

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Ingeniería Civil Industrial



Diseño de una política de inventarios que optimice
niveles de stock en empresa manufacturera de
conductores eléctricos Cobre Cerrillos S.A. COCESA

Por

Miguel Ángel Pineda Pérez
Felipe Antonio Soto Masina

Memoria para optar al título de
Ingeniero Civil Industrial
y grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Guía. Aldo Cea

Mayo 2015

Indice

Contenido

Indice	2
Lista de abreviaturas y siglas	4
Lista de Figuras	5
Lista de Tablas	6
Resumen	7
Introducción	8
Capítulo I “Descripción de la Empresa”	9
I.1 La Empresa	9
I.2 Reseña Histórica	10
I.3 Volúmenes de venta y participación en el mercado	11
I.4 Principales Clientes	13
I.5 Productos que ofrece	14
I.6 Visión	16
I.7 Misión	16
I.8 Valores	16
I.9 Objetivos y metas	17
Capítulo II “Definición del problema”	18
II.2 Objetivos generales y específicos	21
II.2.1 Objetivo general:	21
II.2.2 Objetivos específicos:	21
II.2.3 Resultados esperados	21
Capítulo III “Marco Teórico”	22
III.1 Gestión de stock [Narasinhan, 96]	22
III.1.1 Clasificación de los stocks	22
III.1.2 Costos de la gestión de stocks [Narasinhan, 96]	23
III.1.3 Cálculo del Stock de seguridad [Domínguez, 95]	24
III.2 Modelos de gestión de inventarios	25
III.2.1 Representación gráfica del modelo [Chase et al, 05]	25
III.2.2 Sistemas de inventarios con demanda independiente (No Programados)	26
III.3 Determinación del lote óptimo de compra	28
III.4 Clasificación de los materiales.[Chase et al 05]	32
III.5 Pronósticos [Chopra et al, 08]	33
III.5.1 Clasificación de los métodos de pronósticos [Chopra et al, 08]	33
III.5.2 Pronósticos de Series de Tiempo [Chopra et al, 08]	34
Capítulo IV Metodología	43
Capítulo V Desarrollo de la metodología	44
V.1 Definición del problema:	44
V.2 Levantamiento de información:	45
V.2.1 Procesos de manufactura	45
V.2.2 Lead Time	46
V.2.3 Capacidad de bodega	47
V.2.4 Capacidad de producción	50

V.2.5 Criterios de producción.....	51
V.2.5.1 Sistema de producción MTO.....	51
V.2.5.2 Sistema de producción MTS.....	52
V.2.6 Estimación de la demanda	56
V.3 Análisis de la situación actual	57
V.3.1 Análisis de la capacidad de producción.....	58
V.3.3 Análisis de la capacidad de bodega.....	60
V.4 Conclusiones.....	63
V.5 Propuesta	65
Diagrama de proceso de políticas de inventario.....	66
V.5.1 Proceso de ventas.....	68
V.5.2 Pronóstico de venta.....	68
V.5.2.1 Clasificación ABC.....	69
V.5.2.2 Método de pronósticos.....	71
V.5.3 Límites de stock.....	76
V.5.4 Elección del modelo de inventario (P o Q).....	78
V.5.5 Implementación del Modelo P.....	79
V.5.6 Comparación Económica.....	80
CAPITULO VI Conclusiones.....	81
Bibliografía.....	83
Anexos.....	84
Anexo A.1 Clientes de COCESA distribuidores.....	84
Anexo A.2 Layout Bodega Nacional.....	85
Anexo A.3 Layout Bodega Exportaciones	86
Anexo A.4 Layout patio de carretes	87
Anexo A.5 Layout Escuelita.....	88
Anexo A.6 Instructivo Kanban.....	89
Anexo A. 7 Modelo Tarjeta Kanban	92
Anexo A.8 Clasificación ABC de acuerdo a su nivel de rotación en Kg.....	93

Lista de abreviaturas y siglas

CIA.: Compañía

MTO: Make To Order (Hecho a Pedido)

MTS: Make To Stock (Reservar Stock)

MAD: Desviación Media Absoluta

PDIC: Phelp Dodge Internacional Corporation

SOFOFA: Sociedad de Fomento Fabril

THHN: Thermoplastic High Heat Nylon(Nylon termoplástico resistente al calor)

Lista de Figuras

- Figura 1:** Ubicación Cobre Cerrillos S.A.
- Figura 2:** Organigrama de COCESA
- Figura 3:** Logo de Cobres Cerrillos
- Figura 4:** Cables THHN
- Figura 5:** Conductor SUPERFLEX
- Figura 6:** Conductor SUPERFLEX
- Figura 7:** Niveles de stock en los últimos seis meses
- Figura 8:** Stock de seguridad
- Figura 9:** Stock de seguridad
- Figura 10:** Representación gráfica de los modelos clásicos de inventarios
- Figura 11:** Cantidad Fija de la Orden con Periodo Variable
- Figura 12:** Periodo Fijo de la Orden con cantidad variable
- Figura 13:** Método de clasificación ABC
- Figura 14:** Proceso de manufactura de conductores
- Figura 15:** Bodega producto terminado Nacional
- Figura 16:** Bodega producto terminado Exportación
- Figura 17:** Bodega patio de Carretes
- Figura 18:** Tarjeta Kanban
- Figura 19:** Ejemplo Traffic Light en Excel
- Figura 20:** Diagrama de Ishikawa
- Figura 21:** Cantidad de cobre Producido
- Figura 22:** Cantidad de productos cuyas ventas superaron los límites de stocks máximos
- Figura 23:** Cantidad de productos cuyas ventas fueron inferior a los límites mínimos de stock
- Figura 24:** Ejemplo Límites de Stock en Traffic Light, Excel
- Figura 25:** Clasificación de los productos mediante método ABC
- Figura 26:** Demanda V/S Pronostico NYA 1.5 mm²
- Figura 27:** Límites de Stock NYA 1.5 mm²
- Figura 28:** Proceso de política de inventarios

Lista de Tablas

Tabla 1: Ventas Nacionales 2013

Tabla 2: Exportaciones al año 2013

Tabla 3: Participación en el mercado

Tabla 4: Extracto de clientes de COCESA Retail

Tabla 5: Extracto de clientes de COCESA Cliente Final

Tabla 6: Resumen niveles de stock

Tabla 7: Resumen dimensiones bodega producto terminado Nacional

Tabla 8: Resumen bodega producto terminado Exportación

Tabla 9: Resumen bodega patio de carretes

Tabla 10: Producción últimos seis meses

Tabla 11: Familia de productos fabricados bajo sistema MTO

Tabla 12: Familias de productos fabricados bajo el sistema MTS

Tabla 13: Niveles de Stock para los alambres NYA 1,5 [mm²]

Tabla 14: Cantidad de productos cuyas ventas excedieron los límites máximos de stock

Tabla 15: Cantidad de productos cuyas ventas fueron inferior a los límites mínimos de stock

Tabla 16: Resumen cantidad de estantes asignados y disponibles.

Tabla 17: Resumen bodega producto terminado Exportación

Tabla 18: Resumen bodega patio de carretes

Tabla 19: Resumen bodega Escuelita

Tabla 20: Productos clasificados en el grupo A

Tabla 21 Tabla de pronóstico NYA 1.5 mm²

Tabla 22 límites de stock NYA 1.5 mm²

Resumen

En el presente trabajo se da a conocer todos los aspectos relevantes de las operaciones de manufactura que la empresa productora de conductores eléctricos Cobre Cerrillos S.A. lleva a cabo, en especial dar a conocer la problemática que se gesta en su área de inventarios de productos terminados, poniendo en evidencia las políticas de stock que actualmente ésta empresa utiliza.

En primera instancia se muestra un poco de historia de COCESA, dando una pincelada a su evolución como empresa, para luego dar a conocer la visión, misión, valores, principales clientes, productos que ofrece, procesos de manufactura, sistemas de producción y criterios para programar la producción.

Luego se evidencia objetivamente la problemática real de inventarios, mediante la presentación y análisis de datos de los productos que han presentado quiebres y sobre stock durante cada uno de los meses en cuestión, para darnos luces de cuáles son nuestros objetivos a seguir en la solución a la problemática.

Una vez planteado los objetivos se hace referencia a la teoría relacionada con la problemática de la empresa, comenzando con distintas alternativas de sistemas de inventarios, describiendo cada uno de los modelos clásicos existentes, de manera de saber cuántos existen, para qué sirven y en qué caso aplicarlos. Además se mencionarán métodos de pronósticos y distintas herramientas de aplicación.

Posteriormente en el capítulo cinco se desarrolla la metodología propuesta dando una descripción detallada de la situación actual de inventarios, la cual incluye aspectos como capacidad de producción, métodos de pronósticos utilizados para calcular la demanda y capacidad de bodega con sus respectivos Lay out., todo ello para concluir de manera precisa cuales son las causas que generan el problema.

Para concluir el capítulo cinco se presenta una propuesta de políticas de inventario, la cual se apoya en tablas, gráficos y diagramas de procesos.

Introducción

Debido a la gran participación en el mercado con la que cuenta COCESA, se hace necesario mantener una buena administración de los recursos, ya sea de producción, operación, logística entre otros.

Dentro de los problemas que suelen tener las empresas, uno de los más significativos es lograr cumplir con lo que requiere el cliente, es decir variedad de productos, calidad, y entrega oportuna.

El problema más relevante que presenta COCESA es el incumplimiento de la demanda con sus clientes dentro de los plazos acordados, esto debido al quiebre de stock de variados productos en bodega.

Una buena política de inventarios es esencial para suplir estos atrasos en la cadena de suministro y dar apoyo frente a aumentos inesperados en la demanda, por lo que conviene realizar un cuidadoso análisis de las posibles causas del problema, teniendo en cuenta que ésta también se puede encontrar en las áreas de producción, comercial, recursos humanos, etc.

En este estudio se propone una política de inventarios que dé solución al problema a través de la implementación de un método de pronóstico que permita calcular niveles adecuados de stock para una muestra de productos, para así planificar, organizar y controlar dicho stock de una forma eficiente, con flujo continuo y constante, permitiendo mejorar la calidad de servicio al cliente.

Capítulo I “Descripción de la Empresa”

I.1 La Empresa.

Cobre Cerrillos S.A. en adelante “COCESA”, rol único tributario N° 91.449.000-6 es una sociedad anónima abierta dedicada a la fabricación y comercialización de conductores eléctricos de cobre y otros metales no ferrosos, en especial de alambres y cables eléctricos de diversos tipos. COCESA tiene su domicilio en la ciudad de Santiago, región metropolitana y sus oficinas principales se encuentran ubicadas en camino a Melipilla # 6307, Cerrillos. La administración de COCESA corresponde a un directorio compuesto por cinco miembros titulares, cada uno de los cuales tiene su respectivo suplente permaneciendo en el cargo durante un año.

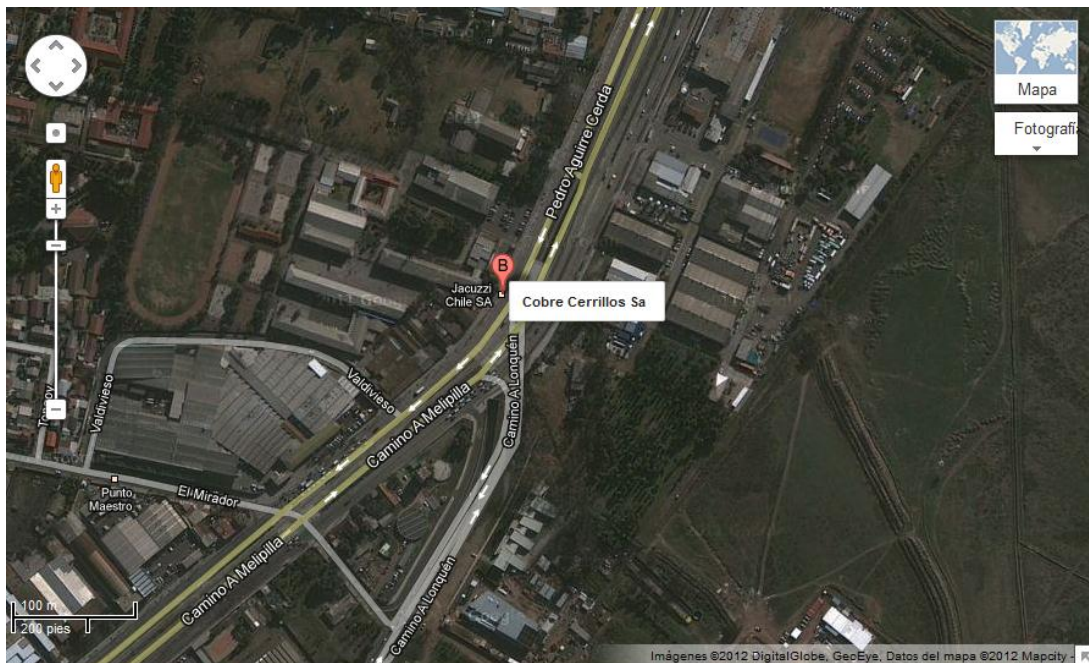


Figura 1 Ubicación Cobre Cerrillos S.A.

Fuente: Google maps.

Debido a la creciente demanda de conductores eléctricos en el último tiempo, COCESA ha tenido que aumentar sus operaciones productivas, lo cual ha llevado a implementar nuevas tecnologías y reclutar más personal, contando actualmente con 225 personas contratadas en sus diferentes áreas.

El figura 2 muestra el organigrama de la empresa a nivel estratégico. Se puede apreciar una estructura organizacional del tipo lineal, en la cual los distintos departamentos están separados y cada uno cuenta con un gerente que vela por el buen cumplimiento de las labores de los subordinados.

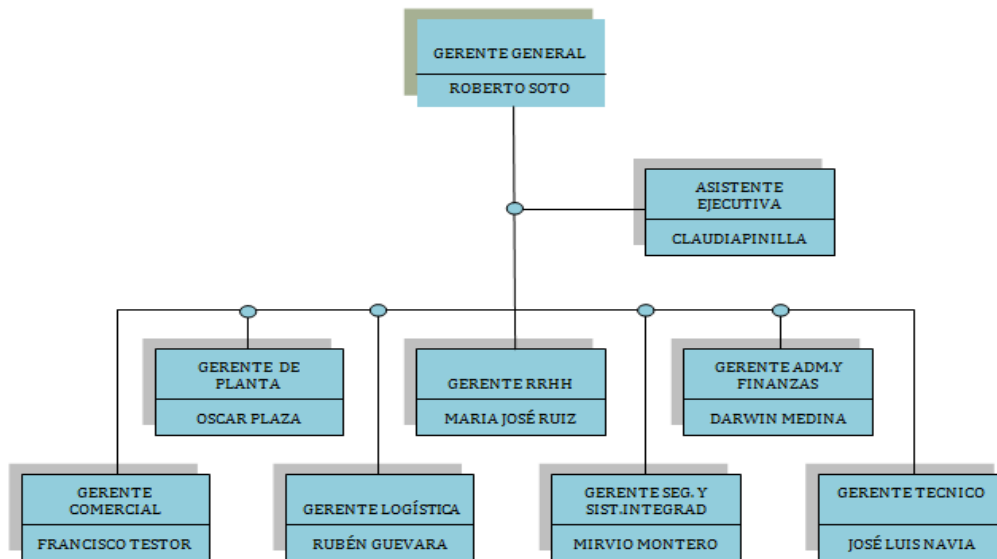


Figura2 Organigrama de COCESA
Fuente: Elaboración propia

I.2 Reseña Histórica.

COCESA comienza sus operaciones en el año 1950, dedicándose de forma exclusiva a la fabricación de cables y alambres de cobre. En 1968, la empresa pasa a formar parte de Phelps Dodge Internacional Corporation PDIC, integrándose a la red global de empresas que la corporación norteamericana posee en 25 países.

El año 2007 la empresa multinacional General Cables adquiere el 90.4% de las acciones pertenecientes hasta ese entonces a PDIC, pasando a ser el principal accionista de COCESA S.A.

General Cables empresa norteamericana con filial en España, se destaca por ser uno de los principales productores de conductores eléctricos a nivel mundial, permitiéndole a COCESA, acceder a la más alta tecnología en fabricación de conductores eléctricos.



Figura 3 Logo de Cobres Cerrillos
Fuente: COCESA

I.3 Volúmenes de venta y participación en el mercado

Actualmente COCESA es uno de los principales productores y distribuidores de conductores eléctricos en Chile, destacándose entre sus competidores (MADECO, MADECO CABLES, COVISA, CEMBRASS, SOSEIN, entre otros.) por poseer un 25% de participación en el mercado Nacional y volúmenes de ventas al extranjero de \$207.311.128.- desde enero a septiembre de 2013 según Pro-Chile.

VENTA NACIONAL 2013		
Mes / 2013	Cantidad (kg)	Venta (\$)
Enero	502.679	3.130.601.643
Febrero	496.227	3.105.601.376
Marzo	358.635	1.979.201.386
Abril	464.750	2.968.197.076
Mayo	240.038	1.813.801.745
Junio	531.767	3.667.384.198
Julio	530.311	3.442.754.764
Agosto	473.015	3.343.734.609
Septiembre	519.310	3.772.489.360
Total	4.116.732	27.223.766.157

Tabla 1 Ventas Nacionales 2013

Fuente: Pro Chile – 2013 - <http://www.prochile.cl/servicios/estadisticas/index.php>

La tabla 1 muestra las ventas nacionales por meses al año 2013 expresadas en kilogramos de cobre sin aislar y valores en pesos Chilenos.

EXPORTACIONES 2013		
Meses	Cantidad [kg]	US\$
Enero	219.125	9.571.395
Febrero	37.529	1.639.246
Marzo	47.875	2.091.195
Abril	701.532	30.642.932
Mayo	967.213	42.247.901
Junio	507.897	22.184.962
Julio	762.370	33.300.322
Agosto	730.094	31.890.510
Septiembre	772.496	33.742.666
Total	4.746.134	207.311.128

Tabla 2 Exportaciones al año 2013

Fuente: Pro Chile – 2013 - <http://www.prochile.cl/servicios/estadisticas/index.php>

La Tabla 2 Muestra los valores en dólares y kilogramos de cobre sin aislar desde Enero a Septiembre de las exportaciones que COCESA ha concretado en el extranjero, siendo ésta más de 200 millones de dólares el primer semestre del 2013.

EMPRESAS/2008	% participación
CODELCO CHILE	36,4%
COBRE CERRILLOS S.A.,COCESA	25,3%
MADECO S.A.	15,0%
MADECO CABLES S.A.	7,9%
CEMBRASS S.A.	2,7%
SOSEIN S.A.	1,8%
ESCOCIA S.A.	1,4%
ELAB.DE COBRE VINA DEL MAR S.A	1,3%
SOC. COM. RECMETAL CIA. LTDA.	1,2%
COMERCIAL DE METALES CERRILLOS	1,1%
ARMEX EXP. DE METALES LIMITADA	1,0%
CONFORMADORA DE METALES LTDA	1,0%
Subtotal	96,1%
Otros	3,9%
Total	100%

Tabla 3 Participación en el mercado.

Fuente: Corporación Sociedad de Fomento Fabril SOFOFA – 2008

De acuerdo a la Tabla 3 COCESA se encuentra entre las principales empresas exportadoras de cobre, encontrándose en el segundo lugar después de CODELCO CHILE, con una participación en el mercado de 25,3 % al año 2008 según la Corporación SOFOFA. (Sociedad de Fomento Fabril)

I.4 Principales Clientes

- a. **Cientes Retail:** Los clientes clasificados como Retail son aquellos que conforman las principales cadenas de supermercados y grandes ferreterías, cuyos productos son ofrecidos en forma detallada a personas naturales, contratistas, empresas y público en general. Estas empresas se caracterizan por comprar grandes volúmenes de productos de diversos tipos con gran frecuencia.

RETAIL		
	CLIENTE	TIPO
1	CONSTRUMART S.A.	RETAIL
2	EASY	RETAIL
3	SODIMAC CROSS DOCKY	RETAIL
4	SODIMAC TIENDAS	RETAIL

Tabla 4 Extracto de clientes de COCESA Retail.
Fuente: COCESA

- b. **Cliente Final:** Los clientes agrupados dentro de esta categoría son aquellos que compran sus productos directamente a COCESA para su consumo propio dentro de sus operaciones productivas como mineras, subestaciones eléctricas, transportes, etc. Además de ello, también caen dentro de la categoría, aquellas empresas que compran los productos para posteriormente ofrecerlos a sus clientes junto con los servicios de instalación, reparación, mantención, etc. Algunos de ellos son empresas eléctricas, instaladores eléctricos autorizados, contratistas, etc.

CLIENTE FINAL		
	CLIENTE	TIPO
1	COMELSA LTDA	Cliente Final
2	ELFLE COMERCIAL LTDA.	Cliente Final
3	Trans. Sitrans (CODELCO)	Cliente Final
4	Trans. Sotraser (Minera Candelaria)	Cliente Final

Tabla 5 Extracto de clientes de COCESA Cliente Final
Fuente: COCESA

- c. Clientes Distribuidores:** Están conformados por empresas mayoristas vinculadas al rubro de la comercialización de artículos eléctricos de todo tipo como maquinas herramientas eléctricas, equipos eléctricos, aparatos, cables, alambres y otros accesorios para instalaciones eléctricas. Estas empresas tienen como objetivo vender sus productos y servicios a las principales redes de ferreterías detallistas, empresas eléctricas, ya sean de generación, transmisión y distribución de energía, grande y pequeña minería, contratistas, etc.

I.5 Productos que ofrece

Actualmente COCESA fabrica 1145 tipos de conductores eléctricos de diversas características, entre ellos, cables y alambres desnudos de cobre y aluminio para alta, media y baja tensión destinados para líneas aéreas de transmisión energética, cables mineros de gran resistencia mecánica y flexibilidad para maquinarias de grandes dimensiones, cables de diversas secciones, aislaciones y colores para ser utilizados en tendido aéreo como subterráneo para enlaces de comunicaciones, cables de uso industrial para fuerza, control y comando, y cables de diversos tipos para instalaciones eléctricas domiciliarias, oficinas y centros comerciales, satisfaciendo requerimientos en los sectores de la construcción, energéticos, telecomunicaciones, minería, fabricantes de equipos, etc., a nivel nacional e internacional.



Figura4 Cables THHN
Fuente: COCESA



Figura 5 Conductor SUPERFLEX
Fuente: COCESA



Figura 6 Bobinas de cable desnudo
Fuente: COCESA

I.6 Visión

“La visión global de General Cable es ser la compañía de alambres y cables más prestigiosa y exitosa en el mundo y operar en todos los mercados geográficos principales. La filosofía operativa de la compañía es actuar con la velocidad y agilidad de una compañía pequeña pero con la solidez y la energía de una compañía grande”

I.7 Misión

“Nuestra misión es ser una empresa competitiva, alcanzando mayores niveles de productividad mediante la implementación de tecnología de punta en la fabricación de conductores eléctricos teniendo en cuenta la optimización de recursos energéticos, recursos humanos y medio ambientales”.

I.8 Valores

“En COCESA creemos que uno de los aspectos más relevantes y que marcan la diferencia entre las empresas son sus recursos humanos, es por esto que nos importa generar las instancias para un desarrollo sostenido de las capacidades y competencias de los trabajadores, a través de capacitaciones, talleres, coaching, sistemas de medición del desempeño, etc., todo dentro de un ambiente seguro y propicio para el desarrollo de nuestros colaboradores. Además de ello sabemos la importancia de crear en la compañía conciencia ecológica, que permita contribuir al desarrollo del país, mediante la explotación y utilización de recursos sustentables y amigables con el medio ambiente”.

I.9 Objetivos y metas

Algunos de los objetivos y metas anuales que COCESA se propone cumplir son:

- Aumentar participación en el mercado en un 3%.
- Incrementar margen de ganancias en un 7 %.
- Cumplir con las metas de ventas mensuales.
- Aumentar confiabilidad en el mantenimiento de las maquinas en un 98%.
- Disminuir índices de rotación de personal.
- Cumplir a cabalidad con las normativas medio ambientales y laborales.

Capítulo II “Definición del problema”

II.1 Representación del Problema.

El principal problema que presenta COCESA es el quiebre de stock y sobre stock de variados productos en su área de almacenamiento de productos terminados, generando múltiples problemas como retrasos en las fechas de entrega a los clientes, incumplimientos con las órdenes de compra, trayendo consigo consecuencias como penalidades contractuales, aumento en los costos de administración de bodega, capital inmovilizado, costos por pérdidas causadas por deterioros, entre otros.

En la actualidad la planta fabrica 1145 tipos de productos, de los cuales 231 se producen bajo el sistema “Make to Stock”, es decir; fabricar para almacenar, que desde los últimos seis meses, el 82% de ellos “alguna vez”, se ha encontrado bajo los límites mínimos de stock, mientras que el 64% “alguna vez” ha presentado quiebre de stock.

De lo anterior, existen 2 tipos de productos (cable Concéntrico y cable LSOH Evalex) con tal nivel de demanda, que han estado durante más de 60 días consecutivos en la condición de quiebre de stock, es decir, un atraso en la producción que no da a vasto con la demanda.

PRODUCTOS MTS		Cantidad	Total	%
QUIEBRE DE STOCK	Productos que siempre han estado en quiebre de stock	2	231	1%
	Productos que nunca han estado en quiebre de stock	84	231	36%
	Productos que alguna vez estuvieron con quiebres de stock	147	231	64%
STOCK MÍNIMO	Productos que siempre han estado bajo el límite mínimo de stock.	4	231	2%
	Productos que nunca han estado bajo el límite mínimo de stock.	43	231	19%
	Productos que alguna vez han estado bajo el límite mínimo de stock.	189	231	82%
STOCK MÁXIMO	Productos que siempre han sobrepasado el límite máximo de stock	18	231	8%
	Productos que nunca han sobrepasado el límite máximo de stock	101	231	44%
	Productos que alguna vez han sobrepasado el límite máximo de stock	130	231	56%

Tabla 6 Resumen niveles de stock
Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 mostrada anteriormente permite ver un resumen de la situación actual del nivel de inventarios que ha mantenido COCESA en un periodo contemplado desde el pasado 26 Marzo hasta el 30 de Septiembre de 2013 con un total de 209 días.

La tabla se creó a partir de una muestra de 231 productos extraída del archivo de datos denominada Traffic Light MTS que presenta en detalle la cantidad de productos que “alguna vez”, “nunca” o “siempre” han presentado alguna condición como quiebre de stock, sobre stock o bajo límite mínimo de stock.

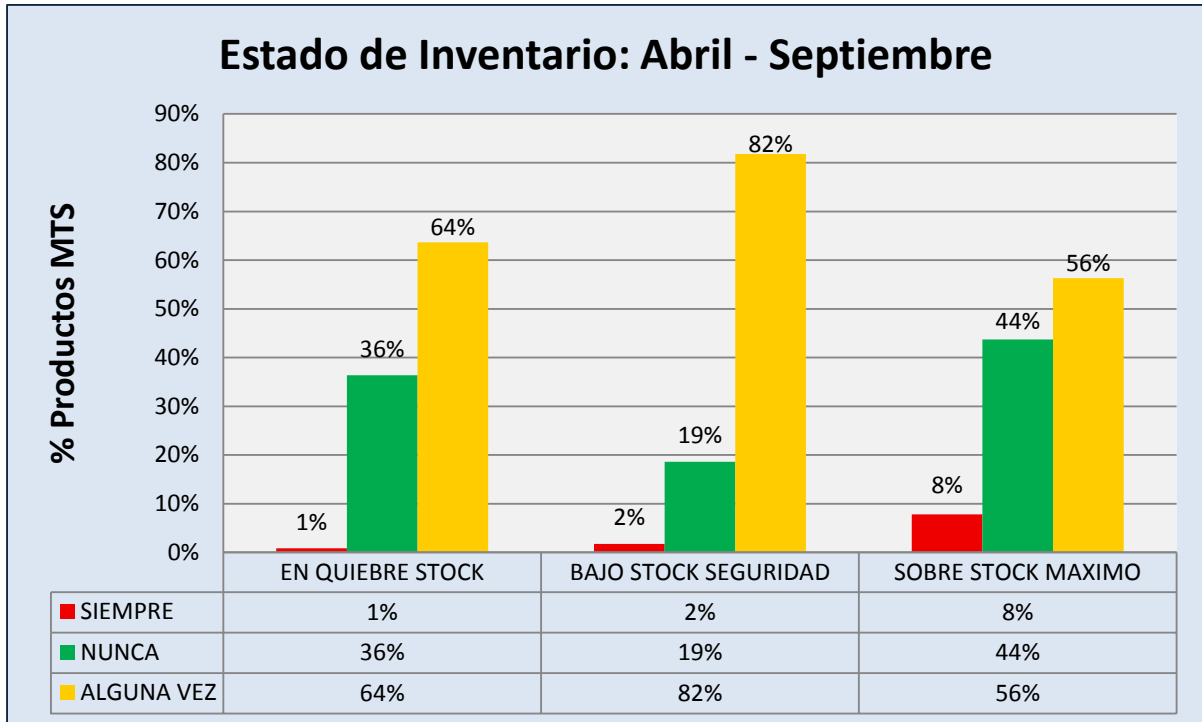


Figura 7 Niveles de stock en los últimos seis meses

Fuente: Elaboración propia

La figura 7 muestra que el 1% de los productos ha estado siempre en la condición de quiebre de Stock, mientras que sólo el 64 % de ellos nunca ha estado en quiebre de stock.

Además de ello se puede apreciar que el 82% de los productos alguna vez ha estado bajo el límite mínimo de stock y 2 % de ellos lo ha hecho siempre.

En relación a los sobre stock de inventarios se tiene que el 56% de los productos ha estado alguna vez sobre los límites máximos de stock, mientras que de estos el 8 % ha permanecido siempre en esta condición de manera continua.

II.2 Objetivos generales y específicos

II.2.1 Objetivo general:

El objetivo general de esta Memoria es diseñar una política de gestión de inventario, de manera tal de disminuir quiebres de stock y sobre stock en COCESA.

II.2.2 Objetivos específicos:

- Realizar diagnóstico de la situación actual, para analizar las políticas de inventario en la empresa.
- Identificar y clasificar los productos de acuerdo a su valor y criticidad con la finalidad de priorizarlos.
- Proponer una política de inventario que establezca niveles de stock más ajustados a la demanda permitiendo encontrar cantidades óptimas de almacenamiento de productos en bodega.
- Realizar evaluación comparativa de inventarios propuestos v/s existentes para ver resultados.

II.2.3 Resultados esperados

Mediante la aplicación de las políticas de inventario se espera obtener los siguientes resultados.

- Disminución de quiebres de stock y niveles de sobre stock.
- Protegerse contra la variabilidad de la demanda.
- Cumplir con fechas de entrega de productos a clientes.
- Cumplir con las metas de ventas propuestas.

Capítulo III “Marco Teórico”

A continuación se presentarán algunos términos y conceptos que conforman el marco teórico que nos dará sustento y apoyo para culminar de buena manera nuestro estudio. Es importante mencionar que se mostrarán diversas teorías y puntos de vistas de diferentes autores.

III.1 Gestión de stock [Narasinhan, 96]

“El Inventario o Nivel de Stock es la cantidad de bienes que una determinada organización destina como reservas en depósitos o almacenes, con el fin de tener una reacción rápida frente a la demanda posterior. La presencia de estos, logra buscar un amortiguamiento entre actividades que operan con ritmos distintos, como compras y producción, diferentes etapas del proceso productivo, producción y ventas. Los inventarios que comúnmente mantienen las empresas son de productos terminados, productos en proceso y materias primas”. También se deberá tener en cuenta a la hora de gestionar stock, las diferentes variables que influyen en un buen manejo de existencias como lo son los costos de gestión, el nivel de servicio y la demanda. A continuación se definirán estos conceptos.

III.1.1 Clasificación de los stocks

- a) **Stock normal:** Es el Stock medio de productos terminados contemplados en un periodo normalizado que debe tenerse con la máxima seguridad y la mínima inversión.
- b) **Stock de seguridad:** Está constituido por las reservas que sólo deben ser utilizadas en casos de emergencia como por ejemplo en las demoras en las entregas o en los incrementos en la demanda.
- c) **Stock máximo:** Está conformado por el stock normal de productos terminados al que se le suma el stock de seguridad. Este es el máximo stock permitido para no incurrir en gastos de mantención demasiado elevados.

III.1.2 Costos de la gestión de stocks [Narasinhan, 96]

Mantener los productos en inventario presenta diferentes costos, los cuales están relacionados al costo del producto, costo de la orden y mantención del stock, estos se explican a continuación:

a) Costo del producto: Se basa en el precio por unidad del artículo que se agregará a inventario fabricado por la empresa o adquirido a través de un proveedor externo. En el caso de compra, este costo puede ser constante o presentarse con un descuento que depende del volumen del pedido.

b) Costos de orden o adquisición: Este costo resulta independiente del tamaño del lote ordenado en la producción o en la compra, incluye la manipulación de la orden desde la generación de la necesidad hasta la liquidación completa de las facturas de los respectivos pedidos.

c) Costos de mantenimiento y almacenamiento: Es el coste de mantener las existencias en el almacén y todos los gastos derivados de la gestión del mismo, entre estos costos se pueden mencionar consumo de energía y agua potable, alquiler de bodegas, deterioro u obsolescencia de productos, manipulación de la carga, perjuicios por pérdidas o robos, etc.

d) Costos por agotamiento o ruptura del stock: Estos costos se generan por la falta de material o existencias, trayendo consigo consecuencias como disminución de los ingresos por ventas, incremento de los gastos debido a las penalizaciones contractuales generadas por retrasos en las entregas, etc. Sin embargo la valoración de los costos de ruptura de stock es difícil de cuantificar pero se estima que representan entre el 1 y 4% de los ingresos por ventas.

III.1.3 Cálculo del Stock de seguridad [Domínguez, 95]

En la gestión de inventarios existen situaciones cuyo control escapa de todas las planificaciones de la dirección y que obliga al servicio de compras a comportarse de manera diferente a la idealmente planteada. En las condiciones mencionadas, puede ocurrir el agotamiento de las existencias mucho antes del momento de reposición instantánea, que ocasiona un perjuicio económico por demoras en la producción, por paradas de línea y hasta la pérdida de clientes.

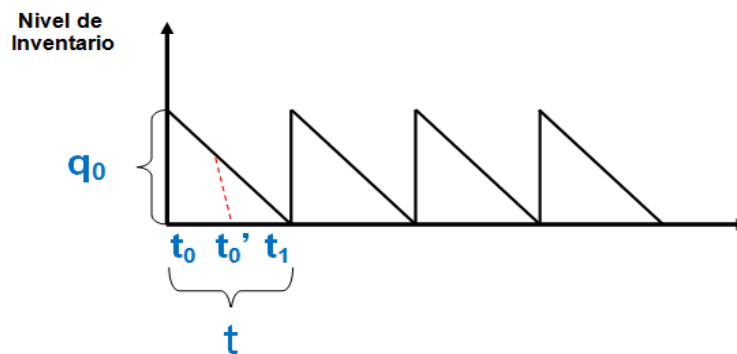


Figura 8 Representación gráfica de quiebres de Stock

Fuente: Adaptación Chase-Jacobs-Aquilano; Administración de la Producción y Operaciones.

La figura 8 muestra una situación en la cual el lote se consume antes de la fecha prevista, es decir en $t_0' < t_1$.

Para afrontar dicha problemática, las empresas y más específicamente los encargados de la gestión de stock, disponen de una cantidad adicional de materiales sobre lo necesario que se ha calculado con el modelo de abastecimiento establecido.

Este excedente es el denominado stock de seguridad (S) y tiene como misión absorber las variaciones de consumo de materiales y permitir llegar con suficientes existencias al momento de realizar el nuevo pedido de reposición. La figura 9 indica el stock de seguridad:

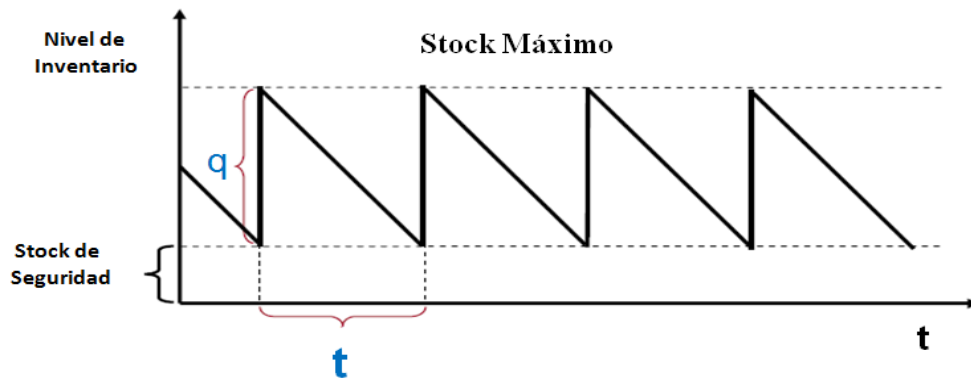


Figura 9 Stock de seguridad

Fuente: Planeación de Producción y Control de Inventario – Sin Narasimhan – Dennis W. McLeavey, Peter Billington – 2ª Edición Prentice Hall.

III.2 Modelos de gestión de inventarios

III.2.1 Representación gráfica del modelo [Chase et al, 05]

Con el objeto de describir los modelos de gestión de inventarios se grafican las existencias en función del tiempo y se observa como disminuye el nivel de stock en el transcurso de un periodo determinado. En primera instancia y debido al carácter aleatorio de la demanda, ésta se representa con trazos escalonados y posteriormente se reemplaza dicho trazo por una recta o curva que proporciona una descripción más adecuada.

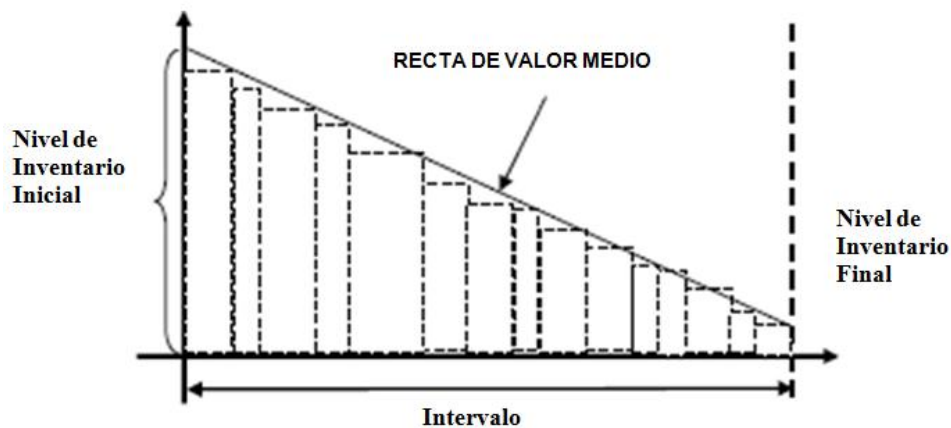


Figura 10 Representación gráfica de los modelos clásicos de inventarios

Fuente: Adaptación Mc Graw-Hill-Gestión de Inventarios-Cap.3

La figura 10 explica de qué manera se van retirando los productos en stock durante un periodo de tiempo dado. Este grafico servirá de base para explicar los modelos de inventarios que se darán a conocer a continuación.

III.2.2 Sistemas de inventarios con demanda independiente (No Programados)

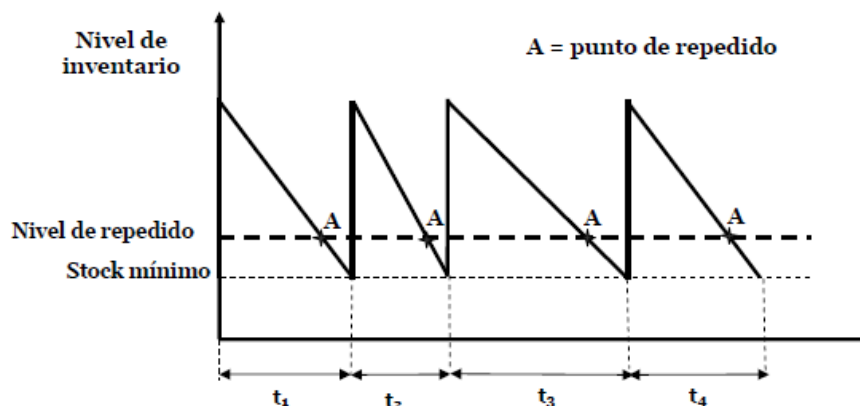
Los sistemas de inventarios no programados son aquellos que se utilizan cuando la demanda es independiente, es decir, las demandas de diversos artículos que son fabricados por una empresa no guardan relación entre sí y la cantidad a fabricar de un producto no depende de la cantidad a fabricar de otro producto.

De este sistema de inventarios existen dos modelos que son los más recurrentes por su simplicidad: modelos de la cantidad fija de la orden (modelos Q) y modelos de periodos fijos (modelos P), descritos a continuación:

III.2.2.1 Modelos de la cantidad fija de la orden (modelos Q) [Krajewski2000]

La orden de compra se emite cuando el stock decrece hasta una cierta magnitud denominada punto de repedido, hecho que permite evitar el quiebre de stock y la cantidad a solicitar es el lote económico de compra.

La figura 11 representa en forma gráfica este modelo:



La figura 11 Cantidad Fija de la Orden con Periodo Variable

- Fuente: Administración de Operaciones Estrategia y Análisis – Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman – 5° Edición Prentice Hall.

En este modelo el inventario se debe controlar continuamente para determinar con exactitud la disminución de las unidades en stock. Para las gestiones reales en las cuales el periodo de reposición no es nulo, el punto de re pedido surge en el nivel en el cual la cantidad de unidades en stock es igual a la suma del lote de seguridad y la demanda que previsiblemente habría que atender durante el periodo de reposición o lead time.

III.2.2.2 Modelo de periodos fijos (modelos P)[Krajewski2000]

El tiempo de lanzamiento de la orden de compra se encuentra previamente establecido y la cantidad a pedir es la que restablece un cierto nivel máximo de existencias

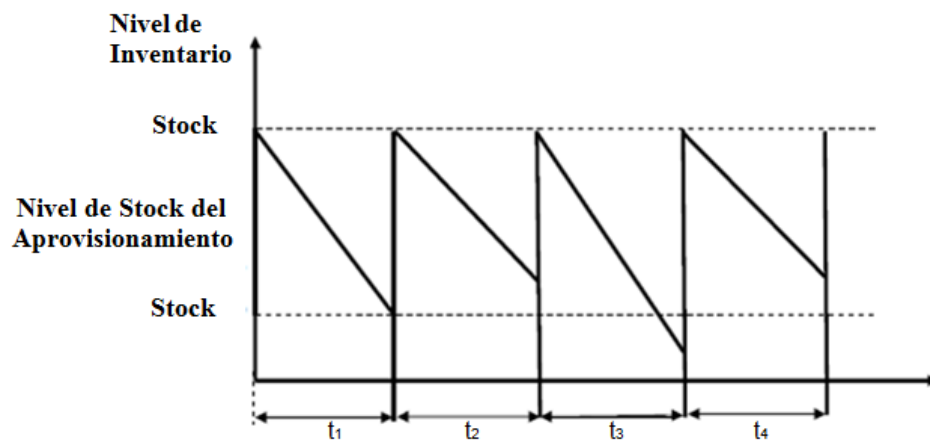


Figura 12 Periodo Fijo de la Orden con cantidad variable
Fuente: Adaptación Mc Graw-Hill – Gestión de Inventarios – Cap.3

Este modelo prevé que la orden de pedido se emite cada cierto tiempo preestablecido (semanalmente, quincenalmente, mensualmente, etc.) el cual se denomina periodo de reaprovisionamiento. La cantidad a ordenar es la que restablece un cierto nivel máximo de existencias, es decir la cantidad consumida más el lote de seguridad.

III.3 Determinación del lote óptimo de compra

Previamente a la realización de este estudio debe precisarse que la demanda independiente o no programada, es decir aquella que sólo es función de circunstancias externas o ajenas a la cadena logística, suele ser del tipo probabilista, sin embargo suele considerarse determinista a los fines de simplificar la formulación de los modelos.

Además, para los fines prácticos, se recurre al empleo de “Modelos Estáticos o Reactivos de Lote Económico” que han sido formulados para la categoría de abastecimiento instantáneo con demanda determinista y constante. Si bien el costo de la gestión de inventarios involucra la suma de los costos del producto, los de adquisición, los de almacenamiento y los de ruptura de stocks, en este modelo sólo se consideran relevantes los correspondientes al almacenamiento y adquisición, ya que son los que afectan directamente la selección del lote.

Por su parte, los costos del producto son fijos y no se contemplan porque además no se tienen en cuenta los descuentos por cantidad.

A partir de estas hipótesis, determinar el lote económico de compra involucra hallar el stock óptimo que minimiza la suma de los costos de almacenamiento y de adquisición del material, siendo el volumen del lote compatible con los requerimientos del proceso de producción. La finalidad del análisis de los modelos es establecer la cantidad que debe ser ordenada y la periodicidad con que debe efectuarse el pedido.

La figura representa gráficamente las hipótesis anteriormente mencionadas y muestra la situación ideal en la que el lote q (número de unidades en stock) se consume durante el tiempo t y transcurrido éste se procede a la reposición instantánea de la misma cantidad de unidades, en consecuencia, el ciclo descrito se repite n veces para el caso de un mercado con demanda continua.

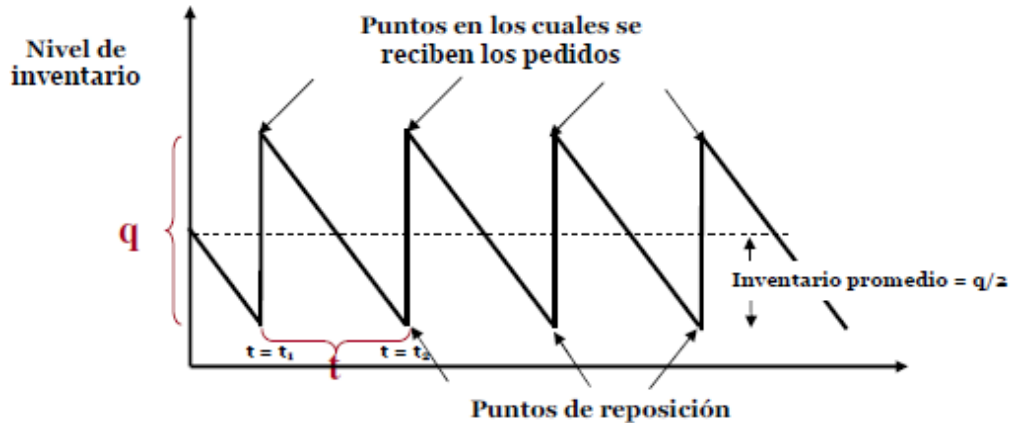


Figura 13 Inventario bajo condiciones ideales

Fuente: Adaptación Chase – Jacobs – Aquilano; Administración de la Producción y Operaciones 3ª Edición.

En lo referente al inventario promedio, éste se define como la mitad del stock normal ($\frac{1}{2} q$), ya que en el instante $t = t_1$ hay q unidades y en $t = t_2$ hay cero unidades.

Determinación de los costos de almacenamiento y costos de adquisición del lote

Si la demanda anual (constante) del producto es D ($q \times n$), su precio unitario es b , el costo de cada orden de compra es K y la tasa de almacenamiento es P , se define el costo de almacenamiento (C_{alm}) (para un lote de q unidades) a través de la siguiente ecuación:

$$C_{alm} = \frac{1}{2} qbP$$

Siendo $P = i * t * n$, con:

i = tasa diaria de almacenamiento

t = periodo considerado, en días.

n = frecuencia o número de compras

El valor de $\frac{1}{2} q$ (stock promedio) es la cantidad que se mantiene constante a lo largo del periodo considerado.

Redefiniendo la ecuación anterior, se puede obtener:

$$C_{alm} = q * b * i * t * n$$

Por su parte, el costo de adquisición del lote es:

$$C_{ad} = k * n$$

Debido a que $n = D/q$, se obtiene:

$$C_{ad} = k * D / q$$

Dadas las fórmulas deducidas precedentemente, el costo total de mantenimiento está dado por:

$$C = C_{alm} + C_{ad}$$

$$C = \frac{1}{2} q b P + k D / q$$

Para encontrar la ecuación del lote óptimo o lote económico correspondiente al período se debe derivar con respecto a q la expresión del costo de mantenimiento total y posteriormente igualarla a cero:

$$\frac{\delta}{\delta q} (\frac{1}{2} q * b * P) + \frac{\delta}{\delta q} (k * D / q) = 0$$

$$q_e = (2 * k * D / b P)^{1/2}$$

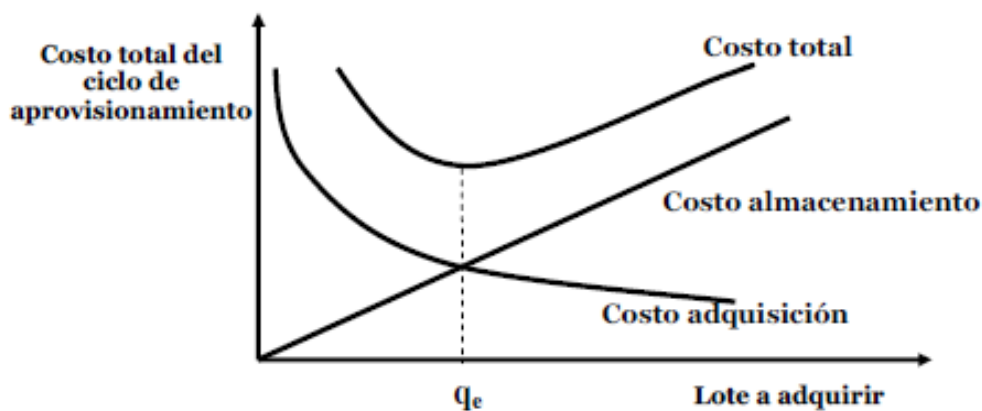


Gráfico 2.5 Cantidad óptima del lote económico
Fuente: Adaptación Mc Graw-Hill; Gestión de Inventarios-Capítulo 3

Finalmente, conocido el lote económico y la demanda de materiales, es posible determinar el periodo de reposición a través de la siguiente ecuación:

$$N_e = D / q_e$$

Cálculo del costo total esperado

El costo total esperado es la suma del costo de mantenimiento total (variable) y el costo del producto, como se indica en la siguiente ecuación:

$$C_{total} = k n + \frac{1}{2} q_e P b + b D$$

- **Lote óptimo de fabricación**

Los conceptos sobre lote económico de compra también pueden aplicarse para determinar lotes óptimos de fabricación. De este modo, en las empresas que elaboran diferentes series de productos es común que se empleen las mismas máquinas e instalaciones para realizar la totalidad de la producción, debido a ello es necesario considerar el costo de preparación de las máquinas de línea (ajustes, limpieza, cambio de herramientas, puesta en marcha, etc.) que representan un costo independiente de la cantidad de producto a fabricar y posee la misma significación que el costo de adquisición.

Para una demanda conocida, la fórmula del lote óptimo q_e , en la cual el valor de b (que es en este caso el costo de fabricación) abarca el costo de la mano de obra y materiales y k es el costo de puesta en marcha, suministra un valor aproximado del lote económico de fabricación.

III.4 Clasificación de los materiales. [Chase et al 05]

Debido a que no todos los productos en stock poseen la misma relevancia, tanto desde el punto de vista del control patrimonial como del manejo de la gestión, se debe tener en cuenta la importancia relativa de los elementos para enfatizar el control en aquéllos de mayor valor. El diagrama ABC, cuyo funcionamiento es derivado del diagrama de Pareto, distingue entre los artículos importantes y escasos (categoría A) y los numerosos y triviales (categoría C), también detecta un grupo intermedio que no participa de las características anteriores (categoría B). La curva ABC es una representación gráfica que muestra la relación existente entre la cantidad de productos que componen el inventario y su valorización.

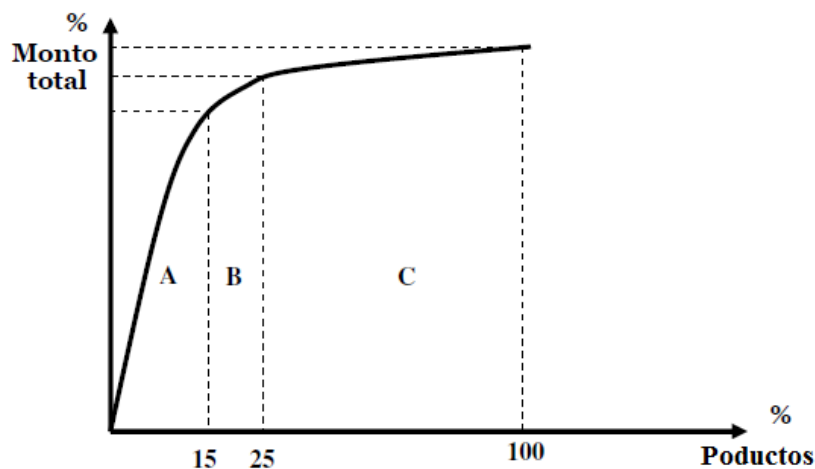


Figura 13 Método de clasificación ABC

- **Fuente:** Chase, Jacob, Aquilano- Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, Mc Graw Hill 10° Edición 2005.

La figura 13 muestra que alrededor del 15% de los productos en existencia representan el 80% del valor invertido en inventarios, el 25% de los productos representan el 90% del valor y el otro 75% de los productos sólo represente un 10% del monto total invertido o del consumo valorizado. Es evidente que el control más intensivo y frecuente se debe efectuar sobre los ítems del área A, ya que en ellos se tratará de operar con los niveles de inventarios lo más ajustado posible, dado que se trata de bienes de costo elevado que dan origen a la mayor inmovilización financiera. Por su parte, para el grupo C es habitual que se realicen compras globales para periodos más prolongados.

III.5 Pronósticos [Chopra et al, 08]

Existen muchos métodos diferentes para pronosticar, los cuales van asociados a diferentes usos. Cabe destacar que no existe un método universal para pronosticar en todas las situaciones y escenarios, sin embargo lo importante es tener claro que demanda y ventas no siempre son lo mismo. Cuando la demanda no se ve limitada por la capacidad u otras políticas administrativas, el pronóstico de ésta será el mismo que el pronóstico de ventas. En caso contrario, las ventas podrían ser inferiores a la demanda de los clientes.

Existe diferencia también entre pronósticos y planeación. Los pronósticos se refieren a lo que se cree que sucederá en el futuro. La planeación se refiere a lo que se considera que debería suceder en el futuro. Es por esto, que por medio de la planeación se hace un intento por alterar los eventos que sucederán a futuro mientras los pronósticos nos ayudan sólo para predecirlos.

III.5.1 Clasificación de los métodos de pronósticos [Chopra et al, 08]

Los métodos de pronósticos se pueden clasificar en dos grande grupos: métodos cualitativos y cuantitativos. Generalmente, los métodos de pronóstico cualitativos dependen del juicio gerencial; no utilizan modelos específicos. Por lo tanto distintos individuos pueden utilizar el mismo método cualitativo y llegar a pronósticos ampliamente distintos. Los métodos cualitativos son útiles cuando se carece de datos o cuando los datos no son confiables para predecir, la persona que toma las decisiones puede hacer uso de los mejores datos disponibles y de un enfoque cualitativo para elaborar un pronóstico. Algunos métodos de pronósticos cualitativos son los llamados métodos Delfhi, métodos de estudios de mercado, analogías históricas, ciclo de vida del producto, etc.

Referente a los métodos de pronósticos cuantitativos, existen dos principales tipos: series de tiempo y causales. En general, los métodos cuantitativos hacen uso de un modelo subyacente para llegar a un pronóstico. La lógica básica de todos los métodos cuantitativos para hacer pronósticos es que los datos del pasado y los patrones de datos son indicadores confiables para predecir el futuro. En estos casos, los datos del pasado se procesan mediante series de tiempo o modelos causales para hacer un pronóstico.

III.5.2 Pronósticos de Series de Tiempo [Chopra et al, 08]

Los métodos de series de tiempo se utilizan para análisis detallados de los patrones de la demanda en el pasado, a lo largo del tiempo y para proyectar estos patrones a futuro. Una de las suposiciones básicas de todos los métodos por series de tiempo, es que la demanda se puede dividir en componentes como nivel promedio, tendencia, estacionalidad, ciclo y error. Cuando se suman los componentes (o en algunos casos se multiplican), serán iguales a la serie de tiempo original.

La estrategia básica que se utiliza en los pronósticos por series de tiempo, es identificar la magnitud y la forma de cada uno de los componentes basándose en los datos disponibles. Estos componentes (con excepción del componente aleatorio), se proyectan hacia el futuro. Si sólo queda un componente aleatorio pequeño y el patrón persiste en el futuro, se obtendrá un pronóstico confiable.

La descomposición de una serie de tiempo es la siguiente:

$$y(t) = (a + bt)[f(t)] + e$$

Donde:

$y(t)$: demanda durante el período t

a : nivel

b : tendencia

$f(t)$: factor de estacionalidad (multiplicativo)

e : error aleatorio

Puede observarse, este modelo por series de tiempo tiene nivel, tendencia, estacionalidad y error aleatorio. Cada uno de estos términos se estima a partir de datos del pasado para desarrollar una ecuación que se utiliza entonces para pronosticar la demanda a futuro.

En el estudio de los pronósticos por series de tiempo, se utilizan los siguientes símbolos y terminología:

D_t = Demanda durante el periodo t

F_{t+i} = Demanda pronosticada para el periodo $t+1$

$e_t = D_t - F_t$ = error de pronóstico en el periodo t

A_t = promedio calculado hasta el periodo t

El panorama es que la empresa se encuentra al final de periodo t , se acaba de observar el valor de D_t y se realizan pronósticos para los periodos $t+1$, $t+2$, $t+3$, etcétera.

III.5.2.1 Promedio móvil [Chopra et al, 08]

El método más simple para el pronóstico por series de tiempo es el método del promedio móvil. En este método se supone que la serie de tiempo tiene sólo un componente de nivel y un componente aleatorio. No se presupone la presencia de patrones de estacionalidad, tendencias ni componentes de ciclos en datos de la demanda. Sin embargo, las versiones más avanzadas del promedio móvil pueden inducir a todos los demás componentes.

Cuando se utiliza el promedio móvil se selecciona un número dado de periodos N para los cálculos. Después se calcula la demanda promedio para los periodos N del pasado al momento t de la manera siguiente:

$$A_t = \frac{D_t + D_{t+1} + \dots + D_{t-N+1}}{N}$$

Como se supone que la serie de tiempo es horizontal, el mejor pronóstico para el periodo $t + 1$ es simplemente una continuación de la demanda promedio observada a lo largo del periodo t . De esta manera se obtiene:

$$F_{t+1} = A_t$$

Cada vez que se calcula F_{t+1} , la demanda más reciente se incluye en el promedio y se quita la observación de la demanda más antigua. Este procedimiento mantiene un número N de periodos de demanda dentro del pronóstico y permite que el promedio se mueva conforme se observan los datos de las nuevas demandas.

Como regla general, mientras más largo sea el período en que se hace el promedio, más lenta será la respuesta ante los cambios en la demanda. Los periodos más largos tienen, por lo tanto, la ventaja de dar estabilidad a los pronósticos. Sin embargo, también tiene la desventaja de responder con mayor lentitud a los cambios verdaderos en el nivel de demandas.

Una manera de hacer que el promedio móvil responda con mayor rapidez a los cambios de la demanda, es colocar un peso relativo superior sobre la demanda reciente en vez de hacerlo sobre la demanda más antigua. Esto se denomina promedio móvil ponderado y se calcula como sigue:

$$F_{t+1} = A_t = W_1 D_t + W_2 D_{t-1} + \dots + W_N D_{t-N+1}$$

Con la condición de que:

$$\sum_{i=1}^N W_i = 1$$

Con el promedio móvil ponderado se puede especificar cualquier peso deseado siempre y cuando su suma sea igual a 1. Además el promedio móvil simple es solamente un caso especial de promedio móvil ponderado en el que todos los pesos son iguales:

$$W_i = \frac{1}{N}$$

Unas de las desventajas del promedio móvil ponderado es que debe utilizarse toda la historia de la demanda de los periodos N junto con el cálculo. Además, la respuesta de un promedio móvil ponderado no puede cambiarse con facilidad sin alterar cada uno de los pesos específicos. Para resolver estas dificultades, se ha desarrollado el método de suavización exponencial.

III.5.2.2 Suavización Exponencial [Ballou, 04]

La suavización exponencial se basa en la idea muy simple, de que es posible calcular un promedio nuevo a partir de un promedio anterior y también de la demanda más recientemente observada.

Para formalizar el razonamiento anterior se tiene:

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

Donde A_{t-1} es el promedio anterior, D_t es la demanda que se acaba de observar y α es la proporción del peso que se da a la demanda nueva contra la que se le da al promedio anterior ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Si se desea que responda en alto grado a la demanda reciente, se debe elegir un mayor valor para α . Si se desea que A_t responda con mayor lentitud, entonces α será más pequeña. En la mayor parte del trabajo de pronósticos α recibe un valor que se encuentra entre 0.1 y 0.3 para que conserve una estabilidad razonable.

En la suavización exponencial simple, como en el caso de los promedios móviles, se supone que la serie de tiempo es plana, que no tiene ciclos y que no existen componentes de estacionalidad ni tendencia. Entonces, los pronósticos de suavización exponencial para el siguiente periodo, serán simplemente el promedio obtenido hasta el período actual. Es decir:

$$F_{t+1} = A_t$$

En este caso el pronóstico también elimina un periodo del promedio suavizado.

Se puede sustituir la relación anterior en la ecuación para obtener la siguiente ecuación:

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_t$$

Otra manera de considerar la igualación exponencial es reacomodar los términos del lado derecho de la ecuación para obtener:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t)$$

En esta forma se indica que el pronóstico nuevo sería el pronóstico anterior más una proporción del error entre la demanda observada y el pronóstico anterior.

Se puede controlar la proporción de error utilizada mediante la elección de α .

Al sustituir F_t en la ecuación se obtiene:

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)[\alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}]$$

Después, la sustitución de F_{t-1} en la ecuación anterior da:

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)\alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)(1 - \alpha)[\alpha D_{t-2} + (1 - \alpha)F_{t-2}]$$

Si se continúa con esta situación se llegará a la expresión:

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)\alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)^2 \alpha D_{t-2} + \dots + (1 - \alpha)^{t-1} \alpha D_1 + (1 - \alpha)^t F_1$$

Esta expresión indica que los pesos de cada demanda precedente disminuyen exponencialmente en un factor de $(1-\alpha)$, hasta que se alcance la demanda del primer periodo y del pronóstico inicial F_1 .

Nótese que el peso de la demanda disminuye exponencialmente con el tiempo y que todos los pesos suman 1. Por lo tanto, la suavización exponencial es simplemente una forma especial que adquiere el promedio ponderado en donde el peso disminuye exponencialmente con el tiempo.

III.5.2.3 Cálculo del error de pronósticos [Ballou, 04]

Existen varias medidas para determinar los errores de pronóstico, las más conocidas son dos. Una de las medidas es simplemente la suma aritmética de todos los errores, con lo que se refleja la tendencia del método de pronóstico. Lo ideal sería que esta suma sea igual a cero.

La segunda medida del error de pronóstico es la desviación absoluta. En este caso se suma el valor absoluto de los errores, de tal manera que los errores negativos no cancelen a los positivos. El resultado es una medida de variación en el método de pronóstico. Si un pronóstico tiene tanto una tendencia como una desviación absoluta, resulta claro que se le debe preferir.

El procedimiento para seleccionar el valor de α resulta claro ahora. Se debe calcular el pronóstico para varios valores de α . Si uno de los valores de α da como resultado un pronóstico que tenga un menor grado de desviación que los otros, entonces se prefiere este valor de α . Si no existe una elección obvia entonces debe hacerse un intercambio entre la tendencia y la desviación absoluta para elegir el valor de α que se prefiere.

Desafortunadamente, la suavización exponencial no siempre puede utilizarse en la práctica debido a la tendencia que tienen los datos a mostrar variaciones de acuerdo con las estaciones. Cuando se presentan estos efectos pueden utilizarse suavizaciones de segundo orden, de tercer orden, de tendencia corregida o de estacionalidad.

Cuando se utiliza la suavización exponencial, ya sea que se trate de una suavización simple o de una más sofisticada, debe calcularse una estimación del error de pronóstico junto con el promedio suavizado. Esta estimación del error se puede utilizar para varios propósitos:

1. Para fijar inventarios o capacidad de seguridad y garantizar así el nivel deseado de protección contra la falta de inventario.
2. Para observar indicadores de demandas erráticas que deben evaluarse con cuidado para quizás eliminar datos fuera de rango.
3. Para determinar cuándo el método de pronóstico no representa ya la demanda actual y es necesario volver a partir de cero.

Una medida de uso común para determinar el error de pronósticos es la desviación absoluta promedio o MAD (*mean absolute deviation*).

La MAD se define como sigue:

$$MAD = \frac{\sum |D_t - F_t|}{n} \quad (14)$$

Donde $|D_t - F_t|$ es el valor absoluto del error en el período t y n es el número de periodos que se utilizan en la suma.

La expresión anterior es simplemente el error promedio observado, sin considerar su signo positivo o negativo, entre todos los periodos pasados de pronóstico. La MAD es similar a la desviación estándar, con excepción de que no se obtiene el cuadrado de los errores de cada periodo ni se saca la raíz cuadrada de la suma. En lugar de eso se suman las desviaciones absolutas y se obtiene un promedio.

Cuando se utiliza la suavización exponencial, es común calcular la desviación absoluta promedio suavizada, que se define como sigue:

$$MAD_t = \alpha |D_t - F_t| + (1 - \alpha)MAD_{t-1}$$

En este caso, la nueva MAD , o MAD_t es simplemente una fracción α de la desviación absoluta actual más $(1 - \alpha)$ por la MAD anterior.

La MAD_t actual, debe calcularse para cada periodo junto con el promedio de pronóstico. La MAD puede utilizarse entonces para detectar un indicador de la demanda mediante la comparación de la desviación observada contra la MAD . Si la desviación observada es superior a $3.75 MAD$, existen razones para sospechar que la demanda podría tener un valor excesivo.

Lo anterior es comparable al hecho de determinar si la demanda observada cae dentro de las tres desviaciones estándar σ para la distribución normal. Esto es cierto debido a que $\sigma = 1.25 MAD$ en el caso de la distribución normal.

El segundo uso de *MAD* radica en el hecho de determinar si el pronóstico va de acuerdo con los valores reales por series de tiempo. Para determinar esto, se calcula una señal de rastreo como sigue:

$$\text{Señal de rastreo} = T = \frac{\text{suma acumulada de la desviación del pronóstico}}{MAD}$$

La señal de rastreo es, por lo tanto, un cálculo de la tendencia en el numerador dividida entre la estimación más reciente de *MAD*. Si se supone que las variaciones en la demanda son aleatorias, entonces los límites de control de ± 6 en la señal de rastreo se aseguran que solo en una probabilidad máxima de un 0.037 dichos límites serán excedidos por casualidad. De esta manera, cuando la señal de rastreo pasa de ± 6 , debe detenerse el método de pronóstico y volver a observar la demanda e igualarla de manera más exacta.

En los sistemas de pronóstico computarizado resulta extremadamente importante incorporar controles de error del tipo señal de rastreo. Esto asegurará que el sistema no corra fuera de control. En lugar de que ocurra lo anterior, se notifica al usuario cuando se detectan datos tendenciosos en la demanda o cuando la señal de rastreo se vuelve demasiado grande.

III.5.3 Pronósticos avanzados por series de tiempo [Ballou, 04]

Se puede ajustar cualquier modelo matemático deseado con una serie de tiempo, con componentes de nivel, tendencia y estacionalidad. Por ejemplo, se puede ajustar un modelo mediante los métodos de regresión lineal o mediante el uso de métodos no lineales.

En algunos casos, el modelo resultante puede brindar un pronóstico más exacto que la suavización exponencial. Sin embargo, resulta más costoso un modelo adaptado a las necesidades del usuario, por lo que debe hacerse una compensación mediante la exactitud y el costo del modelo.

Hace algunos años se desarrolló el sofisticado método Box-Jenkins para el pronóstico por series de tiempo. Esta técnica tiene una fase especial para la identificación

del modelo y permite un análisis más preciso de los modelos propuestos de lo que es posible con los demás modelos.

El método Box-Jenkins, sin embargo, requiere de aproximadamente 60 periodos de datos del pasado y su uso resulta demasiado costoso para los pronósticos rutinarios de muchos artículos. Para un Pronóstico especial de ventas en que se involucre una decisión costosa, sin embargo, quizás sea recomendable utilizar Box-Jenkins.

En resumen los métodos por series de tiempo son útiles para los pronósticos a corto o mediano plazo cuando se espera que el patrón de demandas permanezca estable. Los pronósticos por series de tiempo son con frecuencia insumos para decisiones que se relacionan con la planeación de producción agregada, presupuestos, asignación de recursos, inventarios y programación.

Capítulo IV Metodología

A continuación se dará a conocer la estructura de trabajo que permitirá dar paso a una solución satisfactoria acorde con los objetivos planteados en la presente memoria de título.

Este plan de trabajo, está compuesto de las siguientes etapas:

1.- Definición del problema: En este paso se dará a conocer cómo se manifiesta el problema y el impacto que tiene éste en la empresa.

2.- Levantamiento de información: En esta etapa levantaremos información general de la forma en que opera la empresa, referente a procesos de producción, logística, recursos humanos y comerciales con el fin de tener una visión sistémica que nos ayude a familiarizarnos y entender el problema. La información será recopilada mediante charlas de inducción, adquisición de material de apoyo consistente en bases de datos relacionados con información histórica y actual, diagramas flujos, Layout de la planta, políticas en general, etc. De la información recabada se extraerá aquella que pueda ser material de análisis.

3.- Análisis de la situación actual: Con el material recopilado se realizará un esquema global que nos ayude a dilucidar las posibles causas del problema, a través de la utilización de herramientas de análisis como diagramas, cálculos, tormenta de ideas, reuniones grupales, etc.

4.- Conclusiones del análisis: Se dará a conocer las causas del problema obtenidas a partir de los análisis planteados anteriormente, de forma que nos ayude a presentar una propuesta de solución.

5.- Propuesta: Se presentará una alternativa que permita dar solución o término a las causas del problema, mejorando la gestión de inventarios. De acuerdo a las conclusiones obtenidas mediante los análisis realizados con la información recopilada, daremos paso a proponer posibles soluciones a la problemática.

Capítulo V Desarrollo de la metodología

El siguiente capítulo tiene como propósito la ejecución de la metodología propuesta en el capítulo anterior, además de profundizar y aclarar cada uno de los ítems con el fin de diseñar una política de inventario que evite quiebres de stock.

V.1 Definición del problema:

La creciente demanda de conductores eléctricos por parte de las diversas industrias nacionales y extranjeras, han permitido posicionar a COCESA dentro de las empresas con mayor participación en el mercado, trayendo consigo desafíos cada vez más exigentes, entre estos, alcanzar niveles de productividad más altos, contar con sistemas de información que permita flujo de información en tiempo real entre los distintos departamentos, ya sean de producción, logística, comercial, etc. aplicar métodos de control y gestión de los recursos, entre otros.

Dentro de los desafíos más importantes desde el punto de vista de los costos es consolidar una buena gestión de inventarios que permita buscar un equilibrio entre niveles de producción y almacenamiento de productos en bodega, atendiendo los requerimientos del cliente en cuanto a variedad de productos, calidad y entrega en el plazo indicado.

El principal problema que presenta COCESA es el quiebre de stock y sobre stock de variados productos en su área de almacenamiento de productos terminados, generando múltiples problemas como retrasos en las fechas de entrega, incumplimientos de contratos, pérdidas de clientes, etc. trayendo consigo consecuencias como penalidades contractuales, aumento en los costos de administración de bodega, capital inmovilizado, costos por pérdidas causadas por deterioros, entre otros.

Hoy en día, la planta fabrica 1145 tipos de productos, de los cuales 231 se producen bajo el sistema "Make to Stock", es decir; fabricar para almacenar, que desde los últimos seis meses, el 82% de ellos "alguna vez", se ha encontrado bajo los límites mínimos de stock, mientras que el 64% "alguna vez" ha presentado quiebre de stock.

V.2 Levantamiento de información:

Para tener una visión clara de las operaciones de COCESA es necesario hacer una investigación detallada de cada uno de los departamentos que la componen ya sean los de producción, comercial, recursos humanos, etc. A partir de esto se recopiló información en cada uno de los departamentos antes mencionados, los cuales veremos a continuación.

V.2.1 Procesos de manufactura

Los conductores eléctricos son fabricados mediante un proceso continuo estandarizado, utilizando tecnología de punta, equipos modernos y materias primas de la más alta calidad que cumplen con las normas nacionales (NCh) e internacionales.

A continuación se muestran los principales procesos de manufactura descritos de forma general.

- a) **Colada continua:** Se inicia con la fundición de cobre con una pureza mínima de 99,9 %, la cual pasa por la línea de colada continua para la producción del alambón de 8 mm de diámetro.
- b) **Trefilado:** consiste en forzar el paso del alambón a través de una serie de dados de diamante y tungsteno de diferentes calibres, adelgazando el alambón en diferentes diámetros hasta obtener el calibre de alambre deseado, este proceso se realiza en frío aplicando aceites para lubricar y garantizar su acabado.
- c) **Recocido:** Proceso en cual se pasa el alambre de cobre por un horno eléctrico con la finalidad de ser sometidos a un proceso térmico durante un tiempo determinado para lograr que el alambre recupere la maleabilidad original, auxiliándose para estas maniobras de un polipasto.
- d) **Cableado:** Los alambres de menor diámetro se entrelazan mediante maquinas cableadoras de giro concéntrico, controlando la tensión de los mismos, para formar un cable de mayor diámetro y resistencia, obteniendo excelente desempeño mecánico y eléctrico.
- e) **Aislación:** Se colocan los carretes de alambre o cable previamente recocidos en las máquinas extrusoras para luego ir aplicando a lo largo de los conductores desnudos de cobre o aluminio, una o más capas de material termo plástico (PVC, PEAD, XLPE, etc.)

- f) **Empaque:** En maquinaria especial, los productos terminados se bobinan en rollos de diferentes longitudes o carretes de madera o plástico de distintos tamaños, para luego ser almacenados en bodega o enviar directamente al cliente si corresponde.

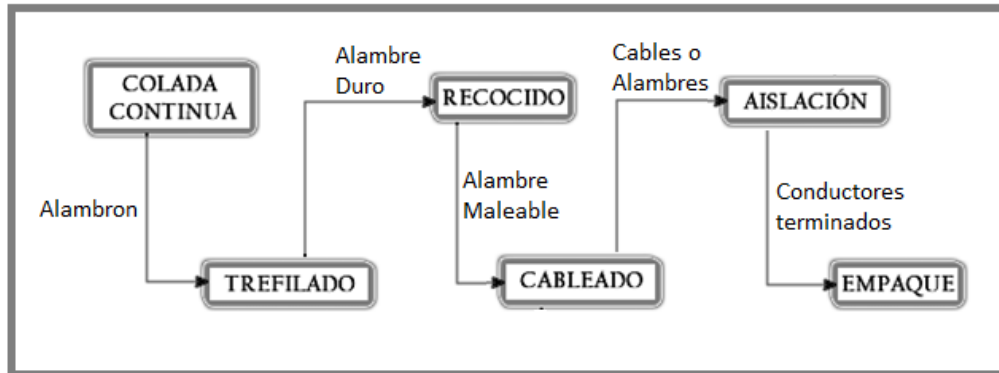


Figura 14 Proceso de manufactura de conductores
Fuente: Elaboración propia

V.2.2 Lead Time

Es la cantidad de tiempo que transcurre desde la emisión del pedido, incluyendo normalmente el tiempo de producción y el tiempo requerido para entregar el producto al cliente.

El lead Time afecta directamente al nivel de inventarios, en el sentido de que cuanto mayor es el tiempo de espera, mayor deberá ser el nivel total de inventarios necesitando para ello un método de pronósticos más precisos.

En todas las actividades productivas, el inventario es prácticamente imposible de reabastecerlo en forma instantánea, es por esta razón, que para garantizar que los quiebres de stock se mantengan lo suficientemente bajos, es necesario pronosticar la demanda de manera tal de dejar un stock de seguridad que permita asegurar el consumo durante el tiempo que demora el pedido.

En COCESA se tienen diferentes Lead Time, dependiendo del producto que se quiera fabricar, es decir, existen productos con mayor nivel de complejidad que requieren de un mayor tiempo de espera y otros de menor complejidad que demoran menos tiempo en estar disponibles. Como ejemplo se puede mencionar que los cables del tipo LOC utilizados en Minería y cables Evalex utilizados en baja tensión, requieren de 15 y 12 días respectivamente para fabricar 30 [Km] de producto y estar disponibles, en bodega, mientras

que los cables y alambres fabricados mediante el sistema MTS requieren de un tiempo de espera promedio de 7 días dependiendo de su longitud.

V.2.3 Capacidad de bodega

Actualmente COCESA posee dentro de sus instalaciones cuatro bodegas independientes, que están destinadas para diversas actividades, dentro de ellas almacenamiento de productos terminados de ventas nacionales, productos terminados con destino exportación, almacenamiento de carretes en patio, almacenamiento de productos temporales, almacenamiento de materias primas y materiales defectuosos o sobrantes.

A continuación se detallan cada una de estas bodegas con el fin de conocer cuál es la capacidad de cada una de ellas, de qué forma están organizadas y cuáles son sus criterios de almacenaje.

- a. **Bodega producto terminado Nacional:** Ubicada dentro de un galpón cerrado, esta bodega es la más amplia con un volumen aproximado de 1.149 [m³] (sin contar pasillos) la cual cuenta con 680 racks o cubículos de 1,3 [m] de ancho, 1,3 [m] de fondo y 1,0 [m] de alto, que están divididos en 17 estantes enumerados del 1 al 17 y seis pasillos con letras desde la A hasta la F. Dicha bodega está destinada a almacenar productos de la familia de conductores del tipo “Comercial” contando entre estos los alambres del tipo NYA, NYIFY, y cables THHN, Concéntrico y Cordones por mencionar algunos. Además de ello posee estantes destinados de forma exclusiva al almacenamiento de productos realizados por pedidos que permanecerán ahí de forma temporal (Cross Docking). Ver distribución Layout de bodega nacional en diagrama A.1 en anexos.

RESUMEN BODEGA PRODUCTO TERMINADO NACIONAL				
Cant. Estantes	17	Cant Racks	680	100%
Cant. Pasillos	9	Rack destin	520	76%
Cant Racks	680	Rack desocup	160	24%
Vol Rack [m3]	1,69	Rack prod term.	442	65%
Espac Tot [m3]	1149	Rack Devolucior	18	3%
		Rack Reservas	60	9%

Tabla 7 Resumen dimensiones bodega producto terminado Nacional
Fuente: Elaboración Propia



Figura 15 Bodega producto terminado Nacional
Fuente: COCESA

b. Bodega producto terminado Exportación: Esta bodega tiene un espacio aproximado de 960[m³] y está conformado por 16 estantes enumerados del 1 al 16 y 4 pasillos enumerados del 1 al 4, siendo el primer pasillo el de mayor rotación. Los estantes 1, 3 y 5 contienen 30 racks cada uno y están destinados a almacenar productos de la familia “Comercial” encontrando en ellos cajas de alambres y cables del tipo THHN e INST. GPT. El resto de los estantes contienen 37 racks cada uno y albergan en su interior cajas, rollos y carretes de diferentes cables y alambres, entre ellos alambres NYA, cables THHN, EVAFLEX, etc. Cabe mencionar que los estantes 11 al 16 están destinados para reserva en caso de haber sobre stock de productos. En todos los casos los Racks tienen las mismas dimensiones mencionadas anteriormente, ver detalles en Layout bodega exportación en diagrama A.2 en anexos.

RESUMEN BODEGA EXPORTACION		
Cant. Estantes	16	
Cant. Pasillos	4	
Cant Racks	571	100%
Rack destin	370	65%
Rack desocup	201	35%
Espacio Tot [m3]	959	

Tabla 8 Resumen bodega producto terminado Exportación
Fuente: Elaboración propia



Figura 16 Bodega producto terminado Exportación
Fuente: COCESA

- c. **Bodega patio de carretes:** La bodega utilizada en el patio de carretes está abierta al aire libre, tiene una superficie aproximada de 600 [m²], es el lugar destinado para almacenar bobinas de alambros de cobre, cables y alambres aislados y desnudos, enrollados en carretes de madera o plástico, cables de gran volumen destinados principalmente para exportación, etc. Entre los productos que se almacenan en esta bodega se encuentran cable THHN, TTU, SUPERFLEX, etc. Todos ellos de calibres mayores. Ver Layout de bodega en diagrama A.3 en anexos.

RESUMEN BODEGA PATIO DE CARRETES

Cantidad estantes	4
Cantidad espacios	168
Cantidad pasillos	3

Tabla 9 Resumen bodega patio de carretes
Fuente: elaboración propia



Figura 17 Bodega patio de Carretes
Fuente: COCESA

- d. **Bodega Escuelita:** En esta bodega de 130 [m³] se guardan carretes con cables THHN Flex 6 AWG, cordones del tipo ST 4 x 12 AWG, además de otros productos devueltos con fallas, carretes, cajas vacías, etc.

V.2.4 Capacidad de producción

La capacidad instalada máxima, es la máxima cantidad de producción que puede alcanzar un sistema productivo, teniendo en cuenta el rendimiento de las maquinas, las horas hombre, cantidad de turnos de trabajo, entre otros.

V.2.2.1 Capacidad instalada

El nivel productivo máximo que COCESA puede alcanzar mensualmente es de 1.500 [Ton] de cobre sin aislar a un 80% de rendimiento para un total de 4 líneas trefiladoras y 5 líneas cableadoras, considerando además, que se cuentan con tres turnos de 8 horas cada uno, los 7 días de la semana.

La capacidad instalada utilizada es la producción promedio real que el sistema productivo realiza en cierto periodo de tiempo. En COCESA se tiene un promedio de producción mensual de 1.200 [Ton] de cobre sin aislar repartidos entre productos vendidos en el extranjero y nacional, teniendo una capacidad ociosa de producción de 300 [Ton] mensuales (20%), aprovechando de esta manera tener instancias para hacer mantenimientos preventivos a las líneas.

MESES	Venta Nac. [Ton]	Venta Exp. [Ton]	Total [Ton]	Cap. Prod. [Ton]
ABRIL	464,8	701,5	1.166,3	1.500
MAYO	239,0	967,2	1.206,2	1.500
JUNIO	529,7	507,9	1.037,6	1.500
JULIO	525,6	762,4	1.288,0	1.500
AGOSTO	463,1	730,1	1.193,2	1.500
SEPTIEMBRE	503,7	772,5	1.276,2	1.500
PROMEDIO	454,3	740,3	1.194,6	1.500

Tabla 10 Producción últimos seis meses
Fuente: Elaboración Propia

V.2.5 Criterios de producción

Actualmente COCESA lleva a cabo sus procesos de manufactura mediante dos sistemas de producción; MTO y MTS.

V.2.5.1 Sistema de producción MTO

El sistema MTO (Make To Order) es aquel sistema de producción orientado a fabricar los productos solamente cuando se origina un pedido.

Este sistema, por su naturaleza “contra-pedido” tiene la particularidad de fabricar productos personalizados de acuerdo a los requerimientos específicos de cada cliente, conociéndose de forma precisa la cantidad y plazos de entrega, de manera tal que permite planificar de forma exacta la producción, sin ser necesario su almacenamiento en bodega durante tiempos prolongados.

Generalmente estos productos son cables especiales y exclusivos, de baja demanda los que una vez terminados se guardan en bodega temporal (Cross Docking), entregándose posteriormente al cliente en el plazo acordado.

La tabla V.5 muestra las familias y cantidad de sub familias de productos que se fabrican mediante este sistema, se puede apreciar que existe una cantidad de diecinueve sub familias.

FAMILIAS DE PRODUCTOS MTO	
FAMILIAS PRODUCTOS	CANTIDAD SUBFAMILIAS
ALAMBRON (Cu)	1
ALUMINIO Y OTROS	1
COMERCIAL IMPORTADOS	2
FUERZA LV-MV IMPORTADOS	4
FZA.ALTA (Al)	1
FZA.ALTA (Cu)	2
FZA.BAJA (Al)	1
FZA.MEDIA (Al)	1
FZA.MEDIA (Cu)	3
FZA.MINERO (Cu)	3
TOTAL	19

Tabla 11 Familia de productos fabricados bajo sistema MTO.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que existen productos demandados bajo el sistema MTO con características y especificaciones que COCESA no puede fabricar, por lo que deben ser importados desde el extranjero.

V.2.5.2 Sistema de producción MTS

El sistema MTS (Make To Stock), como su nombre lo indica, “hecho para almacenar”, es aquel sistema de producción que fabrica productos de forma continua para luego ser almacenados en bodega. Este sistema basa su producción en función de la capacidad de bodega, la capacidad instalada de maquinaria, niveles de producción y pedidos realizados mediante sistema Kanban.

Los productos que se fabrican bajo este criterio son aquellos cables y alambres que de alguna manera, son demandados permanentemente y son vendidos a los principales distribuidores de conductores mayoristas, cliente Retail, etc.

Algunos de los conductores fabricados mediante este sistema son los conductores de la familia comercial, fuerza baja y media, correspondiente a un total de 232 productos.

La tabla V.6 muestra las familias y cantidad de sub familias de productos que se fabrican mediante el sistema MTS.

FAMILIA DE PRODUCTOS MTS	
FAMILIAS PRODUCTOS	CANTIDAD SUBFAMILIAS
COMERCIAL (Cu)	15
DESNUDOS (Cu)	3
FZA.BAJA (Cu)	14
TOTAL	32

Tabla 12 Familias de productos fabricados bajo el sistema MTS.

Fuente: Elaboración propia

Dentro del sistema MTS existen dos herramientas de apoyo para el control de inventarios, los cuales damos a conocer a continuación.

V.2.5.2.1 Kanban

Otro criterio que se utiliza es reponer los productos a medida que se van retirando de bodega mediante sistema KANBAN. El sistema Kanban, es un sistema de información que permite controlar la fabricación de los productos necesarios en términos de cantidad, calidad y tiempo.

Este sistema utiliza tarjetas que se pegan en los contenedores de productos y que se despegan cuando estos contenedores son utilizados, permitiendo así, asegurar la reposición de dichos materiales fabricando los conductores en la medida que estos se van consumiendo. Kanban es apropiado para fabricar productos con un gran nivel de demanda cuyo destino final son las empresas de Retail, distribuidoras de cables minoristas, ferreterías, etc., estos productos presentan gran rotación en bodega.

No. ● 08 11	
KANBAN	
Código	CA32-00
Color	BLANCO
Producto	NYA 1,5 mm ²
Proceso	Aislado
Maquina	217
Cantidad a Fabricar	37.000 m
Presentación Embalaje	DIN-1250
Proceso	Embalaje
Maquina	327
Cantidad a Fabricar	36.000 m
Pallets a Reponer	1
Rollos por Pallet	360 rollos
Presentación Embalaje	Rollo 100 m
SOP	3131




Figura 18 Tarjeta Kanban
Fuente: COCESA

La figura 18 mostrada anteriormente es un modelo estándar de tarjetas Kanban utilizadas habitualmente en COCESA para levantar un pedido. Para mayor detalle ver instructivo de uso Kanban en anexos.

V.2.5.2.2 Traffic Light

Traffic Light o luz de semáforo es un concepto desarrollado como herramienta de apoyo al control de inventarios, que mediante planilla Excel permite computar los niveles de stock que van quedando en bodega una vez que son retirados para su venta.

Este sistema permite mostrar de manera rápida y sencilla cuales son los niveles de stock que quedan en bodega al final de cada día, permitiendo saber cuáles son los productos que hay que enviar a fabricar antes que se acaben.

Lo anterior se logra mediante formato condicional, asignando colores verde, amarillo o rojo a cada celda según corresponda.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Columns:** Dates from 26-03-14 to 19-04-14.
- Rows:** Product codes (e.g., AM1698, BE0103, CA3200) and their corresponding stock values.
- Color Coding:** Green for positive values, yellow for zero, and red for negative values.

Figura 19 Ejemplo Traffic Light en Excel
Fuente: COCESA

La figura 19 muestra parte de un archivo Excel denominado Traffic Light MTS con la cantidad de stock de sus productos disponibles al final de cada día. Se puede apreciar que en las columnas aparecen los límites de stock máximos y mínimos, seguidos de las fechas en que se hizo el movimiento y en las filas aparecen ordenados hacia abajo cada producto con sus respectivos códigos.

Las celdas que aparecen en verde son aquellas que presentan una cantidad de productos en bodega mayor a los límites medios de stock, sin embargo existen algunos productos en bodega que están en verde y que no solo superan los límites medios de stock, sino que también los límites de stock máximos, generando sobre stock en inventarios.

Las celdas de color amarillo representan niveles de stock que están entre los límites de stock mínimo y medios permitiendo ofrecer estos productos a la venta, advirtiendo su próxima reducción de stock.

Las que aparecen en rojo son aquellas cuyas cantidades están por debajo de los límites mínimos de stock, mientras que las que aparecen en rojo y negativo son aquellas que ha presentado quiebre de stock y a pesar de no contar con productos en bodega se emitió una venta, por lo que deben ser fabricados de manera urgente mediante un kanban.

- **Niveles de stock**

COCESA ha determinado límites de stock diferentes para cada uno de sus productos, siendo estos establecidos el año 2007. Los límites fueron calculados a partir de una base histórica de ventas considerando el promedio de ventas de periodos de dos años, asignando el promedio de ventas como la cantidad de stock medio y la desviación estándar como sus niveles de stock mínimo y máximo. Estos límites fueron calculados con la finalidad de responder a la variabilidad de la demanda proyectada en ese determinado instante, los que pueden estar en unidades de longitud (metros) o en masa (kilogramos).

Niveles de Stock [m]			
Cod. Prod.	Máximo	Medio	Mínimo
CA3200	324.000	234.000	144.000
CA3202	324.000	234.000	144.000
CA3205	108.000	90.000	72.000
CA3250	30.000	23.750	17.500
CA3252	30.000	23.750	17.500
CA3203	108.000	90.000	72.000
CA3204	324.000	234.000	144.000
CA3230	65.000	57.500	50.000
CA3232	75.000	65.000	55.000
CA3234	20.000	16.000	12.000

Tabla 13 Niveles de Stock para los alambres NYA 1,5 [mm²]
Fuente: Elaboración propia

Anteriormente en la tabla 13 se muestra como ejemplo, un extracto de los límites de stock que se tienen asignado al alambre de cobre NYA de 1,5 [mm²] con sus respectivos códigos de producto, su stock máximo, medio y mínimos.

V.2.6 Estimación de la demanda

Actualmente COCESA no cuenta con un método de pronósticos para estimar la demanda en su sistema MTS, sino que basan su producción de acuerdo a los límites de stocks máximos y mínimos que cada producto tiene asignado en bodega, los cuales fueron calculados el año 2007 tomando como referencia las ventas históricas de dos años anteriores. Además de ello programan su producción de forma mensual, de acuerdo a metas de producción y ventas propuestas por el departamento comercial.

Referente al sistema MTO no es necesario realizar pronósticos de demanda ya que los productos fabricados mediante este sistema son de acuerdo a pedidos hechos por los clientes.

Debido a que no existen métodos de pronósticos, los productos se fabrican de acuerdo a los límites de stock, los cuales no siempre son respetados debido a que la demanda muchas veces sobrepasa lo estimado provocando quiebres de stock. Además de ello en muchas ocasiones se fabrican cantidades de productos que sobrepasan dichos límites con la idea de afrontar la demanda futura, especialmente durante la última semana de cada mes, donde por alcanzar las metas de ventas, se ofrecen productos con descuentos importantes a los clientes, alcanzando mayores volúmenes de ventas.

V.3 Análisis de la situación actual

A continuación se realizará un diagrama causa efecto para determinar las posibles causas del problema que son los quiebres de stock. Para ello nos apoyaremos en un diagrama de Ishikawa o espina de pescado que nos permitirá ir analizando paso a paso cada una de las áreas pertinentes que son mano de obra, metodología, materiales, medio y máquinas.

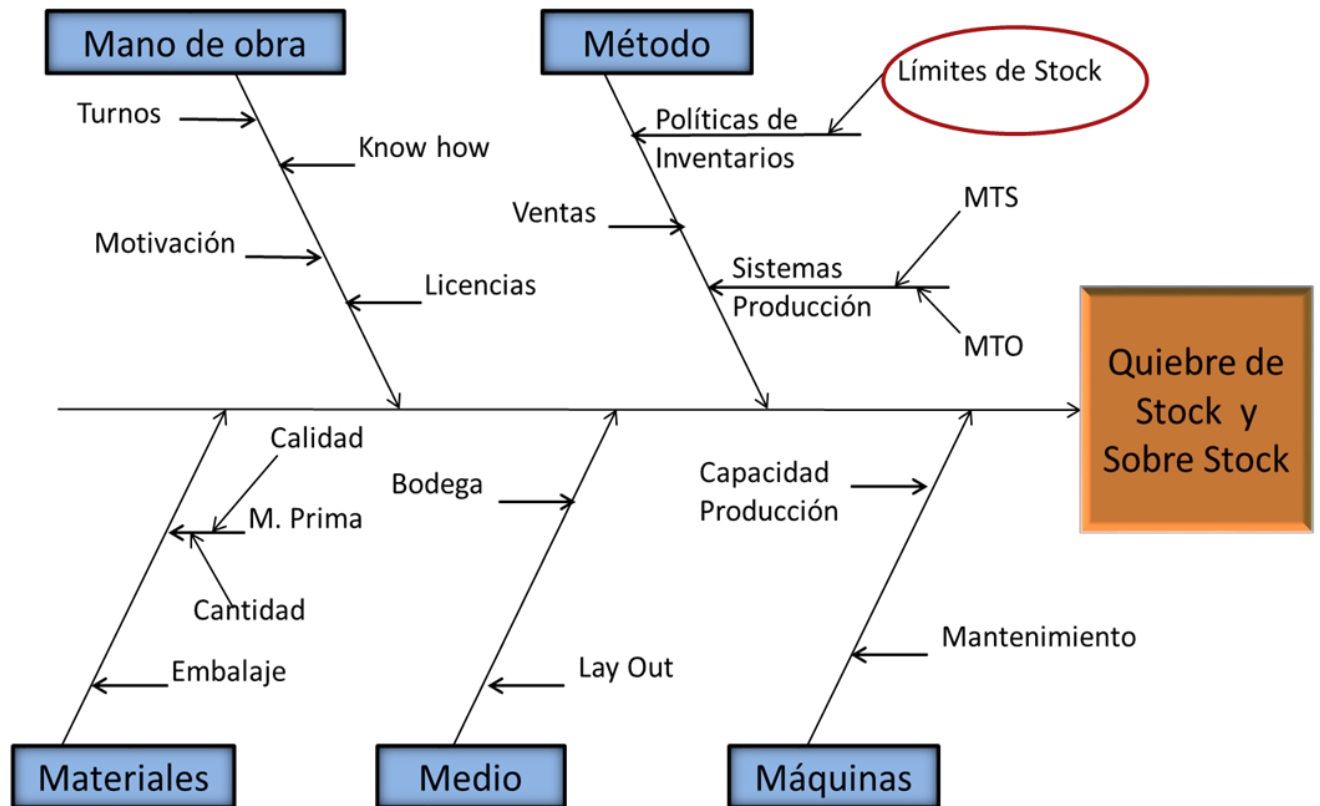


Figura 20 Diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaboración propia

V.3.1 Análisis de la capacidad de producción

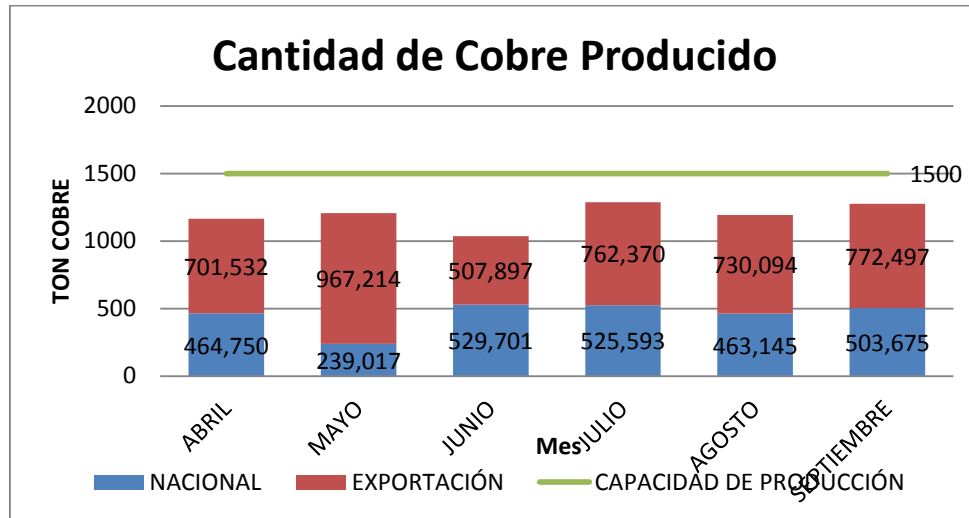


Figura 21 Cantidad de cobre Producido
Fuente: Elaboración propia

La figura 21 muestra que el nivel de producción en los últimos meses está por debajo de la capacidad máxima de producción mensual (1.500 [Ton]) con un promedio de 1.200 [Ton]. Lo anterior demuestra que en COCESA no existen problemas de capacidad de producción.

V.3.2 Análisis de la estimación de la demanda.

A continuación se dará a conocer las cantidades de productos cuyas ventas sobrepasaron los límites máximos de stock, poniendo en evidencia la subestimación de dichos límites.

MES	Cantidad	Total	%
Abril	31	231	13%
Mayo	16	231	7%
Junio	54	231	23%
Julio	50	231	22%
Agosto	35	231	15%
Septiembre	45	231	19%

Tabla 14 Cantidad de productos cuyas ventas excedieron los límites máximos de stock.
Fuente: Elaboración propia

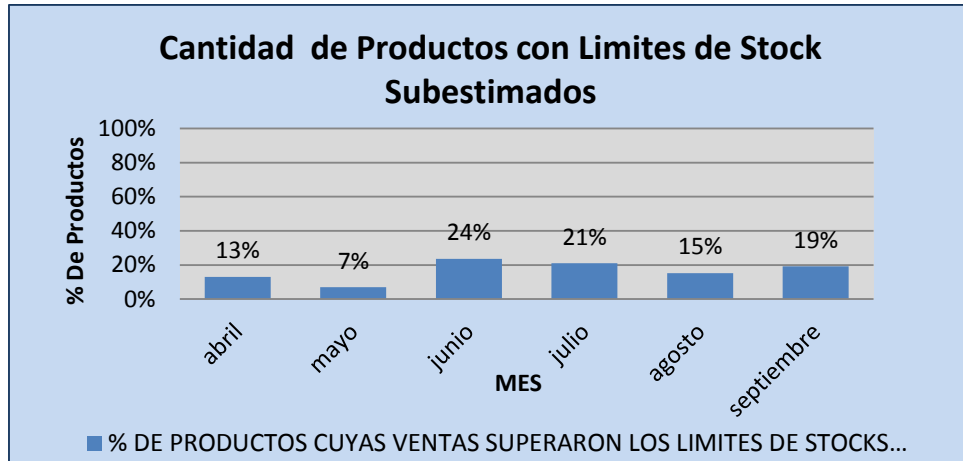


Figura 22 Cantidad de productos cuyas ventas superaron los límites de stocks máximos.
Fuente: Elaboración propia

MES	Cantidad	Total	%
Abril	67	231	29%
Mayo	47	231	20%
Junio	108	231	47%
Julio	92	231	40%
Agosto	80	231	35%
Septiembre	96	231	42%

Tabla 15 Cantidad de productos cuyas ventas fueron inferior a los límites mínimos de stock
Fuente: elaboración propia

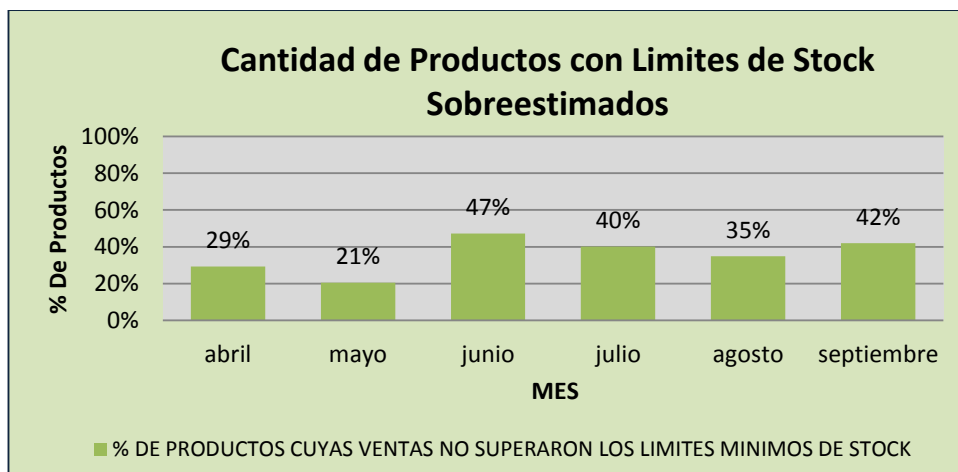


Figura 23 Cantidad de productos cuyas ventas fueron inferior a los límites mínimos de stock.
Fuente: Elaboración propia

De los gráficos y tablas anteriormente presentadas podemos explicar el comportamiento de las ventas respecto a los límites de stock que tiene cada producto, es decir podemos observar que hay productos que muestran ventas mayores a la cantidad máxima que se debería tener en stock de ese determinado producto. También se puede apreciar el efecto contrario, es decir que se observan productos cuyas ventas son inferiores a su límite de stock mínimo, pudiendo concluir que tiene una cantidad de stock sobreestimada, reflejándose en distintos costos para la empresa.

V.3.3 Análisis de la capacidad de bodega.

Una vez levantada la información referente a la capacidad y distribución de las bodegas, se puede resumir que consta de cuatro bodegas (bodega producto terminado nacional, bodega producto terminado exportación, bodega patio de carretes y bodega escuelita, las cuales se hará un análisis comparativo respecto del volumen de bodega existente versus el necesario, con la finalidad de verificar si el quiebre de stock ocurre debido a una restricción de producción a causa de espacio en bodegas de almacenamiento.

a. Bodega producto terminado Nacional

Esta bodega es la más amplia con un volumen aproximado de 1.149 [m³], la cual cuenta con 680 racks o cubículos de 1,69 [m³]. Dicha bodega está destinada a almacenar productos de la familia de conductores del tipo “Comercial” contando entre estos los alambres del tipo NYA, NYIFY, y cables THHN, Concéntrico, etc. Además de ello posee estantes destinados de forma exclusiva al almacenamiento de productos realizados por pedidos que permanecerán ahí de forma temporal (Cross Docking).



Tabla 16 Resumen cantidad de estantes asignados y disponibles.
Fuente: Elaboración Propia

b. Bodega producto terminado Exportación

Esta bodega tiene un espacio aproximado de 960[m³] y están destinados a almacenar productos de la familia “Comercial” encontrando en ellos cajas de alambres y cables del tipo THHN e INST. GPT, etc. Además existen estantes destinados para reserva en caso de haber sobre stock de productos.



Tabla 17 Resumen bodega producto terminado Exportación
Fuente: Elaboración propia

c. Bodega patio de carretes

Ubicada a la intemperie, consiste en una plaza que tiene una superficie aproximada de 600 [m²], lugar que es utilizado para almacenar bobinas de alambros de cobre, cables y alambres enrollados en carretes, cables de gran volumen destinados principalmente para exportación, etc. Entre los productos que se almacenan en esta bodega se encuentran cable THHN, TTU, SUPERFLEX, etc.



Tabla 18 Resumen bodega patio de carretes
Fuente: elaboración propia

d. Bodega Escuelita

En esta bodega de 130 [m³] se guardan carretes con cables THHN Flex 6 AWG, cordones del tipo ST 4 x 12 AWG, además de otros productos devueltos con fallas, carretes, cajas vacías, etc. Ver detalles en diagrama A.5 Layout bodega Escuelita.

5 estantes

129 racks

Tabla 19 Resumen bodega Escuelita
Fuente: Elaboración propia

V.4 Conclusiones

Del análisis realizado con los datos pertenecientes a la situación actual de COCESA se ha podido observar la relación de distintos ítems que tienen directa incidencia en el problema de los quiebres de stock, lo cual indica que estos no son producidos por falta de capacidad de producción, debido a que esta es mayor y no es sobrepasada en ninguno de los meses de análisis.

En relación a la capacidad de bodega se aprecia claramente que esta es mucho mayor que la cantidad destinada a cada producto, además se encuentra disponibilidad de bodega en caso de que se tenga que fabricar una mayor cantidad de productos.

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD
1	stock max	stock medio	stock min	26000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	6000	5000	4000	929	935	935	935	935	935	935	-3265	-8265	-8265	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	-8252	
3	10000	7500	5000	68	76	76	76	-2924	-2924	-4924	-4924	-4924	-4924	-7690	-7690	-7724	-7724	-7724	-7724	-7724	-7724	-7724	-7724	-7724	-7724	
4	10000	7500	5000	2400	-3400	-3400	-3400	-3600	-4200	-5600	-6000	-6800	-8000	-8000	-3200	-400	-2000	-1700	-1700	-1700	-1700	-1700	-1700	-1700	-1700	
5	7000	6000	5000	472	472	472	472	472	472	-2	-1028	-1028	972	972	972	972	972	972	972	972	972	972	972	972	972	
6	3000	2500	2000	-1700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14500	14500	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14400	14600	14600	14600	
7	3000	2500	2000	3000	13000	11500	11500	11500	11500	11500	1500	1500	500	0	-11500	-11500	-12000	-11000	-12000	-11000	-12000	-11000	-12000	-11000	-13000	
8	3000	2500	2000	1725	31725	31725	31725	31725	31725	31225	26225	26225	26225	23725	20725	20725	20725	20725	20725	20725	20725	20725	20725	20725	16200	
9	3000	2500	2000	14500	143400	-71000	-121000	-213300	-82700	-61500	-64200	-36200	147300	219800	323500	323500	309700	300300	26400	26400	26400	26400	26400	26400	26400	
10	3000	2500	2000	1500	64900	-261100	-311100	-323000	-232700	-256400	-270000	-80600	-2200	-4700	36600	13800	-7300	-34400	-34400	-34400	-34400	-34400	-34400	-34400	-34400	
11	15000	10000	5000	15900	95900	37900	29900	33100	25100	22200	21900	19400	54900	54900	54900	54900	54200	53200	53200	53200	53200	53200	53200	53200	53200	
12	15000	10000	5000	15900	95900	37900	29900	33100	25100	22200	21900	19400	54900	54900	54900	54900	54200	53200	53200	53200	53200	53200	53200	53200	53200	
13	CA3204	324000	234000	144000	235200	221400	214700	207400	64800	19800	73800	153300	142400	172950	166950	165550	235600	234200	234200	216100	208800	177200	177200	177200	177200	
14	CA3205	108000	90000	72000	79900	75200	71300	67700	1700	-6300	-38500	-33700	-41700	-42300	-44300	-44500	19700	14700	14700	12400	10200	6800	6800	6800	6800	
15	CA3230	65000	57500	50000	5300	-4400	-6600	-7100	-7700	-7700	-9900	-11500	-15300	-8500	-11900	-4900	-8100	500	16500	15300	21300	28500	28500	28500	28500	
16	CA3232	75000	65000	55000	29400	12000	5400	4600	4000	1000	200	-2200	3000	200	-1600	-10000	-2000	20400	21000	17800	25400	25400	25400	25400		
17	CA3234	20000	16000	12000	37000	30200	29200	28800	28200	37200	35800	34400	33400	32600	30000	38400	36800	45800	54800	54800	52800	61100	61100	61100	61100	
18	CA3250	30000	23750	17500	29600	5000	-600	-2800	-2800	-4400	-6200	3800	200	-3000	-4600	-6200	-6200	-3600	-4200	-9000	-10800	-10800	-10800	-10800		
19	CA3252	30000	23750	17500	22175	-1025	-5625	-8225	-8225	-425	-1225	-6425	6375	-5625	92575	-9425	-11425	-10825	-11625	-16225	-17200	-17200	-17200	-17200		
20	CA3254	30000	23750	17500	53800	43600	40800	39600	39000	37400	33000	46800	43200	37600	37600	38000	38200	34200	33800	34200	33800	34200	33800	34200		
21	CA3260	50000	42500	35000	60750	32950	14150	12750	10350	7950	5750	20950	20350	13950	12950	8750	7750	36350	35550	28550	22500	22500	22500	22500		
22	CA3262	125000	95000	65000	74200	50000	41400	37400	37400	32200	27600	41600	105800	101600	98400	123000	120400	121400	117800	109600	106400	106400	106400	106400		
23	CA3264	15000	12500	10000	85400	96200	93800	93600	93600	92700	88800	83000	81000	77800	75400	72600	72600	98200	97200	93200	91100	91100	91100	91100		
24	CA3300	252000	182000	112000	83700	57400	95800	25900	-164100	-6200	-126300	-141500	-80000	-1000	-1000	-3800	69800	62700	142280	106380	93680	63600	63600	63600		
25	CA3302	252000	182000	112000	107500	112100	93500	82400	-127600	-126600	-168600	-154300	-144400	17700	-2300	-3800	104750	117550	117500	81100	70900	29500	29500	29500		
26	CA3303	84000	70000	56000	44000	43100	39000	36100	4700	21900	-100	-100	-2500	52200	51200	51200	47900	47900	47900	27900	27600	27600	27600	27600		
27	CA3304	252000	182000	112000	143600	149000	119200	115300	-224700	-196300	-334900	-343600	-185000	-188000	-189000	-189700	-189200	-95700	-57200	-74400	-83200	-10600	-10600	-10600		
28	CA3305	84000	70000	56000	56900	56800	52800	51300	1300	20600	2600	2600	-1500	-1500	-2500	-2500	-4500	49100	49100	50100	50100	50100	50100	50100		
29	CA3330	26000	22000	18000	-3000	8800	10400	11600	10400	10400	10200	9000	6600	6200	4600	4200	3400	3000	3000	2800	0	-1000	-1000	-1000		
30	CA3332	32000	30000	28000	-2950	6250	6050	7450	7050	7050	6850	5250	1250	850	-750	-1150	-2150	-2750	-2150	-550	-2950	-4100	-4100	-4100		
31	CA3334	22000	16000	10000	400	11000	9800	11600	11000	11000	10600	10400	8400	8000	7200	7200	6800	6800	6800	7000	6000	5000	5000	5000		
32	CA3350	15000	12500	10000	6400	-7000	2200	16400	16400	16400	15600	14400	10600	9200	5600	4800	1000	-200	200	1400	-800	-2400	-2400	-2400		
33	CA3352	15000	12500	10000	11200	-1000	12600	26400	26400	26400	25200	23800	18600	18000	14200	13200	10000	9000	9400	8800	5600	4200	4200	4200		
34	CA3354	15000	12500	10000	10000	2600	15400	28400	28400	28400	27800	27200	23200	23000	19800	19600	16600	16400	17400	16800	15400	14400	14400	14400		
35	CA3360	15000	12500	10000	30400	14000	11400	10800	10800	57000	59600	57000	51800	50600	44600	43600	41000	41000	41400	39800	34800	29800	29800	29800		

Figura 24 Ejemplo Límites de Stock en Traffic Light, Excel
Fuente: COCESA

Respecto a los límites de stock máximo, medio y mínimo para cada producto, se realizó una comparación con la cantidad de ventas, en donde se visualizó que la cantidad de ventas de un determinado producto para el periodo de un mes es mucho mayor que el límite de stock máximo destinado en bodega para este, dándose también el caso contrario,

es decir, ventas mensuales de productos muy inferiores respecto a su límite mínimo de stock destinado en bodega.

De lo anterior nos podemos dar cuenta en primer lugar que la cantidad designada en bodega para cada producto se encuentra obsoleta debido al cálculo actual de los límites máximos, medios y mínimos de stock, produciendo quiebres de stock y sobre stock en mucho de los productos pertenecientes a MTS, la que definimos como la causa del problema.

V.5 Propuesta

Nuestra propuesta de solución al problema es establecer políticas de inventario que permitan la actualización dinámica de los límites de Stock para cada producto, con el fin de evitar quiebres de stock.

La actualización dinámica de los límites de stock será obtenida a través de un método de pronósticos. Estos serán actualizados una vez al mes cuando se realice el pronóstico de ventas.

Para facilitar la ejecución y validación de la propuesta se tomará una muestra de productos de los cuales se recopilara información histórica de ventas para realizar pronósticos de ventas posteriores

La información recabada será analizada y soportada en una hoja de cálculo dinámica (TrafficLight) que dictará los nuevos límites de stock para nuestro modelo de inventario, ya sea de periodo fijo o cantidad fija.

Diagrama de proceso de políticas de inventario

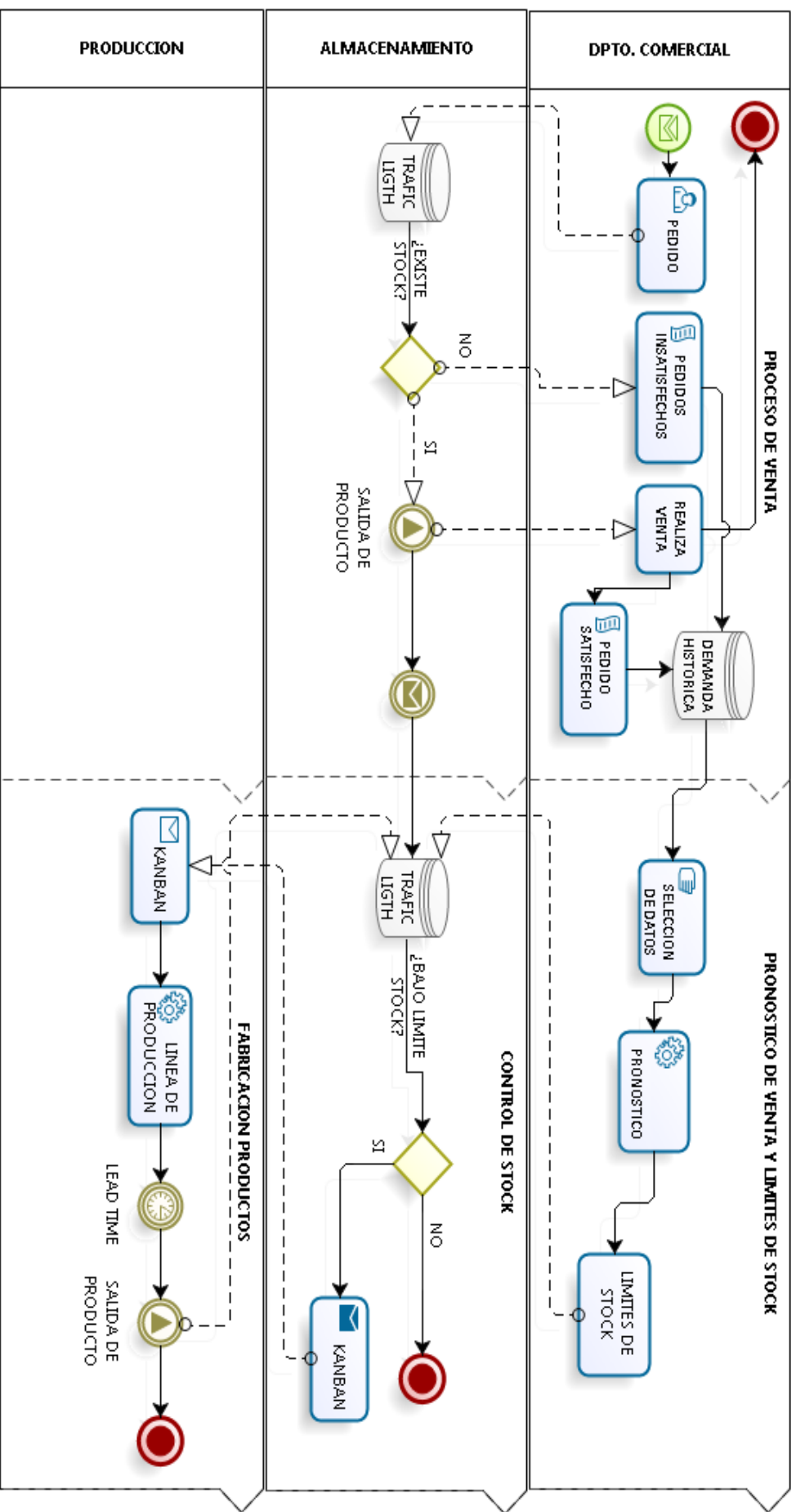


Figura 25: Proceso de política de inventarios
Fuente: Elaboración propia

La figura 25 mostrada anteriormente resume el diseño de las políticas de inventario propuestas a seguir por COCESA la cuales se detallan a continuación:

Departamento Comercial

Pedido: requerimiento de un producto por parte de un cliente.

Pedido insatisfecho: registro de un requerimiento que no fue entregado al cliente debido a una causa interna, como puede ser ausencia del producto o no conformidad de este.

Realiza venta: es la entrega de un pedido

Pedido satisfecho: registro tras realizar la entrega de un pedido

Demanda histórica: base de datos que contiene la demanda histórica acumulada, obtenida a través de los pedidos satisfechos y pedidos insatisfechos.

Selección de datos: datos provenientes de la base de datos de la demanda con los cuales se realizaran los estudios de pronósticos, esto después de haber revisado errores de digitación y eventos producto de una causa asignable.

Pronostico: en esta etapa se elige el método de pronóstico más adecuado según el comportamiento de los datos, el cual nos arrojará la demanda estimada para el periodo siguiente.

Límites de stock: límites de existencia de productos almacenados, estos variarán de acuerdo a la estimación de la demanda correspondiente a cada periodo. Se designa un límite máximo, medio y mínimo.

Almacenamiento (Control de Stock)

Trafic lighth: sistema de control de inventario el cual da aviso entre que límites de stock se encuentra un determinado producto y la cantidad de este en tiempo real.

Existencia del producto: revisión de la cantidad requerida por un cliente para su entrega, en caso de existir la totalidad se hace la entrega de este, en caso de no cumplir con el pedido se registra como pedido insatisfecho.

Salida del producto: entrega de un pedido requerido, el cual se registra como pedido satisfecho.

Existencia del producto: Verificar niveles de stock según los límites pronosticados.

Kanban salida: Cantidad ordenada a producir de un determinado producto con escasas de stock al área de producción.

Producción

Kanban de entrada: Orden de pedido a producir que recibe el área de producción.

Línea de producción: Cadena de procesos necesarios para crear un producto.

Lead time: Tiempo de fabricación desde la colocación del pedido hasta la entrega al cliente

Salida del producto: Producto listo para enviar al área de almacenamiento.

V.5.1 Proceso de ventas

El proceso comienza con el pedido del cliente cuando es recepcionado por el departamento comercial. Este pedido es consultado al archivo Traffic Light, perteneciente al departamento de abastecimiento el cual indica si existe stock del producto en bodega. En caso de ser favorable la solicitud, ésta es despachada al cliente, registrándose dicho movimiento para actualizar inventario además de registrarse como pedido satisfecho en departamento comercial. En caso contrario, se registra como pedido insatisfecho el cual perjudicará el nivel de servicio.

V.5.2 Pronóstico de venta

En esta etapa se utiliza la información recopilada tanto de las ventas satisfactorias como las que no fueron concretadas por algún motivo interno. Esta información es limpiada, es decir se identifica la información que haya sido duplicada o mal digitada, también se asigna un nivel bajo de importancia a ventas extremas, producto de un motivo poco común, que se sabe no se repetirá con frecuencia.

Una vez limpiada la información procedemos a graficarlos para ver su comportamiento, visualizar si existe algún tipo de tendencia o se dio a conocer estacionalidad respecto a los periodos anteriores. Esto nos sirve como guía en la determinación de nuestro modelo de pronóstico.

El pronóstico mensual obtenido es dividido en las cuatro semanas que conforman el mes para así calcular límites de stock semanales, permitiendo llevar un control

de inventario más constante de los productos y prever con anticipación una variación de la demanda real respecto a lo pronosticado.

V.5.2.1 Clasificación ABC

Debido a que el número de productos a gestionar es muy grande resulta conveniente elegir una muestra de algunos productos que sean representativos respecto de los demás y que además de ello sean productos considerados críticos desde el punto de vista de la demanda, el precio de venta o algún otro criterio relevante para nuestra investigación.

Una técnica cuantitativa sencilla y ampliamente utilizada para realizar clasificaciones de inventario es el conocido método ABC que fue adaptado por el norteamericano H.F. Dickie basándose en el principio de Pareto visto anteriormente en el capítulo III, cuyo principio establece que *“hay unos pocos valores críticos y muchos insignificantes, por lo que los recursos deben concentrarse en los valores críticos y no en los insignificantes”* [Wilfredo Pareto 1897], *“En cualquier clasificación de los inventarios una pequeña fracción expresada en términos de elementos representa una fracción mayoritaria en términos de efecto”* [H.F. Dickie]. Dicho método permite establecer una clasificación a partir de un determinado criterio, separándolos en tres grupos siendo el grupo “A” el de mayor importancia desde el punto de vista del criterio, seguido del grupo “B” y el “C”.

En el caso de nuestro estudio y acotando los productos fabricados bajo el sistema MTS, se ha establecido como criterio principal para la clasificación de estos, la rotación que presentan en inventario. Dicha clasificación nos permitirá enfocarnos en analizar aquellos productos que tienen mayor venta y que en diversas ocasiones han presentado quiebres de stock.

Para ello se ha considerado la cantidad total de productos fabricados bajo el sistema MTS (232 productos), ordenándolos de mayor a menor de acuerdo a cuales han presentado mayor rotación en bodega en un período de seis meses (Enero – Diciembre 2013) arrojándonos los resultados presentados en la figura 25 mostrado a continuación.

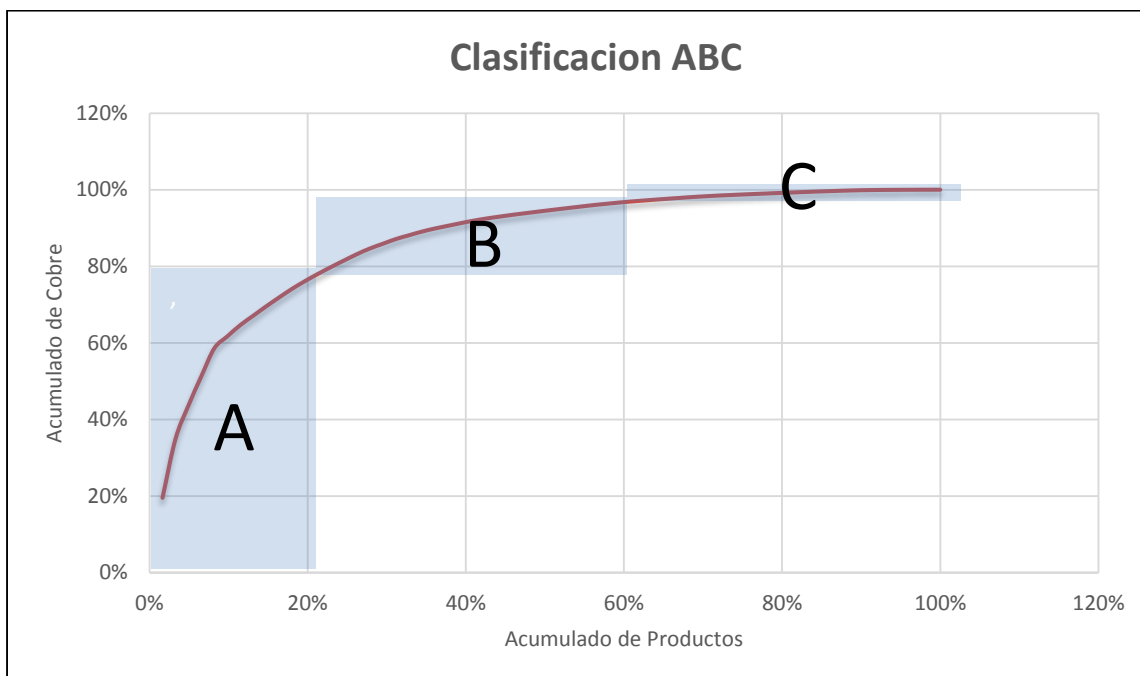


Figura 26 Clasificación de los productos mediante método ABC
Fuente: Adaptación método ABC [H.F. Dickie 1951]

De la figura 26 se puede apreciar que el 22,95% de los productos analizados concentra un 79,79% del volumen de cobre vendido, siendo estos clasificados en el grupo “A” correspondiente a los más críticos. Luego el 37,71% de los productos concentra el 17,08% del volumen de cobre vendido, siendo clasificado en el grupo “B”. Finalmente el 39,34% de los productos restantes concentran el 3,12%, siendo clasificados en el grupo “C”, restándoles importancia en posteriores estudios.

A continuación en la tabla 20 se presenta un resumen con los productos resultantes de la clasificación ubicados en el grupo “A” como productos críticos a los cuales se concentrará nuestra atención para los diferentes análisis.

Tabla 20 Productos clasificados en el grupo A
Fuente: Elaboración propia.

Del análisis ABC se identificó que los productos con mayor volumen de cobre vendido lo lideran los alambres de tipo NYA de 2,5 y 1,5 mm², con un 19,54% y 15,33%

<i>Producto</i>	<i>Cant. Cobre kg</i>	<i>% Cant. Cobre</i>	<i>% Acumulado de Productos</i>	<i>% Acumulado Cobre</i>
A/NYA 2,5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	229585	19,54%	1,64%	19,54%
A/NYA 1,5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	180107	15,33%	3,28%	34,86%
<i>SUPERFLEX 500 MCM 1KV</i>	102947	8,76%	4,92%	43,62%
<i>C/THHN 12 AWG 7H 600V R100+PE+SENSOR</i>	90126	7,67%	6,56%	51,29%
<i>C/THHN 14 AWG 7H 600V R100+PE+SENSOR</i>	85729	7,30%	8,20%	58,59%
<i>SUPERFLEX 2 AWG 1KV</i>	36492	3,11%	9,84%	61,69%
<i>C/THHN 10 AWG 7H 600V R100+PE+SENSOR</i>	34541	2,94%	11,48%	64,63%
<i>SUPERFLEX 4/0 AWG 1KV</i>	28860	2,46%	13,11%	67,09%
<i>SUPERFLEX 250 MCM 1KV</i>	28740	2,45%	14,75%	69,53%
<i>A/NYA 1,5 mm² 0,6/1KV C1000</i>	27357	2,33%	16,39%	71,86%
<i>A/NYA 2,5 MM2 0,6/1KV CARR + SENSOR</i>	26504	2,26%	18,03%	74,12%
<i>SUPERFLEX 6 AWG 1KV</i>	23723	2,02%	19,67%	76,14%

respectivamente, los cuales se utilizarán como muestra para nuestro estudio.

V.5.2.2 Método de pronósticos

En primera instancia se tomaron los datos de ventas históricas de los últimos doce meses del año 2013, del alambre NYA 1,5 mm² proporcionadas por el área comercial que sumado a un factor de nivel de servicio nos permite saber cuál es la demanda real del

producto. Una vez obtenida la demanda se pronostica el siguiente periodo a través de dos modelos, suavizado exponencial y medias móviles.

La elección de este productos fue debido a que ocupa el segundo lugar a lo que se refiere a rotación y ocupa primer lugar en los quiebres de stock.

Suavizado Exponencial

<i>MES</i>	<i>DEMAND A</i>	<i>SUAVIZACION EXPONENCIAL ($\alpha=0,15$)</i>	<i>ERROR</i>	<i>MAD</i>	<i>MAD_t</i>
<i>ENERO</i>	19098	19098	0	0	0
<i>FEBRERO</i>	20425	19098	1328	1328	199
<i>MARZO</i>	22596	20226	2370	2370	525
<i>ABRIL</i>	23157	22240	917	917	584
<i>MAYO</i>	16329	23020	6691	6691	1500
<i>JUNIO</i>	8950	17333	8383	8383	2532
<i>JULIO</i>	10015	10207	192	192	2181
<i>AGOSTO</i>	8784	10044	1260	1260	2043
<i>SEPTIEMBRE</i>	10745	8973	1771	1771	2002
<i>OCTUBRE</i>	17630	10479	7151	7151	2775
<i>NOVIEMBRE</i>	14607	16558	1951	1951	2651
<i>DICIEMBRE</i>	7771	14899	7129	7129	3323
<i>ENERO 2014</i>		8840			
			MAD	3262	

Tabla 21 Tabla de pronóstico NYA 1.5 mm²
Fuente: Elaboración propia

La tabla 21 nos muestra la demanda en [kg] de cobre, obtenido a través del modelo de suavización exponencial para el producto NYA 1.5 mm² para cada uno de los meses del año 2013, con su respectivo pronóstico y error medio absoluto de 3.362 Kg de cobre.

Podemos observar el cálculo del pronóstico para el último mes, correspondiente a Enero 2014, el cual será usado para verificar la precisión del modelo.



Figura 27 Demanda V/S Pronostico NYA 1.5 mm²
Fuente: Elaboración propia

La figura 27 muestra el comportamiento grafico de la demanda real v/s el pronóstico resultante del método de suavizado exponencial, considerando la demanda en kg de cobre y el tiempo en meses.

Medias Móviles

El segundo pronóstico lo realizamos a través de medias móviles, con un “n” de 2 periodos, para así darle importancia a los datos más recientes.

<i>MES</i>	<i>DEMANDA</i>	<i>2PERIODOS</i>	<i>ERROR 1</i>
<i>ENERO</i>	19098	19098	
<i>FEBRERO</i>	20425	20425	
<i>MARZO</i>	22596	19762	2834
<i>ABRIL</i>	23157	21511	1647
<i>MAYO</i>	16329	22877	6547
<i>JUNIO</i>	8950	19743	10794
<i>JULIO</i>	10015	12639	2624
<i>AGOSTO</i>	8784	9482	698
<i>SEPTIEMBRE</i>	10745	9400	1345
<i>OCTUBRE</i>	17630	9764	7866
<i>NOVIEMBRE</i>	14607	14187	419
<i>DICIEMBRE</i>	7771	16119	8348
<i>ENERO 2014</i>	PRONOSTICO	11189	4312

Tabla 22 Tabla de pronóstico medias móviles NYA 1.5 mm²
Fuente: Elaboración propia

La tabla 22 muestra el pronóstico de demanda de cobre para el periodo correspondiente a Enero de 2014 utilizando método de medias móviles con una cantidad de dos periodos. Se puede apreciar que error medio de 4312 Kg de Cobre.

La figura 28 mostrada a continuación muestra el comportamiento grafico del pronóstico de ventas de cobre expresados en Kg de cobre mensuales.

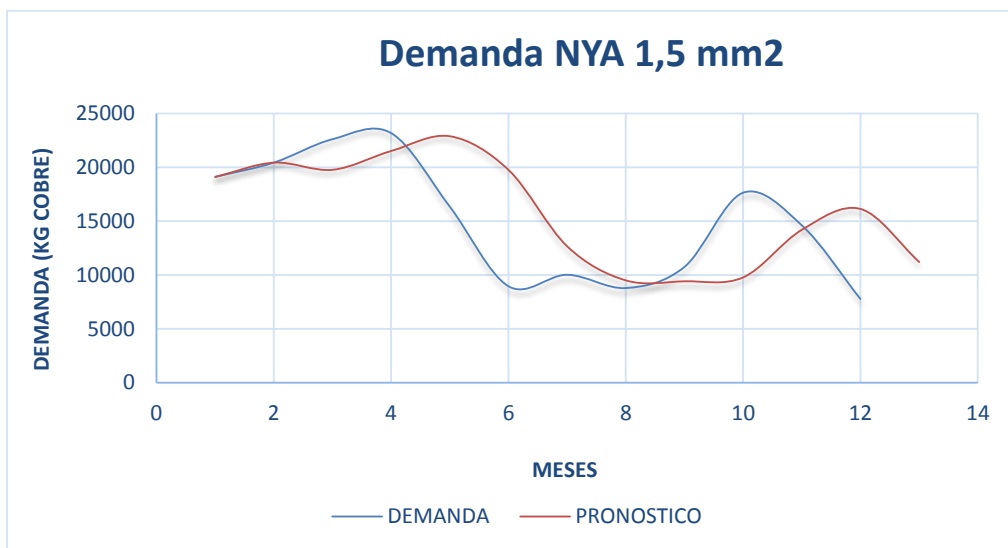


Figura 28 Demanda V/S Pronostico obtenido por medias móviles NYA 1.5 mm²
Fuente: **Elaboración propia**

De lo anterior decidimos usar el pronóstico resultante del método suavizado exponencial, debido a que presentó un error medio absoluto inferior al entregado por el de medias móviles.

V.5.3 Límites de stock

Dentro de las formas más comunes para establecer límites de stock encontramos el uso del error medio absoluto (MAD), el cual consiste en la diferencia absoluta entre la demanda pronosticada y la real, al sumar el valor de la MAD al pronóstico de venta se obtiene un límite máximo y al restárselo obtenemos el límite mínimo.

Otro método no menos complejo es utilizar el EOQ como parámetro para establecer el límite máximo, el que puede ir variando debido a los costos que influyen en el lote económico.

Otra técnica para establecer el límite mínimo de stock es el punto de re orden, tomando en cuenta el lead time de producción, es decir realizar el kanban al momento que se encuentre una cantidad mínima para cubrir la demanda durante el periodo de producción del lote económico o una cantidad que alcance los límites máximos de stock.

Límites de Stock utilizando MAD de suavizado exponencial

En este caso, para análisis de estudio, fijaremos el límite de stock superior como el pronóstico más el error absoluto medio (MAD) y el límite de stock inferior como el pronóstico del periodo menos el MAD. Estos límites son ingresados al Traffic Light como patrón de stock, con el fin de visualizar el nivel actual de existencias respecto al nuevo pronóstico de venta, incluyendo en cada pronóstico el resultado de ventas del mes anterior.

Debido a que el pronóstico se realizó en unidades de [kg] de cobre y los límites de stock se presentan en metros, se aplicó la conversión en la que 1 [kg] de cobre equivale a 78.5 metros de alambre NYA 1.5 [mm].

LIMITES DE STOCK EN [m]

MES	LIMITE INFERIOR	PRONOSTICO	LIMITE SUPERIOR
ENERO	1243116	1499170	1755225
FEBRERO	1243116	1499170	1755225
MARZO	1331704	1587758	1843813
ABRIL	1489822	1745877	2001931
MAYO	1550999	1807053	2063107
JUNIO	1104569	1360623	1616678
JULIO	545206	801260	1057315
AGOSTO	532385	788439	1044494
SEPTIEMBRE	448337	704392	960446
OCTUBRE	566539	822594	1078648
NOVIEMBRE	1043721	1299775	1555830
DICIEMBRE	913547	1169601	1425655
ENERO	437894	693948	950003

Tabla 23 límites de stock NYA 1.5 mm²
Fuente: Elaboración propia

La tabla 23 muestra los límites obtenidos para los distintos meses del año 2013 para el alambre NYA 2.5 mm² expresados en metros lineales.

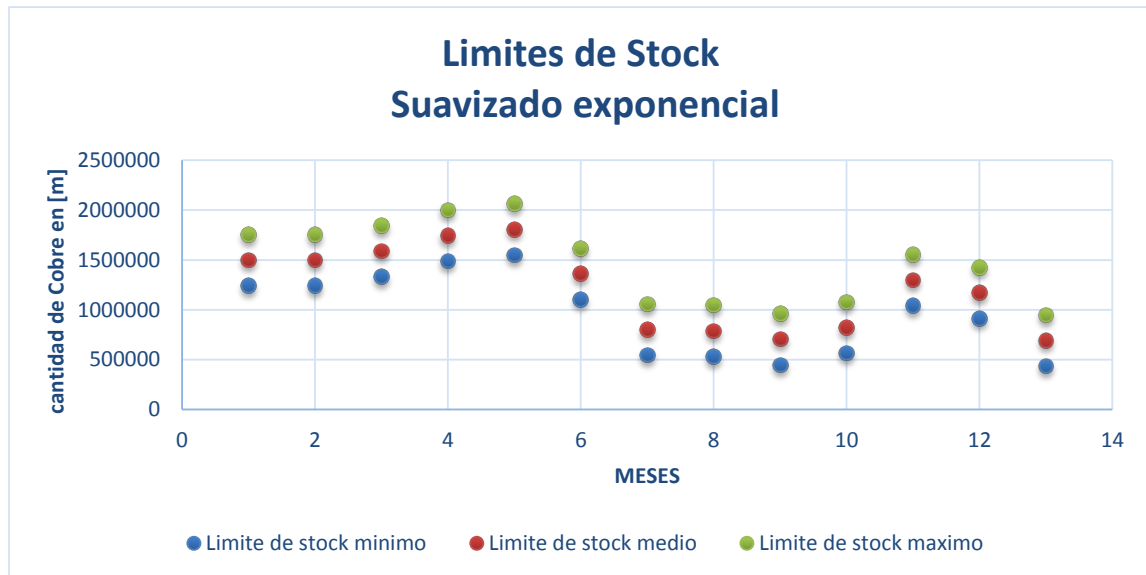


Figura 29 Límites de Stock NYA 1.5 mm² expresados en metros
Fuente: Elaboración propia

V.5.4 Elección del modelo de inventario (P o Q)

Al momento de decidir qué modelo de inventario implementar tomamos en cuenta ciertos parámetros, ya que para un producto no necesariamente es adecuado el que para otro sí. Estos parámetros son:

- Nivel de rotación de los productos
- Lead Time de Fabricación
- Variabilidad de la demanda
- Costos de inventarios

En nuestro caso el modelo a implementar es el modelo **P** para ambos productos debido a las siguientes características:

- ✓ **Productos de alta rotación:** como el alambre NYA 1,5 mm² se vende con mucha frecuencia y en grandes cantidades presenta una alta rotación del producto en bodega, siendo difícil establecer una cantidad fija (Q) para cualquier periodo de tiempo. En cambio el modelo P nos permite solicitar la cantidad necesaria para suplir un determinado periodo
- ✓ **Bajo lead time:** esto nos permite establecer un periodo fijo de reposición más acotado y evitarnos un colchón grande de existencias de seguridad y al mismo tiempo reponer la cantidad faltante, como en el caso del alambre NYA 1,5 mm, que su lead time para fabricar 150.000 metros es de 2 días, aproximándose a la diferencia entre el límite máximo y el mínimo.
- ✓ **Costo de inventario bajo:** el costo de inventario para los productos analizados es bajo en comparación al resto, pudiendo ser perfectamente utilizado el modelo P, debido a que el modelo P necesita de gran cantidad de inventario para suplir el tiempo de re orden.
- ✓ **Programar la producción:** en la empresa se fabrican diversos productos de la misma familia y de bajo costo, por lo que al aplicar un modelo P a estos permitiría organizar de mejor manera la producción evitándose desordenes y contratiempos.

V.5.5 Implementación del Modelo P

Al momento de implementar el modelo P es necesario contar con la información que permita decidir el periodo fijo para el abastecimiento del producto, como el lead time de producción, la cantidad que conforma el lote económico y los límites de stock a utilizar.

Con el pronóstico de venta mensual (Enero) obtenido mediante el método de suavizado exponencial, los límites fijados por medio de la MAD y el periodo fijo asignado de reabastecimiento de 7 días, en la figura se muestra el comportamiento del stock.

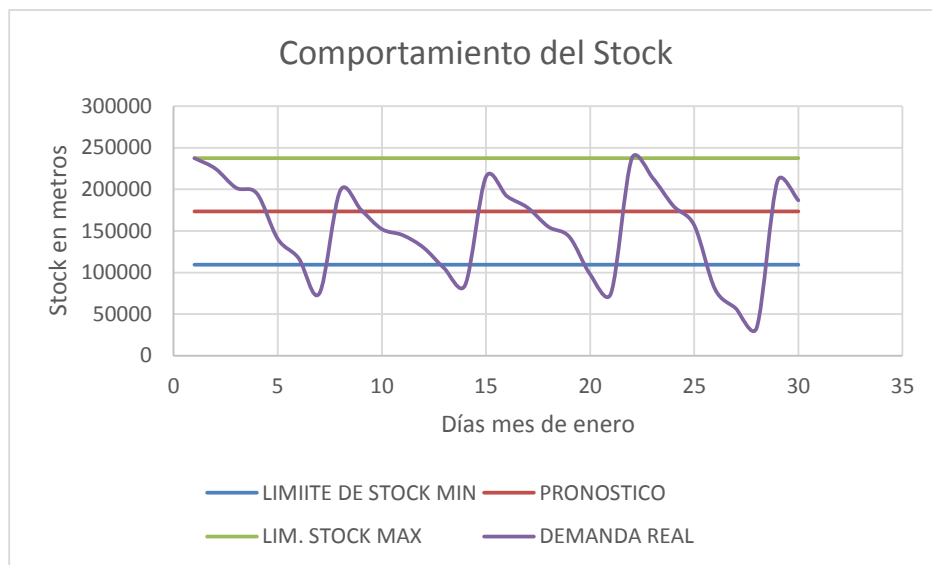


Figura 30 Comportamiento de Stock con nuevos límites
Fuente: Elaboración propia

Con la figura anterior podemos demostrar que no se produjo ningún quiebre de stock para el mes de Enero 2014, aunque si se presentaron cantidades bajo el stock de seguridad o límites mínimos de stock. Se eliminó el 100% de los quiebres de stock para un producto que correspondía al más crítico y se encontraba con un promedio del 40% del tiempo con quiebre de stock.

V.5.6 Comparación Económica

Además de corroborar si nuestra propuesta es factible en términos técnicos, es imprescindible realizar una comparación económica entre el escenario inicial y el escenario al implementar la propuesta.

Debido a que nuestra propuesta tiene como objetivo principal eliminar los quiebres de stock, para que sea factible económicamente es necesario que el costo de oportunidad actual sea mayor que los costos asociados a nuestra propuesta. El costo de oportunidad será calculado solo para el producto NYA 1,5 mm, debido a que es el que genera mayor quiebre de stock.

La demanda promedio mensual de NYA 1.5 mm es de 15000 kg, de la cual solo se cubre un 80 % por motivos de quiebre de stock, quedando un 20% como costo de oportunidad, lo que equivale a 3.000 kg. El kg de NYA 1,5 mm tiene un precio de \$6.500, con un margen de utilidad del 20%, al realizar esta operación obtenemos que el costo de oportunidad para el producto NYA 1.5 mm mensual promedio corresponde a la suma de **\$3.900.000**.

El presupuesto calculado para nuestra propuesta considera lo siguiente:

Item	Costo x Item
Equipamiento computacional:	3 x \$700.000
Licencia Forecast:	1 x \$800.000
Sueldo Analista:	1 x \$800.000
Sueldo Digitador	2 x \$500.000
Total Inversión	\$ 4.600.000

Tomando en cuenta que el costo de oportunidad solo se consideró para el producto NYA 1.5 mm, podríamos aceptar la propuesta desde el punto de vista económico, ya que el costo de mensual de mantenimiento será solo de \$2.500.000. También se evitara costos cualitativos asociados a pérdida de cliente debido a una lenta respuesta por parte de COCESA.

CAPITULO VI Conclusiones

COCESA es una empresa dedicada a la manufacturación y venta de conductores eléctricos, la cual sus productos son requeridos con bastante frecuencia, debido a esto ha logrado posicionarse como una de las empresas con mayor participación en el mercado, sin embargo hemos podido mostrar en la presente tesis como muchas veces no ha podido cumplir de forma satisfactoria con sus clientes debido a los quiebres de stock. Esto posteriormente a los análisis, se pudo demostrar que se debe a la obsolescencia y falta de procedimientos en las políticas establecidas.

De acuerdo a lo anterior nació la idea de establecer nuevas políticas de inventario que permitan evitar los quiebres de stock de los distintos productos pertenecientes a MTS, mejorando así el nivel de servicio y manteniendo la fidelidad de los clientes.

Para llevar a cabo el establecimiento de las políticas de inventario se definieron distintos pasos a seguir, originándose con el planteamiento de los objetivos generales y específicos que se van desarrollando a lo largo de la metodología propuesta. Esta se inicia recolectando información de políticas actuales de operación, datos históricos de venta, sistemas de almacenamiento, etc., siendo estas claves para el desarrollo de nuestra memoria.

Finalmente podemos concluir que es indispensable que COCESA establezca e implemente políticas de gestión de inventario, dejando en claro cada uno de los pasos a seguir en las distintas operaciones de la empresa, así como se ha mostrado en la ejemplificación de las políticas.

Es importante mencionar que si bien la implementación de políticas en COCESA son necesarias, estas deben estar alineadas con los objetivos de la empresa así como una estructura global definida. No obstante las políticas pueden sufrir cambios en las herramientas de análisis que se utilizan (métodos de pronósticos, sistemas de información, etc.) además de patrones a seguir (límites de stock, cantidad optima de producción).

Glosario

Coaching: consiste en instruir y entrenar a una persona o a un grupo de ellas, para conseguir alguna meta o de desarrollar habilidades específicas.

Cross Docking: corresponde a un tipo de preparación de pedido sin colocación de mercancía en stock que permite transitar materiales con diferentes destinos y/o diferentes orígenes.

Kanban: sistema de información que controla la fabricación de productos necesarios en cantidad y tiempo necesarios.

Layout: distribución física de planta de almacenamiento

Lead time: Tiempo de fabricación desde la colocación del pedido hasta la entrega al cliente

Límites de Stock: límites de inventario establecidos dentro de los cuales se puede almacenar una cantidad definida de productos

Make to order: Productos que son fabricados a pedido del cliente

Make to stock: productos que son fabricados para ser almacenados

Quiebre de stock: escases de producto requerido en inventario

Rack: Estantes destinados al almacenamiento de productos

Retail: empresa dedicada a la venta masiva al por menor o detalle

Sobre stocks: exceso de productos almacenados en bodega

Traffic light: Sistema de información y control de existencias en bodega.

Bibliografía

- Chase, Jacob, Aquilano- Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, Mc Graw Hill 10° Edición 2005.
- Adam, Everett E.-Administración de la Producción y las Operaciones – Prentice-Hall.
- Investigación de Operaciones – Aplicaciones y Algoritmos – Wayne L. Winston – 4° Edición CengageLearning.
- Planeación de Producción y Control de Inventario – Sin Narasimhan – Dennis W. McLeavey, Peter Billington – 2° Edición Prentice Hall.
- Domínguez M., José A. (1995). Director de Operaciones. Aspectos Tácticos y Operativos de la producción y los servicios (1ra Ed.) McRae
- Administración de Operaciones Estrategia y Análisis – Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman – 5° Edición Prentice Hall 2000
- Ballou. Logística. Administración de la Cadena de Suministro, Quinta edición, Prentice Hall, 2004
- Chopra, Meindl. Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia planeación y operación, tercera edición, Prentice hall
- <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448199316.pdf>
- <http://www.prochile.cl/servicios/estadisticas/index.php>

Anexos

Anexo A.1 Clientes de COCESA distribuidores

DISTRIBUIDORES		
CLIENTE		CLIENTE
AGUILA	26	LA CENCO
CASA MUSA ELECTROTEC. LTDA.	27	LOMUSCIO HIJO
CASA MUSA ELECTROTEC. LTDA. MATTA	28	OUTOTEC
CASA MUSA ELECTROTEC. LTDA. LAS CONDES	29	PDQ (DARTEL)
CLG (Comercial log. General)	30	RTR-CONDENSADORES DNA CHILE S.A
COMERCIAL ARAGON LIMITADA	31	SALFA CONSTRUCCION S.A.
COMERCIAL LARRAIN S.A	32	SOC. AUSTRAL DE ELECT. S.A.(TRANS SHUCK)
COMERCIAL LOGISTICA APLICADA	33	SOC.COMERCIALIZADORA E INMOB.LTDA.
COSMOPLAS S.A	34	SOCIEDAD COMERCIAL LAMPA LTDA
DARTEL S.A.	35	SOCIEDAD COMERCIAL SAJONIA LIMITADA
EECOL INDUSTRIAL ELECTRIC	36	TECNO RED (VALPARAÍSO)
ELECT Y CONSTRUCCION (TRANS LINSA) LAMPA	37	TODO CABLE
ELECTRICIDAD GOBANTES S.A.	38	Trans Salon Chaves (Norte Grande)
ELECTRICIDAD GUZMAN	39	Trans. Bass(Grez y Ulloa)
ELECTROCOM S.A.	40	Trans. Binder (DARTEL)
ELECTROTEL (TRANS. SHUCK)	41	Trans. Eco express (ELECTROCOM)
F Y K- REXEL PRODUCTOS CALZADOS-ESPECIAL	42	Trans. Sotraser (CONS. EL ABRA)
FOODS	43	Trans. Taladriz cargo (ELECTROCOM)
Grupo F y K, Rexel	44	Trans. Tamarugal (MEGA ELECTRIC)
IMPERIAL S.A.	45	Trans. Villa prat (CASA MUSA)
INDUSTRIA NACIONAL DE ENVASES (INERSA)	46	Trans. Villa prat. (DARTEL)
ING.Y CONSTRUCCION SIGDO KOPPERS S.A	47	TURSEL
INGENERIA PROYECTOS Y MONTAJES LTDA	48	TUSAN
INGENIERIA Y LOGISTICA APLICADA LTDA	49	VITEL S.A.
JUAN CANCINO GARRIDO		

Fuente: COCESA

Anexo A.2 Layout Bodega Nacional

	CA3265	CA3200	CA3202	CA3202	CA3202	CA3204	CA3204
	CA3265	CA3200	CA3200	CA3202	CA3202	CA3204	CA3204
1	CA3200	CA3200	CA3202	CA3202	CA3204	CA3204	
	CA3200	CA3200	CA3202	CA3202	CA3204	CA3204	CA3203
	CA3200	CA3200	CA3202	CA3205	CA3204	CA3204	CA3203
	CA3200	CA3200	CA3202	CA3205	CA3204	CA3204	CA3203

Alambre NYA- 1.5

PASILLO A

2	CA3262	CA3250	CA3254	CA3232	CA4204	CA4200	
	CA3262	CA3250	CA3254	CA3232	CA4204	CA4200	
	CA3260	CA3250	CA3254	CA3230	CA4205	CA4200	
	CA3260	CA3264	CA3252	CA3230	CA4205	CA4202	
	CA3263	CA3264	CA3264	CA3252	CA4203	CA3234	CA4202
	CA3263		CA3264	CA3252	CA4203	CA3234	CA4202

CA3305	CA3302	CA3302	CA3302	CA3304	CA3300	CA3300	CA3364
CA3305	CA3305	CA3302	CA3302	CA3304	CA3300	CA3300	CA3364
3	CA3302	CA3304	CA3304	CA3300	CA3300	CA3352	
	CA3302	CA3304	CA3304	CA3300	CA3303	CA3352	
	CA3302	CA3304	CA3304	CA3300	CA3303	CA3354	
	CA3302	CA3304	CA3304	CA3300	CA3303	CA3354	

Alambre NYA-2.5

PASILLO B

4	CA3360	CA4502	CA5400	CA5305	CA5302	CA3332	
	CA3362	CA4503	CA5402	CA5305	CA5302	CA3332	
	CA3350	CA4504	CA5403	CA5304	CA5300	CA3332	
	CA6400	CA4505	CA5404	CA5304	CA5300	CA3330	
	CA6400	CA6404	CA6402	CA3363	CA5405	CA5303	CA3334
CA3350	CA6405	CA6403	CA3363	CA4500	CA5303	CA3334	CA3330

ED5105	ED5100	ED7103	ED4005	ED4002	ED5104	ED5104	ED5104
ED5105	ED5204	ED7103	ED4005	ED4002	ED5103	ED5104	ED5104
5	ED7105	ED7102	ED4004	ED5103	ED5102	ED5100	
	ED7105	ED7102	ED4004	ED5103	ED5102	ED5100	
	ED7104	ED7100	ED4003	ED4000	ED5102	ED5100	
	ED7104	ED7100	ED4003	ED4000	ED5102	ED5100	

Cable THHN 14 AWG

PASILLO C

6	ED5200	ED5202	ED5203	ED7203	ED4100	ED4104	
	ED5200	ED5202	ED5203	ED7203	ED4100	ED4104	
	ED5200	ED5202	ED7200	ED7204	ED4102	ED4105	
	ED5200	ED5202	ED7200	ED7204	ED4102	ED4105	
	ED5205		ED5200	ED5204	ED7202	ED7205	ED4103
ED5205		ED5204	ED5204	ED7202	ED7205	ED4103	

	BE2103	BE2203	EX8303	CC0356	DA6200		
	BE2103	BE2203	EX8303	CC0356	DA6200		
7	BE2103	BE2203	EX8403	CC0356	DA6202	DA6205	
	BE2103	BE2203	EX8403	CC0456	DA6202	DA6205	
	BE2103	BE2203	EX8503	CC0456	DA6203	DA6204	
	BE2103	BE2203	EX8503	CC0456	DA6203	DA6204	

CROSS DOCKING

PASILLO D

8	EX9003	EX9103	EX9203	GI5686	RESERVA	RESERVA		
	EX9003	EX9103	EX9203	GI5686	RESERVA	RESERVA		
	EX9003	EX9103	EX9203	GI5786	RESERVA	RESERVA		
	EX9003	EX9103	EX9203	GI5786	RESERVA	RESERVA		
	GA3100		EX9003	EX9103	EX9203	EY7385	RESERVA	RESERVA
	GA3100		EX9003	EX9103	EX9203	EY7385	RESERVA	RESERVA

		CC0507	CC2307	CC2607			
		CC0507	CC2307	CC2607	DU6305		
9	CC0407	CC0703	CC2507	DU6304			
	CC0407	CC0703	CC2507	DU6303			
	CC0307	CC0607	CC2407	DU6302			
	CC0307	CC0607	CC2407	DU6300			

CALECOS/ EVAFLEX

PASILLO E

10	RESERVA					

		GD6510	GB7110	GB8510	GH7810	RESERVA	RESERVA
		GD6510	GB7110	GB8510	GH7810	RESERVA	RESERVA
11	GD6310	GB6810	GB8170	GH7410	RESERVA	RESERVA	
	GD6310	GB6810	GB8110	GH7410	RESERVA	RESERVA	
	GD6210	GD6810	GB7210	GB9910	RESERVA	RESERVA	
	GD6210	GD6810	GB7210	GB9910	RESERVA	RESERVA	

CORDONES NARANJO

PASILLO F

12	ED5300	ED5304	ED4202	ED7302	ED7303		
	ED5300	ED5304	ED4202	ED7302	ED7303	ED7400	
	ED5300	ED5304	ED4203	ED7300	ED7304	ED7402	
	ED5302		ED4203	ED7300	ED7304	ED7403	
	ED5305	ED5303	ED5302	ED4200	ED4204	ED4205	ED7305
ED5305	ED5303	ED5302	ED4200	ED4204	ED4205	ED7305	ED7405
		DEVOLUCION	EVOLUCION	EVOLUCION	ED0406	ED0506	ED0606
		DEVOLUCION	EVOLUCION	EVOLUCION	ED0405	ED0505	ED0605
13	EVOLUCION	EVOLUCION	EVOLUCION	ED0404	ED0504	ED0604	
	EVOLUCION	EVOLUCION	EVOLUCION	ED0403	ED0503	ED0603	
	EVOLUCION	EVOLUCION	EVOLUCION	ED0402	ED0502	ED0602	
	EVOLUCION	EVOLUCION	EVOLUCION	ED0400	ED0500	ED0600	

DEVOLUCIONES

PASILLO G

14	BA0603	RJ-06		QT0600	QT0500	QT0400	
	BA0603	RJ-44		QT0602	QT0502	QT0402	
	BA0603	RJ-27		QT0603	QT0503	QT0403	
	BA0603	RJ-24		QT0604	QT0504	QT0404	
	BA0603	RJ04		QT0605	QT0505	QT0405	
	BA0603	RJ05		QT0606	QT0506	QT0406	
	GB-83-03						
	GB-83-03	GB-73	JA-16-03	JA-16-03			
15	GB-83-03			JA-16-03			
	GB-82-03		GB-98-23	JA-16-03			
	GB-82-03	GB-84-03	GB-68-23	JA-16-03			
	GB-82-03	GB-83-03	GB-99-23	JA-16-03			

PASILLO H

16							

17							

PASILLO I

Anexo A.5 Layout Escuelita

LAY OUT ESCUELITA																	
ZONA MTS														OTROS			
ED4305	ED4305		ED4404	ED4500	ED4505		GD6910	GD6910									
ED4305	ED4305	ED4400	ED4404	ED4500	ED4505	ED4504	GD6910	GD6910									
FD4403	ED4303	ED4400	ED4403	ED4402	ED4405	ED4504	GD6910	GD6910									
FD4403	ED4303	ED4303	ED4403	ED4402	ED4405	ED4502	ED4503	GD6910									
FD4403	ED4303	ED4303	ED4403	ED4402	ED4405	ED4502	ED4503	GD6910									
THHN 4, 6, 8 AWG			THHN Flex 6 AWG				CORDON ST 4 X 12 AWG										

SUPERFLEX

CORTES MTS						
EX01	EX03	EX07	EX11	EX30	EX34	EX60
EX01	EX04	EX08	EX12	EX31	EX35	EX62
EX02	EX05	EX09	EX13	EX32	EX56	EX63
EX02	EX06	EX10	EX25	EX33		

OTROS			

Fuente: COCESA

Anexo A.6 Instructivo Kanban

INSTRUCTIVO DE USO KANBAN

I.- Para completar la planilla “Reporte Control de tiempo” KANBAN

- 1. Entrar al archivo “Control general Kanban (Código de barras)” que está ubicado en la red en la dirección <\\Cocap01\Logistic\KANBAN>.*
- 2. Ingresar la fecha cuando se realice algún movimiento de las tarjetas, estos pueden ser de BPT o de planificación.*
- 3. En la columna Entrada / Salida especificar la sigla de la transacción a realizar, según lo siguiente:*
 - EB: Entrada a bodega.*
 - SB: Salida de bodega.*
 - EP: Entrada a planificación.*
 - SP: Salida de planificación.*
- 4. Para ingresar las tarjetas a la planilla se debe posicionar en la columna “código de barra”, y comenzar a pistolear las tarjetas.*
- 5. Una vez ingresados todos los códigos, actualizar la hoja “control Tiempo”, dando click en la tecla actualizar.*
- 6. Chequear la prioridad de los productos, para darle mayor énfasis a la planificación de los productos en rojo.*

Control de Tiempo KANBAN Bodega de Productos Terminados

Actualizar

Fecha	Entrada/ Salida	Codigo Barra	Codigo Producto	Descripción	Cantidad	N° Tarjeta	Prioridad	Alerta
5	6-Sep	sb	103013200360111	CA3200 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	1/11	88%	Tarjeta no ha regresado a BPT
6	6-Sep	sb	103013200360211	CA3200 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	2/11	88%	Tarjeta no ha regresado a BPT
7	6-Sep	sb	103013202360111	CA3202 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	1/11	96%	Tarjeta no ha regresado a BPT
8	6-Sep	sb	103013202360911	CA3202 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	2/11	96%	Tarjeta no ha regresado a BPT
9	6-Sep	sb	103013202361011	CA3202 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	10/11	96%	Tarjeta no ha regresado a BPT
10	6-Sep	sb	103013203360303	CA3203 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	3/3	72%	Tarjeta no ha regresado a BPT
11	6-Sep	sb	103013204360109	CA3204 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	1/9	83%	Tarjeta no ha regresado a BPT
12	6-Sep	sb	103013204360209	CA3204 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	2/9	83%	Tarjeta no ha regresado a BPT
13	6-Sep	sb	103013204360309	CA3204 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	3/9	83%	Tarjeta no ha regresado a BPT
14	6-Sep	sb	103013204360609	CA3204 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	6/9	83%	Tarjeta no ha regresado a BPT
15	6-Sep	sb	103013204360709	CA3204 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	7/9	83%	Tarjeta no ha regresado a BPT
16	6-Sep	sb	103013204360809	CA3204 ANYA 1.5 mm² 1KV ROLLO + SENSOR	36000	8/9	83%	Tarjeta no ha regresado a BPT

1. Fecha de movimiento.

2. especificación del movimiento.

3. posición para comenzar a pistolear

5. Chequeo de prioridad

4. Click para "Actualizar"

7. La columna "Alerta" nos informará si la tarjeta está en programación con la alerta "tarjeta no ha regresado a BPT", ó si está en BPT con la alerta "OK".

II.- Tareas a realizar.

- **Operador de Bodega:**

- ✓ Debe preparar los pedidos y cada vez que una posición de rack quede desocupada o bajo el 20%, debe descolgar la tarjeta de la posición de rack y ubicarla en el tablero "Tarjetas KANBAN" ubicado en la oficina de BPT en la posición Salida de Bodega.
- ✓ Cuando ingresen productos Kanban, debe chequear si el pallet viene con la tarjeta correspondiente y se han respetado las condiciones descritas en la tarjeta (producto, color y cantidad), una vez chequeado se podrá ingresar el pallet a BPT, dejando la tarjeta en el tablero "Tarjetas KANBAN" en la posición Entrada a Bodega.

- **Encargado KANBAN Bodega:**

- ✓ *Ingresar las tarjetas a la planilla de “Control general Kanban (Código de barras)”, según lo indicado en el punto I.*
- ✓ *Ir a dejar las tarjetas a programador de planta.*
- ✓ *Monitorear que lleguen los pallet de productos KANBAN según las especificaciones de cada tarjeta.*
- ✓ *Si no se cumple con lo especificado en tarjeta, debe reportar anomalías mediante el proceso de “violación de KANBAN”*
- ✓ *Una vez al mes realizar inventario de tarjetas, junto al jefe de turno de producción y el programador. Informar sobre tarjetas faltantes para su reposición.*


- **Jefe de Bodega:**

- ✓ *Debe comprobar que se reciban los reportes de bodega.*
- ✓ *Controlar que se desarrolle de buena forma todos los procesos en bodega y se cumplan los protocolos.*

- **Programador de planta:**

- ✓ *Ingresar la tarjeta entrante o saliente (una vez programada) en el sistema código de barra, según lo indicado en el punto I.*
- ✓ *Asegurar programación de los productos en base a la prioridad.*

Anexo A. 7 Modelo Tarjeta Kanban

No. ●	08	11
KANBAN		
Código	CA32-00	
Color	BLANCO	
Producto	NYA 1,5 mm2	
Proceso	Aislado	
Maquina	217	
Cantidad a Fabricar	37.000 m	
Presentación Embalaje	DIN-1250	
Proceso	Embalaje	
Maquina	327	
Cantidad a Fabricar	36.000 m	
Pallets a Reponer	1	
Rollos por Pallet	360 rollos	
Presentación Embalaje	Rollo 100 m	
SOP	3131	
 *103013200360811*		

NOTA:

- Se acepta una tolerancia del 5% en cantidad especificada en tarjeta KANBAN.
- No se ingresará a BPT ningún producto que no venga con tarjeta Kanban o que no cumpla con las especificaciones indicadas en ella.

OPERARIO SR: _____

FIRMA : _____

FECHA : _____

Fuente: COCESA

Anexo A.8 Clasificación ABC de acuerdo a su nivel de rotación en Kg

Producto	% Acumulado de Productos	% Acumulado Cobre
A/NYA 2,5 mm ² 1KV ROLLO + SENSOR	1,64%	19,54%
A/NYA 1,5 mm ² 1KV ROLLO + SENSOR	3,28%	34,86%
SUPERFLEX 500 MCM 1KV	4,92%	43,62%
C/THHN 12 AWG 7H 600V R100+PE+SENSOR	6,56%	51,29%
C/THHN 14 AWG 7H 600V R100+PE+SENSOR	8,20%	58,59%
SUPERFLEX 2 AWG 1KV	9,84%	61,69%
C/THHN 10 AWG 7H 600V R100+PE+SENSOR	11,48%	64,63%
SUPERFLEX 4/0 AWG 1KV	13,11%	67,09%
SUPERFLEX 250 MCM 1KV	14,75%	69,53%
A/NYA 1,5 mm ² 0,6/1KV C1000	16,39%	71,86%
A/NYA 2,5 MM2 0,6/1KV CARR + SENSOR	18,03%	74,12%
SUPERFLEX 6 AWG 1KV	19,67%	76,14%
SUPERFLEX 2/0 AWG 1KV	21,31%	78,03%
SUPERFLEX 8 AWG 1KV	22,95%	79,79%
SUPERFLEX 4 AWG 1KV	24,59%	81,51%
SUPERFLEX 3/0 AWG 1KV	26,23%	83,16%
SUPERFLEX 350 MCM 1KV	27,87%	84,65%
A/CONCENTRICO 2x4 mm ² 600V (R200)	29,51%	85,88%
SUPERFLEX 1 AWG 1KV	31,15%	87,10%
C/THHN 10 AWG 7H 600V C1000	32,79%	88,09%
SUPERFLEX 10 AWG 1KV	34,43%	89,04%
C/THHN 12 AWG 7H 600V C1000	36,07%	89,85%
SUPERFLEX 4x10 AWG 1KV	37,70%	90,56%
SUPERFLEX 1/0 AWG 1KV	39,34%	91,25%
SUPERFLEX 3x12 AWG 1KV	40,98%	91,91%
SUPERFLEX 4x12 AWG 1KV	42,62%	92,48%
SUPERFLEX 3x14 AWG 1KV	44,26%	92,97%
SUPERFLEX 3 AWG 1KV	45,90%	93,44%
C/THHN 8 AWG 7H 600V C1000	47,54%	93,87%
SUPERFLEX 3x10 AWG 1KV	49,18%	94,29%
C/THHN 4/0 AWG 19H 600V	50,82%	94,69%
C/THHN 14 AWG 7H 600V C1000	52,46%	95,10%
C/THHN 2 AWG 7H 600V	54,10%	95,49%
C/THHN 4 AWG 7H 600V C1000	55,74%	95,88%
SUPERFLEX 12 AWG 1KV	57,38%	96,24%
C/THHN 1/0 AWG 19H 600V	59,02%	96,56%
C/THHN 3 AWG 7H 600V	60,66%	96,88%

EVAFLEX 240 MM2 450/750V C5 CARR	62,30%	97,14%
SUPERFLEX 3x8 AWG 1KV	63,93%	97,40%
SUPERFLEX 3x16 AWG 1KV	65,57%	97,64%
EVAFLEX 10 MM2 450/750V C5 CARR	67,21%	97,88%
SUPERFLEX 4x14 AWG 1KV	68,85%	98,11%
C/THHN 6 AWG 7H 600V C1000	70,49%	98,31%
EVAFLEX 150 MM2 450/750V C5 CARR	72,13%	98,49%
EVAFLEX 2,5 MM2 450/750V CAR500 EASY	73,77%	98,64%
SUPERFLEX 14 AWG 1KV	75,41%	98,79%
CALECO NYIFY 2 x 1,5 mm ² 380V R100	77,05%	98,93%
EVAFLEX 25 MM2 450/750V C5 CARR	78,69%	99,07%
CALECO NYIFY 2 X 1,5 MM2 380V C200	80,33%	99,20%
EVAFLEX 6 MM2 450/750V C5 R100	81,97%	99,33%
CALECO NYIFY 3 x 1,5 mm ² 380V R100	83,61%	99,46%
C/THHN 1 AWG 19H 600V	85,25%	99,58%
EVAFLEX 16 MM2 450/750V C5 CARR	86,89%	99,69%
EVAFLEX 50 MM2 450/750V C5 CARR	88,52%	99,79%
EVAFLEX 185 MM2 450/750V C5 CARR	90,16%	99,87%
EVAFLEX 4 MM2 450/750V C5 R100	91,80%	99,93%
EVAFLEX 1,5 MM2 450/750V CAR500 EASY	93,44%	99,95%
EVAFLEX 35 MM2 450/750V C5 CARR	95,08%	99,97%
SUPERFLEX 3X12 AWG 1KV C100	96,72%	99,99%
SUPERFLEX 10 AWG 1KV C100	98,36%	100,00%
SUPERFLEX 14 AWG 1KV C100	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia