

## II Parcial de Investigación de Operaciones IIS 2023

Prof. Esteban Ballesterio Alfaro

Unidad Desconcentrada de computación, CTLSC

Octubre 5, 2023



### INDICACIONES GENERALES

1. Dispone de 2.5 h para resolver la prueba
2. Esta prueba tiene una valor de 32 puntos
3. La solución del examen deberá presentarse en un solo documento en formato de *Word*, el cuál deberán subir a Teams.
4. El documento debe incluir la solución de todos los problemas.

### PROBLEMA 1 [10 pts]

Desde 6 bodegas mayoristas ubicadas en diferentes puntos de una ciudad capital, se desea transportar mercadería a 6 centros de distribución ubicados en 6 ciudades diferentes fuera de la capital. Los costos por transportar cada producto desde las fuentes u orígenes hacia los respectivos destinos se encuentran detallados en la siguiente tabla, así como su respectiva demanda y las capacidades de producción:

		DESTINOS						CAPACIDAD
		DESTINO 1	DESTINO 2	DESTINO 3	DESTINO 4	DESTINO 5	DESTINO 6	
ORIGEN	Bodega 1	45	15	85	110	52	20	35000
	Bodega 2	60	90	35	112	46	90	55000
	Bodega 3	25	70	120	130	10	76	25000
	Bodega 4	65	125	50	62	8	105	45000
	Bodega 5	30	75	37	93	100	92	50000
	Bodega 6	42	32	78	115	72	43	60000
DEMANDA		10000	25000	45000	35000	60000	75000	

Realice lo siguiente:

1. Resuelva el problema anterior utilizando *solver* de Excel. Debe adjuntar a la solución de este problema las capturas de las tablas creadas para resolver el problema en Excel.
2. Con base en lo anterior, explique cuál sería la distribución óptima de la mercadería de manera que se pueda satisfacer la demanda. Presente la información en una tabla resumen como la siguiente, tomando en cuenta que puede agregar las filas que sean necesarias de acuerdo con la solución del problema.

Destino	Cantidad asignada	Bodega responsable

3. ¿Deberán todas las bodegas trabajar a su máxima capacidad? Justifique su respuesta en función de la solución encontrada, de manera que se indique cuáles bodegas estarán trabajando a máxima capacidad de producción y en caso de que alguna no lo haga, indica cuanto producirá y cuánto dejará de producir.
4. Determine el costo total mínimo de transporte que representaría para la empresa, en caso de implementar la estrategia propuesta en el punto (2).

## PROBLEMA 2 [7 pts]

Se cuenta con 4 nadadores, escogidos por su rendimiento, para conformar el equipo que competirá en la modalidad de relevos. Hay que tomar en cuenta que para esta modalidad se debe asignar un nadador para cada estilo.

Se realizaron varias pruebas y se tomaron los rendimientos de cada uno de ellos en los cuatro estilos, como se muestra en la siguiente tabla:

		Tiempo según estilo (segundos)			
		LIBRE	DORSO	PECHO	MARIPOSA
Nadador	Alejandro	52	55	65	53
	Miguel	50	57	62	55
	Jorge	53	56	64	54
	Javier	51	58	64	55

Para el caso planteado, realice lo siguiente:

1. Resuelva el problema anterior utilizando *Solver* de Excel. Debe adjuntar a este documento la captura de la plantilla de Excel utilizada incluyendo la solución.
2. Con base en lo anterior, asigne los nadadores a los diferentes estilos de nadado de manera que se minimice el tiempo de competencia y complete la siguiente tabla resumen. Agregue las filas que sean necesarias.

Nadador	Estilo de nadado asignado

3. Determine el tiempo mínimo que el equipo tardaría en realizar la competencia de nadado sincronizado, en caso de implementar la estrategia propuesta en el punto 2.

### PROBLEMA 3 [7 pts]

La siguiente tabla resumen los datos de un problema de transporte:

Tabla 1.

		Destino				Oferta
		D1	D2	D3	D4	
Origen	O1	10	2	20	11	150
	O2	12	7	9	20	250
	O3	4	14	16	18	100
Demanda		50	150	150	150	

Para el modelo anterior realice lo siguiente:

1. Genere las matrices de asignación usando los métodos de Costo Mínimo y Esquina Noroeste (puede copiar la Tabla 1 e ir completando los datos de asignación para cada caso)
2. Analice los resultados, ¿podrían ambas matrices de asignación ser utilizadas para aplicarle el Método del Cruce del Arroyo? Justifique su respuesta
3. Considere la siguiente matriz de asignación, genere y calcule el valor del circuito O3-D3. En la tabla debe aparecer el circuito con todas las celdas coloreadas, use azul para las celdas positivas y amarillo para las celdas negativas. El valor numérico del circuito lo puede escribir bajo la tabla.

		Destino					
		D1		D2		D3	
Origen	O1	300	10	200	30	/	60
	O2	/	20	50	50	250	30
	O3	100	15	/	45	/	50

#### PROBLEMA 4 [8 pts]

Considere el problema:

Una firma inmobiliaria tiene \$2 000 000 (pesos) disponibles para compra de una nueva propiedad para alquiler. Después de una investigación inicial, se redujo las alternativas de inversión a viviendas urbanas y edificios de departamentos. Cada vivienda puede comprarse por \$282 000 y hay **cinco** disponibles. Cada edificio de departamentos puede comprar por \$400 000 y el desarrollador construirá tantos edificios como la empresa quiera comprar.

El gerente de propiedades puede dedicar hasta 140 horas por mes a estas nuevas propiedades; se espera que cada vivienda requiera 4 horas por mes y cada edificio de departamentos 40 horas por mes. Se estima que el flujo de efectivo anual, después de deducir los pagos hipotecarios y los gastos de operación sea de \$10 000 por vivienda y de \$15 000 por edificio de departamentos. Al propietario de la empresa le gustaría determinar el número de viviendas y de edificios de departamentos a comprar para maximizar el flujo de efectivo anual.

$x_1$ : número de viviendas

$x_2$ : número de edificios de departamento

Se expresará FO y las restricciones en miles de pesos.

Entonces, un modelo de Programación Lineal para este problema estaría dado por:

---


$$\text{FO:} \quad \text{Maximizar } Z = 10x_1 + 15x_2$$


---

$$\text{Sujeto a:} \quad 282x_1 + 400x_2 \leq 2000$$

$$4x_1 + 40x_2 \leq 140$$

$$x_1 \leq 5$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \text{ enteras}$$


---

Para el problema anterior:

1. Usando Solver de Excel, genere la solución del modelo de programación lineal. (Método relajado). Adjunte una captura de lo realizado en Excel. Conteste, ¿tiene sentido en el contexto del problema esta solución?
2. Use la solución obtenida en el paso 1 como su punto de partida y aplique Branch & Bound para generar los problemas P1 y P2 de la primera ramificación. Además, debe indicar por cuál de los dos problemas (P1 o P2) debería hacerse la siguiente ramificación, justificando su escogencia.
3. Resuelva el problema de programación lineal entera en Solver y adjunte una captura del resultado. Interprete la solución y el resultado de la función objetivo obtenida para dicha solución en el contexto del problema, ¿cuál solución (la de PLE o la del modelo relajado) permite obtener un mejor resultado para FO? Indique además qué nueva restricción, si fue necesario, tuvo que agregar al modelo en Solver realizado en el paso 1.