

INVENTARIOS Y PRONOSTICOS DE DEMANDA EN ENSAMBLE DE EQUIPOS
MECANICOS: MOTORREDUCTORES

JUAN PABLO ALZATE GOMEZ
CARLOS ANDRES LOTERO MARTINEZ

UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA
AREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2008

INVENTARIOS Y PRONOSTICOS DE DEMANDA EN ENSAMBLE DE EQUIPOS
MECANICOS: MOTORREDUCTORES

JUAN PABLO ALZATE GOMEZ
CARLOS ANDRES LOTERO MARTINEZ

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Asesor:
Luis Mora Gutiérrez
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA
AREA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
MEDELLIN
2008

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Medellín, 04 de noviembre de 2008

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a quienes con su apoyo y colaboración desinteresada han contribuido a enriquecer en especial con su afecto y cariño, a nuestro desarrollo personal y profesional.

A nuestros padres y hermanos, por toda la energía y comprensión que tuvieron con nosotros en esta etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Luis Alberto Mora Gutiérrez por su apoyo y asesoría para que el proyecto cumpliera a cabalidad los objetivos planteados, además de su apoyo incondicional y desinteresado.

Al Ing. Juan Esteban Cardona; por su colaboración, enseñanza y atención; a todo el departamento comercial de la empresa Variadores S.A, en especial a la Ing. Natalia Isabel Gómez, Ing. Manuela Londoño Henao, Ing. Julián Alberto Bermúdez, Ing. Mauricio Antonio Pareja, Ing. Sergio Alejandro Villa e Ing. Andrés Negrette Castro.

A nuestros padres Álvaro Alzate C. y Rosario Gómez C., Jorge Enrique Lotero C. y María Victoria Martínez M. y hermanos María Del Pilar Alzate G., Angélica María Alzate G., Ana María Lotero M., Samuel Lotero O. e Isabel Lotero O. por su paciencia y dedicación, en especial lo relacionado con nuestros estudios.

A todas las personas que apoyaron nuestro trabajo y que de una u otra manera intervinieron en él, en especial a toda nuestra familia y amigos: Andrés Arango V., Alejandro Giraldo L., Mario Sergio Gómez R., Felipe Bravo T., Andrés Henao y Sebastián Hoyos G., Verónica Duque C., Luisa Fernanda Posada, Javier Andrés Facundo, Diego A. Jiménez, Camilo Medina C. y Luis Felipe Tong S.

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| 0 PROLOGO..... | 20 |
| 0.1 INTRODUCCION..... | 20 |
| 0.2 JUSTIFICACION..... | 23 |
| 0.3 OBJETIVOS..... | 24 |
| 0.3.1 General..... | 24 |
| 0.3.2 Específicos..... | 24 |
| 0.3.2.1 Objetivo uno..... | 24 |
| 0.3.2.2 Objetivo dos..... | 24 |
| 0.3.2.3 Objetivo tres..... | 24 |
| 0.3.2.4 Objetivo cuatro..... | 25 |
| 0.3.2.5 Objetivo cinco..... | 25 |
| 0.3.2.6 Objetivo seis..... | 25 |
| 1 CONCEPTOS BASICOS DE INVENTARIOS Y PRONOSTICOS..... | 26 |
| 1.1 OBJETIVO..... | 26 |
| 1.2 INTRODUCCION..... | 26 |
| 1.3 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES..... | 26 |
| 1.3.1 Pronósticos..... | 27 |
| 1.3.2 Inventarios..... | 28 |
| 1.4 PRONOSTICOS..... | 28 |
| 1.4.1 Modelo Universal de Pronósticos (MUP)..... | 29 |
| 1.4.1.1 Análisis previo de una serie..... | 33 |
| 1.4.1.2 Verificación de datos..... | 34 |
| 1.4.1.3 Hipótesis..... | 41 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.4.2 | Modelos clásicos y modernos..... | 41 |
| 1.4.3 | Modelos AR.I.MA..... | 47 |
| 1.4.3.1 | Características de los modelos AR.I. MA. | 47 |
| 1.4.3.2 | Conceptos básicos de los modelos AR.I.MA..... | 48 |
| 1.4.3.3 | Modelos auto regresivos. | 49 |
| 1.4.3.4 | Modelos de medias móviles (MA)..... | 50 |
| 1.4.3.5 | Correspondencia entre modelo AR y MA. | 50 |
| 1.4.3.6 | Modelo AR.I.MA. | 51 |
| 1.4.4 | Modelos clásicos. | 53 |
| 1.4.4.1 | Modelos de ajuste por tendencia y de regresión. | 53 |
| 1.4.4.2 | Modelos de suavización. | 55 |
| 1.4.4.3 | Modelos de descomposición. | 55 |
| 1.5 | INVENTARIOS | 59 |
| 1.5.1 | Gestión y manejos de inventarios..... | 60 |
| 1.5.1.1 | Materias primas..... | 61 |
| 1.5.1.2 | Productos terminados..... | 61 |
| 1.5.1.3 | Partes y componentes..... | 61 |
| 1.5.1.4 | Trabajos en procesos..... | 61 |
| 1.5.1.5 | Suministros..... | 61 |
| 1.5.2 | Costos. | 62 |
| 1.5.3 | Nivel de servicios..... | 64 |
| 1.5.4 | Clasificación ABC | 64 |
| 1.5.5 | Clasificación de las diferentes referencias de un inventario. | 66 |
| 1.5.5.1 | Principales etapas de un sistema <i>CPFR</i> | 67 |
| 1.5.5.2 | <i>Push</i> | 68 |
| 1.5.5.3 | <i>Pull</i> | 70 |
| 1.5.5.4 | Diferencias entre <i>Push</i> y <i>Pull</i> | 77 |
| 1.6 | CONCLUSIONES DEL CAPITULO | 79 |
| 2 | PORTAFOLIO DE MOTORES CON REDUCTORES DE VELOCIDAD | 81 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | OBJETIVO..... | 81 |
| 2.2 | INTRODUCCION..... | 81 |
| 2.3 | FUNDAMENTOS BASICOS | 81 |
| 2.3.1 | Velocidad..... | 81 |
| 2.3.2 | Reducción de velocidad..... | 82 |
| 2.3.3 | Torque..... | 82 |
| 2.3.4 | Potencia..... | 82 |
| 2.3.5 | Factor de servicio..... | 82 |
| 2.4 | MOTOR CON REDUCTOR | 82 |
| 2.4.1 | Motor..... | 82 |
| 2.4.2 | Reductor..... | 83 |
| 2.4.3 | Modularidad del reductor..... | 84 |
| 2.5 | PORTAFOLIO DE REDUCTORES..... | 86 |
| 2.5.1 | Reductor helicoidal a 180°..... | 87 |
| 2.5.2 | Equipos de ejes paralelos o pendulares..... | 87 |
| 2.5.3 | Reductor cónico – helicoidal a 90°..... | 88 |
| 2.5.4 | Reductores Helicoidales – Sin fin Corona..... | 89 |
| 2.5.5 | Reductor Sin fin Corona..... | 90 |
| 2.6 | LINEAS DE MOTORES CON REDUCTORES | 91 |
| 2.6.1 | Línea Estándar..... | 91 |
| 2.6.2 | Línea <i>Nordblock</i> | 92 |
| 2.6.3 | Línea <i>Unicase</i> | 92 |
| 2.7 | CONCLUSIONES DEL CAPITULO | 94 |
| 3 | PROCESO INTEGRAL DE DEMANDA Y OFERTA | 95 |
| 3.1 | OBJETIVO..... | 95 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.2 | INTRODUCCION..... | 95 |
| 3.3 | PROCESO DE ENSAMBLE | 95 |
| 3.4 | MANEJO Y OPERACIONES DE LA DEMANDA..... | 97 |
| 3.5 | MANEJO DE LA DEMANDA PARA EQUIPOS DE ENSAMBLE | 101 |
| 3.6 | EL PROCESO DE IMPORTACION | 106 |
| 3.7 | REGLAS INTERNACIONALES DE IMPORTACION | 107 |
| 3.7.1 | Free on board (F.O.B). | 108 |
| 3.7.2 | Delivered Ex-Quay (D.E.Q). | 108 |
| 3.7.3 | Cost and Freight (C & F)..... | 108 |
| 3.7.4 | Cost Insurance and Freight (C.I.F). | 109 |
| 3.7.5 | Delivered Duty Paid (D.D.P). | 109 |
| 3.8 | IMPORTACIONES EN VARIADORES S.A..... | 109 |
| 3.9 | CONCLUSIONES DEL CAPITULO | 110 |
| 4 | CATEGORIZACION DE LAS REFERENCIAS DE LA DEMANDA EN <i>PUSH</i> , <i>PULL</i> Y CPFR..... | 111 |
| 4.1 | OBJETIVO..... | 111 |
| 4.2 | INTRODUCCION..... | 111 |
| 4.3 | FUNDAMENTOS CONCEPTUALES..... | 111 |
| 4.4 | CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE INVENTARIOS | 112 |
| 4.5 | CATEGORIZACION DE LOS INVENTARIOS | 113 |
| 4.6 | EQUIPOS DE LAS LINEAS DE VARIADORES S.A..... | 113 |
| 4.7 | CATEGORIZACION DE LAS LINEAS | 115 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.7.1 | Categorización por consumo..... | 116 |
| 4.7.2 | Categorización por rotación, desviación estándar y ACF..... | 118 |
| 4.7.3 | Clasificación ABC..... | 122 |
| 4.8 | CONCLUSIONES DEL CAPITULO | 127 |
| 5 | ALGORITMO DE PRONOSTICO DE DEMANDA DE MOTORES CON REDUCTORES DE VELOCIDAD | 128 |
| 5.1 | OBJETIVO..... | 128 |
| 5.2 | INTRODUCCION..... | 128 |
| 5.3 | DESARROLLO CONCEPTUAL DEL PRONÓSTICO..... | 128 |
| 5.4 | METODOLOGÍA UNIVERSAL DE PRONÓSTICOS | 129 |
| 5.5 | CONCLUSIONES DEL CAPITULO | 160 |
| 6 | RESULTADOS SEGUN EL PROGRAMA DE PRONOSTICOS | 161 |
| 6.1 | OBJETIVO..... | 161 |
| 6.2 | INTRODUCCION..... | 161 |
| 6.3 | PRINCIPALES RESULTADOS..... | 161 |
| 6.4 | CONCLUSIONES..... | 164 |
| 7 | IBLIOGRAFIA | 168 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | Pág. |
|---|------|
| Ilustración 1. Analogía entre método científico y MUP..... | 30 |
| Ilustración 2. Serie estacional y cíclica..... | 32 |
| Ilustración 3. Teoría de la cola caída..... | 33 |
| Ilustración 4. Serie con cambios de nivel..... | 34 |
| Ilustración 5. Serie con ruido suavizada..... | 35 |
| Ilustración 6. Serie con estructura tendencial..... | 36 |
| Ilustración 7. Evaluación de tendencia con Auto correlación (ACF)..... | 37 |
| Ilustración 8. Serie normal con análisis estacional en Excel..... | 38 |
| Ilustración 9. Serie normal con análisis estacional en <i>statgraphics</i> | 39 |
| Ilustración 10. Serie normal con estructura cíclica..... | 39 |
| Ilustración 11. Verificación de datos irregulares..... | 41 |
| Ilustración 12. Diferencias entre métodos clásicos y modernos del MUP..... | 42 |
| Ilustración 13. Tipos, criterios y usos de los diferentes modelos de pronósticos..... | 43 |
| Ilustración 14. Correspondencia de modelos AR y MA..... | 51 |
| Ilustración 15. Metodología AR.I.MA. Box -Jenkins..... | 52 |
| Ilustración 16. Sistema integral Logístico de manejo de inventarios..... | 60 |
| Ilustración 17. Costo de inventario..... | 63 |
| Ilustración 18. Sistema R – M en <i>PULL</i> | 76 |
| Ilustración 19. Sistema T – R – M en <i>PULL</i> | 77 |
| Ilustración 20. Diferencias entre <i>Push</i> y <i>Pull</i> | 78 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 21. Motor siemens | 83 |
| Ilustración 22. Reductor <i>nord</i> cónico | 84 |
| Ilustración 23. Modularidad motor con reductor | 84 |
| Ilustración 24. Modularidad del reductor sin fin corona | 85 |
| Ilustración 25. Motor con reductor helicoidal | 87 |
| Ilustración 26. Motor con reductor pendular | 88 |
| Ilustración 27. Motor con reductor cónico-helicoidal | 89 |
| Ilustración 28. Motor con reductor helicoidal sin fin corona | 90 |
| Ilustración 29. Reductor sin fin corona | 90 |
| Ilustración 30. Reductor helicoidal (línea estándar) | 91 |
| Ilustración 31. Reductor <i>Nordblock</i> | 92 |
| Ilustración 32. Reductor helicoidal (Línea <i>Unicase</i>)..... | 93 |
| Ilustración 33. Conceptos para determinar incremento del presupuesto | 97 |
| Ilustración 34. Cálculo del incremento en porcentaje del presupuesto..... | 98 |
| Ilustración 35. Interfaz sistema de in formación de la empresa..... | 99 |
| Ilustración 36. Tabla de cálculo de pedidos. | 101 |
| Ilustración 37. Toma de datos para analizar pedidos de ensamble en SIIGO..... | 102 |
| Ilustración 38. Datos totales de piezas en Excel | 102 |
| Ilustración 39. Seguimiento de pedidos en vía | 103 |
| Ilustración 40. Programa de pedidos <i>Anzio</i> | 104 |
| Ilustración 41. Existencias de partes para un equipo. | 104 |
| Ilustración 42. Pedido de ensamble..... | 105 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 43. Piezas a pedir, mínimos y máximos | 105 |
| Ilustración 44. Procesos <i>Incoterm</i> | 107 |
| Ilustración 45. Serie de datos de Motor de 0,5 Hp | 119 |
| Ilustración 46. Categorización de las series | 121 |
| Ilustración 47. Auto correlación de motor de 0,5Hp | 122 |
| Ilustración 48. Datos reales para clasificación ABC..... | 123 |
| Ilustración 49. Datos reales para clasificación ABC..... | 124 |
| Ilustración 50. Datos reales para cantidad a pedir en <i>Push</i> | 125 |
| Ilustración 51. Grafica clasificación ABC | 126 |
| Ilustración 52. El Motor de 0,5 Hp | 130 |
| Ilustración 53. Motor de 0,5Hp con suavización de datos..... | 131 |
| Ilustración 54. Motor de 0,5Hp con línea de tendencia | 132 |
| Ilustración 55. Forecasting – línea de tendencia | 133 |
| Ilustración 56. Estimado de ACF y PACF..... | 134 |
| Ilustración 57. Estacionalidad en Excel | 136 |
| Ilustración 58. Palotes de estacionalidad..... | 136 |
| Ilustración 59. Ciclicidad por Excel..... | 137 |
| Ilustración 60. Ciclicidad por <i>Statgraphics</i> | 138 |
| Ilustración 61. Regularidad de la serie | 139 |
| Ilustración 62. Patrón de la serie | 140 |
| Ilustración 63. Serie con función logaritmo | 141 |
| Ilustración 64. Grafica de PACF con $d=0$ y $D=0$ | 142 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 65. Grafica de PACF con $d=1$ y $D=0$ | 143 |
| Ilustración 66. Grafica de PACF con $d=0$ y $D=1$ | 143 |
| Ilustración 67. Formula AR.I.MA. para la expresión | 148 |
| Ilustración 68. Valores del pronóstico por <i>statgraphics</i> | 149 |
| Ilustración 69. Pronostico de demanda del motor de 0,5 Hp..... | 153 |
| Ilustración 70. Programa <i>Valpomor</i> | 154 |
| Ilustración 71. Estimación lineal en Excel | 154 |
| Ilustración 72. Programa <i>Dyane</i> | 155 |
| Ilustración 73. Coeficiente alfa de <i>cronbach</i> | 156 |
| Ilustración 74. Características internas del algoritmo | 158 |
| Ilustración 75. Datos programa cálculo de inventarios | 159 |
| Ilustración 76. Resultados programa de inventarios | 159 |
| Ilustración 77. Cantidades a pedir de las referencias SK 42 | 162 |
| Ilustración 78. Tiempo de duración del inventario actual y proyectado | 163 |
| Ilustración 79. Equipos con saldo en cero..... | 163 |
| Ilustración 80. Equipos sin movimiento en muchos años..... | 164 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Proceso de ensamble de Variadores S.A..... | 96 |
| Tabla 2. Líneas reductores en Variadores S.A..... | 114 |
| Tabla 3. Línea de Motores por constructor | 115 |
| Tabla 4. Categorización línea <i>UNIBLOCK</i> | 117 |
| Tabla 5. Categorización de Motores..... | 118 |
| Tabla 6. Sistema de análisis previo..... | 140 |
| Tabla 7. Serie de datos con recortes | 150 |
| Tabla 8. Resultados de modelos prueba primer recorte | 151 |
| Tabla 9. Resultados de modelos prueba segundo recorte | 151 |
| Tabla 10. Serie de datos con pronósticos..... | 152 |

LISTA DE ECUACIONES

| | Pág. |
|--|------|
| Ecuación 1. Sucesión de variables aleatorias..... | 48 |
| Ecuación 2. Media y varianza en procesos estocásticos | 48 |
| Ecuación 3. Proceso estocástico estacionario | 49 |
| Ecuación 4. Proceso de auto regresión..... | 49 |
| Ecuación 5. Proceso de medias móviles | 50 |
| Ecuación 6. Expresión típica de los modelos AR.I.MA..... | 53 |
| Ecuación 7. Pronostico por el modelo de tendencia lineal..... | 54 |
| Ecuación 8. Pronóstico por el modelo no lineal cuadrático..... | 54 |
| Ecuación 9. Modelo de suavización exponencial de Brown | 55 |
| Ecuación 10. Modelo de suavización exponencial de <i>Holt</i> | 56 |
| Ecuación 11. Suavización de la estructura horizontal..... | 56 |
| Ecuación 12. Tendencia en el instante | 57 |
| Ecuación 13. Modelo de <i>Holt</i> – Winter aditivo y multiplicativo | 57 |
| Ecuación 14. Estimación para aditivo y multiplicativo | 58 |
| Ecuación 15. Costo anual total | 62 |
| Ecuación 16. Nivel de servicio | 64 |
| Ecuación 17. Apoyo Logístico | 65 |
| Ecuación 18. Porcentaje acumulado de la cantidad monetaria. | 65 |
| Ecuación 19. Porcentaje acumulado de la cantidad monetaria. | 65 |
| Ecuación 20. Demanda promedio en función del pronóstico | 66 |

| | |
|--|-----|
| Ecuación 21. Cantidad optima a pedir. Con el mínimo costo para reponer inventario. | 69 |
| Ecuación 22. Pedido optimo con el mínimo costo | 69 |
| Ecuación 23. Numero óptimo de pedidos por año..... | 69 |
| Ecuación 24. Tiempo optimo entre pedidos..... | 70 |
| Ecuación 25. Estimadores de cantidad únicas especiales en pull..... | 70 |
| Ecuación 26. Probabilidad que permite estimar la Z de la distribución normal | 71 |
| Ecuación 27. Precio estimado de venta | 71 |
| Ecuación 28. Pedido optimo con el mínimo costo | 72 |
| Ecuación 29. Tiempo de espera (<i>Lead Time</i>) | 72 |
| Ecuación 30. Tiempo de espera (<i>Lead Time</i>) con ajuste de producción mayor a demanda. | 73 |
| Ecuación 31. Tiempo de espera con ajuste de producción menor a demanda. | 73 |
| Ecuación 32. Nivel de Pedido con Demanda Desconocida (NPD)..... | 74 |
| Ecuación 33. Nivel de Pedido con Demanda Desconocida (NPD)..... | 74 |
| Ecuación 34. Nivel de Pedido con Demanda Desconocida (NPD)..... | 74 |
| Ecuación 35. Bondad de ajuste..... | 153 |
| Ecuación 36. Pronostico de referencias faltantes | 156 |

0 PROLOGO

0.1 INTRODUCCION

Las empresas que se dedican a comercializar algún bien en particular, se ven en la necesidad de realizar tareas de planeación de demanda de sus productos y así determinar cuáles son los componentes básicos que deben tener en almacén para abastecer correctamente las necesidades del mercado.

La competencia en la industria crece al abrirse nuevos mercados lo que genera la necesidad de diferenciarse y mejorar paulatinamente en todas las actividades internas desde las más básicas hasta las de planeación estratégica en los puntos altos del organigrama, la información que se maneja debe ser precisa y confiable lo que exige estar al tanto de los procesos presentes y de lo que viene, a partir de esto es posible generar un entorno más seguro.

Los métodos prospectivos son de gran utilidad para la planeación de todas las actividades futuras de corto, mediano y largo plazo, en cuanto a los cálculos para la planeación de la demanda, procedimientos logísticos, operaciones industriales, procesos de producción, flujos financieros, formación de talento humano y sus factores productivos, y además acciones empresariales (Mora,2007,15).

Los pronósticos a menudo son utilizados para predecir la demanda del consumidor de productos o servicios, este estudio predice una amplia gama de sucesos futuros, mediante un buen enfoque logístico de manera potencial, de esta manera influye en el éxito de la organización (WIKIPEDIA@¹,2007).

Los procedimientos de series temporales se caracterizan por ser aplicaciones de corto plazo, más que todo para periodos de uno a dos meses cuando la base

¹@, símbolo para citar referencias extraídas desde Internet.

temporal es un mes. En cambio cuando se trabaja en días se recomienda pronosticar unos 5 días hábiles máximos. En semanas hasta dos y en horas hasta 10 (Bas,1999,84).

Los pronósticos son herramientas fundamentales para sostener un almacén de acuerdo a las necesidades del mercado, mucho más para empresas donde forma parte de la cadena de valor, como es el caso de Variadores S.A. la cual se dedica a comercializar productos mecánicos y eléctricos para la transmisión de potencia y control de movimiento.

Los sistemas de inventarios son la serie de políticas y controles que monitorean y determinan los niveles a mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos en el almacén (Chase,2003,54).

El manejo adecuado de los inventarios en Variadores S.A. es algo necesario y que el mismo entorno le obliga a considerar seriamente ya que dentro de un mundo globalizado los cambios pueden ser más drásticos y se deben tener las herramientas suficientes para responder a esto.

El proyecto se conforma en dos secciones, una sección que fundamenta los conceptos básicos a tratar que son pronósticos y inventarios y además busca dar un concepto del estado actual de la empresa en materia de manejo de inventarios y manejo de la demanda. La otra sección se enfoca en aplicar el proceso de pronóstico para mejorar el manejo de los dos anteriores y facilitar en gran medida la actividad diaria de la empresa en su procura de lograr sus cometidos como son atender las necesidades del mercado y cumplir con presupuestos.

La primera sección se divide en tres capítulos, El número uno se enfoca en el análisis de las variables principales que se involucran en los procesos de manejo de inventarios, los modelos matemáticos y estadísticos en los que se apoya la proyectiva que es en la cual se basan los pronósticos, con el fin de conceptualizar

estos temas principales y obtener las herramientas necesarias para llevar a cabo los cálculos y análisis a realizar.

El portafolio de productos es extenso y requiere de ciertos conocimientos técnicos para su entendimiento, el capítulo dos se centra en el estudio de los equipos para comprenderlos y así poder tener una visión más clara del posible comportamiento de su demanda y entender los resultados que se obtengan al final.

El análisis de la demanda requiere una contextualización del manejo actual de la misma, el capítulo tres se enfoca en mostrar como es el proceso actual de gestión de la demanda e inventarios en Variadores S.A. por parte del departamento comercial y el de comercio exterior y logística a partir de las actividades que lleva a cabo cada una. Se determina el proceso de importación y se define, a partir de los diferentes acuerdos de importación, el tipo de importación que realiza la empresa para analizar de qué manera afecta esto al manejo de los inventarios.

La segunda sección define y realiza los cálculos a partir de las bases desarrolladas en los capítulos anteriores:

Los inventarios se deben dividir en categorías que permiten decidir con mayor facilidad las referencias sobre las que se debe trabajar, en el capítulo cuatro se empiezan a aplicar los conceptos de manejo de inventarios y se logra ver la diferencia entre el concepto actual de clasificación de estos con respecto al concepto que se rige por una metodología y que logra, a partir de fundamentos básicos estadísticos, una clasificación más precisa y pone al descubierto detalles que no son tan claros en el proceso actual.

El capítulo cinco muestra el desarrollo del algoritmo con el cual se logran optimizar los inventarios a partir del desarrollo de los pronósticos de demanda a un mes vista en este se muestra la metodología de pronósticos y los pasos que debe

cumplir para lograr un resultado acertado que resuelva en buena parte el problema de manejo de inventarios al interior de la empresa.

Los resultados más importantes se analizan y se discuten en el capítulo seis, con el fin de determinar la importancia de las tareas realizadas para la empresa y asegurar su buen uso en ellas, es en este punto donde se logra evidenciar el impacto de la aplicación de esta metodología.

0.2 JUSTIFICACION

Los inventarios en los almacenes se caracterizan por presentar altos niveles de *stock*² lo cual se debe a no pronosticar la capacidad de consumo del mercado, la problemática que se vive a diario en las organizaciones genera pérdidas millonarias y la fórmula para el manejo adecuado, es proponer técnicas para establecer la demanda a corto plazo del mercado.

Los mercados tienden a cambiar de manera rápida en la actualidad, fruto de aspectos como la evolución de las comunicaciones y la globalización que hacen que todo esté más conectado y que todo el mundo en sí se mueva en aras de la innovación, para ser competitivos en esta clase de mercados hay que estar en contacto con este y saber sus movimientos para hacer pronósticos que sean confiables (WIKIPEDIA@,2007).

La empresa Variadores S.A. se caracteriza por mantener productos e insumos en grandes cantidades debido a la falta de un método de pronóstico de la demanda. Para organizaciones de comercialización es importante poseer herramientas para predecir los movimientos del mercado lo cual le permite mantener un *stock* de las cantidades que son necesarias para el comprador.

² *Stock*: cantidad de mercancías que se tienen en depósito.

Los departamentos que se involucran más directamente con la existencia o no de inventarios están siempre en desacuerdo debido a que las ventas se ven disminuidas cuando este es bajo y la parte financiera se ve afectada altamente cuando es alto, se busca entonces lograr un punto en el cual haya conciliación entre estas dos partes a partir de la obtención de inventarios adecuados, lo cual se puede lograr siguiendo ciertas metodologías que se mencionan a continuación.

0.3 OBJETIVOS

0.3.1 General.

Evaluar los procesos de pedidos y producción de motores con reductores y afines mediante el estudio del manejo de inventarios y de pronósticos de demanda.

0.3.2 Específicos.

0.3.2.1 Objetivo uno.

Identificar los conceptos básicos de inventarios y pronósticos de demanda en productos técnicos de ingeniería. Nivel 1 – Conocer

0.3.2.2 Objetivo dos.

Describir el portafolio de los diferentes motores con reductores de velocidad, clases, categorías y componentes para el análisis de pronósticos de demanda. Nivel 1 – Conocer.

0.3.2.3 Objetivo tres.

Evaluar el proceso actual de forma integral del manejo y operaciones de la demanda, el proceso de ensamble e importaciones de componentes de los equipos. Nivel 2 – Comprender.

0.3.2.4 Objetivo cuatro.

Categorizar las referencias de la demanda en Push, Pull o *CPFR*³, a partir de criterios técnicos de rotación, desviación estándar y ACF⁴. Nivel 3 – Aplicar.

0.3.2.5 Objetivo cinco.

Determinar los algoritmos requeridos para definir las cantidades y periodos de pedidos de insumos y/o componentes tanto en Push como en Pull, mediante una alineación desde la demanda (productos ensamblados y/o componentes), pasando por el proceso de ensamble y familiarizando con las importaciones de tal manera que se optimice. Nivel 4 – Analizar.

0.3.2.6 Objetivo seis.

Concluir los principales resultados obtenidos en base al sistema actual de la organización. Nivel 6 – Juzgar.

³ *Collaborative Planning Forecasting and Replenishment* – colaboración planeación pronostico relleno, donde se trabaja de forma integrada, en aras de planeación y pronósticos donde actúan todos aquellos que forman parte de la cadena de agregación de valor.

⁴ *Auto correlation function*.

1 CONCEPTOS BASICOS DE INVENTARIOS Y PRONOSTICOS DE DEMANDA

1.1 OBJETIVO

Identificar los conceptos básicos de inventarios y pronósticos de demanda en productos técnicos de ingeniería. Nivel 1 – Conocer

1.2 INTRODUCCION

Los directores de las diferentes organizaciones buscan obtener el mayor provecho de ellas, para esto es primordial llevar un buen manejo de las actividades internas, una de ellas es un control de los inventarios para el manejo del almacén.

Las empresas hacen pronósticos para poder obtener una información ajustada y minimizar los problemas como falta o acumulación de productos, lo que hace su ejercicio más efectivo y le permite ofrecer un mejor servicio, lo que mejora su imagen con el cliente.

DESARROLLO DEL CAPITULO

1.3 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

La vida moderna exige sistemas más confiables de inventarios. La automatización creciente de los procesos industriales requiere maquinarias de varios tipos que deben funcionar sin fallas, ya que una interrupción de el funcionamiento no sólo es costosa, sino que trae inconvenientes graves para la organización (Rojas,1975,3).

La velocidad con la que avanza la tecnología exige que las empresas renueven y cambien de manera más rápida sus equipos, lo que genera la necesidad de proveedores que respondan según esta tendencia, la cual es más dinámica, por esto se exploran y utilizan otros métodos que sean más precisos.

1.3.1 Pronósticos.

La historia muestra que el hombre se preocupa por el futuro y su predicción desde hace miles de años. Se toma a los griegos como ejemplo en todas sus creencias mitológicas. Dado que muchos de los métodos futurísticos se basan en mitos o leyendas, los que suceden en Grecia en la era mitológica, se dividen en procedentes de los dioses y los derivados de hechos heroicos (Mora,2007,19).

Lo divino se considera sagrado y lo opuesto a esto, es lo que se describe como profano, una característica propia de la divinidad es el control mismo de la existencia. Los límites de las profecías y de algunos métodos futuros (no basados en el método científico) rayan en lo divino, con la condición única de ser entendidos por los humanos solo a través de la fe o la creencia ciega e incondicional (Graves y otro,2001).

Los pronósticos son el primer paso dentro del proceso de planificación de la producción y estos sirven como punto de partida, no solo para la elaboración de los planes estratégicos, sino además, para el diseño de las técnicas a mediano y corto plazo, lo cual permite a las organizaciones, visualizar de manera aproximada los acontecimientos futuros y eliminar en gran parte la incertidumbre (RIGGS@,2007).

Los métodos proyectivos se caracterizan por ser aplicaciones de corto plazo⁵ (Bas,1999,84). Se desarrollan en entornos estables aun cuando la variable oscile fuertemente alrededor de una media, son de orden probabilísticos y en especial se definen por ser temporales. Es importante que intervengan pocas personas en su desarrollo por un lado el pronosticador y por otro el experto en el tema que se pronostica (Mora, 2007, 75).

⁵ Se caracterizan por ser en periodos de uno a dos meses. Siendo la base temporal un mes. cuando el análisis se realiza en días se recomienda trabajar con una base de 10 días hábiles. (MORA,2007,75)

1.3.2 Inventarios.

Las existencias de cualquier artículo o recurso que se utiliza en una organización. El inventario en el sector manufacturero se refiere a los artículos que contribuyen o que se vuelven parte de la fabricación de productos de una firma, se clasifican en materias primas, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso (Chase,2003,580).

Los inventarios pueden aparecer por dos razones, porque los sitios de fabricación se encuentran muy lejos del punto de demanda, y porque la velocidad de fabricación sea inferior a la demanda; en ambos casos los inventarios solucionan dicha problemática (Mora,2007,257).

1.4 PRONOSTICOS

La evolución de los estudios del futuro, muestra importantes esfuerzos que realizan las personas para explorar el porvenir, en los que la reflexión sobre el futuro no depende de un solo hombre extraordinario, sino que se convierte en la acción coordinada de varios expertos o de grupos que se involucran en el problema que desean analizar (Miklos y otra,1998,32).

Los pronósticos se definen como un conjunto de números en base a los cuales se trabaja y para llegar a estos, se proporcionan datos iniciales con los cuales se comienza la planeación mediante un sistema formal integrado.

Los pronósticos se basan en metodologías secuenciales para obtener la tendencia de la serie hacia el futuro, una precisión en las proyecciones es el resultado de proceder con estricto carácter cada uno de los pasos de los métodos de pronósticos. Es importante un análisis detallado para caracterizar la serie de datos que conforma una determinada referencia.

Las metodologías se agrupan desde la óptica de algunos parámetros que los caracterizan por su aplicabilidad y por la fundamentación de los procesos internos que utilizan, para crear los futuribles. Un modelo prospectivo de planeación estratégica contiene cuatro elementos básicos: lo cualitativo, lo cuantitativo, lo temporal y lo probabilístico (Jones y otro,1978).

El método científico es el análisis sistemático, controlado, critico y empírico de ideas o suposiciones hipotéticas acerca de posibles relaciones entre variables o fenómenos naturales, empresariales o humanos; se aplica en las ciencias y se inicia con la observación. Para desarrollar el método se debe lograr realizar una observación previa, inducción, hipótesis, experimentación, demostración y conclusiones con la serie (Bacon@,2006).

1.4.1 Modelo Universal de Pronósticos (MUP⁶).

El modelo universal de pronósticos va de la mano con el método científico, el buen uso y la aplicación de todos sus pasos determinan el resultado de los pronósticos y su validez. A continuación se muestra en forma paralela la aplicación del método universal de pronósticos y el método científico en cada uno de sus respectivos pasos.

⁶ MUP: Modelo Universal de Pronósticos

Ilustración 1. Analogía entre método científico y MUP

| METODOLOGÍA UNIVERSAL DE PRONÓSTICOS | MÉTODO CIENTÍFICO |
|--|---|
| <p>Paso 1- Análisis previo de la serie de demanda</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Síntesis descriptiva 1.2 Calidad y cantidad de datos 1.3 Cumplimiento de estabilidad del entorno 1.4 Análisis previo de la serie completa <ol style="list-style-type: none"> 1.4.1 Estructura Vertical, determinación de Nivel 1.4.2 Estructura Horizontal, análisis de Ruido o Aleatoriedad 1.4.3 Estructura Tendencial, estimación de forma lineal y/o no lineal 1.4.4 Estructura Estacional y/o Cíclica 1.5 Valoración de datos irregulares 1.6 Encuentro de fenómenos exógenos 1.7 Determinación del patrón estructural gráfico y numérico 1.8 Resultado del análisis integral previo | <p>Paso 1 – Observación y análisis de la demanda o fenómeno</p> |
| <p>Paso 2 – Postulación de los modelos – Construcción de la hipótesis, con relación a los modelos - Cruce entre análisis y características de modelos clásicos y/o modernos</p> | <p>Paso 2 – Postulación – Lanzamiento de Hipótesis</p> |
| <p>Paso 3 – Validación de la Hipótesis</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Doble recorte de la serie 3.2 Corrida de todos los modelos con primer recorte 3.3 Selección de los tres mejores modelos acertados con la realidad 3.4 Aplicación de los tres mejores clásicos o modernos al segundo recorte 3.5 Selección del mejor modelo 3.6 Cálculo de pronósticos de demanda con el mejor modelo y sus parámetros 3.7 Comparación de la realidad y el pronóstico calculado en periodo anterior 3.8 Estimación del Goodness of Fit o Bondad de Ajuste 3.9 Consenso con ventas, comercialización, inventarios, mercadeo, etc. 3.10 Estrategias y acciones de mercadeo, producción, inventarios, etc. en función del área temática del pronóstico. | <p>Paso 3 – Validación real de la Hipótesis Conversión de Hipótesis en tesis</p> |
| <p>Paso 4 – Nuevo cálculo de pronóstico de demanda en próximo periodo</p> | |

(Mora,2007,233)

El MUP consiste en determinar los modelos que mejor se acomoden a las características de la serie analizada en el primer paso del modelo. Se trata entonces de conocer las particularidades de los modelos más utilizados, tanto los clásicos como los modernos, con el fin de lanzar la hipótesis a partir del apareamiento con las características de las series encontradas.

El primer paso del método científico obliga a desarrollar un proceso de observación, análisis y estudio de los datos que se tienen para ser proyectados, esto exige tener en cuenta todos los parámetros relevantes que inciden en el comportamiento del fenómeno evaluado (Mora,81,2007).

Las condiciones características de una serie antes de someterla a un proceso de pronósticos, se resumen en cuatro, que se explica a continuación:

- Cualitativas

La fase que adopta un interés por unas determinadas variables o fenómenos que son susceptibles de aplicarles futurología, para determinar el futuro en el presente inmediato. El refiere a las características propias de algo, y así aprovechar que la calidad de la información que se recobra del pasado y el presente es vital en el proceso.

- Temporales

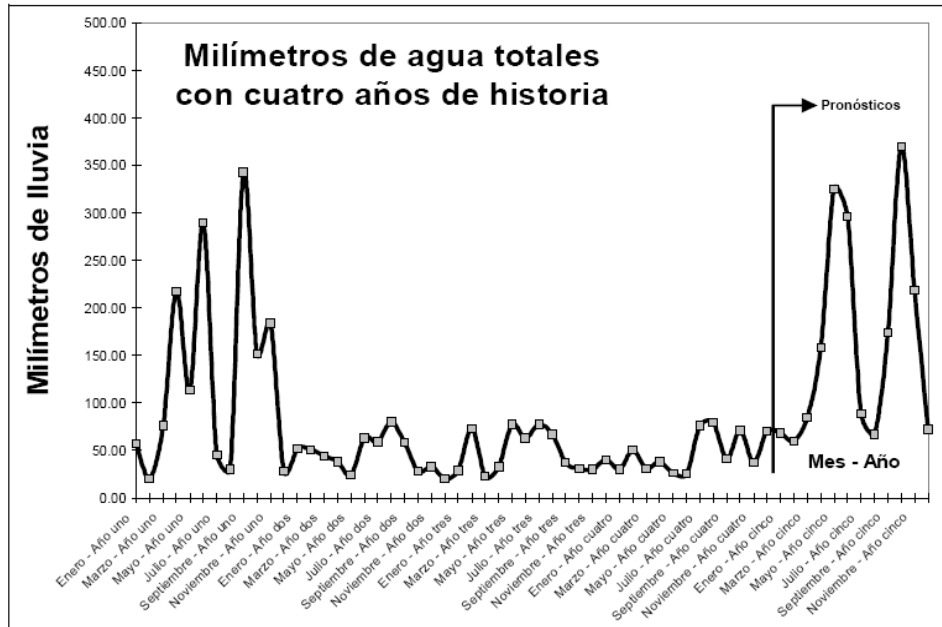
El factor del tiempo se refleja en el hecho de que los valores que se pronostican, son asignados a fechas concretas (dependiendo de la base de tiempo en la estimación futura y la forma cronológica que se encuentren los datos) en el tiempo que estos valores deben ocurrir (Carrion,199,5).

- Cuantitativas

La serie de datos requiere de un análisis con detalle para determinar la calidad o verosimilitud que existe entre ellos, para proseguir con el paso dos de la MUP. El lanzamiento de la hipótesis. Esta prueba consiste en analizar una serie de datos con las siguientes pruebas (Mora,2007,81-82).

Los hechos que ocurren con frecuencias mayores a 12 meses son relevantes para la serie de datos, mientras se adopta un pronóstico con base a la serie completa el resultado tendría una tendencia no esperada. Es necesario contemplar algunos criterios para mejorar el resultado, tales como corte o aumentar el histórico, multiplicación por alguna unidad, etc.

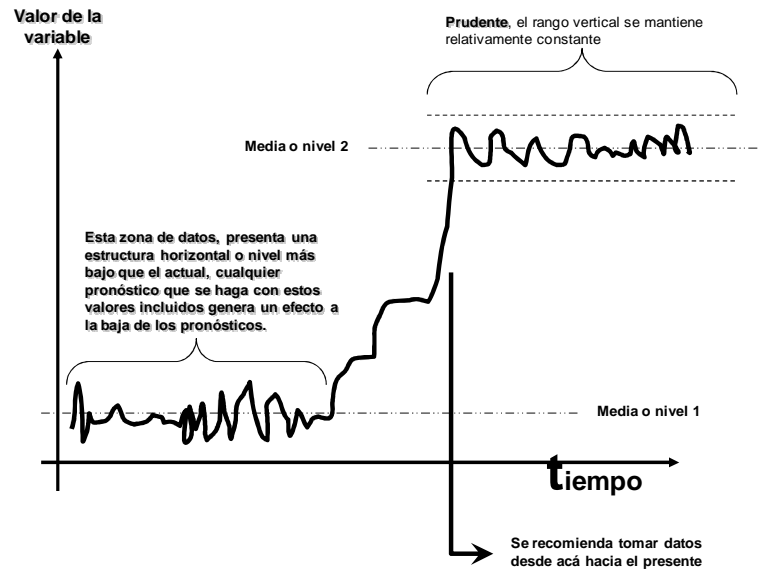
Ilustración 2. Seria estacional y cíclica



(Mora,2007,84)

La decisión de que en el evento de que se tenga mucha historia de datos, ¿Cuántos datos se toman?; la respuesta es una incógnita que se puede trabajar con dos criterios, un es el criterio subjetivo visual al analizar la grafica de la serie, la parte final (reciente, a la derecha de la grafica) debe estar en conciencia con el rango de los datos más antiguos, y la otra la razón de nivel (Mora,2007,84).

Ilustración 3. Teoría de la cola caída



(Mora,2007,85)

- Probabilísticas

La característica que refiere al grado de incertidumbre que conlleva todo pronóstico de que suceda o no en el tiempo estipulado para ello, esto se puede presentar en términos muy precisos (Carrion,1999,4-5).

1.4.1.1 Análisis previo de una serie.

El objetivo del estudio previo (el paso uno del método científico) implica el analizar la serie, mediante elementos exploratorios que permitan detectar sus características, con el fin de poder abordar el paso dos del lanzamiento de la hipótesis. El pleno conocimiento de las características de la serie da herramientas para seleccionar el mejor modelo que se acomode a dichas propiedades (Mora,2007,2007).

La fase donde se define con exactitud el fenómeno, describe sus antecedentes, en especial la metodología cualitativa por la cual se llega a determinar la importancia

de hacer futurología proyectiva con la variable en estudio, se relatan las características que sostiene hacer pronósticos en el fenómeno seleccionado.

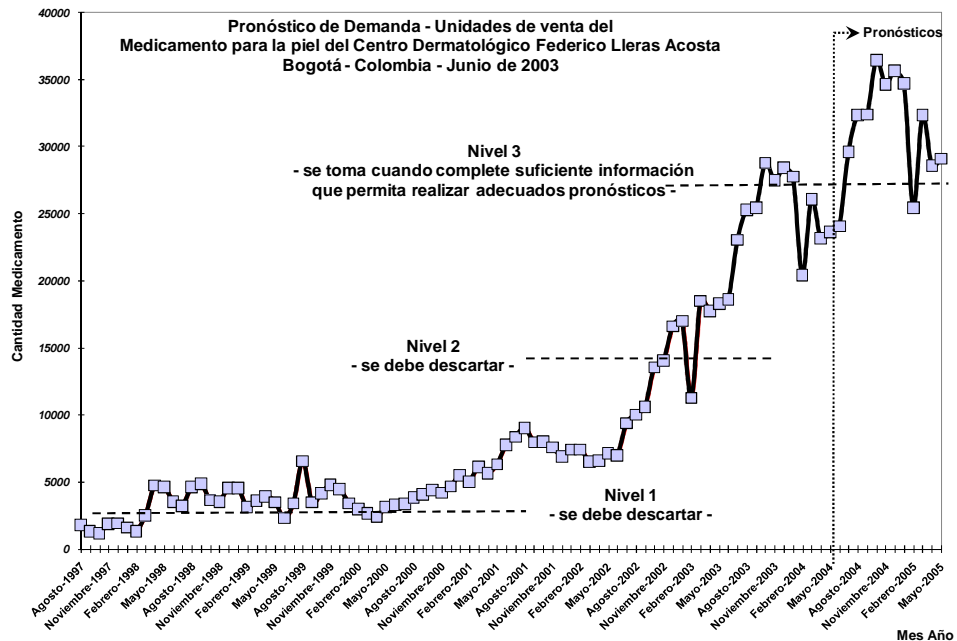
1.4.1.2 Verificación de datos.

La calidad de los datos se verifica por distintas fuentes, de tal manera que se tenga la seguridad absoluta de que son veraces y de que están correctamente transcritos, es importante resaltar que los software siempre trabajan con archivos planos y al impórtalos pueden perder o ganar cifras.

- Estructura de Nivel

La forma horizontal que adopta la serie en su comportamiento histórico y actual; el caso donde se presentan varios niveles es importante sólo tomar el periodo más reciente, una forma de descubrir los cambios de nivel es mediante la observación y calcular la desviación estándar con la media total, si es superior a 50% afecta la calidad de la serie, de lo contrario es una serie correcta.

Ilustración 4. Serie con cambios de nivel



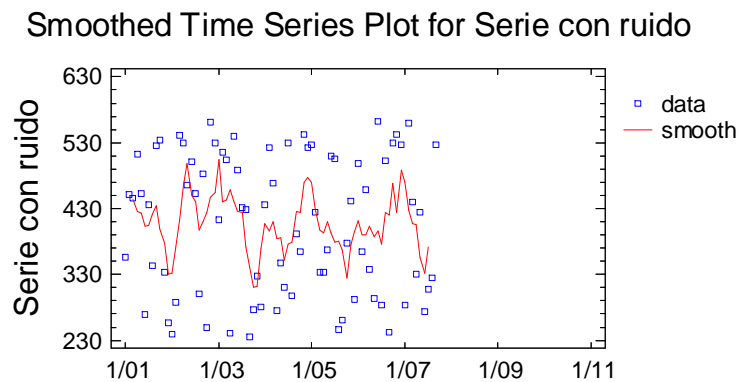
(Mora,2007,95)

- Estructura horizontal Ruido o aleatoriedad

La serie que presenta neutralidad (o tiende a cero), posee una desviación estándar pequeña y constante a lo largo de toda ella, a este fenómeno se le denomina estacionalidad, si existe en las series estacionarias en medias, existe una probabilidad igual de que el siguiente valor este por encima o por debajo de la media (Makridakis y otro,1998,73).

La idea de una serie estacionaria es que se encuentre en equilibrio estadístico, en el sentido de que sus propiedades no varían a lo largo del tiempo. Para determinar el comportamiento se determina suavizar la serie para el análisis subjetivo, dependiendo de la conducta (ALCEING@2007).

Ilustración 5. Serie con ruido suavizada

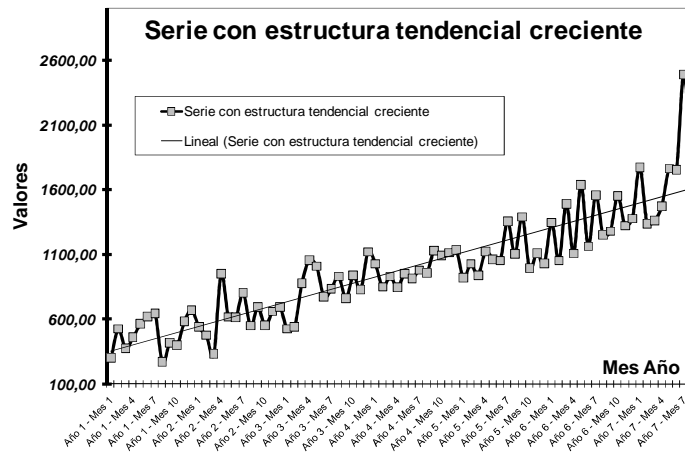


(Mora,2007,101)

- Estructura Tendencial

Las series que presentan un crecimiento o decrecimiento en su pendiente a través del tiempo, posee una estructura tendencial, se puede detectar visualmente; se dice que existe estructura tendencial cuando la pendiente es diferente de cero ($-0,25 < 0 < 0,25$). Se visualiza fácilmente por la ecuación de la pendiente.

Ilustración 6. Serie con estructura tendencial

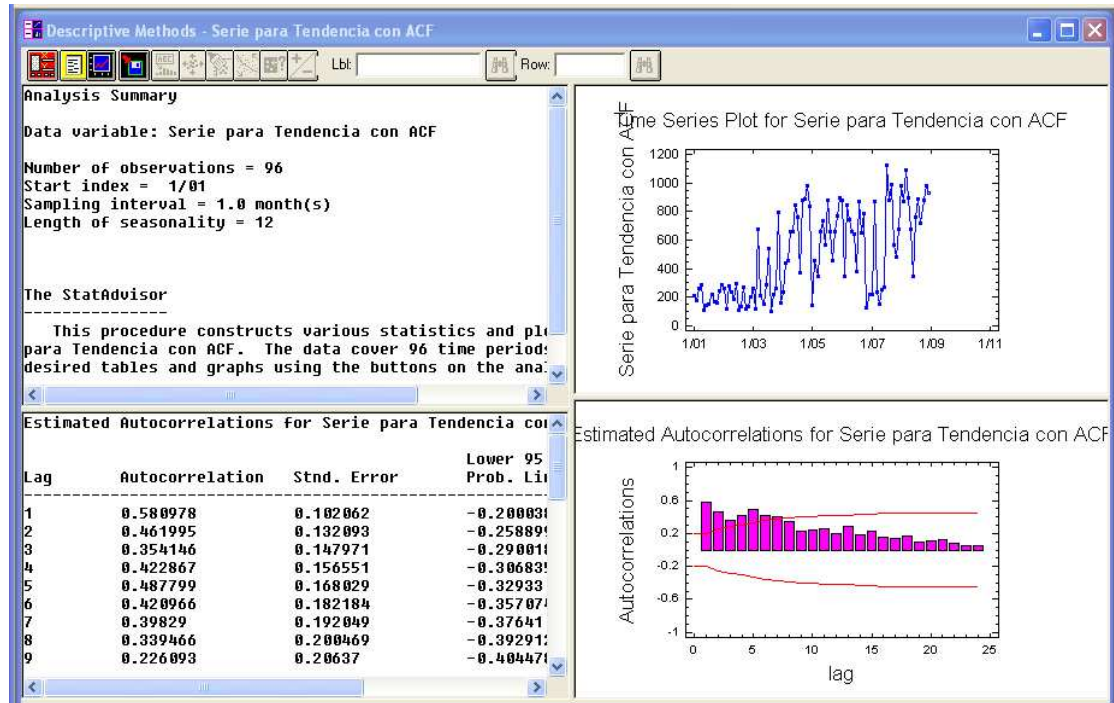


(Mora,2007,103)

La función de Auto correlación (ACF), la cual consiste en valorar las diferencias de los datos reales de la serie con retraso de una unidad. Sirve para determinar la presencia de estructura tendencial en una serie. por ejemplo, si Z denota los valores de $Z_t - Z_{t-1}, Z_{t-1} - Z_{t-2}$ y así sucesivamente dan valores dentro del rango $0 \pm 1,96 * (\frac{1}{\sqrt{N}})$ donde N(numero de datos) para obtener los coeficiente de correlación.

La presencia de un software de estadística arroja resultados muy importantes para determinar por ACF la tendencia de la serie de datos, con solo analizar la relación que existe por medio de los palotes que sobrepasan la banda de confianza, entre más estén fuera mejor es la estructura.

Ilustración 7. Evaluación de tendencia con Auto correlación (ACF)



(SGBW,2003)

- Estructura estacional o cíclica

Las series que poseen estructuras repetitivas en el tiempo influenciadas por factores estacionales (ó cíclicos), denotan una repetición iterativa (inferior a doce meses para las estacionales y superiores a un año para las cíclicas) de sus comportamientos, como en los fenómenos climáticos, como el verano o el invierno, estos se repiten por un lapso determinado de tiempo.

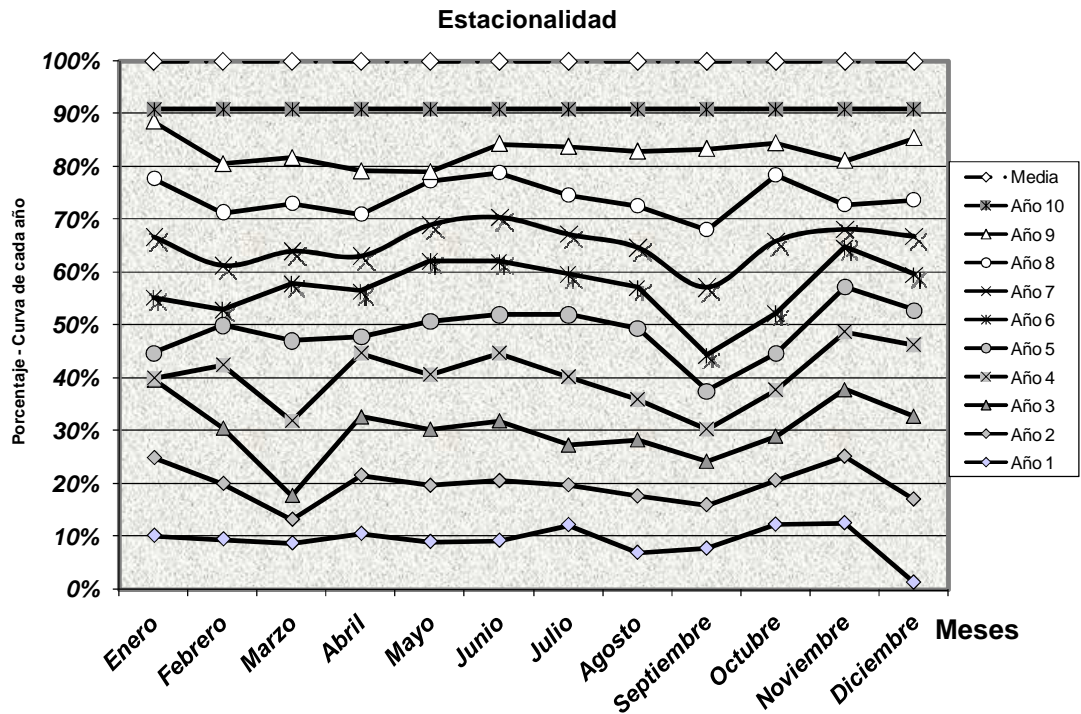
La observación detallada de la serie no es una herramienta para determinar a simple vista el comportamiento estructural de estacionalidad por eso se requiere de un software como Excel o *statgraphics*⁷.

Los métodos para determinar el fenómeno de estacionalidad son fáciles para el lector determinar, el primero consta de una hoja de Excel donde el usuario

⁷ Software para pronósticos bajo el lenguaje de Windows.

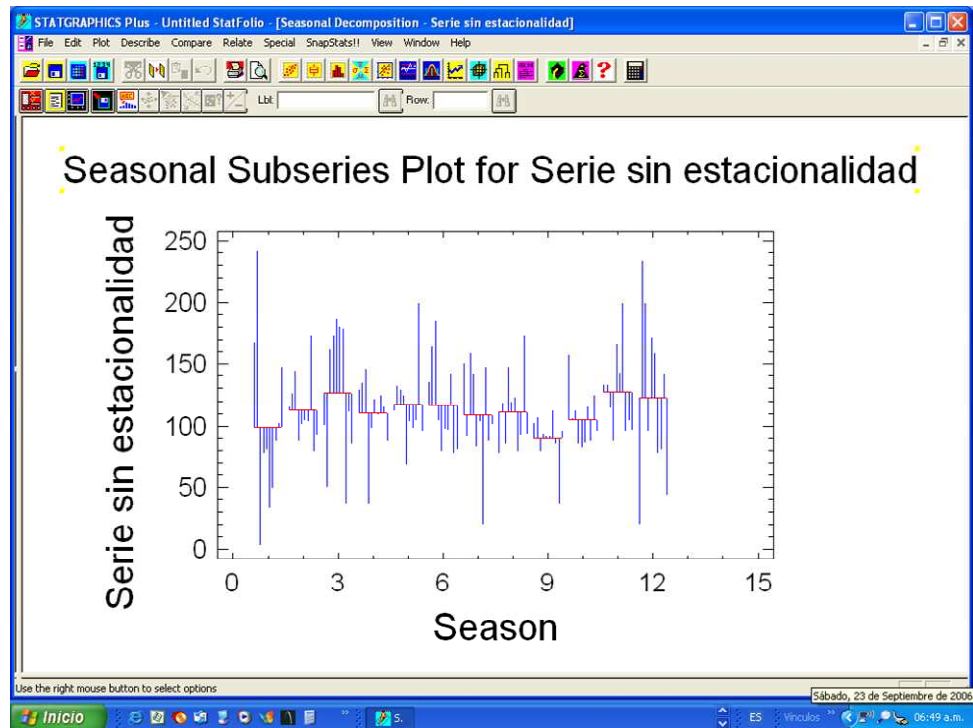
introduce los datos y determina si existe paralelismo entre las rectas graficadas, se afirma estacionalidad; el segundo se realiza con el software de *statgraphics* donde se observa la semejanza de los iconos (12 de izquierda a derecha), cuando se encuentran pictóricamente similares, se concluye como una serie estacional (Mora,2007,109-114).

Ilustración 8. Serie normal con análisis estacional en Excel



(Mora,2003)

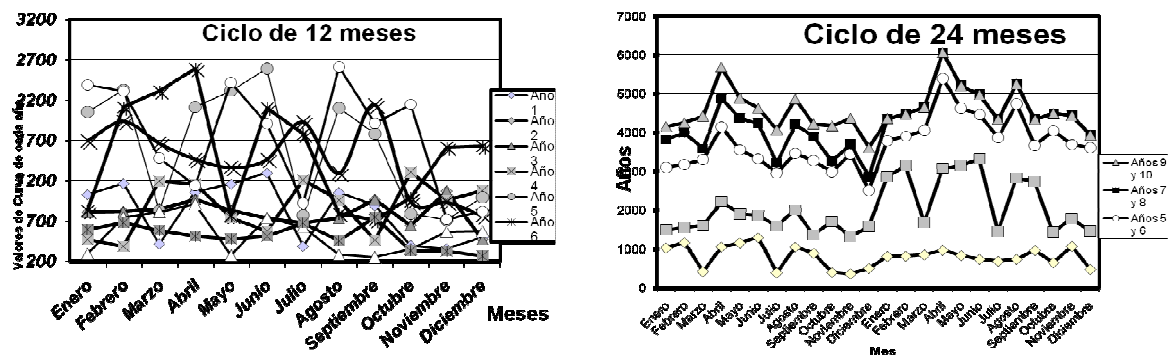
Ilustración 9. Serie normal con análisis estacional en *statgraphics*

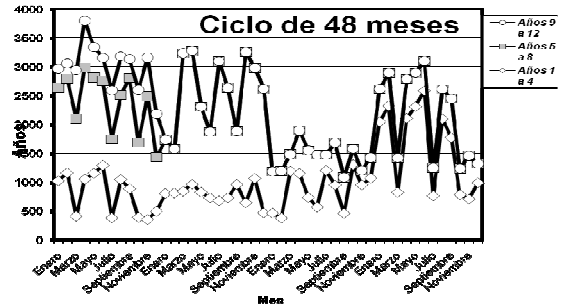
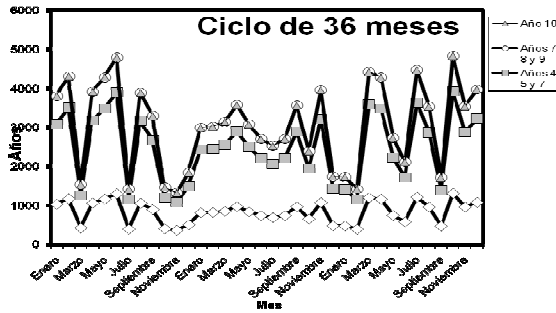


(SGBW,2003)

La detección de fenómenos repetitivos con frecuencias superiores a doce meses, se logra al realizar el análisis en Excel o *Statgraphics*, donde se grafican todos los años de forma horizontal con periodicidad de 12, 24, 36 o mas para verificar si en algunas de éstas se entrecruzan las líneas, si esto no sucede la serie se determina como cíclica.

Ilustración 10. Serie normal con estructura cíclica





(Mora,2007,116)

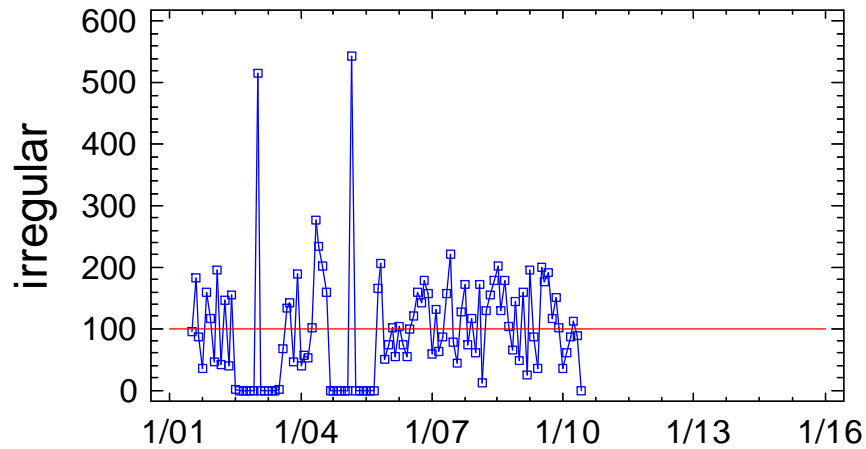
El paralelismo que existe en el ciclo de 24 meses entre las 5 líneas presentes, lo que permite afirmar que hay presencia de una estructura cíclica con esta frecuencia.

- Componentes irregulares

El Software *Statgraphics* tiene un módulo que permite revisar la calidad de los datos de una serie, se encuentra en el paso 9 de la detección de estacionalidad o de estructura cíclica, se denomina *Irregular Component*. En el evento de que exista uno o más datos fuera de una desviación estándar normal, la grafica difiere, el método es básicamente de observación cualitativa (Mora,2007,123).

Los puntos superiores salidos del rango y no existe una distribución equitativa de puntos alrededor de su media, considera como la forma de detectar la forma irregular de la serie de datos.

Componentes irregulares para la serie alterada en tres valores



(SGBW,2003)

1.4.1.3 Hipótesis.

El paso dos en MUP consiste en determinar los modelos que mejor se ajusten a las características de la serie analizada en el paso uno, se trata entonces de conocer las particularidades de cada uno de los modelos mas utilizados tanto clásicos como los modernos, con el fin de lanzar la hipótesis a partir del apareamiento con las características de la serie.

1.4.2 Modelos clásicos y modernos

Los modelos de las series temporales se clasifican en dos grandes grupos, modernos o más conocidos como AR.I.MA.⁸ y los modelos particulares y

⁸ AR.I. MA: AR *Auto Regressive* (Auto regresivo)- I *Integrated or Integratived* (Integración o Diferenciación)- MA *Moving average* (Medias Moviles).

específicos de los primeros, clásicos. Es necesario analizar siempre los clásicos primero, si estos no se ajustan a los criterios es necesario recurrir a los modernos.

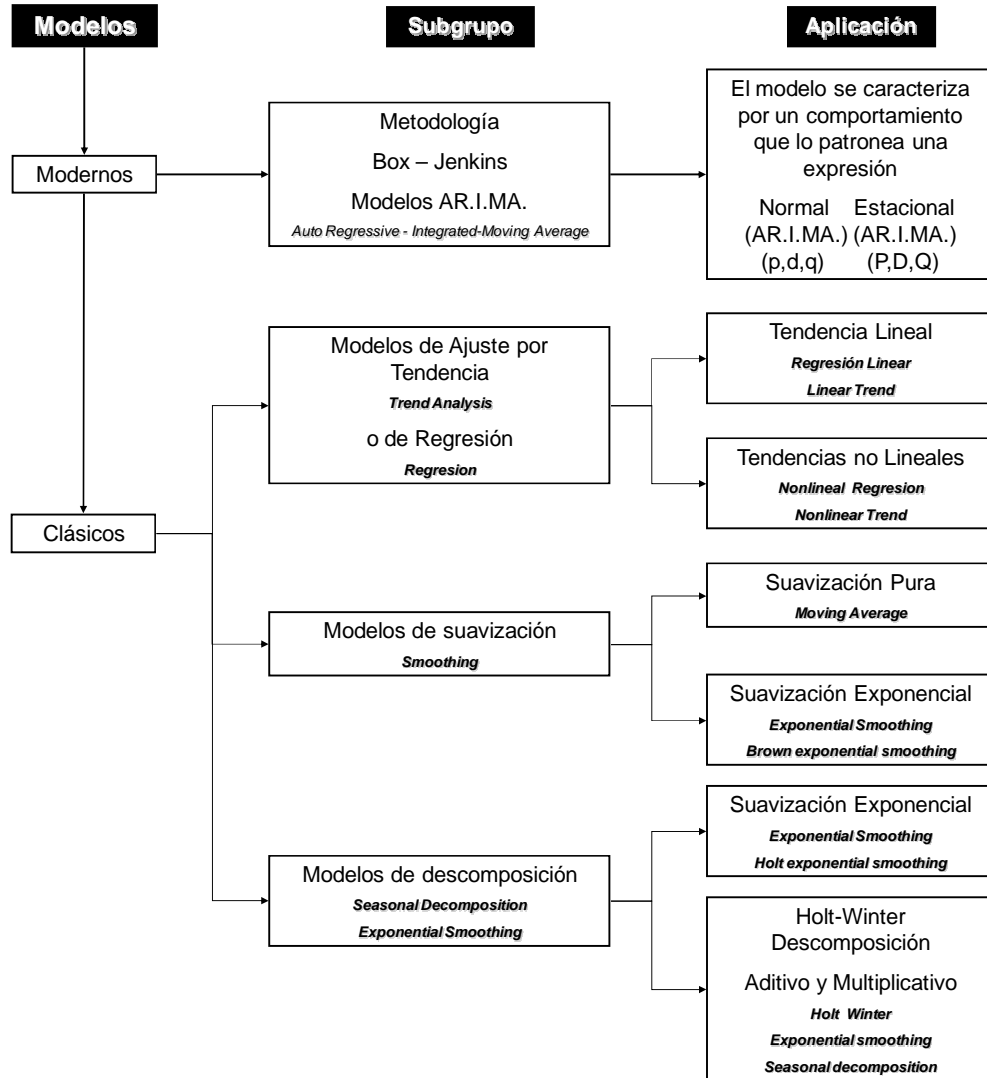
Ilustración 12. Diferencias entre métodos clásicos y modernos⁹ del MUP.

| Clásicos | Modernos |
|---|---|
| Son determinísticos, es decir se expresan con ecuaciones matemáticas | No usan el lenguaje matemático son estocásticos, se trabajan cualquier rumbo inesperado |
| Son pronósticos a simple vista | No son pronosticables al ojo humano, son impredecibles, toman cualquier rumbo inesperado |
| Los fenómenos exógenos los afectan, pero posteriormente toman rumbo o tendencia natural | Los fenómenos exógenos los alteran y permanecen, deteriorando la estructura anterior que traía |
| Sus pronósticos se basan netamente en el pasado | Sus pronósticos se pueden basar en el pasado, pero su aporte más importante es que pueden pronosticar demandas que no tengan ningún antecedente en el pasado. También puede generar pronósticos que tengan una parte influenciada en el pasado y otra solamente afectada por hechos nuevos. |

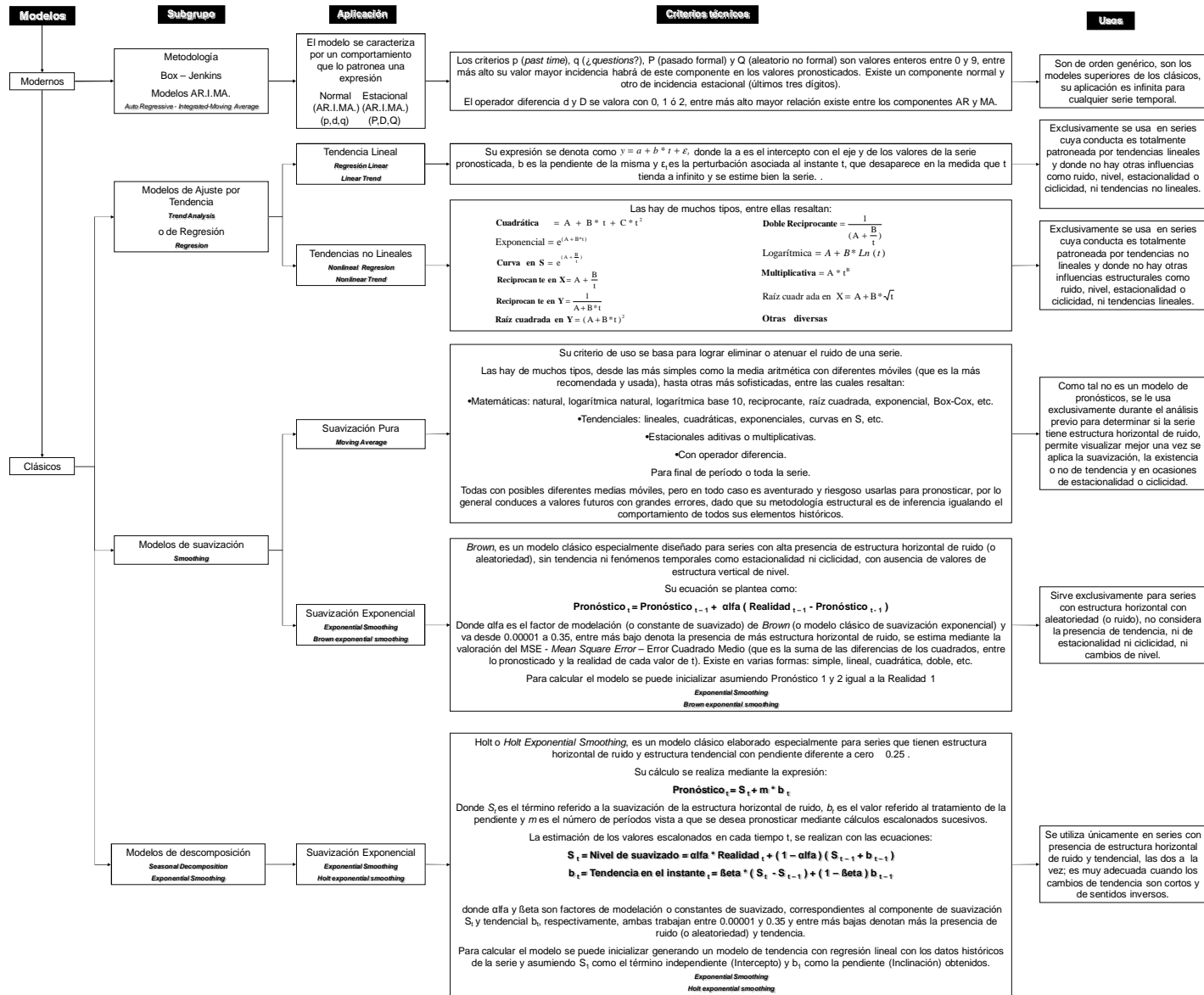
(MONOGRAFIAS@,2007)

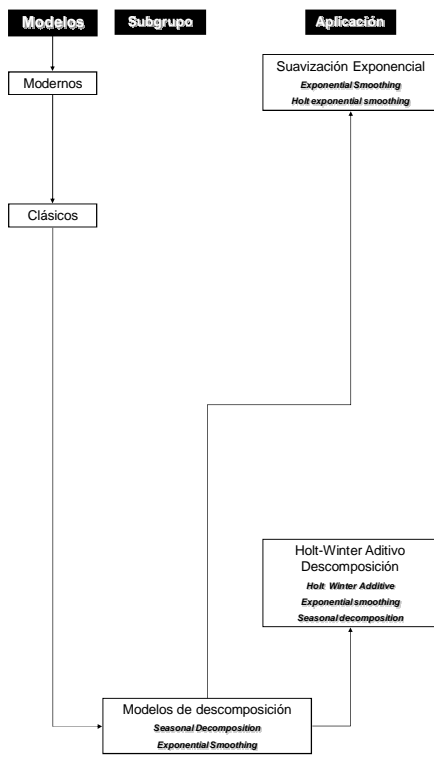
⁹ Modernos, realmente se adopta mejor el nombre de AR. I.MA., ya que datan del inicio de la segunda mitad del siglo pasado

Ilustración 13. Tipos, criterios y usos de los diferentes modelos de pronósticos



(Mora,2007,128)





Criterios técnicos

Usos

Holt - Winter Exponential Smoothing, es un modelo clásico elaborado especialmente para series que tienen estructuras estacionales y/o cíclicas con fenómenos repetitivos en el tiempo obligatoriamente, y pueden opcionalmente contar con estructura horizontal de ruido y/o estructura tendencial con pendiente diferente a cero 0.25 .

Holt - Winter Exponential Smoothing Additive
 Su cálculo se realiza mediante la expresión:
Uno - $T_{t+M} = S_t + M * b_t$ con **Dos - Pronóstico** $X_{t+M} = E_t + T_{t+M}$
 Donde X_{t+M} es el pronóstico para el período t + M realizado desde t.
 El término T_{t+M} es el pronóstico sin estacionalidad (previsión de la tendencia).
 La expresión E_t es el Factor Estacional

Las variables: S_t es el término referido a la suavización de la estructura horizontal de ruido, b_t es el valor referido al tratamiento de la pendiente y m es el número de períodos vista a que se desea pronosticar mediante cálculos escalonados sucesivos.
 Al sustituir la expresión dos en uno queda:
 $X_{t+M} = \text{Pronóstico}_{t+M} = (S_t + M * b_t) + E_t$
 La estimación de los valores escalonados en cada tiempo t, se realizan con las ecuaciones:
 $S_t = \alpha * (Z_t - E_{t-L}) + (1 - \alpha) * (S_{t-1} - b_{t-1})$
 $b_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * b_{t-1}$
 $E_t = \gamma * (Z_t - S_t) + (1 - \gamma) * E_{t-L}$
 Fuente Bibliográfica: Yih-Long,1998,273

donde α , β y γ son factores de modelación o constantes de suavizado, correspondientes así: α al componente de suavización S_t , β al componente tendencial b_t y γ al factor temporal (cíclico o estacional). En las expresiones enunciadas L es la longitud del ciclo, M es el número de períodos futuros a pronosticar (Yih-Long,1998,273).

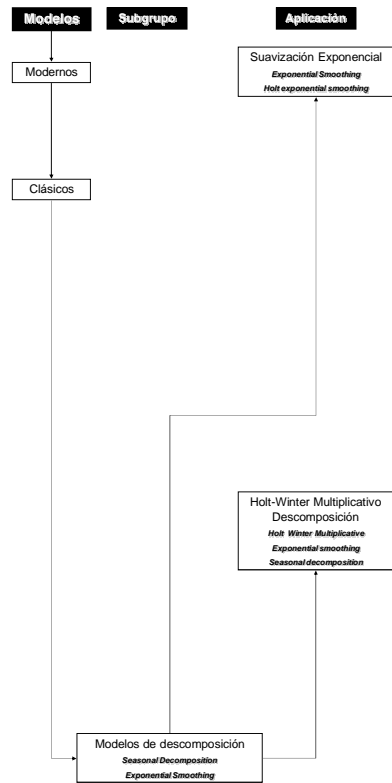
Las constantes α y β trabajan entre 0.00001 y 0.35 y entre más bajas denotan mayor presencia de ruido (o aleatoriedad) y tendencia en forma respectiva; en cambio γ se desempeña entre 0.65 y 0.999999 y entre más alta, denota una mayor existencia del fenómeno temporal repetitivo.
 Los valores de E_t , S_t y b_t se inicializan con las siguientes fórmulas y condiciones:
 S_0 es la media móvil de los primeros L datos reales Z_t con $t = 1, 2, \dots, L$.
 b_0 es igual a cero.
 $E_t = Z_t - S_0$, para los primeros L valores con $t = 1, 2, 3, \dots, L$.

Los Pronósticos de los X_{t+M} valores se calculan con $M = 1$, cuando t + M aún son valores reales históricos.
 Los verdaderos pronósticos de X_{t+M} cuando t + M es mayor al número de datos históricos se calculan con $M = 1$ el primer pronóstico, $M = 2$ la segunda predicción, $M = 3$ la tercera predicción y así sucesivamente hasta completar los valores solicitados.
 Por otro lado al momento de estimar los pronósticos con la ecuación
 $X_{t+M} = \text{Pronóstico}_{t+M} = (S_t + M * b_t) + E_t$
 siempre los valores de E_t se toman como E_t (ya calculado) para el primer pronóstico después de valores históricos reales, E_2 para el segundo, E_3 para el tercero, y así sucesivamente hasta E_L para el pronóstico L, de ahí en adelante se vuelve a tomar E_1 para el pronóstico L + 1, E_2 para el pronóstico L + 2 después de históricos reales, E_3 para la previsión L + 3, y así sucesivamente hasta el pronóstico L + L, luego se vuelve a tomar E_1 para la fórmula del cálculo de la previsión 2L + 1 y de ahí en adelante en forma similar volviendo a iniciar cada vez que se completen juegos de L pronósticos posteriores a los datos históricos.

siempre los valores de E_t se toman como E_t (ya calculado) para el primer pronóstico después de valores históricos reales, E_2 para el segundo, E_3 para el tercero, y así sucesivamente hasta E_L para el pronóstico L, de ahí en adelante se vuelve a tomar E_1 para el pronóstico L + 1, E_2 para el pronóstico L + 2 después de históricos reales, E_3 para la previsión L + 3, y así sucesivamente hasta el pronóstico L + L, luego se vuelve a tomar E_1 para la fórmula del cálculo de la previsión 2L + 1 y de ahí en adelante en forma similar volviendo a iniciar cada vez que se completen juegos de L pronósticos posteriores a los datos históricos.

Holt - Winter Exponential Smoothing
Holt - Winter seasonal decomposition

Es ideal en series con presencia obligatoria de estructuras estacionales y/o cíclicas; la presencia de ruido (o aleatoriedad) o tendencia es opcional no positiva, aún sin estas dos últimas es un modelo que se acomoda bien a series con fenómenos temporales repetitivos.



Criterios técnicos

Usos

Holt - Winter Exponential Smoothing, es un modelo clásico elaborado especialmente para series que tienen estructuras estacionales y/o cíclicas con fenómenos repetitivos en el tiempo obligatoriamente, y pueden opcionalmente contar con estructura horizontal de ruido y/o estructura tendencial con pendiente diferente a cero 0.25 .

Holt - Winter Exponential Smoothing Multiplicative

Su cálculo se realiza mediante la expresión:

Tres - $X_{t+M} = S_{t+M} * b_t$ con **Cuatro - Pronóstico** $T_{t+M} = E_t * T_{t+M}$

Donde X_{t+M} es el pronóstico para el período $t + M$ realizado desde t .

El término T_{t+M} es el pronóstico sin estacionalidad (previsión de la tendencia).

La expresión E_t es el Factor Estacional

Las variables: S_t es el término referido a la suavización de la estructura horizontal de ruido, b_t es el valor referido al tratamiento de la pendiente y m es el número de períodos vista a que se desea pronosticar mediante cálculos escalonados sucesivos.

Al sustituir la expresión tres en cuatro queda:

$$X_{t+M} = \text{Pronóstico}_{t+M} = (S_t + M * b_t) * E_t$$

La estimación de los valores escalonados en cada tiempo t , se realizan con las ecuaciones:

$$S_t = \text{alfa} * (Z_t / E_{t-1}) + (1 - \text{alfa}) * (S_{t-1} - b_{t-1})$$

$$b_t = \text{beta} * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \text{beta}) * b_{t-1}$$

$$E_t = \text{Gamma} (\gamma) * (Z_t / S_t) + (1 - \text{Gamma} (\gamma)) * E_{t-L}$$

Fuente Bibliográfica: Yih-Long,1998,273-274

Las constantes alfa y beta trabajan entre 0.00001 y 0.35 y entre más bajas denotan mayor presencia de ruido (o aleatoriedad) y tendencia respectivamente; en cambio $\text{Gamma} (\gamma)$ se desempeña entre 0.65 y 0.999999 y entre más alta, denota una mayor existencia del fenómeno temporal repetitivo.

Los valores de E_t , S_t y B_t se inicializan con las siguientes fórmulas y condiciones:

S_0 es la media móvil de los primeros L datos reales Z_t con $t=1,2,\dots,L$.

B_0 es igual a cero.

$E_t = Z_t / S_0$, para los primeros L valores con $t = 1, 2, 3, \dots, L$.

Los Pronósticos de los X_{t+M} valores se calculan con $M = 1$, cuando $t + M$ aún son valores reales históricos.

Los verdaderos pronósticos de X_{t+M} cuando $t + M$ es mayor al número de datos históricos se calculan con $M=1$ el primer pronóstico, $M=2$ la segunda predicción, $M=3$ la tercera predicción y así sucesivamente hasta completar los valores solicitados.

Por otro lado al momento de estimar los pronósticos con la ecuación

$$X_{t+M} = \text{Pronóstico}_{t+M} = (S_t + M * b_t) * E_t$$

siempre los valores de E_t se toman como E_1 (ya calculado) para el primer pronóstico después de valores históricos reales, E_2 para el segundo, E_3 para el tercero, y así sucesivamente hasta E_L para el pronóstico L , de ahí en adelante se vuelve a tomar E_1 para el pronóstico $L + 1$, E_2 para el pronóstico $L + 2$ después de históricos reales, E_3 para la previsión $L + 3$, y así sucesivamente hasta el pronóstico $L + L$, luego se vuelve a tomar E_1 para la fórmula del cálculo de la previsión $2L + 1$ y de ahí en adelante en forma similar volviendo a iniciar cada vez que se completan juegos de L pronósticos posteriores a los datos históricos.

Holt - Winter Exponential Smoothing
Holt - Winter seasonal decomposition

Es ideal en series con presencia obligatoria de estructuras estacionales y/o cíclicas; la presencia de ruido (o aleatoriedad) o tendencia es opcional no impositiva, aún sin estas dos últimas es un modelo que se acomoda bien a series con fenómenos temporales repetitivos.

Fuente Bibliográfica: Mora,2007,124-126

1.4.3 Modelos AR.I.MA.

El modelo se caracteriza por un comportamiento que lo patronea una expresión (AR.I.MA)¹⁰, conocida como metodología de *Box – Jenkins*, se basa en planteamientos probabilísticos y asumen las series temporales como manifestaciones de procesos estocásticos, en la cual esas perturbaciones que el entorno introduce son parte de la estructura de la serie (Carrión,1999,7).

El modelo que se adecúa a cualquier serie temporal por más especial que esta sea; si esta modelación de pronto no copia los valores reales del fenómeno evaluado, pero en todo caso se puede afirmar que siempre existe un modelo AR.I.MA., que es capaz de simular cualquier variable temporal (Mora, 2007,163).

1.4.3.1 Características de los modelos AR.I. MA.

- Estocásticos: ya que se basan en estos procesos no se expresa en forma determinística con ecuaciones, sino con expresiones que involucran operadores.
- Pronósticos: los modelos modernos lanzan pronósticos que estén en función neta del pasado, pero también predicen hechos novedosos que muy poca o ninguna relación tengan con los eventos ya descritos en el pasado; como también una combinación de los anteriores, pronósticos que por una parte dependan del pasado y por otra parte sean aleatorios.
- Fenómenos exógenos: estos se involucran, alteran la serie y pasan a formar parte de ella.

¹⁰ AR.I. MA: AR *Auto Regressive* (Auto regresivo)- I *Integrated or Integratived* (Integración o Diferenciación)- MA *Moving average* (Medias Moviles).

- Simple vista: no es factible predecir el comportamiento futuro de la serie con la simple observación humana, en los modelos modernos. (Mora, 2007,163-164).

Las siglas AR.I.MA, se refieren a un método de auto regresión (*Auto Regression*) AR, la letra I se refiere a la integración de éste y otro método que es el de medias móviles (*Moving Average*) MA.

1.4.3.2 Conceptos básicos de los modelos AR.I.MA.

Los modelos auto regresivos o de medias móviles son gobernados por las variables de procesos estocásticos. Este proceso es una sucesión de variables aleatorias Z_t ordenadas, el cual toma cualquier valor de t entre $-\infty$ y $+\infty$. Por ejemplo, la siguiente sucesión de variables aleatorias es un proceso estocástico.

Ecuación 1. Sucesión de variables aleatorias

$$Z_{-5}, Z_{-4}, Z_{-3}, Z_{-2}, \dots, Z_3, Z_4$$

(ARCE@,2008).

Las funciones de distribución resultan complejas de conocer de forma que, para caracterizar un proceso estocástico, basta con especificar la media y la varianza para cada Z_t y la covarianza para variables referidas a distintos valores de t.

Ecuación 2. Media y varianza en procesos estocásticos

$$E[Z_t] = \mu_t$$

$$\sigma^2_t = Var(Z_t) = E[z_t - \mu_t]^2$$

(ARCE@,2008).

Un proceso estocástico es estacionario si las funciones de distribución conjuntas son invariantes con respecto a un desplazamiento en el tiempo (variación de t). Es decir, considerando que t, t+1, t+2....., t+k reflejan periodos sucesivos:

Ecuación 3. Proceso estocástico estacionario

$$F(Z_t, Z_{t+1}, \dots, Z_{t+k}) = F(Z_{t+m}, Z_{t+1+m}, \dots, Z_{t+k+m})$$

(BIERENS@,2008).

1.4.3.3 Modelos auto regresivos.

El modelo auto regresivo se define si la variable endógena de un periodo t es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a periodos anteriores añadiéndose, como en los modelos estructurales, un término de error.

La palabra AR¹¹ indica el orden del modelo AR(1), AR (2), AR(3),.....etc. Este orden del modelo expresa el número de observaciones retrasadas de la temporal analizada que intervienen en la ecuación. Así, por ejemplo, un modelo AR(P) tendría la siguiente expresión:

Ecuación 4. Proceso de auto regresión

$$Z_t = \phi_0 + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

Donde:

Z : Variable aleatoria

t: Periodo

ϕ : Operador polinomial

P: Número de términos de auto regresión

(AZNAR,2008,5).

¹¹ AR: Auto Regresivo

1.4.3.4 Modelos de medias móviles (MA¹²).

El modelo de los determinados medias móviles es aquel que explica el valor de una determinada variable en un periodo t en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a periodos precedentes, ponderados convenientemente.

Estos modelos se denotan con la sigla MA, seguidos, como en el caso de los modelos autoregresivos, del orden entre paréntesis. Así, un modelo con q términos de error MA(q), responde a la siguiente expresión:

Ecuación 5. Proceso de medias móviles

$$Z_t = \mu + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

Donde:

Z : Variable aleatoria

t: Periodo

θ : Umbral de tiempo

μ : Media

(AZNAR,2008,5).

1.4.3.5 Correspondencia entre modelo AR y MA.

Las características de las funciones de auto correlación de los modelos estacionales AR.I.MA, son similares de los reguladores AR.I.MA, AR.MA., AR. Y MA. (Normales o convencionales) no estacionales; solo que se presentan en los retardos múltiplos del valor del ciclo estacional, es decir, los coeficientes no nulos se presentan en los retardos no nulos 1*s, 2*s, etc (Carrión,1999,57-60).

¹² MA: Moving Average

Ilustración 14. Correspondencia de modelos AR y MA

| Correspondencias entre modelos AR y MA | | |
|--|--|--|
| Concepto | Auto Regresivos | Medias Móviles |
| Sigla | AR (p) | MA (q) |
| Expresión | $\phi_p(B) Z_t = \alpha_t$ | $Z_t = \theta_q(B) \alpha_t$ |
| Condición de estacionariedad | Raíces de $\phi_p(B)$ en módulos mayores que 1 | Siempre |
| Condición de invertibilidad | Siempre | Raíces de $\theta_q(B)$ en módulos mayores que 1 |
| Correlograma Simple | Infinitos valores no nulos, según una mezcla de exponenciales y sinusoidales amortiguadas | Coefficientes no nulos hasta el retardo q, el resto nulos |
| Correlograma Parcial | Coefficientes no nulos hasta el retardo p, el resto nulos | Infinitos valores no nulos, según una mezcla de exponenciales y sinusoidales amortiguadas |
| Modelo Dual | MA (∞) | AR (∞) |

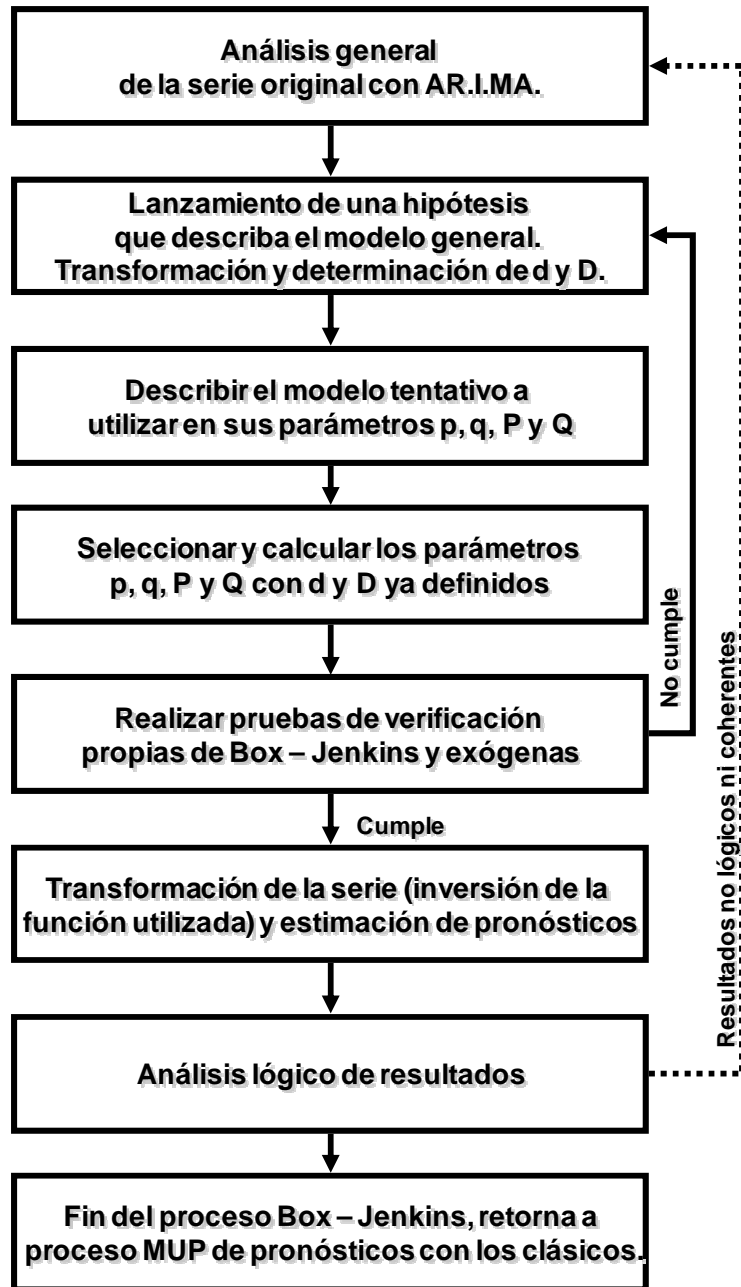
(Mora ,2007,197)

1.4.3.6 Modelo AR.I.MA.

Un proceso de serie de tiempo se denomina como I(d) donde d veces es el operador de primeras diferencias. En este paso se integran los modelos mencionados con anterioridad.

El modelo se adecúa a cualquier serie temporal por más especial que esta sea; además, si esta modelación de pronto no copia los valores reales del fenómeno evaluado, en todo caso se puede afirmar que siempre existe un modelo AR.I.MA., que es capaz de simular cualquier variable temporal (Mora, 2007,163).

Ilustración 15. Metodología AR.I.MA. Box -Jenkins



(Mora,2007,166).

Ecuación 6. Expresión típica de los modelos AR.I.MA.

$$X_t = \mu + \phi_1 * Z_{t-1} + \phi_2 * Z_{t-2} + \dots + \phi_p * Z_{t-p} + \alpha_t + \theta_2 * \alpha_{t-2} + \dots + \theta_p * \alpha_{t-p},$$

Donde:

Z : Variable aleatoria

t: Periodo

\theta : Umbral de tiempo

\phi : Operador polinomial

\mu : media

P: Número de términos de autoregresion

La unión de un modelo auto regresivo de orden p con un modelo de medias móviles de orden q.

$$AR(p) \cup MA(q)$$

(UAMARIMA@,2006).

1.4.4 Modelos clásicos.

Los modelos clásicos son de carácter determinístico, cada uno de ellos se rige por una regla matemática que lo hace aproximarse y que hace que a partir del tipo de datos, se acomoden o no a estos.

1.4.4.1 Modelos de ajuste por tendencia y de regresión.

La tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición. La regresión se utiliza para predecir basándose en el conocimiento de otra tomada para llegar a una conclusión verídica en los datos (WIKIPEDIA@2008).

- Modelo de ajuste de tendencia lineal.

El ajuste por tendencia y regresión se refiere a la regresión lineal más sencilla donde la tendencia trata de aproximar a una recta con pendiente B e intercepto A. Exclusivamente se usa en series cuya conducta es totalmente patroneada por tendencias lineales y no hay influencias como ruido, nivel, estacionalidad o ciclicidad.

Ecuación 7. Pronóstico por el modelo de tendencia lineal

$$\text{Pronóstico} = A + B * t$$

Donde:

A es el intercepto con el eje

B es el ángulo de pendiente con el eje X.

- Modelos clásicos de tendencia no lineal

Los modelos de tendencia no lineal se rigen por el principio exclusivo donde se usan series cuya conducta está totalmente patronada por tendencias lineales. Para pretender obtener los valores de los parámetros asociados con la mejor curva de ajuste con el fin de determinar si el modelo es adecuado.

Ecuación 8. Pronóstico por el modelo no lineal cuadrático.

$$\text{Pronóstico} = A + B * t + C * t^2$$

Donde:

A es el intercepto con el eje

B es el ángulo de pendiente con el eje X

C es la constante adicional para acercarla a un modelo cuadrático

(Mora,2007,133-136).

La tendencia de modelos no lineales se aproxima de varias formas, entre ellas se resaltan el modelo exponencial, logarítmico, raíz cuadrada, curva en S, etc. Estos se referencian más adelante.

1.4.4.2 Modelos de suavización.

Los modelos de suavización son utilizados por su simplicidad, exactitud y facilidad de uso, tienen un uso exclusivo durante el análisis previo para determinar si la serie tiene estructura horizontal de ruido o aleatoria permitiendo visualizar mejor la tendencia.

- Suavización Pura (MA)

El sistema de medias móviles o simples promedios, es muy útil para determinar la existencia o no de estructuras horizontales de aleatoriedad o ruido en las series; durante el análisis previo del MUP, una vez se logra controlar o eliminar el componente de ruido, se observa mejor la presencia o no de elementos tendenciales o estacionales (Mora,2007,149).

- Modelos de suavización exponencial BROWN

Modelo Brown, cuya función especial es atender demandas cuyo comportamiento primario depende intensamente del ruido; cuando se habla del ruido, se habla de interferencias que pueden tener los datos y que minimizan la probabilidad de que el rango de datos pueda alcanzar un coeficiente de correlación acertado.

Ecuación 9. Modelo de suavización exponencial de Brown

$$\text{Pronóstico}_t = \text{Pronóstico}_{t-1} + \alpha * (\text{Realidad}_{t-1} - \text{Pronóstico}_{t-1})$$

Donde:

Alfa: factor de modelación

T: tiempo

(Mora,2007,151).

1.4.4.3 Modelos de descomposición.

Los modelos por descomposición se basan en que existe una estructura subyacente en las series temporales, estos procesos datan desde principios del siglo pasado; el propósito de los métodos es descomponer la estructura integral de

la serie en subestructuras, para ello tiene en cuenta tres elementos: tendencia, ruido y fenómenos repetitivos temporales (Mora,2007,155).

- Suavización exponencial (*Holt*):

El modelo clásico de *Holt*, elaborado en especial para series que tienen estructura horizontal de ruido y estructura tendencial con pendiente diferente a cero. Es muy adecuada cuando los cambios de tendencia son cortos y de sentido inverso, trabaja con dos constantes de suavización o factores de modelación: alfa para el ruido y beta para la estacionalidad.

Ecuación 10. Modelo de suavización exponencial de *Holt*

$$\text{Pronóstico}_t = S_t + m * b_t$$

Donde:

S_t : Suavización de la estructura horizontal de ruido

b_t : valor referido al tratamiento de la pendiente

m: numero de periodos a pronosticar, a efectos de facilidad de cálculo para pronosticadores iniciales, se hace m=1, para ir de pronóstico en pronóstico, con lo cual la ecuación queda convertida, en:

$$\text{Pronóstico}_t = S_t + b_t$$

(Mora,2007,129).

Los valores escalonados se estiman para cada tiempo t, esto se realiza de acuerdo a la siguiente fórmula. Este modelo se inicia al generar un modelo de tendencia con regresión lineal con los datos históricos de la serie asumiendo *S_t* como término independiente y *b_t* como pendiente.

Ecuación 11. Suavización de la estructura horizontal

$$S_t = \alpha * Realidad_t + (1 - \alpha_t) * (S_{t-1} + b_{t-1})$$

Donde:

α : Factor de modelación

S_t : Suavización de la estructura horizontal de ruido m : numero de periodos a pronosticar

b_t : valor referido al tratamiento de la pendiente

(Mora,2007,129).

Ecuación 12. Tendencia en el instante

$$b_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * b_{t-1}$$

Donde:

β : Constante de suavización

S_t : Suavización de la estructura horizontal de ruido m : numero de periodos a pronosticar

b_t : valor referido al tratamiento de la pendiente

(Mora,2007,129).

- Descomposición aditiva y multiplicativa (Modelo de *Holt – Winter*)

El modelo de *Holt – Winter* es una ampliación perfeccionada de alisamiento exponencial, al incorporar la tendencia general de crecimiento o de decrecimiento, permite estimar a medio y largo plazo, al superar las restricciones que muestran las medias móviles y la suavización exponencial (Berenson y otro,1992,752).

El método se utiliza cuando se tiene en la serie una estructura estacional o cíclica, debido a fenómenos repetitivos temporales. Trabaja con tres constantes de suavización con respecto al método de *Holt*, alfa para controlar el ruido, beta para la tendencia y gamma para modelar el fenómeno estacional o cíclico.

Ecuación 13. Modelo de *Holt – Winter* aditivo y multiplicativo

$$X_{t+m} = \text{Pr onostico}_{t+m} = (S_{t+m} * b_t) + E_t$$

$$X_{t+m} = \text{Pr onostico}_{t+m} = (S_{t+m} * b_t) * E_t$$

Donde:

E : *Factor temporal*

S_t : *Componente de suavización.*

b_t : *Componente tendencial*

(Yih - Long,1998,273).

En el caso particular de *Holt – Winter* debe existir en forma obligatoria la presencia de una subestructura cíclica, de estacionalidad o de ambas; la presencia de ruido o tendencia no es esencial. Para la estimación del aditivo multiplicativo se realiza siguiendo los siguientes parámetros.

Ecuación 14. Estimación para aditivo y multiplicativo

$$S_t = \alpha * (Z_t - E_{t-1}) + (1 - \alpha) * (Z_{t-1} - b_{t-1})$$

$$b_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * b_{t-1}$$

$$E_t = \gamma * (Z_t - S_t) + (1 - \gamma) * b_{t-1}$$

$$S_t = \alpha * (Z_t / E_{t-1}) + (1 - \alpha) * (Z_{t-1} - b_{t-1})$$

$$b_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * b_{t-1}$$

$$E_t = \gamma * (Z_t / S_t) + (1 - \gamma) * b_{t-1}$$

Donde:

Z_t : *Componente de suavización.*

(Yih - Long,1998,273-4).

1.5 INVENTARIOS

Las empresas giran en torno a los inventarios, es el principal índice de cada uno de los presupuestos y un buen control de inventarios lleva a proponer positivas entradas a las organizaciones, es la clave del éxito de la planeaciones de las empresas.

Las existencias de inventarios se justifican de dos hechos posibles:

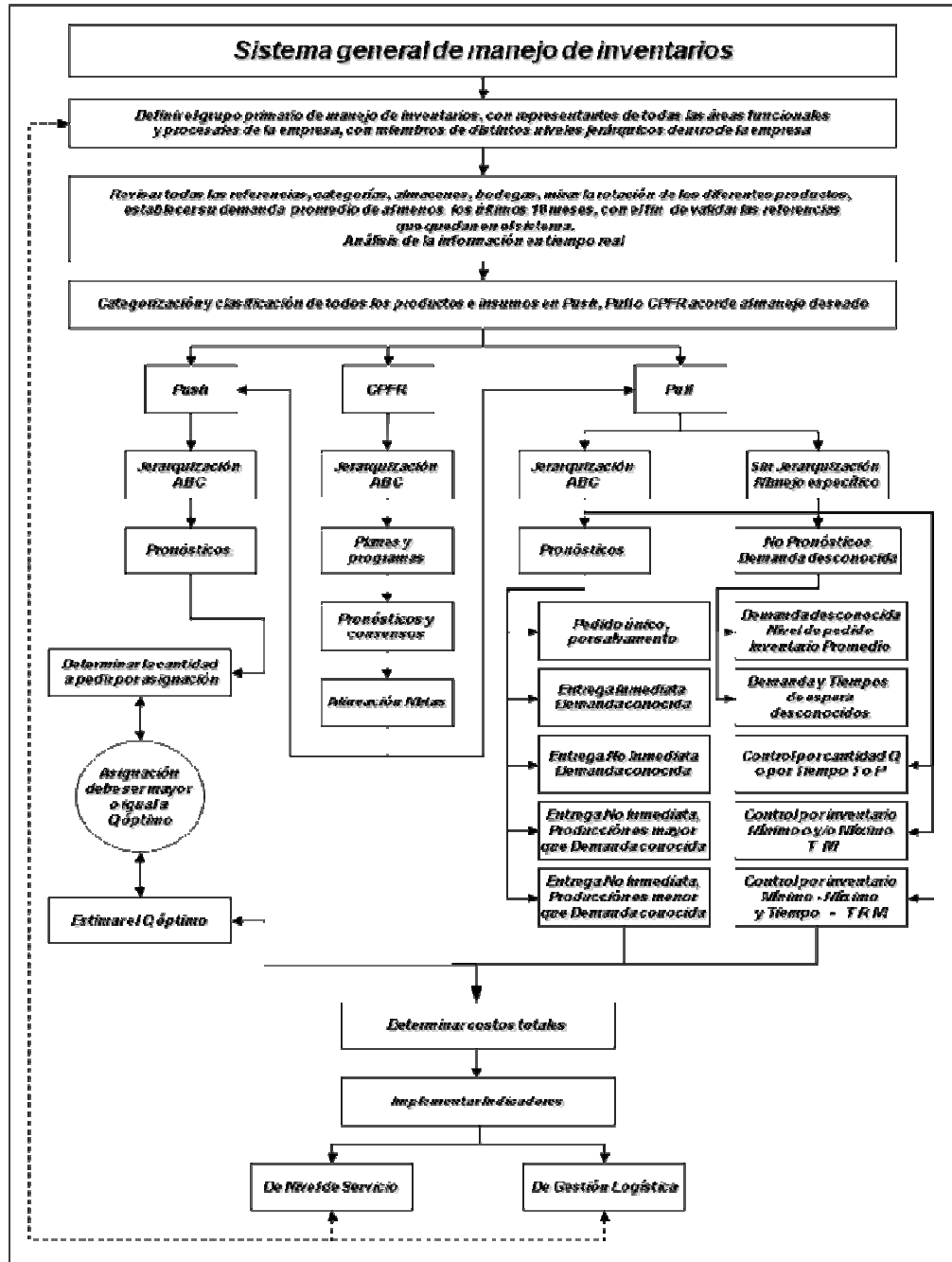
- La velocidad de demanda es más alta que la producción o aprovisionamiento.
- El tiempo de transporte y/o la distancia entre el punto de fabricación o comercialización de productos y el punto donde se consumen o donde se requieren para ser usados, son muy grandes (Mora,2007,258).

Los distintos beneficios que trae el presentar la existencia de un almacén para el control de inventarios (INVESTIGACION@,2007):

- Ayudar a la independencia de operaciones - Continuidad de las variaciones de demanda
- Determinar condiciones económicas de aprovisionamiento
- Determinar la óptima secuencia de operaciones
- Uso óptimo de la capacidad productivo

El manejo integral de los inventarios debe seguir unas pautas importantes para poderse aplicar de manera exitosa, el cumplimiento de estos pasos aumenta la probabilidad de lograr un buen manejo y genera confianza en la consecución de los objetivos principales de la empresa. A continuación se referencian y se muestran dichas pautas.

Ilustración 16. Sistema integral Logístico de manejo de inventarios



(MORA,2007,264).

1.5.1 Gestión y manejo de inventarios

Los inventarios son almacenamientos de materias primas, repuestos, insumos, productos en proceso o bienes terminados que aparecen a lo largo de la cadena de valor o del proceso logístico de una empresa.

1.5.1.1 Materias primas.

Las clases de materiales que compra el fabricante y que puede someterse a otras operaciones de transformación o manufactura antes de venderse como producto terminado.

1.5.1.2 Productos terminados.

Lo constituyen todos los artículos fabricados que están aptos y disponibles para su venta.

1.5.1.3 Partes y componentes.

Los componentes son aquellos que conforman al ser organizados entre si, un sólo organismo, para correlacionarlos entre ellos y realizar una tarea establecida.

1.5.1.4 Productos en procesos.

La producción parcialmente manufacturada; y su costo comprende materiales, mano de obra y gastos indirectos de fabricación (o carga fabril) que les son aplicables.

1.5.1.5 Suministros.

Este se distingue del inventario de materiales, porque los materiales pueden asociarse directamente con el producto terminado y llega a convertirse en partes de él y son utilizados en cantidades suficientes para que sea practico asignar su costo al producto (STARMEDIA@2007).

La situación más compleja en la gestión de inventarios es cuando ocurren faltantes o excesos en volúmenes de existencias en las referencias que se manejan. Ambos son muy difíciles de manejar, los agotados generan un tropiezo en el proceso logístico y los excesos atormentan a los financieros de la empresa (Mora,2007,258-259).

Los inventarios se presentan de diversas formas, entre las más relevantes, por especulación se guarda mercancía en espera de cambios en el entorno, para proteger de posibles fluctuaciones de demanda, por algunas consecuencia del orden estacional o cíclico y por productos muertos u obsoletos que generan largos tiempos de almacenamiento.

1.5.2 Costos.

El costo en el inventario representa una preocupación muy alta para las empresas, es el punto donde las empresas deciden tomar cartas en el asunto. Las principales causas de que se vea un incremento en el costo se muestra a continuación:

Ecuación 15. Costo anual total

$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

TC: costo Anual Total

D: Demanda

C: Costo por unidad

Q: cantidad

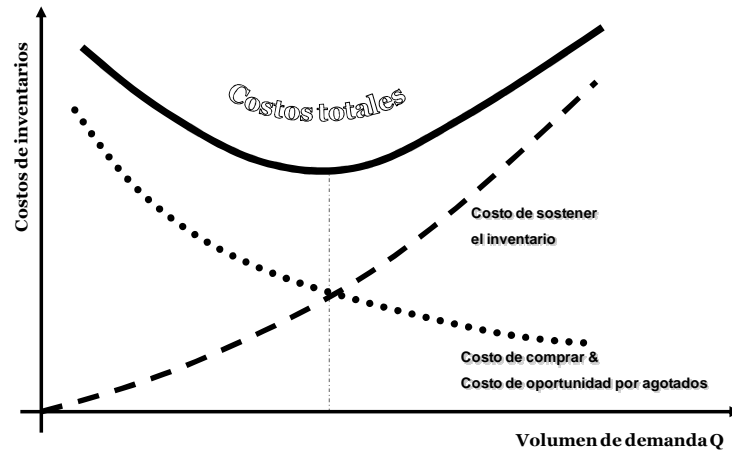
S: Costo de Preparación

H: Costo anual de mantenimiento y almacenamiento.

(Chase,2007,586).

Los principales rubros asociados a los inventarios su óptica de pronósticos, son de pedir, sostener el inventario y el costo de oportunidad por agotados en las referencias.

Ilustración 17. Costo de inventario



(MORA,2007,260).

El costo de pedir se asocia al mismo hecho de solicitar al proveedor o al fabricante una cantidad definida de referencias, para ser entregadas en un determinado tiempo con unas especificaciones técnicas y de calidad dadas. Esto lleva costos como procesamiento del pedido, comunicaciones, elaboración de documentos, tiempo de funcionarios, transacciones bancarias, transporte, etc.

El costo de sostener se relaciona con el mantenimiento del inventario en Stock, conlleva una serie de costos asociados como renta, costo financiero, costos de seguro de impuestos, costos por obsolescencia.

El costo de agotar es la falta de materias primas o productos, cuando la creciente demanda causa incumplimientos en las entregas a quien lo solicita. Conlleva a varios costos extras como costo de incumplimiento, impactos negativos, costos de pedidos extras o pendientes, costos de transportes extras que se pueden relacionar como los costos de oportunidad (Mora,2007,261).

1.5.3 Nivel de servicios

El objetivo de los inventarios es mantener una disponibilidad suficiente de referencias y volúmenes, que logren satisfacer la demanda que se requiere. Esta se calcula con base en las referencias que se solicitan por el cliente.

Ecuación 16. Nivel de servicio

$$\text{Nivel de servicio} = 100\% - \frac{\text{Cantidad no entregada por periodo}}{\text{Demanda total del periodo}}$$

1.5.4 Clasificación ABC

La clasificación de los productos que se demandan acorde al grado de importancia de los mismos, esto se realiza mediante una clasificación ABC, derivada del principio de Pareto¹³ hecho por Wilfredo Pareto¹⁴ (MORA, 2007,266).

El principio de ABC jerarquiza los productos o insumos acorde a la cantidad de unidades usadas y el precio de las mismas, el concepto del monto económico que representa el consumo durante un periodo de tiempo, es el concepto mas importante para definir la categoría A, B o C de cada ítem o materia prima.

El proceso de clasificación ABC se realiza de la siguiente manera, inicialmente se tabulan los datos reales, luego se ordenan de mayor en Y (porcentaje acumulado de la cantidad monetaria usada en promedio anual o de los últimos 18 meses, que se obtienen de multiplicar el volumen de cada referencia por su precio).

El proceso continua al calcular X, que es la contribución en porcentaje de referencias acumuladas (por ejemplo si son 10 referencias, el articulo 1 contribuye con una X de 1/10 igual a 0.1 o al 10%, la referencias 5 con una X del 50%, y así sucesivamente), en seguida se calculan el A (Apoyo Logístico) con las formulas que se dan más adelante (Mora, 2007, 266).

¹³ Pareto, La regla 80:20, que la gente en su sociedad se divide naturalmente entro los pocos de muchos y los muchos de pocos. Ejemplo: el 20% de las ventas, la dan el 80% de los clientes.

¹⁴ Wilfredo Pareto, Renacentista del siglo XIX. Creador del Principio de Pareto. Quien documenta por primera vez la fundamentación de la administración de materiales.

Ecuación 17. Apoyo Logístico

$$A = \frac{X * (1 - y)}{(Y - X)}$$

Y: porcentaje acumulado de la cantidad monetaria anual.

X: porcentaje acumulado de artículos

Si despejan X y Y quedan así:

Ecuación 18. Porcentaje acumulado de la cantidad monetaria.

$$Y = \frac{X * (1 - A)}{(A + X)} = \frac{1 + A}{1 + \frac{A}{X}}$$

Ecuación 19. Porcentaje acumulado de la cantidad monetaria.

$$X = \frac{A * (Y - 1)}{(1 - Y)}$$

(Mora, 2007, 267)

La evaluación de A es importante ya que si se encuentra que es muy disímil en las diferentes referencias, se concluye que no hay una política de jerarquización y de prioridad en el manejo de inventario.

- Tipo A

El inventario se mantiene en excelentes niveles en todos los almacenes o en los puntos de entrega que existan; lo ideal es que para productos de los cuales se maneja un fondo de reservas en cada periodo electivo se deje un 1.25 veces la demanda, con la aclaración de que ésta debe ser calculada como un promedio entre la demanda de los últimos periodos y el pronóstico de los venideros.

Ecuación 20. Demanda promedio en función del pronóstico

$$\text{Demanda promedio} = \frac{\text{Demanda del ultimo periodo} + \text{Pronostico periodo venidero}}{2}$$

(Mora, 2007, 267)

- Tipo B

Las referencias que se mantienen en niveles medios de inventario sólo en algunos almacenes. Lo adecuado es mantener al final de cada periodo unas 0.75 veces la demanda promedio en función de los pronósticos.

- Tipo C

Los artículos a los cuales no se les mantiene buenos márgenes de inventario y en caso de hacerlo, solo se mantiene en uno que otro almacén (si hay varios), de lo contrario se pide cuando se requiera. Se recomienda no mantener más de 0.35 veces la demanda promedio (calculada con pronósticos).

1.5.5 Clasificación de las diferentes referencias de un inventario.

Las formas más tradicionales de manejar los diferentes productos de inventarios, son *push* y *pull*, que se especifican en detalle más adelante. Aparece una tercera opción que son los métodos de inventarios de colaboración (*CPFR*¹⁵).

El concepto de *CPFR* se basa en la integración temporal de proveedores, fabricantes y distribuidores para hacer una planeación conjunta de las necesidades de inventario de toda la cadena de inventario basado en pronósticos de las referencias relevantes (Ballou,2004,326-342).

¹⁵ CPFR - *Colaborative Planning Forecasting and Replenishment* – Colaboración, planeación, pronósticos relleno.

1.5.5.1 Principales etapas de un sistema *CPFR*.

Paso 1 - Los diferentes socios acuerdan sistemas, planes y cifras colectivas para todo el sistema mediante definición de roles, miembros, reglas generales y específicas; pero en especial describen todo lo relacionado con la planeación estratégica del sistema.

Paso 2 – Definir las políticas y acciones comunes, como promociones, publicidades, categorías y servicios a ofrecer, nivel de servicios, sistemas de reaprovisionamiento, políticas de inventario, etc. En general lo que se relaciona con la logística del *CPFR*.

Paso 3 – 5 Los socios, proveedores, fabricantes y/o distribuidores calculan los pronósticos y las demandas estimadas de cada una de las referencias, categorías y niveles de productos a manejar, utilizan la metodología de consenso de forma posterior a los pronósticos colectivos, resuelven los casos de demanda, encuentran elementos causales del problema y los resuelven en colectivo.

Paso 6 – 8 Los socios se cooperan en los sistemas de almacenamiento de mercancía y aprovisionamiento (relleno), de cada uno de los almacenes o bodegas, siempre de una forma compartida.

Paso 9 – Donde se producen las órdenes, los despachos y demás actividades propias del control y operación del sistema, en ella se miden los niveles de cumplimiento, se evalúan las bondades de ajuste de los pronósticos, se resuelven los agotados, se minimizan los excedentes y se toman planes y acciones para resolver a un futuro inmediato (Mora,2007,263-264).

1.5.5.2 *Push*.

Las referencias *push* siempre deben estar disponibles en el almacén o bodega, una vez se agota el inventario establecido y se llega al nivel de reposición (NP¹⁶), se solicita mercancía nuevamente para completar el nivel deseado a mantenerlo en forma permanente.

Los manejos *Push* trabajan contra el nivel real del inventario. Su demanda en la mayoría de las veces tiene patrones de conducta algo similares. Son muy usados cuando predominan en el sistema logístico. Los procesos integrales de compra de suministros sobre la distribución o el almacenamiento.

La cantidad a pedir en el sistema se realiza por dos métodos, la técnica EoQ y por asignación. El EoQ se determina mediante la cantidad óptima a pedir, que se muestra a continuación. Mientras que el método de asignación aparece cuando se pretende determinar los valores de reaprovisionamiento por incremento en los *Push*.

El método de asignación establece los volúmenes requeridos para varios centros de almacenamientos en simultáneo o para varias referencias en conjunto. Se determina al asignar una probabilidad de disponibilidad a partir de la distribución normal, además de la demanda que se pronostica y la actual, y el error del mes anterior para determinar la capacidad para el proveedor (Mora,2007,272).

La estimación de la cantidad de pedido óptima en las referencias *Push*, se realiza mediante la aplicación de la siguiente fórmula que optimiza los costos de almacenamiento y manejo del inventario.

¹⁶ NP: nivel de pedido

Ecuación 21. Cantidad óptima a pedir. Con el mínimo costo para reponer inventario.

$$\text{Costo total de pedir} = \frac{D}{Q} * S + \frac{I * C * Q}{2}$$

Donde:

TC= costo total pertinente anual en unidades monetarias (U.M)

Q= tamaño del pedido a realizar para reponer el inventario deseado de la referencia requerida

D= demanda anual del articulo requerido

S= costo de adquirirlo, es decir el costo de lanzar un pedido

C= costo de una unidad del articulo en estudio, el valor de una unidad de la referencia en reposición.

I= costo del manejo de la referencia en las bodegas o almacenes

El termino D/Q es el número de veces que se hacen pedidos de esa referencia en un año

La expresión anterior se deriva contra el costo, buscando optimizar el valor para determinar la cantidad optima Q^* a pedir, a partir de esto se encuentra matemáticamente la expresión.

Ecuación 22. Pedido óptimo con el mínimo costo

$$\text{Pedido optimo con el minimo costo} = Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}}$$

Ecuación 23. Numero óptimo de pedidos por año

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

Ecuación 24. Tiempo óptimo entre pedidos.

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

(Ballou,2004,345).

1.5.5.3 *Pull*.

Las referencias *Pull* son aquellas que sólo se piden al proveedor o fabricante cuando se solicitan por el cliente y siempre la cantidad óptima (Q). El saldo que se queda es como una especie de inventario. Pero es sólo eso, un residuo de la solicitud anterior. Por lo general los que se mantienen son los de poca demanda o los que son muy costosos.

Las demandas de los *Pull* casi siempre mantienen un comportamiento bastante irregular y aleatorio. Se usa esta categoría para casos especiales de pocos clientes (Mora,2006,246).

Los inventarios tipo *Pull* se hacen a partir del tipo de demanda especial, que se da en el caso particular. A tal efecto se presentan a continuación, varios casos especiales de ellos.

- Demanda una sola vez en el tiempo

La situación que se da en muchas empresas y la industria. Que genera un bien en particular el cual no sirve si no para ese tipo de demanda. En donde no deben quedar remanentes ya que no sirven para nada más. Lo normal es que estas piezas se fabriquen sobre pedidos especiales.

Ecuación 25. Estimadores de cantidad únicas especiales en *Pull*.

$$Q^* = P + Z * S_d$$

Donde:

P= Pronostico calculado de demanda total

$s_d =$ *Desviación estándar de lo hasta ahora demandado*

Ecuación 26. Probabilidad que permite estimar la Z de la distribución normal

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{Utilidad unitaria}}{\text{Utilidad unitaria} + \text{perdida unitaria}}$$

Donde:

Utilidad unitaria = Venta o costo total – precio unitario de adquisición

Pérdida unitaria = precio de adquisición unitario proveedor – costo de salvamento

(Ballou,2004,358-360).

El costo real en ingeniería cuando el consumo se da interno, dentro de la organización para abastecer las diferentes dependencias, es necesario calcular bajo los siguientes parámetros tácitos, que incurren por tener un producto en un inventario y que surgen como función del costo de los inventarios.

Ecuación 27. Precio estimado de venta

$$\text{Precio estimado de venta} = I + S + C + F + O$$

Donde:

I= costo de manejo o almacenamiento

S= Costo de adquirir cada producto que existe en el inventario

C= Costo de compra

F= costo financiero. Donde la tasa de inflación es alta.

O= otros en caso de existir

(Mora,2007,276).

- Demanda muchas veces en el tiempo, con entrega inmediata

La demanda es continua en el tiempo, es conocida y los reaprovisionamientos se pueden conseguir de una manera inmediata por proveedores locales, para

cálculos las formulas se derivan con los mismos parámetros de costos de inventarios.

Ecuación 28. Pedido optimo con el mínimo costo

$$\text{Pedido óptimo con el minimo costo} = Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}}$$

Donde:

I= costo de manejo o almacenamiento

S= Costo de adquirir cada producto que existe en el inventario

C= Costo de compra

D= demanda promedio.

(Mora,2007,276).

- Demanda muchas veces en el tiempo, con entrega no inmediata

La demanda conocida y continua, pero la entrega no se hace de forma instantánea sino que requiere de un tiempo de espera (*lead time*)¹⁷. Para realizar se debe tener en cuenta en un NPE (Nivel de Pedido con Espera) del inventario de tal manera que el volumen que existe sea suficiente para atender la demanda mientras el momento del pedido y el momento que se entrega.

Ecuación 29. Tiempo de espera (*Lead Time*)

Nivel de Pedido con Espera = NPE = Demanda en unidades de Tiempo * Tiempo de Espera

(Mora,2007,277).

- Demanda continúa, Entrega no inmediata y velocidad de producción mayor a demanda

Los casos de demanda continua y conocida, con suministros no instantáneos, cuando el sistema de producción trabaja en simultaneo con la demanda y es

¹⁷ *Lead Time*: Tiempo de Espera

mayor, se trabaja un factor multiplicativo que afecta el volumen NPE en el tiempo en que se lanza el pedido y las referencias que se solicitan están disponibles.

Ecuación 30. Tiempo de espera (*Lead Time*) con ajuste de producción mayor a demanda.

$$NPE_{ajustado}_{p>D} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}} * \sqrt{\frac{Pr oduccion}{Pr oduccion - Demanda}}$$

(Mora,2007,277).

- Demanda continúa, Entrega no inmediata y velocidad de producción menor a demanda

Los eventos donde la demanda es superior al flujo de producción, con demanda continua y conocida, se debe agregar una cantidad suficiente al momento de estimar el NPE para la demora que se genera por la diferencia entre fabricación y consumo.

Ecuación 31. Tiempo de espera con ajuste de producción menor a demanda.

$$NPE_{p<D} = \frac{Q_{optimo}}{flujoproduccion} * demanda$$

(Mora,2007,277).

La demanda desconocida desde la óptica de pronóstico es poco probable que suceda, se acepta donde los registros son muy pocos y no se hallan previsiones dada la falta de historial, pero bajo la práctica de pronóstico no deja de ser un supuesto que no tiene sentido.

- Demanda desconocida

La demanda no es conocida, por lo cual se debe recurrir al histórico, con lo cual se entra en una nueva dimensión, que requiere otro tratamiento. Para ello se trabaja con otra expresión. Se determina el NPD¹⁸.

¹⁸ NPD: Nivel de Pedido con Demanda Desconocida

Ecuación 32. Nivel de Pedido con Demanda Desconocida (NPD)

$$NPE = \text{Demanda (mes)} * \text{tiempo de espera} \\ + \text{nivel de significación} * \text{desviación estándar corregida}$$

Donde:

$$\text{Desviación estándar corregida} = S_d * \sqrt{\text{tiempo de espera}}$$

(Mora,2007,278-279).

Ecuación 33. Nivel de Pedido con Demanda Desconocida (NPD)

$$\text{Costo Total} = \frac{\text{Demanda anual}}{Q_{\text{optimo}}} * \text{costo de un pedido} \\ + \text{costo de almacenar} * \left(\frac{Q_{\text{optimo}}}{2} + \text{nivel de significación} * S_{\text{dcorregida}} \right) \\ + \text{costo agotados(K)} * \text{numero de pedidos por año} \left(\frac{D_{\text{anual}}}{Q} \right) \\ * \text{cantidad de unidades agotadas} (S_{\text{dsencurada}} * \text{Unidad normal de perdida integral})$$

Donde:

$$\text{Unidad normal de perdida integral} = e^{(-0.92-1.19*z-0.37z^2)}$$

(Mora,2007,280-281).

- Demanda y tiempo de espera desconocidos

Los valores estimados de demanda (ausencia de pronostico o imposibilidad técnica de poder realizarlos) y los tiempos de espera sean aleatorios y poco confiables, se recurre entonces a nuevas estimaciones, que se fundamentan en la siguiente expresión.

Ecuación 34. Nivel de Pedido con Demanda Desconocida (NPD)

$$\text{Desviación estándar censurada} = \sqrt{TE * S_d^2 + D^2 * S_{TE}^2}$$

Donde:

$TE =$ Tiempo Espera

$Sd =$ Desviación estándar de la demanda

$D =$ Demanda por unidad de tiempo

$STE =$ Desviación estándar de los diferentes tiempos de espera

(Mora,2007,282).

- Control

El control de inventarios presenta varias alternativas para el manejo de los productos tipo *PULL* donde prima la demanda, entre ellos sobresalen los siguientes:

- Sistema Q

El sistema donde se pide una cantidad fija Q en periodos de tiempos variables, es útil para pedidos únicos.

El sistema Q con reabastecimiento instantáneo, funciona en forma normal bajo la premisa de reposición inmediata con *Lead Time* cero.

- Sistema P o T

La cantidad Q variable se solicita con revisión en periodos de tiempos T fijos. El sistema T – P conlleva riesgos y no son muy seguros de que el inventario se rompa o alcance su valor cero, antes de que se cumpla el periodo de revisión constante.

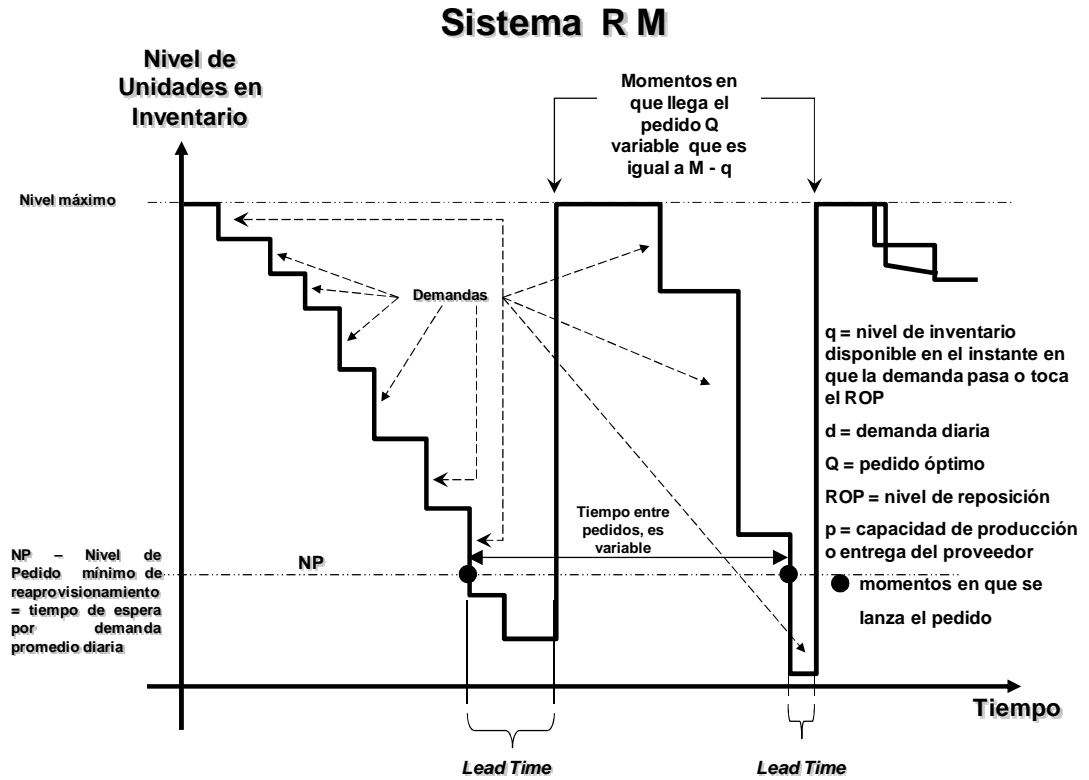
- Sistema R - M

El pedido del sistema se realiza cuando el inventario al disminuir en el tiempo con la demanda alcanza un valor predeterminado denominado NP¹⁹ o NPE²⁰, la cantidad que se pide, es la diferencia entre un máximo preestablecido y la cantidad disponible de ese instante, de esta forma se garantiza que el inventario no se debe romper.

¹⁹ NP: Nivel de Pedido sin Espera

²⁰ NPE: Nivel de Pedido con Espera

Ilustración 18. Sistema R – M en *PULL*

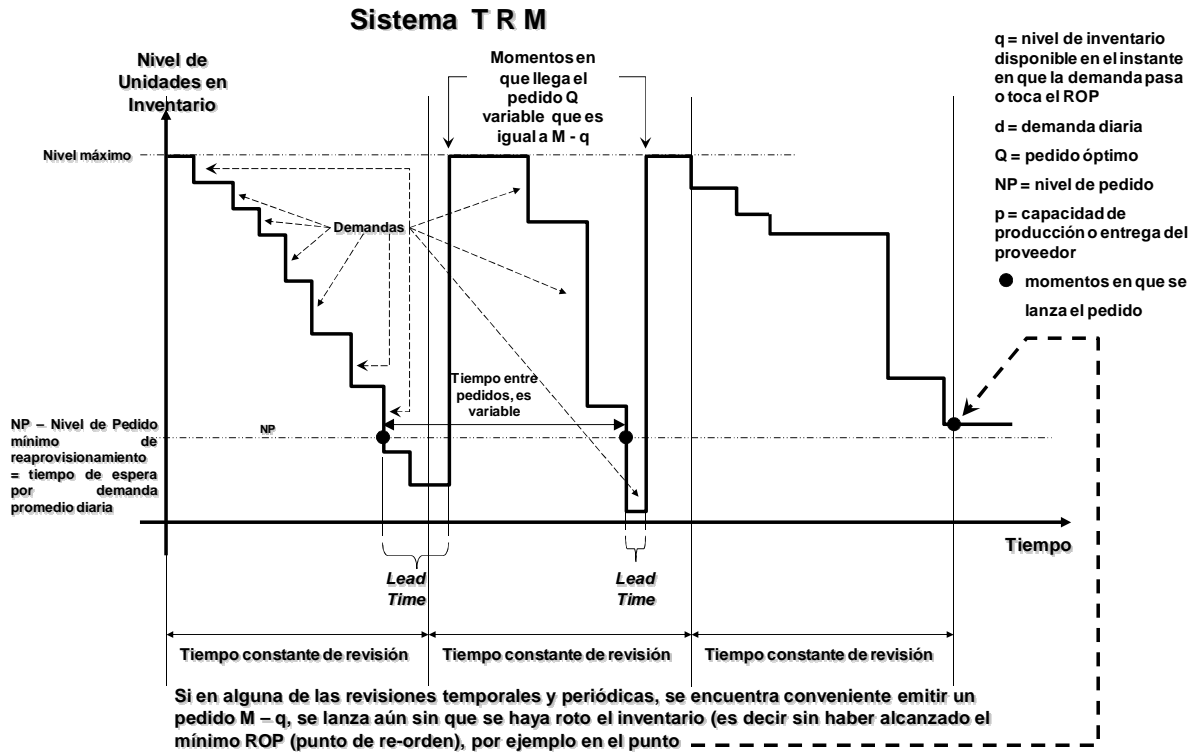


(MORA,2007,286).

- Sistema T – R – M

Las revisiones de la cantidad del inventario se realizan de igual forma que el sistema R – M, aunque se agrega la observación de tiempo constante en el momento de tomar la decisión de realizar un pedido.

Ilustración 19. Sistema T – R – M en *PULL*



(MORA,2007,287).

1.5.5.4 Diferencias entre *Push* y *Pull*.

Las diferencias entre *Push* y *Pull* son notables fácilmente, pero tener en claro la mayoría de ellas permite determinar de manera más sencilla el tipo de metodología de inventarios a utilizar.

Ilustración 20. Diferencias entre *Push* y *Pull*

| Push | Pull |
|--|---|
| En push se afecta el cuanto pedir por la clasificación ABC. | En pull se afecta el cuando pedir por la clasificación ABC. |
| Push se recomienda para almacenes que poseen muchas referencias | Pull se recomienda para almacenes que poseen pocas referencias |
| En push se recomienda tener una cantidad de la referencia en stock | En pull se concentra en referencias con pedido especial |
| En push se determina el cuanto y el cuando pedir a partir de los métodos de asignación y EoQ | En pull se determina el cuanto y el cuando pedir a partir de los métodos de control de inventarios, basados en el tipo de demanda y su comportamiento |
| Deben permanecer siempre disponibles en el almacén o bodega | Se solicitan al fabricante solo cuando las requiere el cliente y solo en una cantidad optima |
| Se manejan referencias de comportamiento regular | Se manejan referencias de comportamiento irregular |
| ABC lo afecta directamente en la determinación del cuanto | ABC lo afecta directamente en la determinación del cuando |
| La cantidad a pedir depende directamente de si es una referencia tipo A, B o C | La cantidad a pedir la determina el Q optimo dependiendo del método de control de inventarios |
| Las referencias de push tienen una cantidad de pedido variable | La cantidad a pedir es siempre el Q* calculado |
| En push siempre debe hacerse una jerarquización ABC | En pull puede haber referencias que no tengan jerarquización ABC, es decir que tengan un manejo específico |
| Push se utiliza en casos en los que se tienen varios centros de almacenamiento | Pull se utiliza en casos en los que hay solo un centro de almacenamiento |
| Asigna todo tipo de niveles de inventario | Asigna, generalmente niveles bajos de inventario |

(MORA,2007,287).

1.6 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

La carencia de gestión en pronósticos de demanda e inventarios al interior de las empresas genera altos costos de servicio, de almacenamiento y administrativos, que para el funcionamiento regular de una organización es perjudicial y afecta en forma negativa la rentabilidad de éstas.

Los pronósticos se fundamentan en una metodología clara para determinar las características técnicas de la serie temporal, antes de ser sometida a cualquier modelo para determinar la proyección y lograr una confiabilidad muy alta en los resultados a obtener.

La Metodología de pronósticos que se utiliza en este caso particular proviene de los métodos universales, donde la observación o análisis de las series temporales es vital para plantear hipótesis de probables modelos proyectivos, y así calcular la tendencia.

El modelo para el pronóstico proviene de la semejanza de los datos reales con los proyectados, entre mas similitud resulte entre cada uno de ellos y la realidad mejor ajuste tiene el lector para seleccionar el correcto, de lo contrario es necesario recurrir a un caso particular de los AR.I.MA..

Los inventarios en las empresas se justifican por el hecho de la incapacidad de controlar de manera ajustada el tiempo de entrega y las grandes distancias que existen entre el fabricante del bien con el punto donde se consume, lo que permite mayor confiabilidad en el mercado.

La clasificación de los inventarios en *Push*, *Pull*, y *CPFR* se manifiesta para realizar un control de los productos, en base a criterios de rotación mensual se clasifica, para definir con libertad la cantidad y el tiempo preciso del pedido con mayor exactitud teniendo en cuenta las características de las series.

Los productos identifican variables como el costo de producir, el costo estándar de dichos equipos y los precios de venta, para determinar los inventarios de acuerdo con la clasificación ABC, selección que genera criterios para identificar las referencias con mejor movimiento en el mercado y utilidad para la empresa.

2 PORTAFOLIO DE MOTORES CON REDUCTORES DE VELOCIDAD

2.1 OBJETIVO

Describir el portafolio de los diferentes motores con reductores de velocidad, clases, categorías y componentes para el análisis de pronósticos de demanda. Nivel 1 – Conocer.

2.2 INTRODUCCION

Los motores con reductor de velocidad se encuentran en el mercado en diferentes presentaciones, esto depende de la aplicación para la que se selecciona. La elección depende directamente de las variables físicas que intervienen en el funcionamiento de estos equipos y el buen manejo de estos es fundamental para lograr un uso exitoso de aquellos.

DESARROLLO DEL CAPITULO

2.3 FUNDAMENTOS BASICOS

Las variables físicas que intervienen en el funcionamiento de un equipo son la velocidad con la que va a funcionar, el torque y la potencia aplicada. Estas variables están interrelacionadas en la ecuación potencia igual a torque por velocidad angular y de ahí se deriva todo, también es importante tener en cuenta el factor de servicio²¹ que es recomendado dependiendo de variables externas en la aplicación.

2.3.1 Velocidad.

Las revoluciones por minuto (RPM) a la salida se determinan por las especificaciones de funcionamiento del sistema técnico en el cual funcionará el motor con reductor de velocidad, por lo general, se parte de aquí y de acuerdo con el tipo de carga, se determina la potencia.

²¹ Factor de servicio: (En motores con reductor de velocidad) La división entre el torque nominal fruto de la potencia y velocidad y el torque máximo que tiene por diseño una caja reductora.

2.3.2 Reducción de velocidad.

El proceso mediante el cual se busca obtener una velocidad adecuada para el normal funcionamiento de una máquina, partiendo de una velocidad superior, proporcionada por una fuente de potencia o motriz

2.3.3 Torque.

El torque se denomina como la fuerza por unidad de distancia que debe vencer el sistema y determina entonces, de acuerdo con la velocidad, la potencia que se debe utilizar.

2.3.4 Potencia.

La potencia se determina por la corriente que es capaz de generar a cierto voltaje en los motores eléctricos, esto dependiendo del bobinado que tenga y otros factores técnicos como la eficiencia, el factor de potencia, etc.

2.3.5 Factor de servicio.

El factor de servicio para el caso específico de motores con reductor de velocidad es el coeficiente entre el torque máximo de diseño de la caja y el torque nominal, fruto de la potencia aplicada y la velocidad necesaria (Pareja,2004,2-7).

2.4 MOTOR CON REDUCTOR

Los Reductores son apropiados para el accionar de toda clase de máquinas y equipos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes (OROZCO@,2008).

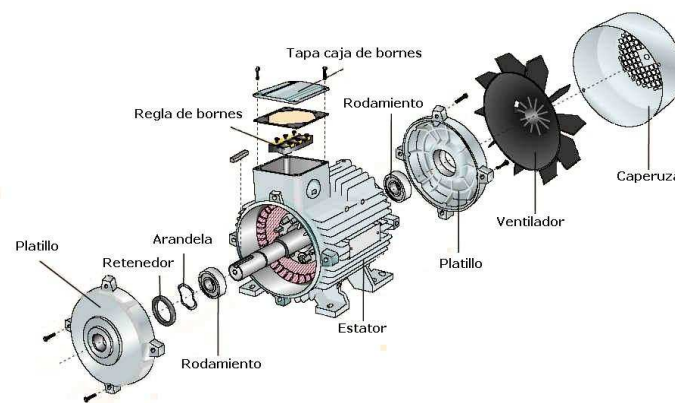
2.4.1 Motor.

Las maquinas de inducción son las más utilizadas en los accionamientos industriales. Tiene grandes ventajas al ser un sistema de corriente alterna,

robusto, con mayor eficiencia y tiene un menor costo lo cual es una opción muy atractiva para las diferentes aplicaciones de los procesos industriales.

El motor de inducción está compuesto por el rotor y el estator como se muestra la Figura. El circuito magnético del rotor tiene un agujero central donde se coloca el eje de la maquina, y en muchas ocasiones el eje incluye un ventilador el cual facilita la refrigeración. La carcasa es la envoltura de la maquina y tiene dos tapas laterales donde se coloca los cojinetes en los que se apoya el eje. En la carcasa se encuentra también la caja de bornes donde se alojan los extremos de los bobinados.

Ilustración 21. Motor siemens



(Siemens,2007,6)

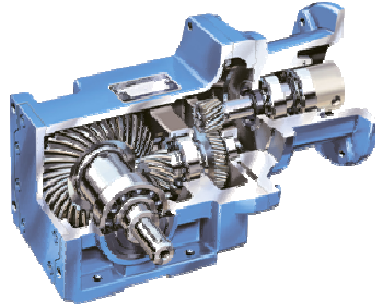
2.4.2 Reductor.

Los reductores son apropiados para accionar toda clase de máquinas y aplicaciones de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Al manejar un reductor de velocidad se obtienen una serie de beneficios sobre otras formas de reducción, como Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida, Una mayor eficiencia en la transmisión de la

potencia suministrada por el motor, Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.

Ilustración 22. Reductor *nord* cónico

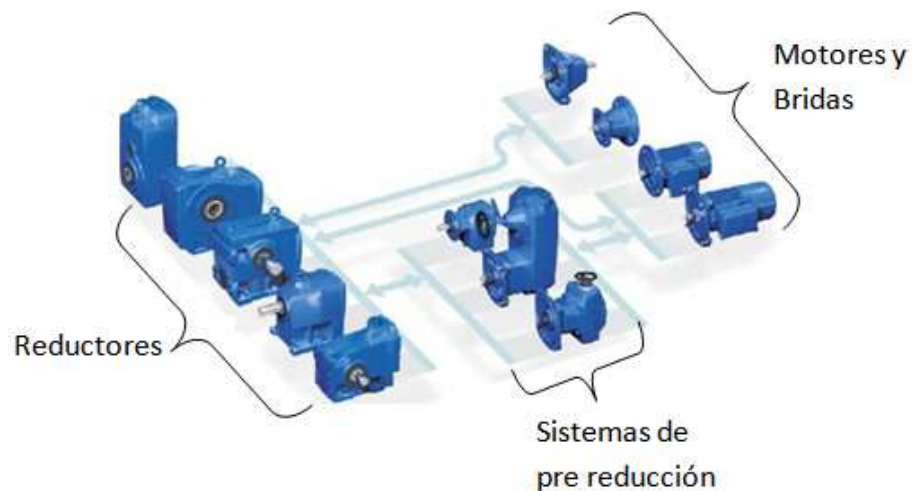


(Nord,2007,A4).

2.4.3 Modularidad del reductor.

El motor con reductor posee una modularidad que facilita su ensamble y minimiza la cantidad de piezas que se deben tener, ya que una pieza puede servir para varios motores con ciertas características cambiadas.

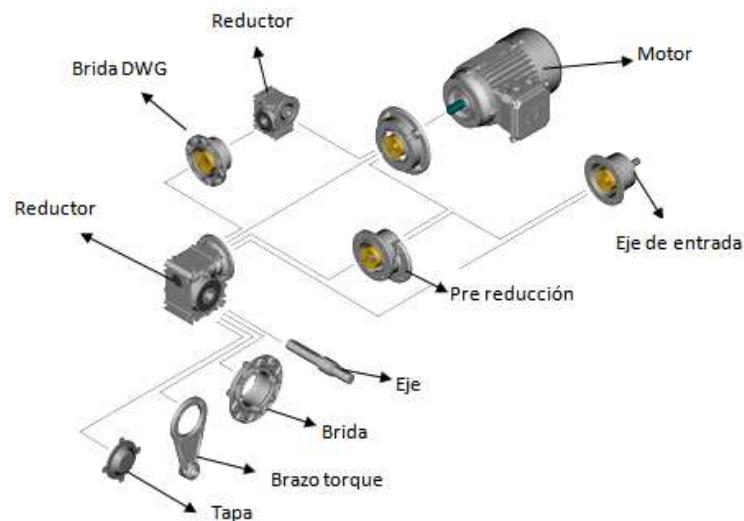
Ilustración 23. Modularidad motor con reductor



(Nord,2007,H10).

La modularidad del reductor sin fin corona es muy amplia, contiene un portafolio grande de componentes adicionales dependiendo de la necesidad de la aplicación y el montaje.

Ilustración 24. Modularidad del reductor sin fin corona



(Uniblock,2008,6).

Los componentes que forman parte del reductor son opciones de mucha utilidad para llegar a la velocidad adecuada, como la reducción 10:1, el modulo DWG y el eje de entrada. Además mecanismos de montaje como flanches, brazo de torque, bridas y ejes de salida.

- Carcasa:

La carcasa es la que contiene los componentes del reductor y su tamaño varía de a cuerdo con los torques que se aplican y varían en función de la velocidad y la potencia.

El tipo de carcasa manejada por Nord da ventajas como alta precisión de fabricación, además de una gran rigidez, solidez y estabilidad, lo que hace que sea un sistema compacto.

- Engranajes:

Los engranajes son los que transmiten el movimiento y la fuerza hacia la aplicación, son el elemento principal porque debido a ellos ocurre la reducción de la velocidad y por ende el aumento del torque.

Los piñones tienen una alta precisión de fabricación lo que aporta gran rigidez, solidez y estabilidad. Los cuerpos de los engranajes son forjados y los dientes son templados y endurecidos según DIN 3990, por esto tienen un alto rendimiento y logran reducir los niveles de ruido al mínimo.

- Ejes:

El eje se ubica generalmente en la salida del reductor, pero puede haber reductores tanto con eje de entrada y de salida de manera de la potencia se transmita por otros sistemas como poleas o cadenas; a partir del torque y la velocidad que tenga el eje de salida es que se debe seleccionar el equipo.

- Bridas:

Las bridas son primordiales ya que sirven tanto para conectar los reductores con los motores como para ponerse a la salida para aplicaciones en que el montaje sea más efectivo sosteniéndolo con brida a la salida.

2.5 PORTAFOLIO DE REDUCTORES

La empresa Variadores S.A. mantiene en stock dos tipos de reductores para abastecer el mercado aunque existen una cantidad más amplia. Estos equipos vienen de la planta de Alemania de NORD²² por componentes, y con la mano de obra Colombiana se ensamblan para cumplir con los requisitos del gobierno.

La modularidad que contiene un reductor es muy amplia, cuando se comercializan estos equipos tienen la ventaja de utilizar con una caja y varios componentes,

²² NORD: Empresa que fabrica los reductores de velocidad.

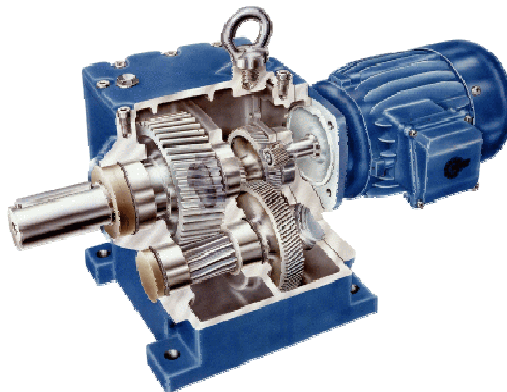
velocidades y potencias diferentes. Aunque esto trae algunos inconvenientes por la falta de insumos en ocasiones.

2.5.1 Reductor helicoidal a 180°.

Los equipos helicoidales se conocen como equipos a 180° por que la dirección del eje del motor es la misma del eje de salida del reductor, su tipo de transmisión es con engranajes helicoidales de acero, lo que hace que se logren ensamblar cajas reductoras que soporten torques nominales muy altos y además manejando eficiencias altas que por lo general son mayores del 90%.

Los reductores helicoidales a 180° llevan los ejes de entrada y salida formando un ángulo de 180°, poseen una carcasa en versiones de patas y brida que permite el montaje en múltiples posiciones y la ejecución con brida es de una sola pieza fundida, por lo que tiene una alta rigidez, la eficiencia es alta con porcentajes hasta de 96%.

Ilustración 25. Motor con reductor helicoidal



(Nord,2007,A1).

2.5.2 Equipos de ejes paralelos o pendulares.

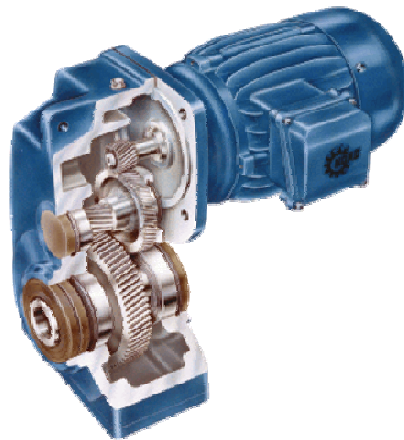
Los equipos de ejes paralelos alcanzan dimensiones reducidas, gracias a la ubicación paralela de los ejes de entrada respecto a los de salida. La ejecución con eje hueco, permite acoplar el eje de la aplicación sin necesidad de elementos

adicionales, se disponible el eje hueco con disco de contracción lo que logra acople sin juego y con posibilidad de transmisión sin pérdidas de par.

La línea de ejes paralelos tiene 13 tamaños para potencias entre 0,12 - 200 KW²³ y soportan torques de salida desde 116 hasta 90.000 Nm²⁴ con relaciones 4,0:1 hasta 14.600:1.

El modelo pendular dispone una doble reducción y se modifica fácil para lograr altas relaciones de reducción con el mismo número de piñones, se encuentran disponibles en 2 y 3 etapas de reducción utilizando la misma carcasa y su montaje se presenta para acople a motores estándar con brida IEC²⁵ y sistema eje de entrada.

Ilustración 26. Motor con reductor pendular



(Nord,2007,C1).

2.5.3 Reductor cónico – helicoidal a 90°.

Los reductores cónicos son equipos angulares en los cuales el eje de entrada y el de salida se encuentran a 90°, manejan potencias mayores que el reductor sin fin-

²³ KW: Unidad de medida de potencia (kilowatios)

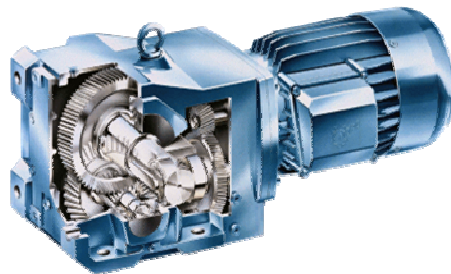
²⁴ NM: Unidad de medida de torque (Newton-Metro)

²⁵ IEC: Nomenclatura Europea para bridas de acople.

corona y la gama más completa de reducciones a 90°, con respecto a los sin fin corona mantienen un rendimiento constante en todas las relaciones de reducción.

Las opciones más importantes son la ejecución con eje macizo, el montaje con patas, la ejecución con eje hueco, la posibilidad de instalar un brazo de torque así como también una el *frame* o brida B14 o B5 a la salida del motor y la presentación con elemento de fijación inoxidable.

Ilustración 27. Motor con reductor cónico-helicoidal



(Nord,2007,D1).

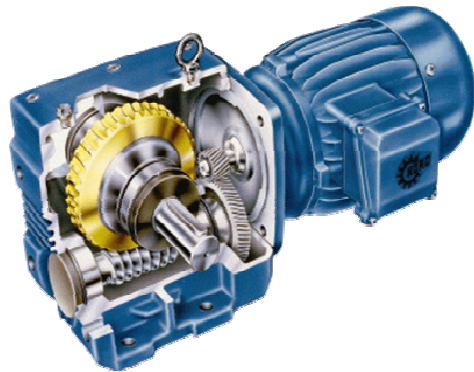
2.5.4 Reductores Helicoidales – Sin fin Corona.

Los equipos helicoidales sin fin corona son reductores ortogonales, es decir el eje de entrada y de salida están a 90° y pre - reducción helicoidal, tienen altas eficiencias hasta un 95%.

El par del motor es transmitido a través del engranaje dentado helicoidal a la pareja sin fin corona, este trabaja con efecto de amortiguación de vibraciones. Todas las cunas de rodamientos forman parte de una sola carcasa lo cual asegura tolerancias de ajuste y alineación entre rodamientos. Esto garantiza mayores capacidades de carga al interior del reductor (Pareja,2002,7).

Las carcasas de los reductores son fabricadas en fundición, las cuales cuentan con aletas para disipar el calor que genere el reductor durante su operación.

Ilustración 28. Motor con reductor helicoidal sin fin corona



(Nord,2007,E1).

2.5.5 Reductor Sin fin Corona.

La carcasa del reductor es de fundición de hierro de grano fino a noventa grados contiene un tornillo sin fin, se apoya sobre dos rodamientos cónicos y uno de rodillos cilíndricos, con una corona en bronce la cual posee cierta cantidad de dientes que depende de la relación de velocidad del reductor.

La temperatura externa no puede sobrepasar los 70 grados centígrados. Son equipos con eficiencia muy bajas, se debe al roce dinámico que existe entre el sin fin y la corona, la eficiencia disminuye entre más alto sea la relación.

Ilustración 29. Reductor sin fin corona



(Uniblock,2008,5).

2.6 LINEAS DE MOTORES CON REDUCTORES

El motor con reductor helicoidal de marca Nord se divide en cuatro tipos que son los pertenecientes a la línea Standard, la línea *Nordblock* en carcasa de aluminio, los helicoidales sencillos de la línea *Unicase* y los de ejes paralelos o pendulares también de la línea *Unicase*.

2.6.1 Línea Estándar.

Es la línea más antigua que maneja Nord, esto se observa en su diseño el cual es más clásico, también en la forma como va ensamblada la carcasa con diferentes partes y la platina trasera separada de la caja reductora.

Los motores con reductores de la línea estándar están disponibles en 6 tamaños para torques entre 50 y 700 Nm, poseen 2 ó 3 etapas de reducción y ocupan menos espacio, manejan un acople flexible entre el motor y el reductor del cual el motor es estándar con brida IEC pero también pueden presentar un sistema eje de entrada.

El equipo tiene únicamente la posibilidad de ensamblarse en la posición de montaje de eje macizo y se importa tanto como equipo completo y ensamblado y en partes para ser ensamblado directamente en las instalaciones de Variadores S.A. (Pareja,2004,9)

Ilustración 30. Reductor helicoidal (línea estándar)



(Uniblock,2008,1).

2.6.2 Línea *Nordblock*.

El motor con reductor *Nordblock* presenta un diseño más moderno que tiene como novedad el uso del aluminio como un metal que para ciertos procesos logra ser más resistente a la corrosión, llega a resistir toques máximos de 700 Nm.

El reductor *Nordblock* posee un sistema modular que permite ensamblar diferentes motores a un tipo de caja, esto si se tiene en cuenta el tamaño constructivo del motor y que posea un factor de servicio aceptable. La presentación de ejecución con eje macizo y con brida B5 a la salida es posible para este equipo.

Ilustración 31. Reductor *Nordblock*



(NORD@2008)

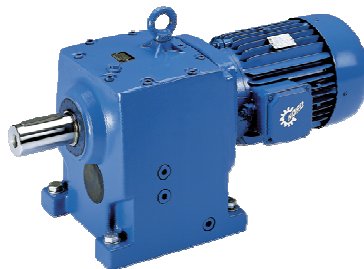
2.6.3 Línea *Unicase*.

Los reductores helicoidales soportan altas cargas y tienen un rango alto de tamaños para muchas aplicaciones, es de uso general y no es para aplicaciones muy especiales. El termino *Unicase* hace referencia a que el tipo de construcción de la carcasa sea hecho de un solo bloque de material lo que hace que las cargas se distribuyan de mejor manera por esta y tenga mejor rigidez y soporte mayores cargas.

Los equipos están disponibles en 11 tamaños para potencias entre 0,12 -160 kW lo que les permite soportar torques de salidas desde 58 hasta 23.160 Nm, las relaciones existentes van desde 1,2:1 a 15.820:1.

Los tamaños SK 62 - SK 63 y tamaños superiores están disponibles en doble y tripe reducción usando la misma carcasa además de tener disponible la presentación para acople a motores estándar con brida IEC y tiene también la posibilidad de montaje sobre bases y flanche (Nord,2007,A2).

Ilustración 32. Reductor helicoidal (Línea *Unicase*)



(Uniblock,2008,B1).

2.7 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

La gama de motor con reductor de *Getriebebau* Nord que representa y comercializa Variadores S.A. para Colombia y el área Andina es extensa y por esto se hace complicado manejar los inventarios de éstos, como también definir las cantidades de cada una, que hoy en día se determinan por los registros históricos de ventas.

Los motores con reductores tienen la posibilidad de ensamblarse de diferentes formas logrando una modularidad, esto hace que las existencias de las piezas se tornen más complejas de mantener. Se busca tener un sistema de inventario que permita almacenar los equipos por partes de manera confiable y que a su vez optimice las existencias.

Los equipos mecánicos para la transmisión de potencia que el mercado más demanda son los helicoidales y sin fin corona, dicha razón lleva a generar un *stock* muy elevado para abastecer la demanda, logran diferentes rendimientos en diversas aplicaciones industriales, gran ventaja por su fácil ensamble y modularidad.

3 PROCESO INTEGRAL DE DEMANDA Y OFERTA

3.1 OBJETIVO

Evaluar el proceso actual de forma integral del manejo y operaciones de la demanda, el proceso de ensamble e importaciones de componentes de los equipos. Nivel 2 – Comprender.

3.2 INTRODUCCION

La organización mantiene un orden de oferta de acuerdo con sus posibilidades de importación, la experiencia ha producido lo que es ahora la cantidad de elementos y componentes que requieren para ensamblar, el intercambio entre empresa y cliente se rige bajo los parámetros del primero, el comprador se acomoda a la disponibilidad que tiene el vendedor.

La demanda de equipos mecánicos es muy alta, estos equipos están sometidos a cargas elevadas y funcionan durante largos lapsos de tiempo. Por esta razón son elementos de una máquina que se cambian con frecuencia.

DESARROLLO DEL CAPITULO

3.3 PROCESO DE ENSAMBLE

El proceso de ensamble comienza a partir de la orden de despacho generada por el ingeniero de ventas quien ya ha hecho su gestión al seleccionar el equipo y determinar el tiempo de entrega y todas las variables incluidas en la venta como forma de pago, accesorios, etc.

Tabla 1. Proceso de ensamble de Variadores S.A.

| | |
|----------|---|
| Etapa 1: | El jefe de almacén recibe el despacho y procede a realizar una lectura atenta del equipo a vender, se fija que todo esté en orden y técnicamente coherente. Una vez confirmada la validez del despacho, se procede a separar los componentes del equipo y de esta forma asegurar físicamente las existencias de éste. |
| Etapa 2: | El departamento de almacén se asegura de tener todas las piezas para el despacho y a continuación de esto le entrega al taller cada uno de los componentes para que preceda con el proceso de ensamble. |
| Etapa 3: | El técnico especializado ensambla el equipo teniendo en cuenta todas las especificaciones originales del despacho y una vez listo el ensamble prepara el equipo para ser pintado. |
| Etapa 4: | El equipo pintado y listo, pasa a la fase de prueba donde se conecta al voltaje requerido ya que los equipos son modulables y pueden tener conexión tanto a 220V y 440V, también se hace funcionar el equipo en vacío y un variador de velocidad le invierte las fases para que gire en ambas direcciones. |
| Etapa 5: | Las especificaciones de calidad y funcionamiento se constatan, se procede a prepararlo para su entrega, para esto es necesario que el equipo tenga pegada la placa que define el tipo de carcasa, torque máximo que maneja, cantidad en litros de aceite suministrado, etc, así como <i>stickers</i> que indiquen a donde llamar en caso de revisión o fallo y el voltaje al cual está hecha la conexión. |

El proceso que se especifica demuestra la importancia de un buen manejo de las existencias en el almacén para que éste pueda continuar con total regularidad y se cumpla a cabalidad el objetivo final que es cumplir con la entrega al cliente.

Las importaciones varían de acuerdo a los datos históricos de ventas de equipos, pero tienen un factor especial el cual es el cupo que se tiene con la empresa (proveedor) de los equipos y que suele retrasar dichos pedidos, poniéndose en riesgo la existencia de equipos y por ende el cumplimiento en entregas.

3.4 MANEJO Y OPERACIONES DE LA DEMANDA.

El manejo de la demanda se lleva a cabo principalmente de manera empírica basándose en el conocimiento del mercado por parte de la gerencia comercial y de los ingenieros de venta y sus conceptos de la tendencia del mercado en el momento, se apoya también en la inflación estimada para el año en el que se va a determinar, la devaluación del dólar y el incremento de ventas por producto.

La metodología actual que utiliza la gerencia comercial para apoyar el manejo de la demanda, es tomar los datos reales de ventas de equipos del año anterior y añadirle un porcentaje con respecto a la inflación proyectada para dicho año, una vez obtenido el dato macro de ventas totales para ese año.

El porcentaje se determina con respecto al patrón de las ventas mes por mes, es decir el comportamiento histórico de las ventas. Cada uno aporta un porcentaje sobre este total y de esta manera toma valor, a partir de esto se trata de dar manejo a la demanda.

La demanda de motorreductores se maneja también de acuerdo a las aplicaciones técnicas que tengan ciertos clientes importantes, los fabricantes de maquinaria por ejemplo representan una demanda regular de cierto tipo de equipos a unas potencias y relaciones de reducción puntuales. Tras realizar un estudio e inspección más precisos del mercado es posible determinar estos datos técnicos de estas aplicaciones y por ende tener estos equipos con un inventario mayor ya que tienen una buena rotación y manejar su inventario tipo *Push*.

Ilustración 33. Conceptos para determinar incremento del presupuesto

| | Mensual | Anual |
|---|---------|-------|
| Devaluación | 0,20% | 2,4% |
| Inflación | 0,42% | 5,0% |
| Incremento de ventas por Producto. | 1,43% | 17,2% |

A partir de los datos anteriores se definen entonces los porcentajes mensuales:

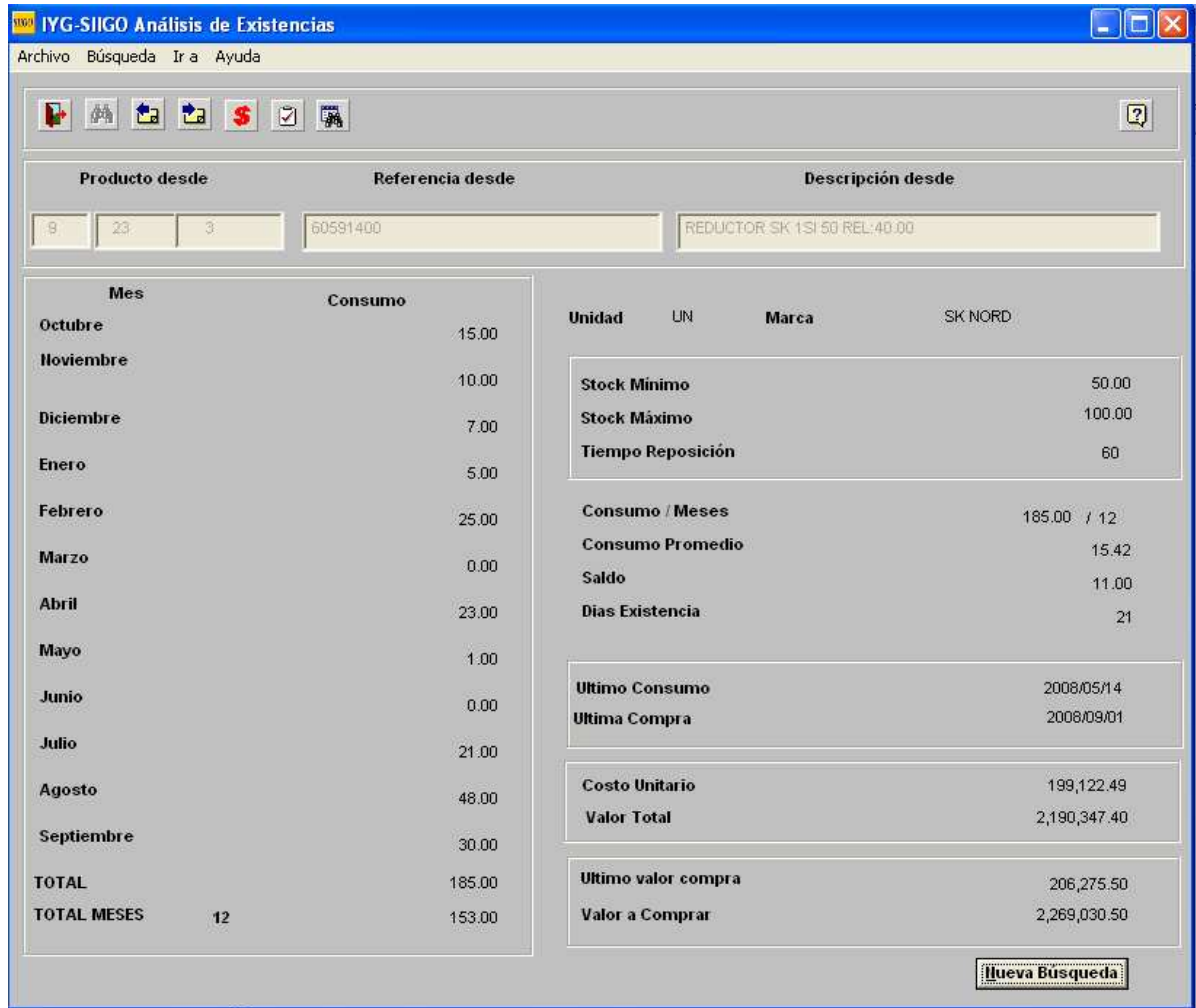
Ilustración 34. Cálculo del incremento en porcentaje del presupuesto

| | Devaluación | Inflación | Incremento | Total |
|-------------------|-------------|-----------|------------|--------|
| Enero | 0,20% | 0,42% | 1,43% | 2,05% |
| Febrero | 0,40% | 0,84% | 2,86% | 4,10% |
| Marzo | 0,60% | 1,26% | 4,29% | 6,15% |
| Abril | 0,80% | 1,68% | 5,72% | 8,20% |
| Mayo | 1,00% | 2,10% | 7,15% | 10,25% |
| Junio | 1,20% | 2,52% | 8,58% | 12,30% |
| Julio | 1,40% | 2,94% | 10,01% | 14,35% |
| Agosto | 1,60% | 3,36% | 11,44% | 16,40% |
| Septiembre | 1,80% | 3,78% | 12,87% | 18,45% |
| Octubre | 2,00% | 4,20% | 14,30% | 20,50% |
| Noviembre | 2,20% | 4,62% | 15,73% | 22,55% |
| Diciembre | 2,40% | 5,04% | 17,16% | 24,60% |

Las operaciones de la demanda se hacen por parte del departamento de comercio exterior y logística, este se apoya en el manejo del sistema de información de la empresa llamado *SIIGO*²⁶, el cual posee la información del inventario total de la empresa, el costo de éstos y los consumos mensuales de cada referencia, estos datos le ayudan al personal a calcular y determinar las cantidades a pedir a fábrica.

²⁶ *SIIGO*: Software empresarial para manejo administrativo y financiero.

Ilustración 35. Interfaz sistema de in formación de la empresa



Los datos de consumo se tabulan en los últimos 12 meses y se obtiene un promedio mensual para cada referencia, antes de todo esto se definen los máximos y mínimos a tener en general de todas las referencias.

Las cantidades mínimas y máximas a tener se determinan a partir de los factores de pedido que dependen de la rotación e importancia histórica de la referencia, este factor modifica la cifra base para determinar estas cantidades.

El factor de pedido tiene un valor de 1.0 si el equipo tiene un consumo total anual de entre 50 y 100 unidades, tiene un valor de 1.2 si el consumo es de 100 a 200 unidades y el factor es de 1.3 si el consumo es de 200 unidades en adelante.

El promedio del mes modificado se multiplica por el valor máximo y mínimo general determinado para las referencias, el valor máximo se determina como el doble del mínimo, también se tiene en cuenta entonces el punto de reorden que es el valor medio entre el máximo y mínimo, teniendo en cuenta también si la referencia es especial o no, en el caso de que sea especial, estas cantidades son cero.

Las actividades que se mencionan se realizan con el fin de tener una seguridad para responder a cambios drásticos de demandas por negocios puntuales.

Los datos se determinan de acuerdo a otras variables importantes que son el ajuste que hagan los vendedores y el punto de decisión que es del 50%, el pedido se hace si la disponibilidad de unidades es menor al punto de orden más el total de ajustes. Si esto se cumple entonces se deben pedir el total de ajustes más el punto de orden y restarles a estos las unidades disponibles.

Ilustración 36. Tabla de cálculo de pedidos.

| | | Stock mínimo | Stock Maximo | Punto de reorden | AJUSTE POR VENDEDORES | | DESCUENTO |
|-----|--|--------------|--------------|------------------|-----------------------|---|-----------|
| SEM | | 10 | 20 | 50% | SI | X | 45,00% |
| MES | | 3 | 5 | | | | |

| CUADRO DE PEDIDOS | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|----------|---------------|--------------|--------|--------|------------------|-----------------------|---------------------|------------------|----------|--------------------|
| CODIGO | Ajuste por vendedores | Definido por Vendedores | consumo últimos 12 meses | FACTORES | TOTAL DE BASE | PROMEDIO MES | MINIMO | MAXIMO | punto de reorden | Ajuste por vendedores | Pedidos Especificos | Total de Ajustes | Pedir | Precios de fábrica |
| x | 3 | 3 | 1,0 | 3 | 0,3 | 1 | 2 | 2 | 1 | | 1 | 3 | 138,15 € | |
| x | 3 | 1 | 1,0 | 1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 | 0 | 138,15 € | |
| x | 3 | 3 | 1,0 | 3 | 0,3 | 1 | 2 | 2 | 1 | | 1 | 0 | 133,65 € | |
| x | 5 | 3 | 1,2 | 4 | 0,3 | 1 | 2 | 2 | 3 | | 3 | 2 | 133,65 € | |
| x | 3 | 8 | 1,0 | 8 | 0,7 | 2 | 4 | 3 | 0 | | 0 | 0 | 133,65 € | |
| x | 10 | 15 | 1,5 | 23 | 1,9 | 5 | 10 | 8 | 2 | | 2 | 10 | 139,95 € | |
| x | 10 | 1 | 1,2 | 1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 8 | | 8 | 10 | 139,95 € | |
| x | 3 | 7 | 1,2 | 8 | 0,7 | 2 | 4 | 3 | 0 | | 0 | 3 | 135,45 € | |
| x | 15 | 8 | 1,3 | 10 | 0,9 | 3 | 5 | 5 | 10 | | 10 | 15 | 135,45 € | |
| x | 10 | 11 | 1,3 | 14 | 1,2 | 3 | 6 | 5 | 5 | | 5 | 9 | 135,45 € | |
| x | 3 | 2 | 1,0 | 2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 247,50 € | |
| x | 10 | 2 | 1,0 | 2 | 0,2 | 1 | 1 | 2 | 8 | | 8 | 10 | 141,30 € | |
| x | 10 | 8 | 1,3 | 10 | 0,9 | 3 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 10 | 141,30 € | |
| x | 8 | 1 | 1,0 | 1 | 0,1 | 1 | 1 | 2 | 6 | | 6 | 5 | 141,30 € | |
| x | 20 | 5 | 1,2 | 6 | 0,5 | 2 | 3 | 3 | 17 | | 17 | 16 | 136,80 € | |
| x | 10 | 7 | 1,3 | 9 | 0,8 | 2 | 4 | 3 | 7 | | 7 | 9 | 136,80 € | |

3.5 MANEJO DE LA DEMANDA PARA EQUIPOS DE ENSAMBLE

Los equipos de ensamble tienen un manejo mas especial debido a que una sola pieza puede utilizarse en diferentes equipos dependiendo de las relaciones, como ejemplo están las carcasas que son iguales sin importar la relación, los ejes, los rodamientos y los retenedores son también de este tipo, al igual que algunos piñones a la entrada de los reductores.

- Procedimiento para la elaboración del pedido
 1. Sacar el listado de las referencias por debajo del mínimo en el SIIGO (grupos 1-53-0 a 1-57-9999).

El proceso se realiza en el sistema de información y se sacan los datos en un informe de Excel.

Ilustración 37. Toma de datos para analizar pedidos de ensamble en SIIGO

Ilustración 38. Datos totales de piezas en Excel

| SALDO DE INVENTARIO GENERAL- NUMERICO | | | | | | SEP/15/2008 |
|--|---------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|-------------|
| De : ENE 1/2008 A : SEP 15/2008 | | | | | | |
| DESCRIPCION | MARCA | COSTO UNITARIO | VALOR VENTA | SALDO | PESO | |
| SELLO DE ACEITE 135*170*13 | NORD | 000000038065.50 | 000000000000.00 | 200.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK0N 20*35*7 | NORD | 000000006352.37 | 000000000000.00 | 2.900.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK01 25*42*7 | NORD | 000000004721.38 | 000000000000.00 | 3.200.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK20 28*52*10 | NORD | 000000007093.39 | 000000000000.00 | 5.300.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK30 40*72*7 | | 000000008577.03 | 000000000000.00 | 2.700.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD BRIDA AS 40*52*7 | | 000000002001.03 | 000000000000.00 | 200.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK42 60*90*9 | NORD | 000000645885.69 | 000000000000.00 | 100.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK52 65*120*10 | NORD | 000000019764.48 | 000000000000.00 | 16.500.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO NORD SK62 75*120*12 | NORD | 000000020388.49 | 000000000000.00 | 2.700.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO TAPON NORD 90*8 SK62 | NORD | 000000002510.75 | 000000000000.00 | 100.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE 50*80*10 | | 000000005940.55 | 000000000000.00 | 2.100.000,00 | 0000000000.000 | |
| P.13 SELLO ACEITE BG 241 | | 000000016000.00 | 000000000000.00 | 100.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO TAPON NORD 90*8 | SK NORD | 000000001564.89 | 000000000000.00 | 1.900.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.9 30*72*10 A WST:NBR | NORD | 000000003411.92 | 000000000000.00 | 7.000.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.91 45*80*10 A WST:NBR | NORD | 000000006158.21 | 000000000000.00 | 4.400.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.91 50*80*10 A WST:NBR | NORD | 000000004487.26 | 000000000000.00 | 12.500.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.91 55*85*10 A WST:NBR | NORD | 000000007248.96 | 000000000000.00 | 3.000.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.9 60*90*9 AS WST:NBR | NORD | 000000005192.28 | 000000000000.00 | 5.500.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.10 60*90*8 A WST:NBR | NORD | 000000005935.41 | 000000000000.00 | 2.500.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.10 65*120*10 A WST:NBR | NORD | 000000007197.97 | 000000000000.00 | 6.500.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.9 65*120*10 AS WST:NBR | NORD | 000000003671.22 | 000000000000.00 | 5.500.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.13 NILOS 6210 AV | NORD | 000000006059.05 | 000000000000.00 | 1.200.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE P.3 NILOS 6311 AV | NORD | 000000007291.00 | 000000000000.00 | 10.000.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO TAPON NORD 62*8 SK42/4282 | NORD | 000000001160.31 | 000000000000.00 | 6.800.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO TAPON NORD 72*9 SK52/5282 | NORD | 000000005010.43 | 000000000000.00 | 11.300.000,00 | 0000000000.000 | |
| SELLO DE ACEITE 25*47*7 | SK NORD | 000000002640.72 | 000000000000.00 | 2.000.000,00 | 0000000000.000 | |

2. Verificar el ingreso de todos los pedidos en vía.

El archivo que posee todos los pedidos hechos a Nord tanto para Stock como para clientes directamente se revisa.

Ilustración 39. Seguimiento de pedidos en vía

| Seguimiento de Pedidos desde Getriebebau NORD | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------------|--------------------------------|----------|----|----------|----|----------|-------------|---------------------|-----------|
| Estado de Pedidos NORD | | | | | | | | | | FECHA ACTUALIZACION | |
| STATI | DISPACHT | Purchase Order | VARIABLES DATA | Order by | G | NORD COD | KE | VALUE | EURO VALU | USD VALU | Order Da |
| 4 | | N001/2003 | Stock Unibloc (despacho 1) | MP | no | 000 | S | 42765,42 | € 42.765,42 | \$0,00 | 03-Ene-03 |
| 4 | | N001/2003 | Stock Unibloc (despacho 2) | MP | no | 000 | S | 5825,25 | € 5.825,25 | \$0,00 | 03-Ene-03 |
| 4 | | N001/2003 | Stock Unibloc (saldo) | MP | no | 000 | S | 3270,92 | € 3.270,92 | \$0,00 | 03-Ene-03 |
| 4 | | N002/2003 | Repuestos | JH | no | 000 | S | 1731,10 | € 1.731,10 | \$0,00 | 20-Ene-03 |
| 4 | | N003/2003 | Calzetines Cristal | SV | no | 000 | C | 3391,20 | € 3.391,20 | \$0,00 | 31-Ene-03 |
| 4 | Aereo | N004/2003 | Repuestos | HT | no | 000 | S | 432,17 | € 432,17 | \$0,00 | 11-Feb-03 |
| 4 | | N005/2003 | Stock | MP | no | 000 | S | 28672,30 | € 28.672,30 | \$0,00 | 21-Feb-03 |
| 4 | | N006/2003 | Stock | MP | no | 000 | S | 32741,10 | € 32.741,10 | \$0,00 | 21-Feb-03 |
| 4 | | N007/2003 | Stock | MP | no | 000 | S | 17586,00 | € 17.586,00 | \$0,00 | 21-Feb-03 |
| 4 | | N008/2003 | Stock (despacho 1) | MP | no | 000 | S | 8224,00 | € 8.224,00 | \$0,00 | 21-Feb-03 |
| 4 | | N008/2003 | Stock (saldo) | MP | no | 000 | S | 247,05 | € 247,05 | \$0,00 | 21-Feb-03 |
| 4 | Aereo | N009/2003 | Induaguas | JP | no | 000 | C | 1170,45 | € 1.170,45 | \$0,00 | 24-Feb-03 |
| 4 | | N010/2003 | Novaruta | JP | no | 000 | C | 532,00 | € 532,00 | \$0,00 | 11-Mar-03 |
| 4 | | N011/2003 | Encocables | HT | no | 000 | C | 1575,91 | € 1.575,91 | \$0,00 | 28-Mar-03 |
| 4 | | N011/2003 | Motorreductor | HG | no | 000 | C | 382,80 | € 382,80 | \$0,00 | 04-Abr-03 |
| 4 | Aereo | N012/2003 | Casa sueca | FG | no | 000 | C | 256,50 | € 256,50 | \$0,00 | 11-Abr-03 |
| 4 | | N013/2003 | Coltejer | JP | no | 000 | C | 1135,80 | € 1.135,80 | \$0,00 | 14-May-03 |
| 4 | | N014/2003 | Stock | MP | no | 000 | S | 12119,85 | € 12.119,85 | \$0,00 | 19-Jun-03 |
| 4 | | N015/2003 | Mancesa (despacho 1) | MP | no | 000 | C | 10127,20 | € 10.127,20 | \$0,00 | 23-May-03 |
| 4 | | N015/2003 | Mancesa (saldo) | MP | no | 000 | C | 13612,00 | € 13.612,00 | \$0,00 | 23-May-03 |
| 4 | | N016/2003 | Casa sueca | FG | no | 000 | C | 1206,00 | € 1.206,00 | \$0,00 | 19-Jun-03 |
| 4 | | N017/2003 | Familia S.a | HG | no | 000 | C | 1794,60 | € 1.794,60 | \$0,00 | 19-Jun-03 |
| 4 | | N018/2003 | Beisbol | JH | no | 000 | C | 1063,60 | € 1.063,60 | \$0,00 | 19-Jun-03 |
| 4 | Currier | N019/2003 | Plasmar S.A. | FG | no | 000 | C | 266,50 | € 266,50 | \$0,00 | 26-Jun-03 |
| 4 | | N020/2003 | Central Tumaco | MP | no | 000 | C | 1906,20 | € 1.906,20 | \$0,00 | 03-Jul-03 |
| 4 | | N021/2003 | Electroporcelana Gama Garantia | HG | no | 000 | C | 2500,00 | € 2.500,00 | \$0,00 | 08-Jul-03 |
| 4 | | N022/2003 | Metalmaderas | MP | no | 000 | C | 8946,00 | € 8.946,00 | \$0,00 | 22-Jul-03 |
| 4 | Aereo | N023/2003 | Sucromiles(cali) | MP | no | 000 | C | 142,00 | € 142,00 | \$0,00 | 30-Jul-03 |

3. Ingresar los saldos por debajo del mínimo ingresados por el *SIIGO*.

4. Filtrar los saldos de *SIIGO* y revisar.

5. El primer filtro activado permite obtener el pedido.

6. El pedido se realiza por *ANZIO*, se envia el correo e ingresar el pedido sobre los que vienen en vía.

El programa *Anzio*²⁷ es la presentación global que tiene Nord por medio del cual se realizan los pedidos, es importante hacer el pedido al contacto con esta zona en Nord, para que monitoree los pedidos.

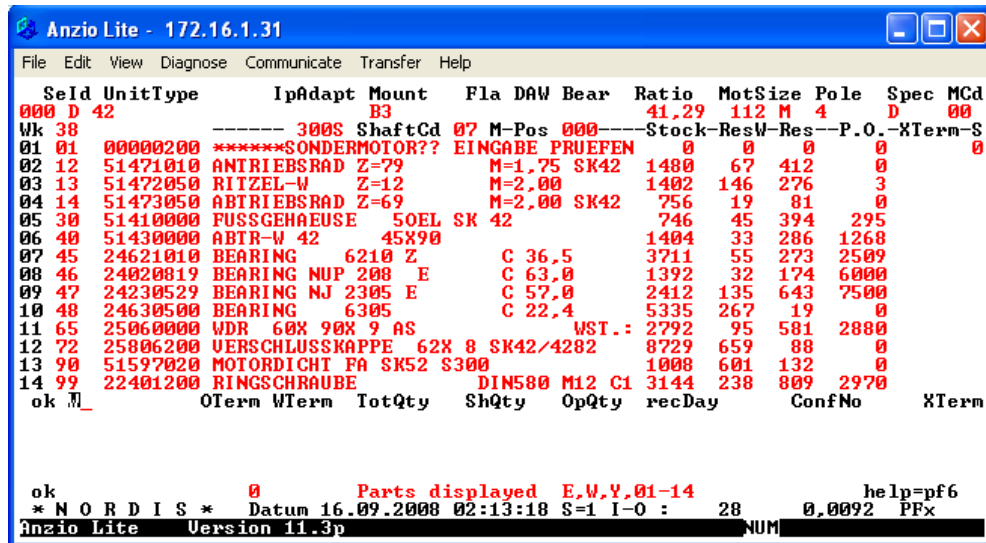
²⁷ Anzio: Programa en DOS que maneja Getriebebau Nord para facilitar el manejo de pedidos y manejar inventarios de piezas

Ilustración 40. Programa de pedidos Anzio



El Anzio permite ver las existencias de las piezas de ensamble en fábrica como se ve en la siguiente imagen, que muestra las existencias para un SK 42 112M/4, relación 41.25, es un motorreductor helicoidal (180°) de 5.5 HP (4 Kw) .

Ilustración 41. Existencias de partes para un equipo.



7. Debe quedar inmediatamente el pedido en ceros y borrar los saldos de SIIGO.

Los pedidos de ensamble se manejan en una tabla de Excel que es similar a la de los equipos completos.

Ilustración 42. Pedido de ensamble

| | | | | | | | | | | | FECHA | 10-Jun-08 | | | | | | | | |
|-----------|---------|---------------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------------|-------------------|------------------------|--------------------|---|---|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | proyeccion | 140% | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | CODIGO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | |
| PACK-SIZE | PRICE | Verificacion Pedido | PEDIDO 8102 | PEDIDO 8122 | PEDIDO | PEDIDO | PEDIDO | PEDIDO | PEDIDO | SALDO SIIG | TOTAL EXISTEN | VALIDACION SALDOS | CONSUMO ene - may 2008 | CONSUMO TOTAL 2008 | | | | | | |
| 500 | 10.00 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | | 0 | | | | | | |
| 500 | | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | | 0 | | | | | | |
| 200 | | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | | 0 | | | | | | |
| 200 | | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | | 0 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 1000 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 1000 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 1000 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 1000 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 1000 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 1000 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |
| 500 | 0.02 € | 0.00 € | | | | | | | | | 0 | | 2 | 5 | | | | | | |

Ilustración 43. Piezas a pedir, mínimos y máximos

| | | | | | |
|--------------------------------|---|---|----|----|--|
| | | | | 0 | |
| PINON DE ENTRADA P. 14 Z=25 B= | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| PINON DE ENTRADA P. 14 Z=25 B= | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| PINON DE ENTRADA P. 14 Z=25 B= | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| PINON DE ENTRADA P. 14 Z=25 B= | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| RUEDA DENTADA DE ENTRADA P. | 3 | 8 | 5 | 10 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 9 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 9 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 9 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 9 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z=11 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z=11 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z=11 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z=11 | 2 | 5 | 20 | 40 | |
| EJE DE PINON P. 17 Z= 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Las metodologías que se presentan en cierto detalle con las utilizadas tanto por el departamento comercial por parte del gerente de este y por el departamento de comercio exterior y logística por parte del director de este. Cabe anotar que estos dos no realizan un trabajo en conjunto y por esto ocurren o faltantes o

incumplimientos del presupuesto, los resultados de este proyecto logran, por intermedio del manejo de inventarios por ABC y por medio del pronóstico, resolver en cierta medida este problema.

3.6 EL PROCESO DE IMPORTACION

Las importaciones juegan un papel muy importante en Variadores S.A. porque de ellas depende que se tengan los equipos para comercializar y lograr el objetivo final de la empresa, cumplir o incluso sobrepasar los presupuestos de ventas y retribuir la inversión a los accionistas.

El proceso de manejo de inventarios y pedidos a fábrica está a cargo del departamento de comercio exterior y logística, éste se encarga de generar los pedidos y tener el contacto con la persona que se encarga de las ventas para esta zona del mundo.

Los pedidos se determinan de acuerdo a datos históricos de ventas de equipos, como también de acuerdo a modificaciones que pueda generar el departamento de ventas y que dependen de la experiencia en el campo y del contacto con el mercado por parte de los miembros pertenecientes al departamento comercial

La multinacional *NORD* posee un sistema de información para el stock mínimo de los equipos, Variadores S.A tiene acceso a dicho sistema para visualizar el requerimiento de su pedido y determinar el tiempo mínimo en el cual tendrá los elementos en sus instalaciones.

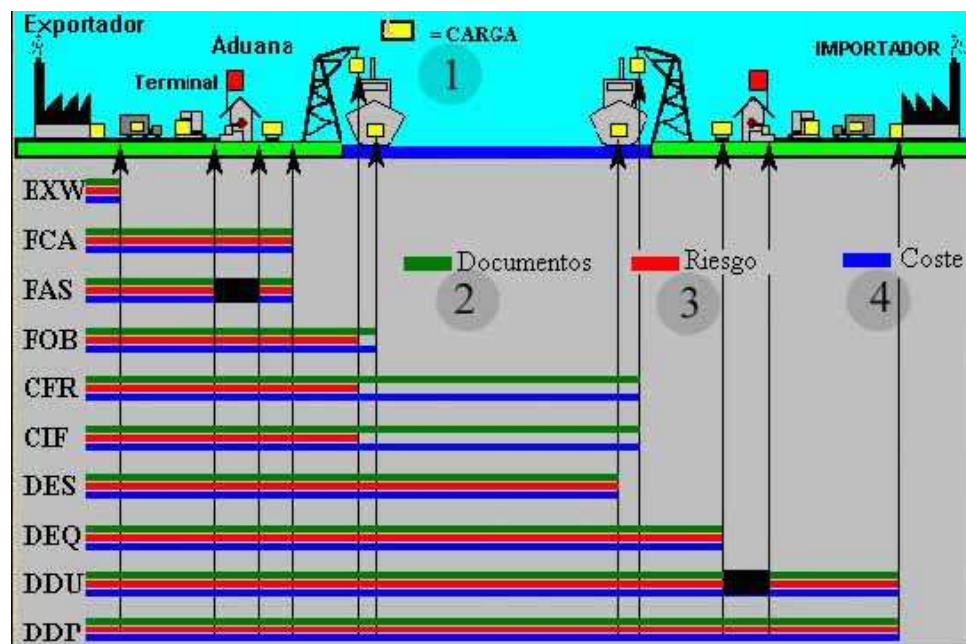
El tiempo normal que tarda una pieza o equipo en llegar a la empresa Variadores S.A. se discrimina de la siguiente forma, una semana en preparación de fábrica, dos semanas en viaje marítimo, dos semanas en proceso de nacionalización y una semana en viaje terrestre desde el puerto de Buenaventura, para una total de seis semanas para arribar.

El transporte marítimo ofrece dos alternativas en la utilización de sus medios, que son recurrir a los fletamentos, contratación de la capacidad total o parcial de un buque, o bien utilizar los servicios de transporte que ofrece una compañía naviera, Variadores S.A. utiliza ambos medios dependiendo de la cantidad de componentes a importar (Human,1981,12).

3.7 REGLAS INTERNACIONALES DE IMPORTACION

La relación entre comprador y vendedor viene regulada por las reglas internacionales “*incoterm*²⁸” también conocidas como las cláusulas de precio, cada término permite determinar los elementos que lo componen. La selección del “*Incoterm*” influye sobre el costo del contrato (BUSINESSCOL@,2008).

Ilustración 44. Procesos *Incoterm*



(BUSINESSCOL@,2008)

²⁸ Inconterm: Conjunto de reglas internacionales, regidos por la Cámara de Comercio Internacional, que determinan el alcance de las cláusulas comerciales incluidas en el contrato de compraventa internacional (BUSINESSCOL@,2008).

3.7.1 Free on board²⁹ (F.O.B).

La contratación FOB condiciona al vendedor en el sentido de que debe situar la mercancía a bordo del buque y entregar al comprador los documentos de título de propiedad y demás documentos mercantiles relativos a dicha mercancía (conocimiento de embarque, facturas comerciales, certificados de origen, etc.)

Ello significa que la propiedad de la mercancía pasa al comprador una vez embarcada a bordo del buque y después de la entrega y aceptación de la documentación por parte del comprador (Hugas,2000,14).

3.7.2 Delivered Ex-Quay³⁰ (D.E.Q).

La empresa entrega cuando se ponen las mercaderías a disposición del comprador, sin despachar para la importación, en el muelle (desembarcadero) en el puerto de destino acordado.

El vendedor debe asumir los costos y riesgos ocasionados al conducir las mercaderías al puerto de destino acordado y al descargar las mercaderías en el muelle (desembarcadero). El término DEQ exige que el comprador despache las mercaderías para la importación y que pague todos los trámites, derechos, impuestos y demás cargas de la importación (BUSINESSCOL@,2008).

3.7.3 Cost and Freight³¹ (C & F).

En el contrato C & F, el vendedor debe pactar y pagar el transporte, hasta el puerto de destino, además de las obligaciones y costes de la puesta FOB.

La propiedad de la mercancía pasa al comprador al igual que bajo las condiciones FOB, una vez embarcada y aceptados los documentos amparando dicha mercancía (Hugas,2000,13-14).

²⁹ Free on Board (F.O.B) : Franco a bordo

³⁰Delivered Ex Quay (D.E.Q): Entregadas en Muelle

³¹ Cost and Freight: Costo y flete.

3.7.4 Cost Insurance and Freight³² (C.I.F).

Bajo las condiciones CIF, el vendedor debe cubrir el seguro marítimo de las mercancías en adición de las obligaciones reflejadas bajo el condicionamiento C & F.

Al igual que bajo las cláusulas FOB y C & F, la propiedad de la mercancía pasa al comprador una vez la misma se embarca y su documentación se acepta por el comprador.

3.7.5 Delivered Duty Paid³³ (D.D.P).

Las mercaderías al comprador son despachadas para la importación, y no descargadas de los medios de transporte utilizados en el lugar de destino acordado.

El vendedor debe asumir todos los costos y riesgos ocasionados al llevar las mercaderías hasta aquel lugar, incluyendo los trámites aduaneros, y el pago de los trámites, derechos de aduanas, impuestos y otras cargas para la importación al país de destino (BUSINESSCOL@,2008).

3.8 IMPORTACIONES EN VARIADORES S.A.

Las importaciones son el pilar fundamental, dependen directamente del cupo que se tenga con la empresa y es en este punto donde es preciso tener un pronóstico confiable que permita presupuestar de manera adecuada la utilización de dicho cupo.

Las reglamentaciones internacionales son las que limitan muchas de las prácticas de importación, con el fin de favorecer ciertos sectores, es importante conocer estas reglas para poder tener éxito en esta práctica e incluso sacar ciertas ventajas de esto.

³² Cost insurance and Freight: Coste, Seguro y Flete.

³³ Delivered Duty Paid: Entregadas derechos pagados

La teoría de importaciones requiere de una persona que maneje un vasto conocimiento de este tema para poder sacar las ventajas importantes en el momento de hacer los negocios y lograr buenos tratos con los proveedores.

Dependiendo del cliente y de sus condiciones, Variadores S.A. maneja de manera general cinco tipos entregas: F.O.B, D.E.Q, D.D.P, C & F, C.I.F.

Los factores que determinan el uso de uno u otro tipo de entrega, son: la necesidad o la intención del cliente con el equipo, esto se refiere a su exportación junto con un equipo construido por este o simplemente su uso en la planta y, por otro lado, el precio que se deba ofrecer al cliente que depende de la negociación e incluso de la forma como se compita al ofrecer los equipos en licitaciones.

La empresa debe tener un sistema flexible que permita manejar estos diferentes tipos de importación para lograr un mejor servicio y cumplimiento a sus clientes y de paso apoyar de mejor manera al departamento comercial y de logística.

3.9 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

El departamento de logística de Variadores S.A. se basa actualmente en los resultados históricos para realizar los pedidos de equipos a fábrica, sin embargo estos históricos nunca son utilizados para generar un pronóstico. Simplemente se evalúa la tendencia del consumo de equipos cada año y se le asigna un porcentaje que luego toma valor al multiplicarse con el presupuesto total de ventas que es calculado con respecto al del año anterior y la inflación del año actual.

Las operaciones que se realizan al interior de la empresa para el manejo de la demanda carecen de una metodología más precisa para determinar los inventarios, se basan en gran medida en la experiencia de quienes intervienen directamente en el proceso lo cual puede llevar tanto a determinaciones correctas como erróneas; si se apoya esta experiencia y conocimiento con una metodología bien planteada se asegura en un porcentaje buenos resultados.

4 CATEGORIZACION DE LAS REFERENCIAS DE LA DEMANDA EN *PUSH, PULL* Y CPFR.

4.1 OBJETIVO

Categorizar las referencias de la demanda en *Push, Pull* o *CPFR*³⁴, a partir de criterios técnicos de rotación, desviación estándar y ACF³⁵. Nivel 3 – Aplicar.

4.2 INTRODUCCION

La empresa Variadores S.A. mantiene un Stock de referencias muy alto, esto lleva a que en ocasiones no se preste la verdadera importancia en el momento de los pedidos. Reconocer las referencias permite un mayor control de los inventarios y por ende un manejo eficiente de la logística de pedidos.

Las categorías de las referencias de los inventarios permiten un gran avance para el control en el almacén, ya que es fácil reconocer la ubicación de los equipos e insumos y agiliza el proceso de planeación de estos.

DESARROLLO DEL CAPITULO

4.3 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

La forma más tradicional de manejo de los distintos productos de inventario, son *Push* y *Pull*, existen diferencias importantes entre ellas, en los *Pull* lo que interesa es el almacén local, sin tener en cuenta el resto de los puntos de inventarios de la comercialización o de la cadena productiva. Su reaprovisionamiento se realiza a partir de las necesidades del almacén.

³⁴ Collaborative Planning Forecasting and Replenishment – Colaboración Planeación Pronostico Reposición, donde se trabaja de forma integrada, en aras de planeación y pronósticos donde actúan todos aquellos que forman parte de la cadena de agregación de valor.

³⁵ Auto correlation function.

Las referencias que se suministran en los *Push* se asignan de acuerdo a la demanda estimada por consenso (pronóstico) individual de cada punto de almacenamiento de la cadena productiva o del sistema de distribución analizados de una manera integral.

La tercera opción de los métodos de inventarios nace como la combinación del *Push* y *Pull* y se nombra como el concepto del CPFR, que se basa en la integración temporal de proveedores, fabricantes, distribuidores para hacer una planeación conjunta de las necesidades de inventario basados en pronósticos (Ballou,2004,326-342).

4.4 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE INVENTARIOS

La empresa Variadores S.A. se considera que maneja una especie de combinación *Push*, *Pull*, y CPFR, esto se debe a que se encuentra en proceso de llegar a tener todos sus equipos de la forma *Push*. Para el cliente es una ventaja el obtener el equipo deseado según su aplicación y no acomodarse al equipo que ofrece el proveedor.

La organización no diferencia de ninguna forma sus equipos e insumos por categorías de tipo de inventario, lo hace con base en las diferentes líneas nombradas por su casa matriz (*NORD*).

Las líneas ya mencionadas son un lenguaje permanente tanto en la logística interna de inventarios en la empresa como en el control de pedidos a fábrica. Dentro de estas líneas se encuentran, la *Uniblock* para 90°, la *Nordblock* para 180° carcasa en aluminio, la *Unicase* para 180° y 90° en carcasa en fundición y la línea estándar para equipos a 180°.

Los precedentes de los clientes inconformes no se tienen en cuenta a la hora de planear los inventarios por la falta de comunicación entre el departamento de

logística y el departamento comercial, lo que hace que la empresa no tenga una visión acertada del mercado.

4.5 CATEGORIZACION DE LOS INVENTARIOS

Los inventarios se manejan sólo para ciertos equipos, esto de acuerdo a los historiales de venta de equipos y al crecimiento previsto de ventas en cada año. La logística de almacén e inventarios planea los pedidos a fábrica a medida que los equipos se van consumiendo sin hacer un análisis previo de una posible variación en el consumo de equipos.

Los historiales muestran qué equipos son los que más se utilizan en el mercado y a partir de esto se piden dichos equipos, se realiza entonces una distribución de estos equipos en subgrupos que poseen características similares tanto técnicas como en cuanto a la forma de ensamble en el momento de la venta.

4.6 EQUIPOS DE LAS LINEAS DE VARIADORES S.A.

Los equipos consumidos le muestran al encargado de los pedidos, que equipos y con qué tipo de especificaciones técnicas pedir, de esta manera se presentan entonces los equipos que se manejan a continuación.

Las líneas existentes poseen cierta modularidad a la hora de ser ensambladas, esto es importante a la hora de realizar los pedidos ya que ofrece la posibilidad de utilizar diferentes opciones para un mismo elemento, reduciendo la cantidad de piezas a pedir, pero manteniendo abiertas las posibilidades de tenencia y entrega de equipos para el cliente final.

Las piezas y partes se pueden utilizar con diversos tipos de equipos que determinan la división de éstos y su clasificación, esto para poder entender la manera cómo se hace dicha clasificación y el uso que se le da.

Tabla 2. Líneas reductores en Variadores S.A.

| ITEM | EQUIPO | LINEA |
|------|---------|-----------------|
| 1 | SK1SI31 | Linea Uniblock |
| 2 | SK1SI40 | |
| 3 | SK1SI50 | |
| 4 | SK1SI63 | |
| 5 | SK1SI75 | |
| 6 | SK 20 | Linea Unicase |
| 7 | SK 25 | |
| 8 | SK 32 | |
| 9 | SK 42 | |
| 10 | SK43 | |
| 11 | SK52 | |
| 12 | SK53 | Linea Nordblock |
| 13 | SK072.1 | |
| 14 | SK172.1 | |
| 15 | SK372.1 | |
| 16 | SK572.1 | |
| 17 | SK573.1 | |
| 18 | SK672.1 | |
| 19 | SK673.1 | Linea Estandar |
| 20 | SK0 | |
| 21 | SK01 | |
| 22 | SK30 | |
| 23 | SK33 | |
| 24 | SK62 | |
| 25 | SK63 | |
| 26 | SK72 | |
| 27 | SK73 | |
| 28 | SK82 | |

Las líneas de motores dependen de la marca ya que los constructores de estos equipos proponen tamaños constructivos en la brida de salida del motor diferentes y los materiales de los equipos son también parte fundamental de la selección del equipo ya que no todos son idóneos para aplicaciones existentes.

Tabla 3. Línea de Motores por constructor

| motor | tamaño constructivo | | |
|---------|---------------------|---------|-------|
| | Nord | Siemens | Weg |
| 0.16 Hp | 63 S | N.D. | 63 |
| 0.25 Hp | 63 L | N.D. | 63 |
| 0,35 Hp | 71 S | 71 | 63 |
| 0,5 Hp | 71 L | 71 | 71 |
| 0,75 Hp | 80 S | 71 | 71 |
| 1,0 Hp | 80 L | 80 | 80 |
| 1,5 Hp | 90 S | 80 | 80 |
| 2,0 Hp | 90 L | 90 | 90 S |
| 3,0 Hp | 100 S | 90 | 90 L |
| 4,0 Hp | 100 L | 112 | 100 L |
| 5,5 Hp | 112 L | 112 | 112 M |
| 7,5 Hp | 132 S | 112 | 112 L |
| 10,0 Hp | 132 L | 132 S | 132 S |
| 15,0 Hp | 160 S | 132 M | 132 M |
| 20,0 Hp | 160 L | 132 S | 160 M |
| 25,0 Hp | 180 S | 160 L | 160 L |

Los reductores necesitan de una brida o flanche intermedio para sostener el motor que genera el movimiento rotacional del reductor, este objeto además de sostener ambos equipos transmite por medio de un acople de nylon la potencia que genera el motor al reductor. Es importante conocer la modularidad que tiene este implemento para detallar mejor el sistema de ensamble.

Los equipos que maneja la empresa Variadores S.A. cuentan con accesorios para reducir la complejidad a la hora de transmitir el movimiento a la aplicación, estos accesorios dependen de la caja reductora y son componentes estándares, ya que se pueden ubicar para cualquier relación y solo dependen de la caja reductora.

4.7 CATEGORIZACION DE LAS LINEAS

Las referencias y equipos que se manejan en Variadores S.A. se mencionan en detalle a continuación, así como su categorización a partir del tipo de manejo de inventario que llevan cada uno de ellos, la definición y significado de cada uno de estos conceptos.

La categorización permite facilitar el manejo de inventarios y tener una visión más precisa de la gestión que se debe tener para el manejo de inventarios en la empresa.

4.7.1 Categorización por consumo.

La empresa Variadores S.A según los criterios de rotación de consumo estable, los procesos de compra o suministro sobre la distribución o almacenamiento. Se basa en la experiencia de los vendedores, la historia de las ventas y los negocios perdidos en el mercado para realizar la clasificación según el tipo de inventarios en *Push*.

La clasificación en *Pull* se basa en el comportamiento, ya sea aleatorio o irregular, y los equipos que solo son requeridos cuando el cliente los solicita al proveedor o fabricante.

Tabla 4. Categorización línea UNIBLOCK

| ITEM | EQUIPO | LINEA | CLASIFICACION |
|------|---------|-----------------|---------------|
| 1 | SK1SI31 | Linea Uniblock | <i>Push</i> |
| 2 | SK1SI40 | | <i>Push</i> |
| 3 | SK1SI50 | | <i>Push</i> |
| 4 | SK1SI63 | | <i>Push</i> |
| 5 | SK1SI75 | | <i>Push</i> |
| 6 | SK 20 | Linea Unicase | <i>Pull</i> |
| 7 | SK 25 | | <i>Pull</i> |
| 8 | SK 32 | | <i>Pull</i> |
| 9 | SK 42 | | <i>Pull</i> |
| 10 | SK43 | | <i>Pull</i> |
| 11 | Sk52 | | <i>Pull</i> |
| 12 | SK53 | | <i>Pull</i> |
| 13 | SK072.1 | Linea Nordblock | <i>Push</i> |
| 14 | SK172.1 | | <i>Push</i> |
| 15 | SK372.1 | | <i>Push</i> |
| 16 | SK572.1 | | <i>Push</i> |
| 17 | SK573.1 | | <i>Push</i> |
| 18 | SK672.1 | | <i>Push</i> |
| 19 | SK673.1 | | <i>Push</i> |
| 20 | SK0 | Linea Estandar | <i>CPFR</i> |
| 21 | SK01 | | <i>CPFR</i> |
| 22 | SK30 | | <i>CPFR</i> |
| 23 | SK33 | | <i>CPFR</i> |
| 24 | SK62 | | <i>CPFR</i> |
| 25 | SK63 | | <i>CPFR</i> |
| 26 | SK72 | | <i>CPFR</i> |
| 27 | SK73 | | <i>CPFR</i> |
| 28 | SK82 | | <i>CPFR</i> |

Tabla 5. Categorización de Motores

| Potencias | | |
|-----------|-------|---------------|
| HP | kW | Clasificacion |
| 0.16 | 0.12 | PUSH |
| 0.24 | 0.18 | PUSH |
| 0.34 | 0.25 | PUSH |
| 0.50 | 0.37 | PUSH |
| 0.75 | 0.55 | PUSH |
| 1.00 | 0.75 | PUSH |
| 1.47 | 1.10 | PUSH |
| 2.00 | 1.50 | PUSH |
| 3.00 | 2.20 | PUSH |
| 4.00 | 3.00 | PUSH |
| 5.36 | 4.00 | PUSH |
| 7.37 | 5.50 | PUSH |
| 10.00 | 7.50 | PUSH |
| 12.33 | 9.20 | PUSH |
| 14.74 | 11.00 | PUSH |
| 20.00 | 15.00 | PUSH |
| 24.79 | 18.50 | PUSH |

4.7.2 Categorización por rotación, desviación estándar y ACF.

La clasificación por medio de criterios establecidos proporciona herramientas para la categorización de las referencias, para este caso es necesario establecer un máximo de datos para evaluar la rotación de cada una de los equipos y verificar si estos antecedentes facilitan la selección acertada del tipo de inventario.

Los datos que se cuentan en el historial están muy bien establecidos para realizar la evaluación por los criterios de rotación, para mostrar un ejemplo de cómo se realiza la selección de tipo es necesaria una serie de datos para mostrar su clasificación dentro de todas las referencias.

Ilustración 45. Serie de datos de Motor de 0,5 Hp

| Abr-07 | May-07 | Jun-07 | Jul-07 | Ago-07 | Sep-07 | Oct-07 | Nov-07 | Dic-07 | Ene-08 | Feb-08 | Mar-08 | Abr-08 | May-08 | Jun-08 | Jul-08 | Ago-08 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 38 | 62 | 38 | 48 | 41 | 32 | 46 | 46 | 0 | 27 | 21 | 23 | 15 | 21 | 32 | 44 | 29 |

- Criterios de rotación

La historia de 18 meses es la primera base de cálculo para reconocer la rotación de dicha referencia en esta etapa del tiempo, si el equipo tiene movimiento bueno por lo menos de uno mes a mes y es mayor al 70% del número de meses cumple con la rotación a 18 meses.

El movimiento del equipo durante 12 meses en ventas mensuales tiene salidas de almacén por lo menos una mes a mes superior al 80%, quiere decir que la prueba de rotación de 12 meses cumple.

La rotación de seis meses cumple cuando las salidas de almacén por lo menos una mes a mes y superiores al 90%.

Las pruebas deben ser acertadas para obtener en la serie de datos la clasificación *Push*, esta calificación muestra la presencia de una estructura de demanda regular y no aleatoria. Si entre el intervalo $1 \leq X < 3$ se encuentra la prueba de rotación quiere decir que la serie es tipo *Pull*.

Ejercicio 1. Calculo para productos tipo *Push*

- La rotación a 18 meses

$$criterio = \frac{\# \text{ ventas por mes}}{\text{Cantidad de meses}} * 100 = \frac{17 \text{ ventas por mes}}{18 \text{ meses}} = 94,4\%$$

Cumple

- La rotación a 12 meses

$$criterio = \frac{\# \text{ Ventas por mes}}{\text{Cantidad de meses}} * 100 = \frac{11 \text{ ventas por mes}}{12 \text{ meses}} = 91,5\%$$

Cumple

- La rotación a 6 meses

$$criterio = \frac{\# \text{ ventas por mes}}{\text{Cantidad de meses}} * 100 = \frac{6 \text{ ventas por mes}}{6 \text{ meses}} = 100\%$$

Cumple

La categorización de la serie de datos en el análisis indica como tipo *Push* a dicha referencia, ya que por rotación cumple como mínimo con los tres criterios. Aunque es necesario realizar el criterio de variabilidad, para proporcionar más cantidades de equipos al tipo de inventario que pertenece.

El criterio de variabilidad reconoce el comportamiento de la serie, esto muestra lo que refleja las condiciones del entorno; la forma para reconocer si la serie cumple con dicho criterio, es calcular la relación de la desviación estándar entre la media total, si ésta es inferior al 50% quiere decir que la serie tiene un comportamiento estable para la demanda y la prueba cumple.

Ejercicio 2. Calculo de variabilidad

$$Variabilidad = \frac{\text{Desviacion Estandar}}{\text{Media}} * 100 = \frac{14,78}{33} = 44,78\%$$

Cumple

Las referencias que no cumplen con ninguno de los criterios que se mencionan deben tener un manejo diferente para la administración de inventarios. A continuación se muestra una gran cantidad de referencias con la calificación del tipo de inventario según sus criterios de rotación.

Ilustración 46. Categorización de las series

| Descripción | marca (categoría) | molde | Rotación 18 meses Suma % - 70 | Rotación 12 meses Ultimos doce meses - 80 % | Rotación 6 meses Ultimos seis meses - 90 % | Criterio Variabilidad a 18 meses | Promedio mes | Desviación estándar | Suma de Criterios | Sugerencia Coldi | | |
|-------------|--------------------------|-------|----------------------------------|--|---|----------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|------------------|------|--|
| | | | | | | | | | | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 0.50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 33 | 14,78 | 4,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 7.37 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2,03 | 3,000 | Push | | |
| SK1S131 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 3,29 | 3,000 | Push | | |
| SK1S163 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 14 | 8,80 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 0.16 | 1 | 1 | 1 | | 12 | 7,42 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 0.24 | 1 | 1 | 1 | | 14 | 10,19 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 0.34 | 1 | 1 | 1 | | 18 | 14,82 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 0.75 | 1 | 1 | 1 | | 17 | 11,91 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 1.00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 37 | 17,19 | 4,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 1.47 | 1 | 1 | 1 | | 12 | 10,03 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 2.00 | 1 | 1 | 1 | | 16 | 10,72 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 3.00 | 1 | 1 | 1 | | 5 | 4,34 | 3,000 | Push | | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 4.00 | 0 | 1 | 1 | | 4 | 4,23 | 2,000 | | Pull | |
| MOTOR (HP) | no tiene | 5.36 | 1 | 1 | 1 | | 4 | 3,19 | 3,000 | Push | | |
| SK1S131 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 11 | 10,11 | 3,000 | Push | | |
| SK1S131 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 0 | | 4 | 2,71 | 2,000 | | Pull | |
| SK1S140 | REL: 10 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 10 | 8,27 | 3,000 | Push | | |
| SK1S140 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 12 | 10,58 | 3,000 | Push | | |
| SK1S140 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 0 | | 6 | 4,82 | 2,000 | | Pull | |
| SK1S140 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 9 | 6,40 | 3,000 | Push | | |
| SK1S140 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 8 | 5,32 | 3,000 | Push | | |
| SK1S150 | REL: 10 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 11 | 8,89 | 3,000 | Push | | |
| SK1S150 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 21 | 13,91 | 3,000 | Push | | |
| SK1S150 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 9 | 7,72 | 3,000 | Push | | |
| SK1S150 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 12 | 6,75 | 3,000 | Push | | |
| SK1S150 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 9 | 6,29 | 3,000 | Push | | |
| SK1S163 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 11 | 9,02 | 3,000 | Push | | |
| SK1S163 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 8 | 5,60 | 3,000 | Push | | |
| SK1S163 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 20 | 12,57 | 3,000 | Push | | |
| SK1S175 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 3 | 2,40 | 3,000 | Push | | |
| SK1S175 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 7 | 6,64 | 3,000 | Push | | |
| SK1S175 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | | 1 | 1 | 1 | | 6 | 3,33 | 3,000 | Push | | |

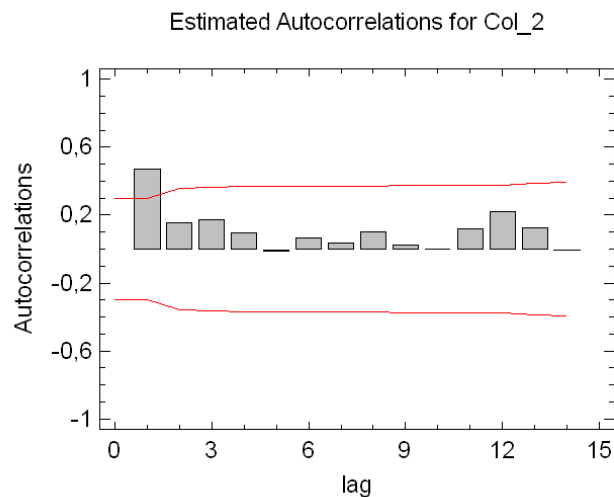
La clasificación Auto Correlación ACF se basa en la cantidad de palotes que sobresalen de la bondad de ajuste en la grafica por *Statgraphics*.

Los palotes que salen de la línea de bondad de ajuste proporciona la categoría de *Push*, esto califica como una serie de estructura de demanda regular, no son

aleatorios. Y además en estos se deben basar los costos fijos. Mientras que si la grafica de ACF no presenta palotes que excedan, se caracterizan como tipo *Pull*.

La grafica de ACF del motor de 0,5Hp muestra un palote que sobresale la línea de bondad de ajuste, lo que quiere decir que la serie de datos de la referencia es de tipo *Push*.

Ilustración 47. Auto correlación de motor de 0,5Hp



(SGBW,2003).

4.7.3 Clasificación ABC.

El manejo adecuado de los inventarios para cada grupo establecido, implica clasificar todas las referencias de acuerdo al grado de importancia en la organización. Este método se deriva del principio de *Pareto* para la administración de materiales con las condiciones de que la mayor cantidad pertenece al menor ingreso de la empresa y viceversa.

La clasificación requiere de tabular los datos con una cantidad mínima de 18 meses, para luego ordenar de mayor a menor porcentaje acumulado de la

cantidad monetaria usada en promedio anual; este orden se evalúa para definir el tipo de clasificación según los criterios de *Ballou* o *Árboles*.

Ilustración 48. Datos reales para clasificación ABC

| ITEM | REFERENCIA | REFERENCIAS | CONSUMO DE UNIDADES POR MES | | | | | | | | | | | | Demanda promedio | precio unitario | cantidad monetaria/promedio demanda anual | X- porcentaje acumulados de artículos | | | | | | | |
|------|------------|-------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|-----------------|---|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------------|---------------|--------------|--------|
| | | | Mar-07 | Abr-07 | May-07 | Jun-07 | Jul-07 | Ago-07 | Sep-07 | Oct-07 | Nov-07 | Dic-07 | Ene-08 | Feb-08 | | | | | Mar-08 | Abr-08 | May-08 | Jun-08 | Jul-08 | Ago-08 | |
| 1 | MOTOR (HP) | no tiene | 32 | 38 | 62 | 38 | 48 | 41 | 32 | 46 | 46 | 0 | 27 | 21 | 23 | 15 | 21 | 32 | 44 | 29 | 33,1 | \$ 174.223 | \$ 18.839.315 | 0,62% | |
| 2 | MOTOR (HP) | no tiene | 1 | 0 | 0 | 1 | 6 | 3 | 4 | 1 | 2 | 0 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 7 | 1 | 2,3 | \$ 765.700 | \$ 1.191.089 | 0,62% | |
| 3 | SK13131 | REL-60 - SIN FIN CORONA | 1 | 3 | 2 | 2 | 6 | 3 | 2 | 6 | 5 | 3 | 4 | 9 | 12 | 6 | 6 | 10 | 10 | 1 | 5,1 | \$ 257.340 | \$ 967.331 | 0,93% | |
| 4 | SK13140 | REL-60 - SIN FIN CORONA | 10 | 14 | 15 | 8 | 16 | 11 | 10 | 19 | 9 | 2 | 11 | 24 | 20 | 37 | 4 | 9 | 23 | 4 | 13,7 | \$ 909.220 | \$ 4.699.560 | 1,28% | |
| 5 | MOTOR (HP) | no tiene | 11 | 8 | 6 | 9 | 14 | 3 | 5 | 21 | 9 | 0 | 13 | 11 | 20 | 24 | 12 | 15 | 28 | 12 | 12,4 | \$ 121.444 | \$ 1.023.037 | 1,55% | |
| 6 | MOTOR (HP) | no tiene | 42 | 12 | 17 | 6 | 21 | 6 | 4 | 18 | 7 | 0 | 19 | 27 | 32 | 4 | 12 | 14 | 36 | 11 | 16,0 | \$ 130.800 | \$ 1.385.200 | 1,86% | |
| 7 | MOTOR (HP) | no tiene | 9 | 11 | 6 | 6 | 17 | 23 | 45 | 44 | 27 | 0 | 12 | 13 | 9 | 1 | 10 | 24 | 46 | 13 | 17,6 | \$ 162.558 | \$ 1.902.531 | 2,17% | |
| 8 | MOTOR (HP) | no tiene | 39 | 9 | 14 | 6 | 19 | 15 | 7 | 33 | 36 | 0 | 14 | 10 | 16 | 7 | 10 | 30 | 43 | 14 | 16,8 | \$ 406.299 | \$ 2.307.448 | 2,48% | |
| 9 | MOTOR (HP) | no tiene | 21 | 35 | 33 | 5 | 43 | 45 | 61 | 44 | 45 | 0 | 30 | 28 | 43 | 53 | 18 | 41 | 64 | 36 | 35,8 | \$ 220.023 | \$ 5.471.320 | 2,79% | |
| 10 | MOTOR (HP) | no tiene | 14 | 3 | 0 | 1 | 12 | 16 | 12 | 18 | 31 | 0 | 12 | 6 | 15 | 11 | 7 | 21 | 36 | 13 | 12,8 | \$ 265.584 | \$ 1.223.036 | 3,10% | |
| 11 | MOTOR (HP) | no tiene | 18 | 13 | 7 | 11 | 19 | 26 | 17 | 41 | 11 | 0 | 11 | 13 | 14 | 12 | 5 | 17 | 39 | 18 | 16,2 | \$ 302.661 | \$ 3.273.223 | 3,41% | |
| 12 | MOTOR (HP) | no tiene | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | 3 | 12 | 0 | 5 | 7 | 8 | 8 | 13 | 9 | 1 | 10 | 5,3 | \$ 468.508 | \$ 1.191.053 | 3,72% | |
| 13 | MOTOR (HP) | no tiene | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 10 | 2 | 0 | 7 | 6 | 5 | 6 | 3 | 4 | 10 | 13 | 4,1 | \$ 475.749 | \$ 1.286.294 | 4,02% | |
| 14 | MOTOR (HP) | no tiene | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 7 | 4 | 3 | 0 | 2 | 4 | 3 | 8 | 5 | 2 | 5 | 10 | 6,6 | \$ 594.343 | \$ 1.430.831 | 4,33% | |
| 15 | SK13131 | REL-20 - SIN FIN CORONA | 23 | 8 | 2 | 7 | 9 | 6 | 12 | 17 | 8 | 0 | 7 | 41 | 4 | 25 | 7 | 5 | 22 | 11 | 11,0 | \$ 257.340 | \$ 2.039.658 | 4,44% | |
| 16 | SK13131 | REL-40 - SIN FIN CORONA | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 7 | 6 | 4 | 3 | 8 | 4 | 10 | 2 | 4 | 5 | 0 | 3,9 | \$ 257.340 | \$ 976.309 | 4,95% | |
| 17 | SK13140 | REL-10 - SIN FIN CORONA | 2 | 10 | 2 | 3 | 7 | 7 | 7 | 6 | 8 | 7 | 5 | 26 | 12 | 26 | 2 | 20 | 23 | 2 | 9,8 | \$ 292.920 | \$ 1.920.253 | 5,26% | |
| 18 | SK13140 | REL-20 - SIN FIN CORONA | 12 | 12 | 12 | 8 | 6 | 9 | 7 | 5 | 11 | 3 | 10 | 44 | 32 | 19 | 4 | 12 | 12 | 6 | 12,4 | \$ 292.920 | \$ 2.430.151 | 5,77% | |
| 19 | SK13140 | REL-30 - SIN FIN CORONA | 3 | 2 | 5 | 1 | 9 | 2 | 8 | 3 | 7 | 4 | 4 | 17 | 3 | 14 | 4 | 13 | 6 | 0 | 5,8 | \$ 292.920 | \$ 1.139.133 | 5,88% | |
| 20 | SK13140 | REL-40 - SIN FIN CORONA | 13 | 10 | 9 | 6 | 10 | 10 | 3 | 19 | 9 | 0 | 5 | 29 | 18 | 13 | 2 | 1 | 17 | 5 | 9,8 | \$ 292.920 | \$ 1.844.311 | 6,19% | |
| 21 | SK13140 | REL-60 - SIN FIN CORONA | 6 | 7 | 3 | 4 | 4 | 5 | 7 | 3 | 4 | 4 | 19 | 13 | 19 | 3 | 12 | 12 | 6 | 0 | 7,7 | \$ 292.920 | \$ 1.497.147 | 6,50% | |
| 22 | SK13150 | REL-10 - SIN FIN CORONA | 7 | 7 | 5 | 8 | 8 | 8 | 7 | 14 | 8 | 4 | 2 | 33 | 25 | 25 | 2 | 14 | 19 | 6 | 11,2 | \$ 369.600 | \$ 2.765.156 | 6,81% | |
| 23 | SK13150 | REL-20 - SIN FIN CORONA | 10 | 15 | 25 | 9 | 13 | 16 | 36 | 14 | 8 | 2 | 53 | 39 | 21 | 37 | 8 | 29 | 22 | 8 | 20,3 | \$ 369.600 | \$ 4.996.444 | 7,12% | |
| 24 | SK13150 | REL-30 - SIN FIN CORONA | 5 | 3 | 23 | 6 | 3 | 2 | 2 | 13 | 16 | 1 | 4 | 24 | 11 | 19 | 4 | 16 | 9 | 4 | 8,2 | \$ 369.600 | \$ 2.358.667 | 7,43% | |
| 25 | SK13150 | REL-40 - SIN FIN CORONA | 10 | 5 | 13 | 7 | 14 | 9 | 6 | 15 | 10 | 15 | 5 | 25 | 7 | 23 | 1 | 16 | 21 | 11 | 11,8 | \$ 369.600 | \$ 2.915.733 | 7,74% | |
| 26 | SK13150 | REL-60 - SIN FIN CORONA | 8 | 8 | 7 | 5 | 5 | 7 | 9 | 21 | 2 | 12 | 5 | 16 | 7 | 13 | 1 | 23 | 12 | 3 | 9,1 | \$ 369.600 | \$ 2.244.978 | 8,05% | |
| 27 | SK13163 | REL-20 - SIN FIN CORONA | 9 | 3 | 10 | 3 | 7 | 9 | 6 | 6 | 7 | 7 | 11 | 32 | 18 | 20 | 7 | 5 | 32 | 8 | 11,1 | \$ 509.220 | \$ 1.772.000 | 8,19% | |
| 28 | SK13163 | REL-30 - SIN FIN CORONA | 9 | 3 | 10 | 3 | 7 | 9 | 6 | 6 | 7 | 2 | 6 | 26 | 6 | 8 | 15 | 7 | 11 | 5 | 8,1 | \$ 509.220 | \$ 2.793.560 | 8,67% | |
| 29 | SK13163 | REL-40 - SIN FIN CORONA | 13 | 9 | 9 | 12 | 16 | 12 | 13 | 27 | 28 | 8 | 11 | 57 | 31 | 29 | 10 | 27 | 26 | 20 | 19,9 | \$ 509.220 | \$ 6.751.880 | 8,98% | |
| 30 | SK13175 | REL-30 - SIN FIN CORONA | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 6 | 4 | 2 | 4 | 11 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3,4 | \$ 821.340 | \$ 1.886.040 | 9,29% | |
| 31 | SK13175 | REL-40 - SIN FIN CORONA | 14 | 1 | 2 | 7 | 2 | 5 | 11 | 21 | 5 | 0 | 5 | 25 | 7 | 6 | 10 | 5 | 5 | 10 | 7,8 | \$ 821.340 | \$ 4.299.220 | 9,60% | |
| 32 | SK13175 | REL-60 - SIN FIN CORONA | 11 | 4 | 2 | 4 | 7 | 3 | 3 | 5 | 10 | 2 | 4 | 9 | 10 | 3 | 8 | 11 | 2 | 6 | 6,2 | \$ 821.340 | \$ 1.576.620 | 9,91% | |
| 33 | SK 30 | TAM-90 REL-34.91 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1,8 | \$ 1.469.422 | \$ 1.795.960 | 10,27% | |
| 34 | SK 33 | TAM-112M REL-17.34 | 8 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 7 | 0 | 8 | 1 | 5 | 5 | 0 | 3,1 | \$ 2.192.088 | \$ 4.465.364 | 10,53% | |
| 35 | SK 42 | TAM-100 REL-24.47 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 8 | 2 | 2 | 2,0 | \$ 2.146.180 | \$ 2.688.340 | 10,84% | |
| 36 | SK 52 | TAM-100 REL-23.52 | 2 | 2 | 0 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1,4 | \$ 2.273.660 | \$ 2.531.111 | 11,57% |
| 37 | SK13131 | REL-10 - SIN FIN CORONA | 15 | 5 | 22 | 11 | 16 | 12 | 6 | 10 | 3 | 2 | 4 | 30 | 10 | 15 | 1 | 0 | 54 | 1 | 12,1 | \$ 257.340 | \$ 1.068.251 | 11,46% | |

El caso particular que se analiza se adopta de la proporción *Ballou* X & Y de 20 & 80, lo que da lugar a la categorización de las referencias de tal forma que, el 20 % de los productos son tipo A y representan el 80,57% de la cantidad monetaria que se demanda anualmente.

El siguiente 20% de las referencias caen en la categoría tipo B con un correspondiente al 11,23% del total demanda, el tercer lugar 60% restante productos tipo C, simbolizan el 8,12% del volumen en unidades económicas que se atienden desde el inventario.

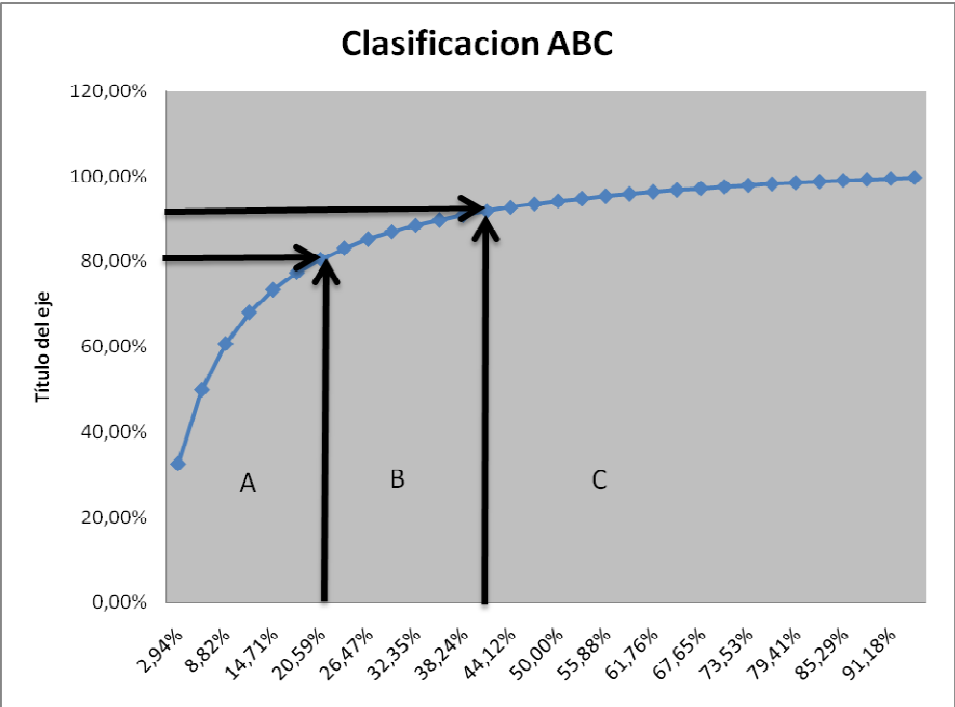
Ilustración 49. Datos reales para clasificación ABC

| | | Numero item | | 34 | | Demanda total año | | 1.532.803.639 | | | | | | | |
|------|------------|--------------------------|------------------|-----------------|---|---|---------------------------------------|--|--|--|---|---|--|---|--|
| Item | REFERENCIA | REFERENCIAS | Demanda promedio | precio unitario | cantidad monetaria promedio demanda anual | cantidad monetaria promedio demanda anual Acumulada | X - Porcentaje acumulado de articulos | Porcentaje individual de demanda anual | Y - Porcentaje individual de demanda anual | A - Apoyo logístico actual = X*(1-Y)/(Y-X) | Nuevo Y para A de 6,67% con Y = X*(1-A)/(A-X) | CLASIFICACIÓN A B C con nuevo A y nuevo Y | Nuevo Porcentaje individual de demanda anual | Nuevo Demanda anual por referencia en Unidades Monetarias con nuevo A y nuevo Y | Nuevo Demanda acumulada anual en Unidades Monetarias con nuevo A y nuevo Y |
| 1 | SK1S163 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 19,9 | 509220 | \$ 182.300.760 | \$ 182.300.760 | 2,94% | 11,89% | 11,89% | 28,95% | 32,64% | A | 32,64% | \$ 500.349.361 | \$ 500.349.361 |
| 2 | MOTOR (HP) | no tiene | 35,8 | 229032 | \$ 98.483.760 | \$ 364.601.520 | 5,88% | 6,43% | 18,32% | 38,64% | 49,99% | A | 17,35% | \$ 265.872.881 | \$ 766.222.242 |
| 3 | SK1S150 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 20,3 | 369600 | \$ 89.936.000 | \$ 463.085.280 | 8,82% | 5,87% | 24,19% | 43,54% | 60,75% | A | 10,76% | \$ 164.930.218 | \$ 931.152.460 |
| 4 | SK1S163 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 13,7 | 509220 | \$ 83.512.080 | \$ 553.021.280 | 11,76% | 5,45% | 29,63% | 46,33% | 68,07% | A | 7,33% | \$ 112.302.432 | \$ 1.043.454.891 |
| 5 | SK1S175 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 7,8 | 821340 | \$ 77.205.960 | \$ 636.533.360 | 14,71% | 5,04% | 34,67% | 48,12% | 73,39% | A | 5,31% | \$ 81.398.326 | \$ 1.124.853.217 |
| 6 | MOTOR (HP) | no tiene | 33,1 | 174221 | \$ 69.107.663 | \$ 713.739.320 | 17,65% | 4,51% | 39,18% | 49,85% | 77,41% | A | 4,03% | \$ 61.707.882 | \$ 1.186.561.099 |
| 7 | SK1S163 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 11,1 | 509220 | \$ 67.896.000 | \$ 782.846.983 | 20,59% | 4,43% | 43,61% | 50,43% | 80,57% | A | 3,16% | \$ 48.391.263 | \$ 1.234.952.361 |
| 8 | SK1S175 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 6,2 | 821340 | \$ 60.779.160 | \$ 850.742.983 | 23,53% | 3,97% | 47,57% | 51,30% | 83,11% | B | 2,54% | \$ 38.965.434 | \$ 1.273.917.795 |
| 9 | MOTOR (HP) | no tiene | 16,2 | 302661 | \$ 58.918.008 | \$ 911.522.143 | 26,47% | 3,84% | 51,42% | 51,55% | 85,20% | B | 2,09% | \$ 32.049.189 | \$ 1.305.966.984 |
| 10 | SK1S150 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 11,8 | 369600 | \$ 52.483.200 | \$ 970.440.151 | 29,41% | 3,42% | 54,84% | 52,23% | 86,95% | B | 1,75% | \$ 26.824.260 | \$ 1.332.791.244 |
| 11 | SK1S150 | REL: 10 - SIN FIN CORONA | 11,2 | 369600 | \$ 49.772.800 | \$ 1.022.923.351 | 32,35% | 3,25% | 58,09% | 52,69% | 88,44% | B | 1,49% | \$ 22.780.747 | \$ 1.355.571.991 |
| 12 | SK1S163 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 8,1 | 509220 | \$ 49.564.080 | \$ 1.072.696.151 | 35,29% | 3,23% | 61,32% | 52,44% | 89,72% | B | 1,28% | \$ 19.587.438 | \$ 1.375.159.429 |
| 13 | SK1S140 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 12,4 | 292920 | \$ 43.742.720 | \$ 1.122.260.231 | 38,24% | 2,85% | 64,18% | 52,80% | 90,83% | B | 1,11% | \$ 17.021.589 | \$ 1.392.181.018 |
| 14 | MOTOR (HP) | no tiene | 16,8 | 206295 | \$ 41.534.060 | \$ 1.166.002.951 | 41,18% | 2,71% | 66,89% | 53,03% | 91,80% | B | 0,97% | \$ 14.928.916 | \$ 1.407.109.934 |
| 15 | SK1S150 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 9,2 | 369600 | \$ 40.656.000 | \$ 1.207.537.011 | 44,12% | 2,65% | 69,54% | 52,86% | 92,66% | C | 0,86% | \$ 13.199.812 | \$ 1.420.309.746 |
| 16 | SK1S150 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 9,1 | 369600 | \$ 40.409.600 | \$ 1.248.193.011 | 47,06% | 2,64% | 72,18% | 52,13% | 93,43% | C | 0,77% | \$ 11.754.666 | \$ 1.432.064.412 |
| 17 | MOTOR (HP) | no tiene | 12,6 | 265584 | \$ 40.014.656 | \$ 1.288.602.611 | 50,00% | 2,61% | 74,79% | 50,86% | 94,12% | C | 0,69% | \$ 10.534.531 | \$ 1.442.598.943 |
| 18 | SK1S131 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 11,9 | 257340 | \$ 36.713.840 | \$ 1.328.617.267 | 52,94% | 2,40% | 77,18% | 49,84% | 94,73% | C | 0,62% | \$ 9.494.997 | \$ 1.452.093.940 |
| 19 | SK1S140 | REL: 10 - SIN FIN CORONA | 9,8 | 292920 | \$ 34.564.560 | \$ 1.365.331.107 | 55,88% | 2,25% | 79,44% | 48,79% | 95,30% | C | 0,56% | \$ 8.602.098 | \$ 1.460.696.038 |
| 20 | MOTOR (HP) | no tiene | 17,6 | 162558 | \$ 34.245.552 | \$ 1.399.895.667 | 58,82% | 2,23% | 81,67% | 47,19% | 95,81% | C | 0,51% | \$ 7.829.494 | \$ 1.468.525.532 |
| 21 | SK1S175 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 3,4 | 821340 | \$ 33.948.720 | \$ 1.434.141.219 | 61,76% | 2,21% | 83,88% | 45,00% | 96,27% | C | 0,47% | \$ 7.156.504 | \$ 1.475.682.036 |
| 22 | SK1S140 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 9,4 | 292920 | \$ 33.197.600 | \$ 1.468.089.939 | 64,71% | 2,17% | 86,05% | 42,29% | 96,70% | C | 0,43% | \$ 6.566.710 | \$ 1.482.248.746 |
| 23 | SK1S140 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 7,7 | 292920 | \$ 26.948.640 | \$ 1.501.287.539 | 67,65% | 1,76% | 87,81% | 40,90% | 97,10% | C | 0,39% | \$ 6.046.941 | \$ 1.488.295.687 |
| 24 | MOTOR (HP) | no tiene | 3,6 | 594345 | \$ 25.754.950 | \$ 1.528.236.179 | 70,59% | 1,68% | 89,49% | 39,26% | 97,46% | C | 0,36% | \$ 5.586.534 | \$ 1.493.882.221 |
| 25 | MOTOR (HP) | no tiene | 16,0 | 130800 | \$ 25.113.600 | \$ 1.553.991.129 | 73,53% | 1,64% | 91,13% | 37,07% | 97,80% | C | 0,34% | \$ 5.176.781 | \$ 1.499.059.000 |
| 26 | MOTOR (HP) | no tiene | 5,1 | 408508 | \$ 25.055.157 | \$ 1.579.104.729 | 76,47% | 1,63% | 92,76% | 33,97% | 98,11% | C | 0,31% | \$ 4.810.514 | \$ 1.503.869.516 |
| 27 | MOTOR (HP) | no tiene | 4,1 | 475749 | \$ 23.153.118 | \$ 1.604.159.887 | 79,41% | 1,51% | 94,27% | 30,61% | 98,40% | C | 0,29% | \$ 4.481.790 | \$ 1.508.351.305 |
| 28 | MOTOR (HP) | no tiene | 2,3 | 765700 | \$ 21.439.600 | \$ 1.627.313.005 | 82,35% | 1,40% | 95,67% | 26,77% | 98,68% | C | 0,27% | \$ 4.185.647 | \$ 1.512.536.953 |
| 29 | SK1S140 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 5,8 | 292920 | \$ 20.504.400 | \$ 1.648.752.605 | 85,29% | 1,34% | 97,01% | 21,78% | 98,93% | C | 0,26% | \$ 3.917.918 | \$ 1.516.454.871 |
| 30 | MOTOR (HP) | no tiene | 12,4 | 121444 | \$ 18.054.675 | \$ 1.669.257.005 | 88,24% | 1,18% | 98,19% | 16,08% | 99,17% | C | 0,24% | \$ 3.675.081 | \$ 1.520.129.952 |
| 31 | SK1S131 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 5,1 | 257340 | \$ 15.611.960 | \$ 1.687.311.679 | 91,18% | 1,02% | 99,21% | 9,02% | 99,40% | C | 0,23% | \$ 3.454.142 | \$ 1.523.584.093 |
| 32 | SK1S131 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 3,9 | 257340 | \$ 12.180.760 | \$ 1.702.923.639 | 94,12% | 0,79% | 100,00% | 0,00% | 99,61% | C | 0,21% | \$ 3.252.545 | \$ 1.526.836.638 |

Ilustración 50. Datos reales para cantidad a pedir en *Push*

| item | REFERENCIA | REFERENCIAS | Nuevo Y para A de $X*(1+A)/(A+X)$ | Clasificación | Lote Económico Q = $\sqrt{2DS} / IC$ | | | | | | | |
|------|------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------|---|---|--|------------|---|---|---|--|
| | | | | | I Costo de manejo y almacenamiento por unidad de % del costo | S Costo unitario de reponer por pedido | D Demanda promedio año apartir de la ultima demanda y el prono proximo periodo | C Costo | Q Cantidad a pedir en unidades de la referencia | N Número de pedidos óptimos a realizar por año | T Frecuencia entre pedidos óptimos a realizar por año, en | Inventario recomendao por política de la empresa A=1.25 veces, B=0.75 veces y C=0.35 la D promedio |
| 1 | SK1SI63 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 0,326427566 | A | 0,00013% | \$ 900 | 509,2 | \$ 509.220 | 1169 | 0,43569014 | 27,5 | 636,5 |
| 2 | MOTOR (HP) | 1 HP | 0,499882844 | A | 0,00029% | \$ 900 | 229,0 | \$ 229.032 | 784 | 0,29219521 | 41,1 | 286,3 |
| 3 | SK1SI50 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 0,6074832 | A | 0,00018% | \$ 900 | 369,6 | \$ 369.600 | 996 | 0,37118549 | 32,3 | 462,0 |
| 4 | SK1SI63 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 0,680749226 | A | 0,00013% | \$ 900 | 509,2 | \$ 509.220 | 1169 | 0,43569014 | 27,5 | 636,5 |
| 5 | SK1SI75 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 0,733853436 | A | 0,00008% | \$ 900 | 821,3 | \$ 821.340 | 1484 | 0,5533329 | 21,7 | 1026,7 |
| 6 | MOTOR (HP) | 0,5 HP | 0,774111614 | A | 0,00039% | \$ 900 | 174,2 | \$ 174.221 | 684 | 0,2548445 | 47,1 | 217,8 |
| 7 | SK1SI63 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 0,805682039 | A | 0,00013% | \$ 900 | 509,2 | \$ 509.220 | 1169 | 0,43569014 | 27,5 | 636,5 |
| 8 | SK1SI75 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 0,83110306 | B | 0,00008% | \$ 900 | 821,3 | \$ 821.340 | 1484 | 0,5533329 | 21,7 | 616,0 |
| 9 | MOTOR (HP) | 2,0 HP | 0,852011928 | B | 0,00022% | \$ 900 | 302,7 | \$ 302.661 | 901 | 0,33589477 | 35,7 | 227,0 |
| 10 | SK1SI50 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 0,869512056 | B | 0,00018% | \$ 900 | 369,6 | \$ 369.600 | 996 | 0,37118549 | 32,3 | 277,2 |
| 11 | SK1SI50 | REL: 10 - SIN FIN CORONA | 0,884374199 | B | 0,00018% | \$ 900 | 369,6 | \$ 369.600 | 996 | 0,37118549 | 32,3 | 277,2 |
| 12 | SK1SI63 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 0,89715303 | B | 0,00013% | \$ 900 | 509,2 | \$ 509.220 | 1169 | 0,43569014 | 27,5 | 381,9 |
| 13 | SK1SI40 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 0,908257902 | B | 0,00023% | \$ 900 | 292,9 | \$ 292.920 | 886 | 0,33044526 | 36,3 | 219,7 |
| 14 | MOTOR (HP) | 0,75 HP | 0,917997517 | B | 0,00033% | \$ 900 | 206,3 | \$ 206.295 | 744 | 0,27731244 | 43,3 | 154,7 |
| 15 | SK1SI50 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 0,926609064 | C | 0,00018% | \$ 900 | 369,6 | \$ 369.600 | 996 | 0,37118549 | 32,3 | 129,4 |
| 16 | SK1SI50 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 0,9342778 | C | 0,00018% | \$ 900 | 369,6 | \$ 369.600 | 996 | 0,37118549 | 32,3 | 129,4 |
| 17 | MOTOR (HP) | 1,47 HP | 0,941150521 | C | 0,00025% | \$ 900 | 265,6 | \$ 265.584 | 844 | 0,31464871 | 38,1 | 93,0 |
| 18 | SK1SI31 | REL: 20 - SIN FIN CORONA | 0,94734505 | C | 0,00026% | \$ 900 | 257,3 | \$ 257.340 | 831 | 0,30972671 | 38,7 | 90,1 |
| 19 | SK1SI40 | REL: 10 - SIN FIN CORONA | 0,952957052 | C | 0,00023% | \$ 900 | 292,9 | \$ 292.920 | 886 | 0,33044526 | 36,3 | 102,5 |
| 20 | MOTOR (HP) | 0,34 HP | 0,958065009 | C | 0,00041% | \$ 900 | 162,6 | \$ 162.558 | 660 | 0,24616663 | 48,7 | 56,9 |
| 21 | SK1SI75 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 0,962733907 | C | 0,00008% | \$ 900 | 821,3 | \$ 821.340 | 1484 | 0,5533329 | 21,7 | 287,5 |
| 22 | SK1SI40 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 0,967018024 | C | 0,00023% | \$ 900 | 292,9 | \$ 292.920 | 886 | 0,33044526 | 36,3 | 102,5 |
| 23 | SK1SI40 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 0,970963044 | C | 0,00023% | \$ 900 | 292,9 | \$ 292.920 | 886 | 0,33044526 | 36,3 | 102,5 |
| 24 | MOTOR (HP) | 5,36 HP | 0,974607695 | C | 0,00011% | \$ 900 | 594,3 | \$ 594.345 | 1263 | 0,47070013 | 25,5 | 208,0 |
| 25 | MOTOR (HP) | 0,24 HP | 0,977985023 | C | 0,00051% | \$ 900 | 130,8 | \$ 130.800 | 592 | 0,22081516 | 54,3 | 45,8 |
| 26 | MOTOR (HP) | 3,0 HP | 0,981123398 | C | 0,00016% | \$ 900 | 408,5 | \$ 408.508 | 1047 | 0,39023417 | 30,8 | 143,0 |
| 27 | MOTOR (HP) | 4,0 HP | 0,984047315 | C | 0,00014% | \$ 900 | 475,7 | \$ 475.749 | 1130 | 0,42112784 | 28,5 | 166,5 |
| 28 | MOTOR (HP) | 7,37 HP | 0,986778028 | C | 0,00009% | \$ 900 | 765,7 | \$ 765.700 | 1433 | 0,53426206 | 22,5 | 268,0 |
| 29 | SK1SI40 | REL: 30 - SIN FIN CORONA | 0,989334075 | C | 0,00023% | \$ 900 | 292,9 | \$ 292.920 | 886 | 0,33044526 | 36,3 | 102,5 |
| 30 | MOTOR (HP) | 0,16 HP | 0,991731695 | C | 0,00055% | \$ 900 | 121,4 | \$ 121.444 | 571 | 0,2127713 | 56,4 | 42,5 |
| 31 | SK1SI31 | REL: 60 - SIN FIN CORONA | 0,993985175 | C | 0,00026% | \$ 900 | 257,3 | \$ 257.340 | 831 | 0,30972671 | 38,7 | 90,1 |
| 32 | SK1SI31 | REL: 40 - SIN FIN CORONA | 0,996107133 | C | 0,00026% | \$ 900 | 257,3 | \$ 257.340 | 831 | 0,30972671 | 38,7 | 90,1 |

Ilustración 51. Grafica clasificación ABC



4.8 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

La categorización de los equipos muestra que la empresa tiene los tres tipos de categorías y es importante lograr para esta organización llegar a tener todas sus referencias en *Pull* para que se ensamble sólo lo que el cliente necesita y no lo que posee en *stock* la empresa.

La administración del inventario en la organización carece de una logística para controlar la demanda de los equipos, se basan en el historial de ventas que en ocasiones tiende a reflejar como el cliente acomoda su necesidad al equipo que maneja el inventario de la empresa.

La categorización ABC muestra como un 80% de las ventas se dan con un 20% de las referencias, aplicándose el principio de Wilfredo Pareto³⁶, este análisis es la puerta para lograr una conciliación entre el departamento comercial y el financiero sobre las existencias.

³⁶ Wilfredo Pareto: Renacentista del siglo XIX, quien documenta por primera vez la fundamentación de la administración de materiales.

5 ALGORITMO DE PRONOSTICO DE DEMANDA DE MOTORES CON REDUCTORES DE VELOCIDAD

5.1 OBJETIVO

Determinar los algoritmos requeridos para definir las cantidades y periodos de pedidos de insumos y/o componentes tanto en *Push* como en *Pull*, mediante una alineación desde la demanda (productos ensamblados y/o componentes), pasando por el proceso de ensamble y familiarizando con las importaciones de tal manera que se optimice. Nivel 4 – Analizar.

5.2 INTRODUCCION

El pronosticar la demanda mediante un software de programación en cualquier lenguaje que se posea es de mucha utilidad, éste va disminuir los tiempos para calcular cada referencia por separado lo cual hace que en ocasiones demore el poner los pedidos.

Las ventajas competitivas del programa se centran en que propicia la excelencia de tener la capacidad de proporcionar la demanda que requiera el mercado y la cantidad necesaria y en tiempos mínimos para que los costos que conllevan el no tener un equipo desaparezcan.

DESARROLLO DEL CAPITULO

5.3 DESARROLLO CONCEPTUAL DEL PRONÓSTICO

La ejecución del sistema de pronóstico es conveniente si se lleva a cabo mediante un software como el caso de Microsoft Excel versión 2007, el cual con sus diversas aplicaciones para cálculos matemáticos hace fácil y rápido la realización del trabajo de logística de inventarios y mejora la productividad de su personal.

La realización de dicho programa se ejecuta por medio de macros en el cual se efectúan los cálculos respectivos de desviación estándar, coeficiente de correlación, medias, tendencias, ruidos para llegar a los datos futuros del pronóstico.

Los datos necesarios para ejecutar el algoritmo base se extraen del sistema de información de la empresa *S/IGO* de los últimos tres años; estos datos se proporcionan al programa, el cual los analiza para determinar la cantidad que debe tener la empresa en el futuro.

El pronóstico debe ser calculado con otras variables que tengan en cuenta los movimientos y evoluciones del mercado de la transmisión de potencia en equipos industriales, por esto es necesario llevar un porcentaje de error, ya que existen hechos que son impredecibles antes del pronóstico.

5.4 METODOLOGÍA UNIVERSAL DE PRONÓSTICOS

El realizar la metodología para una referencia es ideal para contar con un pronóstico correcto, así llevar los mejores datos al programa de inventarios y disfrutar de variables excelentes para un magnífico resultado del pedido para las tendencia a calcular.

- Paso 1 - 1 – Síntesis Descriptiva

La comercialización de equipos mecánicos para la transmisión de movimiento ha tenido un aumento muy significativo en los últimos años y se ve en la cantidad de potencia instalada en el mercado.

- Paso 1- 2 – Calidad y cantidad de los datos

Los datos se obtienen de la empresa Variadores S.A. gracias al sistema de información que cuenta desde el año 2003. Estos datos se obtienen del histórico de demanda por los estudiantes que participaron de este proyecto.

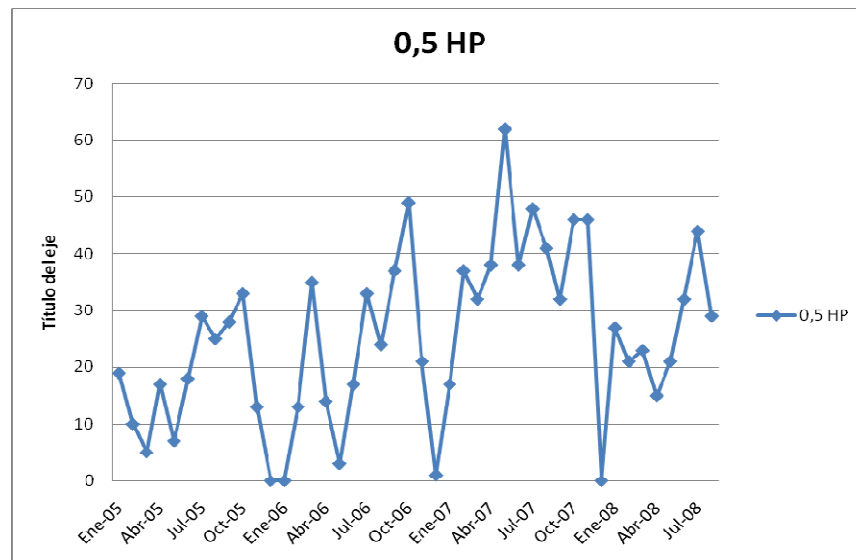
- Paso 1 - 3 – Cumplimiento de la estabilidad del entorno

La calidad de la información es verídica y además las características del mercado en la actualidad (Septiembre de 2008) es buena debido a que la tasa de cambio se ha reactivado de manera ostensible

- Paso 1 - 4 – Análisis previo de la serie completa
- Paso 1 - 4 - 1 – Estructura Vertical, Nivel

El historial de demanda del Motor de 0,5 Hp será la base de cálculo para demostrar cómo se realiza los pronósticos de demanda.

Ilustración 52. El Motor de 0,5 Hp



Los datos sin quitar ninguno de los meses la relación de nivel son menores del 50%. Por consiguiente es bueno. Aunque es importante resaltar que si se retira doce meses la relación de nivel mejora un poco.

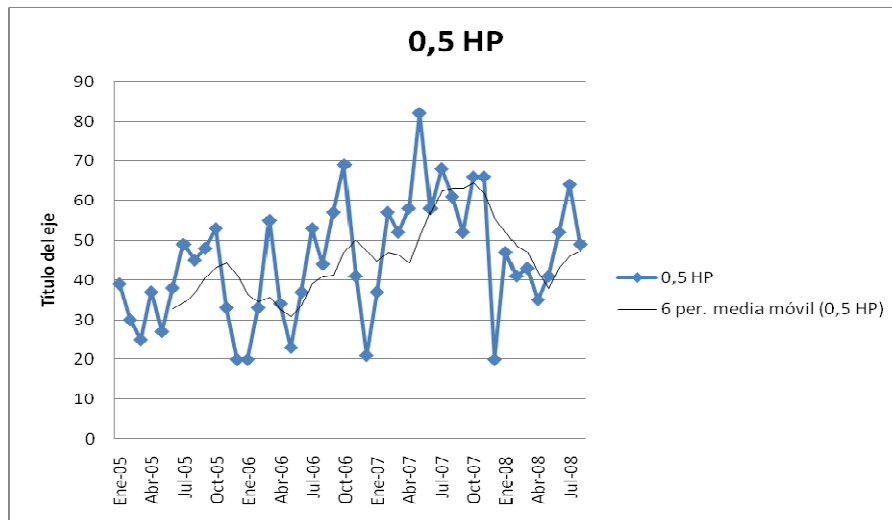
| | |
|---------------------|--------|
| Desviación estándar | 15,05 |
| Media | 45,00 |
| Ratio | 33,45% |

| | |
|---------------------|-------|
| Desviación estándar | 15,55 |
| Media | 48 |
| Ratio | 32,4% |

- Paso 1 - 4 - 2 – Análisis de ruido o Aleatoriedad

Los datos que se muestran al suavizar con una media móvil de 6 no coinciden los puntos de los reales con los suavizados, se concluye con ruido la gráfica.

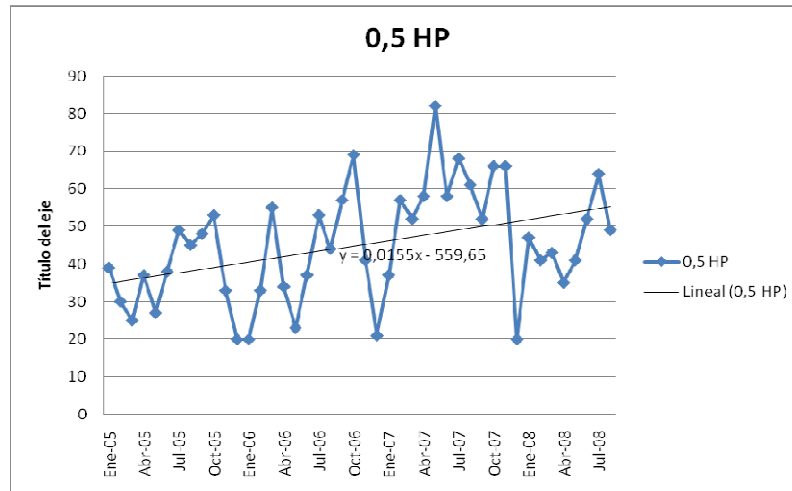
Ilustración 53. Motor de 0,5Hp con suavización de datos



- Paso 1- 4 - 3 – Estructura Tendencial

El determinar la pendiente de la serie es importante para reconocer si existe o no una conexión en tendencia.

Ilustración 54. Motor de 0,5Hp con línea de tendencia



La prueba se reconoce que el dato de la pendiente está en el rango de $-0.25 < 0 < 0,25$, lo que afirma que los datos no tienen tendencia.

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0,40294386 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0,16236376 |
| R ² ajustado | 0,14242004 |
| Error típico | 13,9388565 |
| Observaciones | 44 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresio | 1 | 1581,74771 | 1581,74771 | 8,1410968 | 0,006689692 |
| Residuos | 42 | 8160,25229 | 194,291721 | | |
| Total | 43 | 9742 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Intercepción | 34,3763214 | 4,27539833 | 8,0405 | 4,9E-10 | 25,7482183 |
| Variable X 1 | 0,4721635 | 0,16548207 | 2,85326 | 0,00669 | 0,13820716 |

La Regresion de la pendiente es de 0,4721 y está fuera del rango, se concluye como tendencia.

Ilustración 55. Forecasting – línea de tendencia

| Forecasting - Col_2 | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|--------------|----------|-----|
| Model Comparison | | | | | | |
| Data variable: Col_2 | | | | | | |
| Number of observations = 44 | | | | | | |
| Start index = 1,0 | | | | | | |
| Sampling interval = 1,0 | | | | | | |
| Models | | | | | | |
| (A) Random walk with drift = 0,232558 | | | | | | |
| (B) Linear trend = 34,3763 + 0,472163 t | | | | | | |
| (C) Simple moving average of 3 terms | | | | | | |
| (D) Simple exponential smoothing with alpha = 0,2544 | | | | | | |
| (E) Brown's linear exp. smoothing with alpha = 0,1049 | | | | | | |
| Estimation Period | | | | | | |
| Model | RMSE | MAE | MAPE | ME | MPE | |
| (A) | 15,6019 | 12,7853 | 33,84 | 1,5698E-15 | -8,38785 | |
| (B) | 13,9389 | 11,3175 | 30,7315 | -3,55271E-15 | -11,8972 | |
| (C) | 15,3276 | 12,0407 | 33,2993 | 1,2439 | -8,84699 | |
| (D) | 14,2296 | 11,0336 | 30,2743 | 1,33427 | -8,34375 | |
| (E) | 14,7198 | 11,5197 | 31,2233 | 1,32236 | -8,04279 | |
| Model | RMSE | RUNS | RUNM | AUTO | MEAN | VAR |
| (A) | 15,6019 | OK | OK | OK | OK | OK |
| (B) | 13,9389 | OK | * | OK | OK | OK |
| (C) | 15,3276 | OK | OK | OK | OK | OK |
| (D) | 14,2296 | OK | OK | OK | OK | OK |
| (E) | 14,7198 | OK | OK | OK | OK | OK |

Key:

RMSE = Root Mean Squared Error

RUNS = Test for excessive runs up and down

RUNM = Test for excessive runs above and below median

AUTO = Box-Pierce test for excessive autocorrelation

MEAN = Test for difference in mean 1st half to 2nd half

VAR = Test for difference in variance 1st half to 2nd half

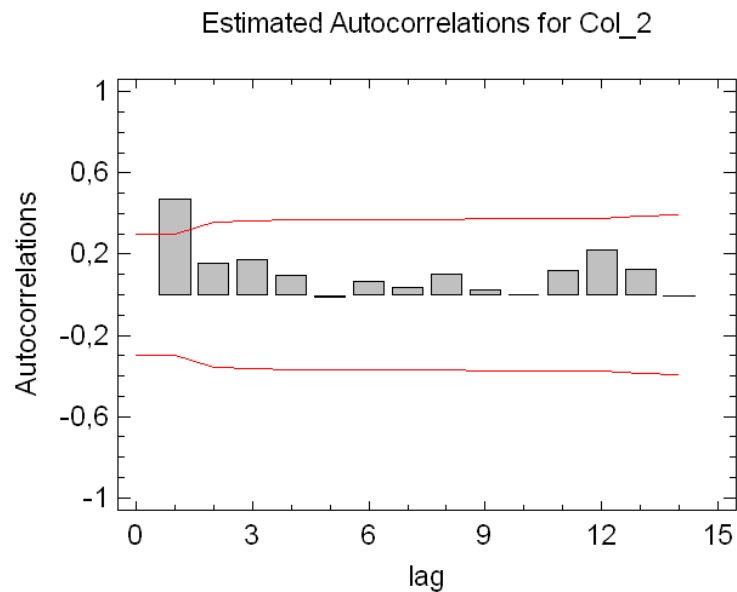
Estimated Autocorrelations for Col_2

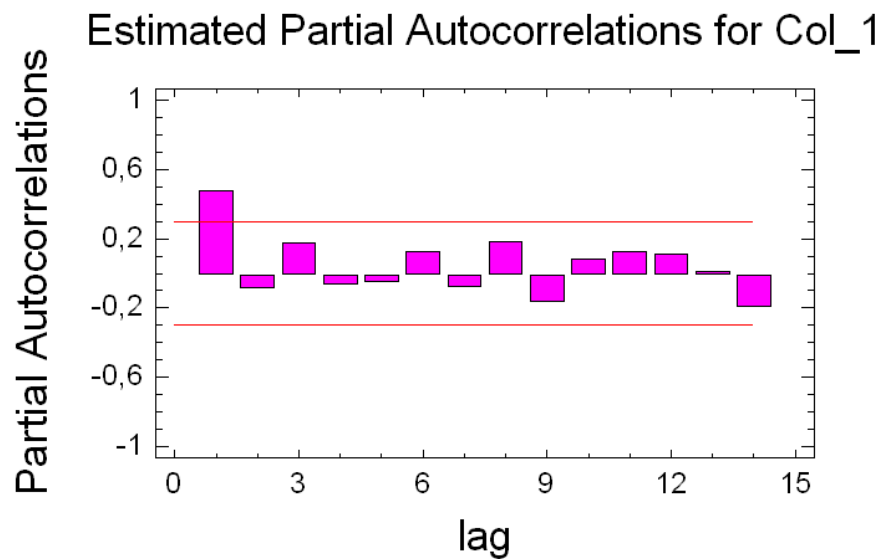
| Lag | Autocorrelation | Std. Error | Lower 95,0% Prob. Limit | Upper 95,0% Prob. Limit |
|-----|-----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0,47249 | 0,150756 | -0,295476 | 0,295476 |
| 2 | 0,154794 | 0,181314 | -0,35537 | 0,35537 |
| 3 | 0,173886 | 0,184293 | -0,361209 | 0,361209 |
| 4 | 0,0977212 | 0,187985 | -0,368445 | 0,368445 |
| 5 | -0,0195032 | 0,189136 | -0,370701 | 0,370701 |
| 6 | 0,0677479 | 0,189182 | -0,37079 | 0,37079 |
| 7 | 0,0328475 | 0,189732 | -0,371869 | 0,371869 |
| 8 | 0,0991583 | 0,189862 | -0,372123 | 0,372123 |
| 9 | 0,0209403 | 0,191035 | -0,374422 | 0,374422 |
| 10 | -0,00205297 | 0,191087 | -0,374525 | 0,374525 |
| 11 | 0,119175 | 0,191088 | -0,374525 | 0,374525 |
| 12 | 0,220797 | 0,192769 | -0,377822 | 0,377822 |
| 13 | 0,12441 | 0,198434 | -0,388924 | 0,388924 |
| 14 | -0,0140628 | 0,200199 | -0,392383 | 0,392383 |

The StatAdvisor

This table shows the estimated autocorrelations between values of Col_2 at various lags. The lag k autocorrelation coefficient measures the correlation between values of Col_2 at time t and time t-k. Also shown are 95,0% probability limits around 0. If the probability limits at a particular lag do not contain the estimated coefficient, there is a statistically significant correlation at that lag at the 95,0% confidence level. In this case, one of the 24 autocorrelation coefficients is statistically significant at the 95,0% confidence level, implying that the time series may not be completely random (white noise). You can plot the autocorrelation coefficients by selecting Autocorrelation Function from the list of Graphical Options.

Ilustración 56. Estimado de ACF y PACF





(SGBW,2003)

En las graficas de Auto Correlacion (simple) y Auto Correlacion parcial se ve que uno de los palotes sobrepasa la banda de confianza, lo que deduce como estructura tendencial la serie analizada.

- Paso 1 - 4 - 4 – Estructura estacional y/o cíclica

El determinar la estructura repetitiva en el tiempo influenciada por factores estacionales (o cíclico), ya sea inferior o superior a doce meses.

- Estacionalidad

Los fenómenos repetitivos con frecuencia inferiores a 12 meses, por el método más fácil (Excel o *Statgraphics*). Y la idea es obtener un paralelismo de línea en periodos de un año perfecto.

Ilustración 57. Estacionalidad en Excel

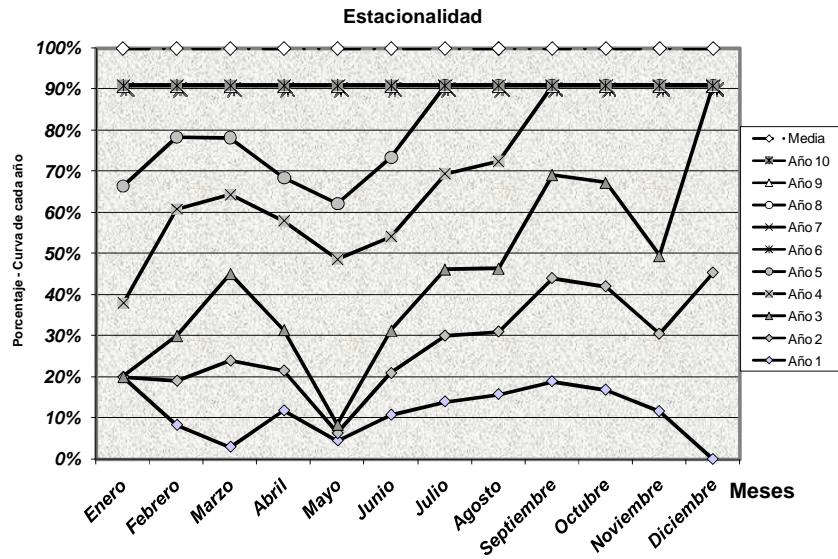
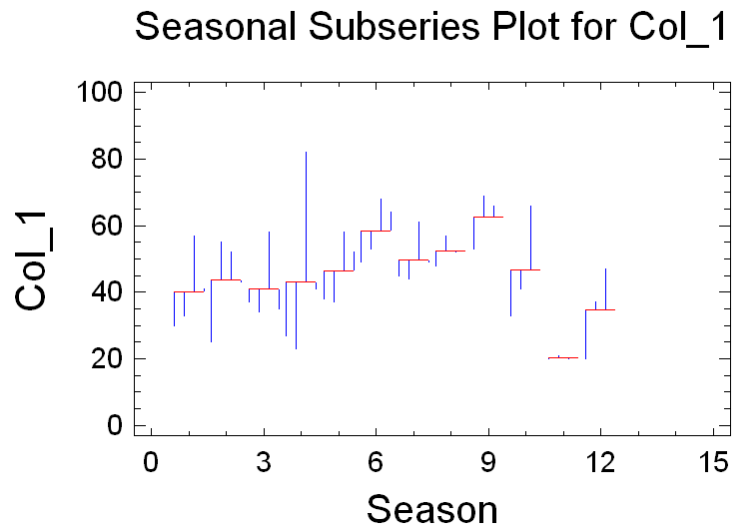


Ilustración 58. Palotes de estacionalidad



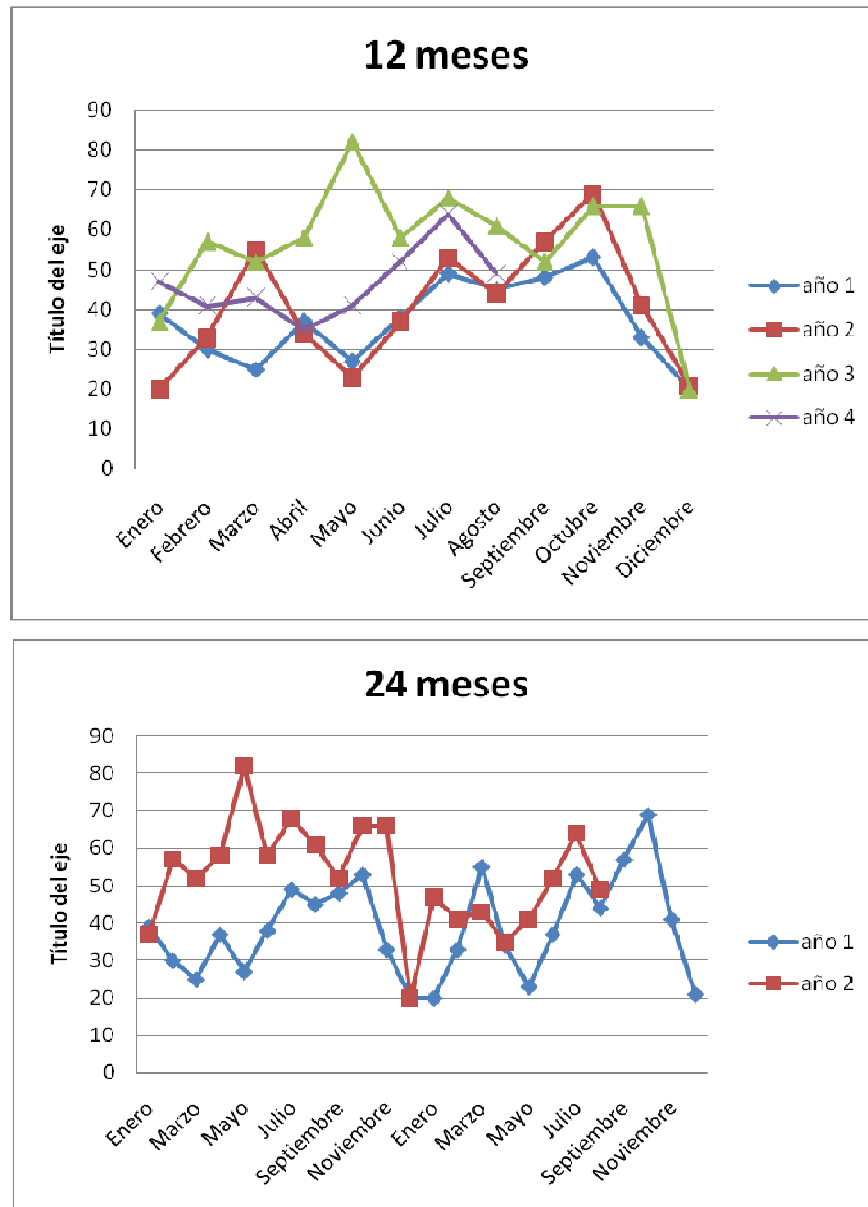
(SGBW,2003)

La similitud que se encuentra en los palotes de cada uno de los doce iconos no son regulares, si no que tienen un comportamiento totalmente distinto entre ellos, lo que quiere decir que la serie de datos no tiene estacionalidad ya que los iconos van siendo diferentes desde el uno hasta el doce.

- Ciclicidad

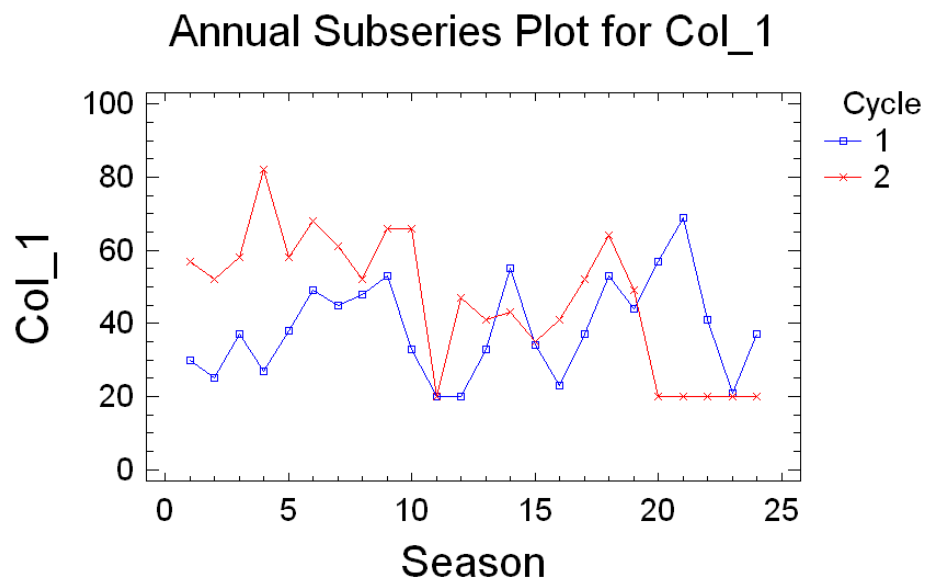
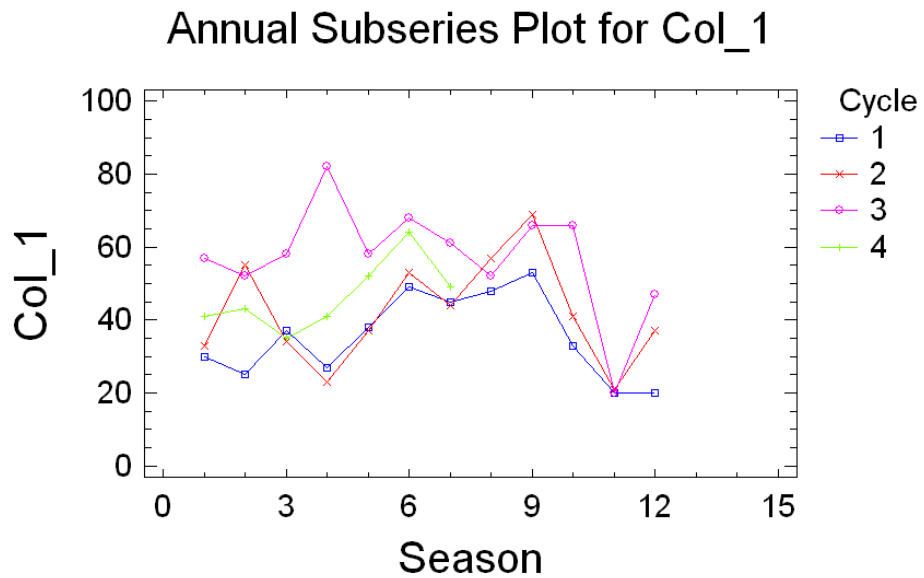
Los fenómenos repetitivos con frecuencia superior a 12 meses, por los métodos más fácil Excel o *Statgraphics*. Y la idea es llegar a obtener el mínimo de línea en periodos de un año.

Ilustración 59. Ciclicidad por Excel



El comportamiento que se puede observar de la serie por ciclos de doce meses, tiende a entrecruzarse las líneas lo que quiere decir que la serie no tiene ciclicidad.

Ilustración 60. Ciclicidad por *Statgraphics*



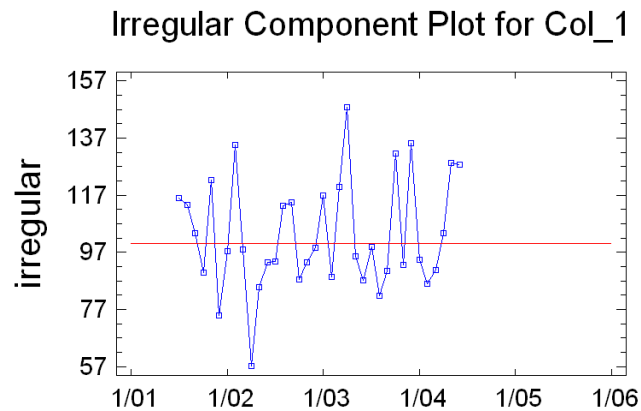
(SGBW,2003)

Para el programa *Statgraphics* se encuentra el mismo comportamiento de Excel, lo que hace concluir como una serie que no tiene ciclicidad.

- Paso 1 - 5 – Valoración de datos irregulares

Se logra con el *Statgraphics*, donde se puede apreciar el comportamiento para determinar si los valores tienen regularidad.

Ilustración 61. Regularidad de la serie



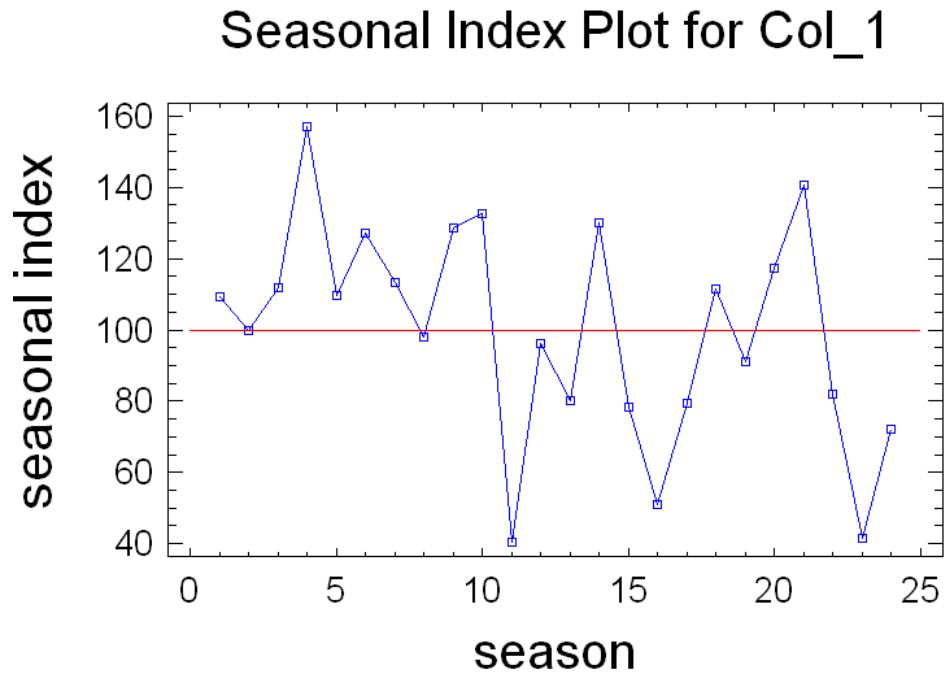
En la grafica se aprecia un comportamiento normal, con lo cual es factible decir que no hay valores con irregularidad.

- Pasó 1 - 6 – Encuentro de fenómenos exógenos

Con base en todas las graficas presentadas no se ven figuras extrañas en la serie.

- Paso 1 - 7 – Determinación del patrón estructural grafico y numérico

El patrón se usa para transformar la serie, en el evento de que las previsiones den de forma lineal, sobre todo para aquellos modelos que no manejan fenómenos cíclicos de tiempo.



(SGBW,2003)

- Paso 1 - 8 – Resultados del análisis integral previo

En síntesis se define los resultados del análisis previo, como:

Tabla 6. Sistema de análisis previo

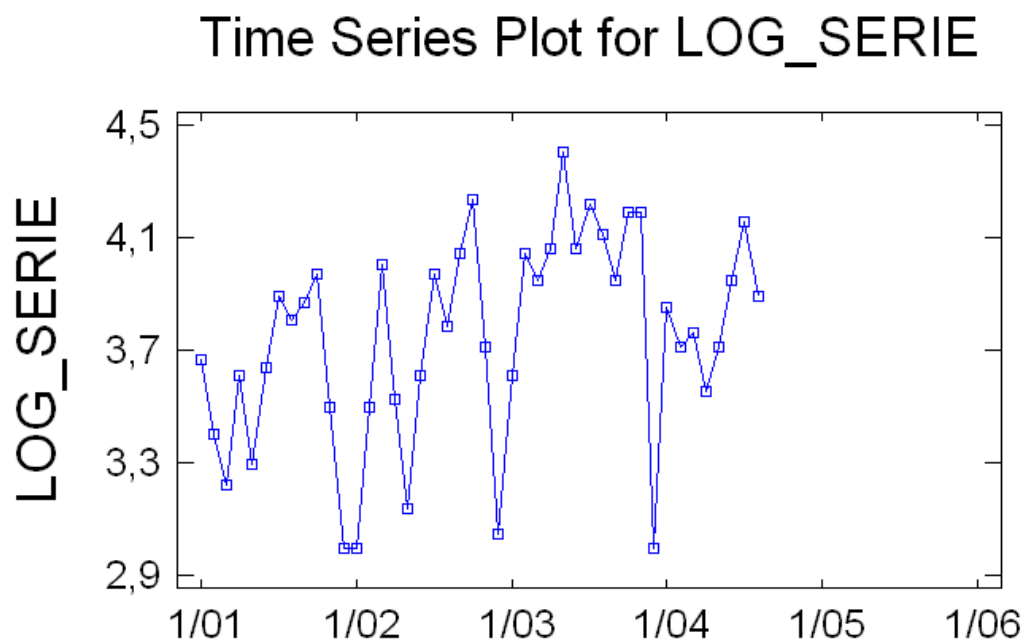
| | Alto | Medio | Bajo | Muy Leve | Inexistente |
|------------------------------------|------|-------|------|----------|-------------|
| Sistema del Analisis Previo | | | | | |
| Estructura Vertical NIVEL | | | | | X |
| Estructura Horizontal RUIDO | X | | | | |
| Estructura TENDENCIAL | | X | | | |
| Estructura ESTACIONAL | | | | | X |
| Estructura CICLICA | | | | | X |
| Irregularidades | | | | | X |
| Existencia de patrón adecuado | X | | | | |
| Fenómenos exógenos | | | | | X |

El análisis con AR.I.MA. se realiza antes de la postulación de los modelos, y así define con mas herramientas el tipo de modelo que se ajusta a la serie de datos. Este se hace con la serie de doble recorte para adelantar trabajo y verificar la Metodología AR.I.MA. Box –Jenkins.

- Paso 1 – Análisis de estacionalidad
- Paso 1 - 0 – conversión con logaritmo para mejorar variación u oscilaciones de la varianza

La presencia de tendencia en la serie requiere su eliminación como paso previo en la aplicación Box –Jenkins y poder de esta forma lograr la estacionalidad en cuanto al centramiento de la media.

Ilustración 63. Serie con función logaritmo



(SGBW,2003)

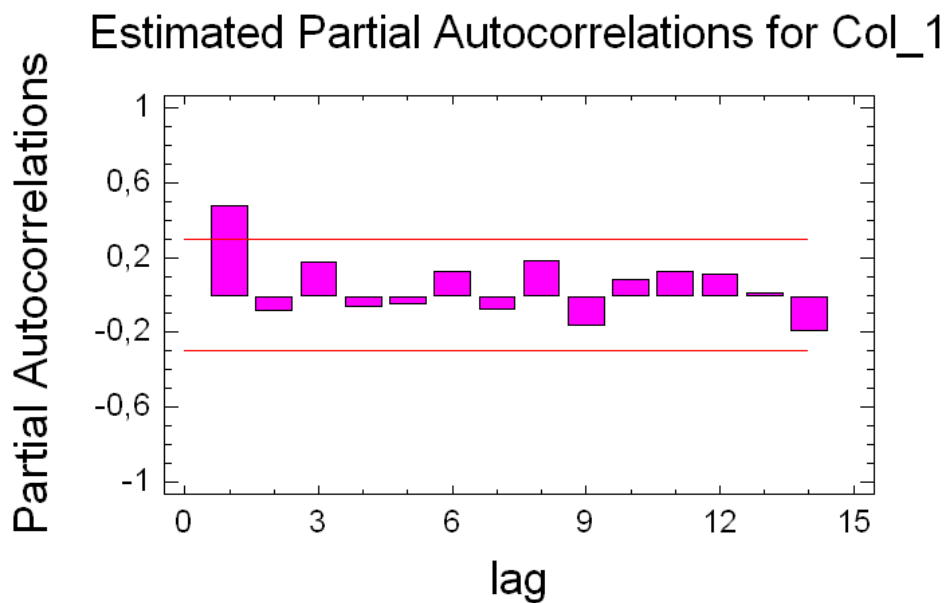
La grafica no corrige ninguna variación de la varianza con la función logaritmo, por lo cual no se usa este método.

- Paso 1 - 1 – función de auto correlación simple y parcial

El determinar que no existe una relación de los datos entre sí, es decir que son estacionarios y aleatorios, lo que corresponde a que los primeros coeficientes de la grafica de auto correlación presenten diferentes valores de cero, pero luego del tercer periodo caen. Lo normal es que no alcancen niveles mayores de dos en el desarrollo del proceso.

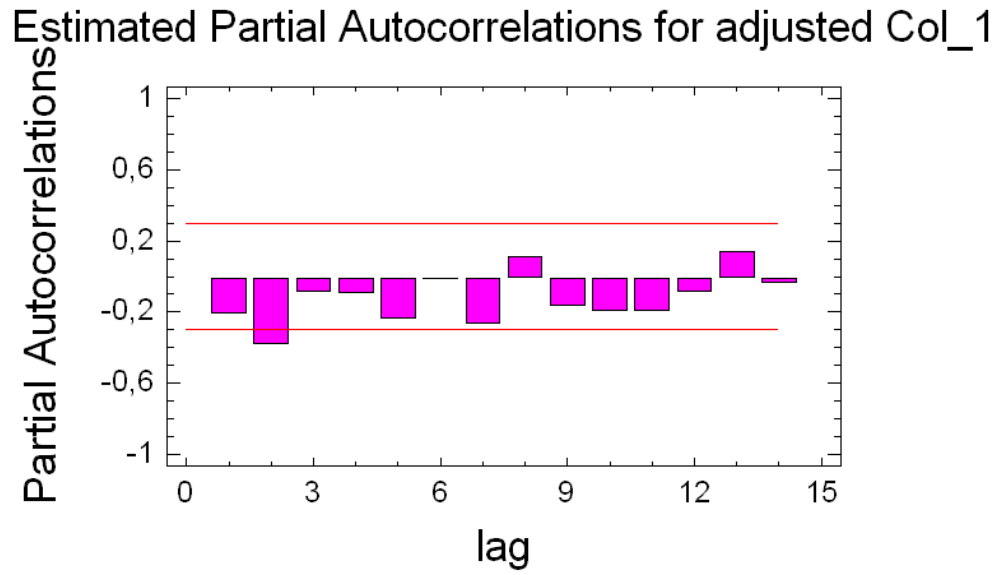
La función de auto correlación (simple) a la serie natural con doble recorte, es $d=0$ y $D=0$ muestra palotes que sobresalen de la banda de confianza con lo que es necesario tener valores diferentes para que se convierta en una serie estacional en media.

Ilustración 64. Gráfica de PACF con $d=0$ y $D=0$



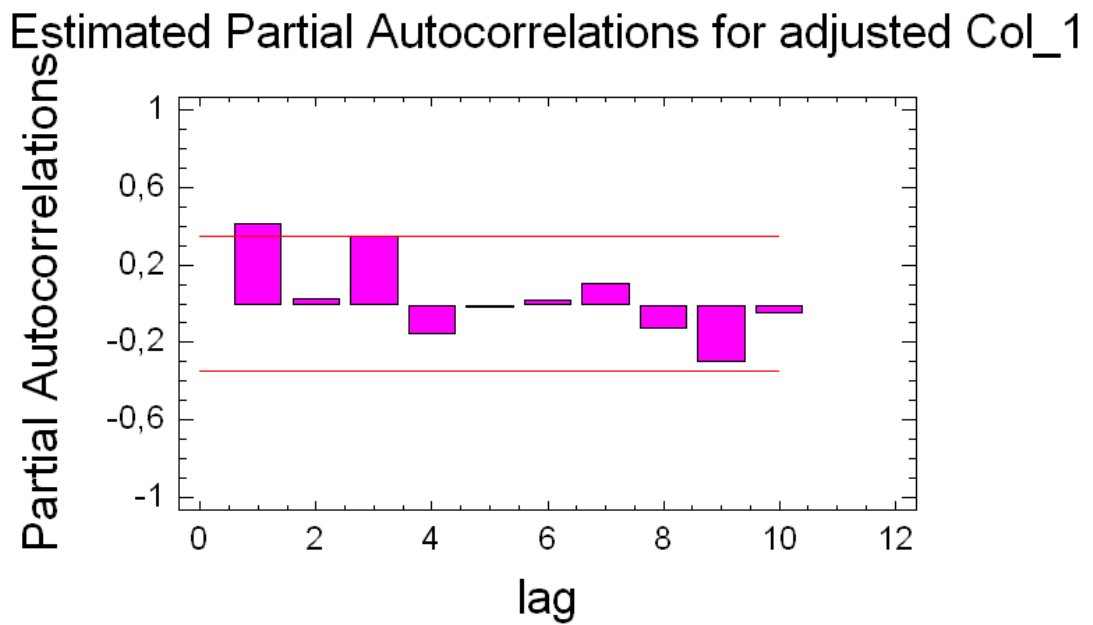
(SGBW,2003)

Ilustración 65. Gráfica de PACF con $d=1$ y $D=0$



(SGBW,2003)

Ilustración 66. Gráfica de PACF con $d=0$ y $D=1$



(SGBW,2003)

La combinación perfecta para lograr que los coeficientes tiendan a cero y donde menos se nota que los palotes sobresalen la banda de confianza es la de $D=1$ y $d=1$, se puede decir que hay estacionalidad en media.

- Paso 2 – identificación de parámetros p , q , P y Q

Los dos correlogramas ya aceptados de $d=1$ y $D=1$ de la serie, presentados anteriormente se toman para analizar.

La grafica PACF de auto correlación parcial, la cual se revisa para identificar p y/o P , en su parte regular (normal) para apreciar si hay valores significativamente diferentes de cero. En el caso particular los hay en los primeros meses de la grafica, por lo cual $p=1$ y P parecen ser cero. Lo que hasta ahora se postula como posible AR.I.MA. $(1,1,q)$ $(0,1,Q)$.

Los valores de q y Q se definen de la grafica de ACF, en la cual se buscan palotes diferentes de cero; los hay en los primeros meses, por lo tanto se deduce un posible modelo $(1,1,1)(0,0,0)$.

- Paso 3 – Valoración de parámetros AR y MA

Las graficas de ACF son herramientas para deducir una hipótesis inicial de lo que podría ser la combinación, pero es necesario realizar el análisis con diferentes opciones. Se utiliza el *statgraphics* para la evaluación de las diferentes pruebas de validación de los resultados, entre los que resaltan:

- MSE – *Mean Square Error* – Error Cuadrado Medio, debe ser el mas bajo posible.
- Prueba *Test T* de nulidad de medias para el valor de P – *Value* (Nivel de probabilidad) que debe ser inferior al 5%.
- Examen de las graficas ACF y PACF de los residuos, para verificar que los coeficientes son aleatorios, para lo cual deben ser diferentes de cero y estar distribuidos en forma dispersa a lo largo de los diferentes periodos de tiempo.

- Prueba de *Box – Pierce* para valores diferentes de cero, debe ser mayor al 10%.

En las graficas de ACF y PACF con $d=1$ y $D=0$, existen algunos palotes aun sospechosos fuera de la banda de confianza, por mera tranquilidad se realizan pruebas con diferentes p , q , P y Q .

- Modelo 1 (1,1,1) (0,0,0)

| Normal | | | Estacional | | |
|--------|---|----|------------|---|----|
| AR | I | MA | AR | I | MA |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

- MSE – *Mean Square Error* – Error Cuadrado Medio

RMSE **14,4781**

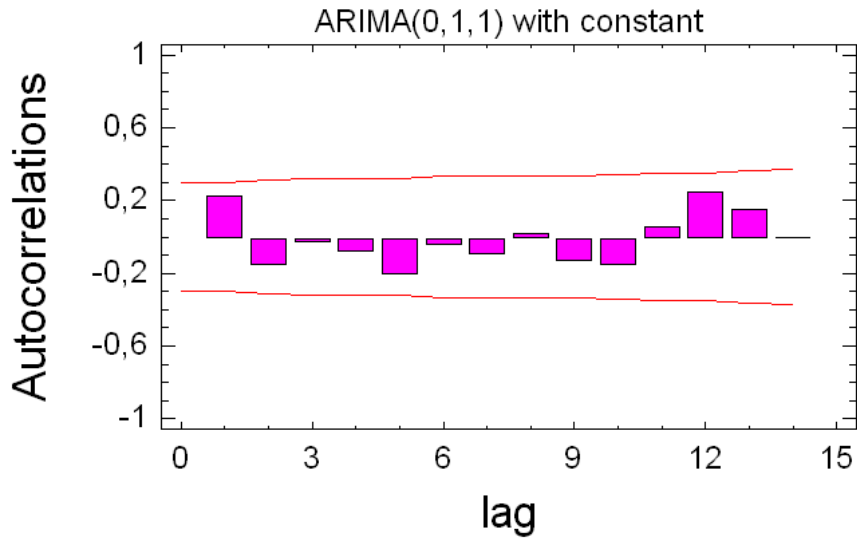
- Prueba *Test T* de nulidad de medias para el valor de P

| ARIMA Model Summary | | | | |
|---------------------|----------|------------|----------|----------|
| Parameter | Estimate | Std. Error | t | P-value |
| MA(1) | 0,711593 | 0,113651 | 6,26122 | 0,000001 |
| Mean | 0,406401 | 0,714763 | 0,568581 | 0,572742 |
| Constant | 0,406401 | | | |

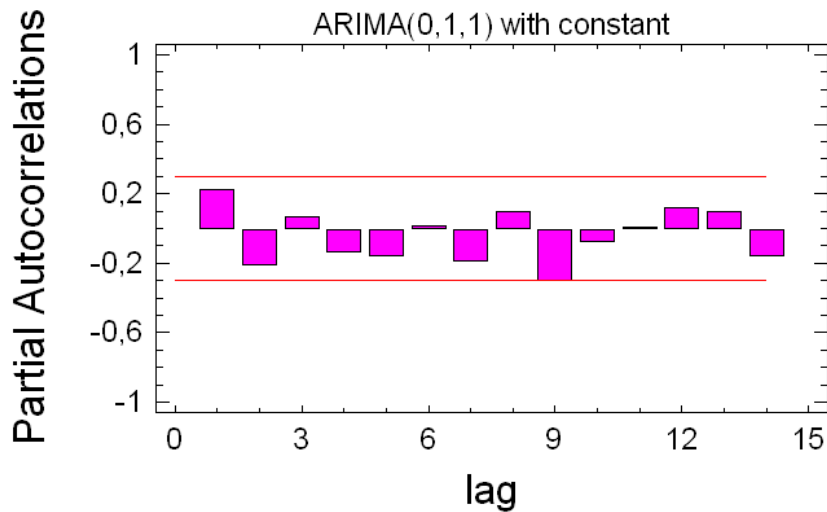
Cumple

- Examen de las graficas ACF y PACF de los residuos

Residual Autocorrelations for adjusted Col_1



Residual Partial Autocorrelations for adjusted Col_1



- Prueba de *Box – Pierce*

Box-Pierce Test

Test based on first 14 autocorrelations
Large sample test statistic = 11,7327
P-value = 0,549678

El primer modelo se postula como uno de los más probables, aunque se recomienda otra combinación para observar su comportamiento.

- Modelo 2 (0,1,2) (0,0,0)

| Normal | | | Estacional | | |
|--------|---|----|------------|---|----|
| AR | I | MA | AR | I | MA |
| 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |

- MSE – *Mean Square Error* – Error Cuadrado Medio

RMSE 14,4781

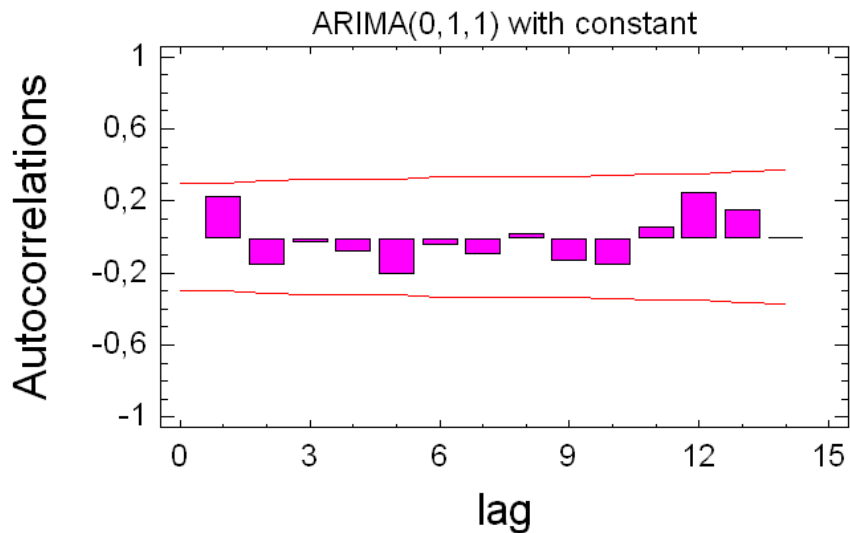
- Prueba *Test T* de nulidad de medias para el valor de P

| ARIMA Model Summary | | | | |
|---------------------|----------|------------|----------|----------|
| Parameter | Estimate | Std. Error | t | P-value |
| MA(1) | 0,711593 | 0,113651 | 6,26122 | 0,000001 |
| Mean | 0,406401 | 0,714763 | 0,568581 | 0,572742 |
| Constant | 0,406401 | | | |

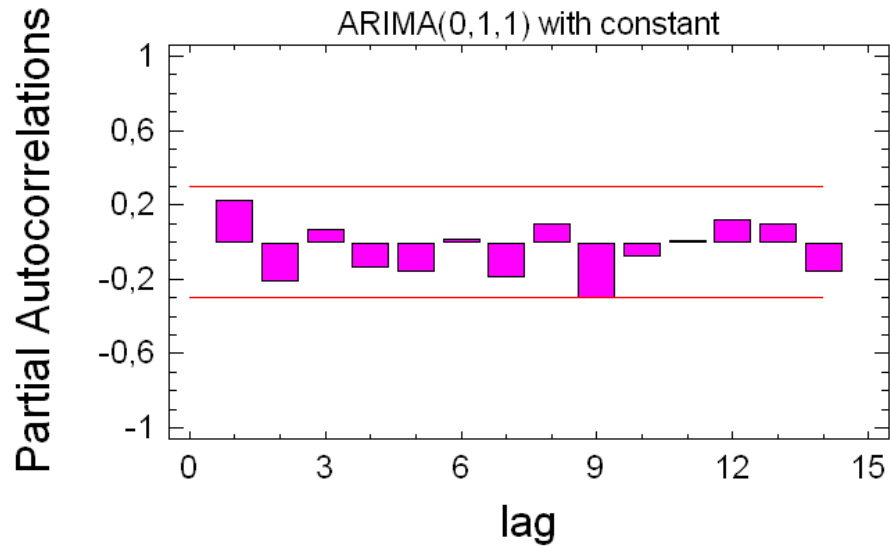
Cumple

- Examen de las graficas ACF y PACF de los residuos

Residual Autocorrelations for adjusted Col_1



Residual Partial Autocorrelations for adjusted Col_1



- Prueba de *Box – Pierce*

Box-Pierce Test

 Test based on first 14 autocorrelations
 Large sample test statistic = 11,7327
 P-value = 0,549678

El segundo modelo se adapta mejor, por los resultados que se obtiene en *P – Value* y la prueba de *Box – Pierce*, además las gráficas muestran mejor efecto de los palotes que sobresalen de la banda de confianza, se recomienda dicha combinación.

- Paso 4 – Pronósticos

Los pronósticos por AR.I.MA. vienen dados por (0,1,2) (0,0,0) y la expresión es:

Ilustración 67. Formula AR.I.MA. para la expresión

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|
| 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | $Error_t - Error_{t-1} * Estimación_{MA(1)} - Error_{t-2} * Estimación_{MA(2)} + Realidad_{t-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|--|

Ilustración 68. Valores del pronóstico por *statgraphics*

| | | | |
|--------|----------|----------------------|----------------------|
| 11/02 | 41,0 | 54,9537 | -13,9537 |
| 12/02 | 21,0 | 38,8767 | -17,8767 |
| 1/03 | 37,0 | 36,3978 | 0,602161 |
| 2/03 | 57,0 | 47,4196 | 9,5804 |
| 3/03 | 52,0 | 53,6417 | -1,6417 |
| 4/03 | 58,0 | 47,9895 | 10,0105 |
| 5/03 | 82,0 | 55,7253 | 26,2747 |
| 6/03 | 58,0 | 66,9267 | -8,9267 |
| 7/03 | 68,0 | 47,5113 | 20,4887 |
| 8/03 | 61,0 | 65,7224 | -4,72235 |
| 9/03 | 52,0 | 52,1055 | -0,105484 |
| 10/03 | 66,0 | 55,3639 | 10,6361 |
| 11/03 | 66,0 | 62,6267 | 3,37326 |
| 12/03 | 20,0 | 59,457 | -39,457 |
| 1/04 | 47,0 | 34,1094 | 12,8906 |
| ----- | | | |
| Period | Forecast | Lower 95,0% Limit | Upper 95,0% Limit |
| ----- | | | |
| 2/04 | 64,6806 | 37,2013 | 92,1599 |
| 3/04 | 58,1891 | 25,9679 | 90,4104 |
| 4/04 | 58,8807 | 26,6239 | 91,1375 |
| 5/04 | 59,5723 | 27,28 | 91,8645 |
| 6/04 | 60,2639 | 27,9362 | 92,5915 |
| 7/04 | 60,9554 | 28,5924 | 93,3185 |
| 8/04 | 61,647 | 29,2486 | 94,0455 |
| 9/04 | 62,3386 | 29,9049 | 94,7723 |
| 10/04 | 63,0302 | 30,5612 | 95,4992 |
| 11/04 | 63,7218 | 31,2175 | 96,226 |
| 12/04 | 64,4133 | 31,8739 | 96,9528 |
| 1/05 | 65,1049 | 32,5303 | 97,6795 |

- Paso 2 – Postulación de los modelos

La construcción de la hipótesis, con relación a los modelos, cruce entre análisis y características de modelos clásicos y/o modernos.

- Modelos Clásicos Opcionales: el modelo que se ajusta por el contenido de ruido y la estructura tendencial de la serie, la no existencia de ciclicidad y estacionalidad, de suavización y descomposición es uno de los modelos por ajuste por tendencia o de regresión.

- Modelo AR.I.MA.: en el evento que el modelo clásico no simule la serie original adecuadamente, lo más seguro es que trabaje bien un modelo AR.I.MA., dado que en la serie hay de todas las estructuras posibles.

- Paso 3 – Validación de las hipótesis

- Paso 3 - 1 – Doble recorte de la serie

La serie original de 32 datos se le recorta el último dato (49) con el que se compara los pronósticos de los tres mejores modelos que se obtienen por series temporales y mediante la comparación de resultados en el primer recorte, el cual consiste en retirar el 10% de los datos aproximadamente para realizar el pronóstico y determinar los tres mejores métodos que más se ajusten a la realidad.

Tabla 7. Serie de datos con recortes

| | | | |
|----|--------|----|-----------|
| 49 | Ene-08 | 47 | |
| 50 | Feb-08 | 41 | Recorte 2 |
| 51 | Mar-08 | 43 | |
| 52 | Abr-08 | 35 | |
| 53 | May-08 | 41 | |
| 54 | Jun-08 | 52 | |
| 55 | Jul-08 | 64 | |
| 56 | Ago-08 | 49 | Recorte 1 |

- Paso 3 - 2 – Corrida de todos los modelos con primer recorte

La mayor cantidad posible de modelos se corren con los 49 datos que contiene la serie con el recorte, se realiza bajo los software de Windows. A cada modelo se le pide que pronostique los datos del 50 al 55 (6 datos en total), los tres modelos que más se ajusten a la realidad de los 6 datos, se toman como los más óptimos.

Los modelos que selecciona la prueba de primer recorte sirve para pronosticar el último dato (el número 56), aquel que se acerque más a la realidad y mejor coeficiente de determinación muestral, se adopta como el mejor. A éste se le carga la serie completa para pronosticar los meses requeridos.

- Paso 3 - 3 – Aplicación de los tres mejores clásicos o modernos al primer recorte

Tabla 8. Resultados de modelos prueba primer recorte

| Software | | Pronóstico 1 | Pronóstico 2 | Pronóstico 3 | Pronóstico 4 | Pronóstico 5 | Pronóstico 6 |
|---|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Premo Tendencia de Curva en S | DAS | 43,5 | 43,5 | 43,5 | 43,5 | 43,5 | 43,5 |
| Premo Window Single Exponential Smoothing | SES | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 |
| Window Single Exponential Smoothing with Linear | SEST | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 | 50,6 |
| Premo Window Double Exponential Smoothing | DES | 39,0 | 39,0 | 39,0 | 39,0 | 39,0 | 39,0 |
| Window Double Exponential Smoothing with Linear | DEST | 39,4 | 39,0 | 38,6 | 38,2 | 37,8 | 37,4 |
| Window Holt-Winters Additive alfa .35 Beta .00001 Gamma .00001 | HWA | 55,8 | 58,1 | 54,6 | 61,0 | 50,5 | 63,8 |
| Premo Tendencia Exponencial | DAE | 55,7 | 56,6 | 57,5 | 58,3 | 59,2 | 60,2 |
| Premo Tendencia Cuadrática | DAQ | 57,9 | 58,5 | 59,1 | 59,8 | 60,4 | 61,0 |
| Premo Tendencia Lineal | DAT | 58,5 | 59,2 | 59,9 | 60,6 | 61,3 | 62,1 |
| Window Holt-Winters Multiplicative Algorithm 0.35 0.00001 0.00001 | HWM | 59,0 | 62,5 | 58,3 | 64,3 | 54,0 | 67,4 |
| ARIMA Stagraf | ARIMA | 64,7 | 58,2 | 58,9 | 59,6 | 60,3 | 61,0 |
| Realidad | | 41,00 | 43,00 | 35,00 | 41,00 | 52,00 | 64,00 |

- Paso 3 - 4 – Aplicación de los tres mejores clásicos o modernos al segundo recorte

Tabla 9. Resultados de modelos prueba segundo recorte

| Software | Símbolo | |
|---|--------------------------------------|------------|
| Premo Tendencia de Curva en S | $\exp(3.7840+0.463/T)$ | Si se Toma |
| Premo Window Single Exponential Smoothing | Alfa= 0.2319 | Si se Toma |
| Window Single Exponential Smoothing with Linear | Alfa= 0.2319 Beta=0.0000 | Si se Toma |
| Premo Window Double Exponential Smoothing | Alfa= 0.0000 | Si se Toma |
| Window Double Exponential Smoothing with Linear | Alfa= 0.0765 | No se toma |
| Window Holt-Winters Additive alfa .35 Beta .00001 Gamma .00001 | Alfa= 0.35 Beta=0.00001 gamma=0.65 | No se toma |
| Premo Tendencia Exponencial | $\exp(3.4420+0.0152T)$ | No se toma |
| Premo Tendencia Cuadrática | $30.432 + 0.8104t + -0.002T^2$ | No se toma |
| Premo Tendencia Lineal | $31.004 + 0.7223t$ | No se toma |
| Window Holt-Winters Multiplicative Algorithm 0.35 0.00001 0.00001 | Alfa= 0.1296 Beta=0.00001 gamma=0.65 | No se toma |
| ARIMA Stagraf | (0,1,2) | No se toma |

Para esta serie la que mejor se ajusta para realizar los pronósticos es el modelo de tendencia no lineal de curva S, porque se ajusta a la realidad del último recorte y el que mejor Coeficiente tiene.

- Paso 3 - 5 – Selección del mejor modelo

El modelo que ratifica como el mejor es el de Tendencia no lineal por curva S, lo que indica como el más conveniente a realizar las previsiones requeridas para el corto plazo.

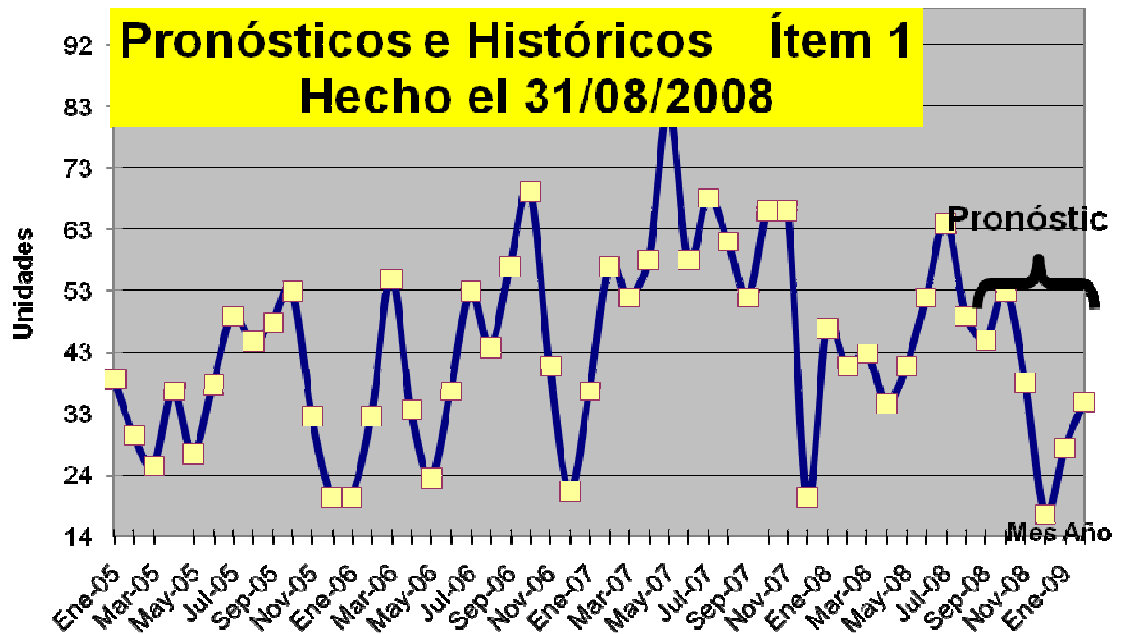
- Paso 3 - 6 – Cálculo de pronóstico de demanda con el mejor modelo

La tabla siguiente muestra los valores que se adoptan para el modelo con alfa de 0,2319.

Tabla 10. Serie de datos con pronósticos

| | | | |
|-----------|---------------|--------------|-------------------|
| 50 | Feb-08 | 41 | |
| 51 | Mar-08 | 43 | |
| 52 | Abr-08 | 35 | |
| 53 | May-08 | 41 | |
| 54 | Jun-08 | 52 | |
| 55 | Jul-08 | 64 | |
| 56 | Ago-08 | 49 | |
| 57 | Sep-08 | 45,14 | Pronóstico |
| 58 | Oct-08 | 53,01 | Pronóstico |
| 59 | Nov-08 | 38,37 | Estimado |
| 60 | Dic-08 | 17,15 | Estimado |

Ilustración 69. Pronostico de demanda del motor de 0,5 Hp



- Paso 3 - 7 – Comparación de la realidad y el pronóstico calculado.

El transcurrir el primer mes de pronóstico la bondad de ajuste se calcula para determinar que tan adecuado se califica el dato pronosticado.

Ecuación 35. Bondad de ajuste

$$\frac{(\text{pronostico} - \text{realidad})}{\text{Realidad}} = \frac{(45,14 - 49)}{49} = 7,9$$

El resultado cuando se encuentra por debajo del 11% se califica como adecuado. Las etapas siguientes del MUP se realizan en consenso con la gerencia de la empresa, experto en las previsiones de demanda y el que tiene mejor experiencia del tema de la serie evaluada.

El pronóstico se obtiene de cada una de las referencias que mejor se acomodan al modelo aplicado, éstas son los llamados pivotes, se procede a generalizar este pronóstico para las demás referencias; para este caso se escogieron entonces 32 referencias. A partir de esto se escogen a su vez las mejores referencias de estas

32. El parámetro de comparación para seleccionar éstos es el coeficiente de correlación (r^2).

El coeficiente de correlación (r^2) es muy bajo, por esto se revisa la media de éste y se van eliminando los que tienen valores por debajo de ésta, de esta manera se va mejorando la media de los coeficientes de correlación (r^2), una vez se tenga una mejor media, se organizan de mayor a menor.

Las referencias con el mejor coeficiente de correlación se seleccionan y se llevan con 24 valores históricos al programa *valpomor*, éste mejora el valor del coeficiente. En el programa *valpomor* se hallan los coeficientes independientes y la pendiente de la ecuación con la que se hará el pronóstico.

Ilustración 70. Programa *Valpomor*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| X1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 7 | 4 | 3 | 0 | 2 | 4 | 3 | 8 | 5 | 2 | 5 | 10 | 10 |
| X2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 5 | 0 | 4 | 2 | 4 | 7 | 3 | 3 | 8 | 10 | 2 | 4 | 9 | 10 | 10 | 3 | 8 | 11 | 2 | 2 |
| X3 | 8 | 12 | 12 | 10 | 6 | 4 | 8 | 8 | 9 | 14 | 3 | 5 | 21 | 9 | 0 | 13 | 11 | 20 | 24 | 12 | 15 | 28 | 12 | 12 |
| X4 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | 3 | 12 | 0 | 5 | 7 | 9 | 8 | 13 | 9 | 1 | 10 | 10 |
| X5 | 5 | 11 | 15 | 19 | 24 | 9 | 35 | 33 | 5 | 43 | 45 | 61 | 44 | 45 | 0 | 30 | 28 | 43 | 53 | 18 | 41 | 64 | 36 | 36 |
| X6 | 9 | 3 | 1 | 9 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 6 | 3 | 2 | 6 | 5 | 3 | 4 | 9 | 12 | 6 | 6 | 10 | 10 | 1 | 1 |
| X7 | 11 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 9 | 9 | 12 | 16 | 12 | 13 | 27 | 28 | 8 | 11 | 57 | 31 | 29 | 10 | 27 | 26 | 20 | 20 |
| X8 | 11 | 5 | 7 | 8 | 1 | 3 | 8 | 2 | 7 | 9 | 6 | 12 | 17 | 8 | 0 | 7 | 41 | 4 | 25 | 7 | 5 | 22 | 11 | 11 |
| y | 37 | 49 | 21 | 1 | 17 | 37 | 38 | 62 | 38 | 48 | 41 | 32 | 46 | 46 | 0 | 27 | 21 | 23 | 15 | 21 | 32 | 44 | 29 | 29 |

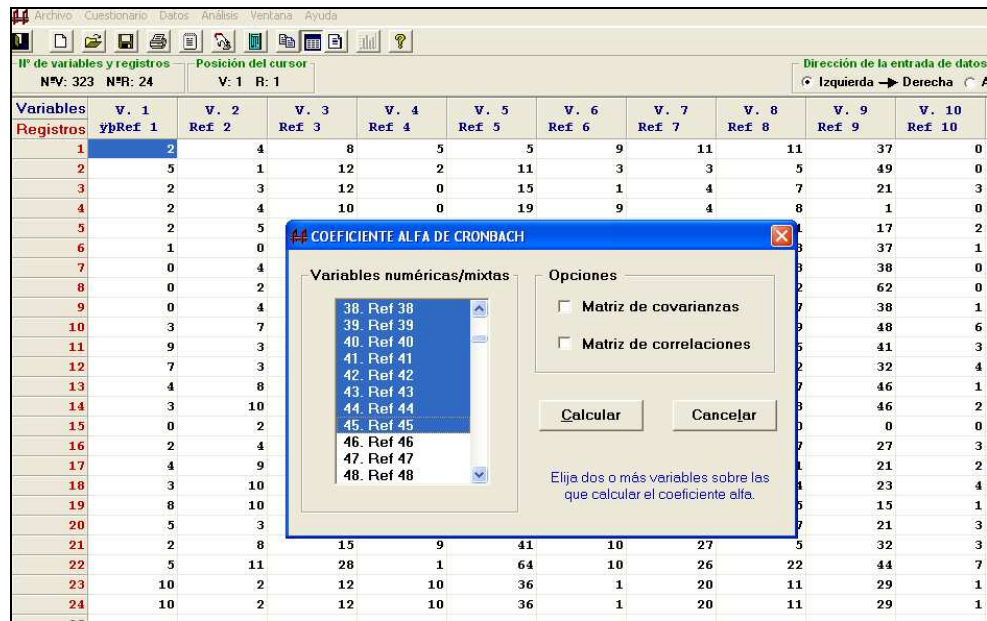
Ilustración 71. Estimación lineal en Excel

| | | | | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|
| -0,37 | 0,53 | -1,14 | 0,52 | -0,24 | 0,79 | -2,72 | -2,07 | 29,2 |
| 0,75 | 0,69 | 1,58 | 0,32 | 1,26 | 0,8 | 2,76 | 1,99 | 8,24 |
| 0,27 | 15,9 | #N/A | #N/A | #N/A | #N/A | #N/A | #N/A | #N/A |

Los datos se hallan y se procede a realizar la prueba de *Cronbach* que permite revisar la coherencia de los datos, para esto se toman los datos de una referencia en formato Unicode y se utiliza el programa *Dyane*, en este se evalúa el

coeficiente de correlación de *Cronbach* que es mejor a medida que se acerca a 1, el resultado de éste es 0.9141 y por ende se determina que es bueno.

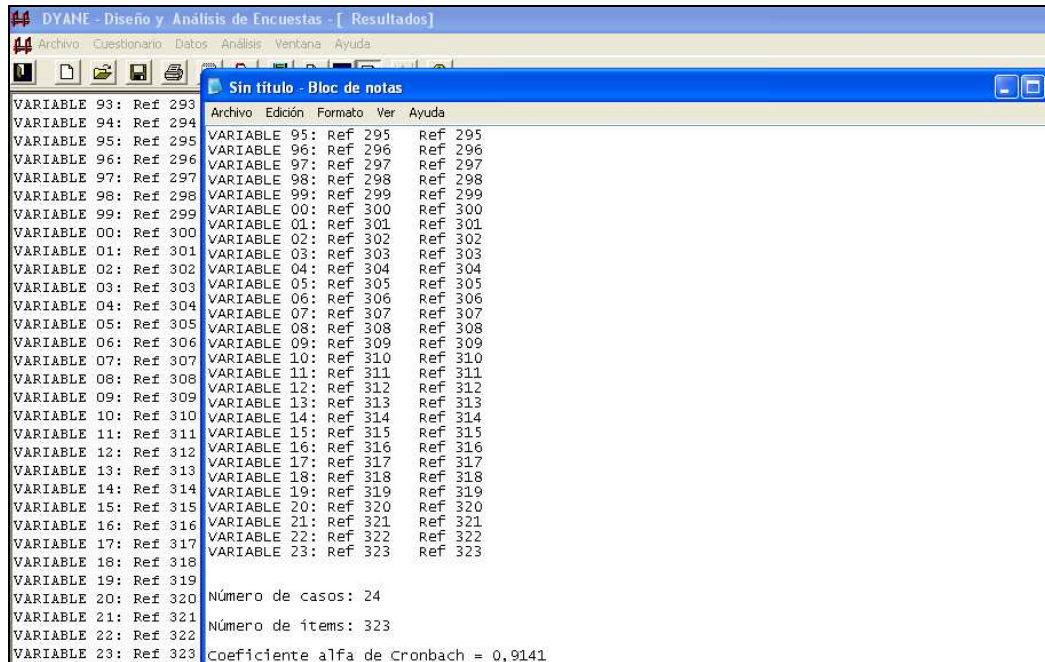
Ilustración 72. Programa *Dyane*



(Santesmases,2001)

El coeficiente alfa de *cronbach* se calcula de manera que se vayan recogiendo cada uno de los datos, se van seleccionando uno a uno en el programa *Dyane*. Los datos se determinan en el archivo de inicio de los pivotes y a partir de éstos se hace el pronóstico para las demás referencias, con el modelo obtenido en los pasos anteriores.

Ilustración 73. Coeficiente alfa de *cronbach*



(Santesmases,2001)

Los datos son coherentes según esta prueba realizada y a partir de esto se concluye que se pueden hacer los pronósticos de todas las referencias a partir de estos pivotes, por lo que se pasa a hacer los pronósticos para las demás por medio del programa.

Finalmente, a partir de de los pasos anteriores se obtiene, la ecuación con la cual se pueden calcular cada una de las demás referencias, ésta sale de la ecuación:

Ecuación 36. Pronostico de referencias faltantes

$$Y_{25} = I + C_1 \times F_1 + C_2 \times F_2 + \dots + C_8 \times U$$

Esta ecuación se define para cada uno de los meses a pronosticar 3 en las referencias y se obtienen los resultados.

Los datos se ingresan al programa que ayuda a realizar el pronóstico para las 323 referencias, se ingresan los pronósticos más acertados para las 32 referencias escogidas como las mejores para que a partir de estos datos se hagan los demás, el archivo tiene los siguientes datos:

- Consumo de referencias desde el 2005.
- Costo estándar.
- Precio de venta.
- Costo de almacenar.
- Costo de planear la producción.
- Lead Time.
- Inventario del último mes.

El algoritmo en sus características internas realiza la clasificación ABC, el cálculo de rotación en tiempo para definir el tipo de inventario que es, y así proceder a la forma de calcular el cuándo y la cantidad a pedir.

La importancia del algoritmo se fundamenta en especificar con base en los pronósticos previos obtenidos, la cantidad a pedir apelando al control de inventarios, siguiendo la clasificación ABC según el tipo *Push* y *Pull*.

Ilustración 74. Características internas del algoritmo

Advertencia de seguridad Se ha deshabilitado la actualización automática de los vínculos Opciones...

AZ6 =SI((HJ6>=0);(AR6="A"));SC\$4;"

Pedido óptimo con el mínimo costo = $Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IC}}$

Lote Económico $Q = \sqrt{2DS / IC}$

| Inventarios en veces a mantener | | | | Probabilidad de una pérdida | Z de la curva de Distribución Normal | Cantidad única a Pedir | Lote Económico $Q = \sqrt{2DS / IC}$ | | | |
|---------------------------------|---|---|------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------|-------|-----|
| A | B | C | Neto | | | | I | S | D | Q |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,40465% | 0,3964 | 14,92 | \$ 811.910,00 | \$ 57.099,57 | 59,30 | 2,9 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,40465% | 0,3964 | 4,11 | \$ 811.910,00 | \$ 57.099,57 | 31,14 | 2,1 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,3240% | 0,9591 | 3,72 | \$ 840.769,71 | \$ 57.099,57 | 5,71 | 0,9 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,5590% | 1,0607 | 3,35 | \$ 1.072.608,26 | \$ 57.099,57 | 12,78 | 1,2 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,41084% | 0,3989 | 5,39 | \$ 1.022.493,96 | \$ 57.099,57 | 18,88 | 1,5 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,5590% | 1,0607 | 5,95 | \$ 1.072.608,26 | \$ 57.099,57 | 14,04 | 1,2 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,3240% | 0,9591 | 3,23 | \$ 840.769,71 | \$ 57.099,57 | 19,10 | 1,6 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,5590% | 1,0607 | 4,99 | \$ 1.072.608,26 | \$ 57.099,57 | 15,72 | 1,3 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,40465% | 0,3964 | 5,33 | \$ 811.910,00 | \$ 57.099,57 | 19,47 | 1,7 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,3240% | 0,9591 | 3,47 | \$ 840.769,71 | \$ 57.099,57 | 13,60 | 1,4 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,58827% | 1,0751 | 3,26 | \$ 1.117.244,52 | \$ 57.099,57 | 9,52 | 1,0 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,54167% | 1,0545 | 3,97 | \$ 975.523,96 | \$ 57.099,57 | 22,01 | 1,6 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,54167% | 1,0545 | 2,33 | \$ 975.523,96 | \$ 57.099,57 | 1,55 | 0,4 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,5590% | 1,0607 | 1,73 | \$ 1.072.608,26 | \$ 57.099,57 | 4,67 | 0,7 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,3240% | 0,9591 | 2,93 | \$ 840.769,71 | \$ 57.099,57 | 6,50 | 0,9 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,40465% | 0,3964 | 1,94 | \$ 811.910,00 | \$ 57.099,57 | 3,59 | 1,2 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,3240% | 0,9591 | 2,88 | \$ 840.769,71 | \$ 57.099,57 | 12,43 | 1,3 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,58827% | 1,0751 | 3,46 | \$ 1.117.244,52 | \$ 57.099,57 | 14,04 | 1,2 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,47108% | 1,0241 | 2,99 | \$ 1.174.323,81 | \$ 57.099,57 | 2,20 | 0,5 |
| 0,4 | | | 0,4 | 0,58827% | 1,0751 | 3,15 | \$ 1.117.244,52 | \$ 57.099,57 | 13,50 | 1,2 |

Las referencias a pedir en el mes se generan en un informe, esto a partir de las que representan mayor ganancia para ella. Esto es una herramienta de decisión no solo para el área de logística sino para el área administrativa en las decisiones gerenciales.

Ilustración 75. Datos programa cálculo de inventarios

| Plan MAESTRO | | Producción máxima planeada mes a calcular (Unidades) | | Inventario Ultimo Mes día final Agosto - 2008 | Demanda Real del mes anterior Agosto - 2008 | Clasificación Push/Pull determinada por New Stetic | Lead Time día |
|--------------|-------------|--|--------------|---|---|--|---------------|
| Codigo SIIGO | Descripción | Costo Standard | Precio Venta | | | | |
| 5-11-2 | MOTOR (HP) | 91230 | 174221 | 426 | 29 | Push | 30 |
| 5-11-10 | MOTOR (HP) | 438450 | 765700 | 13 | 1 | Push | 30 |
| NOTIENE | SK15131 | 145224 | 257340 | 23 | 1 | Push | 30 |
| NOTIENE | SK15163 | 276928 | 509220 | 57 | 4 | Push | 30 |
| 5-11-15 | MOTOR (HP) | 54130 | 121444 | 75 | 12 | Push | 30 |
| 5-11-16 | MOTOR (HP) | 66184 | 130800 | 94 | 11 | Push | 30 |
| 5-11-1 | MOTOR (HP) | 89920 | 162558 | 386 | 13 | Push | 30 |
| 5-11-3 | MOTOR (HP) | 100623 | 206295 | 229 | 14 | Push | 30 |
| 5-11-4 | MOTOR (HP) | 118853 | 229032 | 220 | 36 | Push | 30 |
| 5-11-5 | MOTOR (HP) | 135354 | 265584 | 114 | 13 | Push | 30 |
| 5-11-6 | MOTOR (HP) | 157432 | 302661 | 150 | 18 | Push | 30 |

Los resultados que se obtienen son:

- Costo total de almacenar.
- Valor del inventario al final del mes.
- Máximos y mínimos a pedir o fabricar para el siguiente mes.

Ilustración 76. Resultados programa de inventarios

| Costo de Almacenar | \$ 172.258.027,61 | Valor del inventario a final de Mes | Ago - 2008 | \$ 912.220.230,62 | 2652 | días | |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------|------------|-------------------|---------------------|----------------------------|---|
| Costo de Planear Producción | \$ 2.398.807,88 | | Sep - 2008 | \$ 746.846.805,00 | 30 | días | |
| linea | sublinea | REFERENCIA PEDIDO | Tipo | Costo Standard | Cantidad a Fabricar | Monto Total - \$ 332139249 | Cantidad Mínima Ideal a fabricar para cubrir todo |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.210.000,00 | 10 | \$ 12.100.000,00 | 2,89 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.453.836,00 | 6 | \$ 8.723.016,00 | 2,09 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.210.000,00 | 7 | \$ 8.470.000,00 | 0,88 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.523.836,00 | 5 | \$ 7.619.180,00 | 1,17 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.253.010,00 | 6 | \$ 7.518.060,00 | 1,45 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.210.000,00 | 6 | \$ 7.260.000,00 | 1,22 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.665.044,00 | 4 | \$ 6.660.176,00 | 1,61 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.665.044,00 | 4 | \$ 6.660.176,00 | 1,29 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.598.522,00 | 4 | \$ 6.394.088,00 | 1,66 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.598.522,00 | 4 | \$ 6.394.088,00 | 1,36 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.598.522,00 | 4 | \$ 6.394.088,00 | 0,99 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.253.010,00 | 5 | \$ 6.265.050,00 | 1,61 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.098.210,00 | 5 | \$ 5.491.050,00 | 0,43 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.253.010,00 | 4 | \$ 5.012.040,00 | 0,7 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.253.010,00 | 4 | \$ 5.012.040,00 | 0,34 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.665.044,00 | 3 | \$ 4.995.132,00 | 1,16 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.210.000,00 | 4 | \$ 4.840.000,00 | 1,3 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.598.522,00 | 3 | \$ 4.795.566,00 | 1,2 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.453.836,00 | 3 | \$ 4.361.508,00 | 0,46 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.425.432,00 | 3 | \$ 4.276.476,00 | 1,17 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | \$ 1.320.342,00 | 3 | \$ 3.961.026,00 | 0,57 |

Los datos obtenidos muestran que referencias que son muy consumidas no salen como una buena cantidad a pedir, ya que se tiene en cuenta la cantidad que se tiene en bodega y el tiempo de espera (lead time) para las referencias.

5.5 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

El algoritmo propone la adjudicación del tipo de inventario por medio de la jerarquización ABC y la rotación en determinado tiempo, aunque es necesario realizar la metodología de pronósticos para generar las proyecciones iniciales de la cantidad a pedir antes de realizar el control de inventarios.

El programa requiere de un análisis previo para determinar las características de las series, para esta exploración se requiere de datos muy verídicos para la confiabilidad de los resultados, además de incluir los costos involucrados, para definir el manejo en el control de inventarios.

6 RESULTADOS SEGUN EL PROGRAMA DE PRONOSTICOS

6.1 OBJETIVO

Concluir los principales resultados obtenidos en base al sistema actual de la organización. Nivel 6 – Juzgar.

6.2 INTRODUCCION

El trabajo de grado se centra solo en la cantidad de dinero que se ahorra la empresa en manejo de inventarios, si no de concientizar a los integrantes del departamento de logística y el departamento administrativo sobre el manejo de una metodología para aplicarlos, que traiga mejoras importantes en este proceso.

Los procesos de ensamble y manejo de los inventarios requieren de manera encarecida un análisis a partir de pronósticos para obtener resultados más precisos y que mejoren la actividad diaria del mantenimiento de inventarios y un servicio acertado del mercado al tener a su disposición los equipos adecuados y pertinentes.

DESARROLLO DEL CAPITULO

6.3 PRINCIPALES RESULTADOS

El algoritmo propone a partir del control de inventarios por ABC el pedido máximo y mínimo de las referencias a un mes vista, ya que tiene en cuenta diferentes variables ya mencionadas como costos de inventario, costos estándares y precios de ventas, Los cuales tienen un impacto importante sobre todo para el área financiera.

El programa para el control del inventario es una herramienta con alternativas importantes ya que logra un consenso entre el departamento financiero y el departamento de ventas de la empresa.

El plan de pedidos muestra una información muy coherente con la realidad mencionada por los vendedores, la urgencia de equipos muestra las referencias SK 42 y 52 como las más inminentes a pedir, mientras que de las otras unidades como motores y reductores sin fin corona obliga a salir sin realizar pedido en dicho mes.

Ilustración 77. Cantidades a pedir de las referencias SK 42

| Descripción | marca (categoria) | Costo Standard | Cantidad a Fabricar | Monto Total - \$ 332139249 | Cantidad Mínima Ideal a fabricar para cubrir todo |
|-------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------------|---|
| SK 42 | TAM:100 REL:74,87 | \$ 1.210.000,00 | 10 | \$ 12.100.000,00 | 2,89 |
| SK 52 | TAM:100 REL:48,9 | \$ 1.453.836,00 | 6 | \$ 8.723.016,00 | 2,09 |
| SK 42 | TAM:100 REL:24,67 | \$ 1.210.000,00 | 7 | \$ 8.470.000,00 | 0,88 |
| SK 52 | TAM:100 REL:23,92 | \$ 1.523.836,00 | 5 | \$ 7.619.180,00 | 1,17 |
| SK 42 | TAM:132 REL:17,71 | \$ 1.253.010,00 | 6 | \$ 7.518.060,00 | 1,45 |
| SK 42 | TAM:100 REL:15,12 | \$ 1.210.000,00 | 6 | \$ 7.260.000,00 | 1,22 |
| SK 52 | TAM:160 REL:14 | \$ 1.665.044,00 | 4 | \$ 6.660.176,00 | 1,61 |
| SK 52 | TAM:160 REL:8,83 | \$ 1.665.044,00 | 4 | \$ 6.660.176,00 | 1,29 |
| SK 52 | TAM:132 REL:23,92 | \$ 1.598.522,00 | 4 | \$ 6.394.088,00 | 1,66 |
| SK 52 | TAM:132 REL:14 | \$ 1.598.522,00 | 4 | \$ 6.394.088,00 | 1,36 |
| SK 52 | TAM:132 REL:10,56 | \$ 1.598.522,00 | 4 | \$ 6.394.088,00 | 0,99 |
| SK 42 | TAM:132 REL:10,2 | \$ 1.253.010,00 | 5 | \$ 6.265.050,00 | 1,61 |
| SK 42 | TAM:90 REL:24,67 | \$ 1.098.210,00 | 5 | \$ 5.491.050,00 | 0,43 |
| SK 42 | TAM:132 REL:12,28 | \$ 1.253.010,00 | 4 | \$ 5.012.040,00 | 0,7 |
| SK 42 | TAM:132 REL:7,28 | \$ 1.253.010,00 | 4 | \$ 5.012.040,00 | 0,94 |
| SK 52 | TAM:160 REL:10,58 | \$ 1.665.044,00 | 3 | \$ 4.995.132,00 | 1,16 |
| SK 42 | TAM:100 REL:17,71 | \$ 1.210.000,00 | 4 | \$ 4.840.000,00 | 1,3 |
| SK 52 | TAM:132 REL:32,56 | \$ 1.598.522,00 | 3 | \$ 4.795.566,00 | 1,2 |
| SK 52 | TAM:90 REL:86,92 | \$ 1.453.836,00 | 3 | \$ 4.361.508,00 | 0,46 |
| SK43 | TAM:80 REL:278,51 | \$ 1.425.492,00 | 3 | \$ 4.276.476,00 | 1,17 |

El algoritmo de inventarios propone más a la empresa ser más agresivo en el mercado, ya que la intención es mantener un *stock* considerable en los equipos de mayor costo, para ser más competitivos en el mercado de equipos grandes.

La diferencia entre el valor del inventario al final de los meses no es tan considerable como el tiempo de rotación de las referencias de es de 2652 en Agosto y pasa a 30 días en Septiembre haciendo claramente más dinámico el manejo de inventarios y eliminando el costo de almacenamiento de referencias de baja rotación.

Ilustración 78. Tiempo de duración del inventario actual y proyectado

| | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------------------|-------------|-------------|
| Valor del inventario a final de Mes | Oct - 2008 | \$ 912.226.231,71 | 2652 | días |
| | Nov - 2008 | \$ 746.846.805,00 | 72 | días |

El tiempo requerido para importar estos elementos desde la casa matriz Alemania es de dos meses, por lo que es recomendable trabajar los pronósticos a este tiempo pero teniendo en cuenta variables importantes del entorno como la tasa de cambio, situación política y las reglas internacionales de importación.

El resultado de pedidos muestra una gran cantidad de algunas referencias de las cuales deberían disminuir la frecuencia de órdenes e incrementar en algunas referencias que no se encuentran en inventario y que han tenido no solo movimiento sino algunos negocios perdidos.

Ilustración 79. Equipos con saldo en cero

| Equipo | Relacion | Saldo |
|--------|-------------------|-------|
| SK 42 | TAM:100 REL:12,28 | 0 |
| SK 42 | TAM:100 REL:17,71 | 0 |
| SK 42 | TAM:100 REL:74,87 | 0 |
| SK 52 | TAM:100 REL:14 | 0 |
| SK 52 | TAM:100 REL:19,6 | 0 |
| SK 52 | TAM:100 REL:32,56 | 0 |
| SK 52 | TAM:100 REL:48,9 | 0 |
| SK 52 | TAM:100 REL:78,56 | 0 |
| SK 52 | TAM:100 REL:86,92 | 0 |
| SK 42 | TAM:90 REL:85,1 | 0 |
| SK 42 | TAM:100 REL:15,12 | 0 |

La cantidad de equipos que la actualidad muestra sin movimiento y que tienen años de estar en inventarios, han generado costos y lo más probable es que no

pare, es necesario el diseñar planes urgentes para motivar la salida del almacén, he aquí alguno de ellos.

Ilustración 80. Equipos sin movimiento en muchos años.

| Equipo | Relacion | Saldo |
|--------|-----------------------|-------|
| SK 63 | TAM:132S REL:62,87 | 2 |
| SK 63 | TAM:132M REL:62,87 | 5 |
| SK 63 | TAM:160M REL:36,11 | 3 |
| SK 63 | TAM:160L REL:36,11 | 0 |
| SK 63 | TAM:180MX REL:26,28 | 2 |
| SK 73 | TAM:160M REL:60,46 | 2 |
| SK 73 | TAM:180MX REL:37,63 | 3 |
| SK 83 | TAM:160L/4 REL:61,89 | 0 |
| SK 83 | TAM:180MX/4 REL:61,89 | 0 |

El resultado del algoritmo propone mayor esfuerzo hacia los equipos de alto torque, mejorar el *stock* mínimo de ellos para motivar aun más las ventas y ser más competitivos en el mercado de estos, ya que solo una empresa enfoque en este nicho.

6.4 CONCLUSIONES

La carencia de gestión en pronósticos de demanda e inventarios al interior de las empresas genera altos costos de servicio, de almacenamiento y administrativos, que para el funcionamiento regular de una organización es perjudicial y afecta en forma negativa la rentabilidad de estas.

Los pronósticos se fundamentan en una metodología clara para determinar las características técnicas de la serie temporal, antes de ser sometida a cualquier modelo para determinar la proyección y lograr una confiabilidad muy alta en los resultados a obtener.

La metodología de pronósticos que se utiliza en este caso particular proviene de los métodos universales, donde la observación o análisis de la serie temporales es

vital para plantear hipótesis de probables modelos proyectivos, y así calcular la proyección.

El modelo para el pronóstico proviene de la semejanza de los datos reales con los proyectados, entre mas similitud resulte entre cada uno de ellos y la realidad mejor ajuste se tiene para seleccionar el correcto, de lo contrario es necesario recurrir a un caso particular de los AR.I.MA..

Los inventarios en las empresas se justifican por la incapacidad de controlar de manera ajustada el tiempo de entrega y las grandes distancias que existen entre el fabricante del bien y el punto donde se consume, lo que permite mayor confiabilidad en el mercado.

La clasificación de los inventarios en *Push*, *Pull*, y *CPFR* se manifiesta para realizar un control de los productos, en base a criterios de rotación mensual, para definir con libertad la cantidad y el tiempo preciso del pedido con mayor exactitud teniendo en cuenta las características de las series.

Los productos identifican variables como el costo de producir, el costo estándar de dichos equipos y los precios de venta, para determinar los inventarios de acuerdo a la clasificación ABC, selección que genera criterios para identificar las referencias con mejor movimiento en el mercado y utilidad para la empresa.

Los equipos mecánicos para la transmisión de potencia que el mercado más demanda son los helicoidales y sin fin corona, dicha razón lleva a generar un *stock* muy elevado para abastecer la demanda, logran diferentes rendimientos en diversas aplicaciones industriales, gran ventaja por su fácil ensamble y modularidad.

La empresa trabaja en su mayoría de productos a término de negociación *Incoterm* DDP, en donde toma todos los riesgos de importación y debe mantener

su *Stock*, por ello se hace de gran importancia un manejo integral de los inventarios para no incrementar los costos que surgen alrededor de este término.

Los precedentes de los clientes inconformes no se tienen en cuenta a la hora de planear los inventarios por la falta de comunicación entre el departamento de logística y el departamento comercial, lo que hace que la empresa no tenga una visión acertada del mercado.

Las líneas de equipos mecánicos se clasifican por parte del criterio de rotación en determinados periodos de tiempo, en donde se encuentran productos tipo *Push* con mayor movimiento y los cuales requieren un control diferente, tales como Motores, reductores Sin fin corona y algunos de 180° como los helicoidales.

La caracterización tipo *Pull* se diferencia en su mayoría de equipo por tener una rotación poca, aunque cabe resaltar la necesidad de realizar un control del manejo de inventarios sobretodo en el cuándo se debe realizar el pedido al fabricante.

El inventario de las referencias genera un análisis importante en cuanto a la clasificación ABC y a las cantidades a pedir por su precio de venta y costos de almacenamiento, así como por la importancia de la línea para el departamento de logística, el departamento administrativo y financiero.

El reporte del algoritmo muestra una rotación baja de los equipos, de 2652 días es decir casi siete años, lo que propone un manejo incorrecto de los inventarios, es importante para seguir realizando dicha logística un apoyo por parte de los pronósticos como de los inventarios.

La base actual para el departamento de logística en cuanto a realización de los pedidos a fábrica son los históricos de ventas, sin embargo estos no se utilizan para generar un pronóstico, son herramienta para evaluar la tendencia de consumo en cada año. El número mágico para el pedido se proporciona al

multiplicar el porcentaje de tendencia del presupuesto de ventas, la inflación y la devaluación.

Los resultados que se obtienen demuestran una clara mejora en la rotación y el manejo de los inventarios, además que se ve una gran coherencia en estos, se espera entonces que puedan ser una nueva herramienta importante para soportar el proceso regular de Variadores S.A. en los departamentos involucrados con el manejo de inventarios y demanda.

La actualidad muestra una gran cantidad de equipos que no tiene movimiento alguno, lo que propone como sugerencia es tratar de salir de ellos apelando a la elaboración de planes de descuentos extras que motiven al cliente a la compra de estos equipos.

El pronóstico es una herramienta vital en este tipo de negocios de comercialización de equipos ya que de los inventarios depende la actividad principal de la empresa y su capacidad para atender el mercado objetivo, si se tiene en cuenta el nivel de competencia que se debe adquirir en este mundo globalizado, el manejo acertado de los pronósticos puede definir finalmente el éxito o fracaso del ejercicio.

7 IBLIOGRAFIA

BALLOU, Ronald H - *Business Logistcs/ Supply Chain Managment – 5th edition* - Prentice Hall - New Jersey - Estados Unidos – 2004 - ISBN 0-13-066184-8

BALLOU, Ronald H - *Control y planeación, Traducido por Ramón Pérez y Pilar Rubio de Lemus* - Editorial Díaz de santos S.A. – Madrid – España – 1991 - ISBN 84-87189-68-7

BAS, Enric - *Herramientas para la gestión estratégica del cambio* - Primera Edición - Editorial Ariel Practicum – Barcelona – España – Septiembre de 1999 - ISBN 84-3442853-9

BERENSON, Mark L. y LEVINE, David M. (1992): *Estadística Básica en Administración. Conceptos y Aplicaciones.* México: Prentice-Hall Hispanoamericana

CARRION GARCIA, Andrés - *Pronósticos con series temporales* - Memorias, ensayos y documentos publicados por el área de publicaciones de la universidad politécnica de valencia – Valencia – España - 1999

Estandar – *MRO 10704 Motorreductores* – Catalogo de equipos mecanicos y eléctricos de la empresa Variadores S.A – Medellin – Colombia - 20076

CHASE, Richard B - AQUILANO, Nicholas J - JACOBS F. Robert - *Administración de producción y operaciones, manufactura y servicio* - Editorial Mc Graw Hill - Bogotá - Colombia – 2003 - ISBN 958-41-0071-8

GOMEZ R, Mario S. - *Estudio de los procesos homogéneos y no homogéneos asociados al comportamiento de la confiabilidad en los sistemas reparables* -

Universidad EAFIT - Medellín - Colombia – 2007 - Proyecto de grado ingeniería de Mecánica, Universidad EAFIT

GRAVES, Robert - PHARAND, Michael - *The Greek Myths - Lives & Letters: The Millennium Graves* - Editorial Carcanet Press Ltd - Amazon - USA - 28 Septiembre de 2001 - ISBN 1857544803

HUGAS A., Ricardo – *El Transporte y los Fletamentos Marítimos* – Cámara oficial de comercio, industria y navegación de Barcelona – Segunda Edición – Septiembre 2000 – Barcelona – España - ISBN 84-500-2866-3

JARAMILLO RESTREPO, Luis Jaime - MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - *Estudio proyectivo de la exportación Bananera de la zona de Uraba* - Proyecto de investigación del magister de administración - Escuela de administración, Universidad EAFIT - Medellín - Colombia - 2000

JONES, Harry - TWIST, Brian C - *Forecasting Technology for planning decisions* - Editorial Petrocelly Books - New York - USA - Enero de 1978 - ISBN 0894330780

MARIN, Rafael - Almacén de clase mundial - Memorias, ensayos y documentos de curso dictado para la empresa Frontino Gold Mines - Medellín - Colombia - 2004

MAKRIDAKIS, Spyros - WHEELWRINGHT, Steven C. – *Metodos de Pronosticos* – Editorial Limusa - Ciudad de Mexico - mexico – 1998 - ISBN 968-18-4879-9

MIKLOS, Tomas - TELO, Maria Elena - *Planeacion prospectiva, Una estrategia para el desarrollo del futuro* - Limusa noriega editores - Ciudad de Mexico - mexico – 1997 - ISBN 968-18-3848-3

MORA G, Luís A - *Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicio* - Editorial AMG - Medellín - Colombia - 2006 - ISBN 958-33-8218-3

MORA G, Luís A. - *Pronósticos de demanda e inventarios* - Editorial AMG - Medellín - Colombia - 2007 - ISBN 978-958-44-0233-2

Nord – *Nord G1000 Reductores y motores* - Catalogos de equipos mecanicos y eléctricos de la empresa *NORD* – Bargteheide – Alemania - 2007

PARRA GUERRERO, Francisca - *Gestión de Stocks* - Esic Editorial - Segunda Edición - Madrid – España – 1999 - ISBN 84-7356-207-0

PAREJA C, Mauricio A. – *Curso Básico de Motorreductores* - Presentación para capacitación en Variadores S.A. – Medellín – Colombia - 2004

PAREJA C, Mauricio A. – *Presentación Uniblock* - Presentación para capacitación en Variadores S.A. – Medellín – Colombia - 2002

POSSL, George W. - *Control de la producción y de inventarios principios y técnicas* - Prentice Hall Hispanoamérica S.A - Segunda Edición - Ciudad de México – México – 1987 - ISBN 968-880-105-4

SANTESMASES MAESTRE, Miguel – *DYANE* Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercadeos – Edición Pirámide – Grupo Editorial Anaya – Madrid – España – 2001 – ISBN: 84-368-1557-2

SERNA G. Humberto - *Gerencia Estratégica planeación y gestión* - 3R Editores Ltda – Bogotá – Colombia – 2000 - ISBN 958-96137-7-2

SGBW, Software – *Software Statgraphics bajo Windows* - Plus Version 5.0 – Statgraphics®Plus – Copyright 1994-2000 – By Statistical Graphics Corporation –

Professional Edition – Serial Number 53672091045796 – Licencia a Universidad EAFIT – USA - 2003

SIPPER, Daniel - BULFIN, Robert - *Planeacion y control de la producción* - Editorial Mcgraw Hill - Mexico - 1998

TOBON M. Claudia Elena - *Desarrollo e implementación de un modelo de inventarios para los productos de línea de Paxar* - Universidad EAFIT – Medellín – Colombia 2004 - Proyecto de grado ingeniería de Mecánica, Universidad EAFIT

Uniblock – *Nord G1035 universal Worm Gear units* - Catalogo de equipos mecanicos y electricos de la empresa *NORD* – Bargteheide – Alemania - 2008

Uribe G. Rafael - *Reingeniería en mantenimiento* – Medellín – Colombia – 1994 - Seminario – Taller, Universidad Nacional

AAMATEMATICAS@,2007

BANFILL, Jhon - Revisión de hipervínculo Noviembre 2007 - Disponible en Internet en <http://www.aaamaticas.com/est.htm>

BUCHER@,2007

Biografía y hechos relevantes de Francis Bacon- Revisión de hipervínculo 5 Septiembre de 2008] - Disponible en Internet en http://es.wikipedia.org/wiki/francis_bacon - USA.

BUCHER@,2007

BUCHER, J. - Revisión de hipervínculo 4 Noviembre de 2007] - Disponible en Internet en <http://www.monografias.com/trabajos15/hipotesis>

BUSINESSCOL@,2008

Términos de Comercio Internacional - Revisión de hipervínculo 28 de Marzo 2008
- Disponible en Internet en <http://www.businesscol.com/comex/incoterms.htm>

ESTRATEGOS@,2007

El concepto de estrategia - Revisión de hipervínculo 5 Noviembre de 2007 -
Disponible en Internet en <http://Strategos.blogspot.com/2005/05/el-concepto-de-estrategia.html>

INVESTIGACION@,2007

Revisión de hipervínculo Noviembre 6 de 2007 - Disponible en Internet en
<http://www.investigacion-operaciones.com/teoria%20de%.htm>

MONOGRAFIAS@,2007

CASTILLO, Jorge L. - *Hipótesis de la investigación* - Revisión de hipervínculo 4
Noviembre de 2007 - Disponible en Internet en <http://www.monografias.com/trabajos15/hipotesis/hipotesis.shtml>
www.monografias.com/trabajos11/henrym/henrym.shtml.

NORD@,2008

Reductores de Velocidad - Revisión de hipervínculo 8 marzo de 2008 - Disponible
en Internet en <http://nord.com/cms/en/home.jsp>

OROZCO@,2008

OROZCO,
M. - *Reductores y motorreductores* - Revisión de hipervínculo 24 Febrero de 2008
- Disponible en Internet en
<http://www.monografias.com/trabajos13/reducty/reducty.shtml>

RAE@,2008

Diccionario de la Real Academia - <http://www.rae.es/> - Revisión de hipervínculo 4
Noviembre de 2007 – Madrid - españa

RIGGS@,2007

Pronósticos de demanda - Revisión de hipervínculo 4 Noviembre de 2007 -
Disponible en Internet en <http://www.monografias.com/trabajo11>.

SIEMENS@,2008

Motores eléctricos - hipervínculo Noviembre 5 de 2007 - Disponible en Internet
http://www.siemens.com.co/siemensdotnetclient_andina/templates/P_MainIndex.aspx?channel=926&parentid=4&type=1

STARMEDIA@,2007

Los inventarios - Revisión de hipervínculo Noviembre 5 de 2007 - Disponible en
Internet en http://www.starmedia.com/inventarios_4%.htm

WIKIPEDIA@,2007

Pronosticos de tiempo - Revisión de hipervínculo Noviembre de 2007 - Disponible
en Internet en <http://es.wikipedia.org>

UAMARIMA@,2006

Revisión de hipervínculo 2006 - Disponible en Internet en:
http://www.uam.es/docencia/predysim/prediccion_unidad3/unidad3.html