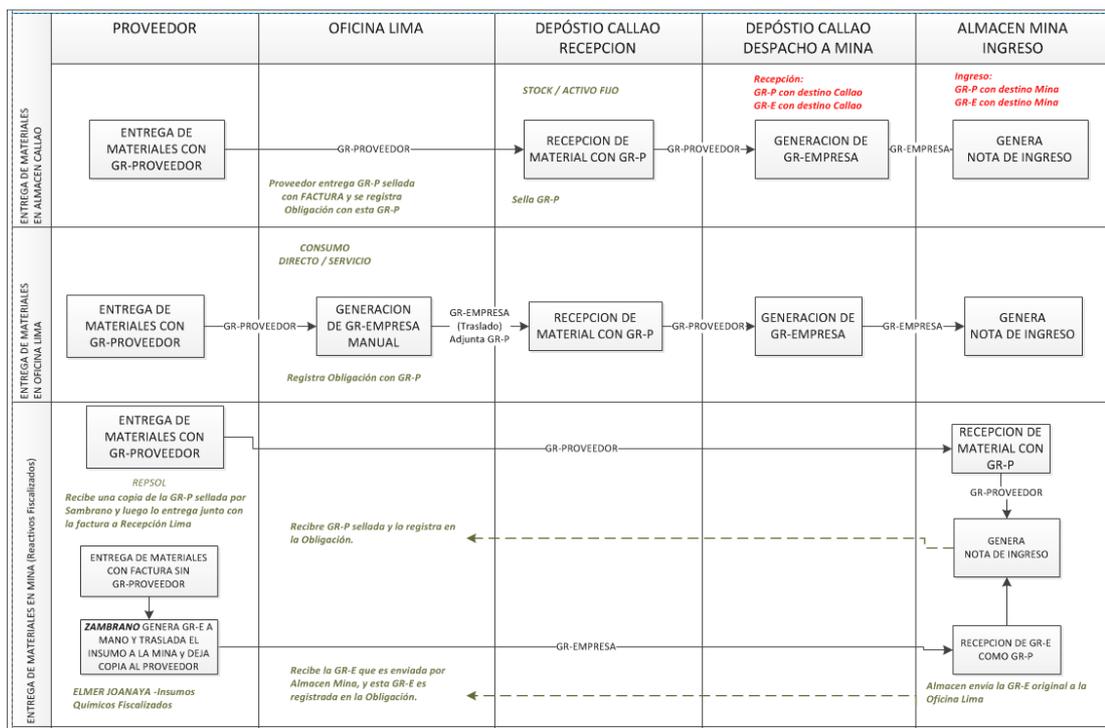
Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 12. Kardex valorizado de movimiento de materiales

		RUC: RUC: 20107290177 AV. DEL PARQUE NORTE 724 - SAN ISIDRO - CORPAC 224-1234	Fecha: 05/05/2017 Hora : 22:05:11 Página: 1 de 1									
REGISTRO DE INVENTARIO PERMANENTE VALORIZADO DETALLE DEL INVENTARIO VALORIZADO												
PERIODO: 2017 - 04												
DOCUMENTO DE TRASLADO, COMPROBANTE DE PAGO, DOCUMENTO INTERNO			TIPO DE OPERACIÓN	ENTRADAS			SALIDAS			SALDO FINAL		
FECHA	TIPO	NÚMERO		CANTIDAD	COSTOS UNIT	TOTAL	CANTIDAD	COSTOS UNIT	TOTAL	CANTIDAD	COSTOS UNIT	TOTAL
25 MATERIALES AUXILIARES, SUMINISTROS Y REPUESTOS												
24849 BOLA DE ACERO FORJADO DE 3				TIPO EXIST.: 06			UNL.MED.: KGM			MET.VAL.: 1		
SALDO INICIAL				16						8,000.00 3.38 27,027.26		
06/04/2017	00 V/S	43331	10			2,000.00 3.38 6,756.81			6,000.00 3.38 20,270.45			
06/04/2017	00 V/S	43331	10			1,200.00 3.38 4,054.09			4,800.00 3.38 16,216.36			
06/04/2017	00 V/S	43331	10			800.00 3.38 2,702.73			4,000.00 3.38 13,513.63			
11/04/2017	09 G/R	0003-00005402	02	20,000.00	3.34	66,880.20				24,000.00 3.35 80,401.83		
18/04/2017	00 V/S	44052	10			120.00 3.35 402.01			23,880.00 3.35 79,999.82			
18/04/2017	00 V/S	44052	10			800.00 3.35 2,680.06			23,080.00 3.35 77,319.76			
18/04/2017	00 V/S	44052	10			2,000.00 3.35 6,700.15			21,080.00 3.35 70,619.61			
18/04/2017	00 V/S	44055	10			1,080.00 3.35 3,618.08			20,000.00 3.35 67,001.53			
25/04/2017	00 V/S	44450	10			2,000.00 3.35 6,700.15			18,000.00 3.35 60,301.38			
27/04/2017	00 V/S	44649	10			2,000.00 3.35 6,700.15			16,000.00 3.35 53,601.23			
30/04/2017	00 V/S	44830	10			2,000.00 3.35 6,700.15			14,000.00 3.35 46,901.08			
TOTAL POR ARTÍCULO - 24849:			28,000.00		93,915.46	14,000.00		47,014.38				
TOTAL POR CUENTA - 25:			28,000.00		93,915.46	14,000.00		47,014.38				
TOTAL GENERAL:			28,000.00		93,915.46	14,000.00		47,014.38	14,000.00		46,901.08	

Fuente: Elaboración Propia tomado de las pantallas del ERP de la empresa

Anexo n.º 13. Flujograma de la cadena de suministro de Minera Colquisiri S.A.



Fuente: Elaboración Propia en base al proceso actual de reposición de inventario

Anexo n.º 14. Presentación de la propuesta al Ing. Domingo Pilco (Jefe de Almacén)



Fuente: Elaboración Propia tomado de la visita realizada al almacén

Anexo n.º 15 Carta de reconocimiento y agradecimiento de la alta gerencia



Lima, 20 de Mayo del 2016

Señor(a)
ROGER MARTIN LOPEZ CORREA

Asunto: Reconocimiento y Agradecimiento

De nuestra consideración,

Por medio de la presente, las Gerencias de Minera Colquisiri S.A., le agradecemos por su participación y contribución con el Proyecto Tata Colqui lo que permitió el logro de la certificación de las Normas ISO 14001 y OHSAS 18001 que forman parte de nuestro Sistema Integrado de Gestión (SIG), esto significa el reconocimiento internacional al esfuerzo que cada uno de ustedes ha efectuado día a día y también la demostración de que Minera Colquisiri S.A. y el Proyecto "Tata Colqui" son exitosos gracias al trabajo en equipo que han demostrado, lo que permite ayudar a lograr una mejor Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Reconocemos a cada uno de ustedes por haber tenido fe y convicción de que éste proyecto podía lograrse con éxito. Hoy que es una realidad, tenemos nuevas e importantes responsabilidades, las cuales son: estar atentos, ser vigilantes y ayudar en el cumplimiento de procedimientos y normas por parte de nuestros compañeros de trabajo durante la labor diaria; ser preventivos en el cuidado de la seguridad, la salud ocupacional y el medio ambiente y seguir mejorando los procesos cada día.

Estamos convencidos que, desde su puesto de trabajo y su función, Ud. Continuará colaborando eficazmente y demostrando su compromiso en el mantenimiento de nuestro SIG, y que, independientemente de nuestra posición u organización, todos somos importantes en la gran familia de Colquisiri.

Confiamos en que Ud., seguirá manteniendo nuestros valores como la integridad, responsabilidad, respeto, disciplina y entusiasmo, que soportan nuestro trabajo individual y en equipo, como pilares de nuestra organización.

¡Muchas Gracias y practiquemos la mejora continua!

Atentamente,



Ing. Juan José Herrera Távara
Gerente General



Ing. Raúl Calle Quispe
Gerente de SSO



Ing. Walter Ortiz Medina
Gerente de Operaciones

Fuente: Carta emitida por la alta gerencia de Minera Colquisiri S.A.