



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería



División de ingeniería civil y geomática

MATERIA: Ingeniería en sistemas

Proyecto final
“Ubicación del NAICM”

Fabian Nicasio Carlos Amador

Miranda Chávez Luis Arturo

Maestro: Juan Antonio del Valle Flores

Grupo: 3

Fecha de entrega 25/05/2016

INDICE

SUBTEMA	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	3
Que es lo que se busca	3
Descripción de cada una de las alternativas.	4
Estados de la naturaleza	4
Justificación de la asignación de su probabilidad de ocurrencia.	5
Conclusiones del planteamiento del problema	5
Análisis de dominancia	5
Decisiones bajo condiciones de incertidumbre La matriz de decisiones	9
Criterio Maximax.	9
Criterio de Hurwicz	10
Criterio de arrepentimiento de Savage	11
Criterio de Laplace	12
Decisiones bajo condiciones de riesgo.	13
Maximización o minimización del valor esperado y varianza.	13
Principio del más probable futuro.	14
Valor de la información en las decisiones	15
INFORMACIÓN PERFECTA	
INFORMACIÓN IMPERFECTA	16
Equivalente Bajo Certeza. Por el método cuestionando probabilidades	18
Construcción de Curvas de Utilidad.	20
Multi-objetivos	22
Conclusiones	24
Bibliografía	25

Introducción:

Atendiendo las demandas de crecimiento poblacional de un país de vanguardia con alta tecnología se necesita abrir puertos aéreos que permitan la interacción con grandes potencias, así mismo se requieren nuevas fuentes de ingreso y la apertura de empleos formales. Esto se puede llevar a cabo por medio de obras de infraestructura y esto nos compete a los ingenieros civiles y de otras ramas.

Cabe destacar que la licitación para el proyecto se ganara en concursos por mejor planeación, menor costo, y a aquel que brinde cero huella de carbono.

El presupuesto máximo par que se lleve acabo el proyecto es de \$170 mil millones de pesos

¿Qué es lo que se busca?

- Cercanía al centro de demanda

Óptima localización geográfica, a una distancia del centro de la ciudad por debajo del promedio de otros aeropuertos relevantes de gran competitividad.

- Factibilidad

Técnica, ambiental, socio-política, hidráulica y administración de la zona.

- Terreno

Existencia de terreno federal de gran superficie disponible para la construcción. Así como el aprovechamiento y uso de algunos recursos existentes del actual aeropuerto propiedad del gobierno federal

- Ubicación validada

Por las máximas autoridades aeronáuticas internacionales.

- Viabilidad aeronáutica

Con las características meteorológicas y de visibilidad adecuadas.

- Ecología

Dejar una huella de carbono cero, ser armónico con el medio ambiente y tratar de preservar la flora y fauna del sitio del proyecto. En concreto crear un proyecto autosustentable y de vanguardia en todos los sentidos.

Alternativas

A1.- Sistema Metropolitano de Aeropuertos + AICM

Con esta alternativa se plantea la operación conjunta con AICM Incrementar la capacidad del sistema metropolitano de aeropuertos:

Segunda pista en el Aeropuerto de Toluca

A2.- Tizayuca + AICM

Esta alternativa propone tener un nuevo aeropuerto y tener una operación conjunta con AICM Esto en el estado de Hidalgo en colindancias de la ciudad de México.

A3.- Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

La opción al Oriente de la ZMVM representa una alternativa cercana al centro de demanda, con capacidad para atender pasajeros y carga por los próximos 50 años y representa menores costos administrativos por concentrar la operación en un solo aeropuerto.

Estados de la naturaleza:

E1: un buen desempeño en la operación del aeropuerto y con una alta demanda de usuarios.

E2: un buen desempeño en la operación del aeropuerto con baja demanda de usuarios.

E3: Mal desempeño y baja demanda de usuarios.

Justificación de la asignación de su probabilidad de ocurrencia.

P(E1) = 0.75 Se asigna esta probabilidad ya que es muy probable de que todos los estudios ya realizados sean correctos y todo salga favorable

P(E2) = 0.10 Se asigna esta ya que es poco probable que durante la operación se tengan Problemas de un mal desempeño y operación

P(E3) = 0.15 Se asigna esta probabilidad ya que hay una pequeña probabilidad de que el sistema se presente con un mal desempeño.

Conclusiones del planteamiento del problema

En este proyecto de construcción del nuevo aeropuerto de la Ciudad de México se cuentan con al menos tres alternativas en donde el decisor debe tomar la mejor alternativa, para ello debemos ver a fondo todas las opciones beneficios y contras que en cada uno de ellos se puede presentar. Hay que tomar en cuenta que es una obra de gran magnitud y en ella se debe tener mucho cuidado ya que afectara tanto en lo positivo como en lo negativo de gran manera, para ello se han hecho varios estudios los cuales se discutirán algunos en el proyecto presente

Análisis de dominancia.

Datos:

ALT1: Construir el sistema Metropolitano de Aeropuertos + AICM

ALT2: Construir el aeropuerto en Tizayuca + AICM

ALT3: Construir el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Estados de la naturaleza

E1: $p=0.75$ buen desempeño y alta demanda

E2: $p= 0.10$ buen desempeño con baja demanda

E3: $p= 0.15$ mal desempeño

Con base a lo anterior se hicieron unos estudios los cuales arrojaron ciertos resultados en los que podemos ver las ganancias y/o pérdidas que se podrán obtener en base a las distintas alternativas conjugadas con los diversos estados de la naturaleza. A continuación presentamos los dichos resultados.

En estas tablas compararemos minuciosamente una a una las alternativas entre si

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A3	100	80	-80

	E1	E2	E3
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

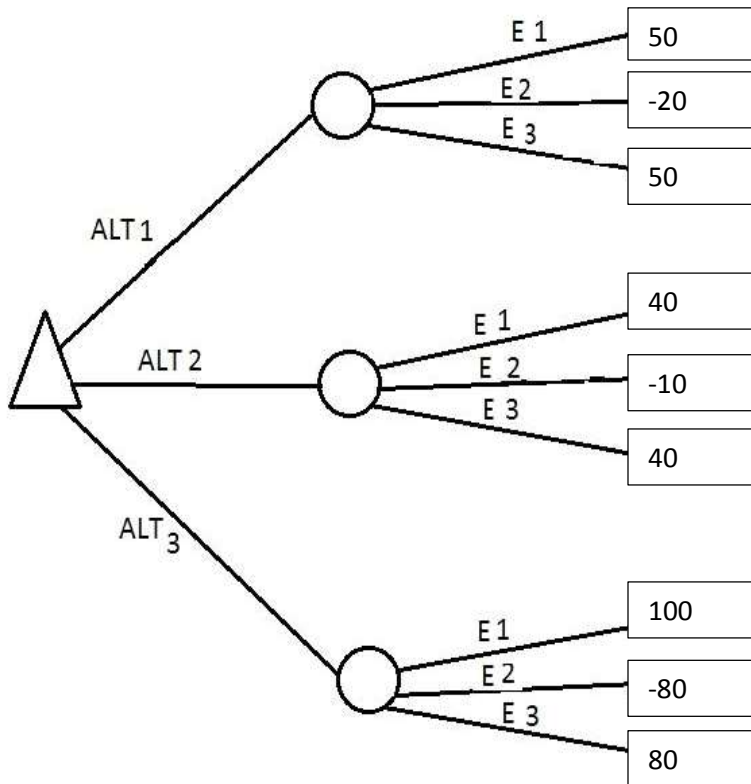
Quedándonos así la siguiente tabla

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

Cabe destacar que todas las unidades que contengan el signo (+) representan ganancias, en tanto las unidades que contengan un signo (-) representan pérdidas.

Otro punto que hay que aclarar es que todas estas unidades representan ganancias o pérdidas en mil millones de pesos.

En cada uno de los análisis realizados se comprobó que no hay presencia de dominancia en ninguno de los casos y o alternativas. Por consiguiente podemos seguir adelante con el proyecto buscando la mejor alternativa.



Asignando probabilidades

	E1= 0.75	E2=0.10	E3=0.15
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

Valor esperado

E(A1):

$$[(0.75)(50)+(0.10)(-20)+(0.15)(50)]= 43$$

E(A2):

$$[(0.75)(40)+(0.10)(-10)+(0.15)(40)]= 35$$

E(A3):

$$[(0.75)(100)+(0.10)(80)+(0.15)(-80)]= 75$$

Dado que en esta alternativa nos ofrece mayores ganancias podremos elegir esta alternativa como la mejor por el momento.

DECISIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

La matriz de decisiones

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80



Criterio Maxi máx.

Par este proyecto tomamos una postura de gran optimismo en el cual buscamos las mayores ganancias dentro de las cuales podemos observar que la alternativa A3 posee la mayor de todas. Para observarlo mejor se escribirán en tonalidad roja y separemos la columna

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

50
40
100

Esta es nuestra mejor alternativa

10. Criterio de Hurwicz

Este criterio distingue los resultados máximos y mínimos posibles de cada alternativa; hecho esto aplica el factor de ponderación β llamado "índice de optimismo relativo"

Se eligen los mejores y peores valores (azul y rojo, respectivamente).

$\beta = 0.80$ Índice de optimismo
 $1 - \beta = 0.20$ Pesimismo

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

$$VE(A1) = (0.8)(50) + (0.2)(-20)$$

$$VE(A1) = 40 - 4$$

$$VE(A1) = 36$$

$$VE(A2) = (0.8)(40) + (0.2)(-10)$$

$$VE(A2) = 32 - 2$$

$$VE(A2) = 30$$

$$VE(A3) = (0.8)(100) + (0.2)(-80)$$

$$VE(A3) = 80 - 16$$

$$VE(A3) = 64$$

Teniendo la alternativa A_3 un valor esperado mayor, será esta la alternativa a seleccionar, ya que es la que nos presenta mayores ganancias, y hasta el momento lo que para nosotros es una mejor alternativa es aquella en la cual obtengamos mayores ganancias.

Criterio de SAVAGE.

Una vez tomada la decisión y producido el estado natural se obtiene un resultado; Savage argumenta que después de conocer el resultado, el decisor puede arrepentirse de haber seleccionado una alternativa dada. Savage sostiene que el decisor debe tratar de que ese arrepentimiento se reduzca al mínimo.

	E1	E2	E3
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

(Mil millones de pesos)

1. Se elige el mayor valor de cada columna

100 - 50	80 - (-20)	50 - 50
100 - 40	80 - (-10)	50 - 40
100 - 100	80 - 80	50 - (-80)

~

50	100	0
60	90	10
0	0	130

2. A cada valor elegido se le resta el valor de cada celda de su columna correspondiente

50	100	0
60	90	10
0	0	130



100
90
130



3. Se elige el valor más alto de cada renglón
4. Se elige el menor de los arrepentimientos (el menor valor)
5. Se elige la alternativa número 2 (A2)

Criterio de Laplace.

El criterio de Laplace parte del hecho de que no se conocen las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los estados de la naturaleza, propone que las probabilidades sean las mismas para cada estado.

	P(E1) = 0.333	P(E2) = 0.333	P(E3) = (0.333)
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

Se procede ahora a calcular el valor esperado

$$\text{VUE (A1)} = (.333) (50) + (.333) (-20) + (.333) (50) = 26.667$$

$$\text{VUE (A2)} = (.333) (40) + (.333) (-10) + (.333) (40) = 23.334$$

$$\text{VUE (A3)} = (.333) (100) + (.333) (80) + (.333) (-80) = 33.334$$

Se elige así la alternativa 3 (A3)

Decisiones bajo condiciones de riesgo

Maximización o minimización del valor esperado y varianza.

Este es el criterio que se utiliza en el tratamiento formal de los problemas de decisión bajo riesgo; el valor esperado debe entenderse como un criterio de toma de decisión.

Asignando probabilidades

	E1= 0.75	E2=0.10	E3=0.15
A1	50	-20	50
A2	40	-10	40
A3	100	80	-80

Valor esperado

E(A1):

$$[(0.75)(50)+(0.10)(-20)+(0.15)(50)]= 43$$

E(A2):

$$[(0.75)(40)+(0.10)(-10)+(0.15)(40)]= 35$$

E(A3):

$$[(0.75)(100)+(0.10)(80)+(0.15)(-80)]= 75$$

Varianza

$$V(A1) = 441$$

$$V(A2) = 225$$

$V(A3) = 4059$ La alternativa 3 tiene en contra una varianza muy alta en su contra pero hasta ahora es la mejor opción

Principio del más probable futuro.

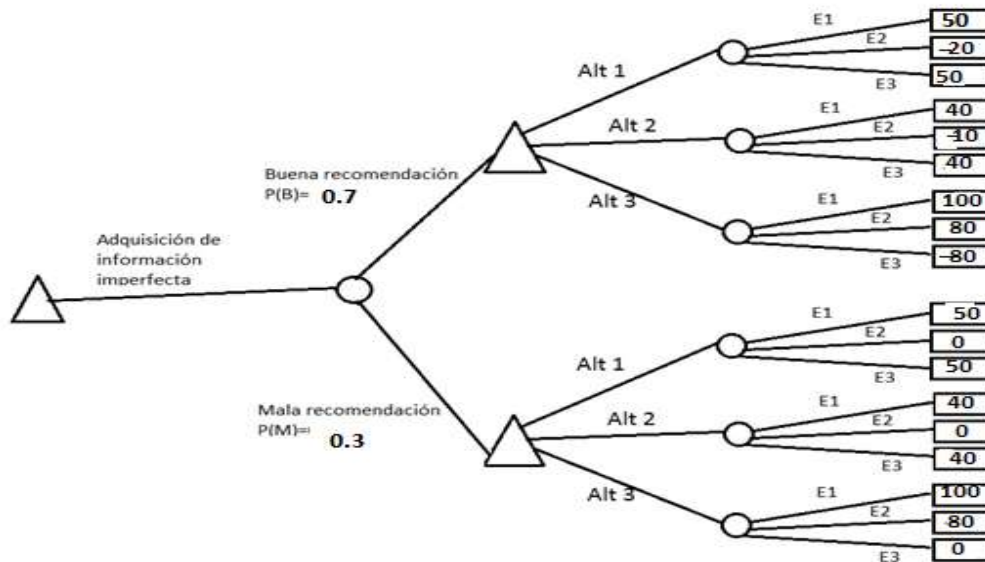
En una decisión bajo riesgo, un estado de la naturaleza puede tener una probabilidad de ocurrencia considerablemente mayor a los otros estados, por lo cual se puede estimar conveniente eliminar a todos los demás estados de la naturaleza y considerar el problema como determinístico, bajo certeza.

P(E1)= 1	
A1	50
A2	40
A3	100

Se elige así la alternativa 3 al mostrar una mayor ganancia.



VALOR DE LA INFORMACION EN LAS Decisiones



Información perfecta

Cabe mencionar que esto de información perfecta es subjetivo ya que no existe una certeza del 100% al adquirir este tipo de información, salvo que podemos estar seguros de que la información es confiable y de calidad.

Para ello se realizaron algunos cálculos. Par comprobar un poco su veracidad en la obtención de los mismos.

$$VE(\text{Alt 1}) = (50)(0.75) - (-20)(0.10) - (40)(0.15) = 32$$

$$VE(\text{Alt 2}) = (40)(0.75) - (-10)(0.10) - (40)(0.15) = 25$$

$$VE(\text{Alt 3}) = (100)(0.75) - (80)(0.10) - (-80)(0.15) = 79$$

ADQUIRIENDO INFORMACIÓN

Los valores esperados al adquirir información perfecta nos indican que tiene un alza en las ganancias a adquirir y aun así muestra que la alternativa 1 es la mejor alternativa al presentar las mejores ganancias.

$$VE(\text{Alt 1}) = (50)(0.75) - (0)(0.10) - (40)(0.15) = 31.5$$

$$VE(\text{Alt } 2) = (40)(0.75) - (0)(0.10) - (40)(0.15) = 24$$

$$VE(\text{Alt } 3) = (100)(0.75) - (80)(0.10) - (0)(0.15) = 67$$

Con lo anterior podemos afirmar de nueva cuenta que la mejor alternativa hasta el momento se encuentra con participar y si hemos de participar será eligiendo por el momento la alternativa A3 ya que es en la que obtendremos mejores beneficios.

Información Imperfecta.

En el curso de ingeniería en sistemas aprendimos a hacer el análisis de un proyecto por medio de información imperfecta,

Esta información se compra para tener un mayor grado de seguridad al momento de elegir alguna alternativa, se le llama información imperfecta ya que en realidad la información perfecta no existe literalmente, ya que no podemos tener dicha seguridad al 100%.

Para modelar este proyecto hemos elegido esta opción, a continuación especificamos la nomenclatura:

Probabilidad de Éxito $P(E) = 0.7$

Probabilidad de Fracaso $P(F) = 0.3$

Probabilidad de una Buena recomendación con fracaso $P(B/F) = 0.4$

Probabilidad de una Mala recomendación con éxito $P(M/E) = 0.3$

$$P(E/B) = [P(B/E) * P(E)] / P(B) =$$

$$[(0.75) * (0.7)] / (0.7) =$$

$$0.525 / 0.7 = 0.75$$

$$P(F/B) = [P(B/F) * P(F)] / P(B) =$$

$$[(0.4) * (0.3)] / (0.7) =$$

$$0.12 / 0.7 = 0.171$$

$$P(E/M) = [P(M/E) * P(E)] / P(M) =$$

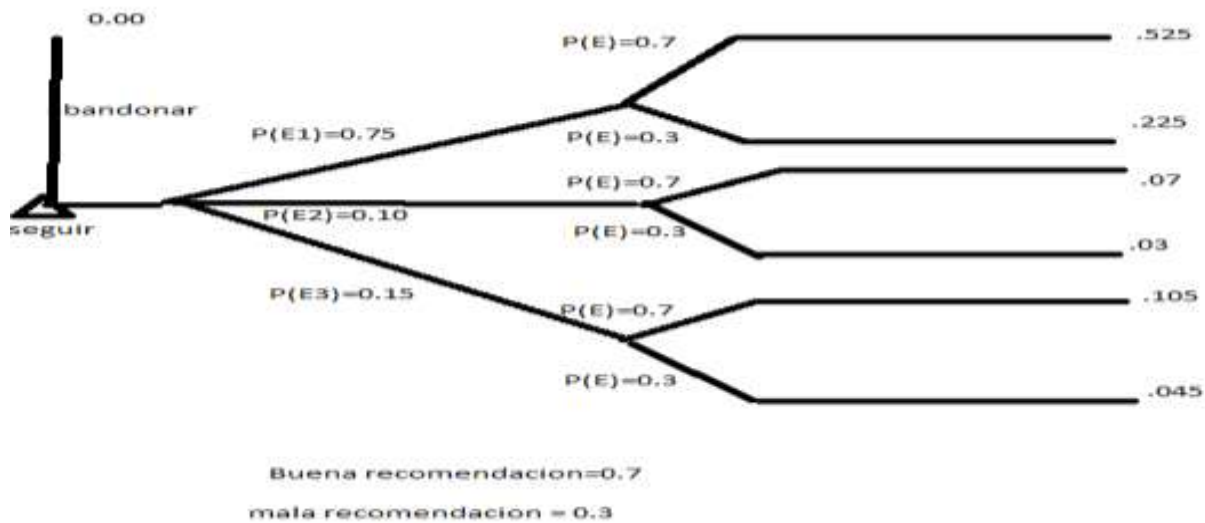
$$[(0.3) * (0.3)] / (0.3) =$$

$$0.9 / 0.3 = 0.3$$

$$P(F/M) = [P(M/F) * P(F)] / P(M) =$$

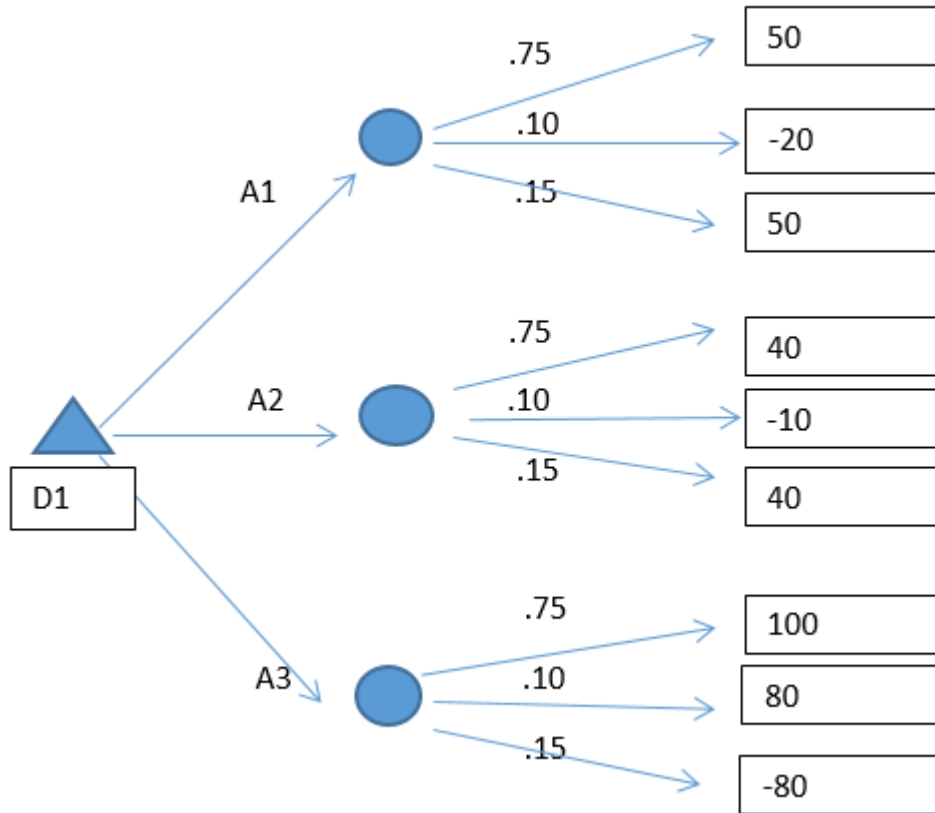
$$[(0.6) * (0.3)] / (0.3) =$$

$$0.18 / 0.3 = 0.6$$

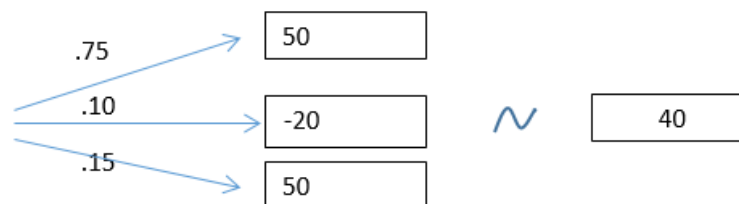


Con base a esto podriamos optar por seguir y evitar abandonar puesto que si los numero no mienten tendremos ganancias de hasta .75 con una buena probabilidad de éxito.

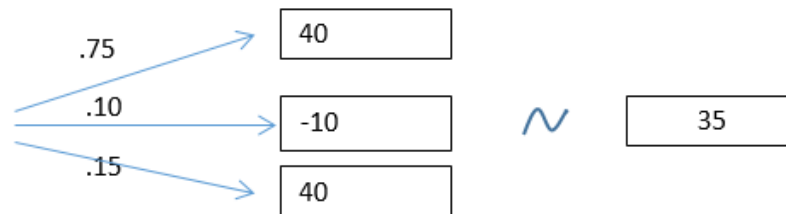
Equivalente Bajo Certeza Por el método cuestionando probabilidades.



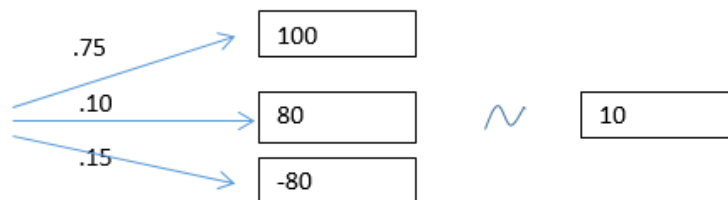
Para la alternativa A1



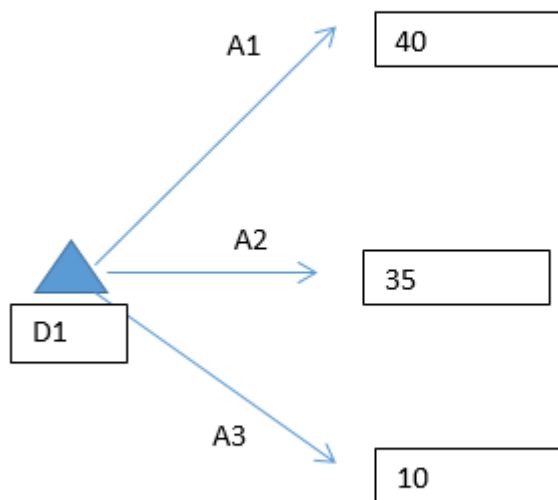
Para la alternativa A2



Para la alternativa A3

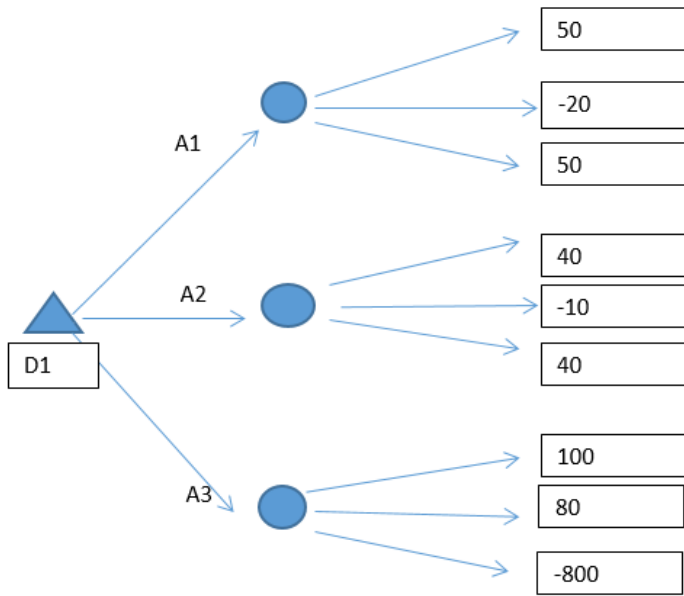


Quedando así el nuevo gráfico de árbol:



Eliendo así a la alternativa A1

UTILIDAD



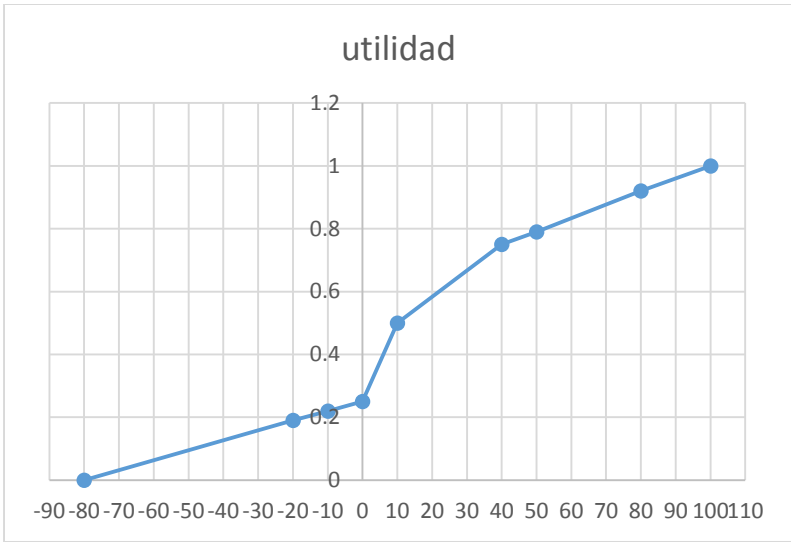
$x(100, 80, 50, 50, 40, 40, -10, -20, -80)$

$u(100)=1 \quad u(-80)=0$

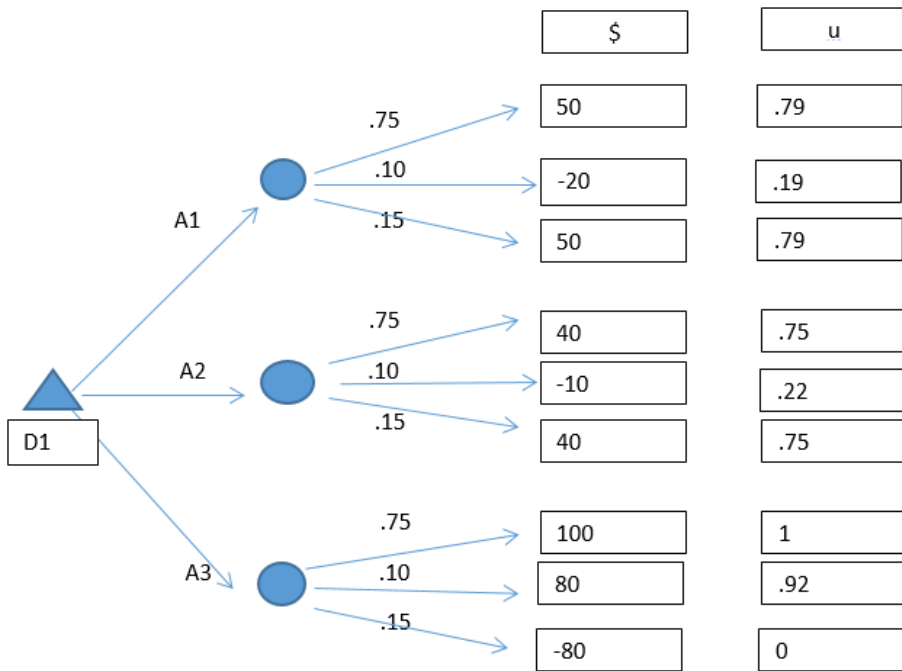
Construcción de la curva de utilidad mediante el Método del tetraedro



Con los datos anteriores obtenemos 5 valores de la función de utilidad que nos permiten construir la siguiente gráfica o curva:



De la gráfica se obtienen los demás valores de utilidad y así construimos nuestro diagrama de árbol siguiente:



Por último obtenemos el valor utilitario esperado:

Valor Utilitario Esperado

$$\text{VUE (A1)} = (.75) (.79) + (.10) (.19) + (.15) (.79) = 0.73$$

$$\text{VUE (A2)} = (.75) (.75) + (.10) (.22) + (.15) (.75) = 0.697$$

$$\text{VUE (A3)} = (.75) (1) + (.10) (.92) + (.15) (0) = 0.842$$

Y así observamos que la alternativa a elegir es la 3 (A3)

MULTIOBJETIVOS

Objetivos:

- Ganancia por año
- Maquinaria especializada
- Gastos en pistas
- Ganancia por inversión a futuro

Ganancia por año = x1

Maquinaria especializada = x2

Gastos en pistas = x3

Ganancia por inversión a futuro = x4

Los valores de cada objetivo para cada alternativa se muestran a continuación:

	X1	X2	X3	X4
ALT 1	300	30	80	40
ALT2	10000	30	100	19.5
ALT3	40000	30	150	100

(en millones de pesos)

Tenemos que $k_1=k_2=k_3=k_4= 0.5$

Para alternativa 1

$$\begin{aligned}U(20) &= (1.0) U(X_1, X_2, X_3, X_4) \\&= [1+0.5U_1(300)] [1+0.5 U_2(30)] [1+1.112 U_3(80)] [1+0.5 U_4(40)] \\&= [1+0.5(.53)] [1+0.5(.71)] [1+.5(.52)] [1+0.5(.60)]\end{aligned}$$

$$U_1(X_1, X_2, X_3, X_4) = 2.8$$

Para alternativa 2

$$\begin{aligned}U(20) &= (1.0) U(X_1, X_2, X_3, X_4) \\&= [1+0.5U_1(10000)] [1+0.5 U_2(30)] [1+1.112 U_3(100)] [1+0.5 U_4(19.5)] \\&= [1+0.5(.22)] [1+0.5(.51)] [1+.5(.52)] [1+0.5(.48)]\end{aligned}$$

$$U_2(X_1, X_2, X_3, X_4) = 2.1765$$

Para alternativa 3

$$\begin{aligned}U(20) &= (1.0) U(X_1, X_2, X_3, X_4) \\&= [1+0.5U_1(40000)] [1+0.5 U_2(30)] [1+1.112 U_3(150)] [1+0.5 U_4(100)] \\&= [1+0.5(.35)] [1+0.5(.41)] [1+.5(.72)] [1+0.5(.58)]\end{aligned}$$

$$U_3(X_1, X_2, X_3, X_4) = 2.484$$

Se elige la alternativa 1

Conclusiones

Desde el inicio de este análisis se ha tenido un solo objetivo y este es elegir la mejor alternativa, el trabajo realizado cuenta con varios criterios y principios que tratan de ayudarnos en la toma de decisiones, es entendible que no todos los criterios convergen en una sola alternativa y es por eso que nosotros basándonos en los resultados elegimos la siguiente alternativa:

A3.- Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Pues ha demostrado mediante el análisis que es la mejor alternativa.

Bibliografía

<http://www.ingenieria.unam.mx/javica1/ingsistemas2/>

Apuntes de clase