

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Dr. Juan Antonio del Valle Flores

Rogelio Hurtado Luna

Lopez Arambula Mariana

Grupo: 18

Horario: lunes y Miércoles 13:00-15:00

Proyecto: línea 7 de Metro-bus

**Fecha de entrega: jueves 27 de Mayo de
2016.**

INTRODUCCION Y PERFIL DEL PROYECTO

Por medio de los temas estudiados en el curso de ingeniería en sistemas, se analizará la decisión de que cantidad de autobuses se deben emplear en la línea 7 del metro bus que deje más ganancias.

CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA 7 MB.

- Origen: Indios verdes – La villa
- Destino: Auditorio - Periférico
- Longitud: 15 km
- Demanda: 100,000 pax/dia
- Delegaciones atendidas: Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo
- Paradas: 29
- Terminales: 2
- Conectividad: líneas 1, 2, 3, 6, 7, 8 y B del metro y 1, 3, 4 y 6 del metrobús



Beneficios

Para los usuarios:

- Seguridad, rapidez y confort en el traslado.
- Reducción del 40% en el tiempo de traslado.
- Videovigilancia con cámaras instaladas en autobuses.
- Confiabilidad en frecuencia de paso
- 100% accesible para personas en sillas de ruedas.
- Pago con tarjeta CDMX
- Transbordo gratuito con otras líneas del Metrobús.
- Sistema de información al usuario en parabuses y autobuses.
- Aire acondicionado
- Mejor conectividad con Metro

Ambiental

- Sustitución de 180 autobuses de tecnología obsoleta por 80 autobuses de tecnología de punta.
- Combate el cambio climático
- Reducción de más de 17 mil toneladas de gases efecto invernadero al año
- Autobuses de alta eficiencia energética.

Vialidad

- Ordenamiento vial al sustituir 180 autobuses sin regulación por 80 nuevos controlados.
- Paradas fijas espaciadas.
- Reducción de 40% de accidentes viales.

Imagen urbana

- Sistema acorde con belleza histórica de Reforma y con nuevas inversiones inmobiliarias.
- Autobuses de diseño moderno de punta a nivel mundial

- Parabuses con transparencia y diseños modernos.

Ambiental

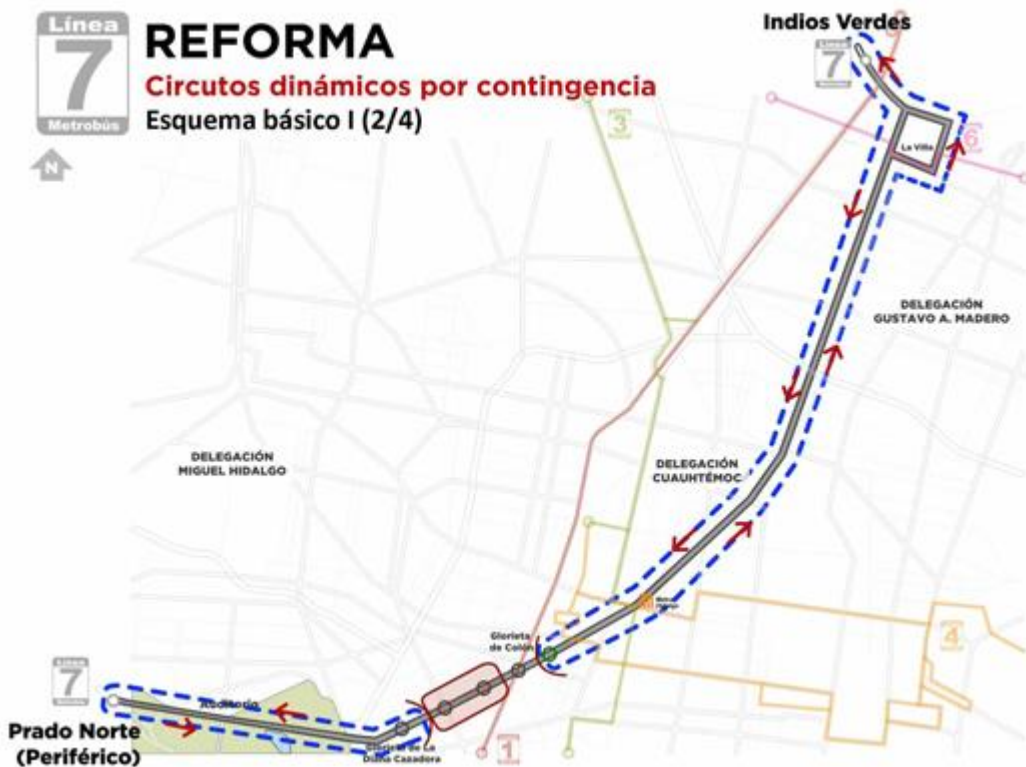
- Combate el cambio climático
- Reducción de más de 17 mil toneladas de gases efecto invernadero al año
- Autobuses de alta eficiencia energética.

Vialidad

- Ordenamiento vial al sustituir 180 autobuses sin regulación por menos autobuses nuevos controlados.
- Paradas fijas espaciadas.
- Reducción de 40% de accidentes viales.

Circuitos dinámicos por contingencia





En casos de que se suspenda el servicio...

- Se sabe que el 30% de la población que ocuparían diariamente el Metrobús, dejarían de utilizarlo por manifestaciones en Ángel de la Independencia y Av. Juárez, los usuarios preferirían tomar otro medio de transporte.
- También se sabe que el 15% de la población dejaría de utilizar el servicio si se presenta una manifestación de Ángel de la Independencia a Periférico.

Datos adicionales

- Precio del gas natural: \$12.06
- El motor del Autobús rinde 1.2km/L
- El autobús hará 25 recorridos al día

Planteamiento del problema.

En esta parte del proyecto ejecutivo de la construcción de la línea 7 del metro bus que recorre desde el anillo periférico pasando por paseo de la reforma, calzada misterios y llega a CETRAM indios verdes, los proyectistas del sistema Metro-bus para tomar la decisión de cuantos autobuses se deben de emplear se basaron en la demanda de pasajeros y además de los tipos de manifestaciones, que dependiendo de las manifestaciones como se vería afectado el ingreso en pesos en los días de manifestación, tomando en cuenta los días que no hay manifestación esto es que son ganancias para el sistema y en dos puntos clave donde se presentan frecuentemente manifestaciones que son el ángel de la independencia y periférico, en caso que se presenten manifestaciones las ganancias son menores para el sistema.

Las alternativas pueden ser:

- ✓ 10 autobuses de doble piso y 55 buses híbridos de cama baja, dejaran una ganancia de \$410500 con una probabilidad que no halla manifestación del 0. 4.
- ✓ 25 autobuses de doble piso y 60 buses híbridos de cama baja, dejaran una ganancia de \$ 385000 con una probabilidad que no halla manifestación de 0.4.
- ✓ 15 autobuses de doble piso y 85 buses híbridos de cama baja, dejaran una ganancia de \$520000 con una probabilidad de que no halla manifestación de 0.4.

Como se puede observar es la misma probabilidad para el caso que no halla manifestaciones ya que las manifestaciones no dependen de la modificación que se tenga en los autobuses.

Los decisores: Directivos del Metro-bus y los ingenieros proyectistas del Metro-bus.

Los eventos a tomar en cuenta:

- ✓ Que no se presente ningún tipo de manifestación, cuenta con una probabilidad (0.40) mayor a las demás condiciones ya que no se presenta manifestaciones diarias en toda la ruta.
- ✓ Las manifestaciones que se presenten en el ángel de la independencia se tiene una probabilidad de ocurrencia de 0.25, en las manifestaciones esto porque sirve como punto de reunión, de partida o de llegada.
- ✓ Para las manifestaciones en el periférico se tiene una probabilidad de 0.15 menor al Ángel de la independencia.
- ✓ Se presentan ocasiones donde hay manifestaciones en estos dos puntos ya que por lo regular se utilizan estos puntos, uno como punto de partida y el otro punto de reunión con una probabilidad de 0.20.

Como la línea no va a dejar de dar el servicio en su totalidad el sistema de transporte Metro-bus no deja de tener ingresos, solamente en los puntos ya mencionados, por lo tanto dejar de dar servicio dado que se presentan los diferentes tipos de manifestación modifican los ingresos de la siguiente manera:

Cantidad de autobuses	Ingreso de autobuses dado que hay manifestación en el Ángel
50-15	230000
65-20	580500
85-15	230000

Cantidad de autobuses	Ingreso de autobuses dado que hay manifestación en periférico
50-15	350000
65-20	200500
85-15	430000

Cantidad de autobuses	Ingreso de autobuses dado que hay manifestación en los dos lugares
50-15	74500
65-20	68200
85-15	64500

Matriz de decisiones

	E1	E2	E3	E4
A1	410500.0	230000.0	350000.0	74500.0
A2	385000.0	580500.0	200500.0	68500.0
A3	520000.0	230000.0	430000.0	64500.0

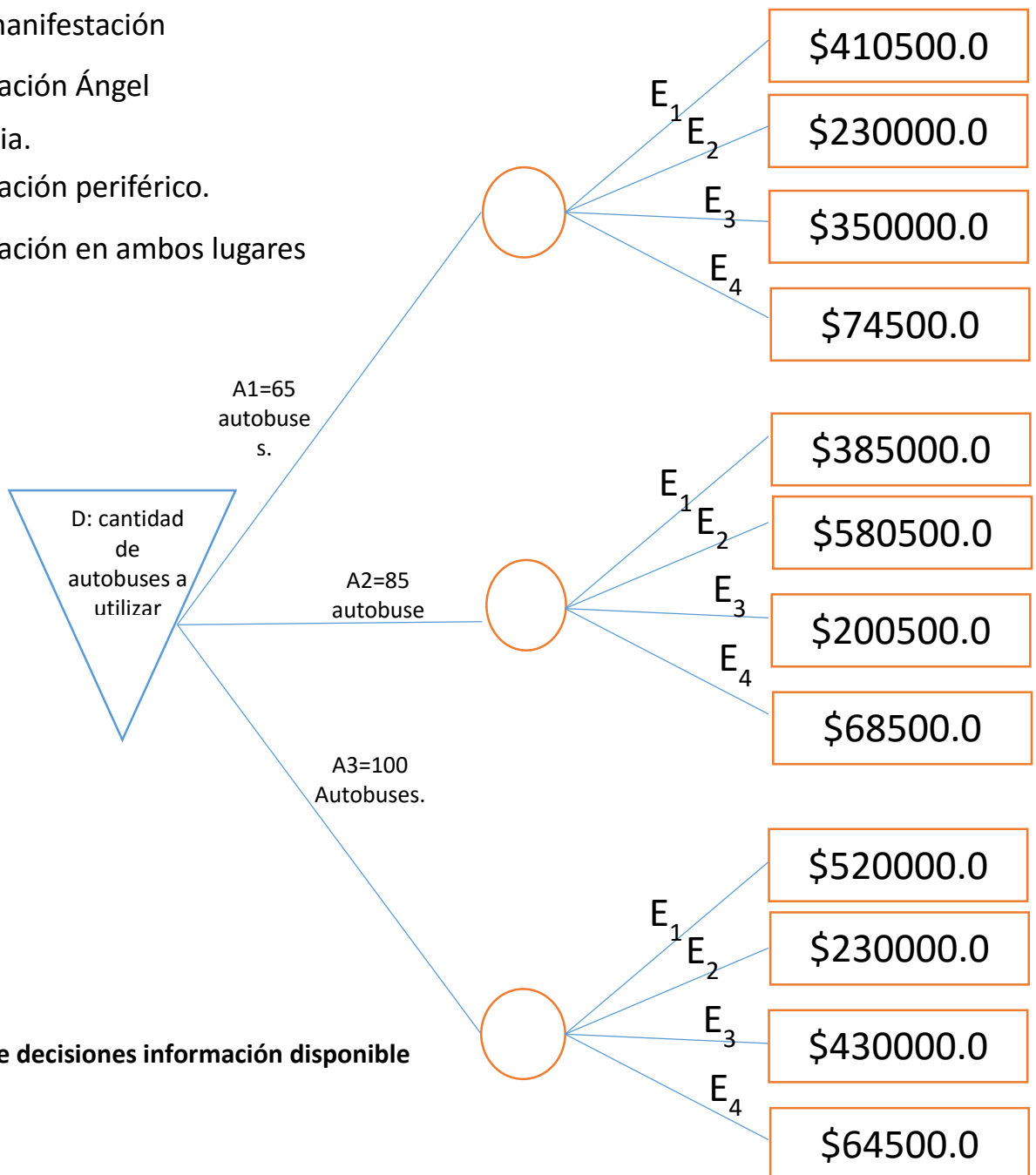
E_1 : No hay manifestación

E_2 : Manifestación Ángel

independencia.

E_3 : Manifestación periférico.

E_4 : Manifestación en ambos lugares





DECISIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

- **Criterio maximin:** en este caso decidimos maximizar la mínima ganancia ya que por la problemática de los estados de la naturaleza, protejernos de todas la manifestaciones posibles.

	E1	E2	E3	E4
A1	410500.0	230000.0	350000.0	74500.0
A2	385000.0	580500.0	200500.0	68500.0
A3	520000.0	230000.0	430000.0	64500.0

Los valores mínimos se señalan con rojo siendo el máximo de estos 98500 apuntando a la Alternativa 1 50 buses híbridos y 15 de doble piso.



- **Criterio de Hurwicz:** de cada alternativa se escoge el mejor y el peor valor y para los mejores valores se les multiplica por un índice de optimismo $\beta=0,6$ y a los valores peores se multiplican por $(1-\beta)$

	E1	E2	E3	E4
A1	410500.0	230000.0	350000.0	74500.0
A2	385000.0	580500.0	200500.0	68500.0
A3	520000.0	230000.0	430000.0	64500.0

$$V(A1)=(0,6)(410500) + (0,4)(74500)=276100$$

$$V(A2)=(0,6)(580500) + (0,4)(68500)= 375700$$

$$V(A3)=(0,6)(520000) + (0,4)(64500)= 337800$$

Con este criterio la alternativa a tomar es emplear 20 buses de doble piso y 65 buses híbridos.

- **Criterio de Laplace:** como en nuestra proyecto tenemos 4 estados posibles de la naturaleza, por consiguiente el valor del índice de optimismo $\beta=(1/4)= 0,25$ y se le aplica a todos los calores de las alternativas.

	E1	E2	E3	E4
A1	410500.0	230000.0	350000.0	74500.0
A2	385000.0	580500.0	200500.0	68500.0
A3	520000.0	230000.0	430000.0	64500.0

$$VE(A1)=(0,25)(410500)+(0,25)(230000)+(0,25)(350000)+(0,25)(74500)=266250$$

$$VE(A2)=(0,25)(385000)+(0,25)(580500)+(0,25)(200500)+(0,25)(68500)=308625$$

$$VE(A3)=(0,25)(520000)+(0,25)(230000)+(0,25)(430000)+(0,25)(64500)=311125$$

Laplace nos indica que la mejor elección es la alternativa 3 que indica 85 buses híbridos y 15 de doble piso.

- **Criterio de Savage:** se escogen los mejores valores y se le resta a cada estado de la naturaleza

	E1	E2	E3	E4
A1	410500.0	230000.0	350000.0	74500.0
A2	385000.0	580500.0	200500.0	68500.0
A3	520000.0	230000.0	430000.0	64500.0

	E1	E2	E3	E4
A1	520000-410500.0	580500-230000.0	430000-350000.0	74500.0-74500
A2	520000-385000.0	580500-580500.0	430000-200500.0	74500-68500.0
A3	520000-520000.0	580500-230000.0	430000.0-430000	74500-64500.0

De esta manera queda la matriz de arrepentimiento

	E1	E2	E3	E4
A1	109500	350500	80000	0
A2	134500	0	229500	6000
A3	0	350500	0	10000

El vector de arrepentimientos máximos [350500, 229500, 350500] el menor arrepentimiento es la Alternativa 2.

Decisiones bajo condiciones de riesgo

Mediante el estudio de un censo se pudieron sacar probabilidades de las 4 estados de la naturaleza de como se pueden comportar y presentar las manifestaciones a lo largo del tiempo. Y se propuso que:

	P(E1)=0.40	P(E2)=0.25	P(E3)=0.15	P(E4)=0.20
A1	410500.0	230000.0	350000.0	74500.0
A2	385000.0	580500.0	200500.0	68500.0
A3	520000.0	230000.0	430000.0	64500.0

Bajo estas condiciones podemos buscar el Valor Esperado Máximo:

$$E(X) = \sum x_i P(x_i)$$

$$E(A1)=410500*0.40+230000*0.25+350000*0.15+74500*0.2=289100$$

$$E(A2)=385000*0.40+580500*0.25+200500*0.15+68500*0.2=342900$$

$$E(A3)=520000*0.40+230000*0.25+430000*0.15+64500*0.40=342900$$

Como los datos ingresados en la tabla son ganancias, el valor esperado de la Alternativa 2 es la decisión que deberíamos de tomar.



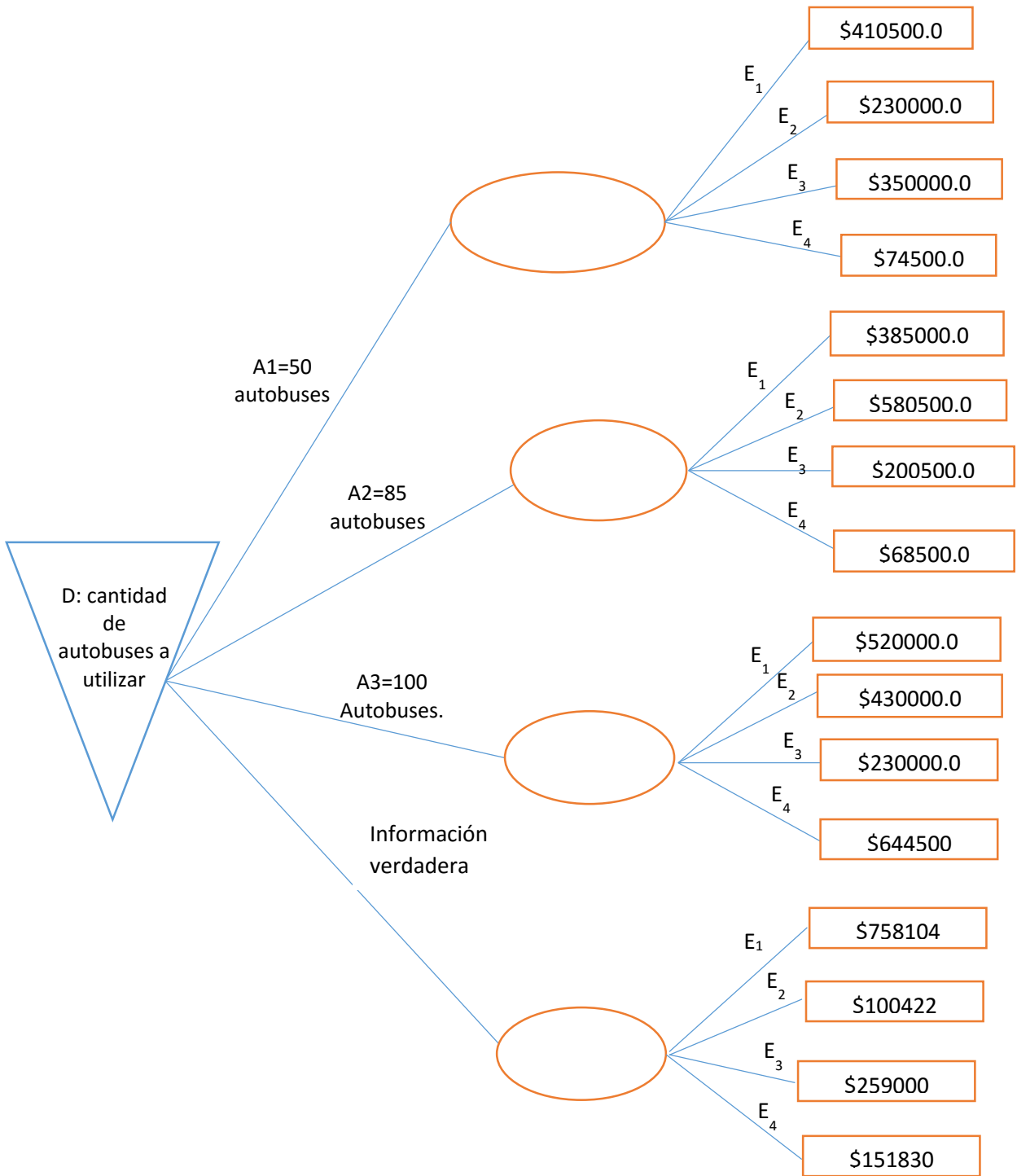
Principio del futuro mas probable:

Numero de autobuses	No hay manifestación
50-15	410500.0
65-20	385000.0
85-15	520000.0

Este principio nos indica que la mejor opción es la alternativa número 3, presentando nuestro problema como determinístico

INFORMACION PERFECTA

Antes de tomar una decisión de que alternativa tomar el proyecto, se decide realizar una presuposición basada en estudios de Sistemas de Transporte Colectivo en la ciudad de México.



Y con esta nueva información podemos saber cuánto es lo máximo que le podemos pagar a una empresa que realice un estudio exclusivo para la línea 7 del metro-bus, para eso necesitamos obtener el valor esperado con la información perfecta:

$$VE/IP=758104(0.20)+100422(0.25)+259000(0.15)+151830(0.4)=261308.3$$

y si el Valor esperado de la información perfecta es la diferencia del valor esperado con información perfecta y el valor esperado con la información disponible $VE(IP)=VE/IP-VE/ID$

$$VE(IP)=261308.3-342900=81590$$

En pérdida \$81591 pesos es la máxima cantidad que se le puede invertir a un equipo para realizar un estudio de campo o adquirir información para la línea 7 del metro bus

Información imperfecta.

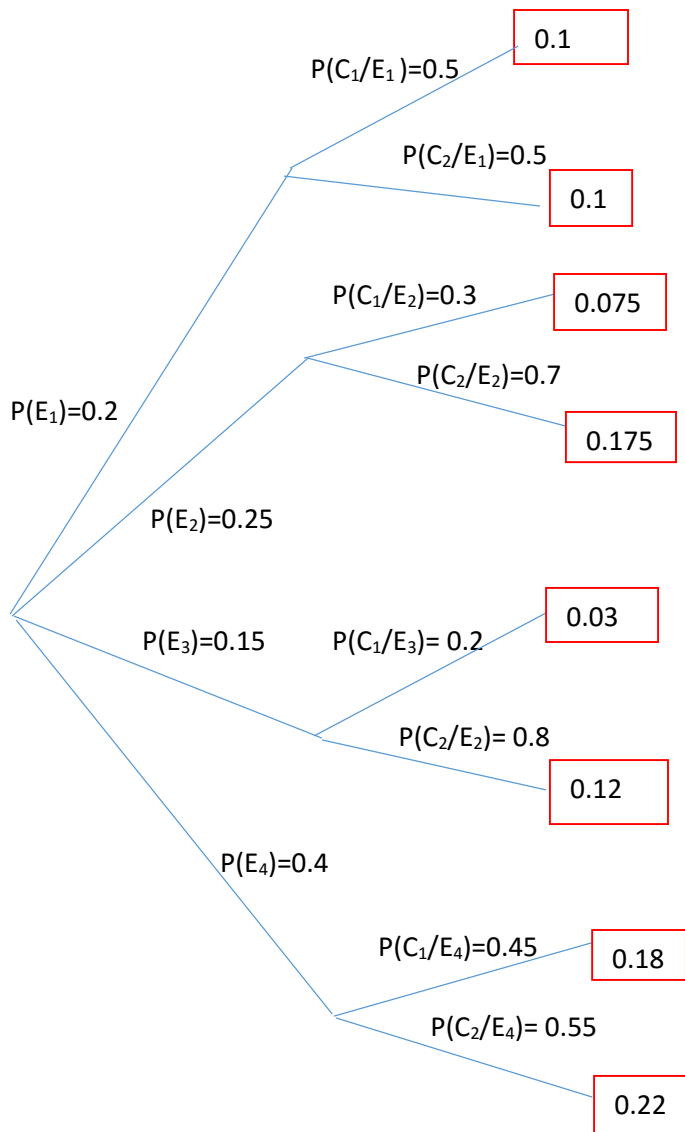
Se sabe también y se propone que los días de manifestación el gobierno tiene la alternativa de cerrar la vialidad en avenidas donde circulan las líneas de metro-bus, la alternativa de cerrar estas avenidas consiste en dos opciones; la opción de cerrar la avenida para automóviles y metro-bus, la segunda opción es solo cerrar la vialidad para los automóviles y que el carril exclusivo para el metros quede libre para su funcionamiento. Para la primera opción de cerrar la vialidad en toda la avenida solo en un tramo sin servicio de metro-bus L7 es de la estación Glorieta de la Diana a metro Hidalgo, como se muestra en la siguiente figura.



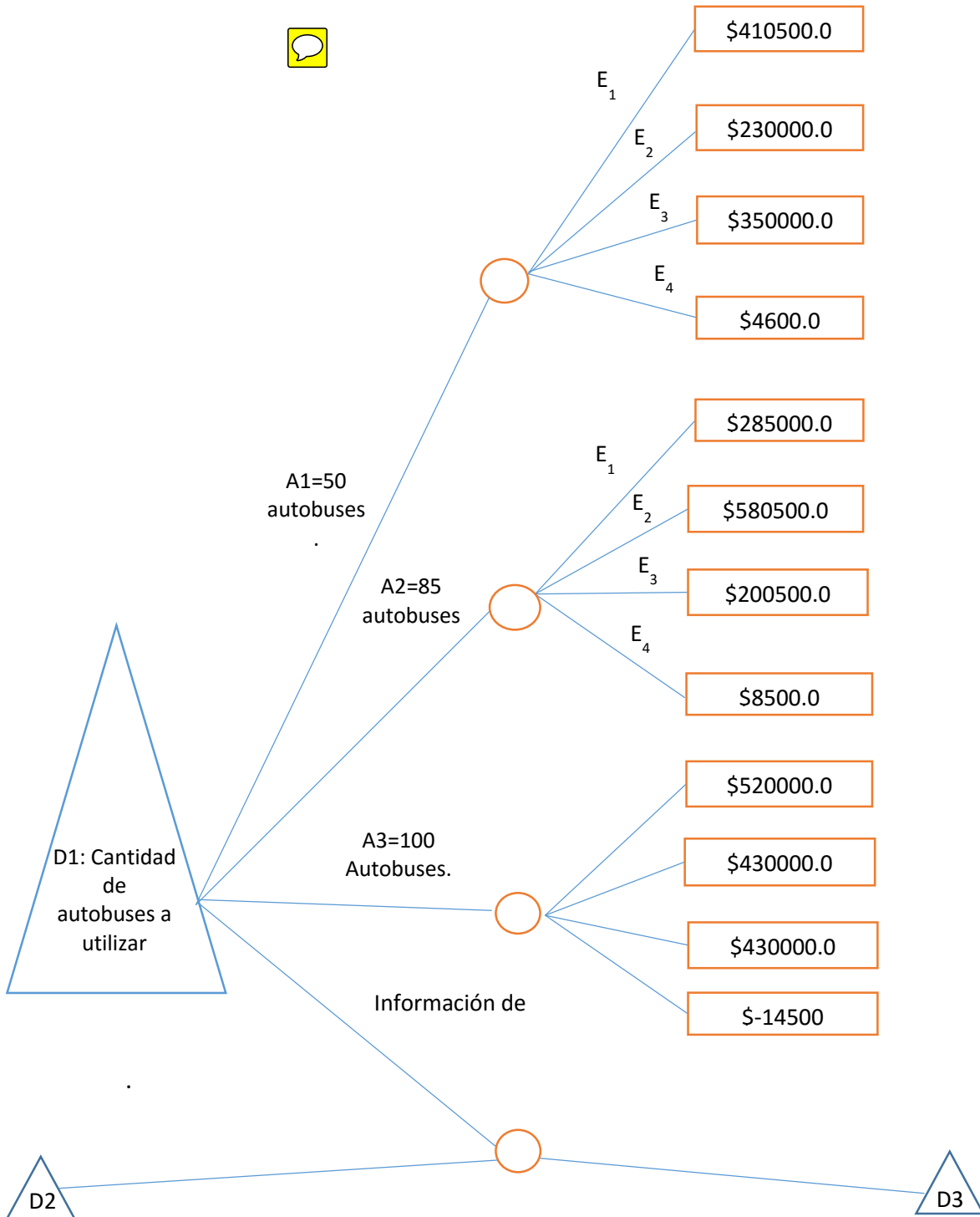
La información que se utilizó para resolver este conflicto fue adquirida mediante estudios echos por los diversos sistemas colectivos de transporte (SEMOVI, RTP Y STE) cediendo la siguiente la siguiente información:

C_1 = no hay conflicto (manifestación)

C_2 = que hay conflicto (manifestación)

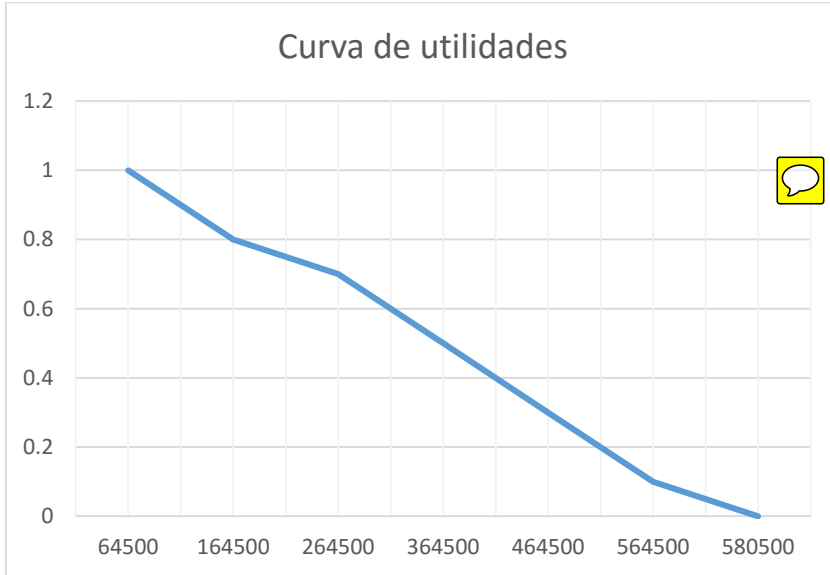


$P(C_1) = 0.385$
 $P(C_2) = 0.615$



Enfoque en la utilidad de decisiones

Construyendo una curva de utilidades, asignando el valor 1 al mejor ingreso, 0 al peor ingreso se obtienen los siguientes puntos:



x	p(x)
64500	1
164500	0,8
264500	0,7
364500	0,5
464500	0,3
564500	0,1
580500	0

Para nuestros valores presentados en nuestro árbol de decisiones y haciendo interpolaciones obtenemos

Utilidad	Probabilidad de la utilidad
410500	0.408
230000	0.7345
350000	0.529
74500	0.98
385000	0.459
580500	0
200500	0.764
68500	0.992
520000	0.189
230000	0.745
430000	0.369
64500	1

Valor esperado de la utilidad:

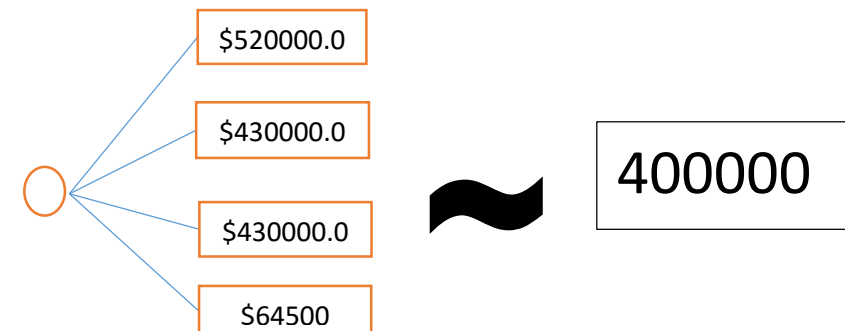
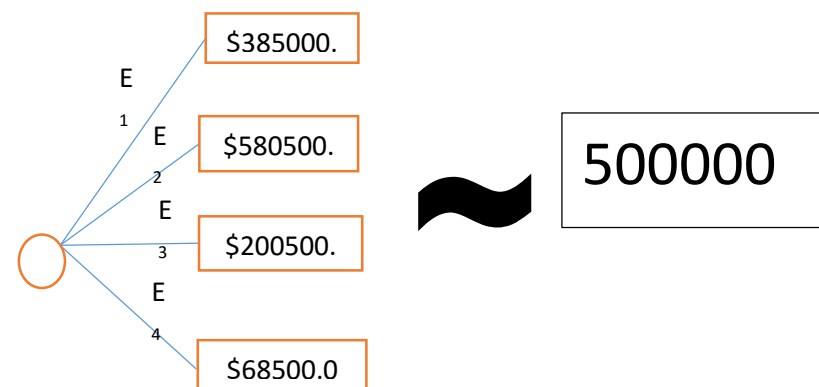
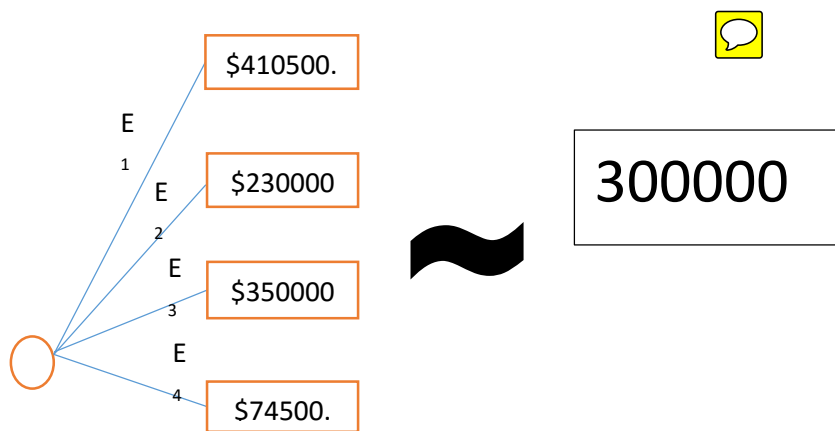
$$VU(A1) = 0.4(0.408) + 0.25(0.7345) + 0.15(0.529) + 0.20(0.98) = 0.622$$

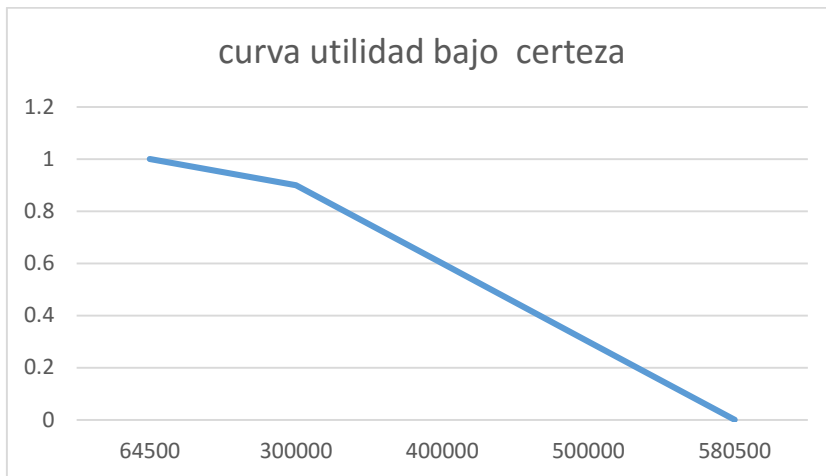
$$VU(A2) = 0.4(0.459) + 0.25(0) + 0.15(0.746) + 0.20(0.992) = 0.493$$

$$VU(A3) = 0.4(0.189) + 0.25(0.745) + 0.15(0.369) + 0.20(1) = 0.517$$

Este criterio nos indica que la mejor opción es la alternativa número 1 ya que es el máximo valor de utilidad.

Equivalentes bajo certeza





X	P(X)
64500	1
300000	0.9
400000	0.6
500000	0.3
580500	0

Para nuestros valores presentados en nuestro árbol de decisiones y haciendo interpolaciones obtenemos

Utilidad	Probabilidad de la utilidad
410500	0,5685
230000	0,9297
350000	0,75
74500	0,9957
385000	0,645
580500	0
200500	0,9422
68500	0,9983
520000	0,1815
230000	0,9297
430000	0,51
64500	1

Valor esperado de la utilidad bajo certeza:

$$VU(A1) = 0.4(0.5685) + 0.25(0.9297) + 0.15(0.75) + 0.20(0.9957) = 0.7637$$

$$VU(A2) = 0.4(0.645) + 0.25(0) + 0.15(0.9422) + 0.20(0.9983) = 0.5989$$

$$VU(A3) = 0.4(0.1815) + 0.25(0.9297) + 0.15(0.51) + 0.20(1) = 0.5815$$

Este criterio nos indica que la mejor Alternativa es 50 buses híbridos y 15 de doble piso (A1).

Multiobjetivos

Identificar los objetivos a contemplar en una decisión

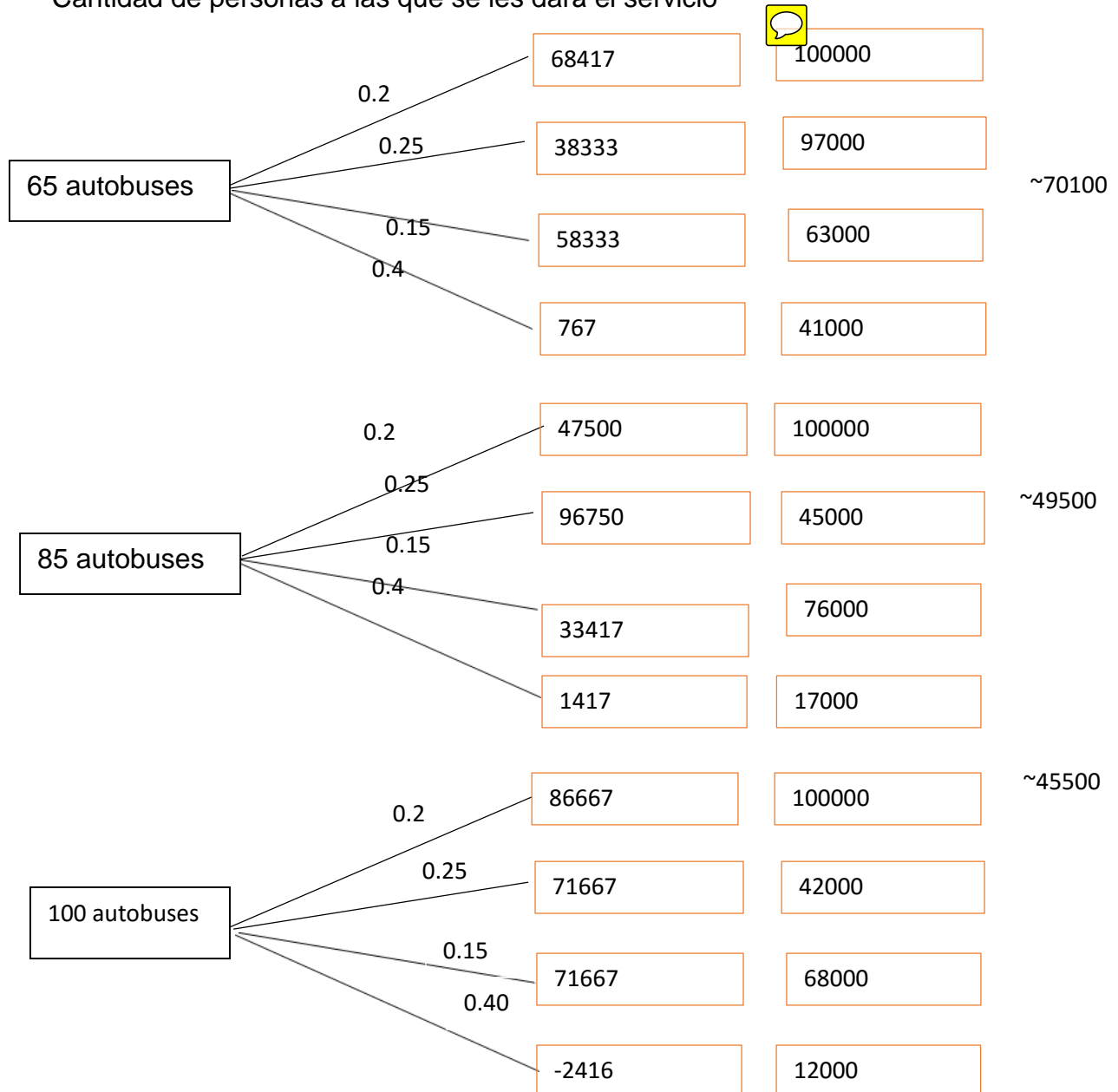
Tiempo de traslado, personas a las que dará servicio (100000)

Ponderar por su importancia a cada uno de los objetivos

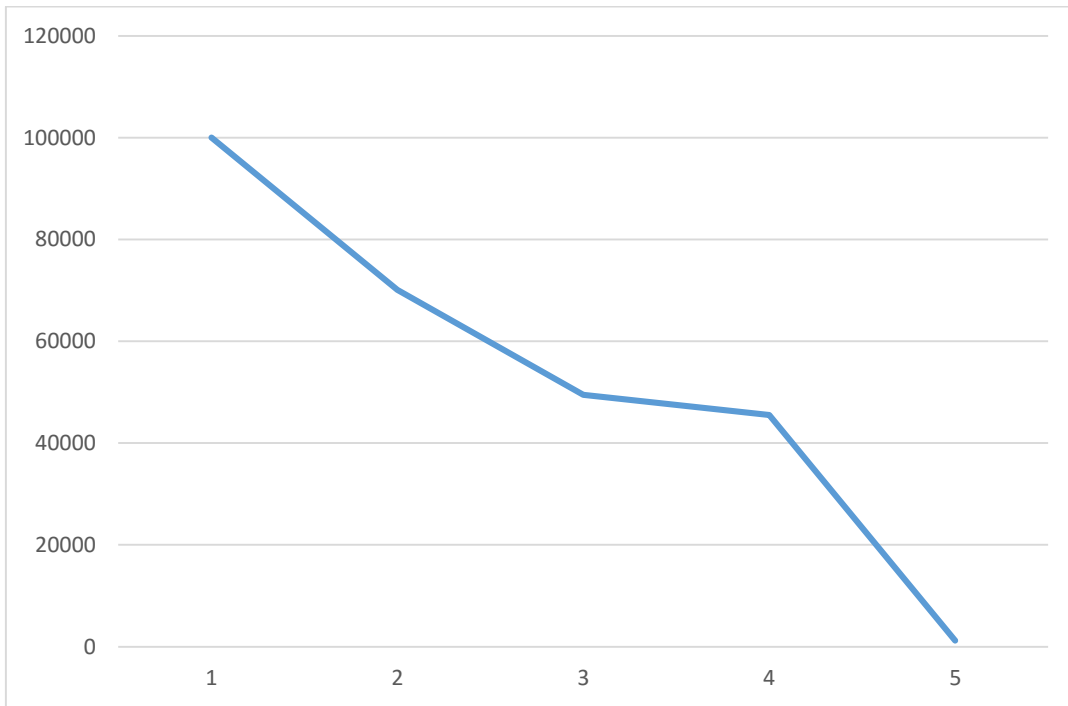
El más importante es la cantidad de personas a las que se les dará el servicio, segundo el impacto ambiental y tercero el tiempo de traslado.

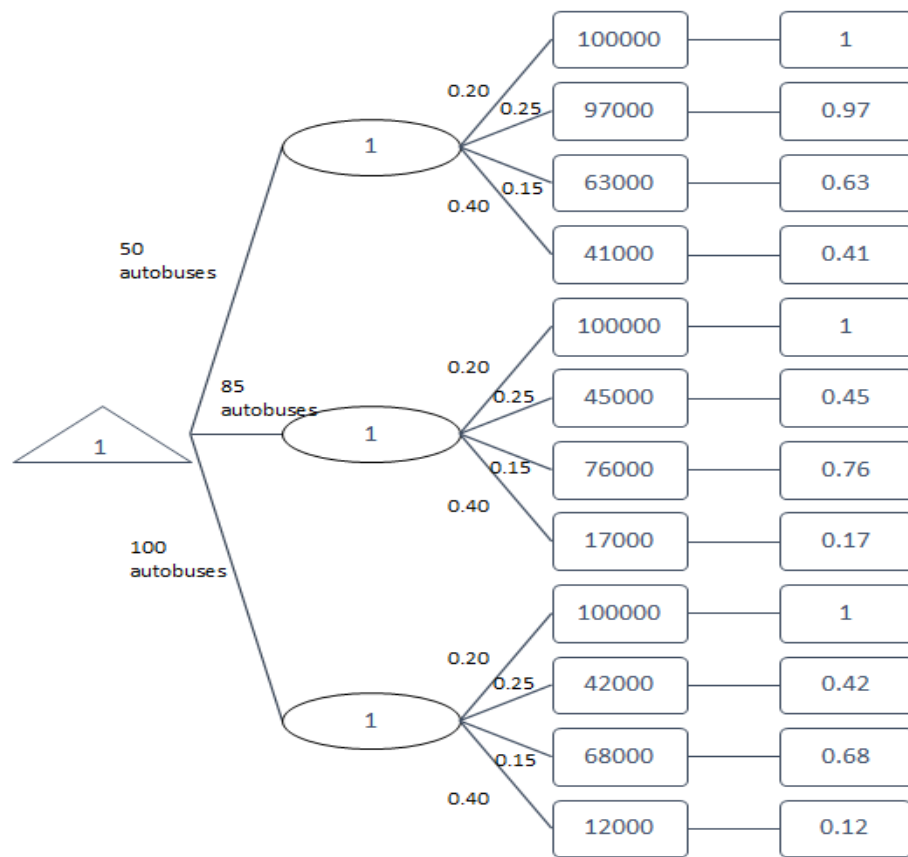
Identificar a las alternativas

Cantidad de personas a las que se les dará el servicio



100000	1
70100	0.6
49500	0.5
45500	0.3
1200	0





$$65 \text{ autobuses} = 1(0.2) + 0.97(0.25) + 0.63(0.15) + 0.41(0.4) = 0.701$$

$$85 \text{ autobuses} = 1(0.2) + 0.45(0.25) + 0.76(0.15) + 0.17(0.4) = 0.4945$$

$$100 \text{ autobuses} = 1(0.2) + 0.42(0.25) + 0.68(0.15) + 0.12(0.4) = 0.455$$

Por lo tanto la mejor opción es 50 autobuses