



# Universidad Tecnológica del Perú

## Investigación Operativa

**S18 - Evaluación Final**

**Torres Vara, Mateo Nicolas - U24308542**  
**Sección 36373**

9 de diciembre de 2025

Docente: Alberto Andre Reyna Alcantara

# Caso 1 - Programación multiobjetivo y entera

Una fábrica produce dos tipos de sillas: Ejecutiva y Económica. Cada silla ejecutiva deja una utilidad de S/ 120, y cada silla económica de S/ 80. Para producir una silla ejecutiva se necesitan 3 horas de mano de obra y  $2m^2$  de madera, mientras que una económica requiere 2 horas y  $1m^2$ .

Se dispone de 120 horas de trabajo y  $90m^2$  de madera. La empresa tiene las siguientes metas en orden de prioridad:

**Meta 1:** Alcanzar una utilidad mínima de S/ 4000.

**Meta 2:** Usar al menos el 95 % de las horas disponibles.

**Meta 3:** No usar más del 90 % de la madera disponible.

Además la producción debe ser en unidades enteras.

## Modelo en Lingo

```
'  
MIN = D1 + D2 + E3;  
  
![utilidad] 120*A + 80*B >= 4000;  
![horas_disp] 3*A + 2*B >= 114;  
![madera_disp] 2*A + B <= 81;  
  
[utilidad] 120*A + 80*B + D1 - E1 >= 4000;  
[horas_disp] 3*A + 2*B + D2 - E2 >= 114;  
[madera_disp] 2*A + B + D3 - E3 <= 81;  
  
! Variables enteras: ;  
@GIN(A);  
@GIN(B);  
  
END
```

Se puede notar que la solución cambia al forzar enteros:

Variable	Value	Reduced Cost
D1	0.000000	1.000000
D2	0.000000	1.000000
E3	0.000000	1.000000
A	38.000000	0.000000
B	0.000000	0.000000
E1	0.000000	0.000000
E2	0.000000	0.000000
D3	0.000000	0.000000

  

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
UTILIDAD	560.0000	0.000000
HORAS_DISP	0.000000	0.000000
MADERA_DISP	5.000000	0.000000

Modelo Sin Enteros

Variable	Value	Reduced Cost
D1	0.000000	1.000000
D2	0.000000	1.000000
E3	0.000000	1.000000
A	26.000000	0.000000
B	19.000000	0.000000
E1	0.000000	0.000000
E2	0.000000	0.000000
D3	0.000000	0.000000

  

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
UTILIDAD	640.0000	0.000000
HORAS_DISP	2.000000	0.000000
MADERA_DISP	10.000000	0.000000

Modelo Con Enteros

## Comprobamos las metas

Variables de decisión:

$$\begin{aligned} A &= \text{Sillas Ejecutivas producidas} = 26 \\ B &= \text{Sillas Económicas producidas} = 19 \end{aligned}$$

$$120A + 80B = 120(26) + 80(19) = 3120 + 1520 = 4640 \quad (\text{Meta 1 cumplida})$$

$$3A + 2B = 3(26) + 2(19) = 78 + 38 = 116 \quad (\text{Meta 2 cumplida, } 116/120 = 96.67\%)$$

$$2A + B = 2(26) + 19 = 52 + 19 = 71 \quad (\text{Meta 3 cumplida, } 71/90 = 78.89\%)$$

## Conclusiones

- La producción óptima es de 26 sillas ejecutivas y 19 sillas económicas.
- Se cumplen todas las metas establecidas por la empresa.
- La producción en unidades enteras afecta la solución óptima, pero aún así se logran cumplir las metas.

## Caso 2 - Programación Binaria y dinámica

Una empresa debe elegir entre 5 proyectos posibles. Cada proyecto tiene un costo y un retorno estimado, pero algunos proyectos son excluyentes o dependientes entre sí. Se dispone de un presupuesto máximo de S/ 10,000.

Proyecto	Costo (S/)	Retorno (S/)
P1	3,000	5,000
P2	4,000	7,000
P3	2,000	3,000
P4	5,000	9,000
P5	1,000	1,500

### Reglas:

- Si se elige P1, no se puede elegir P3.
- P2 y P4 no pueden ser elegidos simultáneamente.
- P5 solo puede ser elegido si se elige P2.

Se quiere maximizar el retorno total sin exceder el presupuesto.

## Modelo en Lingo y Resultados

```

SETS:
proyectos/1..5/:costo,retorno,x;
ENDSETS

DATA:
costo,retorno = @OLE(case2-data.xlsx);
@OLE(case2-data.xlsx) = x;
ENDDATA

!Función objetivo;
MAX=@SUM(proyectos(i):retorno(i)*x(i));

@SUM(proyectos(i):costo(i)*x(i))<=10000;

!Condiciones del problema;
x(1) + x(3) <= 1;
x(2) + x(4) <= 1;
x(5) <= x(2);

!Variables binarias;
@FOR(proyectos(i):@BIN(x(i)));
END

```

Modelo en Lingo

Variable	Value	Reduced Cost
COSTO( 1)	3000.000	0.000000
COSTO( 2)	4000.000	0.000000
COSTO( 3)	2000.000	0.000000
COSTO( 4)	5000.000	0.000000
COSTO( 5)	1000.000	0.000000
RETORNO( 1)	5000.000	0.000000
RETORNO( 2)	7000.000	0.000000
RETORNO( 3)	3000.000	0.000000
RETORNO( 4)	9000.000	0.000000
RETORNO( 5)	1500.000	0.000000
X( 1)	1.000000	-5000.000
X( 2)	0.000000	-7000.000
X( 3)	0.000000	-3000.000
X( 4)	1.000000	-9000.000
X( 5)	0.000000	-1500.000

  

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	14000.00	1.000000
2	2000.000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000

Resultados

## Comprobación mediante programación dinámica

Restringidas:	A+C	B+D	E+(!B)		
Etapa	Proyecto	Costo	Retorno	M = 10000	Retorno x Etapa
1	A	3000	5000	A = 3000	5000
2	B	4000	7000	A+B = 7000	12000
3	C	2000	3000	A+B = 7000	12000
4	D	5000	9000	A+D=8000	14000
5	E	1000	1500	A+D=8000	14000

## Conclusiones

- La selección óptima de proyectos es P1 y P4, con un retorno total de S/ 14000.
- Se cumplen todas las restricciones de exclusión y dependencia entre proyectos.
- La programación binaria y dinámica son herramientas efectivas para resolver problemas de selección de proyectos con restricciones complejas.

## Recursos y créditos

- **Código fuente:** Repositorio GitHub - Investigación Operativa
- **Carátula por:** 1nfini0 en GitHub