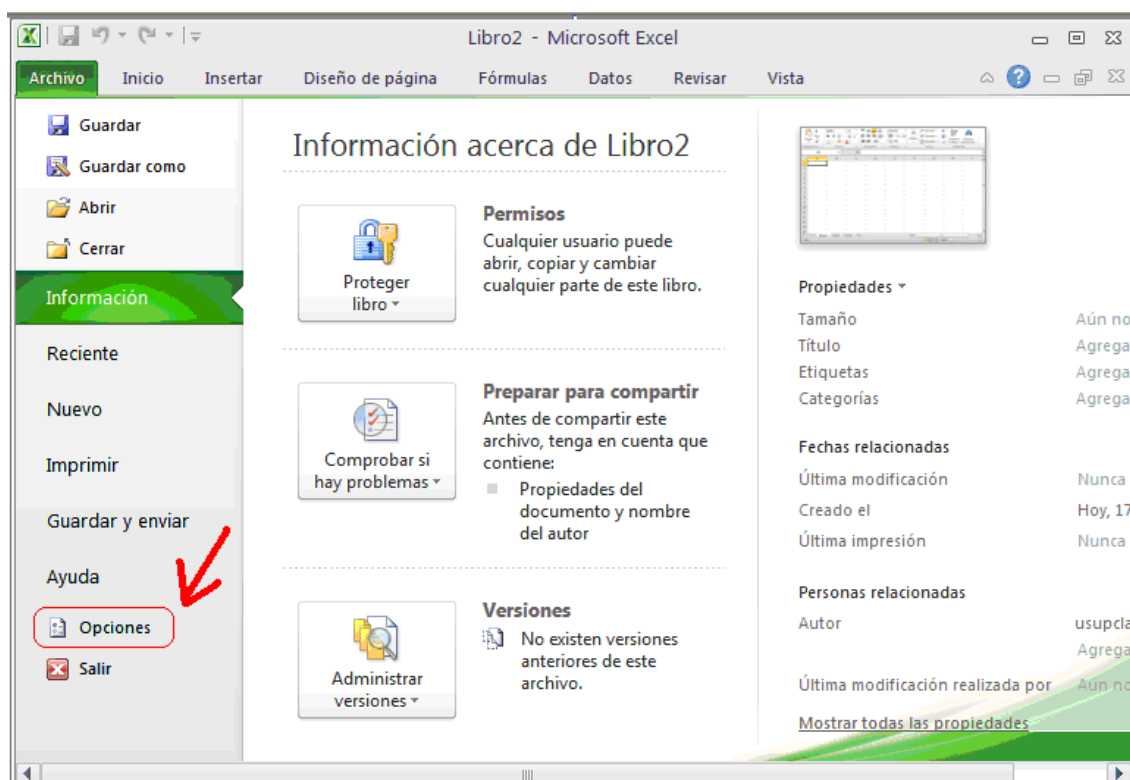


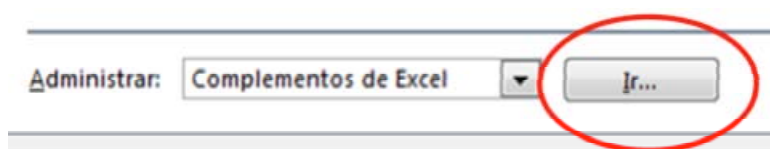
CASOS DE ESTUDIO CON EXCEL

Excel es una herramienta muy utilizada en gestión, aunque probablemente no sea la idónea para problemas de optimización. A pesar de todo, y dado lo extendido que es su uso, se muestran ejemplos para desarrollar con Excel, con el Complemento SOLVER. En Internet, se pueden encontrar complementos que mejoran fundamentalmente la escritura de modelos, pero no se distribuyen de forma gratuita con Excel, por lo que no se van a utilizar.

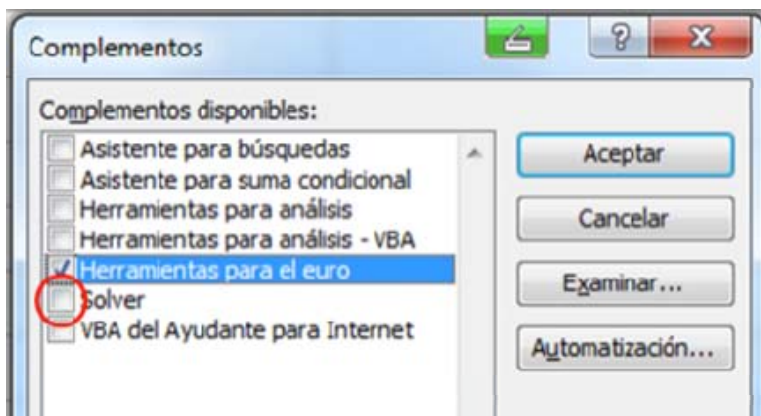
Antes de continuar para usar la herramienta Solver debemos activar un complemento que viene por defecto deshabilitado. Para activarlo debemos ir a **Archivo -> Opciones**.



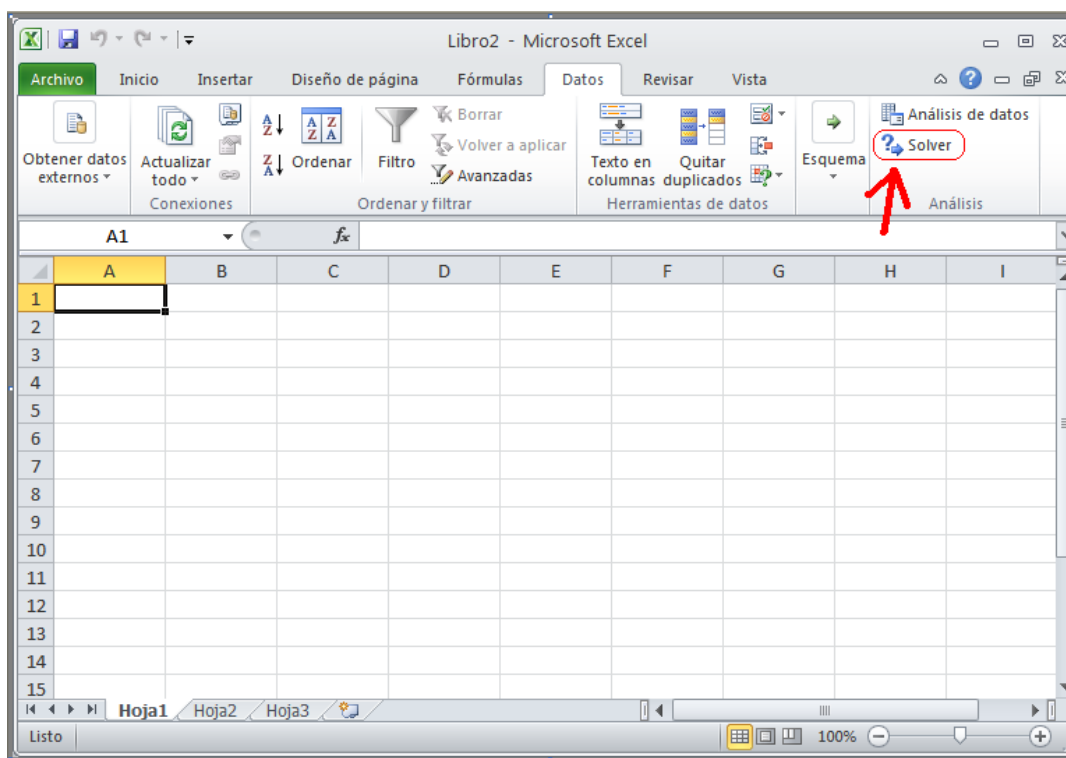
Debemos continuar entrando en la opción de **Complementos** que aparece en el cuadro de diálogo y dando a la opción "Ir..." que aparece en la parte inferior de la pantalla.



En cualquiera de los casos debes activar la casilla correspondiente a Solver:



Una vez habilitada la herramienta podrás usarla desde **Archivo- > Análisis**



La implementación de un modelo en Excel se va a mostrar con un ejemplo.

CASO EJEMPLO

Un empresario ha de producir un compuesto basado en un determinado componente básico. Este componente puede ir en una cantidad variable entre el 50 y el 100% del total de la composición. Por otra parte del componente básico hay dos calidades, una calidad superior que cuesta 200€/unidad y otra que cuesta 100€. El mercado le obliga a que al menos un 20% ha de ser del componente de calidad superior. El empresario se plantea maximizar la calidad y minimizar el coste. Plantear un modelo para este problema (con los dos objetivos, aunque se traten por separado) e implementarlo en Excel. El siguiente modelo de optimización sirve para determinar el espacio de soluciones, donde X representa la calidad superior del componente e Y la calidad inferior:

$$X \geq 20$$

$$X + Y \leq 100$$

$$X + Y \geq 50$$

$$X, Y \geq 0$$

Por otra parte, los dos atributos planteados y su dirección de optimización, serían:

Calidad: $\max X$

Coste: $\min 200X + 100Y$

A continuación se muestra cómo formular este modelo de programación lineal en Excel.

Libro1 - Microsoft Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Calibri 11 General

Pegar Fuente Alineación Número Estilos

Insertar Eliminar Formato Celdas Modificar

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X	Y						
2								
3	Calidad	X		0				
4	Coste	$200 \cdot X + 100 \cdot Y$		0				
5								
6	Restricciones							
7	Minimo 20%		0	20				
8	suma ≤ 100		0	100				
9	suma > -50		0	50				
10								
11								
12								
13								
14								
15								

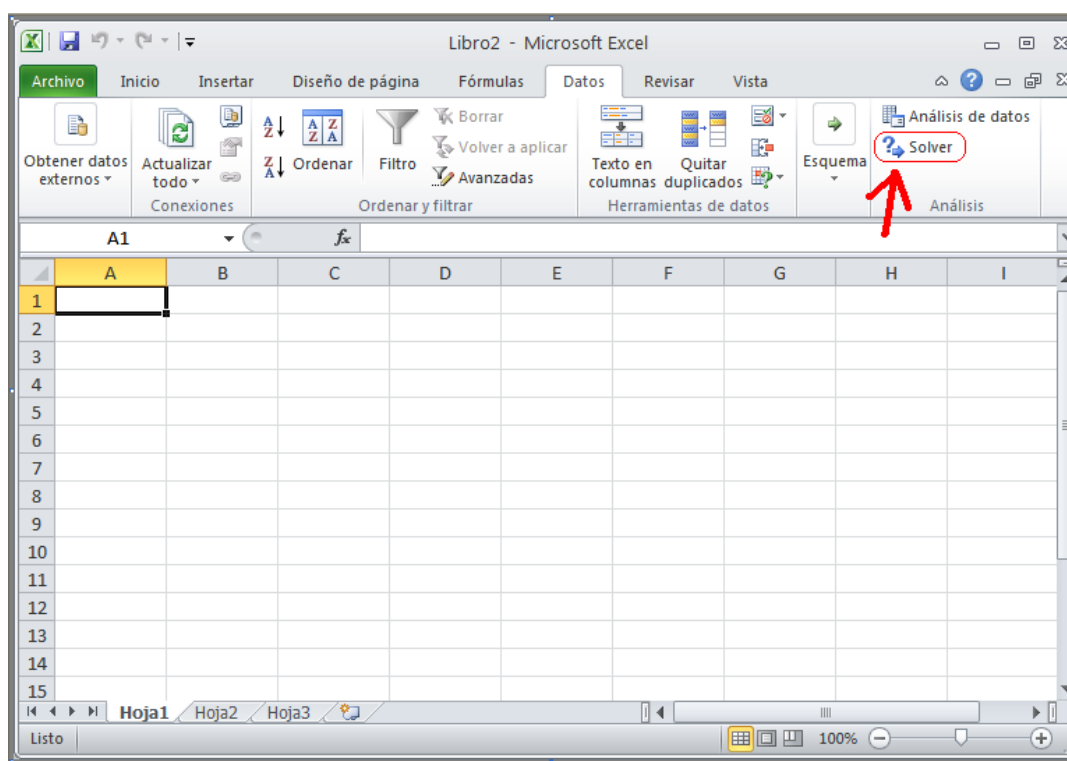
Hojas: Hoja1 Hoja2 Hoja3

El proceso para crearlo es el siguiente. En un archivo vacío de Excel, marcar dos celdas contiguas que contendrán los valores de las dos variables. En el ejemplo de la imagen, estas celdas se han marcado en amarillo para resaltarlas, y son las celdas A2 y B2, para X e Y, respectivamente. Inicialmente están vacías pero contendrán la solución del modelo a resolver. Todas las celdas de fondo verde son meramente informativas.

A continuación, para cada objetivo, marcar una celda que contendrá la fórmula de ese objetivo como función de las variables. Por ejemplo, para el criterio Calidad, cuya expresión es la cantidad del componente 1, en el ejemplo se ha seleccionado la celda C3 donde se ha escrito $=A2$, ya que es la celda donde está el valor de X. Para el criterio Coste, se ha introducido la expresión en la celda C4, $=200*A2+100*B2$. Las celdas con las expresiones de los objetivos vienen resaltadas en rosa.

Para introducir cada una de las restricciones, se selecciona una celda con la expresión del lado izquierdo de la restricción, y otra con el lado derecho de la restricción. Por ejemplo, para indicar que del componente 1 ha de haber al menos un 20%, en la celda B7 se ha introducido $=A2$; y en la celda C7, se ha introducido 20. Para indicar que la suma de ambos componentes ha de ser a lo sumo el 100%, en la celda B8 se ha introducido $=A2+B2$, y en la celda C8 100. Por último, para que la suma sea de al menos el 50%, se ha introducido en la celda B9 $=A2+B2$, y la celda C9 100. Todas estas celdas están con fondo naranja.

Con esto se han introducido los datos del modelo que se montará y resolverá con el complemento Solver. Para montar el modelo vamos a **Archivo-> Datos -> Análisis** como muestra la siguiente imagen.



Al pinchar sobre la opción aparecerá una pantalla como la siguiente, titulada Parámetros Solver, pero vacía.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

-
-
-

☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

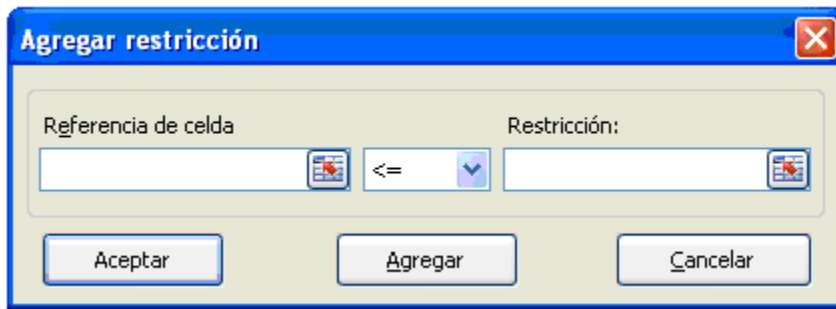
Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Donde pone Establecer objetivo, marque la celda donde esta la expresión del objetivo que desea optimizar. En la imagen está C3 (por defecto Solver lo pone con dólares entre medias), que es que se va a optimizar la Calidad cuya expresión pusimos en esa celda. Donde pone Para podemos marcar Máximo si se desea maximizar ese atributo, Mínimo si se desea minimizar, y otra opción no relevante para nuestro proposito. En este caso, siendo Maximizar la Calidad del criterio, marcamos Maximo.

Después pregunta acerca de las celdas donde estan las variables, en nuestro caso A2 y B2.

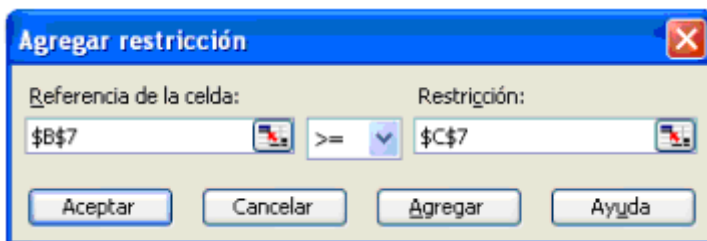
En cuanto a las restricciones, pulsamos **Agregar** para añadirlas. Observara que se abre una ventana como la siguiente:



Donde pone Referencia de la celda, debemos marcar la celda con la expresión del lado izquierdo de la restricción. Y en medio, da a elegir entre 5 opciones:

1. **<=** para las restricciones de menor o igual.
2. **=** para las restricciones de igualdad.
3. **>=** para las restricciones de mayor o igual.
4. **int** para que las variables marcadas en el lado izquierdo tengan que ser variables que sólo toman valores enteros
5. **bin** para indicar que las variables marcadas en el lado izquierdo sólo pueden tomar valores 0 ó 1.

En el ejemplo, la primera restricción (de la componente 1 ha de haber al menos un 20%) la hemos contemplado en las celdas B7 y C7, y es una restricción mayor o igual con lo que debemos escribir:



Y así sucesivamente, pulsando el botón de **Agregar** para ir añadiendo restricciones, con $B9 \leq C8$, y $B9 \geq C9$. Pulsando el botón de **Aceptar** volvemos a la pantalla de Parámetros de Solver donde veremos las restricciones añadidas. Siempre se pueden Agregar nuevas restricciones, Eliminar alguna ya creada, o Modificar alguna de ellas. Para nuestro ejemplo, tendríamos la siguiente pantalla de Parámetros.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

\$B\$7 >= \$C\$7

\$B\$8 <= \$C\$8

\$B\$9 >= \$C\$9

Agregar

Cambiar

Eliminar

Restablecer todo

Cargar/Guardar

☒ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Opciones

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Ayuda Resolver Cerrar

Todavía para terminar de montar el modelo, debemos pulsar en el botón de **Opciones**, en el que se abra la siguiente pantalla con las siguientes opciones:

Opciones

Todos los métodos | GRG Nonlinear | Evolutionary

Precisión de restricciones: 0,000001

☒ Usar escala automática

☐ Mostrar resultados de iteraciones

Resolviendo restricciones de enteros

☐ Omitir restricciones de enteros

Optimalidad de entero (%): 1

Resolviendo límites

Tiempo máximo (segundos): 100

Iteraciones: 100

Restricciones de enteros y Evolutionary:

Máximo de subproblemas:

Máximo de soluciones viables:

Aceptar Cancelar

Donde cambiamos el tiempo maximo a 100 segundos y el numero de iteraciones a 100

Opciones [?] [X]

Todos los métodos | **GRG Nonlinear** | Evolutionary

Convergencia: 0,0001

Derivados

☒ Adelantada ☐ Central

Inicio múltiple

☐ Usar inicio múltiple

Tamaño de población: 100

Valor de inicialización aleatorio: 0

☒ Requerir límites en variables

Aceptar Cancelar

En la pestaña GRG Non Linear debemos marcar la opción de requerir límites en variables

Opciones

Todos los métodos | GRG Nonlinear | Evolutionary

Convergencia: 0,0001

Tasa de mutación: 0,075

Tamaño de población: 100

Valor de inicialización aleatorio: 0

Tiempo máximo sin mejora: 30

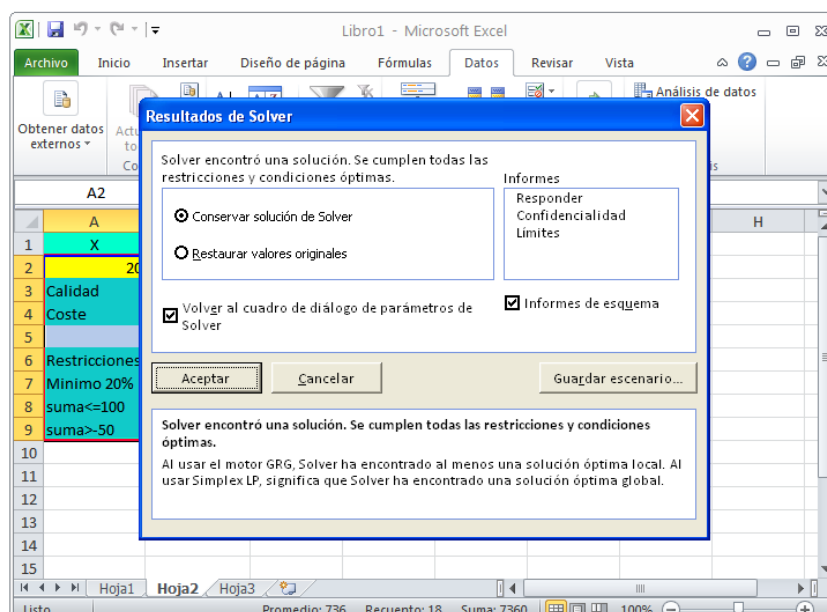
☒ Requerir límites en variables

Aceptar Cancelar

No tocamos nada

Para terminar Pulsamos **Aceptar** para tener todo el modelo y volver a la pantalla de Parametros de Solver donde pulsando **Resolver**, Solver resolvera el modelo dando los resultados en las celdas indicadas, después de emitir un mensaje que dice : “Solver ha hallado una solución. Se han satisfecho todas las restricciones y condiciones.”

Y pregunta si se quiere utilizar la solucion de Solver, a lo que se debe decir **Aceptar**.



La cantidad de componente 1 (variable X), es de 100 (celda A2), y del componente 2 (variable Y), es 0 (celda B2). La calidad obtenida es 100 (celda C3), que es la máxima posible, y el coste para esa solución es 20000 (celda C4).

Este modelo creado aparecera siempre que se pinche Solver, y se puede modificar el objetivo simplemente marcando la celda (C4) en el primer parametro de Solver, cambiando a Mínimo para minimizar el coste, y pulsando **Resolver**.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X	Y						
2	20	30						
3	Calidad	X	20					
4	Coste	200*X+100*Y	7000					
5	Restricciones							
6	Minimo 20%							
7	suma<=100	20	20					
8	suma<=100	50	100					
9	suma>=50	50	50					
10								
11								
12								
13								
14								
15								

En este caso, la solución es 20% del componente 1, y 30 del componente 2. Obteniendo una calidad de 20, y un coste de 7000.

EJERCICIO PROPUESTO PARA REALIZAR EN CLASE

EJERCICIO 1 HOJA 1

Una refinería de petróleo va a producir un nuevo tipo de gasolina mezclando las gasolinas que resultan de procesar diferentes tipos de crudo. Los crudos de origen son cuatro y tienen distinta composición. Para simplificar el problema se supone que cada tipo de gasolina tiene un porcentaje distinto de los aditivos A, B y C. La tabla siguiente indica estos porcentajes y el precio unitario para los cuatro tipos de gasolina:

		ADITIVOS			PRECIO TIPO GAS.
		A	B	C	
TIPOS GASOLINA	1	80	10	10	43
	2	30	30	40	31
	3	70	10	20	47
	4	40	50	10	37

Las exigencias del mercado imponen que la gasolina que se va a producir debe tener al menos el 60% del aditivo A y no más del 30% del aditivo C.

Determinar la mezcla que producirá la gasolina con estas especificaciones y cuyo precio sea mínimo.

La resolución del problema es:

Variables: x_i porción de gasolina de tipo i en la mezcla

Función objetivo $43x_1 + 30x_2 + 47x_3 + 37x_4$

sa

$$80x_1 + 30x_2 + 70x_3 + 40x_4 \geq 60$$

$$10x_1 + 40x_2 + 20x_3 + 10x_4 \leq 30$$

$$\sum_{i=1}^4 x_i = 1$$

$$x_i \geq 0$$

Una vez modelizado el problema procedemos a resolverlo con la herramienta Solver de Excel.