# **Contexto y descripción**

La Secretaría Distrital de Educación (SDE) de una ciudad está interesada en hacer la planeación de las capacitaciones de inicio de año, para los profesores de 20 colegios públicos de la ciudad. Los temas de interés de las capacitaciones son: Solución pacífica de conflictos (SC), Innovación en evaluación (IE) y Desarrollo de competencias lectoras (CL). La SDE le ha pedido a 5 universidades que diseñen un curso de un mes cuyos contenidos sean las tres temáticas de interés. En la Tabla 1 se presentan el número de horas de cada tema que cada universidad ofrece en el curso diseñado, la cantidad de cursos idénticos que cada universidad puede ofrecer del nuevo curso diseñado, el número máximo de cupos por curso, el costo por profesor inscrito, y el costo fijo por cada curso que se solicite abrir. Es importante anotar que, cada curso abierto debe tener al menos el 90% de inscripciones con respecto a su capacidad y que para poder abrir cada curso adicional se requiere haber abierto el anterior (por ejemplo, para poder abrir el curso 3 se requiere haber abierto los cursos 1 y 2). Además, no necesariamente se tienen que abrir todos los cursos que cada universidad puede ofrecer sino los necesarios que cumplan con las condiciones ya mencionadas y que no supere el máximo de los cursos ofrecidos por universidad.

Tabla 1. Información de los cursos por universidad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Curso Universidad 1 | Curso Universidad 2 | Curso Universidad 3 | Curso Universidad 4 | Curso Universidad 5 |
| SC (horas/mes) | 10 | 50 | 40 | 30 | 40 |
| IE (horas/mes) | 50 | 30 | 10 | 30 | 30 |
| CL (horas/mes) | 30 | 10 | 40 | 30 | 20 |
| Cantidad de cursos que puede ofrecer | 3 | 4 | 1 | 4 | 2 |
| Cupos (totales) por curso | 30 | 40 | 50 | 30 | 50 |
| Costo variable (millones de pesos/profesor) | 1,5 | 2 | 1,8 | 2,1 | 2,5 |
| Costo fijo por curso abierto (millones de pesos/curso abierto) | 6 | 4 | 1 | 3 | 5 |

La Tabla 2 presenta la información de la localidad a la que pertenece el colegio, la cantidad de profesores de cada Colegio que podrían tomar los cursos y el mínimo de horas totales que se deben recibir en total de cada tema por colegio.

Tabla 2. Información de los colegios

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Mínimo de horas totales de capacitación en cada tema por colegio | | |
| Colegio | Localidad | Cantidad profesores disponibles del colegio para tomar cursos | SC | IE | CL |
| 1 | 1 | 22 | 450 | 380 | 340 |
| 2 | 5 | 23 | 450 | 400 | 340 |
| 3 | 2 | 13 | 250 | 220 | 200 |
| 4 | 5 | 15 | 300 | 260 | 220 |
| 5 | 3 | 21 | 425 | 360 | 320 |
| 6 | 1 | 29 | 575 | 500 | 440 |
| 7 | 5 | 17 | 350 | 280 | 260 |
| 8 | 2 | 6 | 125 | 100 | 100 |
| 9 | 3 | 25 | 500 | 420 | 380 |
| 10 | 4 | 12 | 250 | 200 | 180 |
| 11 | 3 | 26 | 525 | 440 | 400 |
| 12 | 2 | 13 | 250 | 220 | 200 |
| 13 | 1 | 21 | 425 | 360 | 320 |
| 14 | 4 | 24 | 475 | 400 | 360 |
| 15 | 2 | 25 | 500 | 420 | 380 |
| 16 | 3 | 23 | 450 | 400 | 340 |
| 17 | 4 | 18 | 350 | 300 | 280 |
| 18 | 1 | 15 | 300 | 260 | 220 |
| 19 | 2 | 28 | 550 | 480 | 420 |
| 20 | 5 | 21 | 425 | 360 | 320 |

Está previsto que cada colegio sea atendido a lo sumo por dos universidades. Adicionalmente, la SDE quiere programar 5 diferentes rutas, una ruta por cada universidad. El recorrido de cada ruta debe salir de la SDE, debe pasar al menos por uno de los colegios que atiende dicha universidad y llegar a la universidad correspondiente a la ruta. El costo por km recorrido de la ruta es de $50000. Las distancias en km entre colegios y universidades se presentan en la Tabla 3, donde las celdas que tienen un guion implican que, de acuerdo con la disposición de la SDE, el vehículo no puede hacer una ruta de forma directa entre esos dos puntos. La distancia total del recorrido de una ruta debe multiplicarse por 40 pues se debe hacer el mismo recorrido de cada ruta ida y regreso durante los 20 días del mes que dura cada curso.

Tabla 3. Matriz de distancias.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Destino** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | **SDE** | **Colegio 1** | **Colegio 2** | **Colegio 3** | **Colegio 4** | **Colegio 5** | **Colegio 6** | **Colegio 7** | **Colegio 8** | **Colegio 9** | **Colegio 10** | **Colegio 11** | **Colegio 12** | **Colegio 13** | **Colegio 14** | **Colegio 15** | **Colegio 16** | **Colegio 17** | **Colegio 18** | **Colegio 19** | **Colegio 20** | **Universidad 1** | **Universidad 2** | **Universidad 3** | **Universidad 4** | **Universidad 5** |
| **Origen** | **SDE** | - | 8 | 6 | 26 | 26 | 29 | 8 | 30 | 1 | 2 | 21 | 13 | 1 | 2 | 3 | 2 | 27 | 1 | 4 | 7 | 15 | - | - | - | - | - |
| **Colegio 1** | 8 | - | 11 | 3 | 6 | 14 | 8 | 2 | 7 | 26 | 6 | 12 | 17 | 28 | 1 | 8 | 9 | 20 | 1 | 9 | 30 | 5 | 29 | 6 | 4 | 20 |
| **Colegio 2** | 6 | 11 | - | 10 | 6 | 20 | 15 | 25 | 27 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 7 | 22 | 3 | 1 | 26 | 14 | 6 | 7 | 26 | 12 | 10 | 13 |
| **Colegio 3** | 26 | 3 | 10 | - | 7 | 3 | 9 | 4 | 6 | 17 | 9 | 3 | 1 | 7 | 2 | 4 | 30 | 3 | 27 | 17 | 20 | 4 | 1 | 26 | 7 | 20 |
| **Colegio 4** | 26 | 6 | 6 | 7 | - | 27 | 20 | 18 | 18 | 2 | 25 | 29 | 7 | 5 | 22 | 13 | 5 | 16 | 1 | 7 | 5 | 4 | 1 | 4 | 2 | 12 |
| **Colegio 5** | 29 | 14 | 20 | 3 | 27 | - | 3 | 23 | 17 | 10 | 30 | 9 | 3 | 18 | 18 | 12 | 4 | 2 | 18 | 7 | 22 | 30 | 9 | 9 | 26 | 7 |
| **Colegio 6** | 8 | 8 | 15 | 9 | 20 | 3 | - | 7 | 27 | 4 | 6 | 24 | 1 | 18 | 1 | 8 | 12 | 21 | 8 | 18 | 8 | 11 | 3 | 5 | 2 | 20 |
| **Colegio 7** | 30 | 2 | 25 | 4 | 18 | 23 | 7 | - | 2 | 2 | 5 | 2 | 16 | 24 | 1 | 7 | 9 | 28 | 16 | 22 | 8 | 6 | 30 | 18 | 1 | 10 |
| **Colegio 8** | 1 | 7 | 27 | 6 | 18 | 17 | 27 | 2 | - | 19 | 27 | 5 | 23 | 9 | 1 | 23 | 8 | 26 | 19 | 24 | 5 | 8 | 6 | 20 | 16 | 23 |
| **Colegio 9** | 2 | 26 | 6 | 17 | 2 | 10 | 4 | 2 | 19 | - | 9 | 5 | 1 | 2 | 6 | 9 | 6 | 10 | 19 | 20 | 16 | 4 | 3 | 27 | 10 | 9 |
| **Colegio 10** | 21 | 6 | 2 | 9 | 25 | 30 | 6 | 5 | 27 | 9 | - | 19 | 2 | 8 | 1 | 5 | 9 | 7 | 9 | 7 | 22 | 5 | 23 | 4 | 8 | 1 |
| **Colegio 11** | 13 | 12 | 4 | 3 | 29 | 9 | 24 | 2 | 5 | 5 | 19 | - | 9 | 1 | 10 | 1 | 5 | 7 | 3 | 2 | 10 | 4 | 22 | 6 | 26 | 20 |
| **Colegio 12** | 1 | 17 | 4 | 1 | 7 | 3 | 1 | 16 | 23 | 1 | 2 | 9 | - | 2 | 23 | 5 | 20 | 7 | 24 | 29 | 8 | 19 | 8 | 3 | 9 | 19 |
| **Colegio 13** | 2 | 28 | 10 | 7 | 5 | 18 | 18 | 24 | 9 | 2 | 8 | 1 | 2 | - | 8 | 17 | 5 | 7 | 6 | 8 | 7 | 3 | 13 | 1 | 17 | 24 |
| **Colegio 14** | 3 | 1 | 7 | 2 | 22 | 18 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 10 | 23 | 8 | - | 10 | 24 | 12 | 9 | 8 | 6 | 2 | 14 | 1 | 15 | 13 |
| **Colegio 15** | 2 | 8 | 22 | 4 | 13 | 12 | 8 | 7 | 23 | 9 | 5 | 1 | 5 | 17 | 10 | - | 1 | 8 | 13 | 9 | 5 | 8 | 15 | 8 | 3 | 11 |
| **Colegio 16** | 27 | 9 | 3 | 30 | 5 | 4 | 12 | 9 | 8 | 6 | 9 | 5 | 20 | 5 | 24 | 1 | - | 9 | 17 | 8 | 18 | 10 | 17 | 22 | 16 | 10 |
| **Colegio 17** | 1 | 20 | 1 | 3 | 16 | 2 | 21 | 28 | 26 | 10 | 7 | 7 | 7 | 7 | 12 | 8 | 9 | - | 25 | 4 | 1 | 27 | 6 | 1 | 6 | 7 |
| **Colegio 18** | 4 | 1 | 26 | 27 | 1 | 18 | 8 | 16 | 19 | 19 | 9 | 3 | 24 | 6 | 9 | 13 | 17 | 25 | - | 14 | 21 | 13 | 21 | 4 | 5 | 4 |
| **Colegio 19** | 7 | 9 | 14 | 17 | 7 | 7 | 18 | 22 | 24 | 20 | 7 | 2 | 29 | 8 | 8 | 9 | 8 | 4 | 14 | - | 23 | 4 | 3 | 9 | 29 | 2 |
| **Colegio 20** | 15 | 30 | 6 | 20 | 5 | 22 | 8 | 8 | 5 | 16 | 22 | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 | 18 | 1 | 21 | 23 | - | 8 | 10 | 26 | 29 | 5 |
| **Universidad 1** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Universidad 2** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Universidad 3** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Universidad 4** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Universidad 5** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Usted y su equipo han sido contratados por la SDE para formular un modelo compacto de programación lineal entera mixta que minimice los costos totales de las capacitaciones. Además, se han definido otras condiciones que deben cumplirse:

1. Un colegio puede ser atendido por máximo dos universidades.
2. Una universidad no puede atender un colegio que esté a más de 10km de distancia.
3. La diferencia en el porcentaje de profesores que toman los cursos entre cada par de localidades debe ser a lo sumo 1%.

# **Condiciones y entregables**

El caso deberá ser resuelto en grupos de **exactamente** cuatro estudiantes y debe ser enviado a más tardar el miércoles 24 de abril a las 11:59pm por el Buzón de asignaciones de Brightspace. Como está especificado en la presentación de la primera clase, la nota de este caso tiene una participación del 30% de la nota del Parcial 2 de la asignatura. Por lo tanto, es una evaluación parcial y las condiciones de presentación son las establecidas en el Reglamento de la Universidad.

Aunque la idea es que empiecen a trabajar el caso desde ya y deben dedicarle tiempo al caso fuera de la clase, se dispondrán dos clases presenciales para trabajar en el caso y resolver dudas de éste, las cuales son: la primera clase de la semana 12 y la primera clase de la semana 13. Es de carácter obligatorio para todos los miembros de cada grupo estar en estas dos clases presencialmente. La persona que no esté en alguna de ellas no podrá presentar el caso y deberá solicitar supletorio.

Un solo integrante del grupo deberá colgar una carpeta comprimida (.zip) nombrada con el apellido de los cuatro integrantes. La carpeta debe contener:

1. Un informe de análisis de resultados. Este informe debe incluir el modelo matemático.
2. El código de Gusek guardado en un archivo de texto en el bloc de notas
3. Un archivo de Excel con el resumen de los resultados (variables de decisión y función objetivo)