

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

1. Introducción

Este documento presenta un modelo de optimización lineal entera mixta (MILP) para asignar grupos de estudiantes a aulas y horarios disponibles, maximizando la utilización del espacio. Se consideran restricciones de capacidad de aulas, y se penaliza la subutilización del espacio si supera cierto umbral.

2. Objetivo

Solucione el modelo, mismo que debe permitir una asignación eficiente de aulas con criterios de aprovechamiento del espacio, considerando penalización por subutilización significativa, conservando el enfoque de optimización lineal entera mixta (MILP).

Automatice dando flexibilidad a su programa

3. Datos del Problema

3.1 Aulas Disponibles

La universidad cuenta con un módulo de cinco pisos con la siguiente distribución de aulas:

- Primer y segundo piso: 4 aulas de 45 estudiantes, 2 de 60, 2 de 30.
 - Tercer y cuarto piso: 4 aulas de 60, 2 de 40.
 - Quinto piso: 2 aulas de 120 estudiantes.
- Total: 16 aulas con capacidades distintas.

3.2 Horarios Disponibles

Cada día se divide en 6 bloques horarios:

- 1) 07:00–09:15
- 2) 09:15–11:30
- 3) 11:30–13:45
- 4) 14:00–16:15
- 5) 16:15–18:30
- 6) 18:30–20:45

3.3 Grupos y Materias

Se considera la siguiente lista de grupos con número de estudiantes y materias:

- Grupo 1: 35 estudiantes, Cálculo I
- Grupo 2: 50 estudiantes, Física I
- Grupo 3: 120 estudiantes, Introducción a la Ingeniería
- Grupo 4: 40 estudiantes, Redes I
- Grupo 5: 60 estudiantes, Álgebra Lineal

4. Modelo de Optimización

4.1 Variables de decisión

- $x_{ijt} = 1$ si el grupo i se asigna al aula j en el horario t . Es una forma de decir que solo se toma en cuenta esa combinación grupo-aula-horario si efectivamente se realiza la asignación.
 - **$x_{ijt}=0$** no está asignado, por lo tanto, **no contribuye** a la función objetivo ni a otras condiciones.
- U_{ijt} = espacio subutilizado penalizable en aula j para grupo i en horario t (variable continua ≥ 0)

4.2 Parámetros

- S_i : número de estudiantes del grupo i
- C_j : capacidad del aula j
- δ : umbral tolerado de subutilización (por ejemplo, 20% de C_j)
- λ : factor de penalización por espacio no utilizado

3.3 Función Objetivo

Maximizar:

- **i** : índice que recorre los **grupos de estudiantes**.
- **j** : índice que recorre las **aulas disponibles**.
- **t** : índice que recorre los **bloques horarios disponibles**.
- representa la **cantidad de estudiantes asignados** si el grupo i está en el aula j en el horario t (si $x_{ijt}=1$)
- : sumatoria triple, suma total de estudiantes correctamente asignados
- : sumatoria triple, penalización total en la función objetivo por espacio mal aprovechado.
- : penalización total en la función objetivo por espacio mal aprovechado.
- **Z**: función objetivo que se quiere **maximizar**: estudiantes bien asignados **menos** penalización por subutilización.

- 5 grupos de Estudiantes ($i=1..5$)
- 16 aulas ($j=1..16$)
- 6 horarios ($t=1..6$)
- LA sumatoria triple permite modelar **asignaciones múltiples** en varios **espacios (aulas)**, en varios **momentos (horarios)**, para varios **actores (grupos)**. Es común en modelos de logística, educación, y planificación de operaciones.

3.4 Restricciones

- A. Asignación única por grupo:
 - Cada grupo debe ser asignado exactamente una vez
 - $\sum_t \sum_j x_{ijt} = 1 \quad \forall i$
- B. Una asignación por aula y horario:
 - Cada aula puede recibir como máximo un grupo en cada horario
 - $\sum_i x_{ijt} \leq 1 \quad \forall j, t$
- C. Capacidad del aula:
 - Un grupo solo puede ser asignado a un aula si la capacidad del aula es suficiente
 - $x_{ijt} \times S_i \leq C_j \quad \forall i, j, t$
- D. Penalización solo cuando el espacio vacío supera δ :
 - Si el espacio libre excede el umbral de tolerancia δ , se activa una penalización
 - $U_{ijt} \geq x_{ijt} \times (C_j - S_i - \delta) \quad \forall i, j, t$

4. Automatización

El proceso debe incluir:

1. Entrada de datos: aulas, capacidades, horarios, grupos.
2. Definición de umbral δ y penalización λ .
3. Solución del modelo MILP (programación lineal entera mixta)
4. Salida: matriz de asignación y métricas de utilización del espacio.