

ANÁLISIS ECONOMICO DE UN PROYECTO RURAL DE ACCESIBILIDAD VIAL BASICA ESTUDIO DE CASO: ANDHRA PRADESH, INDIA

Z. Liu, World Bank (2000)

Objetivos del Estudio de Caso

De los proyectos rurales viales que tienen como objetivo el mejorar la accesibilidad de las comunidades hacia los mercados y servicios sociales, se espera que éstos revelen no solo los ahorros en los Costos de Operación Vehicular (COV) y los ahorros en los Costos del Tiempo de Viaje (CTV), por parte de los usuarios de la vialidad, sino también se espera la obtención de valores sociales relevantes en términos de las oportunidades socio-económicas para la población rural que se han ampliado.

Debido a que la mayoría de los accesos viales rurales tienen volúmenes de tráfico bajos, los valores sociales generados del mejoramiento del acceso básico son frecuentemente un aspecto de mayor importancia en los beneficios del proyecto que los ahorros en los costos directos de los usuarios de las vías. Asimismo, la metodología del Análisis Costo-Beneficio del camino, la cual cuantifica los beneficios de los usuarios del propio camino en especial los ahorros en los COV y en los CTV, es inadecuada para la evaluación de los proyectos de accesibilidad vial básica. Esto se debe a las dificultades que se encuentran en la cuantificación de los valores sociales en términos monetarios.

Por estas razones, se considera que metodologías alternativas deberían ser adoptadas. Este artículo describe una aplicación del Análisis de Costo Efectivo (ACE) para complementar el Análisis Costo-Beneficio (ACB) en la evaluación y selección de obras viales, para financiar un proyecto vial por un Banco rural en el estado de Andhra Pradesh, India (World Bank, 2000).

1. LOS ANTECEDENTES DEL PROYECTO Y LA PERSPECTIVA GENERAL DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

El área del proyecto incluye la selección de tres distritos rurales pobres, Adilabad, Karimnagar y Warangal, con una población total de 6.8 millones de habitantes. El proyecto se ha propuesto mejorar la red vial rural al menos a un estándar básico y transitable en todo tipo de clima. La red vial rural consta de 15,000 Km, muchos de los cuales se encuentran en malas condiciones. Cerca del 60 por ciento de la red se compone de senderos y caminos sin pavimentar, el 10 por ciento son vías de gravilla y el 30 por ciento son vías WBM¹, es decir, hechas con una base compuesta de roca triturada y mezclada con una cantidad adecuada de agua para asegurar su compactación óptima. Ni los senderos ni los caminos sin pavimentar son transitables en todos los tipos de clima. Por otro lado, tanto las vías de gravilla como los caminos WBM pueden ser transitables en todos los tipos de clima. Sin embargo, muchos de

¹ WBM, por sus siglas en inglés, del término “water-bound macadam” (Nota del autor).

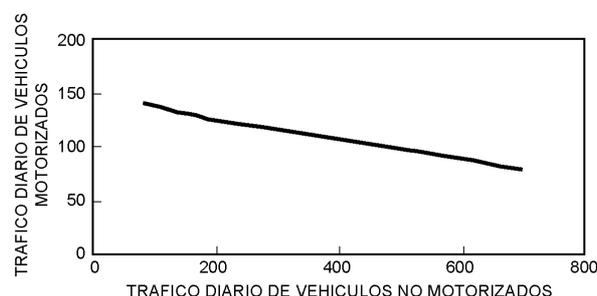
ellos no lo son debido a que sus estructuras de cruces de drenaje se encuentran rotas o simplemente no existen. El papel del análisis económico es el de asistir en el diseño, en asignar prioridades y colaborar en la selección de obras viales para ser financiadas a lo largo del proyecto.

Comúnmente, la inversión requerida para la red vial excede en gran medida al presupuesto establecido para el proyecto. Así, la clave para maximizar la inversión está en hacer énfasis en el mejoramiento de la red estratégica que aseguraría una conectividad mínima para *cada* localidad con la red vial principal más cercana o con un centro de mercadeo. La red estratégica se identifica a través de un proceso de planeación maestro de la red vial rural (World Bank, 2000). Los arcos o tramos de la red que no cumplan con los estándares básicos de uso para todo tipo de clima son identificados como candidatos para mejora, y se hace un análisis económico exclusivamente a estas vías.

Las obras para las vías candidatas se clasifican en dos categorías principales: (a) las *obras de accesibilidad básica*, incluyendo la conversión de senderos y caminos sin pavimentar a vías de gravilla o vías WBM, y todas las obras menores y mayores de cruces de drenaje sobre las vías de gravilla y en las vías WBM; y (b) las obras de construcción de la capa de rodadura asfáltica sobre caminos sin pavimentar, en las vías de gravilla y en las vías WBM existentes. A las obras de accesibilidad básica se les ha dado la más alta prioridad, ya que son consideradas como un instrumento valioso para la reducción de la pobreza. Por otro lado, las obras de construcción de la capa de rodadura asfáltica son llevadas a cabo principalmente por razones de tipo económico. Cuando el volumen del tráfico (especialmente el tráfico de vehículos automotores) sobre una vía sin pavimentar alcanza un cierto nivel, es más económico pavimentar la vía que continuar rehabilitando la vía no pavimentada a las condiciones de una vía con uso en todo tipo de clima. Así, se requiere una justificación económica para los trabajos de construcción de la capa de rodadura asfáltica.

Tanto las metodologías del ACB como el ACE están siendo utilizadas en este proyecto. El ACB es empleado principalmente en los trabajos de construcción de la capa de rodadura asfáltica. Un programa simple de ACB utilizando una hoja de cálculo (como se ilustra en el apéndice), basándose en la metodología convencional del ACB de vías, es utilizado primordialmente para determinar el umbral o límite del tráfico mínimo. Estos umbrales son definidos como la combinación de los niveles de tráfico de los Vehículos Automotores (VA) y los Vehículos No Motorizados (VNM) en el cual las obras de construcción de la capa de rodadura asfáltica serían justificadas de acuerdo con la Tasa Interna de Retorno Mínima (TIRM) del 12 por ciento. Estos umbrales son mostrados como combinaciones de VA/VNM a lo largo de la curva en la Figura 1. Todas las vías candidatas con niveles de tráfico alrededor y por encima de los umbrales son evaluadas individualmente utilizando un programa de ACB en una hoja de cálculo, y estimándose las TIRMs. Las vías candidatas con niveles de tráfico muy por debajo de los umbrales son eliminadas de la lista de trabajos de construcción de la capa de rodadura asfáltica, pero son consideradas para conversión a estándares de accesibilidad básica y evaluadas en la categoría de los trabajos de accesibilidad básica.

Figura 1: Umbrales de Tráfico Mínimo para la Pavimentación de Vías Rurales.



El ACE se emplea para la selección de trabajos de accesibilidad básica. Todas las vías propuestas para los trabajos de accesibilidad básica son ordenadas en función de una medida simple de costo efectivo de la población total proveída con accesibilidad básica por cada \$2,500 dólares de gasto equivalente. Los trabajos seleccionados en primer lugar, es decir, los de menor costo, son entonces financiados con un máximo de \$50 dólares equivalentes por persona atendida, lo cual se emplea como una medida restrictiva para asegurar el costo efectivo.

El análisis económico produce una lista con los trabajos viales de accesibilidad básica ordenados en función del valor de costo efectivo, así como los trabajos de construcción de la capa de rodadura asfáltica ordenados de acuerdo a la Tasa Interna de Retorno Mínima. Debe notarse que el ACB y el ACE en este proyecto no tratan la asignación presupuestal óptima entre las dos categorías de trabajos viales. La asignación se decide a través de un proceso de participación de un agente o grupo de interés. Basado en la asignación presupuestaria, cerca de 1,700 Km de vías rurales son seleccionadas para financiar trabajos y llevarlas a un estándar de accesibilidad básica, con una tasa de costo efectivo entre los \$14 y \$50 dólares de inversión por persona beneficiada. Además, se selecciona un total de 1,300 Km de vías para obras de construcción de la capa de rodadura asfáltica. Su Tasa Interna de Retorno Mínima TIRM oscila entre el 12 y el 90 por ciento, con un promedio de TIRM del 24 por ciento. Se espera que un total de 2 millones de personas sean beneficiadas por el proyecto.

2. ESTUDIO DE TRANSPORTE EN LA LOCALIDAD Y EN LOS HOGARES

La aplicación del ACE para los trabajos de accesibilidad básica se apoya en una evaluación del posible impacto de la accesibilidad vial básica sobre el bienestar de los hogares rurales. Los datos fueron obtenidos a través de un estudio de transporte a pequeña escala, a nivel local y de los hogares rurales, el cual fue llevado a cabo utilizando una muestra de 40 localidades ubicadas en el área del proyecto. Para cada localidad dentro de la muestra, 10 hogares fueron seleccionados aleatoriamente para el estudio.

Los resultados generales del estudio se presentan en la Tabla 1., los cuales revelan diferencias significativas en los indicadores socio-económicos seleccionados, entre las

localidades que se encuentran conectadas con los accesos viales con aquellas que no lo están. De acuerdo con las entrevistas a los hogares en las localidades no conectadas a las vías, los obstáculos más importantes a la accesibilidad son las condiciones viales deficientes, los cierres periódicos en vías, la falta de accesos para vehículos motorizados y un alto costo del transporte de carga. Además, los cierres de vías durante la estación de lluvias causan pérdidas de producción, demoras en el transporte de carga, desempleo y menores índices de asistencia a las escuelas. Cuando se preguntó qué impactos se esperaban del mejoramiento a las vías, la mayoría de los hogares tanto de las localidades conectadas como de las no conectadas respondieron con predicciones de un mayor trabajo estacional realizado fuera de las localidades, una mayor productividad de los cultivos y una expansión de la tierra cultivada. Los resultados del estudio produjeron evidencias empíricas significativas para apoyar las justificaciones sociales y económicas para la existencia de accesos viales útiles en todo tipo de clima a estas localidades.

Tabla 1: Resumen de los Resultados del Estudio a los Hogares Rurales:
Localidades Conectadas con los Accesos Viales Útiles en Todo Clima Versus las Localidades No Conectadas, 1997

Indicadores	Conectadas	No Conectadas
Ingreso del hogar (\$/año)	700	275
Índice de alfabetismo		
Hombres	51%	40%
Mujeres	35%	22%
Total	43%	32%
Distancia promedio de viaje (km) por:		
Fertilizantes	11	19
Semillas	11	19
Pesticidas	9	16
Costo del transporte (\$/ton-km)		
Fertilizante por carreta	0.13	0.33
Semillas por carreta	0.10	0.26
Fertilizante por camión	0.16	0.25
Semillas por camión	0.08	0.11
Distancia promedio a la escuela (km)		
Educación primaria	0.2	0.2
Educación secundaria	2.5	18.0

3. EL PROGRAMA EN HOJA DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DEL ACB

El programa en hoja de cálculo para la estimación del ACB, ilustrado en la Tabla 3., está diseñado específicamente para la evaluación de los trabajos de construcción de la capa de rodadura asfáltica en vías rurales. Este programa posee una estructura conceptual similar a la del modelo HDM², pero mucho más simplificado para la evaluación de vías rurales. El programa consiste de cinco secciones. La primera sección es utilizada para almacenar los datos de la vía y los datos de entrada de los parámetros económicos. El valor del tiempo de viaje es estimado utilizando el dato

² "Highway Demand Modelling" o Modelo de Demanda en Carreteras (Nota del traductor).

del ingreso rural por habitante del área del proyecto. La tasa de crecimiento del tráfico anual es pronosticada con base en las tendencias de crecimiento de la población y el ingreso por habitante. La segunda sección contiene los datos de los costos unitarios de ingeniería del estudio. La tercera sección presenta el estimado del Costo de Operación Vehicular COV y las velocidades de viaje tanto por tipo de vía como por tipo de vehículo. La condición promedio de la superficie de la vía, por cada tipo de vía en el área del proyecto, es medida en función del Índice Internacional de Rugosidad (IRI)³. Los datos del COV para los vehículos automotores son obtenidos de las relaciones empíricas COV-IRI estimadas para un proyecto vial financiado por un banco en Andhra Pradesh, y extendido para cubrir los peores niveles del IRI típicamente encontrados en una red vial rural. La velocidad promedio de viaje en cada tipo de superficie de la vía es estimada por los ingenieros locales en función de su experiencia en campo. Las relaciones COV-IRI para las carretas con tracción animal y las bicicletas son estimadas utilizando los datos del costo básico de los Vehículos No Motorizados VNM (Tabla 2) recolectados en campo y las relaciones empíricas desarrolladas en estudios recientes del Sur de Asia (PADECO, 1996). La cuarta sección calcula los ahorros en los COV y en el Valor del Tiempo de Viaje (VTV) para los usuarios de cada modo de transporte. Finalmente, la última sección calcula el costo económico y la distribución de los beneficios a lo largo de la vida del proyecto, el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno Mínima (TIRM).

Tabla 2: Datos del Costo Básico de los VNM, 1997

DESCRIPCION	UNIDAD	CARRO DE BUEYES	BICICLETA
COSTO DE UN PAR DE BUEYES	US DOLARES	62.5	30.0
COSTO DE ALIMENTACION ANUAL/BUEY	US DOLARES	312.5	n.d.
COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL	US DOLARES/PAR	150.0	n.d.
DEPRECIACION VEHICULAR	US DOLARES	75.0	5.0
USO ANUAL PROMEDIO	US DOLARES/AÑO	12.5	5.0 (a)
VIDA UTIL PROMEDIO	KM	2,400	1,000
	AÑOS	5	10
COSTO DE OPERACION PROMEDIO/KM	US DOLARES	0.13	0.01

NOTA: (a) DEPRECIACION ANUAL DURANTE LOS PRIMEROS TRES AÑOS

4. LECCIONES ADQUIRIDAS

1. Donde se proporciona de accesibilidad vial básica por motivos sociales principalmente, el análisis de costo efectivo puede ser utilizado para evaluar o subrayar el impacto del proyecto, y la eficiencia económica puede ser considerada implícitamente haciendo énfasis en el costo de diseños mínimos para alcanzar los objetivos del proyecto.
2. El análisis económico aquí descrito, requiere de una recolección de datos de manera sistemática. Esta experiencia en particular podría no ser transferible a otros proyectos viales rurales. Sin embargo, una lección importante aprendida

³ IRI, por sus siglas en inglés. Mientras que el uso del IRI para la evaluación del proyecto es debatible, para este proyecto en particular, se ha juzgado apropiado su uso por parte del equipo del proyecto dado que existen diferencias sustanciales en la rugosidad entre los diferentes tipos de vías rurales y la uniformidad relativa entre cada tipo de vía rural en el área.

de esta experiencia es que la recolección de datos de costo reducido puede ser lograda con la participación del cliente en la preparación del proyecto.

3. Donde no existe la recolección sistemática de los datos o es muy costosa de llevar a cabo, debería de realizarse un esfuerzo para al menos establecer un perfil del transporte y la pobreza a través de un estudio a pequeña escala de los hogares y una recolección de datos del tráfico en las vías rurales propuestas.
4. Mientras que los métodos utilizados en este proyecto ayudan a asegurar la aplicación del criterio económico, éstos no manejan la asignación óptima del presupuesto entre dos categorías de trabajos viales. Dicha asignación debería de decidirse a través de un proceso participativo.

REFERENCIAS PRINCIPALES

Liu, Z. (2000). Economic Analysis of a Rural Basic Access Road Project: The Case of Andhra Pradesh, India. World Bank Infrastructure Note RT-5. Washington D.C: World Bank

PADECO (1996), Non-Motorized Transport (NMT) Modeling in HDM-4, Draft Final Report for Transport Division of the World Bank. Washington D.C: World Bank

World Bank (2000), Infrastructure Notes Transport No RT -4, January 2000

World Bank (1996), Bangladesh: Second Rural Roads and Markets Improvement and Maintenance Project: Project Implementation Document No. 15: Economic Appraisal of FRB Roads, South Asia Regional Office, World Bank

TABLE E.1.3: PROGRAMA DE ANALISIS DE COSTO - BENEFICIO PARA UN PROYECTO DE PAVIMENTACION DE VIAS RURALES

(LOS PARAMETROS QUE AQUI SE INDICAN SON SOLAMENTE PARA PROPOSITOS DE PRESENTACION, Y PUEDEN NO SER TRANSFERIBLES A OTROS PROYECTOS)

NOMBRE DEL DISTRITO:	Warangal	NOMBRE DE LA VIA:	PWD to Chilpoor
NOMBRE DE LA DIVISION:	Warangal	NO DE LA VIA:	L101
LONGITUD DE LA VIA (KM):	15	POBLACION SERVIDA:	12,000
TIPO DE VIA ACTUAL (0 - TIERRA, 1- GRAVA, 2 - WBM)	2	NO DE ESTRUCTURAS MENORES/KM:	0.5
VALOR DEL TIEMPO DE VIAJE (USDOLAR/HR)	0.06	ESTRUCTURAS MAYORES (M/KM)	1.0
CRECIMIENTO ANUAL DEL CAPITAL	3%	CRECIMIENTO ANUAL DEL TRAFICO	5%
		FACTOR DE CONVERSION ESTANDAR	0.90

	COSTOS DE CAPITAL (000 DOLARES/KM)		COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL (000 US DOLARES/KM)	
	FINANCIERO	ECONOMICO	FINANCIERO	ECONOMICO
FORMACION	5.00	4.50		
GRAVA (CUANDO ESTA DISPONIBLE)	5.00	4.50	TIERRA	0.55
WBM (CADA CAPA)	6.25	5.63	GRAVA	0.68
PAVIMENTO ASFALTICO	7.50	6.75	WBM	0.88
ESTRUCTURAS MENORES (000 USDOLARES/C.U.)	5.00	4.50	PAVIMENTO ASFALTICO	0.93
ESTRUCTURAS MAYORES (000 USDOLARES/M)	3.75	3.38		0.83

TIPO DE VEHICULO	COV UNITARIOS POR TIPO DE VIA (USDOLARES/KM)				VELOCIDAD POR TIPO DE VIA (MIN./KM)			
	TIERRA	GRAVA	WBM	PAVIMENTO ASFALTICO	TIERRA	GRAVA	WBM	PAVIMENTO ASFALTICO
	IRI=14-18	IRI=9-11	IRI=9-11	IRI=5-7	IRI=14-18	IRI=9-11	IRI=9-11	IRI=5-7
BUSES	0.303	0.250	0.245	0.225	2.4	1.7	1.7	1.2
MINI BUSES	0.170	0.123	0.118	0.100	2.4	1.7	1.7	1.2
CARROS/JEEPS	0.170	0.123	0.118	0.100	2.4	1.7	1.7	1.2
CAMIONES	0.343	0.280	0.268	0.240	2.4	1.7	1.7	1.2
TRAILERES	0.250	0.225	0.200	0.150	3.0	2.0	2.0	1.5
CAMIONETAS	0.170	0.123	0.118	0.100	2.4	1.7	1.7	1.2
VEH DE TRES RUEDAS	0.075	0.063	0.050	0.038	2.4	1.7	1.7	1.2
VEH DE DOS RUEDAS	0.063	0.038	0.038	0.025	2.4	1.7	1.7	1.2
CARRO DE BUEYES	0.147	0.129	0.118	0.115	20.0	15.0	15.0	15.0
BICICLETAS	0.010	0.008	0.008	0.006	7.5	7.0	7.0	6.5
PEATONES	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	17.0	16.0	16.0	15.5

TIPO DE VEHICULO	TRAFICO EN AÑO BASE	OCCUPACION PROMEDIO	COV (DOLARES/KM)		VELOCIDAD (MIN/KM)		AHORROS (DOLARES/KM)	
			SIN PROY	CON PROY	SIN PROY	CON PROY	COV	Vdt
BUSES	20	35	0.25	0.23	1.70	1.20	0.40	0.36
MINI BUSES	16	10	0.12	0.10	1.70	1.20	0.28	0.08
CARROS/JEEPS	40	4	0.12	0.10	1.70	1.20	0.70	0.08
CAMIONES	24	0	0.27	0.24	1.70	1.20	0.66	0.00
TRAILERES	22	5	0.20	0.15	2.00	1.50	1.10	0.06
CAMIONETAS	37	1	0.12	0.10	1.70	1.20	0.65	0.02
VEH DE TRES RUEDAS	32	3	0.05	0.04	1.70	1.20	0.40	0.05
VEH DE DOS RUEDAS	68	1.5	0.04	0.03	1.70	1.20	0.85	0.05
CARRO DE BUEYES	60	1.5	0.12	0.12	15.00	15.00	0.15	0.00
BICICLETAS	320	1	0.01	0.01	7.00	6.50	0.56	0.17
PEATONES	680	1	n.a.	n.a.	16.00	15.50	n.a.	0.35
VEHICULOS MOTORIZADOS (2.2w = 1 MV)	225				SUMA ANUAL (325 DIAS/AÑO) =		1868	400
VEHICULOS NO MOTORIZADOS	380							

AÑO	CRECIMIENTO DEL TRAFICO	EN MILES DE DOLARES					BENEFICIO NETO
		COSTOS DE CAPITAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	AHORROS C.O.	AHORROS DE TIEMPO		
1998	5%	20.25	0.045	1.87	0.40	-18.03	
1999	5%		0.045	1.96	0.43	2.35	
2000	5%		0.045	2.06	0.47	2.48	
2001	5%		0.045	2.16	0.51	2.62	
2002	5%		0.045	2.27	0.55	2.77	
2003	5%		0.045	2.38	0.59	2.93	
2004	5%		0.045	2.50	0.64	3.10	
2005	5%		0.045	2.63	0.69	3.28	
2006	5%	6.75	0.045	2.76	0.75	-3.29	
2007	5%		0.045	2.90	0.81	3.66	
2008	5%		0.045	3.04	0.88	3.87	
2009	5%		0.045	3.19	0.95	4.10	
2010	5%		0.045	3.35	1.03	4.33	
2011	5%		0.045	3.52	1.11	4.59	
2012	5%		0.045	3.70	1.20	4.85	
2013	5%		0.045	3.88	1.30	5.13	
VALOR PRESENTE NETO						0.81	
TASA ECONOMICA DE RETORNO						12.8%	