

## **S O L V E R**

**“NOTA IMPORTANTE:** Para entender muy bien este tema es necesario tener conocimientos de “Programación Lineal”, la cual es una materia de 5 ó 6º semestre de algunas carreras de ingenierías y algunas ciencias económicas. Desafortunadamente es una herramienta que utiliza Excel para programación lineal. Si este es su caso por favor omite el tema de SOLVER.”

En estos tiempos donde se habla de la tecnología, información, sociedad del conocimiento, etc., aprovecho la oportunidad de describir lo poderosa que es la hoja de cálculo de Excel, pero voy a referirme en particular a una de las herramientas la cual se denomina Solver, y se puede ubicar en el menú principal en la opción Herramientas, al pulsar este icono aparecerán varias opciones y ahí encontraran dicha instrucción, ella resuelve problemas lineales y enteros utilizando el método más simple con límites en las variables y el método de ramificación y límite, implantado por John Watson y Dan Fylstra de Frontline Systems, Inc. Es de hacer notar que estos problemas se presentan en las ciencias administrativas y es requisito indispensable en casi todas las áreas de ciencias sociales, ingeniería, y en cualquiera de las carreras universitarias como Ciencias Estadísticas, Economía, Administración, entre otras, allí se estudia en una cátedra llamada Investigación de Operaciones, en ella se construyen modelos para el análisis y la toma de decisiones administrativas, los cuales en tiempos remotos se utilizaban algoritmos muy complejos entre ellos el del método simplex y el dual, estas técnicas manualmente son complejas, pero con la tecnología aparecieron software para resolver sendos problemas entre ellos se encuentra el más conocido que es el “LINDO”, pero hoy tenemos la oportunidad de resolverlos muy fácilmente mediante la hoja de cálculo de Excel y el paquete agregado llamado “SOLVER” que optimiza los modelos sujetos a restricciones, como los modelos de programación lineal y no lineales, la cual permite obtener las soluciones óptimas para un modelo determinado, y dependiendo de los niveles de la organización se tomen las mejores decisiones para resolver los conflictos de una empresa.

Solver es parte de una serie de comandos a veces denominados herramientas de análisis Y si. Con Solver, puede buscarse el valor óptimo para una fórmula de celda, denominada celda objetivo, en una hoja de cálculo. Solver funciona en un grupo de celdas que estén

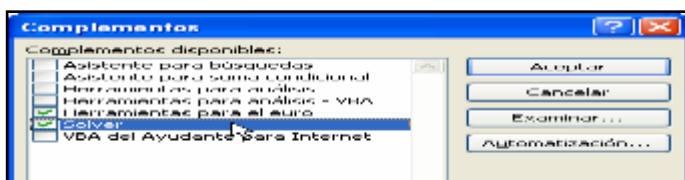
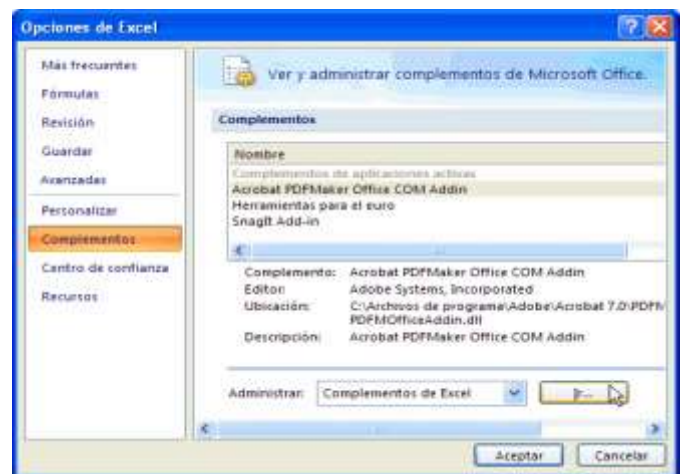
relacionadas, directa o indirectamente, con la fórmula de la celda objetivo. Solver ajusta los valores en las celdas cambiantes que se especifiquen, denominadas celdas ajustables, para generar el resultado especificado en la fórmula de la celda objetivo. Pueden aplicarse restricciones para restringir los valores que puede utilizar Solver en el modelo y las restricciones pueden hacer referencia a otras celdas a las que afecte la fórmula de la celda objetivo.

Utilice Solver para determinar el valor máximo o mínimo de una celda cambiando otras celdas, por ejemplo, puede cambiar el importe del presupuesto previsto para publicidad y ver el efecto sobre el margen de beneficio.

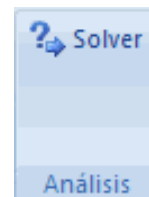
Solver es una potente herramienta de análisis que permite determinar el valor de una celda que depende de numerosas variables independientes, y no de una sola como en el caso de **Buscar Objetivos**, pero además, pudiendo aplicar varias restricciones al cálculo.

**Muy importante:** En principio, la herramienta **Solver**, no se encuentra disponible en la cinta de opciones. Para que aparezca debemos cargar la aplicación, para ello accedemos a las **Opciones**, desde el **Mení/Archivo**, y accedemos a la categoría **Complementos**. Junto a la lista desplegable de **Complementos de Excel** pulsamos en el botón **Ir...**

En el cuadro de complementos que aparece, activaremos la casilla de verificación de la nueva herramienta de **Solver** de la que se desea disponer y pulsamos sobre el botón **Aceptar**.



Comienza entonces el proceso de instalación de la herramienta, hasta que queda completamente carga en el programa, desde ese momento, ya disponemos de la herramienta **Solver** dentro de la ficha de **Datos** de nuestra cinta de opciones, pudiendo visualizar en la misma su icono correspondiente.



Para aplicar de una manera óptima la herramienta **Solver**, debemos seguir las siguientes **pautas de trabajo**:

1. **Diseñar el modelo de hoja de cálculo.** Organizamos de esta forma la información que contiene la hoja de cálculo. Este es un paso esencial, para facilitar y simplificar en el mayor grado posible el planteamiento del problema.
2. **Determinar cuál es la celda objetivo.** Solver puede modificar los datos para que la celda objetivo, alcance el **mayor** valor de los posibles, el **menor** o bien **un valor determinado** por el usuario.
3. **Determinar cuáles son las celdas variables del problema.** Solver irá dando valores a las celdas variables hasta encontrar una combinación de valores que satisfaga la condición establecida por la celda objetivo.
4. **Definir las restricciones para el caso.** En las situaciones reales siempre hay límites en el presupuesto, tiempos de ejecución... Estos límites han de indicarse en el planteamiento del problema para que **Solver** los tenga en cuenta a la hora de asignar los valores.

**Ejemplo** para comprender mejor el funcionamiento de esta herramienta:

Una empresa, desea hacer publicidad mediante anuncios en diferentes diarios de tirada nacional con el objeto de captar clientes. Para ello se van a utilizar **36.000 €** en publicar, **al menos un anuncio** en los siguientes diarios: ABC, El País, El Mundo, La Razón.

La tabla presentada en el ejercicio, muestra el **coste por anuncio insertado** así como el **número de lectores diarios** de cada una de las publicaciones.

- **Objetivo:** Alcanzar la máxima audiencia.

• **Restricciones:**

- Importe máximo del gasto: 36.000 €.
- Número mínimo de anuncios por diario: 1.
- Porcentaje máximo del presupuesto para un solo diario: 33,33%.

Vamos a aplicar el **procedimiento** indicado anteriormente para la resolución de este tipo de problemas:

**1. Diseño del modelo.**

	C	D	E	F	G	H
4						
5	<b>Coste del anuncio</b>	<b>Lectores</b>	<b>Nº Anuncios</b>	<b>Coste Total</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Lectores Totales</b>
6	3.000,00 €	2.000.000	1	3.000,00 €	25%	2.000.000
7	2.500,00 €	1.750.000	1	2.500,00 €	25%	1.750.000
8	2.000,00 €	1.250.000	1	2.000,00 €	25%	1.250.000
9	1.800,00 €	800.000	1	1.800,00 €	25%	800.000
10		<b>TOTALES</b>	<b>4</b>	<b>9.300,00 €</b>	<b>100%</b>	<b>5.800.000</b>
11						
12	<b>Restricciones</b>					
13	<b>Total gasto</b>		36.000,00 €			
14	<b>Número mínimo de anuncios por publicar</b>		1			
15	<b>Coste Total</b>					

En el diseño de la hoja de cálculo, aparecerán los siguientes valores:

- El costo de cada anuncio.
- Los **lectores** diarios de cada periódico.
- El **número de anuncios** incluido en cada periódico. Este será el valor cambiante en la resolución del problema, sin embargo suponemos inicialmente que todos tienen el valor 1, para poder aplicar así la fórmula del **Costo Total**.
- **Costo Total**, se corresponde al resultado de aplicar la fórmula: **(coste por anuncio \* Nº Anuncios)**.
- **Porcentaje**, la suma de todos los anuncios suponen el 100%, por lo que el número de anuncios de cada diario será un porcentaje respecto al total de anuncios publicados. La fórmula para su cálculo será: **(Nº Anuncios en cada periódico/total de anuncios publicados)**.

- **Lectores totales**, este valor viene dado por el producto del número de anuncios publicados en cada periódico por el número de lectores que tienen cada uno de ellos. Y la suma de estos datos para cada diario es el **total de lectores de toda la campaña**, este es el **valor objetivo** y deberá ser el **máximo posible**.

Además de las restricciones establecidas en el enunciado del problema, existe **otra restricción adicional**, y es que el número de anuncios a publicar, es decir el rango E6:E9 deberá ser **entero**, ya que no es posible publicar fracciones de un anuncio, por ejemplo: 2,7 anuncios.

## 2. Determinar la celda objetivo.

La celda objetivo es aquella en la que se obtendrá el valor buscado. En nuestro caso la **suma total de lectores**. En nuestro caso esa celda es **H10**.

Además, el valor objetivo obtenido se desea que sea **máximo**, ya que queremos que nuestra campaña publicitaria llegue al mayor número de lectores posible.

## 3. Celdas variables.

Son las celdas, cuya variación o valor a obtener, **determina el resultado objetivo del problema**. Serán celdas **independientes**, sin fórmula.

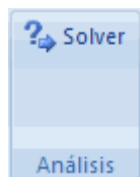
En nuestro caso es el rango **E6:E9**, que se corresponde con el número de anuncios diarios para cada publicación.

## 4. Definir las restricciones.

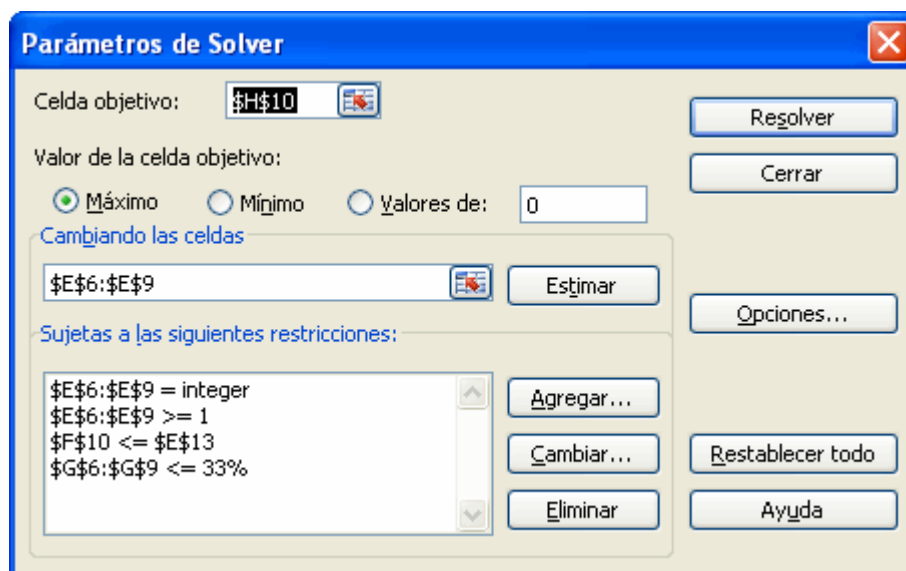
Las restricciones que se definen para este ejemplo son las siguientes:

- **Importe máximo del gasto**: 36.000 €.
- **Número mínimo de anuncios por diario** : 1.
- **Porcentaje máximo del presupuesto para un solo diario**: 33,33%.
- Que los valores de las **celdas variables** E6:E9 sean **enteros** (en inglés **integer**).

Una vez realizados todos los pasos anteriores, vamos a aplicar la herramienta **Solver**, que una vez activada desde las opciones de Excel, aparecerá en la ficha **Datos**.



Pulsando sobre esta opción, se abre el cuadro de diálogo de los **Parámetros de Solver**, donde iremos introduciendo los datos que nos solicitan, y que ya tenemos localizados gracias al proceso de razonamiento que hemos aplicado con anterioridad.



Las restricciones que aparecen en el panel **Sujetas a las siguientes restricciones**, se añaden pulsando sobre el botón **Agregar**, desde la ventana que se abre, vamos construyendo cada una de las restricciones a aplicar, y pulsamos sobre el botón **Agregar** para que todas ellas sean incluidas.



Cuando terminemos de añadir restricciones, se cierra esta ventana pulsando sobre el botón **Aceptar**, o **Cancelar** en el caso de que además quiera anular la última de las restricciones creada. Si se desean **añadir** más restricciones pulsaremos **Agregar**.

### RESOLVER UN SOLVER

Una vez introducidos todos los parámetros del problema, sólo queda resolverlo. Para resolver un Solver, pulsaremos sobre el botón **Resolver**, del cuadro de diálogo **Parámetros de Solver**.

En el ejemplo con el que estamos trabajando, el resultado que nos proporciona es el siguiente:

- El **número de anuncios a insertar** en cada diario, que maximiza el total de lectores con las restricciones dadas, será en cada diario: **4, 4, 4 y 3** respectivamente.
- El **coste total** de la campaña en estas condiciones sería de **35.400 €**, no supera por lo tanto la restricción de 36.000 €.
- El **número total de lectores** de nuestra campaña sería de **22.400.000** lectores.

	C	D	E	F	G	H
4						
5	<b>Coste del anuncio</b>	<b>Lectores</b>	<b>Nº Anuncios</b>	<b>Coste Total</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Lectores Totales</b>
6	3.000,00 €	2.000.000	4	12.000,00 €	27%	8.000.000
7	2.500,00 €	1.750.000	4	10.000,00 €	27%	7.000.000
8	2.000,00 €	1.250.000	4	8.000,00 €	27%	5.000.000
9	1.800,00 €	800.000	3	5.400,00 €	20%	2.400.000
10		<b>TOTALES</b>	<b>15</b>	<b>35.400,00 €</b>	<b>100%</b>	<b>22.400.000</b>
11						
12	<b>Restricciones</b>					
13	<b>Total gasto</b>		36.000,00 €			
14	<b>Número mínimo de anuncios por publicar</b>		1			
15	<b>Coste Total</b>					

Al pulsar el botón resolver, se realizan los cálculos y se presenta un último cuadro de diálogo de **Resultados de Solver**, que permite dejar los resultados obtenidos como

**datos actuales, Utilizar solución Solver,** o bien regresar al planteamiento inicial sin Solver, **Restaurar valores originales.**

