



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA

INGENIERIA DE SISTEMAS

Proyecto de toma de decisiones

Tren interurbano México-Toluca

Mariano Anastacio Juan Manuel

Grupo: 4

Semestre: 2017-1

Fecha de entrega: 25 de Noviembre de 2016



Calificación obtenida: _____

Índice

Introducción	2
Introducción a la teoría de desiciones.....	3
Planteamiento del problema.....	4
Definición de alternativas y estados.....	4
Desiciones bajo condiciones de incertidumbre.....	5
Principios Maximin y Minimax.....	5
Principios Maximax y Minimin.....	5
Principio de Hurwics.....	6
Criterio de Laplace.....	6
Criterio de Savage, modelo de arrepentimiento.....	7
DECISIONES BAJO CONDICIONES DE RIESGO.....	8
Maximización o minimización del valor esperado y varianza.....	8
Principio del más probable futuro.....	9
Principio del nivel esperado.....	10
VALOR DE LA INFORMACIÓN EN LAS DECISIONES.....	10
Información perfecta.....	11

Introducción

Un problema actual de la zona Metropolitana de la Ciudad de México es sin duda el desplazamiento interno de esta gran urbe pues el incremento de su población y la necesidad de movilidad de estos hacia sus trabajos, hogares, escuelas, etc. la complican cada vez más y los tiempos de traslado se hacen más prolongados.

Es por eso que se tienen que tomar medidas de mejora en cuanto infraestructura para una mejor movilidad y que se adapte a los cambios en que se ve afectada la ciudad y sus alrededores ya que estos desplazamientos se generan de las zonas cercanas hacia el centro de las zonas urbanas. Uno de los casos de mayor preocupación es el de la comunicación entre el valle de Toluca y la Ciudad de México y para dar respuesta a esta problemática se está optando por la construcción de un tren rápido que conecte a estas dos ciudades.

Aprovechando este curso de Ingeniería de Sistemas y la problemática de movilidad en esta zona, analizaremos un tema de toma de decisión de aplicación a este proyecto de la construcción del tren en el cual abordaremos costos de construcción debido a casos que podrían ocurrir sin tener la certeza de que ocurran, estos eventos son denominados estados de la naturaleza y que influyen en la toma de decisión para optar por la mejor alternativa.

Planteamiento del problema.

Una empresa de construcción desea participar en la licitación de la construcción del proyecto del tren rápido México-Toluca. El propósito de la empresa es determinar la mejor trayectoria que beneficie a la mayor población posible y que por supuesto tenga el menor costo de inversión posible, cuidando la seguridad y calidad de la obra.

Se han seleccionado tres rutas diferentes, el mayor problema que puede tener la empresa es que la trayectoria atravesara obstáculos que representen un problema grave de construcción o simplemente no cumpla con los requisitos y que por consecuente tengan que desviar la ruta y elevar su costo.

Para eso la empresa analiza cuál de las trayectorias permiten que el tren cumpla con los siguientes requerimientos:

- Principalmente, permita el desplazamiento a una velocidad constante máxima de 160 km/h
- Pendiente máxima del 5.5%
- Tiempo máximo entre terminales 39 min.
- Permita el descongestionamiento de las vías de intercomunicación entre las ciudades.
- No reduzca zonas de mayor tránsito local.

Pensando en el tiempo de traslado la problemática se resume en que la trayectoria se exceda por los diferentes problemas que estudiaremos. Existe una probabilidad del 0.4 que la trayectoria atraviere zonas con pendientes excedidas (Cerros), 0.35 de que haya barrancos que obliguen a rodear o la implementación de puentes no contemplados y 0.25 de que no haya nada que obstaculice el proyecto.

Un análisis de la constructora dice que hay una estimación de costos de que el proyecto por la ruta uno sea de 46000 mdp sin necesidad de cambiar la ruta, de 47800 mdp con presencia de barrancos y de 47500 mdp por si hubiera cerros. Así pues, si se optara por la segunda alternativa se tendría un costo de 38000 mdp sin obstáculos, 48900 mdp por barrancos y 47800 mdp por presencia de cerros. Y por último se tendría que los costos en la alternativa tres son de 44000 si no hay obstáculos, de 49800 mdp si hay barrancos y de 45500 si hubiera cerros.

Alternativas, estados de la naturaleza y matriz.

Alternativas

Estados de la naturaleza

A1 Ruta Chapultepec -Toluca

E1 Presencia de cerros P=0.4

A2 Ruta Cuatro caminos-Toluca

E2 Presencia de barrancos P=0.35

A3 Ruta Observatorio -Toluca

E3 No hay obstáculos P=0.25

Matriz

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

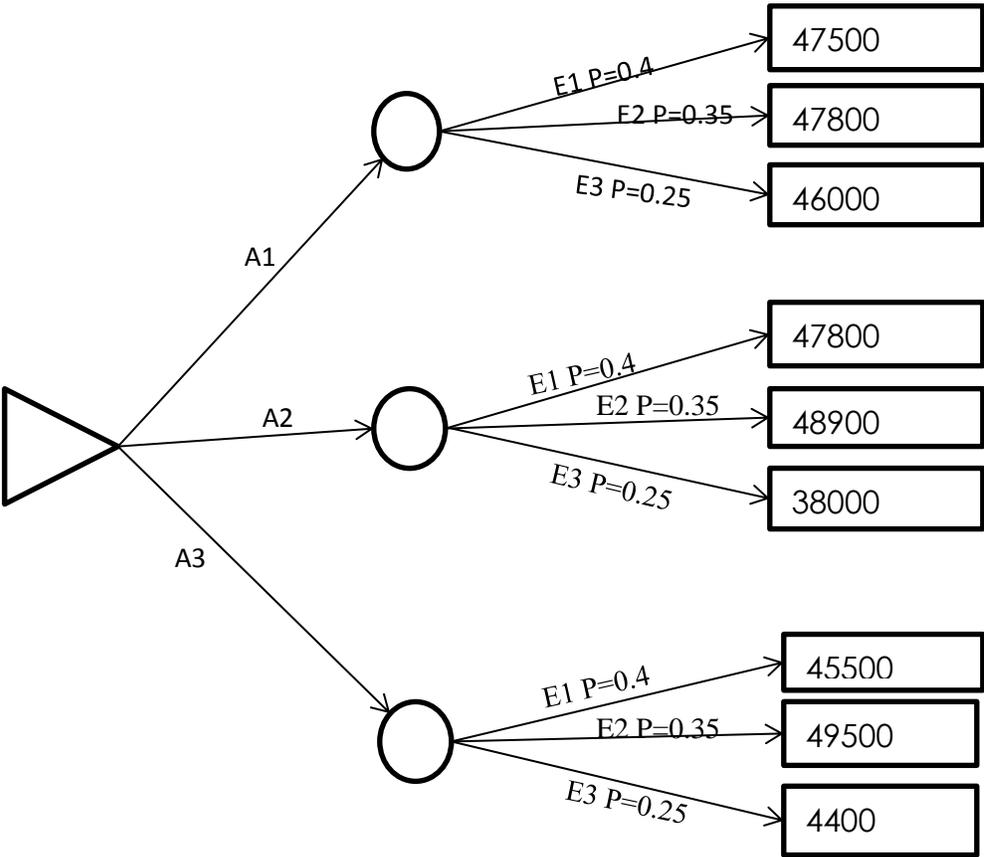
Dominancia

Revisando que para la matriz de alternativas y estados de la naturaleza, no exista la dominancia de alguna alternativa.

En el estado de la naturaleza 1, el menor costo lo tiene la alternativa A1; para el estado 2 el menor costo sería la alternativa A3; por último para el estado 3, la alternativa 1 tiene el menor costo, por lo tanto ninguna alternativa es preferible que otra ya que existe una buena alternativa por cada estado.

En la matriz comprobándose que no hay dominancia de ninguna alternativa si se hace un comparativo entre alternativas, se observa por ejemplo que en el estado uno la mejor es la alternativa tres y en los otros estados hay uno diferente. Por lo cual, cualquiera de las tres es igual de preferible y en esto radica nuestro problema.

Árbol de decisiones.



DECISIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

Principios Maximin y Minimax

Minimax

Dado que se tiene una matriz de costos aplicaremos el criterio minimax. Los mayores costos han sido resaltados en negritas.

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

El menor costo de los destacados es 47800 por lo que bajo este criterio la mejor alternativa sería A1, la ruta de Chapultepec-Toluca.

Principios Maximax y Minimin

Minimin

Para este criterio de minimin los menores costos se resaltaron en la matriz.

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

Así pues, con este criterio el menor de estos costos es 38 mil, siendo así la mejor opción la alternativa A2.

Principio de Hurwics

Para este criterio se resaltan los mejores costos, y con rojo se marcan los peores costos

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

Si el índice de optimismo relativo, $\beta = 0.8$ entonces:

$$V(A1) = 0.80 (46000) + 0.20(47800) = 46360$$

$$V(A2) = 0.80(38000) + 0.20(48900) = 40180$$

$$V(A3) = 0.80(44000) + 0.20(49800) = 45160$$

En este caso dado que se tiene una matriz de costos el resultado sería tomar la opción A2.

Criterio de Laplace

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

Al tener 3 estados de la naturaleza, la probabilidad será de 0.33

$$VE(A1) = 0.33 (47500) + 0.33(47800) + 0.33(46000) = 46629$$

$$VE(A2) = 0.33(47800) + 0.33(48900) + 0.33(38000) = 44451$$

$$VE(A3) = 0.33(45500) + 0.33(49800) + 0.33(44000) = 45969$$

Tomando el criterio de lo menos que se pueda perder, la alternativa sería A2.

Criterio de Savage, modelo de arrepentimiento

Los menores costos para cada estado de la naturaleza se marcaron con negritas en la matriz de arrepentimientos.

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

Posteriormente se hace la resta de cada una de las alternativas en el estado correspondiente.

	E1	E2	E3
A1	47500-45500	47800-47800	46000-38000
A2	47800-45500	48900-47800	38000-38000
A3	45500-45500	49800-47800	44000-38000

	E1	E2	E3
A1	2000	0	8000
A2	2300	1100	0
A3	0	2000	6000

Por lo tanto de la matriz de arrepentimientos el menor arrepentimiento es de 1100, siendo la elección la alternativa A2 como se muestra en la matriz con color rojo.

Conclusión.

Durante el análisis por incertidumbre se demuestra que la mejor alternativa es la opción 2, Cuatro caminos-Toluca. Sin embargo este análisis no es suficiente ya que hay que considerar otros factores por lo haremos otro estudio basado en decisiones bajo condiciones de riesgo.

DECISIONES BAJO CONDICIONES DE RIESGO

Maximización o minimización del valor esperado y varianza.

	E1	E2	E3
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

Probabilidades:

$$E1 P=0.40$$

$$E2 P=0.35$$

$$E3 P=0.25$$

$$VE(A1) = (47500*0.4) + (47800*0.35) + (46000*0.25) = 47230$$

$$VE(A2) = (47800*0.4) + (48900*0.35) + (38000*0.25) = 45735$$

$$VE(A3) = (45500*0.4) + (49800*0.35) + (44000) = 46630$$

Dado que se tiene una matriz de costos, y se espera tener el menor posible se tomará el menor valor esperado que es 45735, escogiendo la alternativa A2.

Varianza

Revisando por varianza:

$$V(A1) = 0.40(47500-47230)^2 + 0.35(47800-47230)^2 + 0.25(46000-47230)^2 = 521100$$

$$V(A2) = 0.40(47800-45735)^2 + 0.35(48900-45735)^2 + 0.25(38000-45735)^2 = 20169275$$

$$V(A3) = 0.40(45500-46630)^2 + 0.35(49800-46630)^2 + 0.25(44000-46630)^2 = 5757100$$

Al tratarse de una matriz de costos se busca el menor valor, por lo que la mejor opción según el criterio de la varianza sería la alternativa A1.

Principio del más probable futuro

El estado de la naturaleza con mayor probabilidad de ocurrencia es el 1, con una probabilidad de 0.40

Por lo que la matriz quedaría como:

	E1 P(E1)=0.40
A1	47500
A2	47800
A3	45500

Bajo este criterio la alternativa con el menor costo es la A3.

Principio del nivel esperado

Dado que la matriz representa costos, se fija como nivel que el máximo costo que se pueda tener sea de 47500, por lo que se deberán tomar en cuenta aquellos valores que sean menores a este límite.

	E1 P(E1)=0.4	E2 P(E2)=0.35	E3 P(E3)=0.25
A1	47500	47800	46000
A2	47800	48900	38000
A3	45500	49800	44000

Para A1 $P(\text{costo} \leq 47500) = P(E3) = 0.25 = 0.25$

Para A2 $P(\text{costo} \leq 47500) = P(E3) = 0.25 = 0.25$

Para A3 $P(\text{costo} \leq 47500) = P(E1) + P(E3) = 0.4 + 0.25 = 0.65$

De acuerdo a este principio la alternativa 3 es la mejor ya que tiene la mayor probabilidad.

Conclusión

Al realizar el análisis por condiciones de riesgo la alternativa que destaca es la alternativa 3 por lo que para este análisis se puede concluir que es la mejor opción.

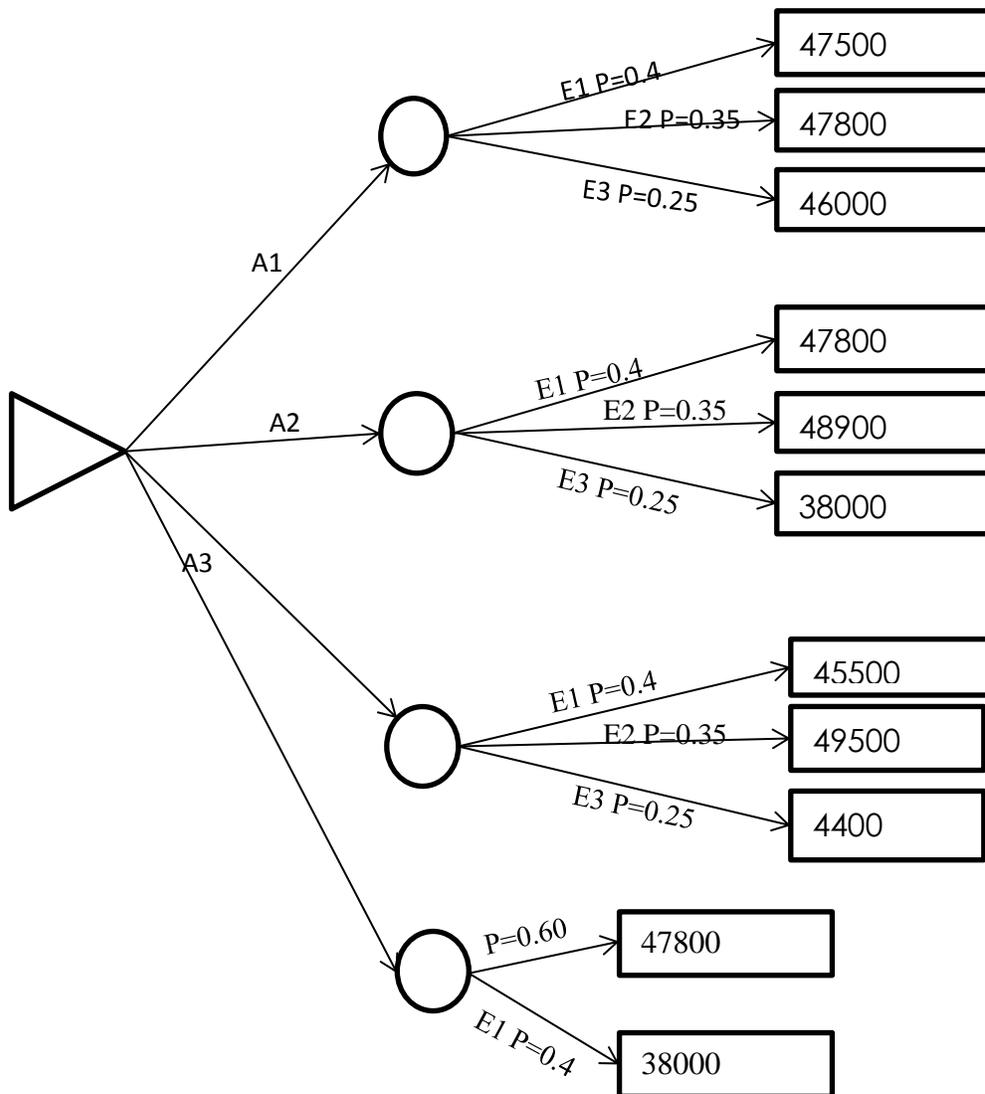
VALOR DE LA INFORMACIÓN EN LAS DECISIONES

Información perfecta

El análisis que se hace a continuación es referente al complemento de información para poder tener una mayor certeza de nuestra decisión.

La información perfecta se obtiene de una hipótesis del analista lo cual nos definirá el tope máximo por lo que estamos dispuestos a comprar información.

Teniendo el siguiente árbol de decisiones:



$$VE(IP) = (47800 \cdot 0.6) + (38000 \cdot 0.4) = 43880$$

$$V(IP) = 46630 - 43880 = 2750$$