UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES - Facultad de Ingeniería Departamento de Gestión



Modelos y Optimización I (71.14)

Trabajo Practico N°2

Integrantes

Padrón	Nombre	Email
96945	Federico Baliña	federicobalina@gmail.com
94258	Gonzalo Guzzardi	gonzaloguzzardi@gmail.com

Fecha de 1ra. entrega:	
Observaciones:	
Nota final:	

${\bf \acute{I}ndice}$

1.	Par	te A		2
	1.1.	Model	lo Lineal	 2
		1.1.1.	America del Sur con ventanas de tiempo reducido	 2
		1.1.2.	America del Sur	 2
		1.1.3.	Europa	 3
	1.2.	Heuris	stica	 6
		1.2.1.	Descripción	 6
		1.2.2.	America del Sur con ventanas de tiempo reducido	 7
		1.2.3.	America del Sur con ventanas de tiempo completo	 7
		1.2.4.	America del Sur	 8
		1.2.5.	Europa	 9
	1.3.	Mapas	s	 12
2.	Par	te B		17
	2.1.	Introd	lucción	 17
		2.1.1.	Archivo de Modelo	 17
		2.1.2.	Archivo de Solución	 17
		2.1.3.	Archivo de Reporte de Análisis de Sensibilidad	 19
	2.2.	Desarr	rollo	 20
		2.2.1.	Pregunta 1	 20
		2.2.2.	Pregunta 2	 20
		2.2.3.	Pregunta 3	 21
		2.2.4.	Pregunta 4	 22
		2.2.5.	Pregunta 5	 22
		226	Pregunta 6	22

1. Parte A

1.1. Modelo Lineal

1.1.1. America del Sur con ventanas de tiempo reducido

Como solicitaba el enunciado, se corrió el modelo del viajante con memoria para este caso teniendo en cuenta únicamente a los siguientes países: Uruguay, Argentina, Chile, Brasil.

Se obtuvo el siguiente resultado de manera inmediata:

- 0. Uruguay(Montevideo)
- 1. Argentina (Buenos Aires)
- 2. Chile(Santiago)
- 3. Brazil (Brasilia)
- Uruguay (Montevideo)

Distancia total del tour: 6629.3 km

1.1.2. America del Sur

Se corrió el modelo del viajante básico para todas las capitales de América del Sur, obteniendo el siguiente resultado en cuestión de unos pocos segundos:

- Falkland Islands (Stanley)
- Chile (Santiago)
- Bolivia(Sucre)
- 3. Peru(Lima)
- 4. Ecuador (Quito)
- 5. Colombia(Bogot)
- 6. Venezuela (Caracas)
- 7. Guyana (Georgetown)
- 8. Suriname (Paramaribo)
- 9. French Guiana (Cayenne)
- 10. Brazil (Brasilia)
- 11. Paraguay (Asuncion)

- 12. Argentina (Buenos Aires)
- 13. Uruguay (Montevideo)
- 14. Falkland Islands (Stanley)

Distancia total del tour: 17205.4 km

1.1.3. Europa

En el caso de Europa, se corrió el modelo del viajante básico para todas las capitales de dicho continente y, tal como ya nos había sucedido para la primer entrega, luego de dejarlo corriendo un día entero habiendo activado cortes y reducido el tamaño del poliedro de acuerdo a los valores obtenidos con la heurística, no pudimos llegar al óptimo. La mejor solución encontrada por glpk fue la siguiente:

- O. Cyprus (Nicosia)
- 1. Romania (Bucharest)
- 2. Moldova(Chi in u)
- Ukraine (Kiev)
- 4. Russia (Moscow)
- 5. Belarus (Minsk)
- 6. Lithuania (Vilnius)
- 7. Latvia(Riga)
- 8. Poland(Warsaw)
- 9. Germany (Berlin)
- 10. Denmark (Copenhagen)
- 11. Norway(Oslo)
- 12. Sweden (Stockholm)
- 13. Estonia (Tallinn)
- 14. Finland (Helsinki)
- 15. Svalbard and Jan Mayen (Longyearbyen)
- 16. Iceland (Reykjav k)

- 17. Faroe Islands (T rshavn)
- 18. Isle of Man(Douglas)
- 19. Ireland (Dublin)
- 20. Netherlands (Amsterdam)
- 21. Belgium (Brussels)
- 22. Luxembourg (Luxembourg)
- 23. France(Paris)
- 24. United Kingdom (London)
- 25. Guernsey(St Peter Port)
- 26. Jersey (Saint Helier)
- 27. Spain(Madrid)
- 28. Portugal (Lisbon)
- 29. Gibraltar (Gibraltar)
- 30. Andorra (Andorra la Vella)
- 31. Monaco (Monaco)
- 32. Switzerland (Berne)
- 33. Liechtenstein(Vaduz)
- 34. Czech Republic (Prague)
- 35. Austria (Vienna)
- 36. Slovakia (Bratislava)
- 37. Hungary (Budapest)
- 38. Serbia(Belgrade)
- 39. Albania (Tirana)
- 40. Montenegro (Podgorica)
- 41. Kosovo(Pristina)
- 42. Macedonia (Skopje)
- 43. Bulgaria (Sofia)
- 44. Bosnia and Herzegovina (Sarajevo)
- 45. Croatia(Zagreb)
- 46. Slovenia (Ljubljana)

```
47. San Marino(San Marino)
```

- 48. Italy(Rome)
- 49. Vatican (Vatican)
- 50. Malta(Valletta)
- 51. Greece (Athens)
- 52. Cyprus (Nicosia)

Distancia total del tour: 24440.3 km

Dada la complejidad del problema del viajante, era esperable que al aumentar considerablemente la cantidad de ciudades (de 14 a 52), los tiempos cambien considerablemente. Lo que se pudo observar es que una vez alcanzada la solución descrita anteriormente, se empieza a achicar el gap de manera muy gradual, pero siempre por el aumento de la cota inferior de la solución. En las últimas 6 horas de ejecución, la mejor solución encontrada se mantuvo y el gap se redujo del 9.9 % al 9.4 %. Por instinto, uno se podría atrever a decir que posiblemente esta reducción hubiera seguido produciéndose gradualmente, pero cada vez más lenta, es decir, de manera asintótica, quizás sin variar nunca la solución hallada.

Sin embargo, al realizar el mapa, se pueden observar ciertos aspectos que permiten afirmar que la solución encontrada no es óptima. En principio, se ve que hay caminos que se cruzan en la zona aledaña a Sebia, esto es un claro indicio de que aún se puede mejorar. Por ejemplo, si en el tramo que va de Serbia a Bosnia hiciéramos la siguiente variación:

```
38. Serbia(Belgrade)
```

- 39. Bulgaria (Sofia)
- 40. Kosovo(Pristina)
- 41. Macedonia (Skopje)
- 42. Albania (Tirana)
- 43. Montenegro(Podgorica)
- 44. Bosnia and Herzegovina (Sarajevo)

Cabe destacar que esta última variación se hizo simplemente mirando el mapa, habría que verificar que las distancias que usamos como datos la respalden, aunque sería llamativo que no se correspondan. Mas allá de esto último, la solución parece ser bastante buena y cercana a la óptima.

1.2. Heuristica

1.2.1. Descripción

En este trabajo, tuvimos que implementar alguna heurística de mejoramiento que permitiera mejorar los resultados obtenidos con la heurística de construcción en el trabajo anterior. Para esto, decidimos implementar el conocido 2-opt.

En principio, nuestra intención fue implementar una variante del mismo: en lugar de eliminar dos aristas y luego reconectar las distintas componentes conexas de la única forma distinta posible (este es el 2-opt), nuestra idea fue realizar intercambios de ciudades (que no fueran el origen).

Supongamos que tenemos el siguiente tour:

Entonces intercambios posibles serían (B,E);(D,F);(G,H)... Supongamos que realizo el intercambio (B,E) entonces mi nuevo tour quedaría conformado de la siguiente forma:

La idea de este algoritmo sería evaluar posibles intercambios de ciudades y cuando encuentra uno que disminuye la distancia total recorrida, lo realiza y vuelve a comenzar a evaluar todos los intercambios posibles, hasta que no encuentra ninguna mejora posible en una iteración completa.

Este algoritmo funciona y en muchos casos de prueba, mejoró bastante el tour realizado. Sin embargo, al implementar el clásico 2-opt, observamos que este último en todas las pruebas realizadas (incluyendo los tours solicitados en este trabajo) daba el mismo resultado o mejores aún. Por lo que, pudimos notar que la heurística 2-opt incluye la que desarrollamos nosotros en un principio.

Por ejemplo, a continuación se muestra como a partir de 2-opt se logra el mismo tour que el logrado a partir del intercambio (B,E) en el ejemplo anterior:

A-B-C-D-E-F-G-H-A

AxB-C-D-ExF-G-H-A

A-E-D-C-B-F-G-H-A

A-ExD-CxB-F-G-H-A

A-E-C-D-B-F-G-H-A

En definitiva, a pesar de intentar innovar, terminamos utilizando el algoritmo 2-opt como heurística de mejoramiento.

Cabe destacar que en los casos donde se implementaba sobre un viajante con memoria, lo que se hizo fue realizar los intercambios que mejoraran nuestro recorrido y una vez realizado el mismo, se verificaba si cumplía con todas las ventanas requeridas. En caso de no cumplir, se deshacía dicha modificación y se continuaba con la siguiente posible.

1.2.2. America del Sur con ventanas de tiempo reducido

Se corrió la heurística sobre un conjunto reducido de países de América del Sur con ventanas de tiempo y se obtuvo el siguiente resultado:

- Uruguay (Montevideo)
- 1. Argentina (Buenos Aires)
- 2. Chile(Santiago)
- 3. Brazil(Bras lia)
- 4. Uruguay (Montevideo)

```
Distancia total del tour: 6629.86 km
```

Para este caso, la heurística dio el mismo resultado que el modelo lineal, es decir, el óptimo. Esta solución fue hallada directamente por la heurística de construcción, por lo que la de mejoramiento se ejecutó, pero obviamente, no realizó ningún cambio, ya que la solución hallada ya era óptima.

1.2.3. America del Sur con ventanas de tiempo completo

Al ejecutar le heurística sobre todas las capitales de América del sur con ventanas de tiempo, se obtuvo el siguiente resultado:

- 0. Falkland Islands (Stanley)
- Uruguay (Montevideo)
- 2. Argentina (Buenos Aires)
- 3. Paraguay (Asunci n)
- 4. Bolivia(Sucre)
- 5. Brazil(Bras lia)
- 6. French Guiana (Cayenne)
- 7. Suriname (Paramaribo)

- 8. Guyana (Georgetown)
- 9. Venezuela (Caracas)
- 10. Colombia(Bogot)
- 11. Ecuador (Quito)
- 12. Peru(Lima)
- 13. Chile (Santiago)
- 14. Falkland Islands (Stanley)

Distancia total del tour: 17962.58 km

Este caso es bastante interesante. Ya que esta solución, también fue hallada directamente por la heurística de construcción. Por lo que nuevamente, la heurística de mejoramiento no encontró nada que se pudiera mejorar. Sin embargo, esto no está relacionado con un defecto de la heurística de mejoramiento, sino que fue mérito de la de construcción que encontró directamente esta solución. Lo cuál no es menor ya que esta solución difiere de la solución óptima hallada por el modelo lineal para el problema sin ventanas de tiempo en un 4.4%. No podemos saber si se trata de la solución óptima para este problema porque no pudimos hallarla con el modelo lineal, pero teniendo en cuenta que la solución óptima sin ventanas representa una cota inferior del problema con ventanas, sin lugar a dudas podemos afirmar que si esta no es la solución óptima, está muy cerca de la misma.

1.2.4. America del Sur

Al ejecutar la heurística sobre todas las capitales de America del Sur sin ventanas de tiempo, se obtuvo la siguiente solución:

- Falkland Islands(Stanley)
- Uruguay (Montevideo)
- 2. Argentina (Buenos Aires)
- Paraguay (Asunci n)
- 4. Bolivia(Sucre)
- 5. Brazil(Bras lia)
- 6. French Guiana (Cayenne)
- 7. Suriname (Paramaribo)

- 8. Guyana (Georgetown)
- 9. Venezuela (Caracas)
- 10. Colombia (Bogot)
- 11. Ecuador (Quito)
- 12. Peru(Lima)
- 13. Chile (Santiago)
- 14. Falkland Islands (Stanley)

Distancia total del tour: 17962.58 km

La solución hallada por nuestra heurística para el problema sin ventanas de tiempo es igual a la hallada para el problema con ventanas. Pero hay una diferencia, esta solución no fue directamente hallada por la heurística de construcción que dio como resultado un tour con una distancia total de 18111.36 km. Aquí sí influyó la heurística de mejoramiento, llevándonos a un mejor resultado a partir de un único intercambio.

Esto nos permite ver que para el problema con las ventanas de tiempo, las mismas terminan favoreciendo a nuestra heurística de construcción, ya que con las mismas obtiene un mejor resultado que sin ellas. Esto es llamativo, ya que el problema con ventanas es más restrictivo que el común. Sin embargo, pensando un poco, se puede ver que dichas ventanas, le sirven a nuestra heurística de "guía" hacia un mejor camino. Se podría ver como que reduce el poliedro y le permite a nuestra heurística llegar a una mejor solución.

Para este problema esta solución no es óptima, pero difiere en un $4.4\,\%$ de la misma, por lo que nuestra heurística aquí funciona bastante bien.

1.2.5. Europa

Por último se corrió la heurística sobre todas las capitales de Europa, obteniendo el siguiente resultado:

- O. Cyprus (Nicosia)
- 1. Greece (Athens)
- 2. Macedonia(Skopje)
- 3. Kosovo(Pristina)

- 4. Albania (Tirana)
- 5. Montenegro (Podgorica)
- 6. Bosnia and Herzegovina (Sarajevo)
- 7. Serbia(Belgrade)
- 8. Hungary (Budapest)
- 9. Slovakia (Bratislava)
- 10. Austria(Vienna)
- 11. Czech Republic (Prague)
- 12. Croatia(Zagreb)
- 13. Slovenia (Ljubljana)
- 14. San Marino (San Marino)
- 15. Vatican(Vatican)
- 16. Italy(Rome)
- 17. Malta(Valletta)
- 18. Monaco (Monaco)
- 19. Liechtenstein(Vaduz)
- 20. Switzerland (Berne)
- 21. Luxembourg (Luxembourg)
- 22. Belgium (Brussels)
- 23. Netherlands (Amsterdam)
- 24. United Kingdom (London)
- 25. Guernsey (St Peter Port)
- 26. Jersey (Saint Helier)
- 27. France(Paris)
- 28. Andorra (Andorra la Vella)
- 29. Spain(Madrid)
- 30. Gibraltar(Gibraltar)
- 31. Portugal (Lisbon)
- 32. Ireland(Dublin)
- 33. Isle of Man(Douglas)

34. Faroe Islands (Trshavn) 35. Iceland (Reykjav k) 36. Svalbard and Jan Mayen (Longyearbyen) 37. Finland (Helsinki) 38. Estonia (Tallinn) 39. Sweden (Stockholm) 40. Norway (Oslo) 41. Denmark (Copenhagen) 42. Germany (Berlin) 43. Poland (Warsaw) 44. Latvia(Riga) 45. Lithuania (Vilnius) 46. Belarus (Minsk) 47. Russia (Moscow) 48. Ukraine (Kiev) 49. Moldova(Chi in u) 50. Romania (Bucharest) 51. Bulgaria (Sofia) 52. Cyprus (Nicosia)

Distancia total del tour: 24661.08 km

Para Europa nuestra heurística de construcción nos daba un tour con una distancia total de 26376.17 km. En este caso, la heurística de mejoramiento realizando varios intercambios logro disminuir la distancia total en casi 2000 km. llegando a un resultado que difiere en un poco menos de un 1 % de la solución hallada luego de 24 hs. por el modelo lineal. Esto no es algo menor ya que esta heurística se ejecuta muy rápido (unos pocos segundos) y alcanza resultados casi iguales a los que llega el modelo en un tiempo mucho mayor. Nuevamente, una prueba del buen funcionamiento de esta heurística.

1.3. Mapas



Figura 1: Tour óptimo obtenido para America del Sur reducido con ventanas mediante el modelo matemático y mediante la heurística.

Trabajo Práctico N1 2C 2016



Figura 2: Tour óptimo obtenido para America del Sur sin ventanas mediante el modelo matemático.



Mapa político de Europa



Figura 3: Tour obtenido para Europa mediante el modelo matemático.

Trabajo Práctico N1 2C 2016

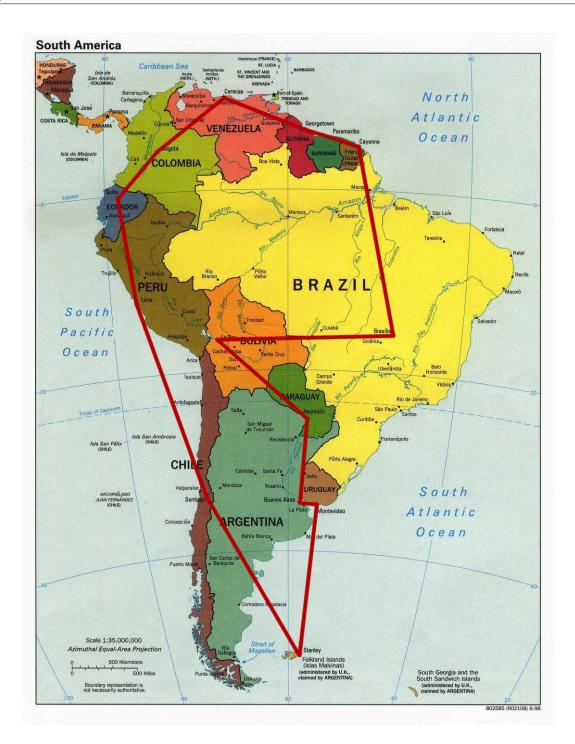


Figura 4: Tour obtenido para Sudamérica mediante la heurística (sin y con ventanas).



Mapa político de Europa



Figura 5: Tour obtenido para Europa mediante la heuristica.

2. Parte B

2.1. Introducción

Se realizará el análisis de sensibilidad sobre la parte B del problema de la primera entrega, teniendo en cuenta los siguientes archivos:

2.1.1. Archivo de Modelo

```
/* Declaracion de variables */
var graficas >= 0;
var tv >= 0;
var eventos >= 0;

/* Definicion del funcional */
maximize z: 50*tv + 150*graficas + 800*eventos;

/* Restricciones */
s.t. inversiones: 5*tv + 20*graficas + 100 *eventos <= 10*1000;
s.t. max.tv: tv <= 1000;
s.t. publicistas: eventos + graficas/20 + tv/100 <= 300;
s.t. min_grafs: graficas >= 241; /* 1 grafica por capital segun listado provisto entrega I */
end;
```

2.1.2. Archivo de Solución

 $Problem: \\ tpc02a2016$

Rows: 5
Columns: 3
Non-zeros: 11
Status: OPTIMAL

Objective: z = 87590 (MAXimum)

Activity Lower bound Upper bound Marginal No. Row name St 1 z В 87590 2 inversiones NU 10000 10000 8 3 max_tv 1000 1000 10 4 publicistas 300 В 23.855 min_grafs 241241-10No. Column name St Activity Lower bound Upper bound Marginal

1	graficas	В	241	0
2	tv	В	1000	0
3	eventos	В	1.8	0

 $Karush-Kuhn-Tucker\ optimality\ conditions:$

KKT.PE: max.abs.err =
$$0.00\,\mathrm{e}+00$$
 on row 0 max.rel.err = $0.00\,\mathrm{e}+00$ on row 0 High quality

KKT.PB: max.abs.err =
$$0.00\,\mathrm{e}+00$$
 on row 0 max.rel.err = $0.00\,\mathrm{e}+00$ on row 0 High quality

KKT.DE: max.abs.err =
$$0.00\,e+00$$
 on column 0 max.rel.err = $0.00\,e+00$ on column 0 High quality

KKT.DB: max.abs.err =
$$0.00\,\mathrm{e}+00$$
 on row 0 max.rel.err = $0.00\,\mathrm{e}+00$ on row 0 High quality

End of output

Archivo de Reporte de Análisis de Sensibilidad 2.1.3.

GLPK 4.60 – SENSITIVITY ANALYSIS REPORT

End of report

 $\begin{array}{ll} {\rm Problem:} & {\rm tpc02a2016} \\ {\rm Objective:} & {\rm z} = 87590 \ ({\rm MAXimum}) \end{array}$

Limitin	e St	Activ	ity Slack	Lower bound	Activity	Obj coef	Obj value at
			Marginal var	Upper bound	range	range	break point
1 z	 BS	87590.000	000 -87590.00000	$-\operatorname{In} f$	77590.00000	-1.00000	·
max_t	V		•	$+\operatorname{Inf}$	87590.00000	+ I n f	+I n f
2 inversion		10000.000		$-\operatorname{In} f$	9820.00000	-8.00000	86150.00000
			8.00000 p u	10000.00000 blicistas	37615.00000	$+ \operatorname{I}\operatorname{n}\operatorname{f}$	308510.00000
3 max_tv	NU	1000.000	10.00000	$-{ m Inf}$ 1000.00000	. 1036.00000	$^{-10.00000}_{\rm + I n f}$	77590.00000 87950.00000
4 publicis min_g		3 23.850	276.15000	$-\operatorname{In} f$	22.50000	-66.66667	86000.00000
	,		m	300.00000 ax_tv	63.85000	250.00000	93552.50000
5 min_gra grafi		241.000	000 .	241.00000		$-\operatorname{Inf}$	90000.00000
0			10.00000				
			-10.00000 even	•	250.00000	10.00000	87500.00000
PK 4.60 – SEI	NSITIVIT	Y ANALYSIS I	even	•	250.00000	10.00000	87500.00000
PK 4.60 - SEI	e02a2016	ı	even	•	250.00000	10.00000	87500.00000
oblem: tpo jective: z = No. Column r	c02a2016 = 87590 name St	(MAXimum)	even REPORT	tos	250.00000 Activity	10.00000 Obj coef	
oblem: tpo jective: z =	c02a2016 = 87590 name St	(MAXimum)	even REPORT ity Obj coef Marginal	tos Lower bound			
oblem: tpo jective: z = No. Column r	c02a2016 = 87590 name St g	(MAXimum) Activ	even REPORT ity Obj coef Marginal var	Lower bound Upper bound iable	Activity range	Obj coef range ————————————————————————————————————	Obj value at break point -Inf
oblem: tpo jective: z = No. Column r Limitin	c02a2016 = 87590 name St g	(MAXimum) Activ	even REPORT ity Obj coef Marginal var 000 150.00000	Lower bound Upper bound iable	Activity	Obj coef range ————————————————————————————————————	Obj value at
oblem: tpo jective: z = No. Column r Limitin	c02a2016 = 87590 name St g	(MAXimum) Activ	even REPORT Marginal var 000 150.00000 .	Lower bound Upper bound iable HInf	Activity range	Obj coef range ————————————————————————————————————	Obj value at break point -Inf
oblem: tpo jective: z = No. Column n Limitin 1 graficas	c02a2016 = 87590 name St g	(MAXimum) Activ	even REPORT Marginal var 000 150.00000 .	Lower bound Upper bound iable HInf	Activity range 241.00000 250.00000	Obj coef range 	Obj value at break point -Inf 90000.00000
oblem: tpo jective: z = No. Column n Limitin 1 graficas	c02a2016 = 87590 name St g s BS	(MAXimum) Activ 241.000	even REPORT ity Obj coef Marginal var 000 150.00000	Lower bound Upper bound iable	Activity range 241.00000 250.00000	Obj coef range -Inf 160.00000	Obj value at break point -Inf 90000.00000

2.2. Desarrollo

2.2.1. Pregunta 1

El ministerio de Francia está interesado en el valor cultural del programa y estaría interesado en poner gráficas no solo en París, sino también en otras diez ciudades. Esta dispuesto a conseguir espectadores adicionales. Cuanto espectadores le pedirían que nos garanticen?.

Como se puede observar en el archivo de análisis de sensibilidad, las gráficas mínimas tienen un valor marginal de -10 hasta un valor de 250. Por otro lado, para la décima ciudad que se desea agregar una gráfica, la estructura de la solución óptima cambia y no conocemos el nuevo valor marginal de las gráficas mínimas. De esta forma, deberíamos pedir garantizar 10 nuevos espectadores adicionales (160 en total) para las gráficas de las primeras 9 ciudades, mientras que desconocemos la cantidad a pedir garantizar para la última.

De esta forma, con la información que se tiene, no podemos conocer con certeza el número de espectadores a pedir garantizar para que no baje el funcional, para poner las 10 gráficas adicionales. Sin embargo, podemos asegurar que se deberán pedir garantizar más de 100 nuevos espectadores adicionales (1600 total) para la colocación de los 10 carteles. Esto se debe a que el valor marginal disminuirá al cambiar la estructura de la solución óptima, perdiendo más de 10 espectadores por cada cartel que se impone colocar.

2.2.2. Pregunta 2

En la estimación inicial se creyó que cada evento iba a atraer a 800 personas a ver el programa, sin embargo, nueva información parecería indicar que en verdad atraerían a 600 personas. Que recomendación le darían a National Geographic?.

Si los eventos atraen a 600 espectadores en lugar de 800, recomendaríamos dejar de lado los eventos y hacer en su lugar gráficas. Esto se debe a que previamente los eventos tenían un costo de \$125 por espectador, mientras que las gráficas tienen un costo de \$133.33, por espectador, por lo que resultaba más conveniente hacer eventos. Con esta nueva información, los eventos pasarían

a tener un costo de \$166,66 por espectador, de tal forma que las gráficas se volverían más convenientes. Cabe destacar sobre este análisis, que los publicistas sobran y el dinero se acabará antes, por lo que no es necesario tomarlos en cuenta en la ecuación.

2.2.3. Pregunta 3

La señal de TV nos ofrece una serie de alternativas:

- Mantener el nivel actual de segundos (mil).
- Ampliarnos la cantidad de segundos (50 segundos más) por un costo de 500 espectadores.
- Reducirnos en 50 segundos pero dándonos a cambio 500 espectadores..

¿Qué alternativa recomiendan?

Analizando cada una de las alternativas:

- La primera alternativa plantea no hacer cambios, por lo que el funcional queda de mantiene en 87590 espectadores.
- La cantidad de segundos de tv tienen un valor marginal de +10 espectadores hasta 1036 segundos, por lo que al aumentar la cantidad de segundos hasta 1036, obtendremos 360 nuevos espectadores. Sin embargo, el valor marginal de los otros 14 segundos va a disminuir cuando cambie la estructura de la solución óptima dando como resultado un total de menos de 500 nuevos espectadores. Como a cambio de los 50 segundos de tv extras, nos quitan 500 espectadores, esta opción no resulta conveniente, disminuye el funcional.
- Como el valor marginal de la cantidad de segundos de tv mantiene su valor hasta "menos infinito", disminuirlos hasta 950 da como resultado una pérdida de 500 espectadores (50 x 10). Como nos ofrecen a cambio 500 espectadores, esta opción nos deja con la misma cantidad de espectadores que teníamos antes, el valor del funcional no cambia.

En conclusión, recomendaríamos cualquiera de la primera o tercer alternativa, ya que ambas atraen la misma cantidad de espectadores.

Cabe destacar que, si bien los publicistas son un gran sobrante, la tercer alternativa daría lugar a contratar más eventos, por lo que se van a requerir más publicistas.

2.2.4. Pregunta 4

Nos proponen contratar influyentes. Cada influyente atraería 70 personas con un costo de 6 mil dólares. Para que puedan ser efectivos, 10 influyentes requieren de un publicista. Conviene contratarlos?.

Con un simple análisis, se ve que el costo de los influyentes es de \$85,71 por nuevo espectador, lo cual es mucho mas bajo que las demás alternativas. Esto, sumado al sobrante de publicistas, permite afirmar con certeza, que conviene contratar a los influyentes.

2.2.5. Pregunta 5

La nación de China nos ofrece 86 mil espectadores a cambio de 290 publicistas. Es convieniente hacer este intercambio?

Para analizar este punto, es importante reveer que se puedan cumplir los requisitos del problema, contando solo con 10 publicistas (300 disponibles - 290 que nos quita China).

Tenemos como exigencia, colocar un cartel en cada capital. Teniendo 241 capitales, necesitamos al menos 241 gráficas. Como cada gráfica requiere 20 publicistas, necesitamos al menos 12,05 (241/20) publicistas para cumplir con este requisito. De esta forma, si entregamos 290 publicistas como pide el intercambio planteado, no nos quedarían suficientes para cumplir con las demandas del problema. Es por esto, que no conviene hacer el intercambio.

2.2.6. Pregunta 6

¿Cuál sería el impacto en la cantidad de espectadores si las inversiones se redujeran en 100 mil dólares? Y si se redujeran en 200 mil dólares?.

Como se puede observar, las inversiones tienen un valor marginal de 8 espectadores. Este valor esta expresado en miles, lo que equivaldría a que por cada dolar que se quita, se pierden 0,008

espectadores. Este valor marginal se mantiene hasta los \$9820000.

- En el primer caso, se disminuyen las inversiones hasta \$9900000, por lo que el valor marginal se mantiene siempre en 8 (8 espectadores menos cada \$1000 quitados) y la estructura de la solución no cambia. De esta forma, si se disminuye en \$100000 las inversiones, la cantidad de espectadores disminuiría en 0,008 * 100000, es decir, en 800 espectadores.
- En el segundo caso, las inversiones se disminuyen hasta \$9800000, lo cual implica que la estructura de la solución óptima cambiarrá, ya que supera el límite inferior de \$9820000. De esta forma, no podemos saber cuanto disminuye la cantidad de espectadores, sin conocer la nueva estructura de la solución.

Por otro lado, podemos afirmar que la cantidad de espectadores disminuirá, al menos, en 1440 espectadores (1800000 * 0,008). Más aún, podemos afirmar que la cantidad de espectadores disminuirá, al menos, en 1600 (200000 * 0,008), ya que cuando cambie la estructura de la solución óptima, se perderán más de 0,008 espectadores por dolar quitado.

El motivo del cambio del valor marginal de las inversiones, posiblemente se deba a que en este punto, ya no se hagan eventos y se deba empezar a reducir la cantidad de segundos de tv a contratar (opción más rentable).