

TABLA DE CONTENIDO

		Pág.
1	INTRODUCCION.....	13
2	JUSTIFICACIÓN	15
3	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	17
3.1	Productos y servicios.....	18
3.2	Flujo del producto	19
4	OBJETIVOS	20
4.1	GENERAL.....	20
4.2	ESPECÍFICOS.....	20
4.2.1	OBJETIVO 1	20
4.2.2	OBJETIVO 2	20
4.2.3	OBJETIVO 3	21
4.2.4	OBJETIVO 4	21
4.2.5	OBJETIVO 5	21
5	ALCANCE.....	22
6	ESTADO DEL ARTE	23
6.1	PRONOSTICOS MULTIPLES.....	23
6.1.1	Selección de las variables Pivotes	24
6.1.1.1	Coeficiente Alfa de Cronbach.	24
6.1.1.2	Correlaciones.	25
6.1.1.3	Rotación del inventario	25
6.1.1.4	Variabilidad.....	26
6.1.1.5	ACF – Prueba de Función de Auto Correlación.	27
6.1.1.6	Coeficiente de Determinación Muestral r^2	28
6.1.1.7	Pronósticos de las demás variables a partir de los Pivotes	29
6.2	APLICAR MUP A VARIABLES PIVOTES.....	30
6.2.1	MUP (METODOLOGIA UNIVERSAL DE PRONÓSTICOS)	30

6.2.2	MODELOS CLÁSICOS.....	33
6.2.2.1	MODELO DE AJUSTE DE TENDENCIA LINEAL	33
6.2.2.2	MODELOS CLÁSICOS DE TENDENCIA NO LINEAL	33
6.2.2.3	MODELOS CLÁSICOS DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL	34
6.2.2.4	MODELOS AR.I.MA.....	35
6.3	ENCONTRAR LA FUNCIÓN DE CORRELACIÓN MULTI –POLINOMIAL	38
6.4	COMPARAR LOS PRONÓSTICOS VS PROMEDIO.....	38
6.4.1	ERRORES DEL PRONÓSTICOS	39
6.4.2	MEDICIÓN DEL ERROR.....	39
6.4.2.1	Desviación media absoluta (MAD).....	40
6.4.2.2	Error cuadrático medio (MSE)	40
6.4.2.3	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	41
6.4.2.4	Señal de Rastreo (ST).....	41
7	SELECCIONAR VARIABLES INDEPENDIENTES PIVOTES	43
7.1	OBJETIVO 1	43
7.2	INTRODUCCION.....	43
7.3	ANÁLISIS DE VARIABILIDAD	44
7.4	ANÁLISIS DE MOVILIDAD	49
7.5	ANÁLISIS DEL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH	51
7.6	ACF (PRUEBA DE FUNCION DE AUTO CORRELACION).....	54
7.7	CORRELACIONES	57
8	METODOLOGIA UNIVERSAL DE PRONOSTICOS (MUP)	63
8.1	OBJETIVO	63
8.2	INTRODUCCION.....	63
8.3	Análisis Previo de la serie de demanda	63
8.4	Síntesis descriptiva.....	65
8.5	Calidad y cantidad de datos.....	65
8.6	Cumplimiento de la estabilidad del entorno.	65
8.7	Paso 1 - Análisis Previo de la serie de completa	66
8.7.1	Estructura Vertical – Nivel	66
8.7.2	Estructura horizontal – Ruido o aleatoriedad.....	67

8.7.2.1	Suavización con Excel con media móvil de 6 períodos	67
8.7.2.2	Suavización con WinQSB para la referencia 01001	68
8.7.2.3	Suavización con Statgraphics Centurion para la referencia 01001	69
8.7.3	Estructura tendencial	69
8.7.3.1	Estructura tendencia con Excel.....	70
8.7.3.2	Estructura tendencia con Statgraphics.....	71
8.7.3.3	Prueba de independencia de los coeficientes de auto correlación simple (ACF).....	71
8.7.4	Estructura Estacional y/o cíclica	74
8.7.4.1	Estructura Estacional con Excel.	74
8.7.4.2	Estructura Estacional con Statgraphics	75
8.7.5	Estructura cíclica	76
8.7.5.1	Estructura cíclica con Excel	76
8.7.5.2	Ciclicidad con Statgraphics	81
8.7.6	Componentes irregulares.	89
8.7.7	PATRON	90
8.7.8	Resultado del Análisis integral previo	90
8.7.9	AR.I.MA.....	91
8.7.9.1	Paso 1- Análisis de Estacionariedad.	92
8.7.9.1.1	Paso 1 – 0.....	92
8.7.9.1.2	Pasó 1 – 1.....	93
8.7.9.2	Paso 2 – Identificación de parámetros p, q, P y Q	98
8.7.9.3	Paso 3 – Valoración de los parámetros AR y MA	99
8.8	Paso 2 – Postulación de los modelos	106
8.9	Paso 3 – Validación de las hipótesis.....	107
8.10	En este paso se busca el modelo que mejor describa el comportamiento de la serie de tiempo por medio de la comparación del error cuadrado.....	107
8.10.1	Paso 3 – 1 – Doble recorte de la serie.....	107
8.10.2	Paso 3 – 2 – Corrida de todos los modelos con recorte de 5 de los datos.....	108
8.10.3	Paso 3 – 3 – Selección del mejor modelo	110

8.10.4	Paso 3 – 4 – Cálculo de pronósticos de demanda con el mejor modelo y sus parámetros	111
9	FUNCION DE CORRELACION – MULTIPOLINOMIAL.....	112
9.1	OBJETIVO	112
9.2	INTRODUCCION.....	112
9.3	ENCONTRAR LA FUNCION DE CORRELACION MULTIPOLINOMIAL	112
10	PRONOSTICOS DE VARIABLES DEPENDIENTES.....	116
10.1	OBJETIVO	116
10.2	INTRODUCCION.....	116
10.3	ENCONTRAR PRONOSTICOS VARIABLES DEPENDIENTES	116
11	METODOLOGIA PRONÓSTICOS MULTIPLES VS PROMEDIO MOVIL SIMPLE	119
11.1	OBJETIVO	119
11.2	INTRODUCCION.....	119
11.3	Promedio móvil simple orden 72 VS modelos encontrados utilizando MUP.....	120
11.4	Comparar Mediciones de exactitud	123
11.4.1	Comparar r^2	123
11.4.1.1	r^2 MUP vs r^2 PMS de las 16 variables pivotes	123
11.4.1.2	R^2 Pronósticos Referencias Múltiples vs R^2 PMS del total de las referencias.....	124
11.4.2	Error Total (et)	125
11.4.3	Error medio (em).....	127
11.4.4	MAD (Mean Absolute Desviation)	128
11.4.5	MSE (Mean Squared Error).....	129
12	CONCLUSIONES	130
12.1	INTRODUCCION.....	130
12.2	CONCLUSIONES METODOLOGIA PRONOSTICOS DE REFERENCIAS MULTIPLES.....	130

12.2.1	Conclusiones para la selección de las variables pivotes.....	130
12.2.2	Conclusiones para la aplicación de la Metodología Universal de pronósticos (MUP)	131
12.2.3	Conclusiones para la función de correlación multi - polinomial de orden lineal....	132
12.2.4	Conclusiones para los pronósticos de referencias múltiples.....	133
12.3	CONCLUSIONES METODOLOGÍA DE REFERENCIAS MÚLTIPLES VS PROMEDIO MÓVIL SIMPLE	135
13	RECOMENDACIONES	137
	ANEXOS	139
	ANEXO A. PRESENTACION PRONOSTICOS DE LAS 576 REFERENCIAS	139
	ANEXO B. ILUSTRACIONES	139
	ANEXO C. APLICACIONES EN EXCEL	139
	BIBLIOGRAFÍA	140

ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Flujo del producto</i>	19
<i>Ilustración 2. - Pasos para logra pronósticos de miles de referencia en un tiempo corto con mucho éxito a partir de las Variables Pivotes</i>	23
<i>Ilustración 3 Ejemplo de Coeficiente Alfa de Cronbach con programa del Libro DYANE II, del autor español Miguel Santesmas.</i>	25
<i>Ilustración 4. - Diferentes ítems con diferentes variabilidad (menores o mayores a 50%).</i>	26
<i>Ilustración 5. - Prueba ACF de variable 1 que cumple</i>	27
<i>Ilustración 6. - Prueba ACF de variable 1 que no cumple.</i>	27
<i>Ilustración 7. - Ejemplos de pronósticos múltiples por correlación de 4 Pivotes como Independientes y otras Dependientes.</i>	29
<i>Ilustración 8. Analogía entre método científico y MUP.</i>	30
<i>Ilustración 9. Tipos, criterios y usos de los diferentes Modelos de Pronósticos.</i>	32
<i>Ilustración 10. Pasos para realizar el método AR.I.MA.</i>	37
<i>Ilustración 11. Datos iniciales ninguna referencia tiene variabilidad menor al 0.5.</i>	45
<i>Ilustración 12. Utilizar herramienta “análisis si”</i>	45
<i>Ilustración 13. Suma previa a todos los datos de la constante de variabilidad.</i>	47
<i>Ilustración 14. Definir parámetros herramienta “análisis si”</i>	48
<i>Ilustración 15. Variabilidad mayor al 0.5 y valoración variabilidad.</i>	48
<i>Ilustración 16. Parámetros de movilidad.</i>	50
<i>Ilustración 17. Valoración movilidad.</i>	51
<i>Ilustración 18. Programa DYANE.</i>	52
<i>Ilustración 19. Encontrar coeficiente alfa de cronbach.</i>	52
<i>Ilustración 20. Resultado DYANE coeficiente alfa de cronbach 0.9091.</i>	53
<i>Ilustración 21. Como hallar el ACF con Statgraphics.</i>	55
<i>Ilustración 22. Prueba de ACF de la referencia 01010 que pasa.</i>	56
<i>Ilustración 23. Prueba de ACF de la referencia 50117 que no pasa.</i>	56
<i>Ilustración 24. Valoración del ACF.</i>	57
<i>Ilustración 25. Suma de Valoraciones para encontrar correlaciones.</i>	58
<i>Ilustración 26. Encontrar correlaciones.</i>	59
<i>Ilustración 27. Correlaciones.</i>	60
<i>Ilustración 28. Valoración Correlaciones.</i>	61
<i>Ilustración 29. Selección 16 variables pivotes.</i>	62

<i>Ilustración 30. Serie de datos referencia 01001.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 31. Análisis de estructura vertical referencia 01001.</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 32. Grafico Serie de datos referencia 01001.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 33. Grafico Suavización exponencial con Excel referencia 01001.</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 34. Grafico Suavización exponencial con WinQSB referencia 01001.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 35. Grafico Suavización exponencial con Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 36. Grafico estructura tendencia con excel referencia 01001.</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 37. Cuadro estructura tendencia con Excel referencia 01001.....</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 38. Cuadro estructura tendencia con Statgraphics referencia 01001.</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 39. Tabla de auto correlacion ACF para estructura tendencia en excel referencia 01001.....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 40. Grafica del ACF para estructura tendencia en excel referencia 01001.</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 41. Grafica del ACF para estructura tendencia en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 42. Grafica Estacionalidad en Excel referencia 01001.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 43. Grafica Estacionalidad en Statgraphics referencia 01001.</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 44. Grafica ciclo de 4 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 45. Grafica ciclo de 8 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 46. Grafica ciclo de 12 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 47. Grafica ciclo de 24 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 48. Grafica ciclo de 36 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 49. Grafica ciclo de 52 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 50. Grafica ciclo de 104 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 51. Grafica ciclo de 156 semanas en Excel referencia 01001.</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 52. Grafica ciclo de 4 semanas en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 53. Grafica ciclo de 4 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.....</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 54. Grafica ciclo de 8 semanas en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 55. Grafica ciclo de 8 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 56. Grafica ciclo de 12 semanas en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 57. Grafica ciclo de 12 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 58. Grafica ciclo de 24 semanas en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 59. Grafica ciclo de 24 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 60. Grafica ciclo de 36 semanas en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 61. Grafica ciclo de 36 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 62. Grafica ciclo de 52 semanas en Statgraphics referencia 01001.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 63. Grafica ciclo de 52 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.....</i>	<i>87</i>

<i>Ilustración 64. Grafica ciclo de 104 semanas en Statgraphics referencia 01001.</i>	88
<i>Ilustración 65. Grafica ciclo de 104 semanas en Statgraphics con pane options referencia 01001.</i>	88
<i>Ilustración 66. Grafico componentes irregulares referencia 01001.</i>	89
<i>Ilustración 67. Patrón referencia 01001.</i>	90
<i>Ilustración 68. Análisis previo referencia 01001.</i>	91
<i>Ilustración 69. Serie de tiempo referencia 01001 con recorte de 5 datos.</i>	92
<i>Ilustración 70. Función logaritmo Serie de tiempo referencia 01001 con recorte de 5 datos.</i>	93
<i>Ilustración 71. Grafica de Auto correlación (ACF) referencia 01001.</i>	93
<i>Ilustración 72. Grafica de Auto correlación parcial (PACF) referencia 01001.</i>	94
<i>Ilustración 73. Operador diferencia $d = 1$ (ACF) referencia 01001.</i>	95
<i>Ilustración 74. Operador diferencia $d = 1$ (PACF) referencia 01001.</i>	95
<i>Ilustración 75. Serie de tiempo para Ref. 01001 con $d = 0$ y $D = 0$.</i>	96
<i>Ilustración 76. Serie de tiempo para Ref. 01001 con $d = 1$ y $D = 0$.</i>	97
<i>Ilustración 77. Serie de tiempo para Ref. 01001 con $d = 2$.</i>	97
<i>Ilustración 78. Prueba Test T de nulidad AR.I.MA (1,1,1).</i>	100
<i>Ilustración 79. Grafica ACF de los residuos AR.I.MA (1,1,1).</i>	100
<i>Ilustración 80. Grafica PACF de los residuos AR.I.MA (1,1,1).</i>	101
<i>Ilustración 81. Prueba Test T de nulidad AR.I.MA (0,1,1).</i>	102
<i>Ilustración 82. Grafica ACF de los residuos AR.I.MA (0,1,1).</i>	103
<i>Ilustración 83. Grafica PACF de los residuos AR.I.MA (0,1,1).</i>	103
<i>Ilustración 84. Prueba Test T de nulidad AR.I.MA (2,1,1).</i>	104
<i>Ilustración 85. Grafica ACF de los residuos AR.I.MA (2,1,1).</i>	105
<i>Ilustración 86. Grafica PACF de los residuos AR.I.MA (2,1,1).</i>	105
<i>Ilustración 87. Análisis previo (2).</i>	107
<i>Ilustración 88. Doble recorte de la serie.</i>	108
<i>Ilustración 89. Corrida con la mayor cantidad de modelos posibles.</i>	109
<i>Ilustración 90. Selección del mejor modelo.</i>	110
<i>Ilustración 91. Pronósticos para la ref. 01001.</i>	111
<i>Ilustración 92. Variables pivotes.</i>	113
<i>Ilustración 93. Pivotes definitivos.</i>	113
<i>Ilustración 94. Ejecución de programa VALPOMOR.</i>	114
<i>Ilustración 95. Coeficiente de correlación entre las 6 variables dependientes finales y las independientes obtenidos por el programa VALPOMOR.</i>	115
<i>Ilustración 96. Pronósticos variables pivotes definitivas.</i>	117

<i>Ilustración 97. Procedimiento pronósticos de todas las variables a calcular a partir de las independientes.</i>	117
<i>Ilustración 98. R^2 16 pivotes vs R^2 Referencias múltiples.</i>	118
<i>Ilustración 99. Pronostico Total vs Suma Pronósticos individuales.</i>	118
<i>Ilustración 100. Pronósticos MUP vs PMS de orden 72</i>	120
<i>Ilustración 101. r^2 MUP vs r^2 PMS de orden 72.</i>	124
<i>Ilustración 102. r^2 Pronósticos Referencias Múltiples vs r^2 PMS del total de las referencias.</i>	124
<i>Ilustración 103. e_t MUP vs e_t PMS de orden 72.</i>	125
<i>Ilustración 104. e_m MUP vs e_m PMS de orden 72.</i>	127
<i>Ilustración 105. MAD MUP vs MAD PMS de orden 72.</i>	128
<i>Ilustración 106. MSE MUP vs MSE PMS de orden 72.</i>	129
<i>Ilustración 107. Modelos de pronostico diez y seis variables pivotes.</i>	132
<i>Ilustración 108. Mediciones de exactitud MUP vs PMS variables pivotes.</i>	135

TABLA DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Coeficiente de determinación muestral</i>	28
<i>Ecuación 2. Pronóstico por el modelo de tendencia lineal</i>	33
<i>Ecuación 3. Pronóstico por el modelo no lineal cuadrático</i>	33
<i>Ecuación 4. Pronóstico por el modelo no lineal exponencial</i>	33
<i>Ecuación 5. Modelo de suavización exponencial de Brown</i>	34
<i>Ecuación 6. Pronóstico por el modelo de Holt de suavización exponencial</i>	35
<i>Ecuación 7. Expresión típica de los modelos AR.I.MA</i>	36
<i>Ecuación 8. Función de correlación multi-polinomial(regresión lineal múltiple)</i>	38
<i>Ecuación 9. Error de pronóstico</i>	39
<i>Ecuación 10. Desviación media absoluta (MAD)</i>	40
<i>Ecuación 11. Error cuadrático medio (MSE)</i>	41
<i>Ecuación 13. Señal de rastreo (ST)</i>	42
<i>Ecuación 14. Función de correlación multipolinomial (ST)</i>	115