CAPITULO 5: PROGRAMACIÓN DE MODELOS DE POLÍTICAS DE INVENTARIOS

5.1 Programación de Modelo EOQ en Excel

El modelo EOQ clásico calcula la cantidad que debe pedirse o producirse minimizando los costos de colocación del pedido y los costos de almacenamiento. El EOQ se basa en las siguientes premisas: la demanda del artículo es constante; la demanda de un producto no influye en la de otro; el artículo se compra por lotes sin limitaciones en cuanto al tamaño; no se presenta agotamiento de las existencias y existen sólo dos costos importantes: el costo de almacenamiento y el costo de colocación del pedido.

La demanda de los artículos con CV < 0.20, son un total de 22 Nos. de Pte. que serán resueltos por el EOQ clásico ya que cumplen con los supuestos del modelo.

Los datos necesarios para resolver el EOQ son los siguientes:

y = Cantidad del pedido [número de unidades]

D = Índice de la demanda [unidad/tiempo]

K = Costo de colocación de pedido [dólares/pedido]

h = Costo de almacenamiento [dólares por unidad del inventario/tiempo]

Estos datos son ingresados al modelo que con la fórmula:

$$y^* = [(2KD)/h]^{0.5} \quad \text{[unidades]}$$

nos devuelve la cantidad de artículos a ordenar.

Si *Le* = tiempo de entrega efectivo entre el momento en que se hace un pedido y el momento en el que se recibe,

$$\boldsymbol{Le = L - n\, t_0^{*},}$$

donde:

$$\boldsymbol{t_0^{*} = y^{*} / D,}$$

$$\boldsymbol{n} = \textbf{Entero más grande} \leq \mathbf{L}/\, \boldsymbol{t_0^{*}}$$

y

L = Tiempo entre colocar un pedido y recibirlo, el Punto de Reorden se calcula de la siguiente manera:

$$\textbf{Punto de Reorden} = \boldsymbol{LeD} \quad \textbf{[unidades],}$$

Finalmente, el nivel resultante del inventario promedio se da como

$$\textbf{Nivel del inventario promedio} = \boldsymbol{y}\, /2 \qquad \textbf{[unidades]}$$

Estas fórmulas fueron programadas en la Hoja de Cálculo de Nombre “EOQ CLÁSICO” que se muestra a continuación:

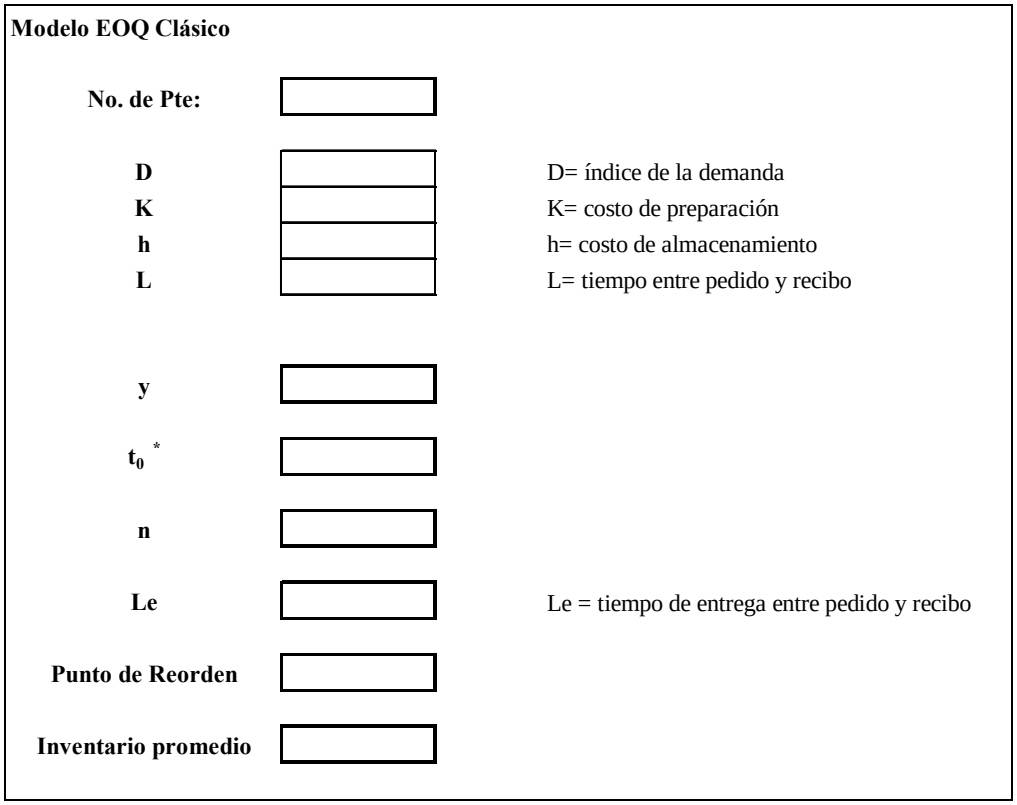

Figura 5.1 Hoja de Cálculo con Modelo EOQ clásico programado

5.2 Heurístico Silver- Meal

Se emplea cuando los artículos a programar no presentan una demanda regular.

Si,

$$\mathbf{TC(}t\mathbf{) = K + HC(}t\mathbf{)}$$

Siendo HC(t) = costo de almacenamiento durante el siguiente periodo t, el heurístico tiene como objetivo minimizar el costo promedio por periodo:

$$\mathbf{AC(}t\mathbf{) = TC(}t\mathbf{) / }t$$

La información de la pieza debe registrarse en las celdas correspondientes y la Hoja de Cálculo se encargará de hacer las iteraciones necesarias para lograr un programa de abastecimientoo producción óptimo.

Heurístico Silver Meal

No. De Pte.		
t		t= número de peridos
K		K= costo de colocación de un pedido
h		h= costo de almacenamiento

Periodos t	Dt	Q	A (c)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Figura 5.2 Hoja de Cálculo con Heurístico Silver-Meal programado

5.3 Nueva Política de Inventarios para Productos A con demanda constante

Los costos proporcionados por el Departamento de Cotizaciones de Refa Mexicana nos brinda una gran ayuda. La relación de la información otorgada está registrada en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Costos de los 22 Nos. de Pte. A resolver con EOQ clásico.

Posición	No. de Pte.	D	K	h
1	93 434 072	1390	8.5069	1.70
2	90 386 635	1385	3.2886	0.66
3	93 445 951	1376	3.1159	0.62
4	93 445 932	1386	3.1321	0.63
5	93 802 008	388	10.0556	2.01
6	93 802 007	383	10.0556	2.01
7	93 789 973	822	4.5610	0.91
8	93 438 276	806	3.4583	0.69
9	93 438 277	804	4.8223	0.96
10	93 438 257	1379	1.8110	0.36
11	93 789 974	566	4.6549	0.93
12	93 433 390	827	2.3517	0.47
13	93 433 391	816	2.3517	0.47
14	93 430 867	1396	1.4746	0.29
15	93 438 260	1399	2.1070	0.42
16	93 442 699	1379	1.4707	0.29
17	93 433 747	1002	2.1988	0.44
18	90 387 221	1015	1.6548	0.33
19	90 483 559	997	1.7057	0.34
20	90 483 560	992	1.7057	0.34
21	93 438 258	1402	1.5467	0.31
22	93 433 388	604	2.3618	0.47

Los resultados obtenidos del EOQ clásico para los 22 Nos. de Pte. los eoncontramos en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Resultados de la Hoja de Cálculo “EOQ clásico” para demanda constante.

Posición	No. de Pte.	D	K	h	L	y	t0 *	n	Le	Punto de Reorden	Inventario promedio
1	93 434 072	1390	8.5069	1.70	1.20	117.89	0.08	14.00	0.01	17.31	58.95
2	90 386 635	1385	3.2886	0.66	1.20	117.71	0.08	14.00	0.01	14.67	58.85
3	93 445 951	1376	3.1159	0.62	1.20	117.32	0.09	14.00	0.01	9.18	58.66
4	93 445 932	1386	3.1321	0.63	1.20	117.72	0.08	14.00	0.01	14.82	58.86
5	93 802 008	388	10.0556	2.01	1.20	62.29	0.16	7.00	0.08	29.57	31.14
6	93 802 007	383	10.0556	2.01	1.20	61.91	0.16	7.00	0.07	26.56	30.95
7	93 789 973	822	4.5610	0.91	1.20	90.68	0.11	10.00	0.10	79.93	45.34
8	93 438 276	806	3.4583	0.69	1.20	89.78	0.11	10.00	0.09	69.42	44.89
9	93 438 277	804	4.8223	0.96	1.20	89.65	0.11	10.00	0.08	67.91	44.82
10	93 438 257	1379	1.8110	0.36	1.20	117.44	0.09	14.00	0.01	10.85	58.72
11	93 789 974	566	4.6549	0.93	1.20	75.23	0.13	9.00	0.00	2.05	37.61
12	93 433 390	827	2.3517	0.47	1.20	90.95	0.11	10.00	0.10	83.18	45.48
13	93 433 391	816	2.3517	0.47	1.20	90.35	0.11	10.00	0.09	76.11	45.18
14	93 430 867	1396	1.4746	0.29	1.20	118.17	0.08	14.00	0.02	21.29	59.08
15	93 438 260	1399	2.1070	0.42	1.20	118.27	0.08	14.00	0.02	22.72	59.13
16	93 442 699	1379	1.4707	0.29	1.20	117.43	0.09	14.00	0.01	10.71	58.71
17	93 433 747	1002	2.1988	0.44	1.20	100.09	0.10	12.00	0.00	1.09	50.05
18	90 387 221	1015	1.6548	0.33	1.20	100.72	0.10	12.00	0.01	8.76	50.36
19	90 483 559	997	1.7057	0.34	1.20	99.83	0.10	11.00	0.10	97.76	49.91
20	90 483 560	992	1.7057	0.34	1.20	99.61	0.10	11.00	0.10	94.93	49.80
21	93 438 258	1402	1.5467	0.31	1.20	118.40	0.08	14.00	0.02	24.60	59.20
22	93 433 388	604	2.3618	0.47	1.20	77.69	0.13	9.00	0.04	25.12	38.85

5.4 Comprobación de resultados EOQ Productos A con demanda constante

Los resultados arrojados por el modelo EQO clásico para los Nos. de Pte. con demanda constante se pueden comprobar gráficamente. Si comparamos las curvas de costos de almacenamiento y costos de colocación de un pedido para diferentes cantidades de piezas en inventario, es posible encontrar la cantidad de piezas que minimiza dichos costos. La Tabla 5.3 enumera los costos por colocación de pedidos K, los costos por almacenamiento por unidad de tiempo h y la suma de ambos para proceder a graficarlos.

Tabla 5.3 Costos asociados „n“ piezas en inventario del No. de Pte. 93 434 072.

n	Costo de almacenamiento [dólares por unidad del inventario/ unidad de tiempo] *h*	Costo de colocación de pedido [dólares/ pedido] *K*	Costo por almacenar n unidades de inventario
0	0.0000		
10	0.0061	0.8507	0.8568
20	0.0122	0.4253	0.4376
30	0.0184	0.2836	0.3019
40	0.0245	0.2127	0.2372
50	0.0306	0.1701	0.2007
60	0.0367	0.1418	0.1785
70	0.0428	0.1215	0.1644
80	0.0490	0.1063	0.1553
90	0.0551	0.0945	0.1496
100	0.0612	0.0851	0.1463
110	0.0673	0.0773	0.1447
120	0.0735	0.0709	0.1443
130	0.0796	0.0654	0.1450
140	0.0857	0.0608	0.1465
150	0.0918	0.0567	0.1485
160	0.0979	0.0532	0.1511
170	0.1041	0.0500	0.1541

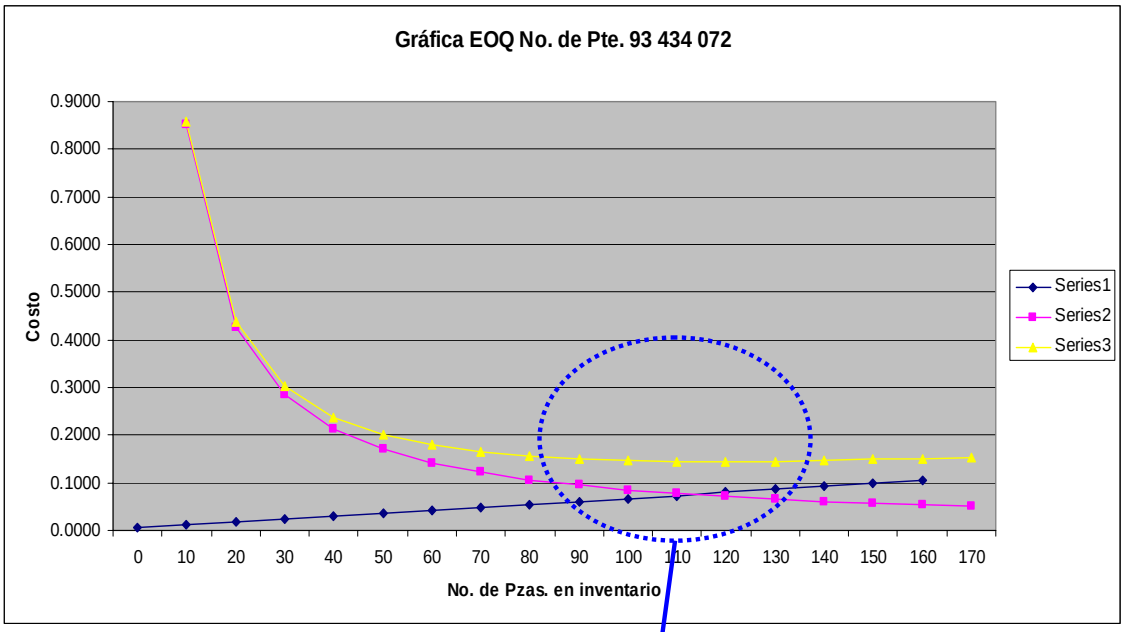

Figura 5.3 Gráfica EOQ No. de Pte. 93 434 072

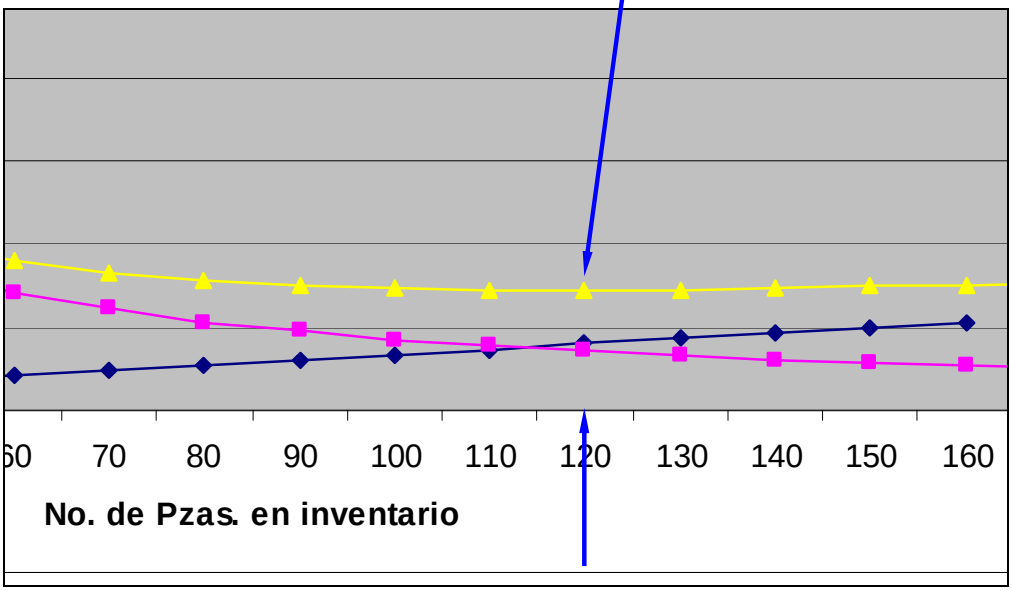

Figura 5.4 Gráfica EOQ No. de Pte. 93 434 072 (detalle)

La gráfica nos muestra que la suma de las curvas de costo de almacenamiento y costo de colocación de un pedido se intersectan para un valor de 116 piezas en inventario, mientras que la curva de los costos asociados tiene su mínimo para un valor de 116

piezas en inventario, lo que nos confirma el resultado proporcionado por el modelo matemático, que indicó un lote económico óptimo de 117 piezas.

Podemos repetir el ejercicio para el No. de Pte. 93 433 391 y corroborar el resultado del EOQ, que es un lote económico óptimo de 90 piezas. En la Tabla 5.4 se registran los costos asociados a la adquisición y almacenamiento de „n“ piezas.

Tabla 5.4 Costos asociados „n“ piezas en inventario del No. de Pte. 93 433 391.

n	Costo de almacenamiento [dólares por unidad del inventario/ unidad de tiempo] *h*	Costo de Set Up [dólares/ pedido] *K*	Costo por almacenar n unidades de inventario
0	0.0000		
8	0.0023	0.2940	0.2963
16	0.0046	0.1470	0.1516
24	0.0069	0.0980	0.1049
32	0.0092	0.0735	0.0827
40	0.0115	0.0588	0.0703
48	0.0138	0.0490	0.0628
56	0.0161	0.0420	0.0581
64	0.0184	0.0367	0.0552
72	0.0207	0.0327	0.0534
80	0.0230	0.0294	0.0524
88	0.0253	0.0267	0.0521
96	0.0277	0.0245	0.0522
104	0.0300	0.0226	0.0526
112	0.0323	0.0210	0.0533
120	0.0346	0.0196	0.0542
128	0.0369	0.0184	0.0552
136	0.0392	0.0173	0.0565

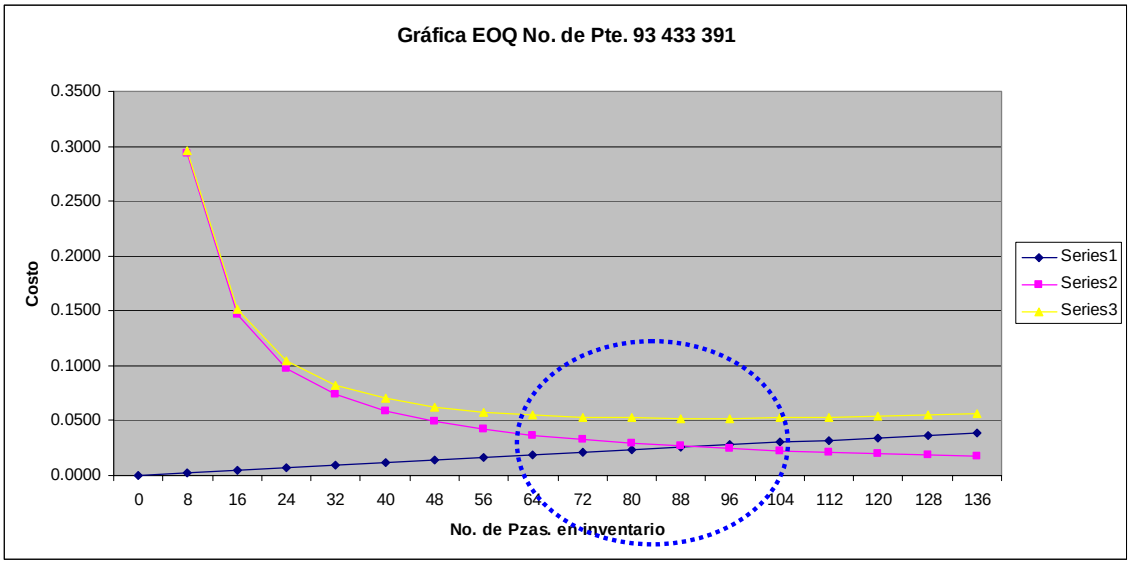

Figura 5.5 Gráfica EOQ No. de Pte. 93 433 391

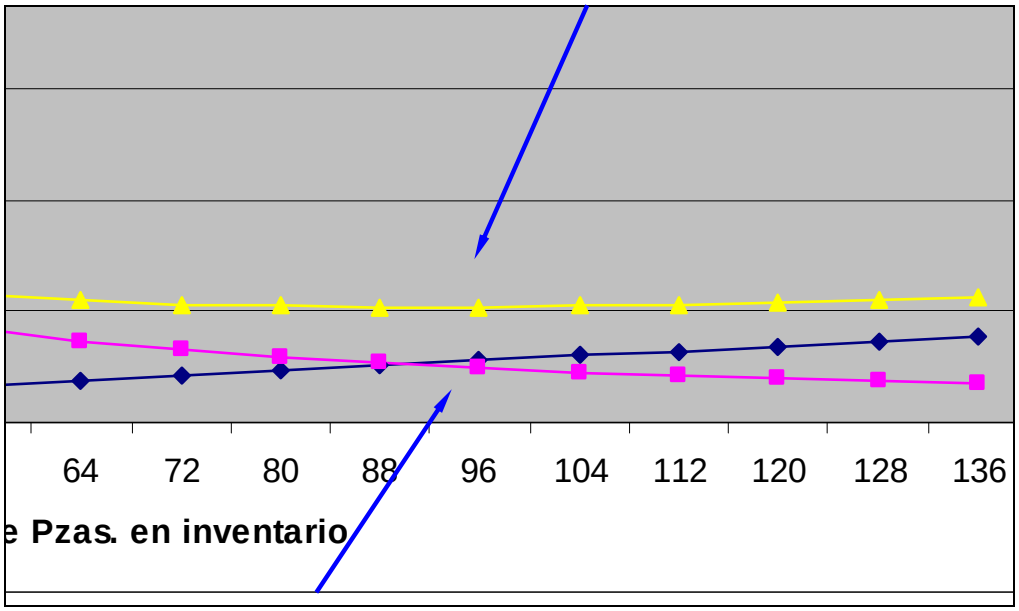

Figura 5.6 Gráfica EOQ No. de Pte. 93 433 391 (detalle)

Como podemos observar, gráficamente coinciden los resultados por lo que podemos afirmar que un adquirir un lote de acero que representen 90 piezas de la "391" es económicamente óptimo.

Otra forma de corroborar los resultados del EOQ es comparar los costos del lote obtenido del modelo con los costos que maneja la empresa actualmente. Retomando el ejemplo del No. de Pte. 93 434 072, es decir el piso delantero del cliente General Motors, nuestros registros afirman que en la semana 48, 50 toneladas del material 6612 fueron recibidas en Refa Mexicana. De acuerdo con el Peso Inicial de la platina, los 50518 Kg de material nos proporcionan material para 3215 piezas de piso delantero, más las 900 platinas listas para la Operación 20 de Embutido, tenemos un total de 4115 piezas de lámina para piso delantero.

Del material para 4115 piezas, el día 4 de Noviembre 1560 piezas fueron fabricadas, de las cuales, 900 platinas se encontraban almacenadas en el Almacén de Platinas y Sub-ensambles, mientras que material para 660 platinas fue retirado del Almacén de Materia Prima. El resto de la platina del rollo nuevo, permaneció en dicho almacén hasta el día 12 de Noviembre en el que fue procesado casi en su totalidad, 705 platinas permanecen en el Almacén de Platinas y Sub-ensambles hasta la fecha.

Los costos asociados a la adquisición y almacenamiento del material para estos 4115 pisos hasta la fecha (14 de Noviembre) son los registrados en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5 Costos actuales de adquisición y almacenamiento del material 6612 para el piso delantero

n	Tiempo de almacenamiento t (semanas)	Costo de almacenamiento [dólares por unidad del inventario/ t] *h*	Costo de colocación de pedido [dólares/ pedido] *K*	TOTAL
900	0.83	1270.935342		
3215	1	5469.95599		
2555	1.16	5042.567827		
705	0.16	191.9163408	8.5069	11983.8824
		11975.3755		

Los costos generados por el lote recomendado por el Modelo EOQ están en la Tabla 5.6

Tabla 5.6 Costos de adquisición y almacenamiento del material 6612 para el piso delantero con política de inventarios propuesta

y*	t0 *	Tiempo de almace-namiento t (semanas)	n	Costo de almacena-miento *h*	Entregas en t	Costo de colocación de pedido [dólares/	TOTAL
118	**0.08**	0.83	1180.0000	1666.3374	10.0000	85.0693	
118	**0.08**	1.16	1652.0000	3260.4000	14.0000	119.09702	5130.9038
				4926.7375		204.16632	

De acuerdo con estos cálculos, obtenemos un ahorro de más del 50% con el modelo propuesto. A pesar de que el costo por colocación de pedido K se eleva considerablemente, los costos por almacenamiento de y*- unidades se reducen drásticamente.

5.5 Nueva Política de Inventarios para Productos A con demanda irregular

Los resultados arrojados por el heurístico Silver- Meal se pueden encontrar en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 Resultados de la Hoja de Cálculo “Heurístico Silver- Meal” para los 12 Nos. de pte. con demanda irregular.

Pieza No.	No. De Pte.	K	h	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
1	93 434 629	10.5038	1.7506	0	660	2000	1120	1250	1570	1310	2000
2	93 439 132	12.7260	2.1210	0	240	610	420	790	580	530	750
3	90 389 351	2.3594	0.3932	0	700	2040	2120	1530	1900	2100	1390
4	90 389 352	2.3594	0.3932	0	760	2440	2390	1140	1990	1550	1890
5	93 442 060	2.1124	0.3521	0	1150	2200	1820	1570	2480	1250	2120
6	93 442 057	2.1330	0.3555	0	1080	2000	2340	1500	2030	1080	1840
7	93 442 059	1.9248	0.3208	0	960	1190	1590	1780	1750	1570	1570
8	93 442 058	1.9902	0.3317	0	1080	2110	1770	1500	1800	1570	1490
9	93 801 888	1.6369	0.2728	0	790	2700	2100	1530	1900	1960	1530
10	90 387 065	1.5526	0.2588	0	710	1630	2660	1170	1940	1700	1810
11	90 482 322	1.7414	0.2902	0	690	1990	2030	1580	1560	1570	1490
12	90 482 321	1.7414	0.2902	0	760	2420	2400	1960	1670	1170	1810

Los resultados se obtuvieron de la manera siguiente: se tomó en cuenta el requerimiento de los próximos 8 periodos de los 12 Nos. de Pte. que no cumplieron con el CV < 0.20.

Con los costos de colocación de pedido K y de almacenamiento por unidad entre unidad de tiempo h, comparamos el costo de adquirir materia prima satisfaciendo la demanda del periodo actual contra el costo de pedir lámina para cubrir el requerimiento del periodo actual y el periodo siguiente. Para todos los casos, resultó económicamente más favorable el adquirir lámina únicamente para satisfacer la demanda del periodo vigente, por lo que esa cantidad representa es nuestro óptimo.

Para comprobar que el Heurístico Silver-Meal proporciona resultados prácticos, procederemos a comparar los costos de adquirir materia prima para satisfacer la demanda de la semana indicada (resultados del heurístico Silver-Meal) contra los costos de suministrar a la empresa acero que cubra los requerimientos de la semana vigente y las subsecuentes (rollo de lámina de 20 toneladas) del No. de Pte. 93 439 132, piso trasero de un auto compacto del cliente General Motors.

Tenemos registros de que el día 4 de Noviembre fue recibido un rollo con 15794 Kg. de material 6613, por parte del Centro de Servicios Mittalsteel. El Peso Inicial del piso es de 21.6682 Kg. Por lo que el rollo debía haber sido suficiente para procesar un total de 728 pisos. El día 5 de Noviembre, el departamento de Producción de la empresa sustrajo 7194 Kg. del rollo para producir 332 piezas mientras que el resto del material (8600 Kg.) se procesó el día 7 de Noviembre, satisfaciéndose los requerimientos se las semanas 44 y 45 de 390 y 325 pisos respectivamente.

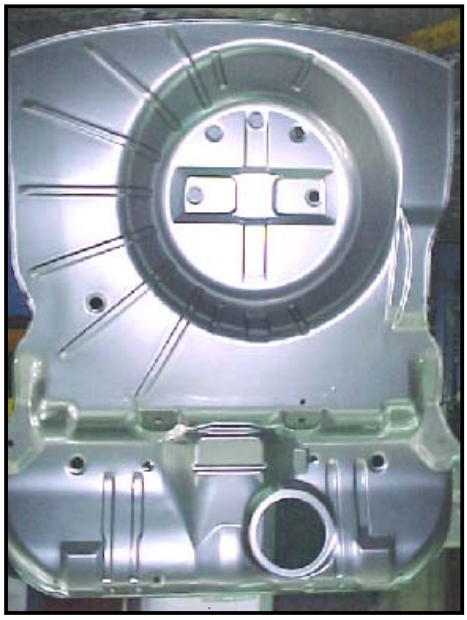

Figura 5.7 Piso Trasero GM con No. de Pte. 93 439 132.

Los costos asociados con la adquisición y almacenamiento durante esos dos periodos del material del piso trasero se encuentran en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8 Costos de adquisición y almacenamiento del No. 93 439 132 durante dos periodos.

Periodo	Demanda	Costo por colocación de pedido K	Tiempo de al-macenamiento t	Costo por alma-cenamiento por unidad/ t	Costo por alma-cenamiento h	TOTAL
44	390	12,726035	0,0000	2,1210	0,0000	12,72604
45	325	0	0,5000	2,1210	344,6634	344,6634
						357,3895

Estos datos nos revelan que el haber adquirido un rollo con material para suministrar los 728 pisos traseros requeridos en los dos periodos (semanas 44 y 45) representa una ventaja en el ahorro del Costo de colocación del pedido K del segundo periodo, sin embargo, se generan costos por almacenamiento al mantener el acero durante tres días derivando en un costo elevado.

Los costos de la adquisición y almacenamiento del material del piso trasero utilizando el heurístico Silver-Meal se presentan en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9 Costos de adquisición y almacenamiento del No. de Pte. 93 439 132 durante dos periodos.

Periodo	Demanda	Costo por colocación de pedido K	Tiempo de al-macenamiento t	Costo por alma-cenamiento [unidad/ t] h	Costo por alma-cenamiento [unidad/ t] h	TOTAL
44	390	12,726035	0,0000	2,1210	0,0000	12,7260
45	325	12,726035	0,0000	2,1210	0,0000	12,7260
						25,45207

De acuerdo con el modelo, no se generan costos por almacenamiento ya que el material que se suministra es empleado inmediatamente para satisfacer la demanda del periodo indicado.