

## 2.2.

“Copani”, una compañía dedicada a la minería, explota tres yacimientos (Sierra Alta, Sierra Chica y El Abra), de cada uno de los cuales obtiene un mineral que contiene cuatro metales: Cobre, Estaño, Manganeso y Zinc. Con estos cuatro metales, y siguiendo las especificaciones que pueden verse en el cuadro que figura a continuación, Copani elabora dos aleaciones: A y B.

Aleación	Especificaciones
A	Como máximo 80% de Cobre
	Como máximo 30% de Estaño
	Como mínimo 50% de Zinc
B	Entre 40% y 60% de Estaño
	Como mínimo 30% de Manganeso
	Como máximo 70% de Zinc

La proporción de cada metal que está en el mineral depende del yacimiento del cual proviene ese mineral. La siguiente tabla indica esos datos, así como los costos de extracción de mineral:

Mineral	Máximo Disponible (toneladas)	Porcentaje de Metal					Costo \$/Tonelada
		Cobre	Estaño	Manganeso	Zinc	Otros	
Sierra Alta	1000	20	10	30	30	10	10
Sierra Chica	2000	10	20	30	30	10	40
El Abra	3000	5	5	70	20	0	50

La aleación A se vende a \$A por tonelada y la aleación B a \$B por tonelada. Con la información indicada: ¿Qué es lo mejor que puede hacer “Copani”?

- ☞ Para facilitar el análisis se incluyen las siguientes definiciones:
- *Aleación: Producto homogéneo de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal. Ej: Bronce, Acero.*
  - *Metal: Cada uno de los elementos químicos, buenos conductores del calor y de la electricidad. Ej: Oro, Cobre, Hierro.*
  - *Mineral: Sustancia inorgánica que se halla en la superficie o en diversas capas de la tierra, cuya explotación ofrece interés. Ej: Ferrita, Pirita*

### Resolución del problema.

#### Situación problemática:

Una compañía se dedica a la minería, cuenta con 3 yacimientos de los cuales obtiene 4 tipos de metales. Con esos metales elabora dos tipos de aleaciones.

#### Objetivo:

Determinar la distribución de los metales de la mejor manera posible para producir las aleaciones y así poder obtener el mayor beneficio económico.

#### Hipótesis:

- No hay inflación, o si la hay, no afecta las relaciones entre precios y costos.
- Todo lo que se produce se vende.
- La calidad de los metales extraídos es igual en los 3 yacimientos.
- Una aleación puede estar formada por metales extraídos de distintos yacimientos.

- No hay pérdidas de materia prima en la elaboración de las aleaciones.
- Se dispone de capital, proveedores de materias primas y otros recursos necesarios no contemplados para poder aprovechar al máximo la cantidad de metales disponibles.
- Puedo hacer aleaciones que no tengan todos los metales, porque no hay mínimos.
- Los “otros” metales no se pueden usar para las aleaciones, son desperdicios.
- No es necesario gastar todos los metales que extraigo.

#### Variables:

A: cantidad de Aleación A [tonelada/periodo]

B: cantidad de Aleación B [tonelada/periodo]

SA: cantidad de mineral disponible en el yacimiento Sierra Alta [tonelada/periodo]

SC: cantidad de mineral disponible en el yacimiento Sierra Chica [tonelada/periodo]

EA: cantidad de mineral disponible en el yacimiento El Abra [tonelada/periodo]

CO: cantidad de Cobre disponible [tonelada/periodo]

EST: cantidad de Estaño disponible [tonelada/periodo]

MAG: cantidad de Magnesio disponible [tonelada/periodo]

ZIN: cantidad de Zinc disponible [tonelada/periodo]

CO\_A: cantidad de Cobre en Aleación A [tonelada/periodo] (mismo con EST\_A, ZIN\_A)

EST\_B: cantidad de Estaño en Aleación B [tonelada/periodo] (mismo con MAG\_B, ZIN\_B)

#### Restricciones:

##### **Minerales disponibles)**

$$SA \text{ [tonelada/periodo]} \leq 1000 \text{ [tonelada/periodo]}$$

$$SC \text{ [tonelada/periodo]} \leq 2000 \text{ [tonelada/periodo]}$$

$$EA \text{ [tonelada/periodo]} \leq 3000 \text{ [tonelada/periodo]}$$

##### **Metales disponibles)**

$$CO \text{ [ton/periodo]} = 0,2 * SA \text{ [ton/periodo]} + 0,1 * SC \text{ [ton/periodo]} + 0,05 * EA \text{ [ton/periodo]}$$

$$EST \text{ [ton/periodo]} = 0,1 * SA \text{ [ton/periodo]} + 0,2 * SC \text{ [ton/periodo]} + 0,05 * EA \text{ [ton/periodo]}$$

$$MAG \text{ [ton/periodo]} = 0,3 * SA \text{ [ton/periodo]} + 0,3 * SC \text{ [ton/periodo]} + 0,7 * EA \text{ [ton/periodo]}$$

$$ZIN \text{ [ton/periodo]} = 0,3 * SA \text{ [ton/periodo]} + 0,3 * SC \text{ [ton/periodo]} + 0,2 * EA \text{ [ton/periodo]}$$

**Metales disponibles para usar en cada Aleación)**

$$CO\_A \text{ [ton/periodo]} \leq CO \text{ [ton/periodo]}$$

$$EST\_A \text{ [ton/periodo]} + EST\_B \text{ [ton/periodo]} \leq EST \text{ [ton/periodo]}$$

$$MAG\_B \text{ [ton/periodo]} \leq MAG \text{ [ton/periodo]}$$

$$ZIN\_A \text{ [ton/periodo]} + ZIN\_B \text{ [ton/periodo]} \leq ZIN \text{ [ton/periodo]}$$

**Porcentaje de metales en Aleación A)**

$$CO\_A \text{ [ton/periodo]} \leq 0,8 A \text{ [ton/periodo]}$$

$$EST\_A \text{ [ton/periodo]} \leq 0,3 A \text{ [ton/periodo]}$$

$$ZIN\_A \text{ [ton/periodo]} \geq 0,5 A \text{ [ton/periodo]}$$

**Porcentaje de metales en Aleación B)**

$$EST\_B \text{ [ton/periodo]} \geq 0,4 B \text{ [ton/periodo]}$$

$$EST\_B \text{ [ton/periodo]} \leq 0,6 B \text{ [ton/periodo]}$$

$$MAG\_B \text{ [ton/periodo]} \geq 0,3 B \text{ [ton/periodo]}$$

$$ZIN\_B \text{ [ton/periodo]} \leq 0,7 B \text{ [ton/periodo]}$$

**Funcional:**

$$\text{Ingresos} = A * \$A + B * \$B$$

$$\text{Egresos} = SA * \$10 + SC * \$40 + EA * \$50$$

$$Z(\text{MAX}) = \text{Ingresos} - \text{Egresos} \text{ [$/periodo]}$$