Escuela Superior Politécnica del Litoral
Instituto de Ciencias Matemáticas
Ingeniería en Logística y Transporte
Modelos avanzados en transporte

Ing. Erwin Delgado B.
Nombres:…………………………………………… Primera Evaluación 02 de diciembre de 2009

Tema 1 (30 %)

Se requiere encontrar un plan óptimo de rutas para atender con una flota de vehículos al conjunto de viajes señalados en la tabla a continuación. Cada viaje tiene una posición de salida (el sitio donde el vehículo recoge al cliente), una posición de llegada (el sitio hacia donde el cliente debe ser transportado) y una ventana de tiempo para el inicio del viaje. Las posiciones espaciales están dadas por coordenadas cartesianas en el plano.

Viaje	Posición de salida	Posición de llegada	Ventanas de tiempo
A	(1,1)	(2,3)	[07;09]
B	(0,2)	(1,4)	[08;09]
C	(1,0)	(0,3)	[07;08]
D	(3,2)	(5,0)	[14;15]
E	(1,2)	(5,6)	[12;13]
F	(6,6)	(6,3)	[17;21]
G	(5,4)	(0,4)	[21;23]

Deben tomarse en cuenta las siguientes restricciones:

a) Cada vehículo puede atender un sólo viaje a la vez.
b) Los vehículos se desplazan únicamente en los sentidos horizontal y vertical.
c) Esto significa que al moverse de la posición (x_1, y_1) a la posición (x_2, y_2), un vehículo recorre la distancia

$$d = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$$

(Este tipo de distancia suele conocerse como métrica de Manhattan, debido a la geometría regular que presentan las calles en ese barrio de Nueva York)

d) Todos los vehículos se mueven con velocidad unitaria, recorren una unidad de distancia por cada unidad de tiempo.

e) El depósito de los vehículos está en la posición (0, 0). Todas las rutas deben empezar y terminar allí.
f) Las ventanas de tiempo se refieren a la hora en la que debe iniciar un viaje y deben respetarse en ambos sentidos: no es posible empezar el viaje ni muy temprano ni muy tarde.
g) No existen ventanas de tiempo para el inicio ni para el final de las rutas.
h) El costo de una ruta es igual a la suma de las longitudes de los desplazamientos "vacíos" (sin clientes) dentro de la misma: al salir del depósito, entre un viaje y el siguiente, y al retornar al depósito después del último viaje. Se carga además a cada ruta un costo fijo de 10 unidades monetarias.

Formular un programa entero mixto para encontrar el conjunto de rutas de costo mínimo y resolver este programa empleando GAMS. El tamaño de la flota se considera suficientemente grande como para que no signifique una restricción en el modelo.

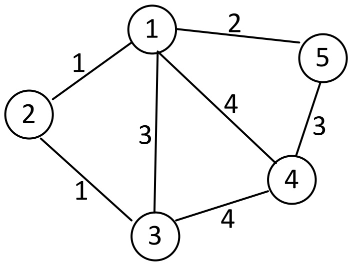
Sugerencia: Construir un grafo cuyos vértices representen los viajes a cubrir y el depósito. Entre cada par ordenado de viajes (i, j) existirá un arco si y sólo si es posible para un vehículo cubrir el viaje j inmediatamente después del viaje i, tomando en cuenta la duración del viaje i y el tiempo de desplazamiento vacío entre ambos viajes. Definir los costos sobre los arcos de manera adecuada y plantear el problema como un VRPTW.

Tema 2 (40 %)

Una empresa de mudanzas dispone de M camiones, donde la capacidad del camión i es V_i. Para un día determinado esta empresa ha contratado mudanzas con N clientes distintos. La carga a transportar del cliente j es R_j.
Cada mudanza debe realizarse mediante un único. Un mismo camión puede hacer varios fletes en el día, siendo L_i el número máximo de fletes diarios que puede hacer el camión i. Si el camión i hace la mudanza del cliente j se tiene un beneficio B_{ij}. Además, debe tomarse en cuenta que los clientes s y t deben ser atendidos por camiones diferentes y los clientes v y w deben ser atendidos por un mismo. Por último, debe considerarse que si el camión M no fuera asignado a mudanza alguna en este día entonces puede contratarse para él un flete interprovincial si así conviniera, cuyo destino puede ser Manabí, Pichincha o Santa Elena. El Beneficio del camión M al efectuar este único flete del día está dado por la expresión $B + bx$, donde B y b son constantes y x representa la distancia a recorrer en el viaje. La distancia a Manabí, Pichincha y Santa Elena es D_1, D_2, D_3, respectivamente.
Con estos antecedentes construya un modelo matemático de programación lineal que asegure atender a todos los clientes y que maximice el beneficio diario de esta empresa.

Tema 3 (30%)

Considerar para el siguiente ejercicio una ciudad ficticia con cinco zonas O-D conectadas por una red vial como se muestra en la siguiente figura. Se adjunta los costos entre zonas.



La tabla siguiente indica para cada zona $i \in \{1,2,3,4,5\}$ la cantidad de viajes generados (G_i) y atraídos (A_i), por i

i	$G(i)$	$A(i)$
1	100	30
2	20	200
3	100	30
4	50	150
5	180	40

Considerando que los valores de $k_i = 0.2$ y $k_j = 0.3$ para todas las zonas.

a. Determine la matriz de costos C_{ij} dada por el desplazamiento entre zonas i y j la distancia d_{ij} entre dichas zonas (calculada a partir de la figura),

b. Utilizar la forma elaborada del modelo gravitacional para estimar el número de viajes entre cada las zonas 1 y 5. Considere la función de decaimiento de la interacción dada por:

$$f(C_{ij}) = \frac{1}{C_{ij}^3}$$