



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS

Proyecto

PUENTE "BALUARTE"

Profesor: Valle Flores Juan Antonio

Integrantes:

Valencia falcón óscar

Flores Leonar José Gabriel

23 DE MAYO DEL 2016

INTRODUCCION

Es en la Autopista Durango – Mazatlán, en donde se ubica el Puente "Baluarte", la que tendrá una longitud de 230 km, la cual atraviesa la Sierra Madre Occidental en su parte con la orografía más accidentada, conocida popularmente como “El Espinazo del Diablo”, precisamente en este punto se localiza el Puente que nos ocupa, el cual salva el profundo cañón del río del mismo nombre que delimita localmente a los estados de Sinaloa y Durango.

Para salvar un obstáculo natural de tales proporciones el puente es de los considerados como “tipo especial”, con dimensiones y características excepcionales, ya que la estructura tendrá un claro principal atirantado de 520 metros el mayor de América a la fecha, longitud total de 1,124 metros y pilas de hasta 120 metros de altura en los accesos, teniéndose además una altura de 402.57 metros medida desde el fondo de la barranca hasta la superficie de rodamiento sobre del tablero del puente, siendo la de mayor altura del mundo. La SCT contrató en el año 2003 el proyecto de este puente cuyos estudios y diseños fueron elaborados por Ingenieros mexicanos especialistas en topografía, hidráulica e hidrología, geología, geofísica, mecánica de suelos y rocas, análisis y diseño estructural, riesgo sísmico, incidencia de vientos.

ELEMENTOS DE PROYECTO

- DECISOR: La Secretaría de Comunicaciones y transportes a través de la Dirección de Carreteras Federales (DGC) y sus distintas Subdirecciones en conjunto con la empresa proyectista
- ANALISTA: CSTB Boundary Layer Wind Tunnel, INEGI, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), etc.

- **ESTADOS DE LA NATURALEZA**

- **Geológico:**

Se encontró que el proceso regional culmina con la formación del gran batolito del Pacífico, de naturaleza granítica, que levanta los seudoestratos de tobas y lavas, dando lugar a su fallamiento posterior, de tipo normal, de carácter extensivo, que controla la topografía actual y al sistema de drenaje. El objetivo del estudio del estudio geológico fue determinar el tipo de fallas que se presentan. Se dieron recomendaciones para los posibles sitios de cimentación, dado que se presentaron 3 tipos de falla, cuyas probabilidades son las siguientes:

Falla normal: se presenta por fuerzas distentivas, presenta una probabilidad de 0.13

Falla de desgarre: se presenta por fuerzas transversales, presenta una probabilidad de 0.04

Sin falla: Probabilidad de 0.83

- **Riesgo Sísmico:**

Se evaluó el peligro sísmico asociado a la zona, tomando en cuenta las distintas fuentes de temblores del territorio nacional. El sitio en estudio está ubicado dentro de la zona B, la cual se considera de sismicidad moderada en la República Mexicana.

Se estiman que las aceleraciones máximas que en forma probable pueden presentarse en roca están entre 12 y 56 cm/s^2 , para periodos de retorno de 50 y 500 años, respectivamente.

- **Estudio de viento:**

El riesgo ante el viento es particularmente importante en el caso de puentes con grandes obstáculos por salvar, lo que obliga de igual manera a concebir puentes también con grandes claros, donde la flexibilidad y dimensiones son mayúsculas. Del estudio se obtuvo la siguiente información

ESTADO	HURACAN	PRIMAVERA	VERANO	INVIERNO	PROB.
1	83.978	82.191	94.308	74.990	0.30
2	91.676	88.746	102.403	80.800	0.42
3	95.947	92.520	107.022	84.127	0.28

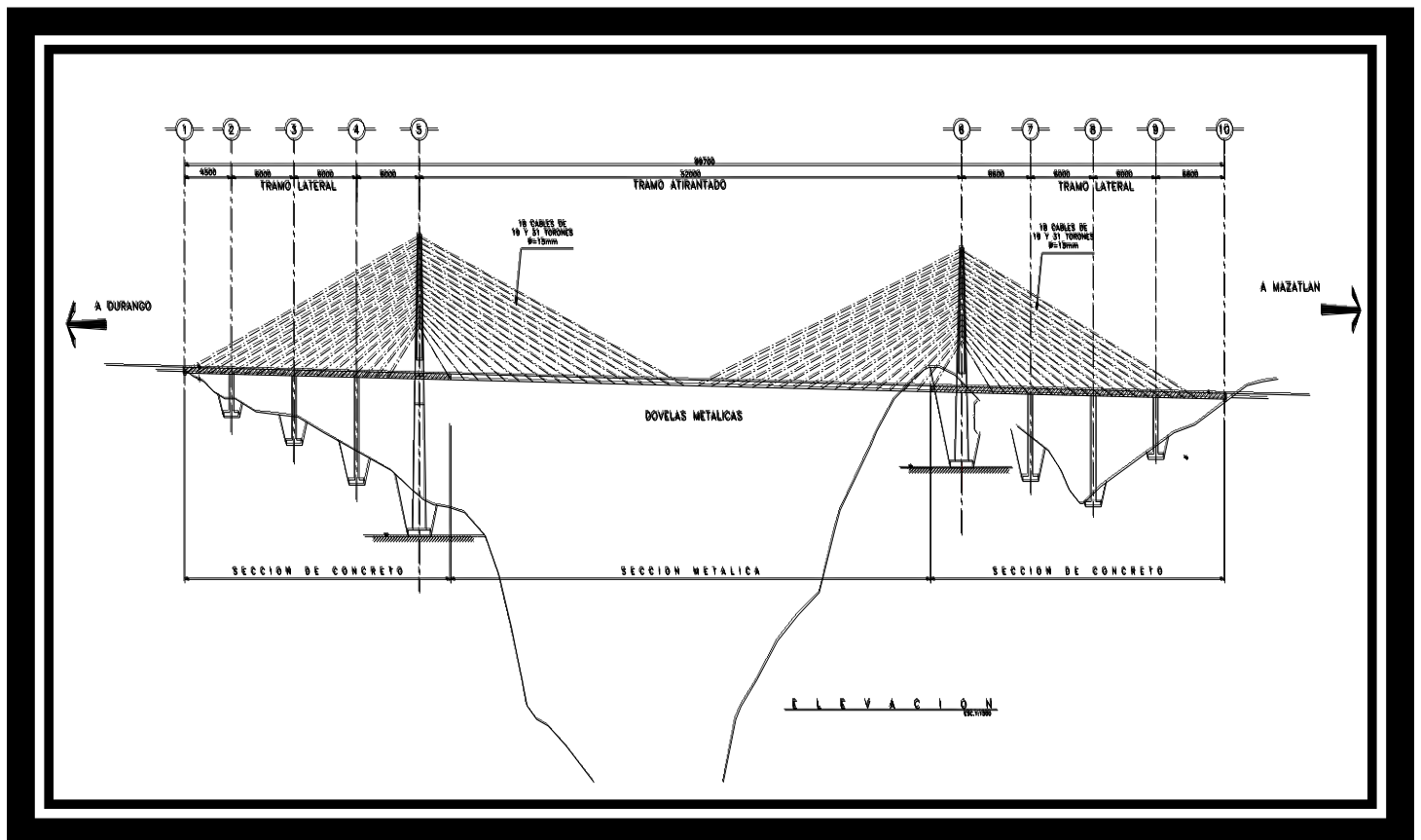


ALTERNATIVAS

Analizando los resultados obtenidos por los estudios en sus diferentes categorías, se pudieron obtener todos los requerimientos que presentaba el problema y con esto se diseñaron las siguientes alternativas.

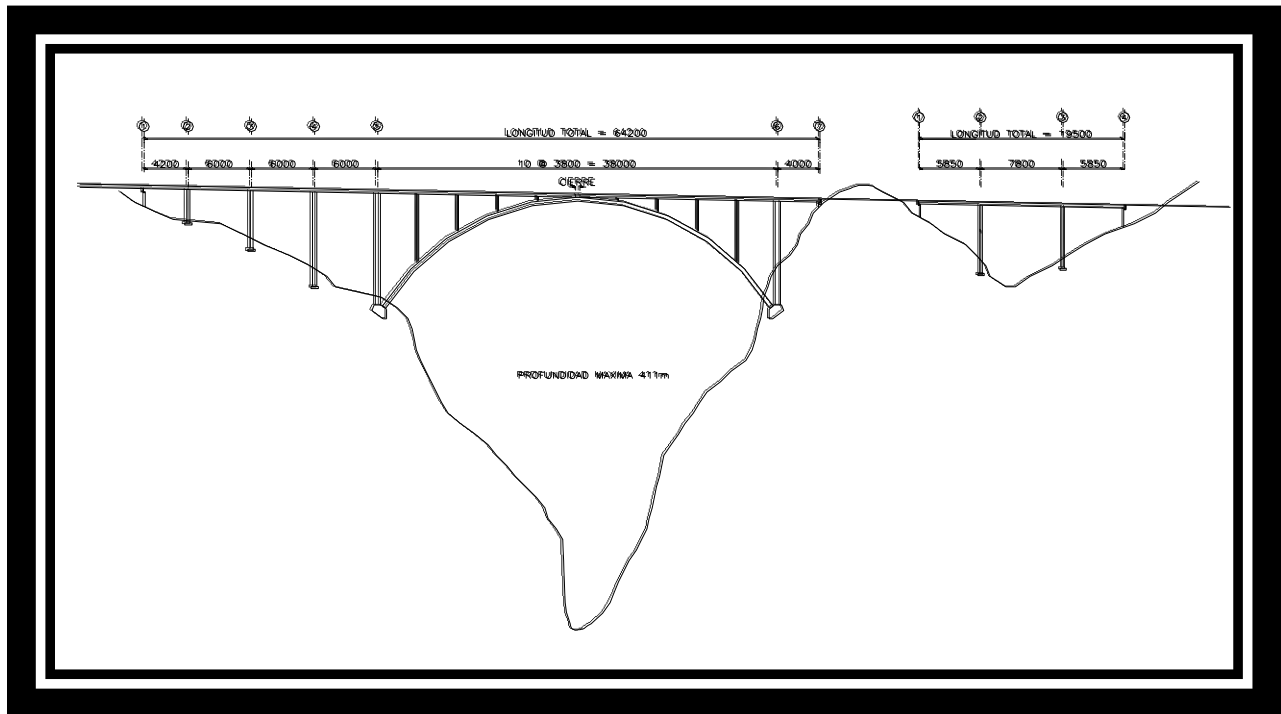
ALTERNATIVA 1

Puente atirantado con una longitud total de 997 metros, el cual se divide en tres partes, el viaducto de acceso de lado Durango con cuatro claros el extremo de 45 metros y los tres restantes de 60 metros para una longitud de 225 metros, el claro principal el cual salva el cañón de 520 metros y el viaducto de acceso de lado Mazatlán con dos claros cada uno de 60 metros y otros dos de 66 metros para un longitud de 252 metros.



ALTERNATIVA 3

Para esta alternativa se presentó un Puente en Arco con una longitud total de 837 metros, el cual se divide en tres partes, el viaducto de acceso de lado Durango con cuatro claros el extremo de 42 metros y los tres restantes de 60 metros para una longitud de 222 metros, el claro principal el cual salva el cañón es de 380 metros y el viaducto de acceso de lado Mazatlán el cual está separado del claro principal por un acceso en corte cuenta con tres claros los dos extremos de 58.5 metros y un central de 78 metros, para una longitud de este viaducto de 95 metros.



MODELO MATRICIAL

A1= Alternativa 1

A2=Alternativa 2

A3= Alternativa 3

E1= Falla 1 (P=0.13)

E2= Falla 2 (P=0.04)

E3= Sin falla (P=0.83)

E4= Aceleración sísmica 1 = 12 cm/s²

E5= Aceleración sísmica 2 = 22 cm/s²

E6= Aceleración sísmica 3 = 56 cm/s²

E7= Estado de viento 1 (P=0.30)

E8= Estado de viento 2 (P=0.42)

E9= Estado de viento 3 (P=0.28)

Los resultados de las matrices son beneficios o pérdidas en millones de pesos

GEOLOGICO

	P(E1)=0.13	P(E2)=0.04	P(E3)=0.83
A1	100	300	750
A2	350	-100	900
A3	150	400	600

SISMICO

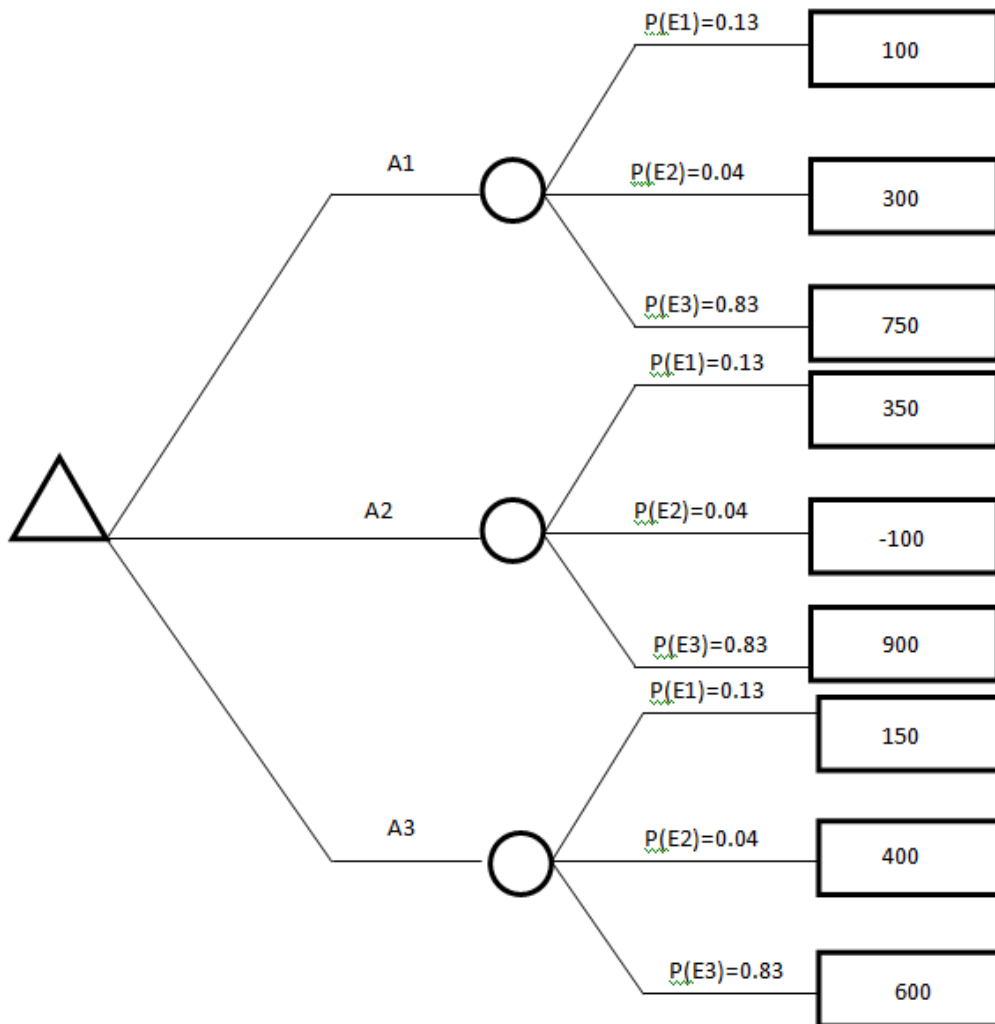
	E4	E5	E6
A1	500	300	100
A2	600	500	200
A3	300	100	-300

VIENTO

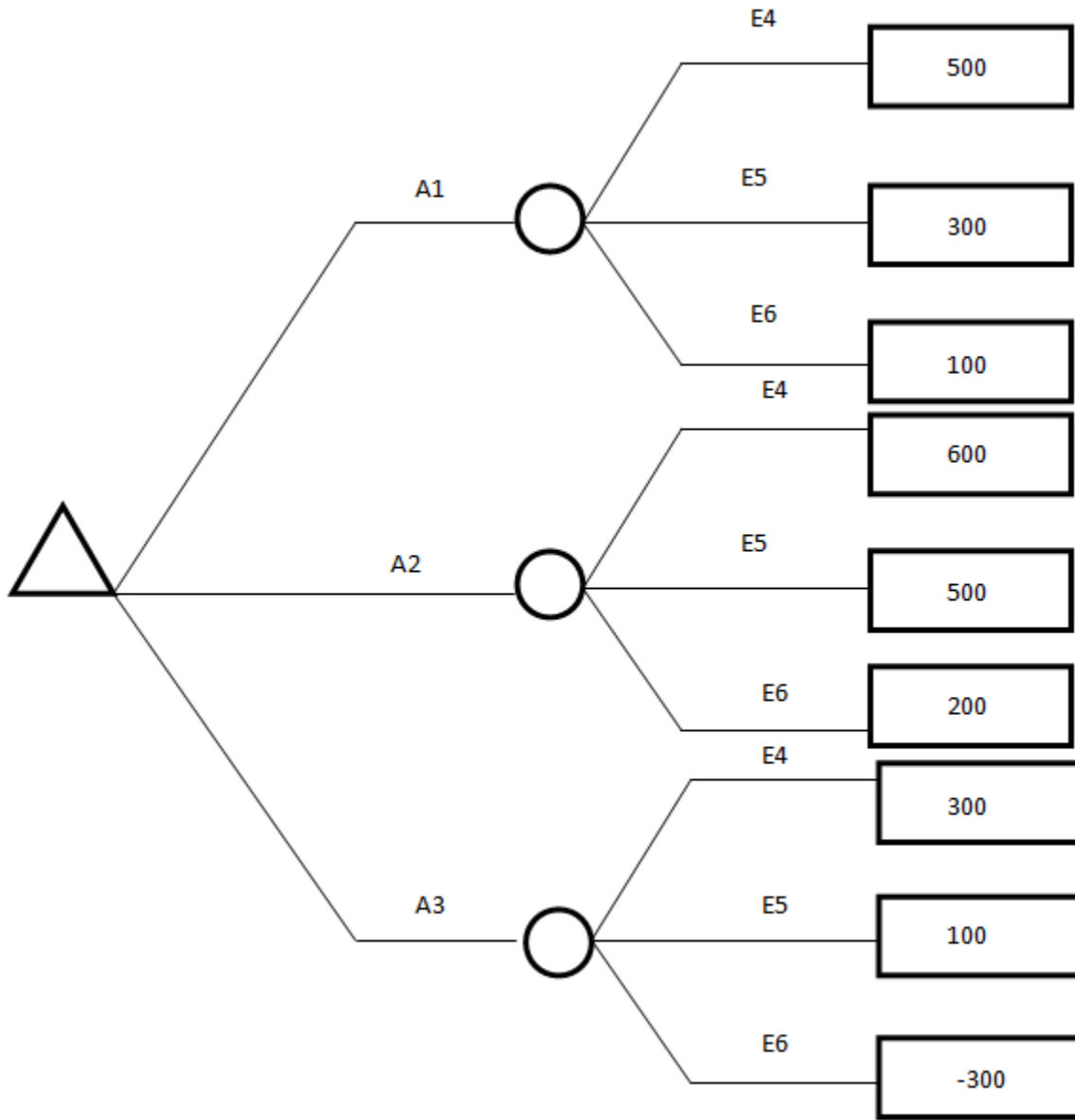
	$P(E7)=0.30$	$P(E8)=0.42$	$P(E9)=0.28$
A1	100	0	-300
A2	200	200	200
A3	200	100	-200

MODELO GRAFICO

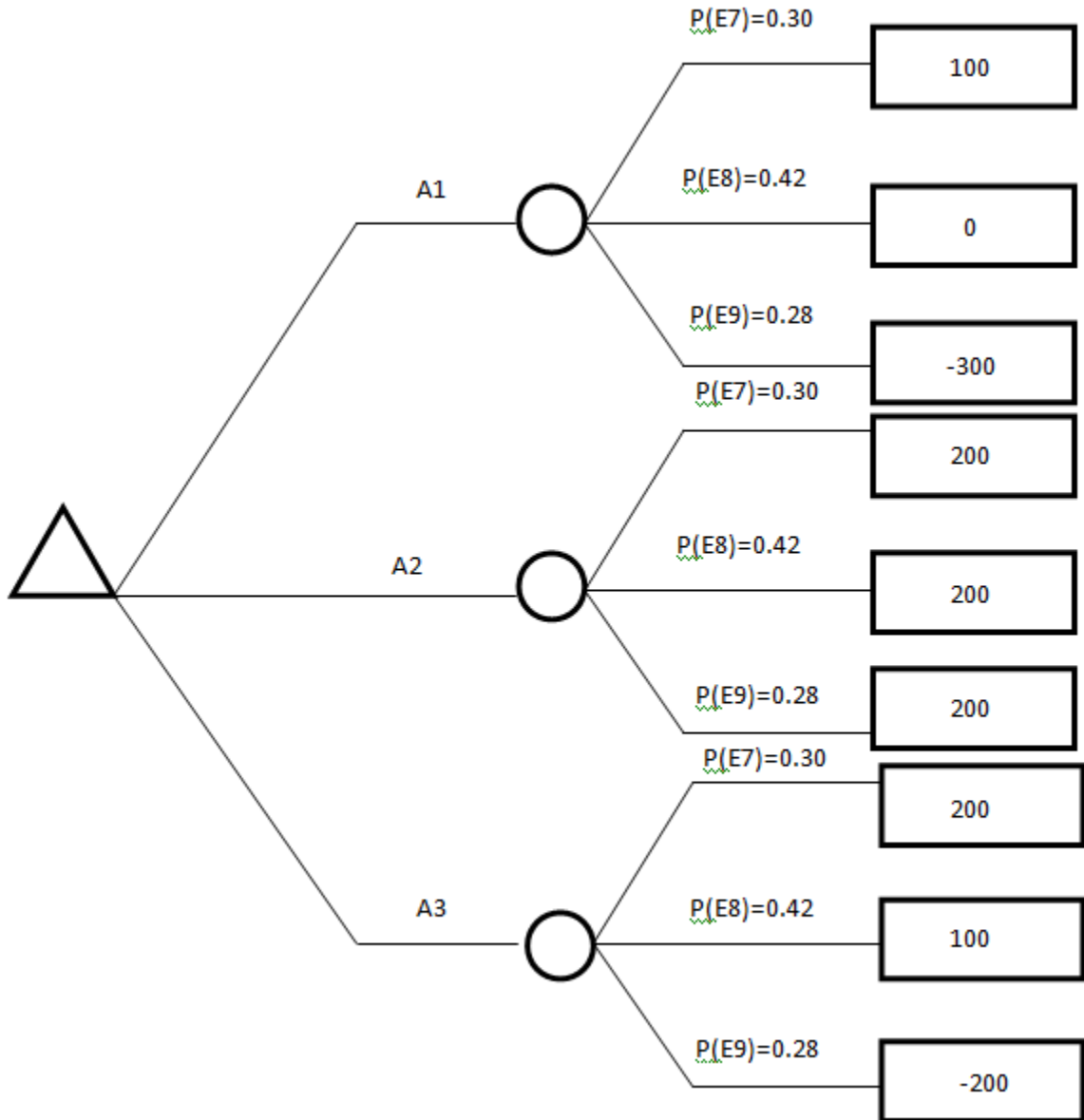
GEOLÓGICO



SÍSMICO



VIENTO



DECISIONES BAJO CONDICIONES DE RIESGO

Primero usaremos el criterio de maximización y minimización del valor esperado y varianza para los casos geológico y de viento

Geológico

	P(E1)=0.13	P(E2)=0.04	P(E3)=0.83
A1	100	300	750
A2	350	-100	900
A3	150	400	600

$$E(A1) = (100)(0.13) + (300)(0.04) + (750)(0.83) = 647.5$$

$$E(A2) = (350)(0.13) + (-100)(0.04) + (900)(0.83) = 788.5$$

$$E(A3) = (150)(0.13) + (400)(0.04) + (600)(0.83) = 533.5$$

Viento

	P(E7)=0.30	P(E8)=0.42	P(E9)=0.28
A1	100	0	-300
A2	200	200	200
A3	200	100	-200

$$E(A1) = (100)(0.30) + 0(0.42) - (300)(0.28) = -54$$

$$E(A2) = (200)(0.30) + (200)(0.42) + (200)(0.28) = 200$$

$$E(A3) = (200)(0.30) + (100)(0.42) - (200)(0.28) = 46$$

- Ahora utilizando el criterio del más probable futuro

Geológico

	P(E1)=0.13	P(E2)=0.04	P(E3)=0.83
A1	100	300	750
A2	350	-100	900
A3	150	400	600

	P(E3)=0.83
A1	750
A2	900
A3	600

Viento

	P(E7)=0.30	P(E8)=0.42	P(E9)=0.28
A1	100	0	-300
A2	200	200	200
A3	200	100	-200

	P(E8)=0.42
A1	0
A2	200
A3	100

- Por último utilizaremos el principio del nivel esperado

Geológico

	P(E1)=0.13	P(E2)=0.04	P(E3)=0.83
A1	100	300	750
A2	350	-100	900
A3	150	400	600

Se establece una utilidad que sea mayor a 150

$$A1: P(U \geq 150) = 0.04 + 0.83 = 0.87$$

$$A2: P(U \geq 150) = 0.13 + 0.83 = 0.96$$

$$A3: P(U \geq 150) = 0.13 + 0.04 + 0.83 = 1$$

Viento

	P(E7)=0.30	P(E8)=0.42	P(E9)=0.28
A1	100	0	-300
A2	200	200	200
A3	200	100	-200



Se establece una utilidad que sea mayor a 100

$$A1: P(U \geq 100) = 0.30 = 0.30$$

$$A2: P(U \geq 100) = 0.30 + 0.42 + 0.28 = 1$$

$$A3: P(U \geq 100) = 0.30 + 0.42 = 0.72$$

Analizando todas los criterios se considera que:

Para el estudio geológico se usará el criterio de del más probable futuro, ya que se puede considerar como un problema bajo certeza. **Se selecciona la alternativa 2**

Para el estudio de viento el criterio de maximización y minimización del valor esperado y varianza.

Se selecciona la alternativa 2.

DESICIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

Analizaremos el estudio sísmico bajo condiciones de incertidumbre y probaremos los 5 criterios para ver cuál es el mejor.



Criterio maximin y minimax

	E4	E5	E6
A1	500	300	100
A2	600	500	200
A3	300	100	-300

Los valores en rojo son los peores de cada alternativa, de entre estos valores se selecciona el de la alternativa 2 (200) por ser el mejor.

Criterio maximax y minimin

	E4	E5	E6
A1	500	300	100
A2	600	500	200
A3	300	100	-300

Los valores en verde son los mejores valores de cada alternativa, de entre estos valores se selecciona el de la alternativa 2 (600) por ser el mejor.

Principio de Hurwics

	E4	E5	E6
A1	500	300	100
A2	600	500	200
A3	300	100	-300

Sea $\beta = 0.80$ entonces:

$$V(A1) = 0.80(500) + 0.20(100) = 420$$

$$V(A2) = 0.80(600) + 0.20(200) = 520$$

$$V(A3) = 0.80(300) + 0.20(-300) = 180$$

Basados en este criterio, la alternativa numero 2 resulta ser la más factible.

Criterio de Laplace

	E4=0.33	E5=0.33	E6=0.33
A1	500	300	100
A2	600	500	200
A3	300	100	-300

$$VE(A1) = (0.33)(500) + (0.33)(300) + (0.33)(100) = 297$$

$$VE(A2) = (0.33)(600) + (0.33)(500) + (0.33)(200) = 429$$

$$VE(A3) = (0.33)(300) + (0.33)(100) + (0.33)(-300) = 330$$

Criterio de arrepentimiento de Savage

	E4	E5	E6
A1	500	300	100
A2	600	500	200
A3	300	100	-300

	E4	E5	E6
A1	600-500	500-300	200-100
A2	600-600	500-500	200-200
A3	600-300	500-100	200-(-300)

	E4	E5	E6
A1	100	200	100
A2	0	0	0
A3	300	400	500

Vector de arrepentimientos = $[200,0,500]^T$

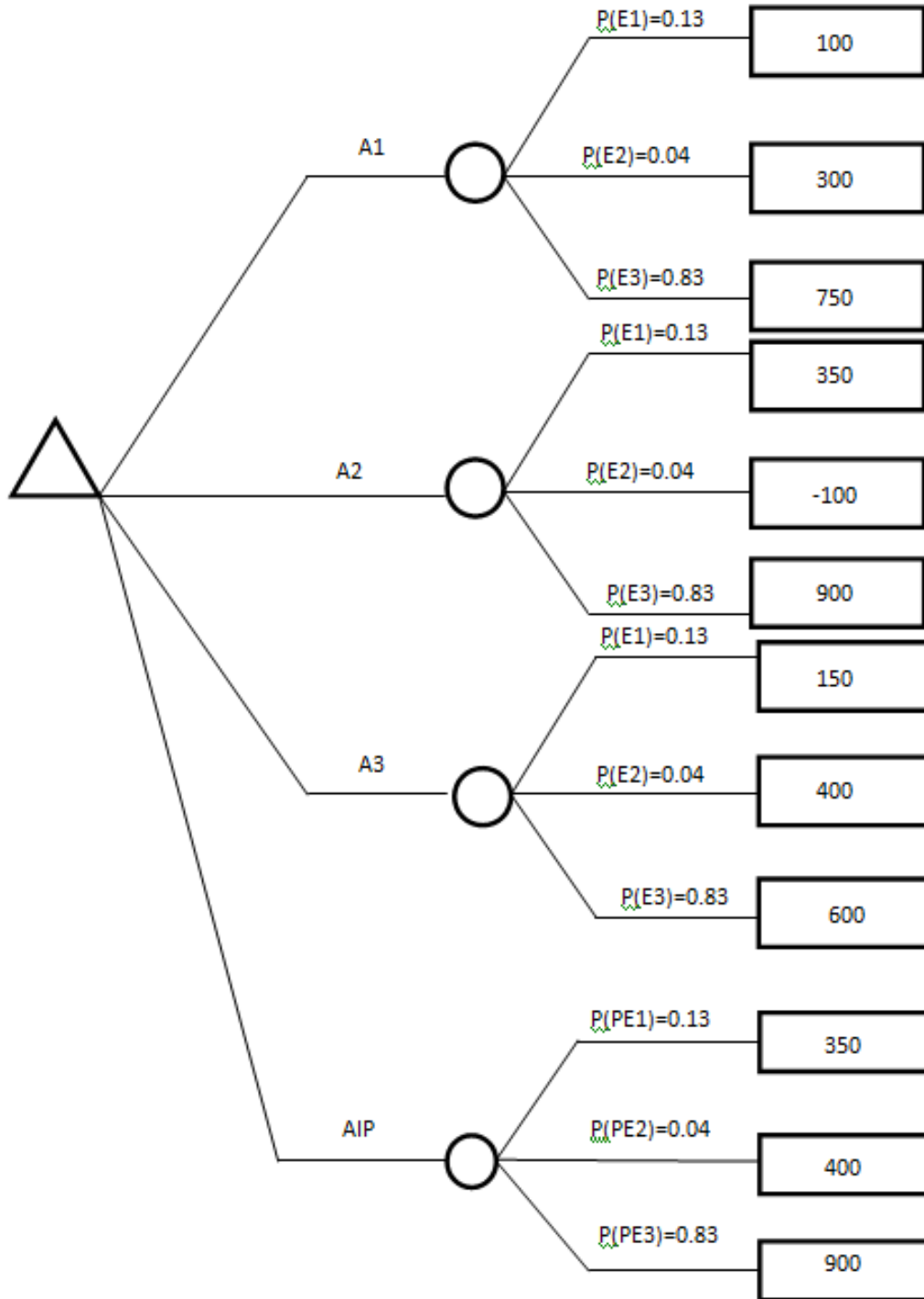
Por lo tanto, siguiendo el criterio, se elige la alternativa 2



VALOR DE LA INFORMACION EN LAS DECISIONES

INFORMACION PERFECTA

Geológico



$$V(A1) = 100(0.13) + 300(0.04) + 750(0.83) = 647.5$$

$$V(A2) = 350(0.13) - 100(0.04) + 900(0.83) = 788.5$$

$$V(A3) = 150(0.13) + 400(0.04) + 600(0.83) = 534.85$$

$$V(AIP) = 350(0.13) + 400(0.04) + 900(0.83) = 808.5$$

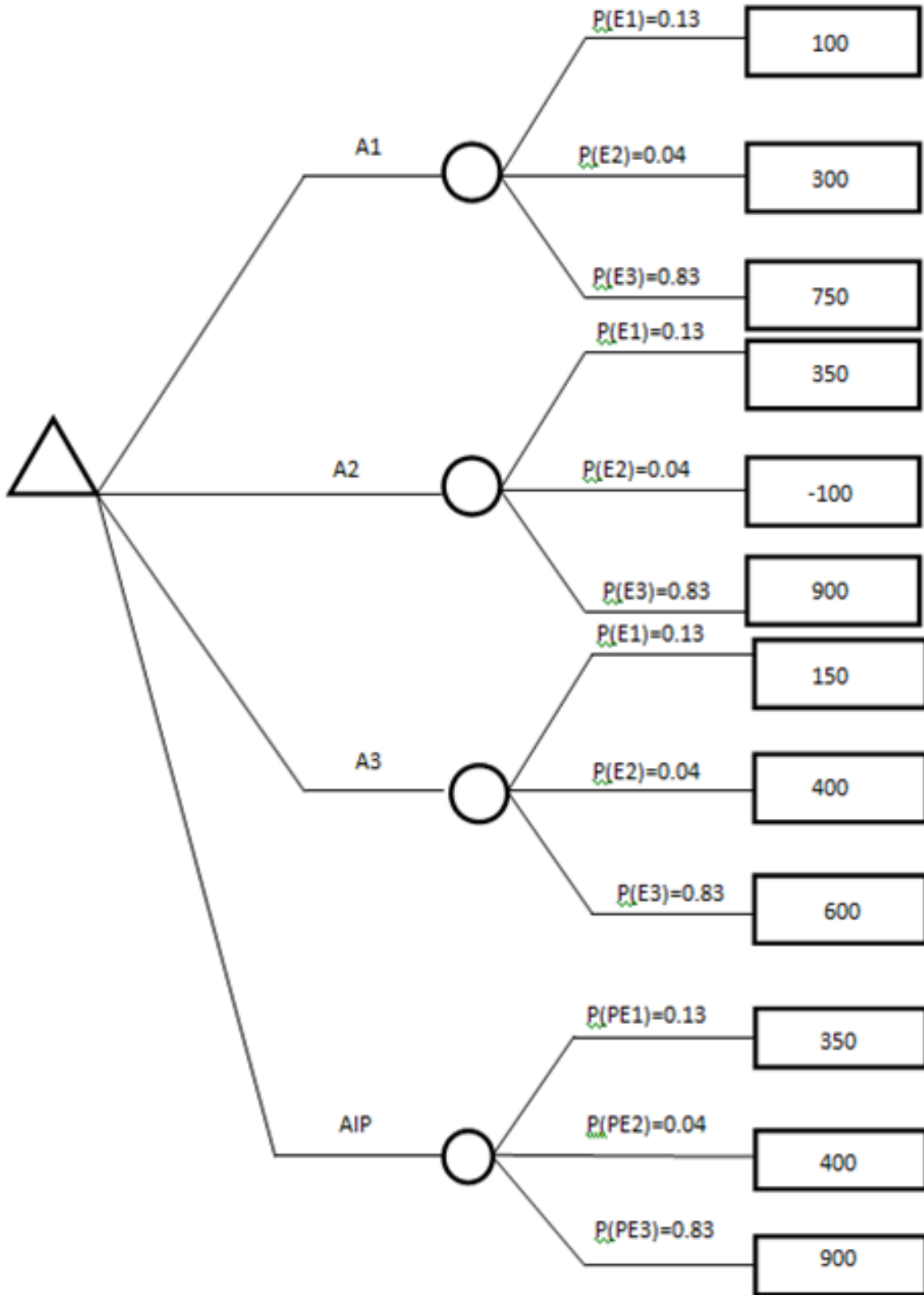
$$VE/ID = 788.5$$

$$VE/IP = 808.5$$

$$VE(IP) = VE/IP - VE/ID = 808.5 - 788.5 = 20$$

$$VE(IP) = 20$$

Viento



$$V(A1) = 100(0.30) + 0(0.42) - 300(0.28) = -54$$

$$V(A2) = 200(0.30) + 200(0.42) + 200(0.28) = 200$$

$$V(A3) = 200(0.30) + 100(0.42) - 200(0.28) = 46$$

$$V(AIP) = 200(0.30) + 200(0.42) + 200(0.28) = 200$$

$$VE/ID = 200$$

$$VE/IP = 200$$

$$VE(IP) = VE/IP - VE/ID = 200 - 200 = 0$$

$$VE(IP) = 0$$

INFORMACION IMPERFECTA

Geológico

Se contrató a una empresa independiente la cual realizó un estudio más profundo del suelo. El estudio recopiló la información geológica disponible del área general, incluyendo los planos editados por INEGI y las fotografías aéreas obtenidas por la SCT. La Empresa, basada en la información obtenida, dictaminó si era factible o no realizar cada alternativa bajo las condiciones de suelo establecidas.

Para dicho estudio se realizó un contrato con la empresa por un valor de 5 millones de pesos.

F = La empresa considera factible la alternativa

NF = La empresa no considera factible la alternativa

	P(E1)=0.13	P(E2)=0.04	P(E3)=0.83
A1	100	300	750
A2	350	-100	900
A3	150	400	600

P(F/E1) =0.1	P(F/E2) =0.07	P(F/E3) =0.96
P(NF/E1) =0.9	P(NF/E2) = 0.93	P(NF/E3) = 0.04

$$P(F) = P(F/E1)*P(E1) + P(F/E2)*P(E2) + P(F/E3)*P(E3)$$

$$P(F) = (0.1*0.13) + (0.07*0.04) + (0.96*0.83)$$

$$P(F) = 0.8126$$

$$P(NF) = P(NF/E1)*P(E1) + P(NF/E2)*P(E2) + P(NF/E3)*P(E3)$$

$$P(NF) = (0.9*0.13) + (0.93*0.04) + (0.04*0.83)$$

$$P(NF) = 0.1874$$

Probabilidades condicionales

$$P(E1/F) = [P(F/E1)*P(E1)]/P(F)$$

$$P(E1/F) = (0.1*0.13)/0.8126$$

$$P(E1/F) = 0.015$$

$$P(E2/F) = [P(F/E2)*P(E2)]/P(F)$$

$$P(E2/F) = (0.07*0.04)/0.8126$$

$$P(E2/F) = 0.0034$$

$$P(E3/F) = [P(F/E3)*P(E3)]/P(F)$$

$$P(E3/F) = (0.96*0.83)/0.8126$$

$$P(E3/F) = 0.98$$

$$P(E1/NF) = [P(NF/E1)*P(E1)]/P(NF)$$

$$P(E1/NF) = (0.9*0.13)/ 0.1874$$

$$P(E1/NF) = 0.62$$

$$P(E2/NF) = [P(NF/E2)*P(E2)]/P(NF)$$

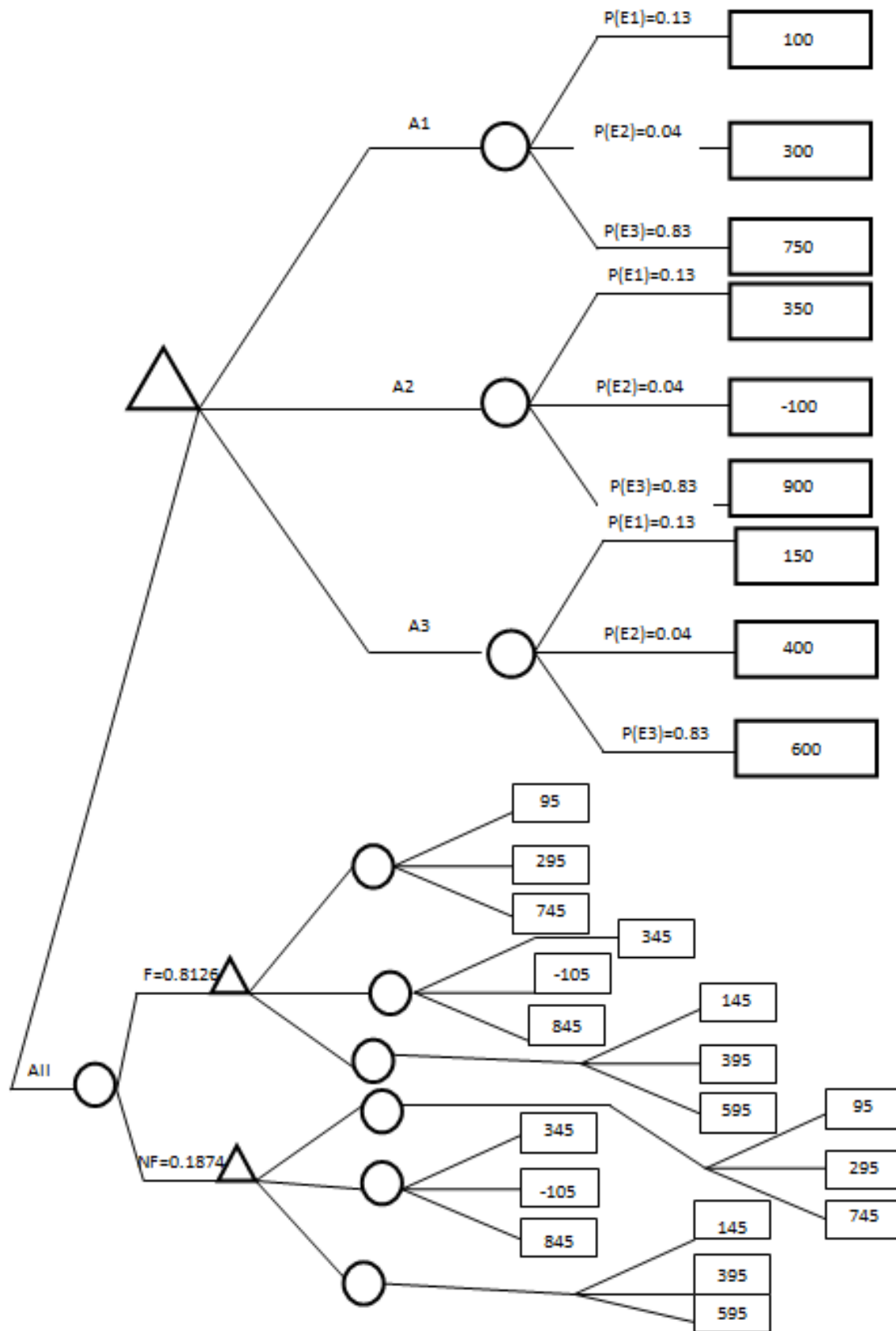
$$P(E2/NF) = (0.93*0.04)/ 0.1874$$

$$P(E2/NF) = 0.19$$

$$P(E3/NF) = [P(NF/E3)*P(E3)]/P(NF)$$

$$P(E3/NF) = (0.04*0.83)/ 0.1874$$

$$P(E3/NF) = 0.17$$



Valor esperado con información imperfecta.

Nodo Factible

$$VE(A1) = 95(0.015) + 295 (0.0034) + 745(0.98) = 732.52$$

$$VE(A2) = 345(0.015) - 105 (0.0034) + 845(0.98) = 832.91$$

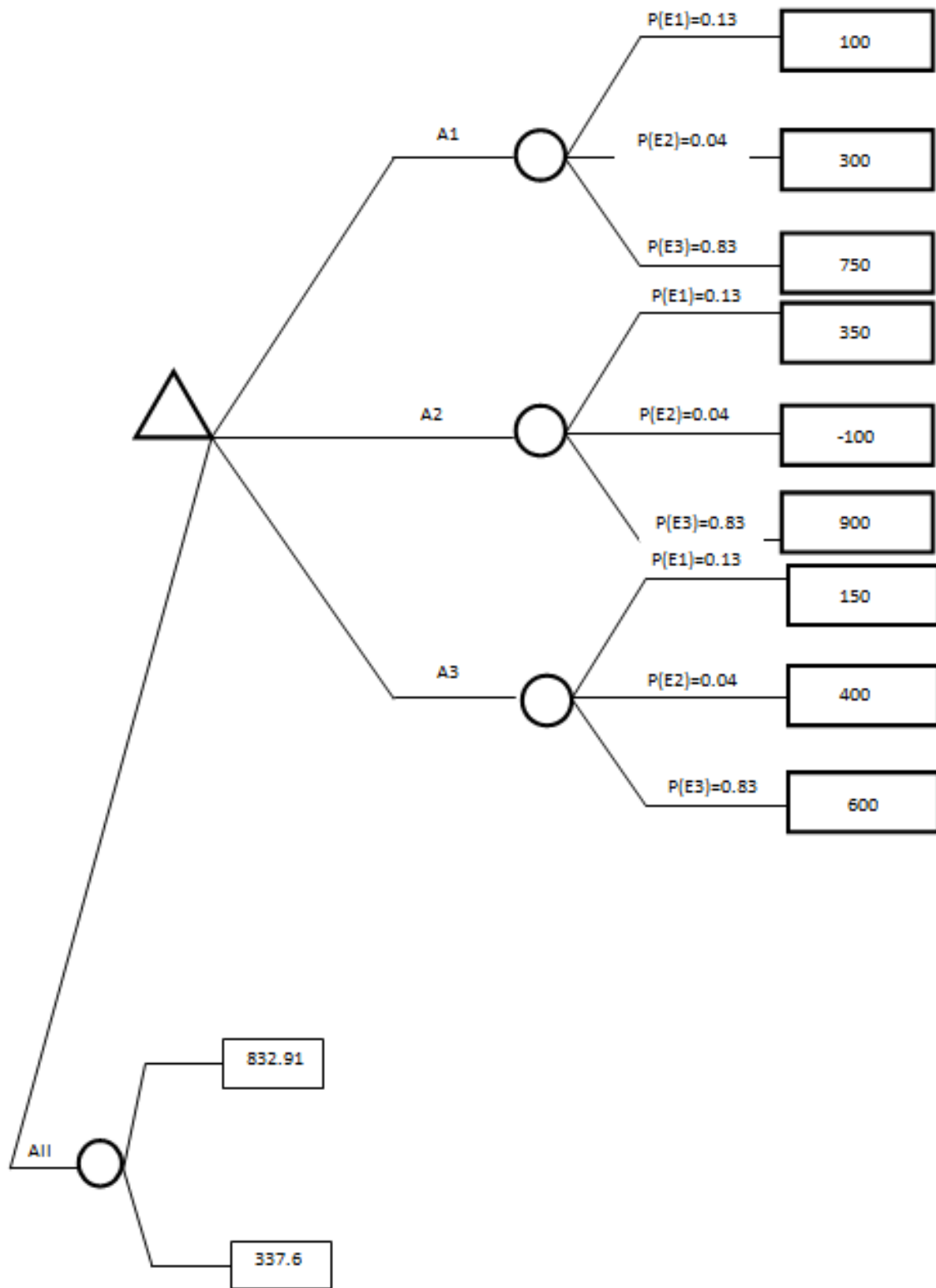
$$VE(A3) = 145(0.015) + 395 (0.0034) + 595(0.98) = 586.61$$

Nodo No Factible

$$VE(A1) = 95(0.62) + 295 (0.19) + 745(0.17) = 241.6$$

$$VE(A2) = 345(0.62) - 105 (0.19) + 845(0.17) = 337.6$$

$$VE(A3) = 145(0.62) + 395 (0.19) + 595(0.17) = 266.1$$



Valor esperado con información imperfecta

$$VE(II) = 832.91(0.8126) + 337.6(0.1874) = 740.08$$

Valor esperado con información disponible.

$$VE(ID) = 100(0.13) + 300(0.04) + 750(0.84) = 655$$

$$VE(A2) = 350(0.13) - 100(0.04) + 900(0.84) = 797.5$$

$$VE(A3) = 150(0.13) + 400(0.04) + 600(0.84) = 539.5$$



Comparando los valores esperados de información imperfecta e información disponible, la mejor decisión sería no comprar información ya que si lo hacemos tendríamos una ganancia menor.

VIENTO

Para el estudio de viento, dado lo que sabemos de la información perfecta, no resulta conveniente realizar la compra de información imperfecta debido a que 0 es la cantidad máxima que se puede pagar por dicha información y no tiene sentido contratarla.

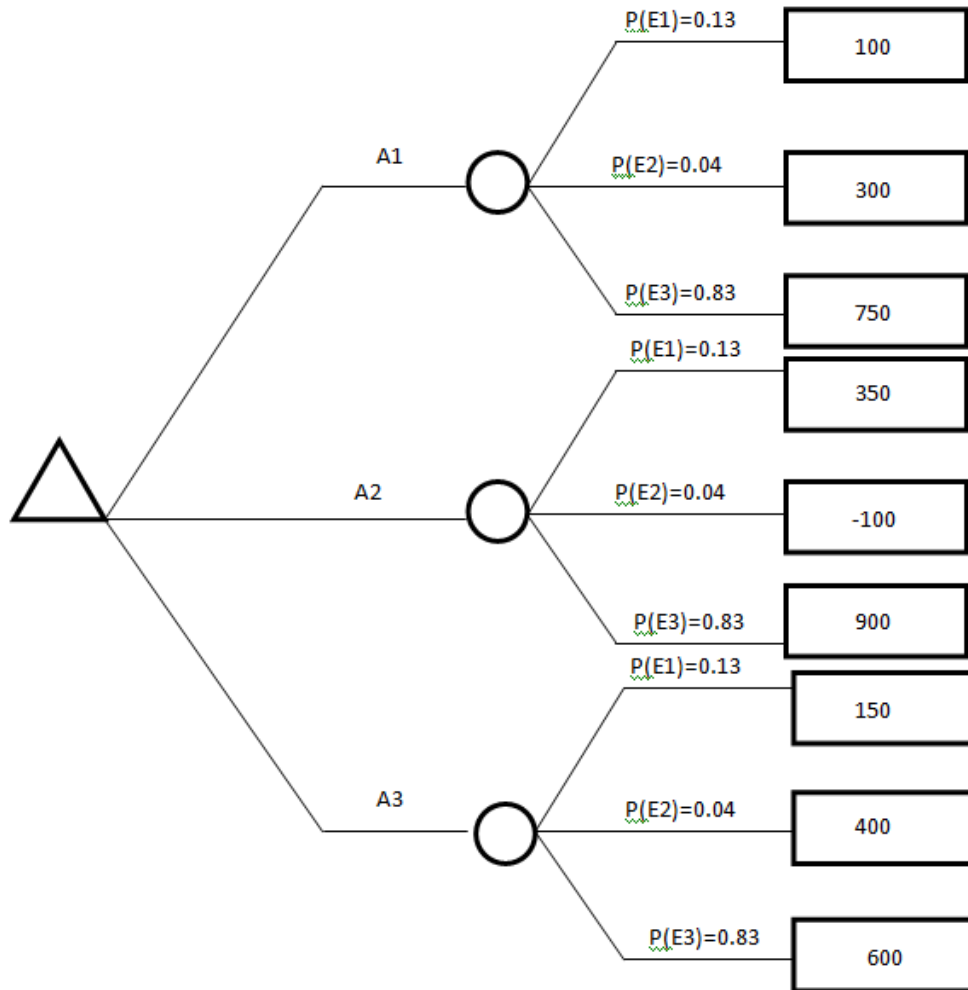


ENFOQUE DE LA UTILIDAD EN LAS DECISIONES

Cuestionando probabilidades.

Se analizara únicamente para el estudio geológico

Geológico



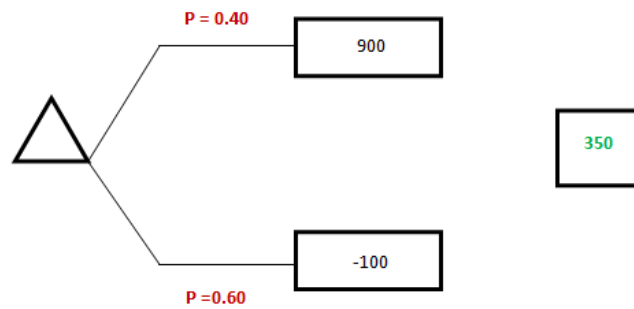
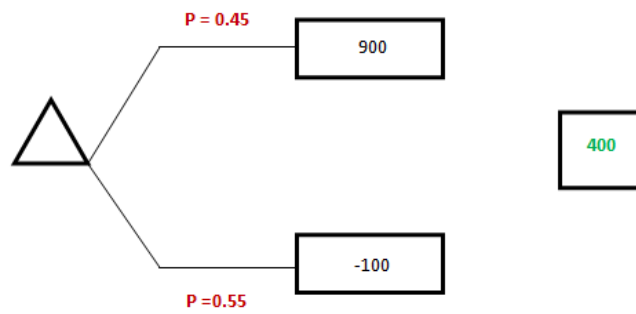
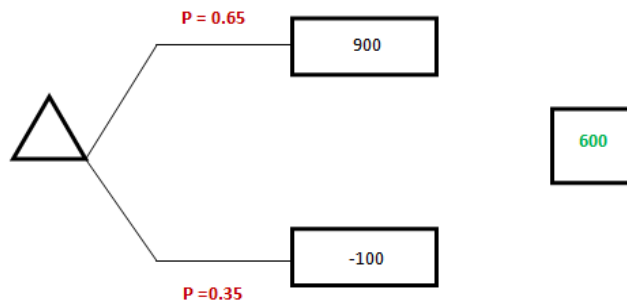
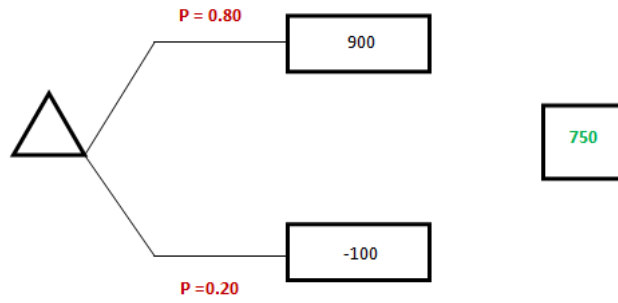
Resultados posibles:

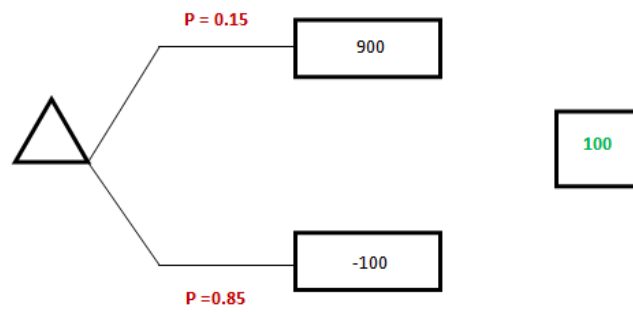
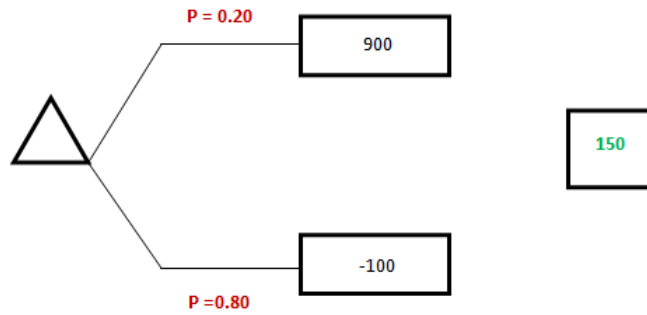
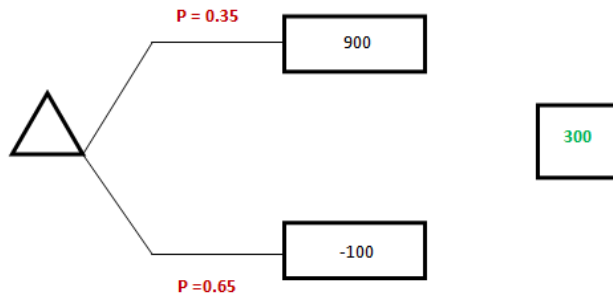
$X = \{900, 750, 600, 400, 350, 300, 150, 100, -100\}$

$U(900) = 1$

$U(-100) = 0$

Asignando probabilidades a cada uno de los posibles resultados:





$$U(750) = 0.80(1) + 0.20(0) = 0.80$$

$$U(600) = 0.65(1) + 0.35(0) = 0.65$$

$$U(400) = 0.45(1) + 0.55(0) = 0.45$$

$$U(350) = 0.40(1) + 0.60(0) = 0.40$$

$$U(300) = 0.35(1) + 0.65(0) = 0.35$$

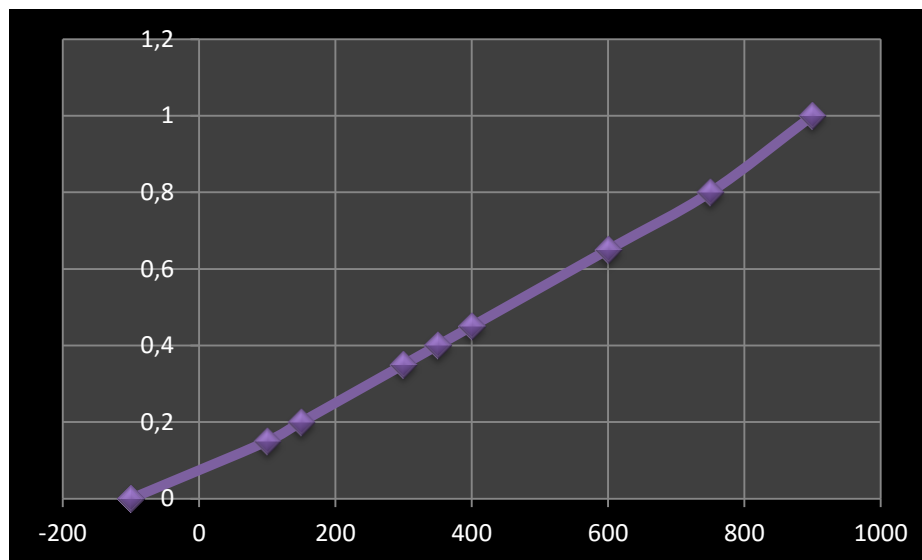
$$U(150) = 0.20(1) + 0.80(0) = 0.20$$

$$U(100) = 0.15(1) + 0.85(0) = 0.15$$



Graficando

PUNTO	x	U(x)
1	900	1
2	750	0.8
3	600	0.65
4	400	0.45
5	350	0.4
6	300	0.35
7	150	0.2
8	100	0.15
9	-100	0



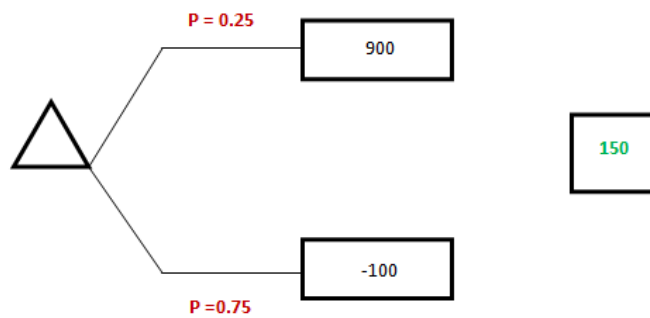
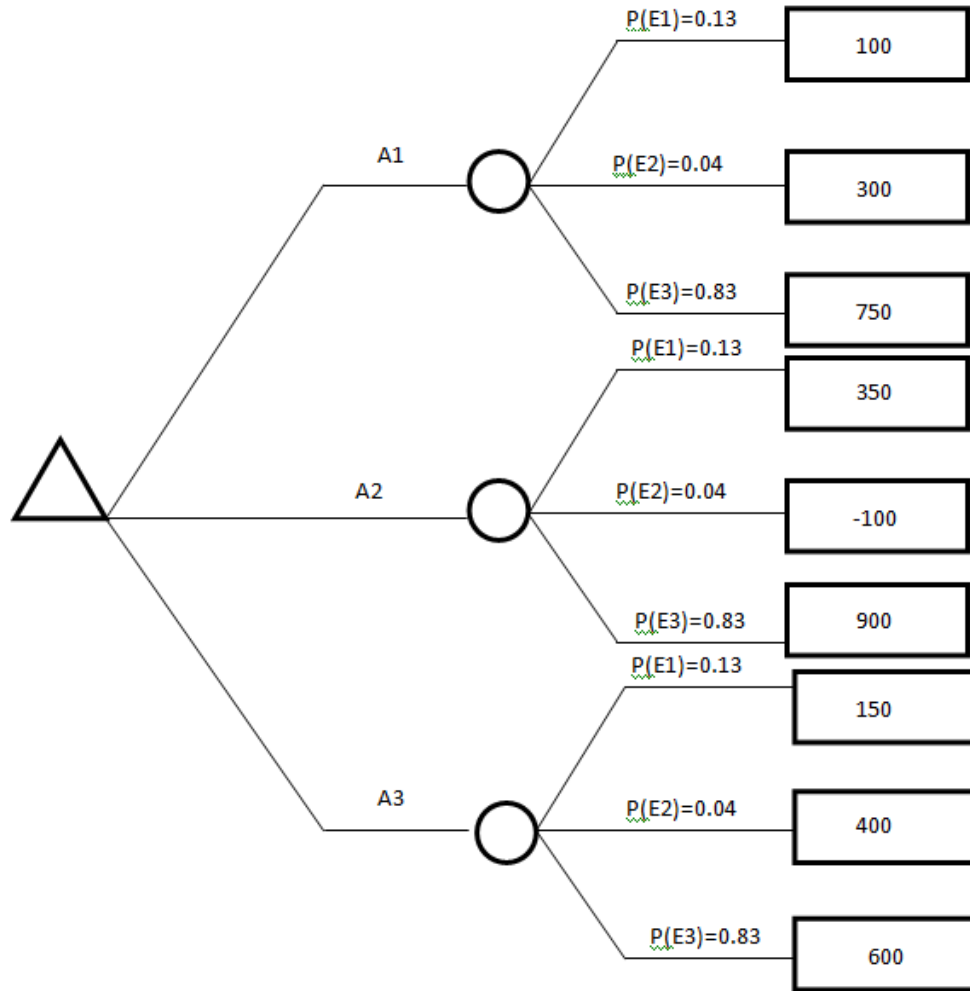
Calculando el valor esperado de cada alternativa

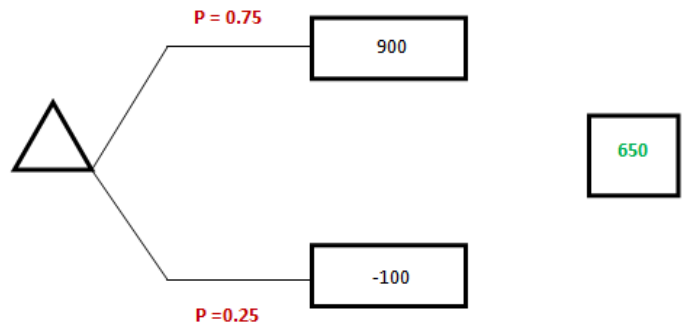
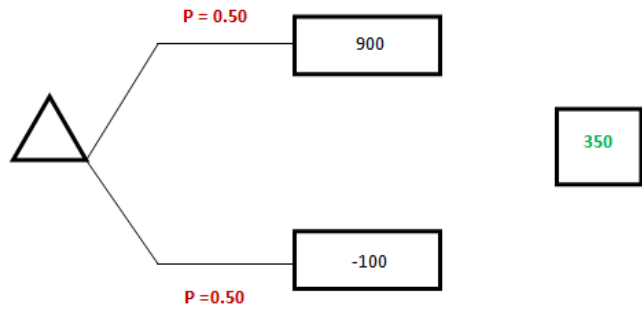
$$VE(A1) = 0.13(0.15) + 0.04(0.40) + 0.83(0.80) = 0.6995$$

$$VE(A1) = 0.13(0.40) + 0.04(0) + 0.83(1) = 0.882$$

$$VE(A1) = 0.13(0.20) + 0.04(0.45) + 0.83(0.65) = 0.5835$$

Cuestionando equivalentes bajo certeza





$$U(900) = 1$$

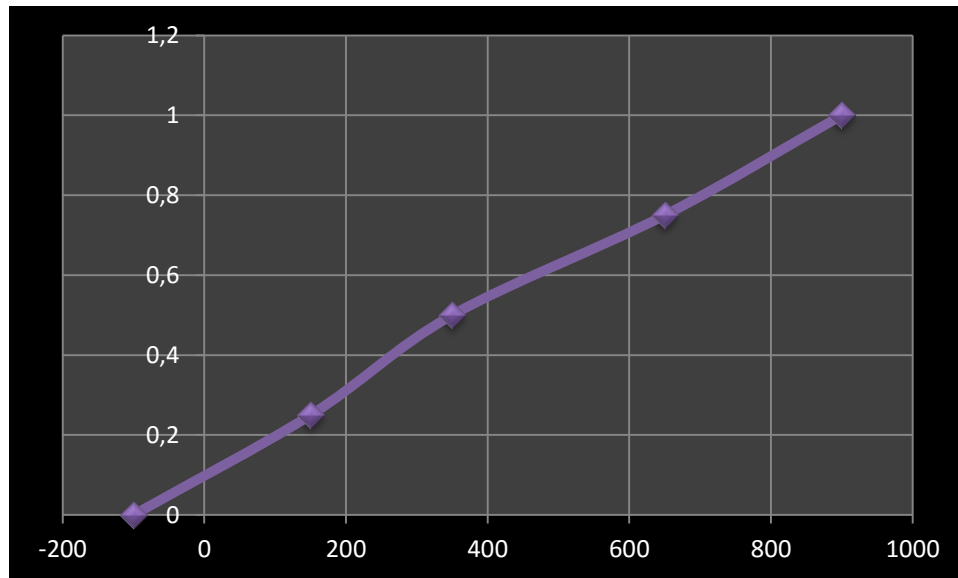
$$U(-100) = 0$$

$$U(150) = 0.25(1) + 0.75(0) = 0.25$$

$$U(350) = 0.50(1) + 0.50(0) = 0.50$$

$$U(650) = 0.75(1) + 0.25(0) = 0.75$$

PUNTO	x	U(x)
1	900	1
2	650	0.75
3	350	0.5
4	150	0.25



$$VE(A1) = 0.13(0.19) + 0.04(0.42) + 0.83(0.88) = 0.7719$$

$$VE(A1) = 0.13(0.42) + 0.04(0) + 0.83(1) = 0.8846$$

$$VE(A1) = 0.13(0.20) + 0.04(0.46) + 0.83(0.65) = 0.5839$$



MULTIOBJETIVOS

Para la construcción del puente se consideran los siguientes tres objetivos únicamente para el estudio geológico.

- $X_1 =$ Costo
- $X_2 =$ Aforo vehicular
- $X_3 =$ Seguridad



Se establece que los atributos son preferencialmente independientes, cumpliendo así la independencia mutua de utilidades, por tanto la función $U(X_1, X_2, X_3)$ puede ser considerada como separada.

Utilizando la forma multiplicativa

$$U(X_1, X_2, X_3) = p_1^4 [1 + K k_i U_i(X_i)] - 1 / K$$

De donde sabemos que...

$$U(X_1^0, X_2^0, X_3^0, X_4^0) = 0 ; U(X_1^*, X_2^*, X_3^*, X_4^*) = 1$$

Suponiendo las k_i

$$k_1 = 0.5$$

$$k_2 = 0.3$$

$$k_3 = 0.1$$

$$K = (1+0.5K) (1+0.3K) (1+0.1K) - 1$$

Siguiendo un procedimiento iterativo...

Para $K=1$

$$K = (1+0.5K) (1+0.3K) (1+0.1K) - 1$$

$$1 = 1.14$$

Para $K=0.8$

$$K = (1+0.5K) (1+0.3K) (1+0.1K) - 1$$

$$0.8 = 0.87$$

Para $K=0.75$

$$K = (1+0.5K) (1+0.3K) (1+0.1K) - 1$$

$$0.75 = 0.81$$

Para $K=0.5$

$$K = (1+0.5K) (1+0.3K) (1+0.1K) - 1$$

$$0.5=0.509$$

Entonces la función de utilidad es descompuesta como:

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5U_1(X_1)][1+0.3U_2(X_2)][1+0.15U_3(X_3)] - [1/0.5]$$

Alternativa	X1 (mdp)	X2 (vehículos/hora)	X3 (normas de seguridad)
A1	$U(750) = 0.5$	$U(55) = 0.38$	$U(0.9) = 1$
A2	$U(900) = 1$	$U(60) = 1$	$U(0.8) = 0.4$
A3	$U(600) = 0$	$U(47) = 0$	$U(0.65) = 0$

Sustituyendo los valores en la función multilínea obtenida:

Alternativa 1

$$(0.5) * U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5U_1(750)] [1+0.3U_2(900)] [1+0.1U_3(600)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5(0.5)] [1+0.3(1)] [1+0.1(0)] [1/0.5]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = (1.25 + 1.3 + 1) (1/0.5)$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 7.1$$

Alternativa 2

$$(0.5) * U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5U_1(55)] [1+0.3U_2(60)] [1+0.1U_3(47)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5(0.38)] [1+0.3(1)] [1+0.1(0)] [1/0.5]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = (1.19 + 1.3 + 1) (1/0.5)$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 6.98$$

Alternativa 3

$$(0.5) * U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5U_1(0.9)] [1+0.3U_2(0.8)] [1+0.1U_3(0.65)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.5(1)] [1+0.3(0.4)] [1+0.1(0)] [1/0.5]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = (1.5 + 1.12 + 1) (1/0.5)$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 7.24$$

SIENDO LA ALTERNATIVA 3 LA MEJOR.

COMENTARIO

La Ingeniería en Sistemas es un modo de enfoque interdisciplinario que permite estudiar y comprender la realidad, con el propósito de implementar u optimizar sistemas complejos. Puede verse como la aplicación tecnológica de la teoría de sistemas a los esfuerzos de la ingeniería, adoptando en todo este trabajo el paradigma sistémico. La ingeniería de sistemas integra otras disciplinas y grupos de especialidad en un esfuerzo de equipo, formando un proceso de desarrollo estructurado.

Una de las principales diferencias de la ingeniería de sistemas respecto a otras disciplinas de ingeniería tradicionales, consiste en que la ingeniería de sistemas no construye productos tangibles. Mientras que los ingenieros civiles podrían diseñar edificios o puentes, los ingenieros electrónicos podrían diseñar circuitos, los ingenieros de sistemas tratan con sistemas abstractos con ayuda de las metodologías de la ciencia de sistemas, y confían además en otras disciplinas para diseñar y entregar los productos tangibles que son la realización de esos sistemas.

Otro ámbito que caracteriza a la ingeniería de sistemas es la interrelación con otras disciplinas en un trabajo transdisciplinario.

REFERENCIAS

Rodríguez Bonilla, I. (2014). *Puente "Baluarte" estudios y proyectos*. Presentación, Mazatlán, Sinaloa.

Sánchez, S. (2014). *Planeación y construcción del puente Baluarte*. Presentación, Mazatlán, Sinaloa.

Guzmán, L. (2014). *Contratación, supervisión y recepción de obra*. Presentación, Mazatlán, Sinaloa.

Del Valle Flores, J. (2016). *Curso De ingeniería de sistemas*. *Ingenieria.unam.mx*. Revisado 15 Mayo 2016, de <http://www.ingenieria.unam.mx/javical/ingsistemas2/>

Acosta Flores, J. (1977). *Teoría de decisiones en el sector público y en la empresa privada*. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería.

<http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas>