

**UNIVERSIDAD ICESI**

**FIDCA**

**PROGRAMA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**OPERACIONES 1**

**DOCENTE  
FERNANDO QUINTERO**

**INFORME FINAL PBL 2**

**ELABORADO POR  
JOSUE MANUEL ÑAÑEZ  
GEOFFREY PASAJE  
JUAN JOSE RAMIREZ ALVAREZ**

**SANTIAGO DE CALI, MAYO 2024**

## 1. Introducción a nuestro trabajo:

Este informe busca compilar los resultados relevantes para la toma de decisiones sobre manejo y gestión de los inventarios en una empresa de la que se nos han dado determinados datos sobre sus SKU's. El proceso es una continuación de la primera entrega del PBL, en la que implementamos diferentes códigos de Python en un Jupyter Notebook de Colab con el fin de procesar cada SKU y de este modo lograr una comprensión de su comportamiento, identificar patrones, y posteriormente poder llegar a determinar qué método de pronóstico se ajustaba de mejor manera para realizar predicciones en la demanda de los SKU's en cuestión.

En esta entrega se procurará que dependiendo de la naturaleza de cada uno de los ítems se llegue a establecer comparaciones que permitan encontrar los tamaños de lote, tipos de políticas a implementar, la tasa de rotación de inventarios, la duración de los ciclos y demás factores óptimos para el manejo de los inventarios de los SKU's de la empresa.

NOTA: Cabe resaltar que todo el proceso de cálculos y desarrollo de operaciones para llegar a estas conclusiones está en los links de los COLABS referenciados al final de ese documento.

## 2. Clasificación ABC:

En primer lugar queremos hacer énfasis en el contexto en que nos encontramos, y es que en un supermercado, como es el caso de la empresa que nos está suministrando la información, es de suma importancia tener conocimiento de cuáles son los productos que están trayendo mayor aporte al negocio, sin embargo, **al tener información disponible solo de 12 SKU's, estamos frente a una muestra muy pequeña como para que la clasificación sea relevante**. Aun así, fue una de las cosas que se aprendieron en clase, y se mostrará para que la empresa pueda luego escalarlo a muchísimos más productos, con el fin de empezar a adquirir relevancia. A partir de dicha premisa resultará interesante llevar a cabo un proceso de clasificación ABC que nos permita llegar a saber cuáles son los productos a los que mayor atención se les debe poner, con el fin de que la empresa no vaya a incurrir en backorders en ellos, pues esto significaría un golpe fuerte para la economía del negocio y acarrearía consecuencias desagradables en caso de que tuviéramos una mayor muestra de SKUS's.

Se realizaron dos tipos de clasificaciones ABC, la clasificación respecto a ventas y respecto a inventarios, y finalmente los resultados obtenidos se contrastaron para verificar si la importancia de los ítems variaba o permanecían siendo ítems de la misma categoría ABC.

A continuación se muestran las tablas que evidencian la clasificación respecto a ventas, y la desglosan en costos, margen y precio de venta:

Tabla 1. Clasificación ABC de ventas respecto a los Costos

VENTAS					
COSTOS	SKUs	Costos totales	Costo acum.	%acum.costos	CLASE A (50%)
	SKU 4	\$ 8.492.633.820,00	\$ 8.492.633.820,00	13,14%	
	SKU 8	\$ 7.905.825.936,00	\$ 16.398.459.756,00	25,36%	
	SKU 5	\$ 7.248.273.564,00	\$ 23.646.733.320,00	36,58%	
	SKU 10	\$ 7.063.942.455,00	\$ 30.710.675.775,00	47,50%	CLASE B (90%)
	SKU 7	\$ 6.778.890.144,00	\$ 37.489.565.919,00	57,99%	
	SKU 9	\$ 5.112.570.369,00	\$ 42.602.136.288,00	65,89%	
	SKU 6	\$ 4.576.468.085,00	\$ 47.178.604.373,00	72,97%	
	SKU 3	\$ 4.279.034.328,00	\$ 51.457.638.701,00	79,59%	CLASE C (100%)
	SKU 11	\$ 3.981.141.128,00	\$ 55.438.779.829,00	85,75%	
	SKU 2	\$ 3.854.049.716,00	\$ 59.292.829.545,00	91,71%	
	SKU 12	\$ 2.695.851.720,00	\$ 61.988.681.265,00	95,88%	
	SKU 1	\$ 2.662.918.938,00	\$ 64.651.600.203,00	100,00%	
TOTAL		\$ 64.651.600.203,00			

Tabla 2. Clasificación ABC de ventas respecto a los márgenes

MARGEN	SKUs	Margenes totales	Margenes acumuladas		CLASE A (50%)
	SKU 4	\$ 2.208.084.793,20	\$ 2.208.084.793,20	14,25%	
	SKU 10	\$ 1.977.903.887,40	\$ 4.185.988.680,60	27,01%	
	SKU 5	\$ 1.812.068.391,00	\$ 5.998.057.071,60	38,70%	
	SKU 8	\$ 1.660.223.446,56	\$ 7.658.280.518,16	49,42%	CLASE B (90%)
	SKU 6	\$ 1.372.940.425,50	\$ 9.031.220.943,66	58,27%	
	SKU 9	\$ 1.278.142.592,25	\$ 10.309.363.535,91	66,52%	
	SKU 11	\$ 1.194.342.338,40	\$ 11.503.705.874,31	74,23%	
	SKU 7	\$ 1.016.833.521,60	\$ 12.520.539.395,91	80,79%	CLASE C (100%)
	SKU 2	\$ 963.512.429,00	\$ 13.484.051.824,91	87,01%	
	SKU 3	\$ 941.387.552,16	\$ 14.425.439.377,07	93,08%	
	SKU 12	\$ 593.087.378,40	\$ 15.018.526.755,47	96,91%	
	SKU 1	\$ 479.325.408,84	\$ 15.497.852.164,31	100,00%	

Tabla 3. Clasificación ABC de ventas respecto a los precios de venta

PRECIO DE VENTA	SKUs	Precio de venta	Precios acumulados	%Precios acum.	CLASE A (50%)
	SKU 4	\$ 81.358,20	\$ 81.358,20	12,08%	
	SKU 10	\$ 79.891,20	\$ 161.249,40	23,93%	
	SKU 8	\$ 77.656,59	\$ 238.905,99	35,46%	
	SKU 5	\$ 70.597,50	\$ 309.503,49	45,94%	CLASE B (90%)
	SKU 7	\$ 64.878,40	\$ 374.381,89	55,57%	
	SKU 9	\$ 52.938,75	\$ 427.320,64	63,43%	
	SKU 3	\$ 49.065,96	\$ 476.386,60	70,71%	
	SKU 11	\$ 46.108,40	\$ 522.495,00	77,55%	CLASE C (100%)
	SKU 6	\$ 45.327,10	\$ 567.822,10	84,28%	
	SKU 2	\$ 44.526,25	\$ 612.348,35	90,89%	
	SKU 1	\$ 31.244,04	\$ 643.592,39	95,53%	
	SKU 12	\$ 30.121,80	\$ 673.714,19	100,00%	
TOTAL		\$ 673.714,19			

De lo anterior podemos ver como los SKU's 4,5,8 y 10 se mantienen en la categoría A en las diferentes categorías en que fueron analizados.

Procedemos a mostrar los resultados de la clasificación ABC respecto a inventarios:

Tabla 4. Clasificación ABC respecto a inventarios

INVENTARIOS					
COSTOS	SKUs	Costos totales	Costo acum.	%acum.costos	
	SKU 4	\$ 94.362.598,00	\$ 94.362.598,00	13,14%	<b>CLASE A</b> (50%)
	SKU 8	\$ 87.842.510,40	\$ 182.205.108,40	25,36%	
	SKU 5	\$ 80.536.372,93	\$ 262.741.481,33	36,58%	
	SKU 10	\$ 78.488.249,50	\$ 341.229.730,83	47,50%	
	SKU 7	\$ 75.321.001,60	\$ 416.550.732,43	57,99%	<b>CLASE B</b> (90%)
	SKU 9	\$ 56.806.337,43	\$ 473.357.069,87	65,89%	
	SKU 6	\$ 50.849.645,39	\$ 524.206.715,26	72,97%	
	SKU 3	\$ 47.544.825,87	\$ 571.751.541,12	79,59%	
	SKU 11	\$ 44.234.901,42	\$ 615.986.442,54	85,75%	<b>CLASE C</b> (100%)
	SKU 2	\$ 42.822.774,62	\$ 658.809.217,17	91,71%	
	SKU 12	\$ 29.953.908,00	\$ 688.763.125,17	95,88%	
	SKU 1	\$ 29.587.988,20	\$ 718.351.113,37	100,00%	
TOTAL		\$ 718.351.113,37			

Queda en evidencia que los mismos SKU's que pertenecen a la categoría A respecto a las ventas se mantienen en inventarios.

A continuación, se muestra como la se comporta cada uno de los SKU's en las diferentes categorías en las que se evaluaron y poder ver si cambia en alguna de ellas de clasificación:

ANALISIS COMPARATIVO				
SKUs	Ventas. costos	Ventas.margen	Ventas.Precio	Inventario.costos
SKU 1	C	C	C	C
SKU 2	C	B	B	C
SKU 3	B	C	B	B
SKU 4	A	A	A	A
SKU 5	A	A	A	A
SKU 6	B	B	B	B
SKU 7	B	B	B	B
SKU 8	A	A	A	A
SKU 9	B	B	B	B
SKU 10	A	A	A	A
SKU 11	B	B	B	B
SKU 12	C	C	C	C

ANALISIS COMPARATIVO				
SKUs	Ventas. costos	Ventas.margen	Ventas.Precio	Inventario.costos
SKU 1	1	1	1	1,00 C
SKU 2	1	2	2	1,50 C
SKU 3	2	1	2	1,75 B
SKU 4	3	3	3	3,00 A
SKU 5	3	3	3	3,00 A
SKU 6	2	2	2	2,00 B
SKU 7	2	2	2	2,00 B
SKU 8	3	3	3	3,00 A
SKU 9	2	2	2	2,00 B
SKU 10	3	3	3	3,00 A
SKU 11	2	2	2	2,00 B
SKU 12	1	1	1	1,00 C

Después del proceso anterior se concluye que los SKU's 4,5,8 y 10 son para la empresa sus productos mas relevantes, ya que representan el 50% del negocio, el siguiente 40% lo asumen los SKU's 3,6,7,9 y 11, por ultimo los SKU's 1,2 y 12 son productos triviales para la empresa representando solo un 10% del negocio.

### 3. Comparativo de decisiones de tamaños de lotes de pedido o producción, según la naturaleza del ítem:

Teniendo en cuenta que para la empresa es sumamente importante mantener un control y buen manejo de sus inventarios, procederemos a hacer evidentes los resultados del proceso que se llevó a cabo para el cálculo de diferentes políticas de manejo de inventario con los SKU's, y después de ello haremos una comparación que evidencie a partir de las métricas de cada política (KPI's), cual es la política de inventarios más adecuada para los diferentes SKU's.

- Tamaños de lotes de Datos originales

	SKUS	Tamano Lotes
0	SKU1	[6000.0]
1	SKU10	[1500.0, 9000.0, 6500.0, 5500.0, 500.0, 5000.0]
2	SKU11	[2200.0, 10000.0, 2100.0, 1400.0, 1200.0, 2300...
3	SKU12	[5000.0, 2500.0, 7500.0]
4	SKU2	[10000.0]
5	SKU3	[8500.0]
6	SKU4	[9800.0, 1800.0, 800.0, 11000.0, 2000.0, 14000.0]
7	SKU5	[10000.0, 2000.0, 2400.0, 1800.0, 2200.0, 400....
8	SKU6	[13000.0, 1700.0, 1100.0, 1500.0, 1800.0, 1600.0]
9	SKU7	[7000.0, 8000.0, 9000.0]
10	SKU8	[10000.0, 8000.0]
11	SKU9	[8000.0, 16000.0, 10000.0, 9000.0, 6000.0]

- Tamaños de lotes de EOQ & EPQ aplicados

	SKUS	Tamano Lotes
0	SKU1	[18252.946660760623]
1	SKU10	[42553.98744998707]
2	SKU11	[24840.02101166739]
3	SKU12	[24092.884129467137]
4	SKU2	[19992.730731897453]
5	SKU3	[12957.78193025425]
6	SKU4	[25775.49350571562]
7	SKU5	[23797.68766770378]
8	SKU6	[42553.98744998707]
9	SKU7	[17820.924250047236]
10	SKU8	[14564.357674073599]
11	SKU9	[12430.742555041723]

- Tamaños de lotes del Silver & Meal aplicado

index	SKUS	Tamano Lotes
0	SKU1	[11573. 10896. 8774. 11173. 6840. 11300. 7176. 8784. 7534. 11466. 5055.]
1	SKU10	[10202. 10578. 11763. 9463. 9349. 6101. 8346. 10397. 12946. 12167. 8062. 3803.]
2	SKU11	[10262. 10164. 12198. 13120. 5659. 6825. 9064. 11849. 10504. 11742. 9208. 1651.]
3	SKU12	[10390. 12500. 10370. 9646. 6612. 8008. 9548. 11302. 11641. 12412. 6759.]
4	SKU2	[12003. 8553. 11424. 10666. 10025. 9041. 10767. 9782. 10361. 8535. 7039.]
5	SKU3	[8181. 10175. 5056. 5974. 8966. 8889. 6974. 9900. 5691. 5655. 7502. 5170. 6414. 6368. 5481.]
6	SKU4	[6483. 6792. 5928. 6357. 6431. 7233. 7116. 7137. 8278. 7731. 7931. 6593. 8843. 9057. 9096. 5731.]
7	SKU5	[6705. 6710. 9005. 7651. 6492. 7153. 6895. 7419. 7514. 7940. 9790. 7997. 8343. 8923. 9104. 3513.]
8	SKU6	[7963. 8596. 8745. 10413. 9936. 9274. 8876. 9648. 9994. 10474. 12490. 11382. 5355.]
9	SKU7	[16394. 12527. 11651. 11206. 9836. 12412. 8468. 9935. 11167. 6983. 6927. 2653.]
10	SKU8	[12358. 11651. 11359. 9615. 10326. 8864. 9212. 9393. 7951. 7391. 7437. 6504. 5902. 5221.]
11	SKU9	[9223. 9386. 9267. 8831. 8139. 9474. 7734. 8538. 8241. 6174. 7360. 7777. 6067. 5975. 4806. 3727.]

- Tamaños de lotes del Wagner-Whitin aplicado

index	SKUS	Tamano Lotes
0	SKU1	[9717 11129 10397 9855 8158 12751 5725 8784 8843 8210 7002]
1	SKU10	[8761 9922 8916 10713 7562 6142 6351 8852 9180 11191 8220 9770 7797]
2	SKU11	[7150 7636 11209 9449 9120 5839 4523 6313 9051 8751 8655 9811 8043 6596]
3	SKU12	[8738 10343 11178 11455 8302 6091 8392 8852 10052 9689 9337 6759]
4	SKU2	[10321 10235 9653 9574 11110 10819 11866 11446 14613 8559]
5	SKU3	[6297 7963 5927 9199 7466 5563 6351 7016 7474 4810 5649 6451 6776 6495 5699 7260]
6	SKU4	[4775 4251 4255 4467 4685 4767 5158 5025 5800 5557 5762 5773 6395 6402 6378 6226 4840 6472 5383 5271 5365 5436 5257 7826]
7	SKU5	[6033 5717 5538 5793 4997 6623 6414 6845 5573 7123 7399 6227 6386 6758 6149 6506 6717 7053 7276 7211]
8	SKU6	[7118 7840 7160 7508 6384 7816 8491 9181 8744 9575 8240 8716 8838 8907 7627 9110]
9	SKU7	[11146 10267 10625 11325 11056 10470 11432 8394 8822 8103 6890 6324 5495]
10	SKU8	[10067 11808 7733 7285 10125 9658 7497 7605 8296 7295 5491 6008 7609 6041 4658]
11	SKU9	[9223 7588 7521 7137 6946 7817 6291 6436 5850 7029 5724 6011 6471 5681 7025 5501 5977 6491]

En las tablas de datos anteriores se puede apreciar como varía el tamaño de lotes de cada uno de los SKU's, dependiendo de la política de gestión de inventarios que se adopte, sin embargo, para empezar a encontrar relevancia entre las diferencias de su usabilidad, consideramos que es muy importante llegar a compararlas respecto a sus KPI's, que es precisamente lo que se dejará en evidencia a continuación.

### 3.1. Cálculo de los KPI's en las diferentes políticas de inventario

Se realizó el cálculo de los KPI's usando los datos originales, el EOQ y EPQ, el WW y el Silver & Meal. En este orden de ideas se calculó lo siguiente:

- Costo total de pedir
- Costo total de mantener
- Costo total (Incluye los dos costos anteriores)
- Tasa de rotación de inventarios
- Tiempo de flujo promedio
- Ciclos promedios

Es importante aclarar que los resultados que manejamos son en una ventana de tiempo de 90 semanas.

Tabla 5.

Datos originales

EOQ & EPQ

SKUS	Inventario promedio (90 Semanas)	Costo Total de Mantenimiento (90 semanas)	Costo Total de Pedir (90 semanas)	Costo Totales	Tiempo de flujo	Tasa de rotación	Ciclos Promedios	Inventario promedio (90 semanas)	Costo Total de Pedir (90 semanas)	Costo Total de Mantenimiento (90 semanas)	Costo Totales	Tiempo de flujo	Tasa de rotación	Ciclos Promedios
SKU 1	4660.803835	3.844658e+07	37574460.0	7.602104e+07	0.046343	21.578038	8.200000	4317.311111	58069620.0	3.561313e+07	9.368275e+07	0.042928	23.294823	1.0
SKU 2	10914.559896	1.211223e+08	30747660.0	1.518699e+08	0.100878	9.912997	8.400000	5962.733333	92242980.0	6.617031e+07	1.584133e+08	0.055110	18.145370	1.0
SKU 3	7037.560261	8.817679e+07	19772800.0	1.079496e+08	0.066145	15.118307	5.600000	6259.566667	27187600.0	7.842895e+07	1.056166e+08	0.058833	16.997343	1.0
SKU 4	5805.435536	1.686856e+08	31060800.0	1.997464e+08	0.044139	22.655665	8.888889	5592.433333	75926400.0	1.624955e+08	2.384229e+08	0.042520	23.518564	1.0
SKU 5	5115.888586	1.300208e+08	44259600.0	1.742804e+08	0.039863	25.086160	8.400000	10457.011111	40236000.0	2.657660e+08	3.060020e+08	0.081480	12.272914	1.0
SKU 6	3249.808729	5.098999e+07	61530400.0	1.125204e+08	0.024760	40.388531	14.800000	8337.655556	46147800.0	1.308191e+08	1.769669e+08	0.063523	15.742435	1.0
SKU 7	6418.668474	1.253477e+08	64518700.0	1.898664e+08	0.053418	18.720238	6.538462	5648.544444	83874310.0	1.103083e+08	1.941826e+08	0.047009	21.272560	1.0
SKU 8	6197.353583	1.376792e+08	52600900.0	1.902801e+08	0.050310	19.876871	5.375000	5714.466667	62164700.0	1.269515e+08	1.891162e+08	0.046390	21.556517	1.0
SKU 9	10208.656213	1.496858e+08	14073840.0	1.637323e+08	0.084565	11.825161	4.666667	5932.622222	21110760.0	8.697201e+07	1.080828e+08	0.049144	20.348338	1.0
SKU 10	4607.345878	1.244282e+08	109830000.0	2.342582e+08	0.040709	24.564468	16.600000	7760.033333	117675000.0	2.095713e+08	3.272463e+08	0.068565	14.584602	1.0
SKU 11	3683.607558	5.653133e+07	77642060.0	1.341734e+08	0.032817	30.471759	9.714286	12224.244444	54806160.0	1.876022e+08	2.424083e+08	0.108906	9.182244	1.0
SKU 12	3138.549124	3.352966e+07	69428470.0	1.029581e+08	0.028744	34.789323	9.500000	7897.900000	51157820.0	8.437463e+07	1.355325e+08	0.072333	13.824941	1.0

En la tabla anterior podemos comparar los KPI's para las diferentes políticas, y vemos que los costos totales disminuyen cuando se utiliza el EOQ & EPQ, sin embargo, en los resultados del método Silver & Meal veremos que resulta muchísimo más favorable esta última política

*Nota: Para los valores en las tablas que se visualizan con la notación E+07 y E+08 quieren decir que su parte entera y decimal llega hasta millones ejemplo 7.602104E+07 Son 76'021'000 millones, 1.584133E+08 son 159'413'000 Millones en este caso en términos de \$.*

Tabla 6. KPI's Silver &amp; Meal

SKUS	Inventario promedio	Costo Total de Mantenimiento (90 semanas)	Costo Total de Pedir (90 semanas)	Costo Totales	Tiempo de flujo	Tasa de rotacion	Ciclos Promedios
SKU 1							
SKU 2	4071.977778	3.358940e+07	37574460.0	7.116386e+07	0.040489	24.698317	8.500000
SKU 3	3985.888889	4.423265e+07	61495320.0	1.057280e+08	0.036840	27.144761	8.400000
SKU 4	4194.588889	5.255591e+07	29659200.0	8.221511e+07	0.039424	25.365060	6.142857
SKU 5	4240.133333	1.232034e+08	37963200.0	1.611666e+08	0.032238	31.019308	5.117647
SKU 6	4313.222222	1.096210e+08	44259600.0	1.538806e+08	0.033608	29.754553	5.500000
SKU 7	2997.333333	4.702861e+07	57684750.0	1.047134e+08	0.022836	43.790592	6.692308
SKU 8	2954.333333	5.769404e+07	116133660.0	1.738277e+08	0.024587	40.672120	7.818182
SKU 9	3157.044444	7.013629e+07	81292300.0	1.514286e+08	0.025629	39.018773	6.384615
SKU 10	4022.388889	5.896807e+07	32838960.0	9.180703e+07	0.033320	30.011767	5.600000
SKU 11	4441.066667	1.199376e+08	94140000.0	2.140776e+08	0.039240	25.484193	7.636364
SKU 12	3589.177778	5.508215e+07	63940520.0	1.190227e+08	0.031976	31.273458	7.909091
	3049.600000	3.257940e+07	58466080.0	9.104548e+07	0.027930	35.804040	8.100000

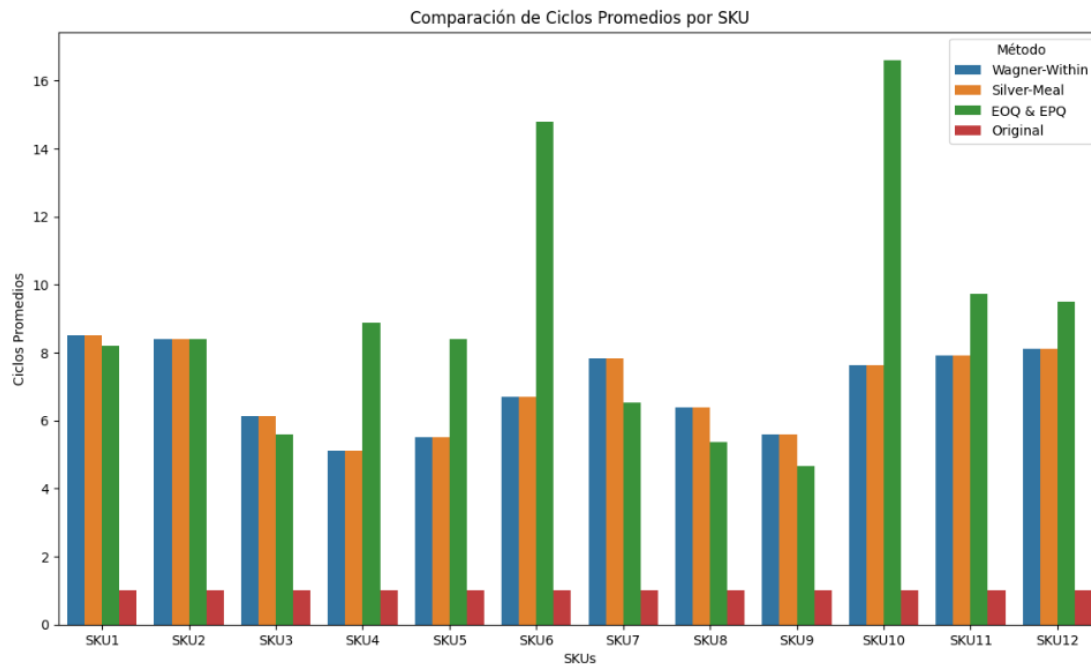
Tabla 7. KPI's Wagner-Whitin

SKUS	Inventario promedio	Costo Total de Mantenimiento (90 semanas)	Costo Total de Pedir (90 semanas)	Costo Totales	Tiempo de flujo	Tasa de rotacion	Ciclos Promedios
SKU 1							
SKU 2	3438.744444	2.836591e+07	37574460.0	6.594037e+07	0.034192	29.246430	8.500000
SKU 3	3476.455556	3.857931e+07	66619930.0	1.051992e+08	0.032131	31.122503	8.400000
SKU 4	3191.311111	3.998539e+07	34602400.0	7.458779e+07	0.029995	33.339275	6.142857
SKU 5	3708.844444	1.077660e+08	41414400.0	1.491804e+08	0.028199	35.462798	5.117647
SKU 6	4255.477778	1.081534e+08	40236000.0	1.483894e+08	0.033158	30.158306	5.500000
SKU 7	2309.344444	3.623396e+07	61530400.0	9.776436e+07	0.017594	56.836476	6.692308
SKU 8	1994.444444	3.894874e+07	154844880.0	1.937936e+08	0.016598	60.246852	7.818182
SKU 9	2474.855556	5.498092e+07	95638000.0	1.506189e+08	0.020091	49.774218	6.384615
SKU 10	3341.055556	4.897975e+07	37530240.0	8.650999e+07	0.027676	36.131994	5.600000
SKU 11	3714.266667	1.003093e+08	101985000.0	2.022943e+08	0.032818	30.470887	7.636364
SKU 12	2930.511111	4.497377e+07	73074880.0	1.180486e+08	0.026108	38.302533	7.909091
	2531.033333	2.703947e+07	65774340.0	9.281381e+07	0.023181	43.139693	8.100000

Lo anterior lo podemos concluir dado a que al usar métodos más sofisticados y heurísticas, se están calculando las ordenes y demás factores que demuestran la robustez de estos métodos que de ser aplicados disminuirán bastante los costos de pedir y mantener.

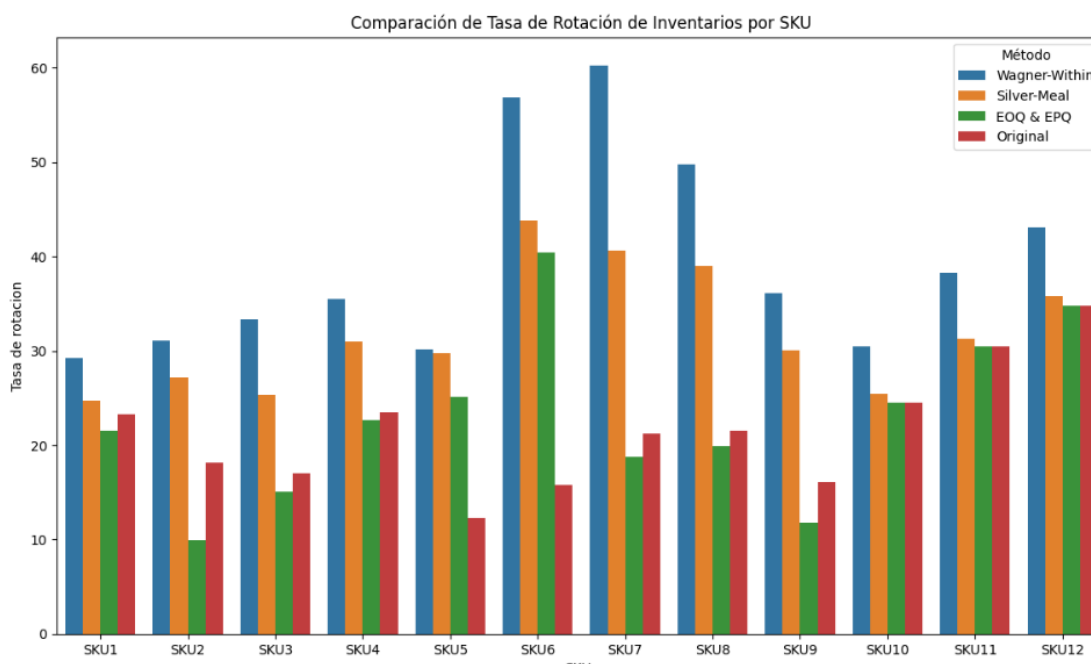
Ahora nos parece importante visualizar de la forma mas general posible lo que resulta de la aplicación de los KPI's para las diferentes políticas, y así poder sopesar que método es más rentable.

Tablau 8. Comparación de ciclos promedios por SKU



Pasaje, G. Nañez, J. Ramírez, J. (2024). *Inventory Management*. Google Colab.  
<https://colab.research.google.com/drive/1diueimB10S3vi4s16wsW6orsauFMA4EU#scrollTo=buCIUv6174cz>

Tabla 9. Comparación de Tasa de rotación de inventarios por SKU





Pasaje, G. Ñañez, J. Ramírez, J. (2024). *Inventory Management*. Google Colab.  
<https://colab.research.google.com/drive/1diueimB10S3vi4s16ws6orsauFMA4EU#scrollTo=buCIUy6174cz>

Tabla 10. Comparación de Tiempo de flujo de inventarios por SKU

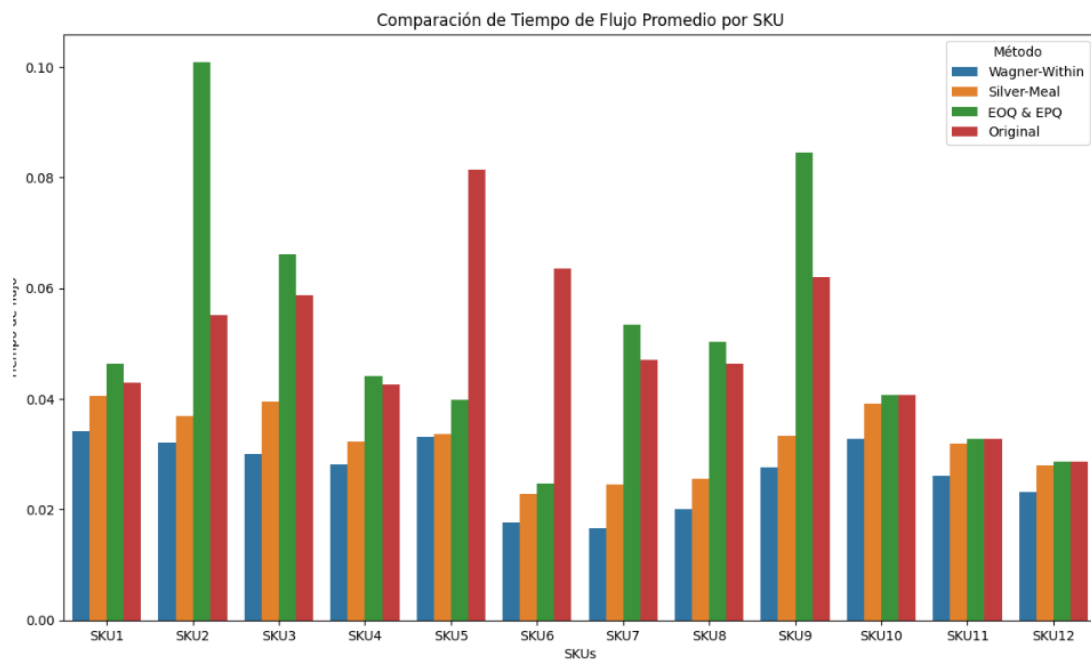
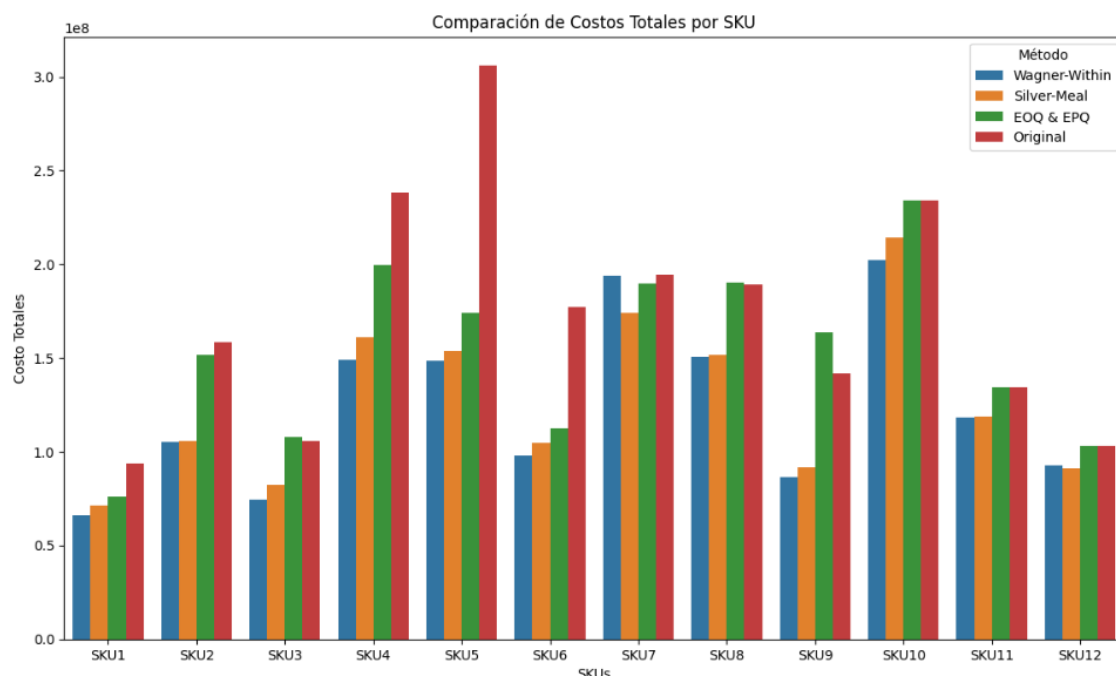


Tabla 11. Comparación de costos totales generados por cada método aplicado y el reabastecimiento original



De las gráficas anteriores nos podemos dar cuenta de que los datos originales tienen los costos más altos en casi todos los SKUs, indicando que los métodos heurísticos y de lotes dinámicos propuestos ofrecen mejoras significativas en la reducción de costos. Puntualmente el Wagner-Whitin (azul) es el método que consistentemente ofrece costos más bajos para la mayoría de los SKUs. Esto sugiere que este método es efectivo para minimizar los costos totales de inventario.

Los SKUs con mayores diferencias entre el costo de los datos originales y los otros métodos son SKU5, SKU4 y SKU10, y para la empresa representan áreas donde la implementación de métodos más heurísticos puede resultar en ahorros significativos.

#### 4. Cálculo de la mejor decisión de tamaños de lotes con reabastecimiento conjunto para las familias 1 y 3:

Tabla 12. Número de órdenes & tamaño de lote óptimo

	Familia	SKU	Número de órdenes (n*)	Tamaño de lote óptimo (Q)
0	Familia 1	SKU 1	11.019700	9126.473330
1	Familia 1	SKU 2	10.823534	9996.365366
2	Familia 1	SKU 3	16.421946	6478.890965
3	Familia 3	SKU 7	13.485159	8910.462125
4	Familia 3	SKU 8	16.915816	7282.178837
5	Familia 3	SKU 9	19.422653	6215.371278

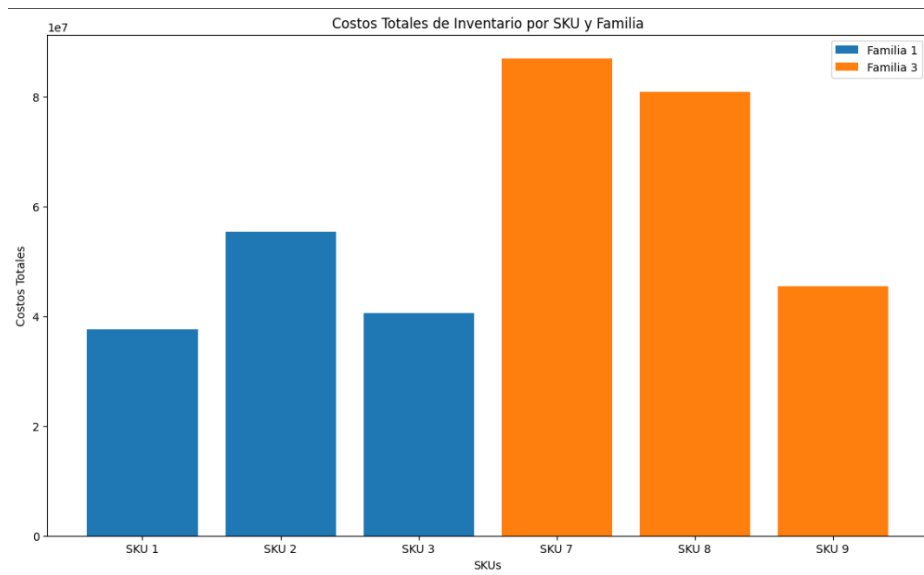
Tabla 13. Frecuencia de reposición, costo de pedido & costo de mantenimiento

	Frecuencia de reposición (T)	Costo de pedido	Costo de mantenimiento
0	8.167191	3.764175e+07	1421.623730
1	8.315214	5.546639e+07	1557.126144
2	5.480471	4.058848e+07	1009.211862
3	6.674004	8.700449e+07	1542.195368
4	5.320464	8.088974e+07	1260.377106
5	4.633764	4.555855e+07	1075.737336

Tabla 14. Costos totales

	Costo total
0	3.764317e+07
1	5.546795e+07
2	4.058949e+07
3	8.700604e+07
4	8.089100e+07
5	4.555963e+07

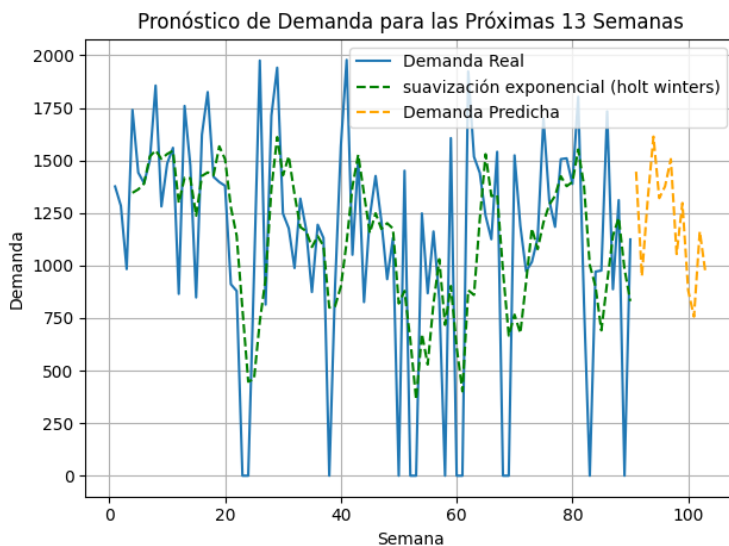
Tabla 15. Comparación de costos totales de cada SKU.

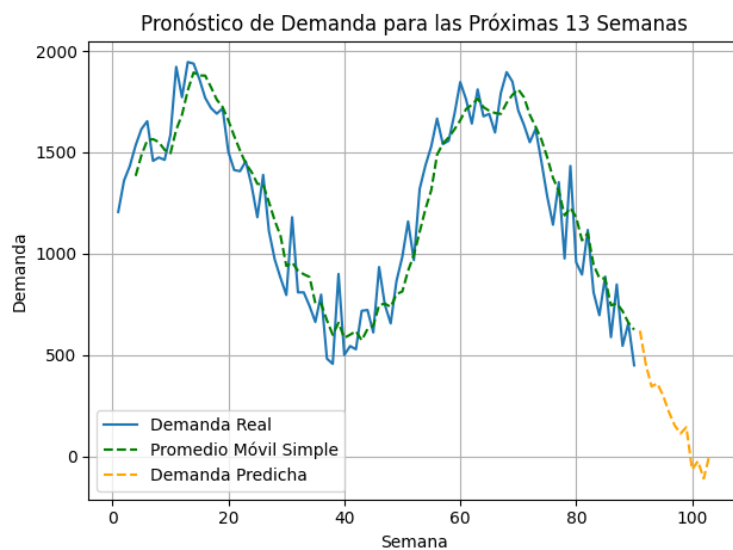
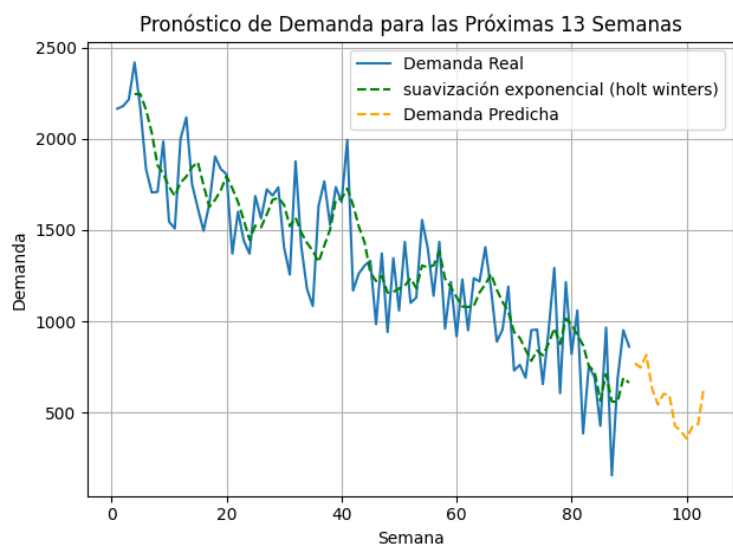
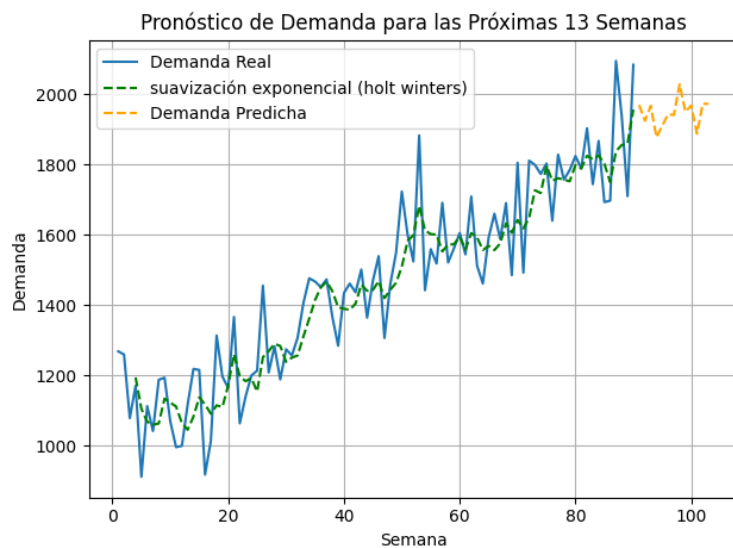


## 5. Métricas KPI's y métodos aplicados para las 13 semanas predichas y stock de seguridad

A continuación se muestra como se aplican los diferentes KPI's a la demanda predicha para las siguientes 13 semanas de los SKU's.

Es importante mencionar que dichas predicciones se realizaron usando el método de Holt-winters ya que este se adapta a cambios en las series temporales. Si hay una tendencia cambiante o patrones estacionales que varían con el tiempo, Holt-Winters ajusta sus componentes de nivel, tendencia y estacionalidad en cada paso de tiempo, lo que lo hace versátil para datos con características erráticas y al incorporar componentes para la tendencia (Holt) y estacionalidad (Winters), se adapta mejor a series temporales más complejas.





Teniendo en cuenta que en los apartados anteriores en donde se vio que el Silver & Meal y el Wagner-whitin eran métodos mas robustos que nos permitían pedir de forma controlada y de este modo reducir significativamente los costos y demás, procedimos a aplicarlos a nuestra demanda predicha, en donde se obtuvieron los siguientes indicadores:

Tabla 7. KPI's Silver & Meal

	Tipo	Familias	SKUs	Cargo de Mantener una unidad en 90 Semanas	Rentabilidad	Total Demanda	Promedio semana	Desv. Estándar	Cv	Costo unitario	Costo Ordenar	Tasa Pdn (unid por semana)	Inventario promedio	Costo Total de Mantenimiento (13 semanas)	Costo Total de Pedir (13 semanas)	Costo Totales	Tiempo de Flujo	Tasa de rotacion
0	compra y venta	Familia 1	SKU 1	0.311538	0.18	100571.0	1117.455556	548.693672	0.491021	26478.0	3415860.0	NaN	4102.837527	3.384396e+07	6831720.0	4.067568e+07	0.040795	24.512548
1	compra y venta	NaN	SKU 2	0.311538	0.25	108196.0	1202.177778	598.309990	0.497688	35621.0	5124610.0	NaN	3508.661981	3.893672e+07	10249220.0	4.918594e+07	0.032429	30.836826
2	compra y venta	NaN	SKU 3	0.311538	0.22	106396.0	1182.177778	603.645267	0.510621	40218.0	2471600.0	NaN	3243.050207	4.063365e+07	4943200.0	4.557685e+07	0.030481	32.807386
3	Manufacturado	Familia 2	SKU 4	0.450000	0.26	131526.0	1461.400000	274.140774	0.187588	64570.0	3451200.0	1800.0	2697.213629	7.837159e+07	13804800.0	9.217639e+07	0.020507	48.763657
4	Manufacturado	NaN	SKU 5	0.450000	0.25	128338.0	1425.977778	253.785275	0.177973	56478.0	4023600.0	2000.0	3350.487339	8.515297e+07	12070800.0	9.722377e+07	0.026107	38.304278

Tabla 8. KPI's Wagner-whitin

	Tipo	Familias	SKUs	Cargo de Mantener una unidad en 90 Semanas	Rentabilidad	Total Demanda	Promedio semana	Desv. Estándar	Cv	Costo unitario	Costo Ordenar	Tasa Pdn (unid por semana)	Inventario promedio	Costo Total de Mantenimiento (13 semanas)	Costo Total de Pedir (13 semanas)	Costo Totales	Tiempo de Flujo	Tasa de rotacion
0	compra y venta	Familia 1	SKU 1	0.311538	0.18	100571.0	1117.455556	548.693672	0.491021	26478.0	3415860.0	NaN	3438.744444	2.836591e+07	6831720.0	3.519763e+07	0.034192	29.246430
1	compra y venta	NaN	SKU 2	0.311538	0.25	108196.0	1202.177778	598.309990	0.497688	35621.0	5124610.0	NaN	3476.455556	3.857931e+07	10249220.0	4.882853e+07	0.032131	31.122503
2	compra y venta	NaN	SKU 3	0.311538	0.22	106396.0	1182.177778	603.645267	0.510621	40218.0	2471600.0	NaN	3191.311111	3.998539e+07	4943200.0	4.492859e+07	0.029995	33.339275
3	Manufacturado	Familia 2	SKU 4	0.450000	0.26	131526.0	1461.400000	274.140774	0.187588	64570.0	3451200.0	1800.0	3708.844444	1.077660e+08	13804800.0	1.215708e+08	0.028199	35.462798
4	Manufacturado	NaN	SKU 5	0.450000	0.25	128338.0	1425.977778	253.785275	0.177973	56478.0	4023600.0	2000.0	4255.477778	1.081534e+08	12070800.0	1.202242e+08	0.033158	30.158306

Tabla 9. KPI's para SKU demanda predicha

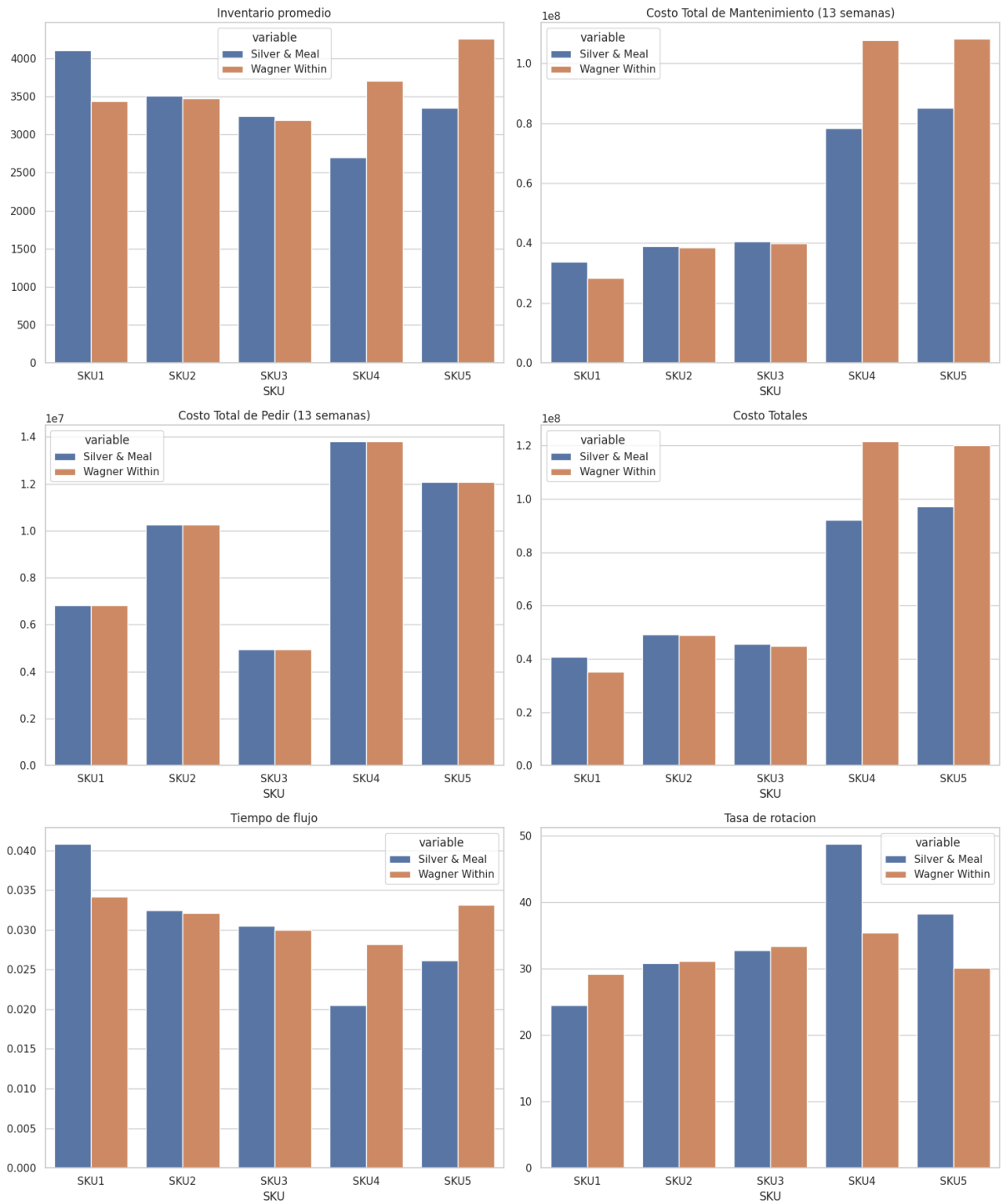
```

El stock de seguridad es 823.20 unidades
El inventario promedio por ciclo es 4455.00 unidades
El inventario promedio es 5278.20 unidades
El tiempo de flujo promedio es de 4.26 semanas
Costo total de ordenar: $6.95
Costo total de mantener: $10556.40
Costo total de faltantes: $4455.00
Costo total: $15018.35

```

La gráfica anterior nos muestra la estimación de los indicadores proyectados para las siguientes 13 semanas de un SKU, como se realizó, se le recomendará a la empresa proceder, para llevar una política de revisión continua que le permita reducir los costos en la gestión de sus inventarios.

Para tener una mejor visualización de estos resultados los convertimos en gráficos de barras que muestran como el Wagner-whitin resulta ser el método óptimo para que la empresa implemente en el cálculo de sus inventarios para las próximas 13 semanas.



## 7. REFERENCIAS

- <https://colab.research.google.com/drive/1diueimBI0S3vi4s16wsw6orsauFMA4EU?usp=sharing>
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2016). *Inventory and production management in supply chains*. CRC press.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply chain management. Strategy, planning & operation* (pp. 265-275). Gabler.
- <https://colab.research.google.com/drive/1Yxne4VUQn2FCmVHyp4GvXzFtoRmji2q?usp=sharing>