



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Taller de Introducción a la Investigación de Operaciones - Solver en Planillas Electrónicas

Víctor Viana

victor.viana@cut.edu.uy

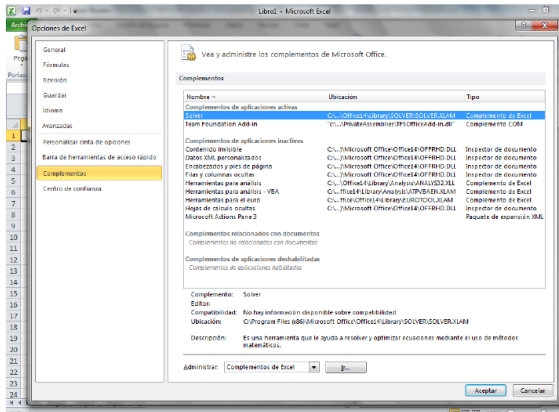
23/5/2024

Activar Solver en las Planillas Electrónicas

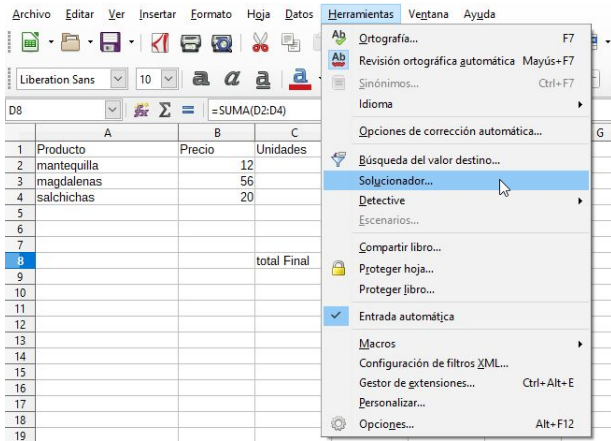
Ejemplo

Activar Solver en Microsoft Excel

- ▶ *Archivo* → *Opciones*.
- ▶ A continuación, en Complementos, elegimos → Administrar Complementos de Excel, seleccionaremos Solver y aceptamos.
- ▶ Una vez instalado, el comando Solver estará disponible en el grupo Análisis del menú Datos.



Instalado por defecto



The screenshot shows the LibreOffice Calc application interface. The menu bar includes Archivo, Editar, Ver, Insertar, Formato, Hoja, Datos, **Herramientas**, Ventana, and Ayuda. The 'Herramientas' menu is open, displaying the following options:

- Ortografía... F7
- Revisión ortográfica automática Mayús+F7
- Sinónimos... Ctrl+F7
- Idioma
- Opciones de corrección automática...
- Búsqueda del valor destino...
- Solucionador...** (highlighted)
- Detective
- Escenarios...
- Compartir libro...
- Proteger hoja...
- Proteger libro...
- Entrada automática
- Macros
- Configuración de filtros XML...
- Gestor de extensiones... Ctrl+Alt+E
- Personalizar...
- Opciones... Alt+F12

The spreadsheet below the menu shows a table with columns A, B, and C. The data is as follows:

| | A | B | C |
|----|-------------|--------|-------------|
| 1 | Producto | Precio | Unidades |
| 2 | mantequilla | 12 | |
| 3 | magdalenas | 56 | |
| 4 | salchichas | 20 | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | total Final |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |

$$\text{mín } 7x_1 + 2x_2 + 5x_3$$

s.a

$$x_1 \geq 10$$

$$-x_1 + 2x_2 \geq 50$$

$$2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 150$$

$$x_2 - x_3 \leq 10$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Todos los datos de entrada numéricos (es decir, los valores necesarios para calcular la función objetivo y las restricciones) deben aparecer en la hoja de cálculo:

| | A | B | C | D | E | |
|----|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | <u>X1</u> | <u>X2</u> | <u>X3</u> | |
| 3 | | Función Objetivo | 7 | 2 | 5 | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | Restricción 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 7 | | Restricción 2 | -1 | 2 | 0 | |
| 8 | | Restricción 3 | 2 | 3 | 1 | |
| 9 | | Restricción 4 | 0 | 1 | -1 | |
| 10 | | | | | | |

| | G | H |
|--|----|-----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | >= | 10 |
| | >= | 50 |
| | <= | 150 |
| | <= | 10 |

- ▶ En las celdas C2, D2 y E2 se han introducido los variables, en C3, D3 y E3 las coeficientes. Hay que introducir valores iniciales para las variables y una vez que se resuelve el problema se pueden cambiar estos valores por la solución.
- ▶ Para con elegir como valores iniciales aquellos que cumplen las restricciones.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|---|
| 1 | | | | | | Valores Iniciales | |
| 2 | | | X1 | X2 | X3 | 10 | |
| 3 | | Función Objetivo | 7 | 2 | 5 | 30 | |
| 4 | | | | | | 20 | |
| 5 | | | | | | | |



La función $7x_1 + 2x_2 + 5x_3$ se tiene que escribir en forma de celdas como $\$F\$2*C3+\$F\$3*D3+\$F\$4*E3$ en la celda F12 por ejemplo:

| F12 | | $f(x)$ | Σ | = | =\$F\$2*C3+\$F\$3*D3+\$F\$4*E3 | | |
|-----|---|-------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|--------------------------|--|
| | A | B | C | D | E | F | |
| 1 | | | | | | Valores Iniciales | |
| 2 | | | X1 | X2 | X3 | 10 | |
| 3 | | Función Objetivo | 7 | 2 | 5 | 30 | |
| 4 | | | | | | 20 | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | Restricción 1 | 1 | 0 | 0 | 10 | |
| 7 | | Restricción 2 | -1 | 2 | 0 | 50 | |
| 8 | | Restricción 3 | 2 | 3 | 1 | 130 | |
| 9 | | Restricción 4 | 0 | 1 | -1 | 10 | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | Minimizar | 230 | |
| 13 | | | | | | | |

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|-------------------------|-----------|-----------|------------------|--------------------------|--------------|-----|
| 1 | | | | | | Valores Iniciales | | |
| 2 | | | X1 | X2 | X3 | 10 | | |
| 3 | | Función Objetivo | 7 | 2 | 5 | 30 | | |
| 4 | | | | | | 20 | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | Restricción 1 | 1 | 0 | 0 | 10 | >= | 10 |
| 7 | | Restricción 2 | -1 | 2 | 0 | 50 | >= | 50 |
| 8 | | Restricción 3 | 2 | 3 | 1 | 130 | <= | 150 |
| 9 | | Restricción 4 | 0 | 1 | -1 | 10 | <= | 10 |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | Minimizar | 230 | | |
| 13 | | | | | | | | |

Ingreso de restricciones(cont.)



| SUMA | | $f(x)$ | | | = $\$F\$2*C7+\$F\$3*D7+\$F\$4*E7$ | | | |
|------|---|-------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1 | | | | | | Valores Iniciales | | |
| 2 | | | X1 | X2 | X3 | 10 | | |
| 3 | | Función Objetivo | 7 | 2 | 5 | 30 | | |
| 4 | | | | | | 20 | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | Restricción 1 | 1 | 0 | 0 | 10 | >= | 10 |
| 7 | | Restricción 2 | -1 | 2 | 0 | = $\$F\$2*C7+\$F\$3*D7+\$F\$4*E7$ | >= | 50 |
| 8 | | Restricción 3 | 2 | 3 | 1 | 130 | <= | 150 |
| 9 | | Restricción 4 | 0 | 1 | -1 | 10 | <= | 10 |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | Minimizar | 230 | | |
| 13 | | | | | | | | |

Minimizar 230

Solver

Celda objetivo

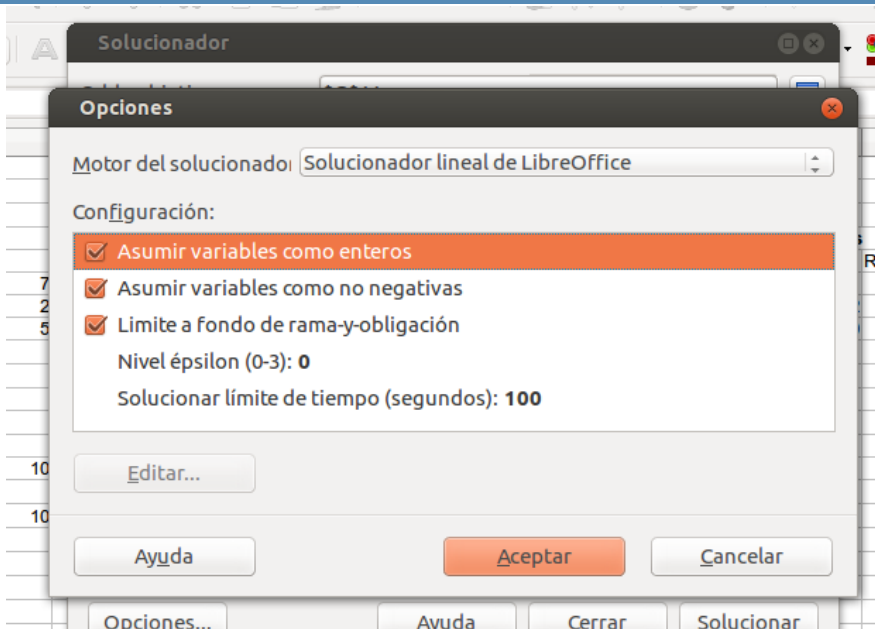
Optimizar resultados a Máximo
 Mínimo
 Valor de

Cambiando las celdas

Condiciones limitantes

| Referencia de celda | Operador | Valor |
|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|
| <input type="text" value="\$F\$6"/> | => | <input type="text" value="\$H\$6"/> |
| <input type="text" value="\$F\$7"/> | => | <input type="text" value="\$H\$7"/> |
| <input type="text" value="\$F\$8"/> | <= | <input type="text" value="\$H\$8"/> |
| <input type="text" value="\$F\$9"/> | <= | <input type="text" value="\$H\$9"/> |

Opciones... Ayuda Cerrar Solucionar



Minimizar 230

The image shows the Microsoft Excel Solver dialog box. The 'Celda objetivo' (Target Cell) is set to '\$F\$12' and 'Optimizar resultados a' (To: Objective Of) is set to 'Máximo' (Max). A smaller dialog box titled 'Resultado de la resolución' (Resolution Result) is overlaid on top, displaying the message 'Se completó la resolución correctamente.' (Resolution completed successfully.) and 'Resultado: 230' (Result: 230). Below this message, it asks '¿Quiere mantener el resultado o restaurar los valores anteriores?' (Do you want to keep the result or restore the previous values?). Two buttons are visible: 'Mantener el resultado' (Keep the result) and 'Restaurar anterior' (Restore previous). The Solver dialog box also shows a list of constraints under 'Cambiando las' (Changing Variable Cells) and 'Condiciones de' (Subject to the Constraints of), with 'Referencia de' (Cell Reference) set to '\$F\$6', '\$F\$7', '\$F\$8', and '\$F\$9'. The 'Carga de' (Load/Save) section shows 'SH\$8' and 'SH\$9'. At the bottom of the Solver dialog, there are buttons for 'Opciones...' (Options...), 'Ayuda' (Help), 'Cerrar' (Close), and 'Solucionar' (Solve).

- ▶ Una empresa está dedicada a la fabricación de un producto de dos tipos diferentes que llamaremos Tipo I y Tipo II.
- ▶ La fabricación de cada unidad del producto Tipo I necesita 0.5 horas de trabajo de una máquina M1 y 0.25 horas de otra máquina M2.
- ▶ El producto del Tipo II necesita 1 hora de M1 y 1 hora de M2.
- ▶ El orden en que se efectúan las operaciones en las máquinas es indiferente.



- ▶ La máquina M1 está disponible 40 horas por semana y la máquina M2 25 horas por semana.
- ▶ Cada unidad del producto Tipo I da una ganancia o utilidad de U\$S 10 y cada unidad del producto Tipo II da una ganancia de U\$S 30.
- ▶ Si se sabe que todos los productos fabricados serán vendidos, se desea saber cuántas unidades deben fabricarse por semana de cada uno de los tipos de productos para que la empresa obtenga máxima ganancia.

- ▶ La función a maximizar es la ganancia de la empresa, la denotamos como “G”.
- ▶ Intentemos ahora hallar su expresión analítica. Para ello llamemos: (x) al número de unidades/semana del producto tipo I que se fabrican , (y) al número de unidades/semana del producto tipo II que se fabrican.
- ▶ Como cada unidad del producto tipo I da una ganancia de 10 U\$\$ la fabricación de x unidades por semana dará una ganancia de 10x U\$\$/sem. En forma similar la ganancia para el producto tipo II será de 30y U\$\$/sem.
- ▶ La función ganancia total G tendrá entonces la siguiente expresión analítica:

$$G(x,y) = 10x + 30y$$

- ▶ Tenemos la restricción de que la cantidad de horas disponibles para la máquina M1 es de 40 horas semanales.
- ▶ Si cada unidad del producto I necesita 0.5 horas de máquina y se fabrican “x” unidades, se necesitarán $0.5x$ horas de máquina.
- ▶ En forma análoga las “y” unidades del producto del tipo II necesitarán 1.0 y horas de máquina.
- ▶ Las horas totales de utilización de la máquina M1 no podrán superar las 40 por lo que podremos escribir:

$$0.5x + 1y \leq 40 \quad (1)$$

Razonando en forma completamente similar para la máquina M2 se concluye que:

$$0.25x + 1y \leq 25 \quad (2)$$

Obviamente además deberán ser: $x \geq 0$ (3) $y \geq 0$ (4)

| | | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|------------|----|----|
| | X1 | X2 | | | |
| Función Objetivo | 10 | 30 | | | |
| Valores Iniciales | 60 | 10 | | | |
| Restricción 1 | 0,5 | 1 | 40 | <= | 40 |
| Restricción 2 | 0,25 | 1 | 25 | <= | 25 |
| | | Max | 900 | | |

Solver

Celda objetivo:

Optimizar resultados a:

Máximo

Mínimo

Valor de

Cambiando las celdas:

Condiciones limitantes

| Referencia de celda | Operador | Valor |
|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|
| <input type="text" value="\$E\$8"/> | <= | <input type="text" value="\$G\$8"/> |
| <input type="text" value="\$E\$9"/> | <= | <input type="text" value="\$G\$9"/> |
| <input type="text"/> | <= | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <= | <input type="text"/> |

Opciones... Ayuda Cerrar Solucionar

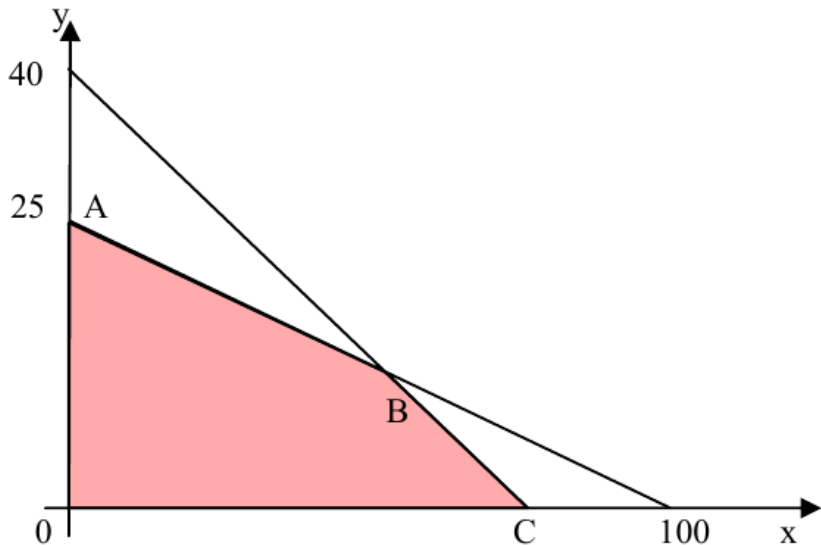
Resultado de la resolución

Se completó la resolución correctamente.

Resultado: 900

¿Quiere mantener el resultado o restaurar los valores anteriores?

- ▶ Las restricciones serán entonces las inecuaciones numeradas del (1) al (4). A partir de este momento la resolución del problema es similar a como se han resuelto los problemas anteriores.
- ▶ Se puede optar por la resolución gráfica utilizando curvas de nivel o calculando los valores de la función ganancia en los vértices del recinto de puntos factibles.



| Rectas | Intersección | Viola restricción | Vértice | Valor funcional |
|-------------------------------------|--------------|-------------------|---------|-----------------|
| $0.5x + y = 40$ $0.25x + y = 25$ | (60,10) | Ninguna | B | 900 |
| $0.5x + y = 40$ $x = 0$ | (0,40) | (2) | ----- | ----- |
| $0.5x + y = 40$ $y = 0$ | (80,0) | Ninguna | C | 800 |
| $0.25x + y = 25$ $x = 0$ | (0, 25) | Ninguna | A | 750 |
| $0.25x + y = 25$ $y = 0$ | (100,0) | (1) | ----- | ----- |
| $x = 0$ $y = 0$ | (0 , 0) | Ninguna | O | 0 |

- ▶ El máximo se produce en el vértice B (60,10) y la ganancia máxima es entonces de 900 U\$\$/semana.
- ▶ Deberán fabricarse 60 unidades del producto Tipo I y 10 unidades del producto Tipo II semanalmente.