

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN

Para determinar los momentos óptimos de las alternativas propuestas (ampliación por etapas o en conjunto) se calcularon sus beneficios netos para las tasas de crecimiento del 3.5%, 7%, 10% y 15% del TPDAc. Posteriormente se determinó la tasa de rendimiento inmediata (TRI), dividiendo los beneficios netos de cada año entre la suma de la inversión inicial y los costos por molestias.

En los beneficios netos se consideraron el ahorro de tiempo de viaje y el ahorro de accidentes de comparar la situación sin proyecto y con proyecto. Los ahorros en costos de operación se suponen sin cambio, (igual a cero) dada la limitante de no contar con la forma de medirlos, lo cual hace que los beneficios netos de las alternativas se subestimen (o sobrestimen).

7.1 Ampliación por etapas

a) 3^{er} carril

La ampliación a un tercer carril, ya sea por etapas o en conjunto, trae consigo beneficio por mayor ahorro de tiempo y ahorro en los costos generalizados de viaje; además de contribuir a disminuir el número de accidentes.

En el Cuadro 7.1 se presenta un ejemplo de como se calcularon los beneficios netos de comparar la situación sin proyecto optimizado contra ampliar la carretera a un 3^o carril y el cálculo de las tasas de rendimiento inmediato (TRI). Este procedimiento se aplica a los 5 diferentes tramos en estudio a diferentes tasas de crecimiento del TPDAc.

Cuadro 7.1 Cuadro de beneficios netos, costos y cálculo de la TRI para la ampliación a un 3er carril. Tasa de crecimiento del TPDAC de 3.5%, Tramo 4(N\$ a febrero de 1995)

año	TPD AC	A ^f					A ^g	A ^h	BN ⁱ	Inver sión	Cos tos ^j	TRI
		C ^a	C ^b	C ^c	C ^d	C ^e						
		31%	36%	6%	9%	18%						
95	3041	53	58	70	38	60	67	-168	179	8377	101	2.1
96	3147	56	62	75	41	64	71	-168	202	8377	104	2.4
97	3257	60	66	80	44	69	76	-168	227	8377	108	2.7
98	3371	64	71	85	47	73	81	-168	254	8377	112	3.0
99	3489	69	76	91	50	78	87	-168	282	8377	116	3.3
00	3611	74	81	97	53	84	92	-168	313	8377	120	3.7
01	3738	79	86	104	57	89	98	-168	346	8377	124	4.1
02	3868	87	95	115	63	98	105	-168	395	8377	128	4.6
03	4004	93	102	123	67	106	111	-168	435	8377	133	5.1
04	4144	100	110	132	72	113	118	-168	477	8377	137	5.6
05	4289	107	118	142	78	122	120	-168	518	8377	142	6.1
06	4439	115	127	152	83	131	122	-168	563	8377	147	6.6
07	4594	124	136	163	90	141	125	-168	610	8377	152	7.2
08	4755	133	146	176	96	151	127	-168	662	8377	157	7.8
09	4922	143	157	189	104	163	129	-168	717	8377	163	8.4
10	5094	154	169	203	112	175	131	-168	777	8377	169	9.0

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del anexo cálculos de la evaluación

Nota:

- ^a/ Autos.
- ^b/ Camionetas.
- ^c/ Autobuses.
- ^d/ Camiones 2 ejes.
- ^e/ Camiones + 2 ejes.
- ^f/ Ahorro de tiempo C/P-S/P.
- ^g/ Ahorro de accidentes C/P-S/P.
- ^h/ Ahorro por mantenimiento vial C/P-S/P.
- ⁱ/ Beneficio neto C/P-S/P.
- ^j/ Costos por molestias.

b) 4º carril

Al igual que el 3^{er} carril, la ampliación a un 4º carril trae beneficios por ahorro de tiempo y costos de operación de los usuarios, así como también, más seguridad al manejar. En los cuadros 7.2 a 7.6, se muestran los resultados de los beneficios netos y el cálculo de las TRI's resultantes de comparar la situación sin proyecto con ampliar la

carretera a un 4º carril, partiendo de que ya se ha ampliado a un 3^{er} carril.

7.2 Ampliación en conjunto

Del mismo modo que la ampliación por etapas, ampliar la carretera a 4 carriles de una sola vez, beneficia al usuario en términos de menor tiempo de traslado, menores (ó mayores) costos de operación, y una reducción considerable de los accidentes.

7.3 Determinación de los momentos óptimos

El momento óptimo para iniciar la operación del proyecto se obtiene cuando la TRI es mayor o igual a la tasa social de descuento.

Para calcular el momento óptimo, se compara de año en año la TRI contra la tasa de interés social. El criterio para invertir será cuando la TRI sea mayor a la tasa de interés social del 18%³³.

a) Tramo 1 (km 21 - km 42)

En el cuadro 7.2 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 1, a diferentes tasas de crecimiento del TPDAC para las alternativas ampliación por etapas y en conjunto.

33. Tasa social recomendada por BANOBRAS.

Cuadro 7.2 Tasa de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc, tramo 1(Porcentajes)

Año	96	00	03	04	05	06	07	08	09	10
Ampliación por etapas										
3 ^a	0.01	0.81	1.61	1.92	2.25	2.60	2.98	3.36	3.78	4.23
TPDAc 4 al 3.5%	-0.34	-0.17	-0.01	0.05	0.10	0.17	0.23	0.30	0.38	0.46
3	0.18	2.19	4.58	5.63	6.86	8.12	9.55	11.22	13.6	16.11
TPDAc 4 al 7%	-0.31	0.09	0.52	0.71	0.92	1.03	1.12	1.20	1.28	1.15
3	0.17	3.37	7.87	9.90	12.86	16.32	20.61	26.34	30.4	34.07
TPDAc 4 al 10%	-0.15	0.64	1.54	1.76	2.00	2.66	3.37	4.23	5.27	6.40
3	0.43	6.75	19.3	27.69	36.72	50.10	72.02	106.54	163.8	267.1
TPDAc 4 al 15%	-0.08	1.41	2.99	4.21	5.81	7.46	9.61	11.80	14.53	18.00
Ampliación en conjunto										
TPDAc al 3.5%	-0.60	-0.22	0.16	0.30	0.45	0.62	0.80	0.98	1.17	1.38
TPDAc al 7%	-0.51	0.43	1.55	2.04	2.61	3.21	3.88	4.66	5.75	6.95
TPDAc al 10%	-0.44	1.14	3.38	4.39	5.86	8.07	10.90	14.63	17.87	21.05
TPDAc al 15%	-0.32	2.82	9.95	15.38	21.70	29.99	42.17	60.37	89.71	141.1
Fuente: Elaboración propia a partir del anexo 5.										
Nota: ^a Carriles.										

Del cuadro anterior se derivan las siguientes conclusiones:

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento anual vehicular del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2007
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4º carril, a las tasas de crecimiento vehicular del 3.5%, 7% y 10%, el momento óptimo se produce después del año 2010; y con una tasa de crecimiento del 15% el momento óptimo sería en el año 2010.

El momento óptimo para la ampliación en conjunto es el siguiente:

- i) Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
 - ii) Con un crecimiento vehicular anual del 10% a partir del año 2010
 - iii) Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2005
- b) Tramo 2 (km 42 - km 88).

En el cuadro 7.3 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 2, con diferentes tasas de crecimiento del TPDAc para las alternativas ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.3 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc, tramo 2 (Porcentajes).

	Año	96	00	03	04	05	06	07	08	09	10
Ampliación por etapas											
TPDAc al 3.5%	3 ^a	0.16	0.84	1.47	1.71	1.97	2.24	2.54	2.85	3.19	3.56
	4	-0.30	-0.11	0.04	0.10	0.16	0.23	0.30	0.38	0.46	0.54
TPDAc al 7%	3	0.22	1.29	2.42	2.82	3.15	3.50	3.88	4.22	4.22	4.17
	4	-0.26	0.15	0.61	0.75	0.82	0.89	0.96	0.97	1.23	1.53
TPDAc al 10%	3	0.32	2.88	6.20	7.72	9.02	10.53	12.94	16.37	21.01	27.41
	4	-0.13	0.65	1.28	1.45	1.95	2.51	3.20	4.04	4.89	5.78
TPDAc al 15%	3	0.53	4.63	8.93	10.65	14.19	21.12	31.85	47.50	73.44	114.89
	4	-0.06	1.17	3.13	4.38	5.64	7.22	8.81	10.66	12.94	15.76
Ampliación en conjunto											
TPDAc al 3.5%		-0.55	-0.22	0.09	0.20	0.33	0.47	0.61	0.76	0.93	1.10
TPDAc al 7%		-0.52	0.00	0.56	0.76	0.92	1.10	1.29	1.46	1.83	2.26
TPDAc al 10%		-0.41	0.90	2.62	3.41	4.60	6.08	8.21	11.10	14.56	18.93
TPDAc al 15%		-0.30	1.83	6.08	8.74	12.22	17.31	24.27	34.01	49.28	72.78

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo 5.

Nota: ^a Carriles.

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- i) Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- ii) Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2009
- iii) Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2006

Para el 4^o carril, a las cuatro tasas de crecimiento vehicular consideradas, el momento óptimo se produce después del año 2010.

El momento óptimo para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- i) Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- ii) Con un crecimiento vehicular anual del 10% después del año 2010
- iii) Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2007

- c) Tramo 3 (km 88 - km 103).

En el cuadro 7.4 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 3, con diferentes tasas de crecimiento del TPDAC para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.4 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc, tramo 3 (Porcentajes).

	Año	96	00	03	04	05	06	07	08	09	10
Ampliación por etapas											
3 ^a		1.06	1.96	2.82	3.12	3.38	3.65	3.94	4.24	4.59	4.96
TPDAc al 3.5%	4	0.13	0.41	0.68	0.77	0.80	0.84	0.88	0.91	0.95	0.98
3		1.97	4.54	7.13	8.14	8.93	9.81	10.8	11.91	13.23	15.71
TPDAc al 7%	4	0.19	0.80	1.01	0.97	1.24	1.54	1.88	2.29	2.76	3.23
3		1.82	5.32	8.44	9.52	10.8	13.2	17.7	24.64	34.17	44.16
TPDAc al 10%	4	0.40	1.28	1.66	2.26	3.01	3.76	4.53	5.47	6.41	7.33
3		2.33	8.52	19.7	31.4	46.5	63.2	87.5	123.88	180.76	274.8
TPDAc al 15%	4	0.51	2.22	5.66	7.23	8.80	10.6	12.8	15.53	18.90	23.14
Ampliación en conjunto											
TPDAc al 3.5%		0.21	0.72	1.22	1.39	1.55	1.72	1.90	2.11	2.32	2.56
TPDAc al 7%		0.32	1.53	2.74	3.22	3.96	4.82	5.82	6.99	8.39	10.36
TPDAc al 10%		0.42	2.29	4.73	6.22	8.14	11.0	14.6	19.42	25.70	28.33
TPDAc al 15%		0.59	4.44	14.6	21.5	30.0	41.0	54.0	74.26	104.95	154.0

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo 5.

Nota: ^a Carriles.

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2008
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4^o carril, a las tasas de crecimiento vehicular del 3.5% 7% y 10%, el momento óptimo se produce después del año 2010; y con una tasa de crecimiento del 15% el momento óptimo en el año 2009.

El momento óptimo para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% a partir del año 2008
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2004

d) Tramo 4 (km 103 - 112)

En el cuadro 7.5 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 4, para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.5 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc, tramo 4 (Porcentajes).

Año	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3l	2.39	3.69	5.11	5.60	6.08	6.60	7.16	7.76	8.40	9.09
TPDAc al 3.5%	0.72	0.94	1.15	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.37	1.40
3	2.70	6.10	9.82	11.39	12.97	14.8	16.94	25.70	31.14	38.09
TPDAc al 7%	0.77	1.25	1.42	1.40	1.61	1.85	2.13	2.45	2.83	3.21
3	1.54	4.87	8.26	9.84	12.61	16.6	22.26	30.62	33.22	35.50
TPDAc al 10%	1.05	1.90	3.11	3.76	4.55	5.40	6.30	7.40	8.57	9.82
3	1.83	7.48	20.59	31.96	41.98	55.9	76.04	105.71	151.38	225.6
TPDAc al 15%	1.15	2.80	6.14	7.75	9.50	11.6	14.35	17.84	22.38	28.36
Ampliación en conjunto										
TPDAc al 3.5%	0.95	1.53	2.17	2.39	2.60	2.82	3.06	3.32	3.60	3.90
TPDAc al 7%	1.08	2.56	4.14	4.78	5.69	6.77	8.02	12.08	14.86	18.28
TPDAc al 10%	1.11	3.15	6.24	7.94	10.54	13.83	18.09	23.74	26.32	28.86
TPDAc al 15%	1.29	5.39	16.88	24.75	32.01	41.88	55.71	75.64	105.46	152.4

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo 5.

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 7% a partir del año 2008
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2007
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4^o carril, a las tasas de crecimiento vehicular del 3.5%, 7% y 10% el momento óptimo se produce después del año 2010; y con una tasa del 15%, el momento óptimo es en el año 2009.

El momento óptimo de operación para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- i) Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % después del año 2010
- ii) Con un crecimiento vehicular anual del 7% en el año 2010
- iii) Con un crecimiento vehicular anual del 10% después del año 2007
- iv) Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2004

e) Tramo 5 (km 112 - km 115)

En el cuadro 7.6 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 5, para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.6 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAc, tramo 5 (porcentajes).

Años	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3 ^a	0.14	1.02	1.88	2.21	2.53	2.88	3.25	3.66	4.10	4.57
TPDAc al 3.5%	4	-0.39	-0.25	-0.12	-0.08	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	0.01
3	0.33	2.48	4.94	5.90	6.84	7.93	9.18	10.64	12.33	14.39
TPDAc al 7%	4	-0.36	-0.07	0.04	0.23	0.37	0.53	0.71	0.93	1.17
3	0.30	3.61	7.48	9.21	11.36	14.5	19.58	26.70	36.25	49.19
TPDAc al 10%	4	-0.18	0.33	1.07	1.46	1.94	2.45	3.00	3.66	4.37
3	0.58	6.52	18.13	28.44	44.56	62.6	87.57	125.24	184.58	283.95
TPDAc al 15%	4	-0.13	0.88	2.90	3.87	4.92	6.20	7.81	9.87	12.50
Ampliación en conjunto										
TPDAc al 3.5%		-0.53	-0.12	0.29	0.44	0.60	0.76	0.94	1.13	1.33
TPDAc al 7%		-0.44	0.57	1.73	2.30	2.92	3.64	4.49	5.49	6.65
TPDAc al 10%		-0.36	1.30	3.80	5.09	6.70	8.81	11.81	15.73	20.84
TPDAc al 15%		-0.22	3.12	10.95	16.67	25.16	34.7	47.97	67.49	97.59

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo 5.

Nota: ^a/ Carriles.

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- i) Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % y 7% después del año 2010
- ii) Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2007
- iii) Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4^o carril, a las cuatro tasas de crecimiento vehicular consideradas, el momento óptimo se produce después del año 2010.

El momento óptimo de operación para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- i) Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % y 7% después del año 2010
- ii) Con un crecimiento vehicular anual del 10% después del año 2009
- iii) Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2005.