



# Manual de Usuario FOR TSM (Forecasting Time Series Models)





## MANUAL DE USUARIO

### FOR-TSM (Forecasting Time Series Models)

FOR-TSM (Forecasting Time Series Models) es una herramienta educativa que permite a los estudiantes de materias de las áreas de Administración de Operaciones y Logística, comprender el funcionamiento desde el punto de vista operativo de ciertos modelos de pronósticos de series de tiempo y analizar los datos obtenidos tanto de los pronósticos como de los análisis del error, con el fin de tomar decisiones acerca de la selección de parámetros, valores de inicialización y modelos de acuerdo a la demanda histórica que se tenga.

El siguiente manual de usuario muestra la forma de ingreso y cálculo de los datos en la herramienta.

#### 1. Requisitos de software:

- Microsoft Excel Office 2007 o superiores
- Solver

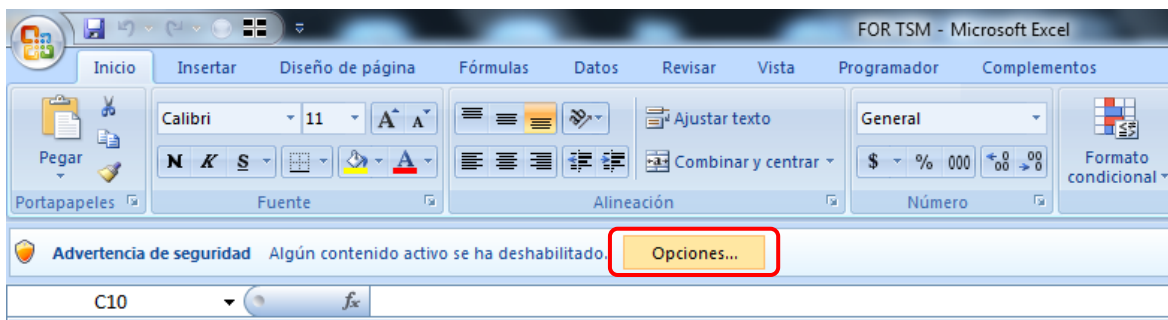
#### 2. Abrir el archivo: Abrir el archivo de Excel FOR TSM.xlsm.

#### 3. Habilitar macros: una vez abierto el archivo, es necesario habilitar las macros para que el sistema pueda ejecutar las macros que contiene el funcionamiento del programa. Para esto, aparecerá una ventana en la parte inferior del menú de Microsoft Excel como advertencia de seguridad, tal como se muestra en la Figura 1.

Paso 1: Dar clic en Opciones.



Figura 1. Advertencia de seguridad para macros de Microsoft Excel

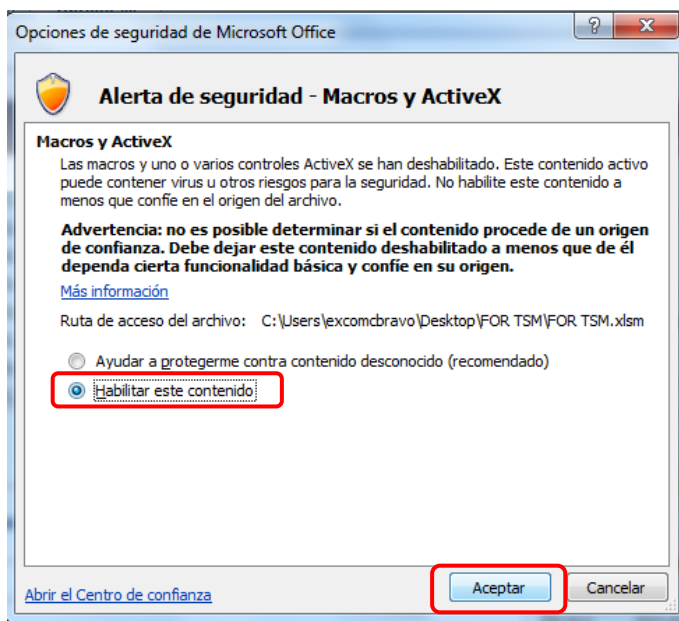


Fuente: elaboración propia.

Paso 2: Seleccionar habilitar este contenido (ver Figura 2).

Paso 3: Aceptar.

Figura 2. Habilitar contenido para la ejecución de macros



Fuente: elaboración propia.



**4. Instalación de Solver:** Solver es una herramienta de Microsoft Excel que permite optimizar los valores que pueden tomar determinadas variables, de acuerdo a ciertas restricciones que se ingresen. En la herramienta FOR TSM se puede usar para calcular el valor optimizado de los parámetros de algunos de los modelos, por lo que es un requisito el tener instalado Solver en el equipo.

Para verificar si Solver está instalado:

Paso 1: haga clic en Datos en la barra de herramientas y verifique que se encuentra habilitado tal como se muestra en la Figura 3. Si encuentra la opción Solver en la parte superior derecha, continúe hasta el numeral 4. Si no se encuentra habilitado siga los siguientes pasos.

Figura 3. Verificación de la instalación de Solver en Microsoft Excel



Fuente: elaboración propia.

Para instalar Solver:

Paso 2: Clic en Botón de Office (ver Figura 4) en la parte superior izquierda de la pantalla.



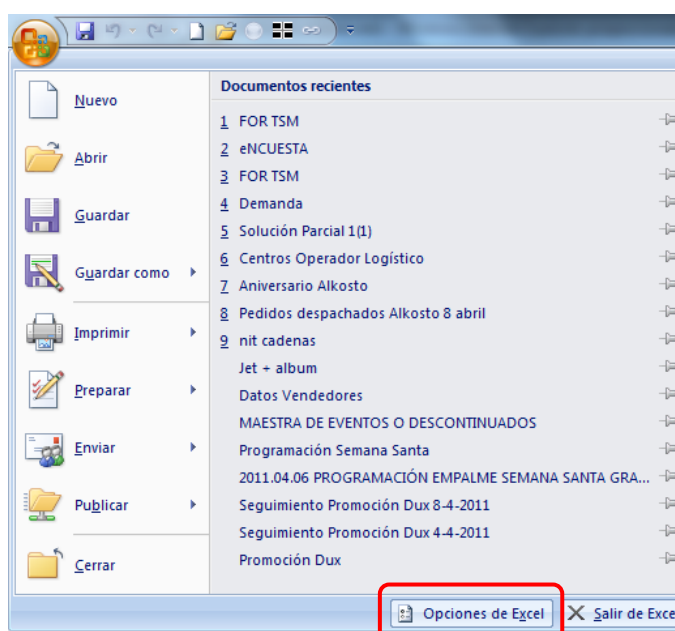
Figura 4. Botón de Office



Fuente: elaboración propia.

Paso 3: Ingresar en Opciones de Excel, tal como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Opciones de Excel de Microsoft Office

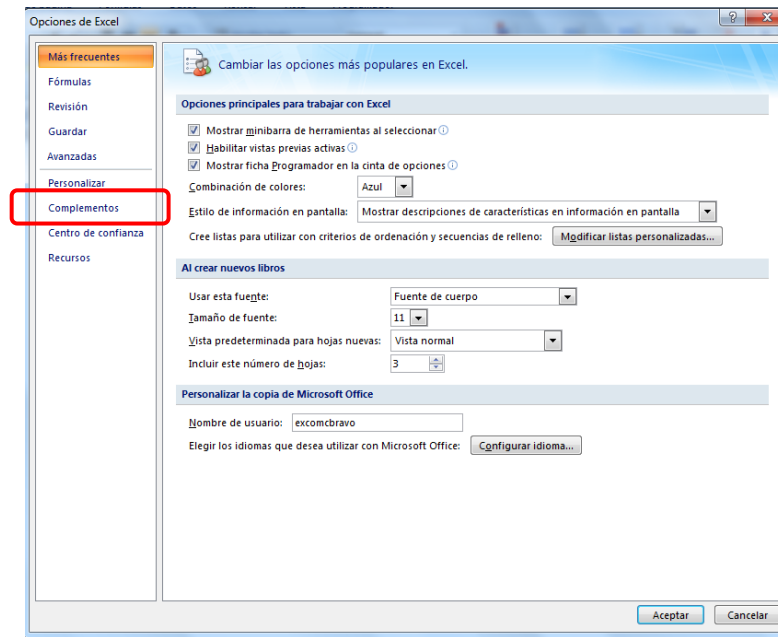


Fuente: elaboración propia.

Paso 4: Ingresar a la ficha complementos (ver Figura 6).



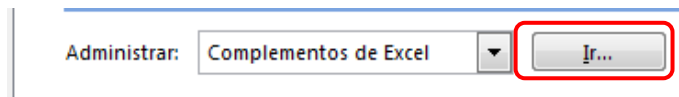
Figura 6. Administración de complementos de Microsoft Office Excel



Fuente: elaboración propia.

Paso 5: En la parte inferior de clic en Ir..., como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Ir a complementos de Excel de Microsoft Office

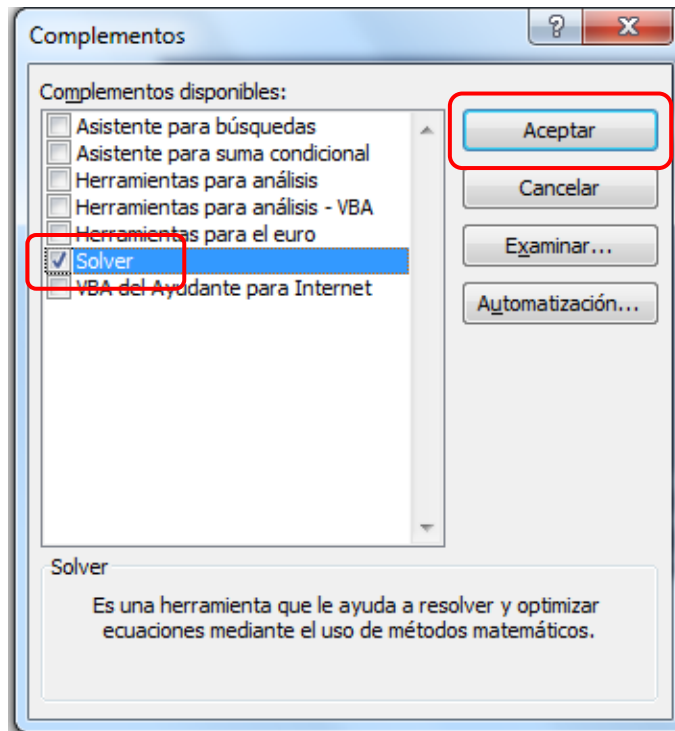


Fuente: elaboración propia.

Paso 6: Elegir la opción Solver que se muestra en la Figura 8 y dar clic en Aceptar.



Figura 8. Habilitar el complemento Solver



Fuente: elaboración propia.

Paso 7: verificar que ya tenga instalado el complemento Solver como se anteriormente. Ahora ya se puede comenzar a usar la Herramienta FOR TSM.

**Nota:** en caso de no poder instalar el complemento Solver, diríjase a su proveedor de Microsoft Excel.

**5. Pantalla principal:** Al abrir el Archivo FOR TSM.xlsm que contiene la herramienta se puede observar la hoja *Demanda*, donde se ingresan los datos de la demanda histórica, se eligen los modelos que se deseen pronosticar y se muestran los modelos calculados (ver Figura 9). Estos resultados serán obtenidos más adelante en el desarrollo del cálculo de los modelos.



Figura 9. Pantalla principal FOR TSM



Fuente: elaboración propia.

A continuación se describirán los pasos necesarios para el desarrollo de los modelos de la herramienta FOR TSM.

Paso 1: En la hoja de demanda, de acuerdo a los datos históricos que se tengan, se debe ingresar el número de periodos de demanda, histórica en la celda que se muestra en la Figura 10 y dar Enter; este valor debe estar entre 10 y 10000.





Figura 10. Ingreso número de periodos de la demanda

NÚMERO DE PERIODOS DE DEMANDA	
<input type="text" value="25"/>	
<b>Elegir Modelos</b>	
Datos	21,000
Desviación Estándar	143,811
Promedio	666,286
Coefficiente Correlación	0,096
Coefficiente de Variación	0,216

Fuente: elaboración propia.

Paso 2: Ingresar cada uno de los datos de demanda en la columna B (azul) de la Figura 11.



Figura 11. Ingreso de demanda histórica

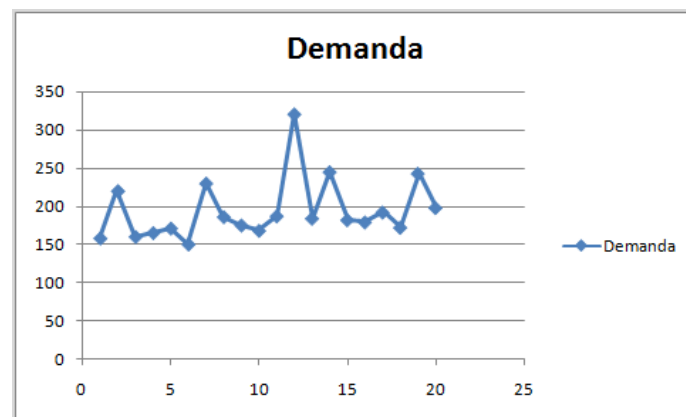
Periodo	Demanda
1	474
2	734
3	771
4	978
5	424
6	542
7	800
8	643
9	586
10	693
11	828
12	791
13	686
14	736
15	658
16	463
17	597
18	476
19	654
20	611
21	603
22	607
23	967
24	955
25	672

Fuente: elaboración propia.

A medida que se ingresan los valores de la demanda histórica, se muestra una gráfica como aparece en la Figura 12, para de que el usuario conozca su comportamiento.



Figura 12. Gráfica de la demanda histórica



Fuente: elaboración propia.

En la zona azul oscura de la pantalla principal se muestran algunos valores importantes que el usuario debe conocer antes de pronosticar, y que le ayudarán a conocer el comportamiento de la demanda (ver Figura 13):

- Datos: número de datos de demanda histórica que se tengan, ingresados en la parte superior.
- Desviación Estándar: indica la desviación estándar de los datos de la demanda, después de ingresarlos.
- Promedio: indica el promedio de los datos de la demanda, después de ingresarlos.
- Coeficiente de Correlación: indica el coeficiente de correlación de los datos de la demanda, después de ingresarlos
- Coeficiente de Variación (CV): es la relación entre la desviación de la demanda y la demanda promedio.



Paso 3: Dar clic en el botón Elegir Modelos para seleccionar los modelos que se desean, tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Medidas de la demanda y elección de los modelos a pronosticar

NÚMERO DE PERIODOS DE DEMANDA	
25	
<b>Elegir Modelos</b>	
Datos	21,000
Desviación Estándar	143,811
Promedio	666,286
Coefficiente Correlación	0,096
Coefficiente de Variación	0,216

Fuente: elaboración propia.

A continuación aparecerá el formulario mostrado en la Figura 14.



Figura 14. Formulario de modelos de pronósticos.

Fuente: elaboración propia.

La herramienta cuenta con nueve modelos de pronósticos de series de tiempo, los cuales contienen diferentes inicializaciones, parámetros de ingreso y optimizaciones, los cuales se muestran en la Tabla 1.

- Los modelos de pronóstico que puede seleccionar son:
  - Promedio Móvil Simple (PMS)



- Promedio Móvil Doble (PM Doble)
- Suavización exponencial (SE)
- Suavización Exponencial Doble (SE Doble)
- Suavización Exponencial con Ajuste de Tendencia (SET)
- Regresión Lineal (RL)
- Media
- Descomposición Multiplicativa (Descomposición)
- Winters

Tabla 1. Modelos y sus características.

Modelo	Parámetros de ingreso	Optimización Parámetros minimizando:	Inicializaciones	
			Por Defecto	Otra
Media	NA	NA	NA	NA
Promedio Móvil Simple (PMS)	N: número de periodos a promediar	NA	NA	NA
Suavización Exponencial (SE)	Coefficientes $\alpha$ Valores admitidos: [0-1]	MAD ME MSE MAPE	$F_t = D_{t-1}$	Promedio de N periodos
Suavización Exponencial con Ajuste de Tendencia (SET)	Coefficientes $\alpha$ y $\beta$ Valores admitidos: [0-1]	MAD ME MSE MAPE	$S_t = D_{t-1}$ $T_t = 0$	Regresión Lineal con N periodos
Suavización	Coefficientes $\alpha$	MAD	$S_t' = D_t$	Promedio



Modelo	Parámetros de ingreso	Optimización Parámetros minimizando:	Inicializaciones	
			Por Defecto	Otra
Exponencial Doble (SED)	Valores admitidos: [0- 1]	ME MSE MAPE	$S_t'' = S_t'$	de N periodos
Regresión Lineal	NA	NA	NA	NA
Promedio Móvil Doble (PMD)	N: número de periodos a promediar	NA	NA	NA
Descomposición Multiplicativa	Estacionalidad Valores admitidos: {2,3,4,6,12}	NA	NA	NA
Winters	Coeficientes $\alpha, \beta$ y $\gamma$  Valores admitidos: [0- 1]  Estacionalidad Valores admitidos: {2,3,4,6,12}	MAD ME MSE MAPE	$S_t = D_t$  $I_t = \frac{D_t}{\frac{D_t + D_{t+1} + \dots + D_{t+N}}{N}}$  $T_t = D_t - D_{t-N}$	NA

Fuente: elaboración propia.

Paso 4: Seleccionar los modelos a desarrollar e ingresar los parámetros y valores de inicialización de cada uno como se muestra en la Figura 15.



Es importante aclarar que los parámetros de ingreso sólo serán visibles cuando se seleccione el modelo como se seleccione el modelo. Además, cuando se quiera borrar la información ingresada en el formulario, se puede dar clic en *Limpiar Formulario*.

**Nota:** todos los decimales deben estar separados por puntos.

Paso 5: ingresar

- Número de datos a utilizar: corresponde a los datos de la demanda histórica que serán tomados en cuenta para realizar los pronósticos, estos corresponderán a los más recientes.
- Periodos a pronosticar: es el número de periodos a futuro que se desean pronosticar, estos valores aplican para todos los modelos.
- Límites del MAD: los límites que se usarán en la gráfica de señal de rastreo que será útiles para evaluar el modelo, deberán estar entre 1 y 4.

Paso 6: clic en Calcular.





Figura 15. Ejecución de los modelos

FOR-TSM

Modelos de Pronósticos

- Promedio Movil Simple N (Periodos de Promedio) 4
- Promedio Movil Doble N (Periodos de Promedio) 6
- Suavización Exponencial Alpha:  Valor  Optimización MAD Inicialización:  Defecto  Promedio
- Suavización Exponencial Doble Alpha:  Valor  $\alpha$  (Alfa) 0.6  Optimización Inicialización:  Defecto  Promedio
- Suavización Exponencial con Ajuste de Tendencia Alpha y Beta:  Valor  Optimización MSE Inicialización:  Defecto  Promedio
- Regresión Lineal
- Media
- Descomposición Multiplicativa Estacionalidad 12
- Winter Estacionalidad 12 Alpha, Beta y Gamma:  Valor  Optimización MAPE

Limpiar Formulario

Número de datos a utilizar 25

Periodos a pronosticar 3

Límites MAD para gráfica de Señal de 1,4

Calcular

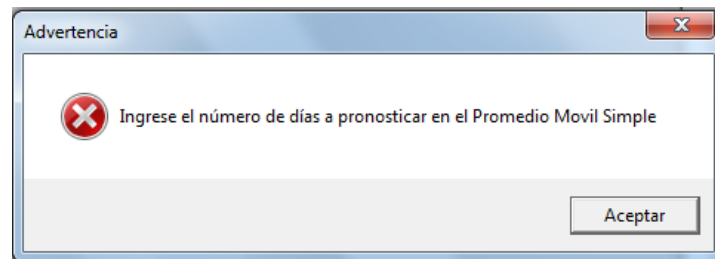
**Nota: Todo decimal debe estar separado por Puntos**

Fuente: elaboración propia.

Si selecciona un modelo y no ingresa alguno de los parámetros de entrada, el sistema no le dejará continuar al dar clic en calcular y le mostrará una alerta como la mostrada en la Figura 16.



Figura 16. Advertencias en la validación de contenido



Fuente: elaboración propia.

Además es importante tener en cuenta que hay restricciones en el sistema como:

- El número de periodos promedio debe ser menor al número de datos a utilizar.
- El número de periodos promedio del Promedio Móvil Doble no puede ser igual a 1 por las condiciones del modelo.
- Los parámetros de suavización ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) deben estar entre cero y uno.
- Las gráficas de comparación se encuentran en escala normalizada y aumentada en una unidad, por lo tanto los valores mostrados se encuentran en un rango entre 0-2.

**6. Resultados obtenidos:** en las hojas aparecerán los links de cada modelo calculado para la navegación en el libro y un link para ir a la hoja de comparación, tal como se muestra en la Figura 17.



Figura 17. Link de los modelos calculados



Fuente: elaboración propia.

Para cada uno de los modelos de pronóstico seleccionados, se tiene una hoja de cálculo donde se muestran los valores, las medidas de desempeño y la gráfica de señal de rastreo tal como se muestra en la Figura 18.

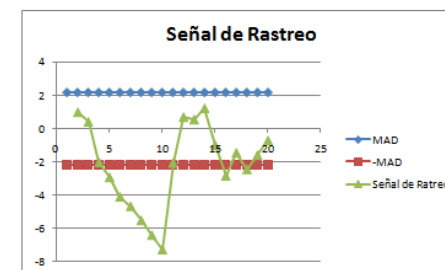
Además contiene una hoja de comparaciones donde se pueden ver las medias de desempeño de los modelos calculados y por medio de una gráfica permite compararlas con el fin de que el usuario seleccione el modelo más adecuado para la demanda que ingresó.

Para cada modelo pronosticado se obtienen los parámetros presentados en la Tabla 2.



Figura 18. Resultados obtenidos al desarrollar los modelos






Datos Iniciales		Pronóstico	Análisis del Error								Valores Iniciales		Medidas de Desempeño Finales					
Periodo	Demanda		Ft (Pronóstico)	et (Error del Pronóstico)	RSFE (Error Acumulado)	letl (Error Absoluto)	letl acumulado	MAD	SR (Señal de Rastreo)	et*2 (Error Cuadrático)	Fracción Abs. del Error	Alpha	N (Periodos de Promedio)	MAD	MAPE	Rango Señal de Rastreo	ME	MSE
1	686											0,099	Por Defecto	125,809	0,204	8,521	-4,671	25496,399
2	736	PM Simple	686,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	1,000	2500,000	0,068							
3	658	SET	690,934	-32,934	17,066	32,934	82,934	41,467	0,412	1084,631	0,050							
4	463	Reg Lineal	687,684	-224,684	-207,618	224,684	307,618	102,539	-2,025	50482,903	0,485							
5	597	SE Doble	665,513	-68,513	-276,131	68,513	376,131	94,033	-2,937	4694,087	0,115							
6	476	PM Doble	658,753	-182,753	-458,884	182,753	558,884	111,777	-4,105	33398,613	0,384							
7	654	Descomposicion	640,720	13,280	-445,604	13,280	572,164	95,361	-4,673	176,363	0,020							
8	611	Winters	642,030	-31,030	-476,634	31,030	603,194	86,171	-5,531	962,875	0,051							
9	603	Media	638,968	-35,968	-512,602	35,968	639,163	79,895	-6,416	1293,721	0,060							
10	607	Comparaciones	635,419	-28,419	-541,022	28,419	667,582	74,176	-7,294	807,649	0,047							
11	967		632,615	334,385	-206,636	334,385	1001,967	100,197	-2,062	111813,380	0,346							
12	955		665,610	289,390	82,753	289,390	1291,357	117,396	0,705	83746,438	0,303							
13	672		694,166	-22,166	60,588	22,166	1313,522	109,460	0,554	491,316	0,033							
14	762		691,978	70,022	130,609	70,022	1383,544	106,426	1,227	4903,016	0,092							
15	451		698,888	-247,888	-117,279	247,888	1631,432	116,531	-1,006	61448,365	0,550							
16	437		674,428	-237,428	-354,706	237,428	1868,859	124,591	-2,847	56371,856	0,543							
17	821		651,000	170,000	-184,706	170,000	2038,860	127,429	-1,449	28900,166	0,207							
18	540		667,774	-127,774	-312,480	127,774	2166,634	127,449	-2,452	16326,256	0,237							
19	766		655,166	110,834	-201,646	110,834	2277,468	126,526	-1,594	12284,138	0,145							
20	779		666,103	112,897	-88,749	112,897	2390,365	125,809	-0,705	12745,811	0,145							
			677,243															
			677,243															
			677,243															
			677,243															
			677,243															



Fuente: elaboración propia.



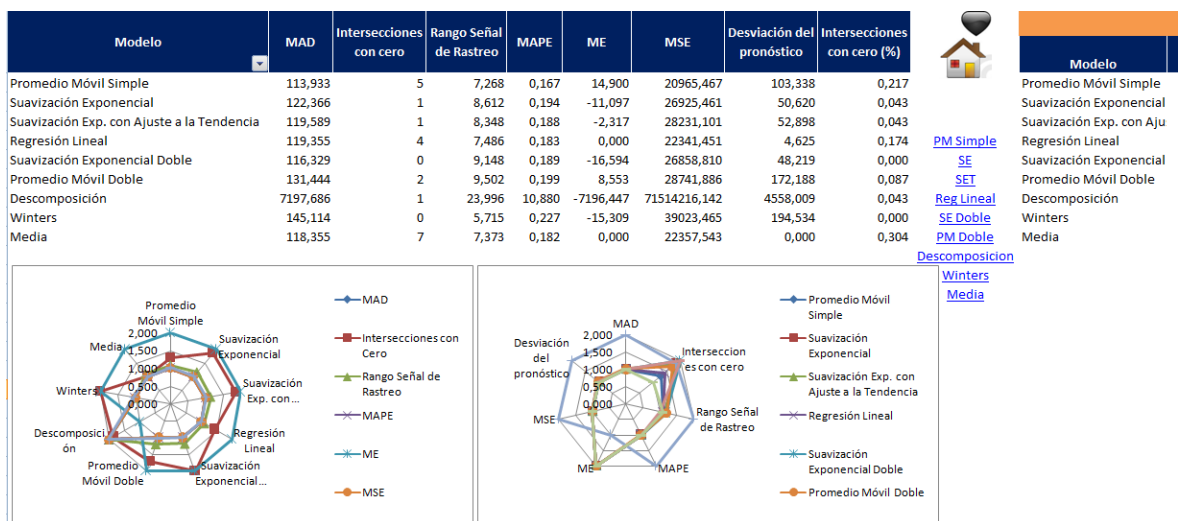
Tabla 2. Relación del esquema de los resultados de los modelos

COLOR		DESCRIPCIÓN
Morado		Datos iniciales del modelo
Azul		Cálculo del pronóstico
Gris		Análisis del error
Vino tinto		Valores iniciales
Verde		Medidas de desempeño finales

Fuente: elaboración propia.

**7. Comparaciones de los modelos:** en la hoja de comparaciones se pueden visualizar las medidas de desempeño finales de cada modelo calculado, así como dos gráficos de radar que permiten comparar las medidas de desempeño por cada uno de los modelos, así como los modelos confrontados con cada medida de desempeño (ver Figura 19).

Figura 19. Gráficas de comparación



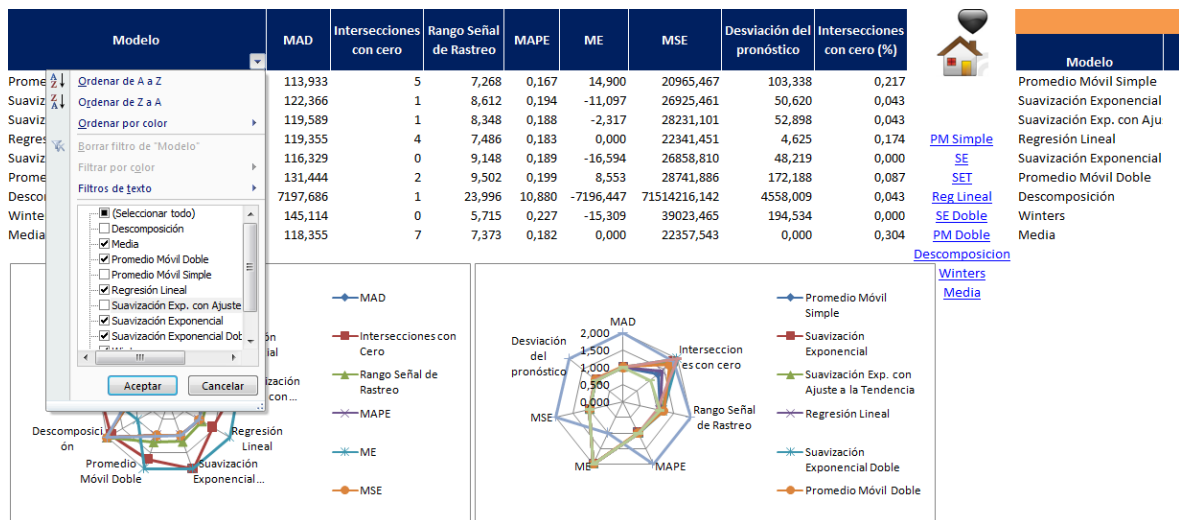
Fuente: elaboración propia.



Con estas comparaciones, el usuario podrá realizar el análisis de cuál es el modelo más adecuado de acuerdo a la demanda histórica que se tenga.

El usuario puede seleccionar los modelos que desee comparar, por medio del filtro que se encuentra ubicado en la columna A, tal como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Uso de filtro para seleccionar los modelos que se deseen comparar

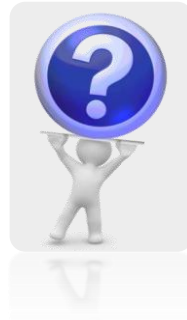


Fuente: elaboración propia.

Para facilitar el uso de la herramienta, se brinda al usuario una guía rápida, contenida en la herramienta FOR TSM. Para consultarla ingrese al vínculo que se encuentra en la hoja de demanda, mostrado en la Figura 21.



Figura 21. Vínculo para ingresar a la guía rápida de usuario



Fuente: elaboración propia.