



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA  
SECCIONAL TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1732

# PROGRAMACIÓN LINEAL

## Método de la Gran M





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2$$

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2$$

$$X_1 \geq 90$$

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2$$

$$X_1 \geq 90$$

$$X_2 \geq 180$$

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2$$

$$X_1 \geq 90$$

$$X_2 \geq 180$$

$$X_1 + X_2 \geq 100$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

La empresa ABC produce dos tipos de bienes R y S. La planta puede producir al menos 90 unidades de R, 180 de S diariamente, y una producción combinada de ambos productos de al menos 100 unidades. El costo por unidad del producto R representa 45 USD, mientras que el costo del producto S es de 80 USD.

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2$$

$$X_1 \geq 90$$

$$X_2 \geq 180$$

$$X_1 + X_2 \geq 100$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Signo de restricción	Transformación
$\leq$	+ Variable de holgura
$\geq$	- Variable de holgura + variable artificial
$=$	+ variable artificial





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

$X_1$ : cantidad de producto R a producir

$X_2$ : cantidad de producto S a producir

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2$$

$$X_1 \geq 90$$

$$X_2 \geq 180$$

$$X_1 + X_2 \geq 100$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Signo de restricción	Transformación
$\leq$	+ Variable de holgura
$\geq$	- Variable de holgura + variable artificial
$=$	+ variable artificial

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 + Ma_1 + Ma_2 + Ma_3$$

$$X_1 - 1S_1 + Ma_1 = 90$$

$$X_2 - 1S_2 + Ma_2 = 180$$

$$X_1 + X_2 - 1S_3 + Ma_3 = 100$$

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 + Ma_1 + Ma_2 + Ma_3$$

$$X_1 - 1S_1 + Ma_1 = 90$$

$$X_2 - 1S_2 + Ma_2 = 180$$

$$X_1 + X_2 - 1S_3 + Ma_3 = 100$$

	Cj									
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1									
M	a2									
M	a3									
	Z									



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 + Ma_1 + Ma_2 + Ma_3$$

$$X_1 - 1S_1 + Ma_1 = 90$$

$$X_2 - 1S_2 + Ma_2 = 180$$

$$X_1 + X_2 - 1S_3 + Ma_3 = 100$$

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z									





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 + Ma_1 + Ma_2 + Ma_3$$

$$X_1 - 1S_1 + Ma_1 = 90$$

$$X_2 - 1S_2 + Ma_2 = 180$$

$$X_1 + X_2 - 1S_3 + Ma_3 = 100$$

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z									370M



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 + Ma_1 + Ma_2 + Ma_3$$

$$X_1 - 1S_1 + Ma_1 = 90$$

$$X_2 - 1S_2 + Ma_2 = 180$$

$$X_1 + X_2 - 1S_3 + Ma_3 = 100$$

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

$$\text{Min } Z = 45X_1 + 80X_2 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 + Ma_1 + Ma_2 + Ma_3$$

$$X_1 - 1S_1 + Ma_1 = 90$$

$$X_2 - 1S_2 + Ma_2 = 180$$

$$X_1 + X_2 - 1S_3 + Ma_3 = 100$$

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

Si no hay valor de M para restar, se deja el valor igual, de lo contrario se resta. M representa un número demasiado grande.

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

Vector de costos reducido

Verificar si la solución actual es la óptima o si es posible mejorarla.

- Si es **maximización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean mayores o iguales a cero. Ahí está el punto óptimo y se finaliza la solución.
- Si es **minimización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean menores o iguales a cero, para tener la solución óptima.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

Vector de costos reducido

Verificar si la solución actual es la óptima o si es posible mejorarla.

- Si es **maximización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean mayores o iguales a cero. Ahí está el punto óptimo y se finaliza la solución.
- Si es **minimización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean menores o iguales a cero, para tener la solución óptima.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

Vector de costos reducido

La variable de entrada es una de las variables NO BÁSICAS que va a formar parte de la solución.

- Si es **maximización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más negativo en el vector de costes reducidos.
- Si es **minimización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más positivo en el vector de costes reducidos.

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

90/1  
180/0  
100/1

Vector de costos reducido

La variable de entrada es una de las variables NO BÁSICAS que va a formar parte de la solución.

- Si es **maximización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más negativo en el vector de costes reducidos.
- Si es **minimización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más positivo en el vector de costes reducidos.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

$$90/1 = 90$$

$$180/0 = \text{indet}$$

$$100/1 = 100$$

Vector de costos reducido

La variable de entrada es una de las variables NO BÁSICAS que va a formar parte de la solución.

- Si es **maximización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más negativo en el vector de costes reducidos.
- Si es **minimización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más positivo en el vector de costes reducidos.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
M	a1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - Cj	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

$$90/1 = 90$$

$$180/0 = \text{indet}$$

$$100/1 = 100$$

Vector de costos reducido

La variable de entrada es una de las variables NO BÁSICAS que va a formar parte de la solución.

- Si es **maximización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más negativo en el vector de costes reducidos.
- Si es **minimización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más positivo en el vector de costes reducidos.

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	C <sub>j</sub>	45	80	0	0	0	M	M	M	
Variables básicas										
		X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	1	1	0	0	-1	0	0	1	100
	Z	2M	2M	-M	-M	-M	M	M	M	370M
	Z - C <sub>j</sub>	2M	2M	-M	-M	-M	0	0	0	-----

$$90/1 = 90$$

$$180/0 = \text{indet}$$

$$100/1 = 100$$

Vector de costos reducido

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z									
	Z - Cj									-----

$$90/1 = 90$$

$$180/0 = \text{indet}$$

$$100/1 = 100$$

Vector de costos reducido

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj									-----

$$90/1 = 90$$

$$180/0 = \text{indet}$$

$$100/1 = 100$$

Vector de costos reducido

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj	0	2M	M	-M	-M	-2M	0	0	-----

$$90/1 = 90$$

$$180/0 = \text{indet}$$

$$100/1 = 100$$

Vector de costos reducido

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj	0	2M	M	-M	-M	-2M	0	0	-----

Vector de costos reducido

Verificar si la solución actual es la óptima o si es posible mejorarla.

- Si es **maximización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean mayores o iguales a cero. Ahí está el punto óptimo y se finaliza la solución.
- Si es **minimización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean menores o iguales a cero, para tener la solución óptima.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj	0	2M	M	-M	-M	-2M	0	0	-----

Vector de costos reducido

Verificar si la solución actual es la óptima o si es posible mejorarla.

- Si es **maximización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean mayores o iguales a cero. Ahí está el punto óptimo y se finaliza la solución.
- Si es **minimización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean menores o iguales a cero, para tener la solución óptima.

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj	0	2M	M	-M	-M	-2M	0	0	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

La variable de entrada es una de las variables NO BÁSICAS que va a formar parte de la solución.

- Si es **maximización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más negativo en el vector de costes reducidos.
- Si es **minimización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más positivo en el vector de costes reducidos.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
M	a3	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj	0	2M	M	-M	-M	-2M	0	0	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

La variable de entrada es una de las variables NO BÁSICAS que va a formar parte de la solución.

- Si es **maximización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más negativo en el vector de costes reducidos.
- Si es **minimización**: la variable de entrada será la variable no básica con el coeficiente más positivo en el vector de costes reducidos.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

			80	0	0	0	M	M	M	
	Variables									
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	2M	M	-M	-M	-M	M	M	190M
	Z - Cj	0	2M	M	-M	-M	-2M	0	0	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z									
	Z - Cj									-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z									
	Z - Cj									-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

Se convierte toda la columna pivote en forma de identidad. Solo la intersección es 1 (fila3) y el resto deben ser 1. En este caso solo se debe modificar la segunda fila que está en 1 para que sea 0. Para esto, restamos la fila 2 menos la fila 3.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z									
	Z - Cj									-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

Se convierte toda la columna pivote en forma de identidad. Solo la intersección es 1 (fila3) y el resto deben ser 1. En este caso solo se debe modificar la segunda fila que está en 1 para que sea 0. Para esto, restamos la fila 2 menos la fila 3.

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj									-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

Se tiene en cuenta solo la fila 2 para calcular las sumas en Z. Esto debido a que es la única que conserva la M en la primera columna.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj	0	0	-M	-M	M	0	0	-2M	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

Se calcula la resta entre Z y Cj. En este caso solo se resta cuando en Cj hay M

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj	0	0	-M	-M	M	0	0	-2M	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$180/1 = 180$

$10/1 = 10$

Vector de costos reducido

Acá se termina la segunda iteración y se va a revisar si hace falta seguir iterando

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj	0	0	-M	-M	M	0	0	-2M	-----

Vector de costos reducido

Verificar si la solución actual es la óptima o si es posible mejorarla.

- Si es **maximización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean mayores o iguales a cero. Ahí está el punto óptimo y se finaliza la solución.
- Si es **minimización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean menores o iguales a cero, para tener la solución óptima.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj	0	0	-M	-M	M	0	0	-2M	-----

Vector de costos reducido

Verificar si la solución actual es la óptima o si es posible mejorarla.

- Si es **maximización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean mayores o iguales a cero. Ahí está el punto óptimo y se finaliza la solución.
- Si es **minimización**: se verifica que todos los coeficientes del vector de costes reducido sean menores o iguales a cero, para tener la solución óptima.

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
M	a2	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj	0	0	-M	-M	M	0	0	-2M	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$170/1 = 170$

$10/-1 = \text{No se cuenta}$

Vector de costos reducido

**OJO: SI SE ESTÁ DIVIDIENDO ENTRE UN VALOR NEGATIVO, ESTE VALOR NO SE TIENE EN CUENTA. SOLO SE CUENTAN LOS QUE SON POSITIVOS**

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80			0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1		0	-1	0	0	1	0	0	90
0	S3	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z	0	0	-M	-M	M	M	M	-M	170M
	Z - Cj	0	0	-M	-M	M	0	0	-2M	-----

$90/0 = \text{indeter}$

$170/1 = 170$

$10/-1 = \text{No se cuenta}$

Vector de costos reducido

**OJO: SI SE ESTÁ DIVIDIENDO ENTRE UN VALOR NEGATIVO, ESTE VALOR NO SE TIENE EN CUENTA. SOLO SE CUENTAN LOS QUE SON POSITIVOS**

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
0	S3	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	1	0	-1	-1	0	1	10
	Z									
	Z - Cj									-----

$90/0 = \text{indeter}$

$170/1 = 170$

$10/-1 = \text{No se cuenta}$

Vector de costos reducido

Para eliminar ese -1 se suman las filas 2 y 3

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
0	S3	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
	Z									
	Z - Cj									-----

$90/0 = \text{indeter}$

$170/1 = 170$

$10/-1 = \text{No se cuenta}$

Vector de costos reducido

Para eliminar ese -1 se suman las filas 2 y 3

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
0	S3	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
	Z	45	80	-45	-80	0	45	80	0	18450
	Z - Cj									-----

$$90 \times 45 = 4050$$

$$170 \times 0 = 0$$

$$180 \times 80 = 14400$$

Vector de costos reducido

Como ya no hay M en la primera columna, entonces ya los valores que se tienen en cuenta son los diferentes a M, para calcular el valor de Z

¡Siempre  
hacia lo alto!



## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	M	M	M	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3	a1	a2	a3	Solución
45	X1	1	0	-1	0	0	1	0	0	90
0	S3	0	0	-1	-1	1	1	1	-1	170
80	X2	0	1	0	-1	0	0	1	0	180
	Z	45	80	-45	-80	0	45	80	0	18450
	Z - Cj	0	0	-45	-80	0	---	---	---	-----

$$90 \times 45 = 4050$$

$$170 \times 0 = 0$$

$$180 \times 80 = 14400$$

Vector de costos reducido

Se calcula Z-Cj también sin tener en cuenta las columnas de las M

Como ya no hay M en la primera columna ya no reviso las M de arriba

¡Siempre  
hacia lo alto!





## MÉTODO SIMPLEX: Minimización

	Cj	45	80	0	0	0	Como ya no hay M en la primera columna ya no reviso las M de arriba	
	Variables básicas	X1	X2	S1	S2	S3		
45	X1	1	0	-1	0	0		Solución
0	S3	0	0	-1	-1	1		90
80	X2	0	1	0	-1	0		170
	Z	45	80	-45	-80	0		180
	Z - Cj	0	0	-45	-80	0		18450
								-----

$$90 \times 45 = 4050$$

$$170 \times 0 = 0$$

$$180 \times 80 = 14400$$

Vector de costos reducido

Rta:

X1 = 90 unidades de R

X2 = 180 unidades de S

S3 = 170 sobrante de la producción

Z = costo de la producción = \$18450

¡Siempre  
hacia lo alto!



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Hillier, F. S. L., Hillier, G. J. F. S., & Lieberman, G. J. (1989). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. McGraw-Hill. 2018

Puente Riofrío, M. & Gavilánez Álvarez, O. (2018). Programación lineal para la toma de decisiones. ESPOCH.

¡Siempre  
hacia lo alto!





# UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

---

SECCIONAL TUNJA

---

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1732

# ¡Siempre hacia lo alto!

[USTATUNJA.EDU.CO](http://USTATUNJA.EDU.CO)



@santotomastunja