



# Oleos SA

## Programación Lineal Básica y Análisis de Sensibilidad

Jose Ignacio González Gómez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad - Universidad de La Laguna

[www.jggomez.eu](http://www.jggomez.eu)

Ejercicio adaptado: Investigación operativa. Programación lineal, [2011/06] [cas]: UPV/EHU. Autores: Fernández González, Victoria y Zelaia Jáuregui, Ana. Creative Commons License. Consultado 30-10-2013 <http://ocw2010.ehu.es/course/view.php?id=19>

Nombre	Descripción	Tipo PLB-PCE	Base	Informe	Modelo
Oleo SA	Planificación de la Producción	PL Básica		SI	Maximizar Beneficio

### Enunciado

En una fábrica se compran 26 kg de pintura roja, 14 kg de pintura azul y 32 kg de pintura amarilla para producir los colores C1, C2, C3 y C4 que están de moda actualmente. Estos colores se producen mezclando los colores básicos. Las mezclas se hacen de la siguiente manera:

- Composición 1 kg de C1: 1/2 kg roja + 1/4 kg azul + 1/4 kg amarilla
- Composición 1 kg de C2: 3/8 kg roja + 1/4 kg azul + 3/8 kg amarilla
- Composición 1 kg de C3: 1/3 kg roja + 1/3 kg azul + 1/3 kg amarilla
- Composición 1 kg de C4: 3/10 kg roja + 2/5 kg azul + 3/10 kg amarilla

El responsable de la empresa sabe que el beneficio de un kg de pintura C1, C2, C3 y C4 es 3, 4, 1 y 6 unidades monetarias, respectivamente, para cada uno de los colores.

### Se pide:

1. Determinar que qué cantidad de cada color, C1, C2, C3 y C4, le conviene producir para maximizar el beneficio.
2. Analizando la solución propuesta, ¿se puede decir que el responsable de la empresa compra los colores básicos en cantidades adecuadas? Calcular el precio sombra de cada recurso.
3. El responsable sospecha que compra poca pintura azul. ¿Qué cantidad de pintura azul puede comprar como máximo sin tener que calcular una nueva tabla?
4. Suponer que se compra más pintura azul y menos pintura roja y amarilla, en las siguientes cantidades:

$$b = \begin{pmatrix} 26 \\ 14 \\ 32 \end{pmatrix} \rightarrow \hat{b} = \begin{pmatrix} 24 \\ 20 \\ 31 \end{pmatrix}$$

¿Qué cantidades de pintura C1, C2, C3 y C4 conviene producir para obtener el máximo beneficio?

### Formulación algebraica del problema

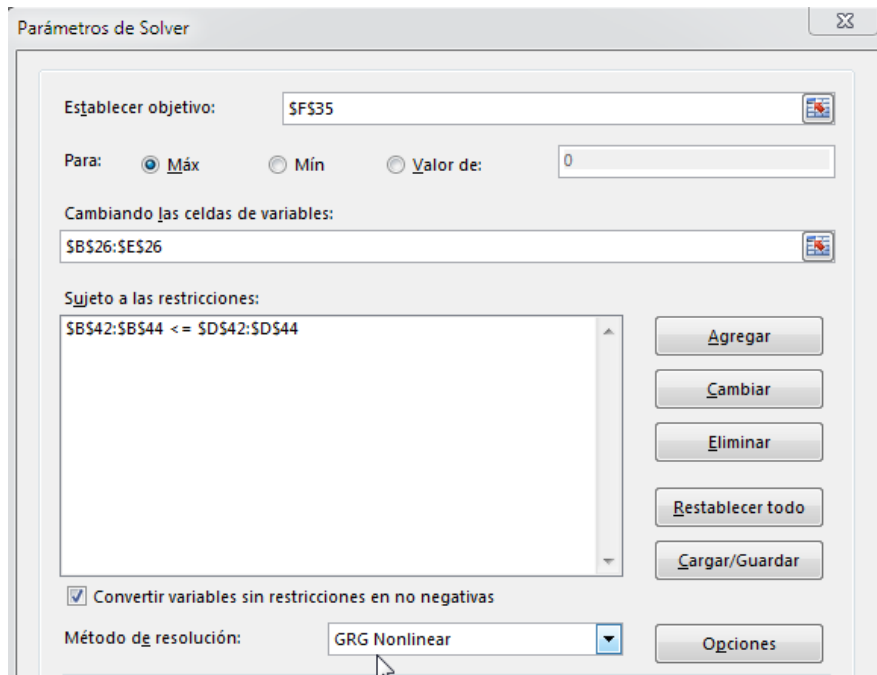
$$\begin{aligned} \text{Max } z &= 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 6x_4 && \text{Sujeto a:} \\ &1/2 x_1 + 3/8 x_2 + 1/3 x_3 + 3/10 x_4 \leq 26 \\ &1/4 x_1 + 1/4 x_2 + 1/3 x_3 + 2/5 x_4 \leq 14 \\ &1/4 x_1 + 3/8 x_2 + 1/3 x_3 + 3/10 x_4 \leq 14 \\ &x_1 ; x_2 ; x_3 ; x_4 \geq 0 \end{aligned}$$

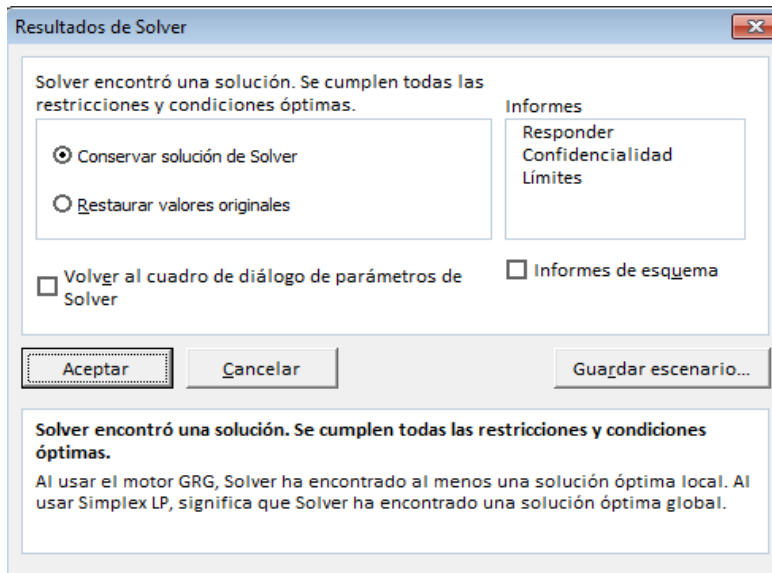
Resolución en Excel

Planteamiento del problema

	A	B	C	D	E	F
22	<b>Variables de Decisión</b>	<b>Función Objetivo</b>			<b>Restricciones</b>	
23	<b>Planteamiento del Problema</b>					
24	Planificación de la Producción					
25		Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Total
26	Kg a producir					0,0 kg
27	Pintura Roja (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/2	3/8	1/3	2/7	
28		0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,0 kg
29	Pintura Azul (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/4	1/4	1/3	2/5	
30		0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,0 kg
31	Pintura Amarilla (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/4	3/8	1/3	2/7	
32		0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,0 kg
33	Total	0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	0,00 kg
34	Beneficio	3,00 um/kg	4,00 um/kg	1,00 um/kg	6,00 um/kg	
35		0,00 um	0,00 um	0,00 um	0,00 um	0 um
36						
37	<b>Restricciones</b>					
38	<i>Todas las variables deber ser no negativa: X1, X2, X3 y X4 &gt;= 0</i>					
39	<i>Limitación de disponibilidad de Recursos - RESTRICCIONES</i>					
40	<b>Restricciones</b>	<b>Uso Consumo</b>	<b>Disponibilidad de Recursos y Restricciones RHS (Right Hand Side)</b>			<b>Holgura (Slack)</b>
41						
42	Total Pintura Roja	0,0 kg	<=	26,0 kg	F28	26,0 kg
43	Total Pintura Azul	0,0 kg	<=	14,0 kg	F30	14,0 kg
44	Total Pintura Amarilla	0,0 kg	<=	32,0 kg	F32	32,0 kg

Configuración del Solver





Solución propuesta por el Solver

	A	B	C	D	E	F
22	<b>Variables de Decisión</b>		<b>Función Objetivo</b>		<b>Restricciones</b>	
23	<b>Planteamiento del Problema</b>					
24	Planificación de la Producción					
25		Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Total
26	Kg a producir	0,00 kg	56,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	56,0 kg
27	Pintura Roja (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/2	3/8	1/3	2/7	
28		0,00 kg	21,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	21,0 kg
29	Pintura Azul (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/4	1/4	1/3	2/5	
30		0,00 kg	14,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	14,0 kg
31	Pintura Amarilla (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/4	3/8	1/3	2/7	
32		0,00 kg	21,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	21,0 kg
33	<b>Total</b>	0,00 kg	56,00 kg	0,00 kg	0,00 kg	56,00 kg
34	<b>Beneficio</b>	3,00 um/kg	4,00 um/kg	1,00 um/kg	6,00 um/kg	
35		0,00 um	224,00 um	0,00 um	0,00 um	<b>224 um</b>
36						
37	<b>Restricciones</b>					
38	<i>Todas las variables deber ser no negativa:</i> X1, X2, X3 y X4 >= 0					
39	<b>Limitación de disponibilidad de Recursos - RESTRICCIONES</b>					
40	<b>Restricciones</b>	<b>Uso Consumo</b>	<b>Disponibilidad de Recursos y Restricción</b>			<b>Holgura (Slack)</b>
41					<b>RHS (Right Hand Side)</b>	
42	Total Pintura Roja	21,0 kg	< =	26,0 kg	F28	5,0 kg
43	Total Pintura Azul	14,0 kg	< =	14,0 kg	F30	0,0 kg
44	Total Pintura Amarilla	21,0 kg	< =	32,0 kg	F32	11,0 kg

### Informe de Respuesta

	A	B	C	D	E	F	G
14	Celda objetivo (Máx)						
15		<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor original</b>	<b>Valor final</b>		
16		\$F\$35	Total	0 um	224 um		
17							
18							
19	Celdas de variables						
20		<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor original</b>	<b>Valor final</b>	<b>Entero</b>	
21		\$B\$26	Kg a producir Color 1	0,00 kg	0,00 kg	Continuar	
22		\$C\$26	Kg a producir Color 2	0,00 kg	56,00 kg	Continuar	
23		\$D\$26	Kg a producir Color 3	0,00 kg	0,00 kg	Continuar	
24		\$E\$26	Kg a producir Color 4	0,00 kg	0,00 kg	Continuar	
25							
26							
27	Restricciones						
28		<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor de la celda</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Estado</b>	<b>Demora</b>
29		\$B\$42	Total Pintura Roja Uso Consumo	21,0 kg	\$B\$42<=\$D\$42	No vinculante	4,999999786
30		\$B\$43	Total Pintura Azul Uso Consumo	14,0 kg	\$B\$43<=\$D\$43	Vinculante	0
31		\$B\$44	Total Pintura Amarilla Uso Consumo	21,0 kg	\$B\$44<=\$D\$44	No vinculante	10,99999979

### Informe de confidencialidad

	A	B	C	D	E
6	Celdas de variables				
7				<b>Final</b>	<b>Reducido</b>
8		<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor</b>	<b>Degradado</b>
9		\$B\$26	Kg a producir Color 1	0	-1
10		\$C\$26	Kg a producir Color 2	56,00000057	0
11		\$D\$26	Kg a producir Color 3	0	-4,333333492
12		\$E\$26	Kg a producir Color 4	0	-0,400000095
13					
14	Restricciones				
15				<b>Final</b>	<b>Lagrange</b>
16		<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor</b>	<b>Multiplicador</b>
17		\$B\$42	Total Pintura Roja Uso Consumo	21,00000021	0
18		\$B\$43	Total Pintura Azul Uso Consumo	14,00000014	16
19		\$B\$44	Total Pintura Amarilla Uso Consumo	21,00000021	0

Analizando la solución propuesta, ¿se puede decir que el responsable de la empresa compra los colores básicos en cantidades adecuadas? **Calcular el precio sombra de cada recurso**

- Precio Sombra: Pintura Roja**  
 Podemos decir que el precio sombra del recurso Pintura Roja es 0; esto quiere decir que comprando 1 kg más de pintura roja el valor de función objetivo no mejora,  
 $Z = 224 + 0 = 224$   
 La variable de holgura de la primera restricción es positiva, por tanto, hay pintura roja sobrante.
- Precio Sombra: Pintura Azul**  
 Podemos decir que el precio sombra del recurso Pintura Azul es = 16; esto quiere decir que comprando 1 kg más de pintura azul mejora el valor de la función objetivo,  
 $Z = 224 + 16 = 240$   
 La variable de holgura de la segunda ecuación es cero. Para aumentar el beneficio se necesita más pintura azul.
- Precio Sombra: Pintura Amarilla**  
 Podemos decir que el precio sombra del recurso Pintura Amarilla es 0, lo que quiere decir que comprando 1 kg más de pintura amarilla no mejora el objetivo,  
 $Z = 224 + 0 = 224$   
 La variable de holgura de la tercera restricción es positiva, por tanto, hay pintura amarilla sobrante.

El responsable sospecha que compra poca pintura azul. ¿Qué cantidad de pintura azul puede comprar como máximo sin tener que calcular una nueva tabla?

Como máximo se pueden comprar 52/3 kg.

**Informe de límite**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
6			<b>Objetivo</b>							
7	<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor</b>							
8	\$F\$35 Total		224 um							
9										
10										
11			<b>Variable</b>		<b>Inferior Objetivo</b>		<b>Superior Objetivo</b>			
12	<b>Celda</b>	<b>Nombre</b>	<b>Valor</b>		<b>Límite</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límite</b>	<b>Resultado</b>		
13	\$B\$26	Kg a producir Color 1	0,00 kg		0,00 kg	224,00 kg	0,00 kg	224,00 kg		
14	\$C\$26	Kg a producir Color 2	56,00 kg		0,00 kg	0,00 kg	56,00 kg	224,00 kg		
15	\$D\$26	Kg a producir Color 3	0,00 kg		0,00 kg	224,00 kg	0,00 kg	224,00 kg		
16	\$E\$26	Kg a producir Color 4	0,00 kg		0,00 kg	224,00 kg	0,00 kg	224,00 kg		

Suponer que se compra más pintura azul y menos pintura roja y amarilla, en las siguientes cantidades:

$$b = \begin{pmatrix} 26 \\ 14 \\ 32 \end{pmatrix} \rightarrow \hat{b} = \begin{pmatrix} 24 \\ 20 \\ 31 \end{pmatrix}$$

¿Qué cantidades de pintura C1, C2, C3 y C4 conviene producir para obtener el máximo beneficio?

	A	B	C	D	E	F
22	<b>Variables de Decisión</b>		<b>Función Objetivo</b>		<b>Restricciones</b>	
23	<b>Planteamiento del Problema</b>					
24	Planificación de la Producción					
25		Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Total
26	Kg a producir	0,00 kg	48,00 kg	0,00 kg	20,00 kg	68,0 kg
27	Pintura Roja (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/2	3/8	1/3	2/7	
28		0,00 kg	18,00 kg	0,00 kg	6,00 kg	24,0 kg
29	Pintura Azul (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/4	1/4	1/3	2/5	
30		0,00 kg	12,00 kg	0,00 kg	8,00 kg	20,0 kg
31	Pintura Amarilla (Kg de color /Kilo Mezcla)	1/4	3/8	1/3	2/7	
32		0,00 kg	18,00 kg	0,00 kg	6,00 kg	24,0 kg
33	<b>Total</b>	0,00 kg	48,00 kg	0,00 kg	20,00 kg	68,00 kg
34	<b>Beneficio</b>	3,00 um/kg	4,00 um/kg	1,00 um/kg	6,00 um/kg	
35		0,00 um	192,00 um	0,00 um	120,00 um	<b>312 um</b>
36						
37	<b>Restricciones</b>					
38	<i>Todas las variables deber ser no negativa: X1, X2, X3 y X4 &gt;= 0</i>					
39	<b>Limitación de disponibilidad de Recursos - RESTRICCIONES</b>					
40	<b>Restricciones</b>	<b>Uso Consumo</b>	<b>Disponibilidad de Recursos y Restricciones</b>		<b>RHS (Right Hand Side)</b>	<b>Holgura (Slack)</b>
41						
42	Total Pintura Roja	24,0 kg	<=	24,0 kg	F28	0,0 kg
43	Total Pintura Azul	20,0 kg	<=	20,0 kg	F30	0,0 kg
44	Total Pintura Amarilla	24,0 kg	<=	31,0 kg	F32	7,0 kg