

DEFINICIÓN DE STOCK DE SEGURIDAD Y PUNTO DE REORDEN PARA LA COMPRA DE EQUIPOS EN UNA EMPRESA DEL SERVICIOS DEL SECTOR TELECOMUNICACIONES.

DEFINITION OF SAFETY STOCK AND REORDER POINT FOR THE PURCHASE OF EQUIPMENT IN A SERVICE BUSINESS TELECOMMUNICATIONS SECTOR.

Jairo Alberto Castillo Martinez
Administrador de Empresas, Gerente de logística, Azteca Comunicaciones Colombia.
jcastillo@azteca-comunicaciones.com

RESUMEN

Este artículo muestra la problemática a la que se ven enfrentados los responsables de los inventarios y de la disponibilidad de activos de una empresa nueva en el mercado de prestación de servicios del sector telecomunicaciones, al no disponer de suficientes datos históricos de demanda, para el desarrollo de su actividad y por ende no poder planear de manera correcta las cantidades, el momento de comprar y los stocks de inventarios que satisfagan de manera oportuna la demanda de equipos para instalación en clientes. Aquí se revisan algunos conceptos de demanda, punto de reorden, stock de seguridad y se aplica el modelo EOQ (Cantidad económica de pedido) a los datos disponibles.

Palabras Clave: punto de reorden, stock de seguridad, demanda, inventarios, EOQ (Cantidad económica de pedido).

ABSTRACT

This paper shows the problems which are faced those responsible for the inventory and availability of assets of a new company in the market for the provision of telecommunications services sector, the absence of sufficient historical data of purchase for the development of its activity and therefore can not properly plan how much to buy, when to buy and stocks of inventories to meet demand in a timely manner to customer installation. Here we review some concepts of demand, reorder point, safety stock and EOQ (economic order quantity) model is applied to the data available.

Keywords: reorder point, safety stock, demand, inventory, EOQ (economic order quantity)

INTRODUCCION

Al cierre del año 2012, Colombia registró 6'271.030 suscripciones a Internet de banda ancha lo cual representó un crecimiento del 6% de un trimestre a otro. A principio de 2010, ocho de cada 100 personas estaban suscritas al servicio de Internet, actualmente hay 16 por cada 100 personas.

Según las TIC (**Informe, mintic, 2013**) es notable el crecimiento en conexiones a Internet en los estratos 1,2 y 3, cifras que se vienen midiendo desde el segundo trimestre del 2011. Del tercero al cuarto trimestre de 2012, el estrato 1 creció 6,11%, el 2 un 6,19% y el mayor crecimiento se dio en el estrato 3 con 8,37%. Sin embargo, el crecimiento se ha notado significativamente en los últimos 18 meses, el estrato 1 aumentó la penetración en 138%, el 2 en 95% y el 3 en 48%.

Al analizar la participación de los suscriptores por ciudades del país, se concluye que las principales capitales con mayor penetración de Internet son: Bucaramanga 19,58%, Medellín 17,75%, Bogotá 16,71%, Manizales 16,07% y Armenia 14,6%. El municipio con mayor penetración es Sabaneta (Antioquia), con 27,20%, seguido de Envigado con 23,77%.

Así mismo, se evidencia que Antioquia sigue siendo el departamento con mayor penetración a Internet, con 12,98%. Le sigue Risaralda con 11,07%, Santander 10,83%, Valle del Cauca 9,4% y Quindío con 9,21%. En cuanto a su uso, el informe muestra que el 87,75% de las suscripciones a internet fijo son residenciales y el 12,05% corporativas.

La empresa a la cual va dirigido este análisis está incursionando en la prestación de servicios de internet dirigido a las pequeñas y medianas empresas en el sector rural. Esta organización hace parte de un conglomerado económico de origen mexicano que cuenta con infraestructura de fibra óptica en México y Colombia, entre otros frentes de negocio.

Actualmente, la empresa vende servicios de acceso a internet en ciudades intermedias, alcaldías y Pymes a nivel nacional; por ser una empresa nueva en Colombia (2 años) y debido a que estos servicios se están comercializando solo hace siete meses no se dispone de estadísticas, datos históricos de ventas ni consumo de equipos lo cual es una limitante para poder definir de manera oportuna los stock mínimos y los puntos de reorden.

El área de logística de esta empresa requiere de manera urgente definir los stocks de seguridad y puntos de reorden ya que esto le permitirá tener una correcta planeación de inventarios y una oportuna respuesta a los requerimientos de las áreas comercial y de instalaciones de la empresa, y de esta manera cumplir con exactitud los compromisos con sus clientes.

Al poder definir e implementar estos dos puntos se espera que la empresa tenga un conocimiento real de las necesidades de compra de equipos y tiempos de abastecimiento lo cual la beneficiará económicamente, ya que se tendrán argumentos sólidos de negociación frente a sus diferentes proveedores de equipos.

MARCO TEÓRICO

Cada vez que un cliente adquiere un servicio de acceso a internet lo mínimo que espera es que su proveedor cumpla con los tiempos de instalación ofrecidos en la promesa de valor.

Es allí donde cobra gran importancia la gestión logística ya que debe garantizar el oportuno abastecimiento y disponibilidad de equipos e insumos, ejerciendo un estricto control de los inventarios mediante una buena política de stocks mínimos y punto de reorden que garanticen el cumplimiento de los niveles de servicios definidos por la empresa y ofrecidos a sus clientes. Al tratar el problema de disponibilidad de existencias debe tenerse presente que una mala planeación afecta económicamente a la empresa ya sea por desabastecimiento o por exceso de inventarios.

En las empresas del sector telecomunicaciones, los datos de la demanda provienen generalmente de pronósticos (**Revista Cintel, 2009**) de venta elaborados por el área comercial, para suplir esta necesidad una práctica común de las áreas de logística e instalaciones es definir un stock de seguridad que garantice la disponibilidad de inventario en los casos de fluctuación de la demanda, escasez de productos en el mercado, demoras en transporte internacional o trámites aduaneros.

Con el fin de resolver este problema por lo general se recurre a un modelo de programación matemático. El modelo resultante, sin embargo puede volverse muy difícil de resolver al tener que analizar una serie de datos históricos y aplicación de diversas fórmulas que muchas veces resultan complejas de entender y despejar si no se cuenta con habilidad en esta materia.

Así las cosas, esta investigación pretende ilustrar de una manera sencilla la manera de definir el punto de reorden y stock de seguridad para atender la demanda basado en información histórica disponible de seis meses.

La cantidad Económica de Pedido (EOQ) (**Nahmias, 2007**) es el modelo fundamental para el control de inventarios. Es un método que tomando en cuenta la demanda de un producto, el costo de mantener el inventario, y el costo de ordenar un pedido, produce como salida la cantidad óptima de unidades a pedir para minimizar costos por mantenimiento del producto.

De otra parte, el principio EOQ (**Bustamante, 2004**) es simple, y se basa en encontrar el punto en el que los costos por ordenar un producto y los costos por mantenerlos en inventario son iguales.

Este modelo fue desarrollado en 1913 por Ford Whitman Harris (**Ballou, 2004**), un ingeniero que trabajaba en Westinghouse aunque el artículo original en el que se presentaba el modelo fue incorrectamente citado durante muchos años. Posteriormente la publicación de Harris fue analizada a profundidad y aplicada extensivamente por el consultor R.H. Wilson, quien publicó un artículo en 1934 que popularizó el modelo. Por esta razón, este también suele ser conocido como el Modelo de Wilson.

El modelo de cantidad económica de pedido es ampliamente utilizado como herramienta de gestión de inventarios en multitud de empresas a nivel mundial. Esta herramienta abre la ventana a la optimización de la cantidad por orden minimizando los costos. El modelo de cantidad económica de pedido se caracteriza por su sencillez a la hora de calcular la cantidad por orden o pedido. Así mismo, los supuestos que introduce este modelo facilitan su aplicación pues se asume la existencia de variables constantes como la demanda (tanto la demanda anual es constante, como la demanda durante el "lead time") (**Chopra, 2001**).

Por otro lado, la sencillez a la hora de calcular y comprender el modelo de cantidad económica de pedido, que viene dada por los supuestos que utiliza, también tendrá algunos inconvenientes. Así, el hecho de que la demanda sea constante se aleja de la realidad, donde encontraremos demandas estacionales, demandas irregulares (compradores puntuales de grandes volúmenes), etc. De hecho, la demanda será uno de los elementos más inestables a los que se enfrenta una empresa a la hora de planificar su producción. En algunos casos, esta incertidumbre a la hora de predecir la demanda provocará la utilización de métodos probabilísticos para facilitar el cálculo de la cantidad óptima por pedido. Así mismo, este método considera que el nivel de inventario se reabastece instantáneamente, fenómeno que en la práctica no va a ocurrir en la mayoría de los casos.

Adentrándonos en la investigación de cómo resolver el problema propuesto y basado en las recomendaciones de estadísticos de amplia experiencia en las cátedras de Producción e Inventarios nos vemos avocados a revisar el tema de planeación de la demanda ya que para una empresa con dos años de presencia en el mercado y un producto objeto de estudio de apenas nueve meses, la información histórica disponible no es suficiente para aplicar modelos matemáticos que nos permitan realizar un análisis confiable del cual se desprendan alternativas sólidas de solución.

Una de las características de los pronósticos es que normalmente no son 100% asertivos, esta es una de las características más ignoradas y significativa de casi todos los métodos de pronóstico. (**Zipking, 2000**) Es por ello que el sistema de planeación debe ser lo suficientemente sólido para ser capaz de reaccionar ante errores de pronósticos no anticipados.

Otra característica es que un buen pronóstico es más que un simple número, un buen pronóstico incluye cierta medida de error. **(Nahmias, 2007)** Esto puede ser mediante un rango, o una medición de error como sería la variación de la distribución del error de pronóstico.

Según **(Nahmias, 2007)** dentro del estudio de los pronósticos encontramos métodos de pronósticos objetivos (con series de tiempo y regresión). Al utilizar los métodos de pronóstico objetivo, se realizan pronósticos con base en datos históricos.

De acuerdo con **(Nahmias, 2007)**, encontramos los métodos subjetivos de pronóstico que son aquellos que se basan en el juicio humano. Existen varias técnicas para solicitar opiniones y con base en éstas poder pronosticar, estas son:

Agregados de la fuerza de ventas. Al pronosticar la demanda de un producto, una buena fuente de información subjetiva es la fuerza de ventas de la compañía. La fuerza de ventas tiene contacto directo con los consumidores y, por lo tanto, está en muy buena posición para observar los cambios en sus preferencias.

Para desarrollar un pronóstico con la fuerza de ventas, los miembros de ésta presentan sus estimados de ventas de los productos que venderán durante el próximo año. Estos estimados pueden ser números individuales o varios números, como estimados pesimistas, más probablemente, y también optimistas. Los gerentes de ventas deben entonces agregar cálculos individuales para llegar a pronósticos generales en torno a cada región geográfica o grupos de productos. El agregado de fuerza de ventas puede ser inexacto cuando la compensación al personal de ventas se basa en cubrir una cuota. En ese caso, existe un claro incentivo para que la fuerza de ventas realice deliberadamente una estimación a la baja.

Encuestas al cliente. Estas pueden señalar tendencias futuras y cambiar los patrones de preferencias. Sin embargo, para que las encuestas y los planes de muestreo sean efectivos, deben diseñarse con mucho cuidado para garantizar que los datos resultantes sean estadísticamente imparciales y representativos de la base de clientes. Los cuestionarios mal diseñados o un esquema de muestreo no válido pueden provocar conclusiones erróneas.

Juicio de Opinión Ejecutiva. Cuando no existe registro del pasado, como en el caso de nuevos productos, la opinión de un experto puede ser la única fuente de información para preparar pronósticos. El enfoque aquí es combinar sistemáticamente las opiniones de los expertos para obtener un pronóstico. Para la planeación de nuevos productos, es necesario solicitar las opiniones del personal en las áreas de mercadotecnia, finanzas y producción. La combinación de pronósticos individuales puede hacerse de varias formas. Una es realizar las entrevistas de pronóstico directamente a los ejecutivos que se reúnan como grupo y lleguen a un consenso.

El método Delphi. El método Delphi al igual que el método del juicio de opinión ejecutiva, se basa en solicitar las opiniones de los expertos. **(Scott, 2001)**. La diferencia radica en la forma en la que se combinan las opiniones individuales. (El método se denomina así por el oráculo de Delfos de la antigua Grecia, que supuestamente tenía el poder de predecir el futuro.) El método Delphi intenta eliminar algunas carencias inherentes a la dinámica de grupos, en la que las personalidades de algunos miembros del grupo dominan las de otros miembros. Se solicita a un grupo de expertos que exprese sus opiniones, de preferencia por medio de una encuesta de muestra individual. Las opiniones se recopilan y entonces se devuelve un resumen de los resultados a los expertos, con especial atención a aquellas opiniones que son significativamente diferentes de los promedios de grupo. Se pregunta a los expertos si desean reconsiderar sus opiniones originales en virtud de la respuesta obtenida. El proceso se repite hasta que se alcanza un consenso general.

Al igual que cualquier otra técnica en particular, el método Delphi tiene ventajas y desventajas, **(Silver, 1998)**. Su principal ventaja es que es un medio para evaluar la opinión individual sin las preocupaciones normales de las interacciones personales. En cuanto a su lado negativo, el método es altamente sensible al cuidado en la formulación del cuestionario. Debido a que las discusiones se han excluido intencionalmente del proceso, los expertos no cuentan con ningún mecanismo para resolver aspectos ambiguos. Aún más, no es realmente necesario llegar a un consenso de grupo en algún momento.

Dentro de los modelos matemáticos revisados para abordar el problema propuesto se analizó el modelo de BASS, el cual fue diseñado para predecir las ventas de un producto nuevo, también se conoce este modelo como modelo de difusión o de primeras compra **(Ofek, 2005)**.

Los modelos de difusión sirven para explicar y predecir el proceso de adopción de un producto nuevo o innovación a lo largo del tiempo, el cual coincide con el período del ciclo de vida del producto y fueron creados exclusivamente para las primeras compras, es decir no consideran las compras repetidas, es por eso que solamente son aplicables en el tratamiento de productos de consumo duradero, para los cuales el tiempo que transcurre entre la primera compra y las compras de reposición es extenso.

El aporte que realizó BASS con su modelo es el de asumir que el proceso de difusión (externa o interna) debe estimular las primeras compras en aquellas personas que son capaces de detectar las ventajas competitivas que ofrece un nuevo producto sobre el producto similar ya existente.

BASS supone que entre los adoptadores de un producto nuevo existe un número de ellos que responde a las influencias de las comunicaciones o influencia externa a los que denominó innovadores, **(Lilien, 1992)** y otro número de adoptadores que responde a la influencia de los que ya han adoptado el producto o influencia interna, a los que llamó imitadores. **(Lilien, 1992)**

Si bien este modelo después de 44 años de haber sido publicado aún se encuentra vigente, no lo considero aplicable para el estudio del problema propuesto ya que no nos permite concretar cómo definir un stock mínimo y definir el punto en el cual debemos tomar la decisión de lanzar una nueva orden de compra; este modelo está más enfocado en estimar el número de consumidores de un nuevo producto a lo largo del tiempo.

También es pertinente considerar cuando se presentan casos de incertidumbre, demoras en las entregas de los proveedores fluctuaciones de la demanda, estas situaciones no podrán controlarse con certeza pero pueden medirse y pronosticarse para limitar los riesgos en la toma de decisiones en el abastecimiento, el control de los materiales y productos.

Las variables del sistema que pueden ser manejadas por los encargados de la empresa para desarrollar un sistema de control son: el tamaño del lote económico, la frecuencia de reabastecimiento, el pronóstico de los niveles de consumo **(Bustamante, 2004)**.

En los casos en los que algunas variables están en función a un modelo de probabilidad de que el evento se lleve a cabo y en el cual se acude a los datos históricos como referencia para poder establecer el sistema para el siguiente período se consideran modelos estocásticos. **(Nahmias, 2007)**

Los modelos estocásticos usan dos modelos para controlar los inventarios: Punto de Reorden (Cantidad Fija Punto Variable), Revisión Periódica (Tiempo Fijo Cantidad Variable), **(Bustamante, 2004)**

El modelo probabilístico de cantidad de ordenar fija ciclo variable (punto de reorden) consiste en una estimación de la demanda, con lo cual se determina una cantidad de reabastecimiento para el próximo periodo, así como el momento en que debe realizarse un nuevo pedido en función a una cantidad fija.

De acuerdo con este sistema cada vez que se requiere reabastecer un material o un producto se ordena la misma cantidad. La frecuencia de las órdenes es variable debido a las fluctuaciones del consumo de las existencias. Las órdenes de reabastecimiento se formulan por una cantidad predeterminada que no necesariamente es la del lote económico calculado. **(Bustamante, 2004)**

Las nuevas órdenes de compra se lanzan cuando las existencias han llegado a la cantidad determinada como mínimo (punto de reorden) que normalmente representa la cantidad de unidades razonables suficientes para atender la demanda durante el período de reposición o entrega por un proveedor, más una cantidad de reserva (inventario de seguridad), la cual debe estar disponible a lo largo del periodo. **(Render, 2004)**

Para el caso de estudio no podemos estar de acuerdo con el modelo probabilístico en el punto de que cada vez que se requiere reabastecer un material o un producto se ordena la misma cantidad del periodo anterior, en nuestro caso no funcionaría ya que la práctica en los nueve meses de operación nos ha demostrado que los pronósticos de ventas del área comercial difieren bastante de la realidad del comportamiento de las ventas, y la constante ha sido el desabastecimiento y la no disponibilidad de equipos para atender la demanda mes a mes.

El modelo con el cual vamos a analizar el tema propuesto es el de la cantidad económica de pedido (EOQ, del Inglés economic order quantity); se escogió este método basados en la disponibilidad de la información de la empresa para la cual se está desarrollando el caso de estudio y por ser uno de los métodos más utilizados para este tipo de análisis.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta la información disponible del histórico de compras de equipos y siguiendo el método EOQ con demanda variable vamos a calcular para cada referencia la demanda promedio para los nueve meses, la desviación Estándar, el inventario de seguridad y el punto de reorden.

Para el desarrollo del tema propuesto se tomaron los datos históricos de la demanda de siete referencias de equipos en el período enero a septiembre de 2013, estas referencias de equipos son las que utiliza la empresa para la comercialización del servicio de Internet.

1.1. Topología del Servicio de Internet que comercializa la empresa caso de estudio:

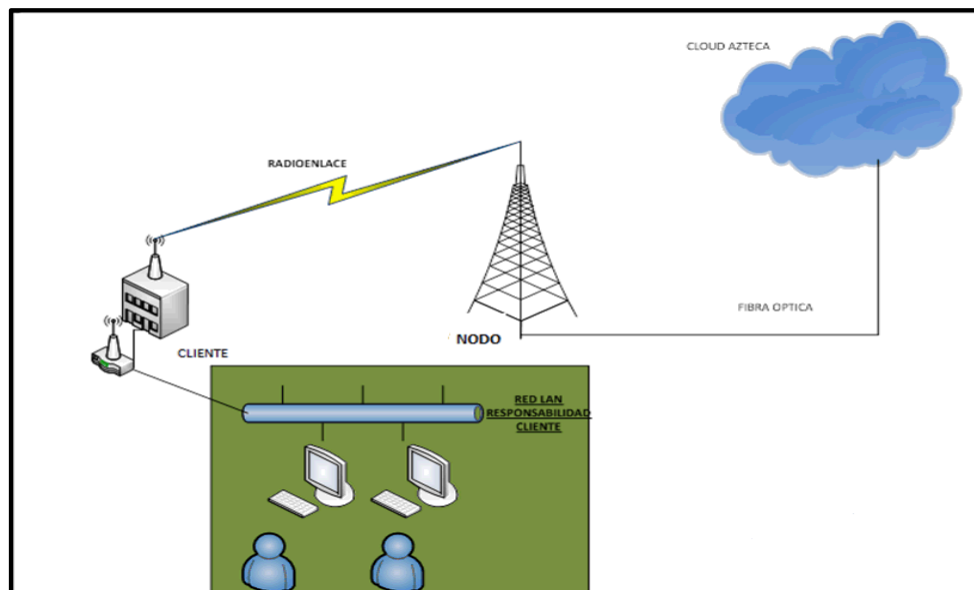


Figura 1. Topología servicio de Internet

Fuente: Elaboración Área de Instalaciones Empresa objeto de estudio

1.2 Descripción de los equipos:

Rocket M5:

Es un radio de alta potencia PMP (Punto multipunto) muy lineal con el funcionamiento del receptor mejorado. Cuenta con un rendimiento gama (50 km) y la velocidad de avance de 150 Mbps reales. El dispositivo fue diseñado específicamente para ser instalado al aire libre.



Figura 2. Rocket M5
Fuente: Catalogo de producto

Air Router:

Es un dispositivo terminal que cumple las funciones de router inalámbrico, es un dispositivo para uso interior.



Figura 3. Air Router
Fuente: Catalogo de producto

AM-5G19:

Antena sectorial con 120 grados de cobertura, se instala en una radiobase (Estación del nodo)



Figura 4. Antena AM-5G19
Fuente: Catalogo de producto

LOCOM 5:

Es un radio que se instala en la sede del cliente para enlaces punto a punto, la capacidad máxima es de 10 Mbps (Mega bits/Segundo)



Figura 5. Radio Locom M5
Fuente: Catalogo de producto

NSM5:

Es un radio que se instala en la sede del cliente para enlaces punto a punto, la capacidad máxima es de 40 Mbps



Figura 6. Radio NSM5
Fuente: Catalogo de producto

PBM5:

Es un radio que se instala en la sede del cliente para enlaces punto a punto, la capacidad máxima es de 80 Mbps



Figura 7. Radio PBM5
Fuente: Catalogo de producto

RADWIN:

Es un radio que se instala en la sede del cliente para enlaces punto a punto, la capacidad máxima es de 10 Mbps, este radio se utiliza para ser instalado aprovechando la infraestructura existente del PNFO

HBS



HSU



POE (AC)



Figura 8. Radio Radwin
Fuente: Catalogo de producto

Tabla 1. Demanda de Equipos en un periodo de nueve meses (Según Consumo)

DEMANDA EQUIPOS							
MES	ROCKET M5	AIR ROUTER	AM-5G19	LOCOM 5	NSM5	PBM5	RADWIN y POE
Enero	1	0	1	0	1	2	0
Febrero	15	28	15	9	6	0	6
Marzo	20	0	20	4	0	0	0
Abril	95	277	95	99	122	0	96
Mayo	161	37	31	0	53	9	25
Junio	0	0	63	0	103	27	0
Julio	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	90	0	108	0	100	50	0
Septiembre	316	172	201	0	166	6	140
Total Comprados	698	514	534	112	551	94	267
Demanda Promedio Según Consumo	78	57	59	12	61	10	30

Tabla 2. Demanda Promedio Anual

Referencia	Costo COP	Demanda Promedio Anual
ROCKET M5	170,000	931
Air Router	70,400	685
AM-5G19	268,000	712
LOCOM 5	132,627	149
NSM5	175,933	735
PBM5	530,507	125
RADWIN y POE	677,027	356

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Órdenes de compra ACC.

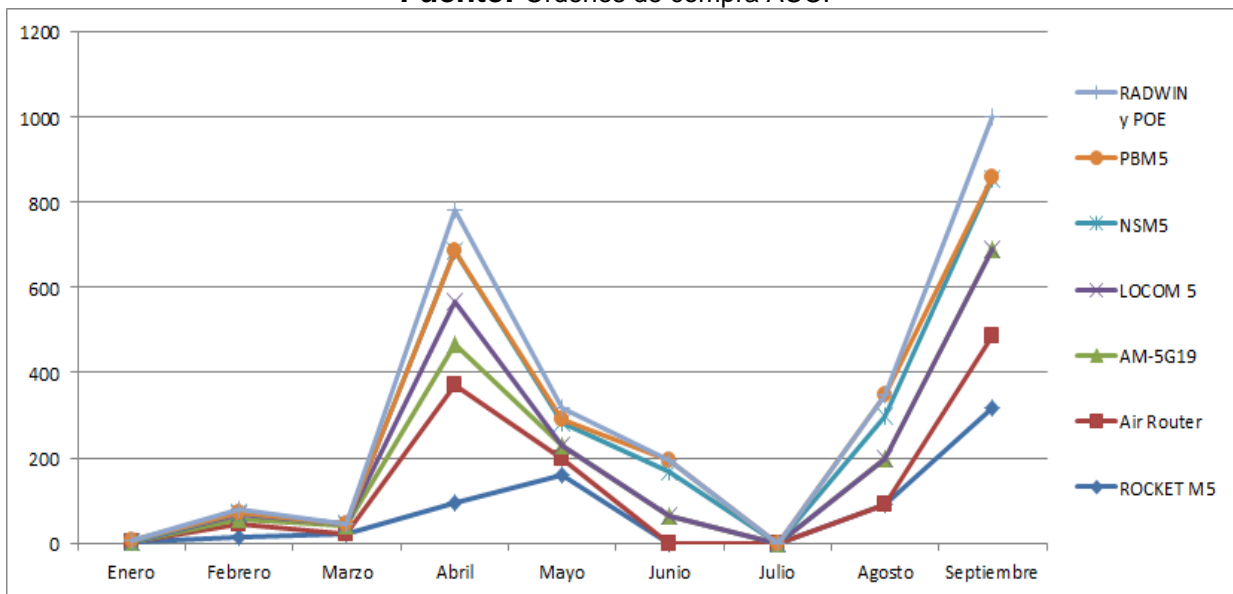


Figura 9. Demanda Mensual de Equipos
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Precio de adquisición de equipos.

COSTO DE ADQUISICION DE LOS EQUIPOS EN PESOS	
Referencia	Valor Unitario
ROCKET M5	170,000
Air Router	70,400
AM-5G19	268,000
LOCOM 5	132,627
NSM5	175,933
PBM5	530,507
RADWIN y POE	677,027

Fuente: Órdenes de compra ACC

3. Calculo de la Cantidad Económica de Pedido:

Utilizamos la siguiente Formula:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_{MI}}}$$

Dónde:

Q* = Cantidad Optima

Cu = Costo Unitario (Tabla 2)

Cp = Costo de Pedir (\$30.600)

D = Demanda Promedio Anual

Cmi = Costo de Mantener Inventario de cada referencia (15% / Costo Unitario)

Tabla 4. Cantidad Económica de pedido por referencia

REFERENCIA	Q*
ROCKET M5	47
Air Router	63
AM-5G19	33
LOCOM 5	21
NSM5	41
PBM5	10
RADWIN y POE	15

3.1 Cálculo de número de Pedidos por año por referencia:

$$N = \frac{D}{Q^*}$$

Tabla 5. Numero de Pedidos por año

Referencia	Demanda Promedio Anual	Cantidades Requeridas Anuales	Número de pedidos por Año
ROCKET M5	1197	643	1.9
Air Router	1542	1134	1.4
AM-5G19	601	363	1.7
LOCOM 5	336	386	0.9
NSM5	708	486	1.5
PBM5	169	137	1.2
RADWIN y POE	601	228	2.6

3.2 Probabilidad de admitir faltantes:

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

Donde N = Número de pedidos por año

Tabla 6. Probabilidad de Admitir Faltantes

Referencia	Número de pedidos por Año	Probabilidad de Admitir Faltantes
ROCKET M5	1.9	0.54
Air Router	1.4	0.74
AM-5G19	1.7	0.60
LOCOM 5	0.9	1.15
NSM5	1.5	0.69
PBM5	1.2	0.81
RADWIN y POE	2.6	0.38

3.3 Nivel de Servicio

$$Z = 1 - \alpha$$

Tabla 7. Nivel de Servicio

Referencia	Probabilidad de Admitir Faltantes	Nivel de Servicio (1- α)
ROCKET M5	0.10	0.90
Air Router	0.18	0.82
AM-5G19	0.09	0.91
LOCOM 5	0.29	0.71
NSM5	0.11	0.89
PBM5	0.16	0.84
RADWIN y POE	0.08	0.92

4. Punto de Reorden:

$$R = \bar{D} + z \sigma$$

5. Stock de Seguridad:

$$SS = z \sigma$$

El valor de Z se busca se lee en la tabla de distribución normal (Área bajo la curva)

Tabla 8. Áreas sobre la Curva Normal, (Hernández, Fernández y Baptista, 2006)

Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974

2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Tabla 9. Punto de reorden por referencia y Stock de Seguridad por Bimestre

ANÁLISIS PARA PERIODOS DE TIEMPO BIMESTRALES								
Referencia	Probabilidad de Admitir Faltantes	Nivel de Servicio (1- α)	Valor en la tabla (Área bajo la curva)	Z	Desviación Estándar σ	Promedio Mensual para 9 Meses	Punto de Reorden	Stock de Seguridad
ROCKET M5	0.10	0.90	0.39844	1.27	105.71	78	212	134
Air Router	0.18	0.82	0.31608	0.9	99.44	57	147	89
AM-5G19	0.09	0.91	0.40752	1.33	66.11	59	147	88
LOCOM 5	0.29	0.71	0.21294	0.56	32.60	12	31	18
NSM5	0.11	0.89	0.38763	1.21	63.41	61	138	77
PBM5	0.16	0.84	0.34333	1.01	17.21	10	28	17
RADWIN y POE	0.08	0.92	0.41771	1.39	51.91	30	102	72

Tabla 10. Punto de reorden por referencia y Stock de Seguridad para periodo Mensual

ANÁLISIS PARA PERIODO DE TIEMPO MENSUAL									
Referencia	Cantidades Requeridas Mensuales	Demanda Promedio Anual	Número de Pedidos por Año	Probabilidad de Admitir Faltantes	Nivel de Servicio (1- α)	Valor en la tabla (Área Bajo La Curva)	Z	Punto de Reorden	Stock de Seguridad
ROCKET M5	47	931	20	0.05	0.95	0.449	1.64	251	173
Air Router	63	685	11	0.09	0.91	0.408	1.33	189	132
AM-5G19	33	712	22	0.05	0.95	0.454	1.68	170	111
LOCOM 5	21	149	7	0.14	0.86	0.356	1.07	47	35
NSM5	41	735	18	0.06	0.94	0.444	1.59	162	101
PBM5	10	125	13	0.08	0.92	0.422	1.42	35	24
RADWIN y POE	15	356	24	0.04	0.96	0.459	1.74	120	90

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Si bien la teoría del modelo básico EOQ (Cantidad económica de pedido) supone que la demanda es constante, la realidad de los nueve meses de operación de la empresa objeto del análisis nos ha demostrado que esto no es así, y es que la demanda de un producto o un servicio como es nuestro caso varía día a día y se aleja de los pronósticos elaborados por el área comercial debido a múltiples factores como son el comportamiento de los clientes, la competencia, el precio, las campañas promocionales, etc.

Por esta razón fue necesario aplicar al presente estudio un modelo que nos permitiera establecer un promedio de unidades a comprar, el momento de lanzar una nueva orden de compra y un stock de seguridad que permita cubrir la demanda mientras se cursan todos los procesos de reaprovisionamiento e ingreso a inventario de nuevas unidades.

El modelo EOQ con demanda variable es un modelo probabilístico con distribución normal al cual le incorporamos conceptos importantes como el número de pedido por año, el nivel de servicio, la desviación estándar para finalmente calcular el punto de reorden y el stock de seguridad.

Basados en la información disponible de la demanda se aplicó el modelo EOQ, se proyectó la demanda promedio para un periodo de doce meses y se obtuvieron los de punto de reorden y stock de seguridad para cada una de las referencias analizadas de forma mensual como se muestra en la tabla 10.

7. CONCLUSIONES

Se hizo una revisión de la teoría, se estudiaron algunos modelos aplicados a productos nuevos y finalmente se encontró que el modelo EOQ con demanda variable era el que se ajustaba para efectuar el análisis del caso propuesto.

En el desarrollo del caso nos encontramos con que no existe literatura disponible que abarque de manera específica un estudio de este tipo para empresas del sector servicios de telecomunicaciones, es por esto que acudimos a la consulta y análisis que hacen de manera general los autores de textos e investigaciones en los campos de la cadena de suministros, inventarios y administración de operaciones.

En cuanto a la teoría consultada la gran mayoría de los autores abarcan sus modelos, conceptos y explicaciones basados en ejercicios ficticios o casos reales de empresas que cuentan con varios años de operación y que brindan la posibilidad de acceder a datos históricos de varios años y de este forma desarrollan sus teorías convirtiéndose esto en una limitante cuando se trata de aplicar dichas teorías a empresas nuevas y productos que no llegan siquiera a un año de operación.

Como recomendación a aquellos que tuvieran que afrontar una situación similar donde deban definir una política clara de inventarios que les permita prevenir el desabastecimiento y garantizar la disponibilidad de equipos en empresas nuevas en el mercado que carezcan de datos históricos se puede acudir a la revisión periódica de los pronósticos de ventas, a la información que manejan las áreas de instalaciones y de esta manera poder tener una visión más general de la real situación de demanda de servicios y por ende de la necesidad de disponibilidad de inventarios.

Para efectuar este tipo de estudios se hace necesario investigar en empresas del mismo sector aunque puede no ser fácil por la competencia reñida del mercado y contar con un plazo mayor de tiempo que permita tener una muestra significativa de datos y experiencias al abordar estos temas tan importantes para las empresas y la satisfacción de sus clientes.

BIBLIOGRAFÍA

Ballou, Ronald (2004) Logística, Editorial Pearson Prentice Hall

Bustamante, Domínguez Arturo. Principios de Administración de Operaciones Primera Edición. Unidad 3, Editorial Espanta. México 2004.

Bustamante, Domínguez Arturo. Principios de Administración de Operaciones Primera Edición. Pag.248 – 253. Editorial Espanta. México 2004.

Bustamante, Domínguez Arturo. Principios de Administración de Operaciones Primera Edición. Pag.223. Editorial Espanta. México 2004.

Bustamante, Domínguez Arturo. Principios de Administración de Operaciones Primera Edición. Pag.230. Editorial Espanta. México 2004.

Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Informe Avances MinTic 2010 – 2013 Junio 07 – 2013

Lilien, Gary, Kotler Philip y Sridhar Moorthy, Marketing Models. (1992) Pearson Prentice Hall, P.469-471

Lilien, Gary, Kotler Philip y Sridhar Moorthy, Marketing Models. (1992) Pearson Prentice Hall, Pag.476

Lilien, Gary, Kotler Philip y Sridhar Moorthy, Marketing Models. (1992) Pearson Prentice Hall, Pag.477- 480

Nahmias, (2007), Análisis de la producción y las operaciones, Pag.195. Editorial McGraw-Hill.

Ofek, Elie (2005) "Forecasting the Adoption of a New Product" Harvard Business School.

Revista Cintel, Edición 53, paginas 69-71 Agosto – Octubre 2009

Render Barry, Jay Heizer, Principios de Administración de Operaciones, Quinta Edición 2004, Editorial Pearson Prentice Hall.

Scott, G (2001). Strategic Planning for High-Tech Product Development. Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 13, No. 3

Silver, Edward; Pyke, David; Peterson, Rein (1998), Inventory Management and Production Planning and Scheduling. Tercera edición, John Wiley & Sons.

Steven Nahmias, Análisis de la Producción y las Operaciones, Pag.55. Quinta edición, McGraw-Hill, 2007

Steven Nahmias, Análisis de la Producción y las Operaciones, Pag.195. Quinta edición, McGraw-Hill, 2007

Steven Nahmias, Análisis de la Producción y las Operaciones, Pag. 51 Quinta edición, McGraw-Hill, 2007

Steven Nahmias, Análisis de la Producción y las Operaciones, Pag.56 Quinta edición, McGraw-Hill, 2007

Steven Nahmias, Análisis de la Producción y las Operaciones, Pag.222.quinta edición, McGraw-Hill, 2007

Sunil Chopra, Peter Meindl. Administración de la cadena de Suministros, Estrategia, Planeación y Operación, Tercera Edición. Editorial Pearson Prentice Hall.