



Motonáutica, SA

PLB y Análisis de Sensibilidad

Jose Ignacio González Gómez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad - Universidad de La Laguna

www.jggomez.eu

http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/analisis_sensibilidad/analisis_sensibilidad.htm

Nombre	Descripción	Tipo PLB-PCE	Base	Informe	Modelo
Motonáutica	Producción, maximizar beneficio bruto	PL Básica		SI	Producción

1.1 Enunciado

Queremos resolver el siguiente problema de Programación Lineal referido a una compañía que produce dos tipos de motos acuáticas:

Maximizar beneficios = $30 X_1 + 80 X_2$

Sujeto a:

$X_1 + 4 X_2 \leq 1.000$ (horas de mano de obra disponibles)

$6 X_1 + 2 X_2 \leq 1.200$ (uds de materia prima disponibles)

$X_2 \leq 200$ (motores de lancha tipo 2 disponibles)

$X_1, X_2 \geq 0$

Se pide:

- ¿Cuál es la mejor combinación productiva? ¿Cuál es el beneficio máximo?

1.2 Planteamiento y Resolución en Excel

1.2.1 Identificación y definición de las Variables de Decisión o Celdas Cambiantes (Changing Cells).

No existe una forma única para colocar los datos de un problema de optimización (o de minimización) en la hoja de cálculo podemos colocarlos como deseemos. No obstante, se ganaría bastante en entendimiento y comprensión si estos se organizan de forma lógica acorde al planteamiento del problema y no con datos dispersos.

En este caso definimos y planteamos el problema (programamos las celdas) especificando en primer lugar las **Variables de Decisión o Celdas Cambiantes (Changing Cells)**.

En nuestro caso (ver Ilustración 1) será el rango B23:C23, es decir la cantidad de unidades a producir de cada modelo de moto acuática. Definimos también el problema global a resolver y las variables que intervienen.

	A	B	C	D	E	F
19	Variables de Decisión		Función Objetivo			
20	Planteamiento del Problema					
21	Planificación de la Producción					
22		Mod. X_1	Mod. X_2	Total		
23	Unidades a producir					
24	Mano de Obra	1,0 hr/ud	4,0 hr/ud			
25		0,0 hrs	0,0 hrs	0,0 hrs		
26	Unidades de Materia Prima	6 ud/ud	2 ud/ud			
27		0 ud	0 ud	0 ud		
28	Motores	0 mot	0 mot	0 mot		
29	Beneficio	30,0 €/ud	80,0 €/ud			
30		0,0 €	0,0 €	0,0 €		
31						
32	Restricciones					
33	Todas las variables deber ser no negativas			$X_1, X_2 \geq 0$		
34	Limitación de disponibilidad de Recursos - RESTRICCIONES					
35	Restricciones	Uso Consumo	Disponibilidad de Recursos y Restricciones RHS (Right Hand Side)		Holgura (Slack)	
36						
37	Total Mano de Obra	0,0 hrs	<=	1.000 hrs	D25	1.000 hrs
38	Total Materia Prima	0 ud	<=	1.200 ud	D27	1.200 ud
39	Motor Lancha 2	0 ud	<=	200 ud	C28	200 ud

Ilustración 1

1.2.2 Definición y programación de la celda objetivo

Debemos identificar la celda objetivo, en nuestro caso será D30, es decir la que nos genera mayor beneficio global para la empresa.

1.2.3 Definición y programación de las restricciones, RHS (Right Hand Side)

Una vez programa las celdas principales así como identificada la celda objetivo es conveniente especificar las **Restricciones (Constraints Cells)**. Las restricciones deben caer dentro de ciertos límites o satisfacer los valores objetivos. Se pueden especificar hasta 500 restricciones –dos par cada una de las variables de decisión.

En nuestro caso contamos solamente con tres restricciones relacionadas con la disponibilidad de recursos (tiempo) Mano de Obra, Unidades de Materia Prima accesible y el número de motores tipo 2 disponibles.

En el lenguaje de la Programación Lineal a esta disponibilidad y restricciones se le identifica con las letras **RHS** (iniciales de Right Hand Side), lado derecho de la desigualdad, es decir D37:D39, celdas con fondo rojo.

1.2.4 Programación de los parámetros del cuadro de dialogo Solver

Tomando en consideración la formulación algebraica del problema así como el diseño de la hoja de cálculo y programación de las celdas, pasamos a continuación a programar los parámetros del Solver y que nos permitirá alcanzar nuestro objetivo.

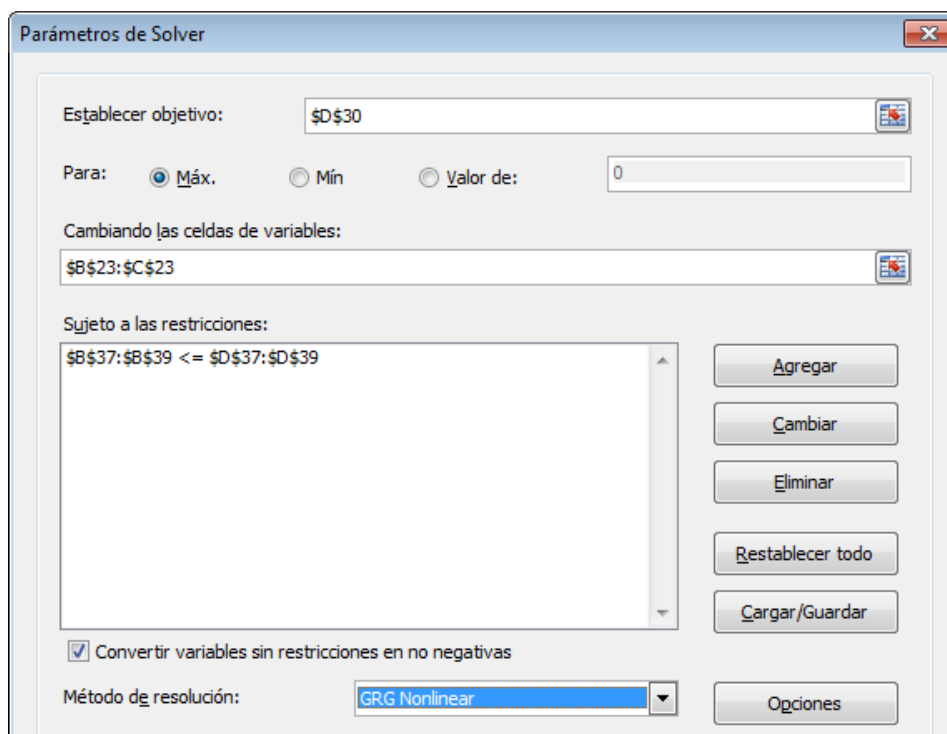


Ilustración 2

En este apartado debemos tomar en consideración el especificar las Restricciones de No negatividad para asegurarse que las celdas cambiantes adopten solo valores no negativos, es decir ≥ 0 . Esta condición tiene su razón de ser pues no se concibe la producción de cantidades negativas de producto.

1.2.5 Resolución propuesta

Pulsando el botón Resolver del formulario anterior (Ilustración 2) accedemos a la resolución del problema y en este caso se nos informa que se encontró una solución y se nos ofrece además la posibilidad de disponer de los informes correspondientes asociados al problema.

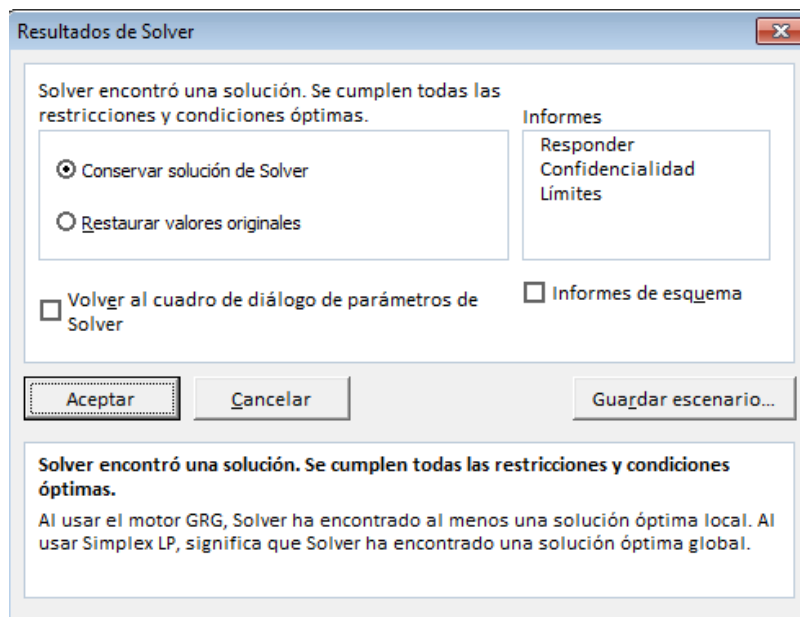


Ilustración 3

	A	B	C	D	E	F
19	Variables de Decisión		Función Objetivo			
20	Planteamiento del Problema					
21	Planificación de la Producción					
22		Mod. X ₁	Mod. X ₂	Total		
23	Unidades a producir	133 ud	200 ud			
24	Mano de Obra	1,0 hr/ud	4,0 hr/ud			
25		133,3 hrs	800,0 hrs	933,3 hrs		
26	Unidades de Materia	6 ud/ud	2 ud/ud			
27	Prima	800 ud	400 ud	1.200 ud		
28	Motores	133 mot	200 mot	333 mot		
29	Beneficio	30,0 €/ud	80,0 €/ud			
30		4.000 €	16.000 €	20.000,0 €		
31						
32	Restricciones					
33	<i>Todas las variables deber ser no negativas</i>				X1, X2 >= 0	
34	Limitación de disponibilidad de Recursos - RESTRICCIONES					
35	Restricciones	Uso Consumo	Disponibilidad de Recursos y Restricciones RHS (Right Hand Side)		Holgura (Slack)	
37	Total Mano de Obra	933,3 hrs	<=	1.000 hrs	D25	67 hrs
38	Total Materia Prima	1.200 ud	<=	1.200 ud	D27	0 ud
39	Motor Lancha 2	200 ud	<=	200 ud	C28	0 ud

Ilustración 4

1.3 *Análisis de sensibilidad, el informe confidencialidad y respuesta a las cuestiones planteadas*

	A	B	C	D	E
6	Celdas de variables				
7				Final	Reducido
8	Celda	Nombre		Valor	Degradado
9	\$B\$23	Unidades a producir	Mod. X1	133,3333333	0
10	\$C\$23	Unidades a producir	Mod. X2	200	0
11					
12	Restricciones				
13				Final	Lagrange
14	Celda	Nombre		Valor	Multiplicador
15	\$B\$37	Total Mano de Obra	Uso Consumo	933,3333333	0
16	\$B\$38	Total Materia Prima	Uso Consumo	1200	4,999999925
17	\$B\$39	Motor Lancha 2	Uso Consumo	200	70,00000104

A	B	C	D	E	F	G
14	Celda objetivo (Máx.)					
15	Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
16	\$D\$30	Total	20.000,0 €	20.000,0 €		
17						
18						
19	Celdas de variables					
20	Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero	
21	\$B\$23	Unidades a producir Mod. X1	133 ud	133 ud	Continuar	
22	\$C\$23	Unidades a producir Mod. X2	200 ud	200 ud	Continuar	
23						
24						
25	Restricciones					
26	Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
27	\$B\$37	Total Mano de Obra Uso Consumo	933,3 hrs	\$B\$37<=\$D\$37	No vinculante	66,66666667
28	\$B\$38	Total Materia Prima Uso Consumo	1.200 ud	\$B\$38<=\$D\$38	Vinculante	0
29	\$B\$39	Motor Lancha 2 Uso Consumo	200 ud	\$B\$39<=\$D\$39	Vinculante	0

Ilustración 5

1.3.1 ¿Cuál es la mejor combinación productiva? ¿Cuál es el beneficio máximo?

Se observa en el “output” que lo óptimo será producir 133 unidades del modelo X1 y 200 del modelo X2, lo cual nos proporcionará unos beneficios de 20.000 €.

1.4 Resto de informes del Solver

1.4.1 Informe de Responder o Respuesta. Glosario de términos y conceptos asociados

A	B	C	D	E	F	G
4	Resultado: Solver encontró una solución. Se cumplen todas las restricciones y condiciones óptimas.					
5	Motor de Solver					
6	Motor: Simplex LP					
7	Tiempo de la solución: 0 segundos.					
8	Iteraciones: 4 Subproblemas: 0					
9	Opciones de Solver					
10	Tiempo máximo Ilimitado, Iteraciones Ilimitado, Precisión 0,000001, Usar escala automática					
11	Máximo de subproblemas Ilimitado, Máximo de soluciones de enteros Ilimitado, Tolerancia de enteros 1%, Asumir no negativo					
12						
13						
14	Celda objetivo (Mín)					
15	Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
16	\$E\$25	Coste Total Total	0,0 €	7.383,3 €		
17						
18						
19	Celdas de variables					
20	Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero	
21	\$B\$21	Unidades Manual	0 ud	633 ud	Continuar	
22	\$C\$21	Unidades Semi - Automática	0 ud	333 ud	Continuar	
23	\$D\$21	Unidades Robotizada	0 ud	33 ud	Continuar	
24						
25						
26	Restricciones					
27	Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
28	\$B\$32	M.O Especializada Uso Consumo	2.233,3 min	\$B\$32<=\$D\$32	No vinculante	2266,666667
29	\$B\$33	M.O No Especializada Uso Consumo	36.000,0 min	\$B\$33<=\$D\$33	Vinculante	0
30	\$B\$34	Taller Ensamblado Uso Consumo	2.700,0 min	\$B\$34<=\$D\$34	Vinculante	0
31	\$B\$35	Nº de calefactores Uso Consumo	1.000 ud	\$B\$35=\$D\$35	Vinculante	0

Ilustración 6

1.4.2 Informe de Límite .Glosario de términos y conceptos asociados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6			Objetivo							
7		Celda	Nombre	Valor						
8		\$E\$25	Coste Total Total	7.383,3 €						
9										
10										
11			Variable		Inferior	Objetivo		Superior	Objetivo	
12		Celda	Nombre	Valor	Límite	Resultado		Límite	Resultado	
13		\$B\$21	Unidades Manual	633 ud	633 ud	7.383 ud		633 ud	7.383 ud	
14		\$C\$21	Unidades Semi - Auto	333 ud	333 ud	7.383 ud		333 ud	7.383 ud	
15		\$D\$21	Unidades Robotizada	33 ud	33 ud	7.383 ud		33 ud	7.383 ud	

Ilustración 7