

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ANALISIS COSTO BENEFICIO Y UNA TECNICA MULTICRITERIO APLICADO A UN PROYECTO DE TRANSPORTE

Alejandro Tudela R., René Cisternas M.
Universidad de Concepción
Casilla 160 C – Concepción.
Fax: (41) 20 7089
e-mail: atudela@udec.cl, renec@vtr.net

RESUMEN

El proceso de toma de decisiones en transporte tradicionalmente ha utilizado la evaluación Costo Beneficio como herramienta de apoyo. Sin embargo, se han ido incorporando nuevas variables al proceso, siendo alguna de ellas muy difíciles de medir bajo la óptica económica clásica. Las falencias asociadas a esta valoración ha motivado la utilización del análisis multicriterio, siendo el AHP (Analytic Hierachy Process) una de las técnicas más conocida y utilizada.

El método AHP ordena los distintos atributos que describen el problema de decisión en una jerarquía, la que en combinación con un sistema de ponderadores permite al tomador de decisiones llegar a una mejor solución de compromiso.

En este trabajo se analizan y comparan los resultados de la evaluación social clásica y de la aplicación de la técnica AHP a un proyecto de transporte urbano. Se utilizaron dos métodos para el cálculo de los ponderadores, de los atributos y criterios, que requiere el AHP.

Los resultados muestran que el AHP arrojó un ordenamiento de las alternativas de solución distinto con respecto al análisis Costo Beneficio. La diferencia en el ordenamiento de las alternativas usando la evaluación económica no fue significativa, diferencia que sí fue categórica en el caso de la evaluación AHP. La diferencia en el ordenamiento está asociada a la incorporación de variables ambientales en el análisis.

1. INTRODUCCION

En el proceso de toma de decisiones en el campo del transporte tradicionalmente se ha utilizado la evaluación Costo – Beneficio. Sin embargo, conforme han aumentado las legislaciones ambientales y la conciencia ciudadana, se han ido incorporando nuevas variables al proceso, siendo alguna de ellas muy difíciles de medir bajo el criterio económico. Para superar esta falencia se han incorporado al análisis las técnicas multicriterio, dentro de las cuales una de las más conocida y utilizada es el AHP (Analytic Hierachy Process) (Saaty, 1997).

El método AHP ordena los distintos atributos que describen el problema de decisión en una jerarquía, la que en combinación con un sistema de ponderadores permite al tomador de decisiones llegar a una mejor solución de compromiso.

En este trabajo se analizan y comparan los resultados de la evaluación social clásica y de la aplicación de la técnica AHP a un proyecto de transporte urbano. La evaluación económica fue realizada por un organismo público, mientras que la evaluación multicriterio fue desarrollada como parte de un proyecto de investigación. Dos métodos se utilizaron para el cálculo de los pesos utilizados en el AHP.

Los resultados muestran que el análisis Costo Beneficio arrojó un ordenamiento de las alternativas de solución distinto con respecto a la evaluación AHP. La diferencia en el ordenamiento de las alternativas usando la evaluación económica no fue significativa, diferencia que sí fue categórica en el caso de la evaluación AHP. Esta diferencia radica en parte en la incorporación de variables ambientales en el análisis. Esto comprueba la necesidad de realizar estudios complementarios a la evaluación social tradicional para una correcta toma de decisiones.

Este artículo ha sido organizado de la siguiente forma: los principios que rigen la evaluación social, así como el método AHP con los métodos alternativos para la obtención de los pesos se reporta en el siguiente capítulo. El capítulo 3 contiene información acerca del proyecto bajo análisis y de la evaluación costo beneficio. En el capítulo 4 se entregan los resultados de la evaluación multicriterio (AHP), mientras que el último capítulo contiene las principales conclusiones.

2. ANTECEDENTES PREVIOS

El objetivo de la evaluación social es la maximización el bienestar social y por ende debe incluir todas las variables aceptadas como representativas de los objetivos nacionales de bienestar de un país (Sepúlveda, 2000).

Para cumplir con el objetivo es necesaria la presencia de un evaluador, quien debe ser independiente de instancias políticas y de los demás entes involucrados. Debe tener, además, credibilidad y autonomía (Fontaine, 1997). El evaluador es el encargado de identificar los impactos positivos, o beneficios, y los negativos, o costos, desde el punto de vista de la comunidad y valorarlos.

Al igual que en la evaluación privada, en la evaluación social deben estudiarse para cada proyecto indicadores de rentabilidad de corto y largo plazo. Aquella alternativa que presente los mayores índices de rentabilidad debería ser la alternativa sugerida para el estudio de factibilidad.

El análisis costo beneficio es una aplicación perfecta de la lógica de la evaluación económica. Una de las ventajas de este método es que pueden ser comparados proyectos de naturaleza muy distinta, ya que se utiliza la unidad monetaria como patrón común de evaluación.

La valoración monetaria de ciertas variables, tales como el tiempo de viaje y el consumo de combustible, son de fácil obtención. Sin embargo, la valoración se complica cuando se debe asignar un precio social a productos que no tienen un valor de mercado, como por ejemplo, la intrusión visual, el ruido o la polución atmosférica. Numerosas veces el evaluador debe emitir juicios de valor estando éstos condicionados por variables espaciales, temporales y económicas, por lo que induce incerteza de estos resultados (Pearce y Nash, 1981).

En la última década se ha avanzado en el desarrollo y aplicación de técnicas que permiten la valoración de bienes que no poseen mercados explícitos, como son la valoración contingente, el método del costo de viaje y las preferencias declaradas (Tinch, 1995; Bateman y Willis, 1999; Bateman et al., 2002; Rizzi y Ortúzar, 2003). Estas técnicas han permitido medir la disposición a pagar por visitar sitios de recreación, reducción de contaminantes, y el valor estadístico de la vida, por citar algunos, resultando bastante promisorios en sus resultados. Los resultados de estas experiencias podrán ser incorporados posteriormente en el análisis económico clásico, ya que estarán medidos en unidades comunes.

Es necesario indicar que las técnicas mencionadas anteriormente entregan valoraciones subjetivas, que pueden diferir de la valoración social, por lo que un ajuste puede ser necesario si se ha de usar la evaluación social como marco metodológico. Aquí cobra importancia la participación pública, que los métodos clásicos de evaluación económica no han abordado apropiadamente. En este sentido, una técnica alternativa como la evaluación multicriterio aparece como ad-hoc.

2.1. Evaluación Multicriterio

Los métodos multicriterio constituyen una forma de modelar los procesos de decisión, en los que entran en juego una decisión que tomar, los eventos desconocidos que pueden afectar los resultados, los posibles cursos de acción, y el o los resultados mismos. Por medio de estos modelos el único agente decidor podrá estimar las posibles implicancias que puede tomar cada curso de acción, de modo de obtener una mejor comprensión de las relación existente entre las acciones y los objetivos (Martínez, 1999).

Para clasificar los métodos multicriterios se puede utilizar la clasificación de Zionts, que es citada por Tudela (1998). Esta clasificación discrimina el problema de decisión según sus restricciones, pudiendo ser éstas implícitas o explícitas, y según sus resultados, los que pueden ser determinísticos o estocásticos.

Cuando se tienen restricciones implícitas, el análisis consiste en escoger una alternativa de entre un conjunto predefinido de posibles soluciones. El análisis se basará en las diversas características o atributos del conjunto discreto de alternativas respecto a los criterios de decisión relevantes. Tales problemas se denominan de Decisión Multicriterio Discreta y les son aplicables algunos de los métodos de la Decisión Multiobjetivo. No obstante, existen para ellos muchos métodos específicos, entre los que se destacan la Teoría Multiatributo, los Métodos de Superación y el Método Jerárquico de Análisis.

2.2. Método Jerárquico de Análisis (AHP)

El método AHP fue desarrollado por Saaty (1977) y consiste esencialmente en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos descomponiendo el problema de decisión en una estructura jerárquica, similar en su estructura a un árbol de probabilidades. Para comenzar con el método de debe diseñar una jerarquía, donde en la parte más alta (nido principal) se ubica el objetivo central de problema, del cual se desprenden los criterios que lo describen. De estos criterios se desprenden sucesivamente los sub criterios y atributos, organizados en nidos y niveles, para finalizar en el nivel más bajo con las alternativas que están siendo analizadas.

A la estructura jerárquica se asocia un conjunto de vectores de ponderación. Estos vectores están asociados con un nido y representan la importancia relativa de los elementos asociados a él. Estos ponderadores, conocidos también como pesos, se obtienen de matrices de comparación por pares entre atributos.

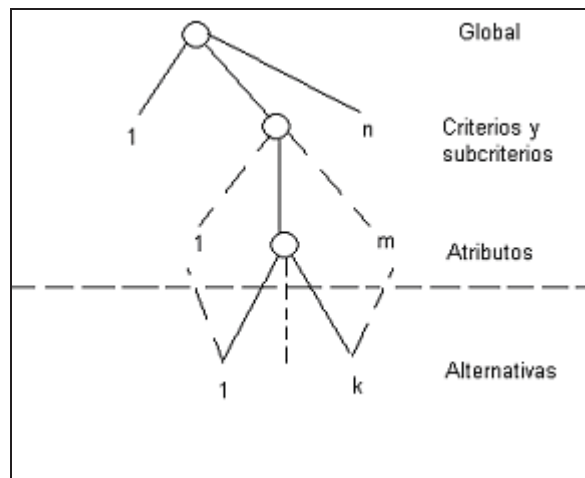


Figura 1: Jerarquía, de Criterios y Atributos

2.3. Evaluación de Ponderadores

La metodología que tradicionalmente ocupa el método AHP para evaluar los ponderadores es la comparación por pares. Dicha comparación entrega la importancia relativa de los elementos en un nido de la estructura jerárquica. El conjunto de todos estos juicios se puede representar en una matriz cuadrada.

La ecuación 1 muestra la estructura de una matriz de comparación por pares, A, la cual es positiva y recíproca (Saaty, 1990). Así:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

donde

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \quad \forall i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$y \quad a_{ii} = 1, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

Saaty (1990) recomienda una escala fundamental de valoración de opiniones, donde el elemento menos importante se toma siempre como la unidad y el más importante se calcula como un múltiplo aproximado de esa unidad, generalmente nueve. Los demás juicios toman los valores 3, 5 y 7 para los conceptos de mediana, mucha y gran importancia.

El paso siguiente a la comparación de elementos es el cálculo de los pesos asociados a los atributos en los diferentes niveles. A cada nido le corresponde un vector de pesos normalizados.

Es posible obtener el vector de pesos $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, donde n es el número de atributos por nido, normalizando cualquier columna j de A, como lo muestra la ecuación 2 (Saaty, 1990):

$$w_i = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}, \quad \forall i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Después que los pesos han sido determinados corresponde la agregación de la jerarquía. Este proceso es similar a aquel utilizado al colapsar árbol de probabilidades.

En la literatura se pueden encontrar algunas críticas a este método, relacionadas con su forma de proceder y sus axiomas. Uno de los axiomas más cuestionados corresponde a aquel que plantea la independencia de las preferencias de los encuestados con respecto al grado de información que ellos manejan de las alternativas bajo estudio (Weber, 1997).

Las críticas también están orientadas a la escala sugerida por Saaty. Murphy (1993) y Dood (1997) muestran que si bien la selección de la escala afecta el índice de consistencia, aún no existen bases teóricas que permitan respaldar un nuevo tipo de escala.

La forma de ponderar los atributos y la dificultad para incorporar pequeños cambios en la magnitud de los atributos que describen las alternativas corresponde a uno de los motivos que llevo a la búsqueda de formas de ponderación alternativas que permitan superar dichas limitantes (Tudela, 1998).

2.4. Evaluación Alternativa de Ponderadores

Un método alternativo para la obtención de pesos fue planteado por Tudela (1998). Este método se basa en la asociación de una función de utilidad a cada nido.

La función de utilidad planteada dependerá de los atributos que definen cada uno de los nidos. A partir de un cambio marginal en la función de utilidad, expresada como la suma ponderada de los cambios marginales en los atributos, es posible derivar una expresión del peso asociada a cada atributo que describe la función de utilidad. Estos pesos serán dependientes tanto de la utilidad marginal del atributo como de la magnitud de éste.

En el caso de una función de utilidad lineal se obtiene:

$$\omega_i = \frac{\alpha_i x_i}{\sum_i \alpha_i x_i} \quad (3)$$

En este método se utilizan las Preferencias Declaradas o Preferencias Reveladas para la recolección de información necesaria para poder estimar los coeficientes de la función de utilidad.

3. APLICACION

3.1. Descripción del Proyecto

El proyecto a estudiar consistió en el mejoramiento del sistema vial urbano en la comuna de Chiguayante, Octava Región. Dicha comuna tiene en la actualidad sólo una vía principal, el Eje O'Higgins – Manuel Rodríguez, lo que provoca en las horas punta una fuerte congestión vehicular.

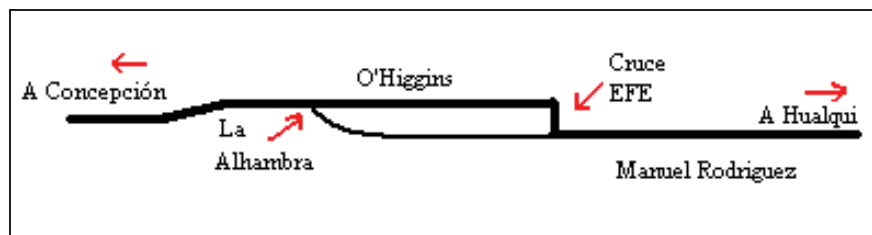


Figura 2: Situación Actual

Las alternativas de solución que se estudiaron en este trabajo corresponden a dos de las cuatro que fueron planteadas en la evaluación social (Mideplan, 1997).

La Alternativa Uno comprende el ensanche a dos pistas por sentido de las calles O'Higgins y Manuel Rodríguez. Entre La Alhambra y el cruce EFE se construiría un par con tres pistas por sentido. Cruzaría la línea férrea en el mismo sector actual pero el cruce sería a desnivel.

La Alternativa Dos en cambio comprende el ensanche y prolongación de la calle Manuel Rodríguez a dos pistas por sentido. Considera la repavimentación de O'Higgins a una pista por sentido. El cruce de la línea férrea sería a desnivel en la entrada desde Concepción, comprendiendo este nudo un ramal hacia la calle O'Higgins.

3.2. Evaluación Económica

De la evaluación económica (Mideplan, 1997) se obtuvo los siguientes indicadores de rentabilidad de corto plazo:

Tabla 1
Indicadores de Rentabilidad de Corto Plazo (\$, Diciembre 1996)

Alternativa	VAN 1 (millones \$)	TRI (%)
1	1.030	39.0
2	993	34.7

La alternativa número uno presenta los mayores índices de rentabilidad de corto plazo, por lo que esta alternativa debiera ser la sugerida a quien toma la decisión.

Los resultados de la evaluación a largo plazo fueron los siguientes:

Tabla 2
Indicadores de Rentabilidad de Largo Plazo (\$, Diciembre 1996)

Alternativa	VAN (millones \$)	TIR (%)
1	19.829	58.4
2	19.525	53.1

La alternativa uno es también la que presenta los mayores índices de rentabilidad a largo plazo por lo que ésta debiera ser la alternativa sugerida.

3.3. Aplicación Multicriterio.

La escasa diferencia que existía entre las dos alternativas, en términos de la evaluación económica, motivó la aplicación de una técnica multicriterio. El método elegido fue el AHP.

Definición de Jerarquías

Para la definición de jerarquías se utilizó aquellas definidas por Asenjo (2001). Las Figuras 3 y 4 muestran las jerarquías de beneficios y costos.

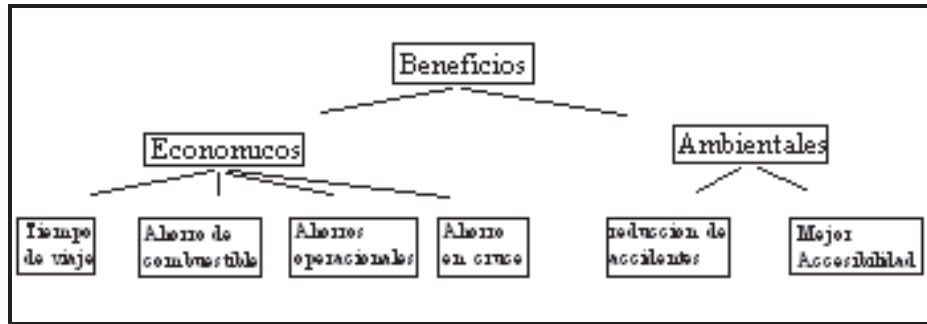


Figura 3: Jerarquía de Beneficios

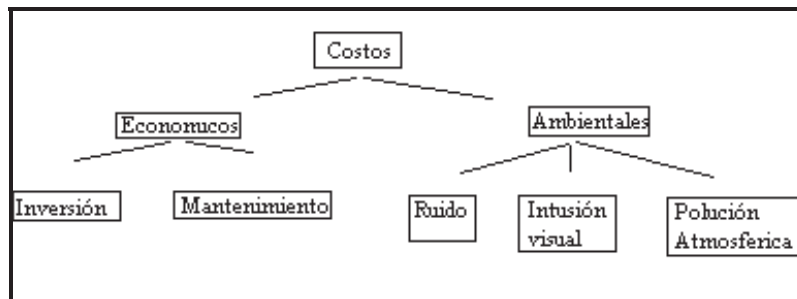


Figura 4: Jerarquía de Costos

En las jerarquías se incluyeron atributos de difícil valoración monetaria, pero que son importantes de considerar al momento de tomar una decisión (polución atmosférica, ruido, intrusión visual).

Para obtener la importancia de cada atributo presente en la jerarquía se usaron los dos enfoques descritos en el capítulo 2: comparación por pares (Saaty, 1990) y función de utilidad (Tudela, 1998).

Obtención de pesos usando comparación por pares

Los pesos se obtuvieron a partir de los experimentos de comparación por pares recolectados por Asenjo (2001) y Cisternas (2002) en la ciudad de Chiguayante. En ellos se comparó cada uno de los atributos, tanto de los beneficios como de los costos. Estas encuestas se hicieron proporcionando diferentes niveles de información a los encuestados. Dicha información apuntaba a los impactos que producían uno u otro proyecto tanto en el ambiente como en la salud de la población (Asenjo, 2001).

La Tabla 3 contiene el peso de los atributos pertenecientes al nivel más alto de la jerarquía (ver Figuras 3 y 4). Las Tablas 4 y 5 muestran el peso de los atributos pertenecientes a los niveles inferiores.

Tabla 3
Peso Atributos Económicos y Ambientales

Atributo	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Ambientales	0.410	0.272	0.272
Económicos	0.590	0.728	0.728

Fuente: Cisternas (2002)

Tabla 4
Peso de los Atributos: Beneficios

Atributo	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Tiempo Viaje	0.458	0.458	0.458
Combustible	0.176	0.176	0.176
Otros Costos Operación	0.128	0.128	0.128
Mejoramiento Cruce	0.238	0.238	0.238
Disminución Accidentes	0.633	0.663	0.663
Accesibilidad	0.367	0.367	0.367

Fuente: Cisternas (2002)

Tabla 5
Peso de los Atributos: Costos

Atributo	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Inversión	0.718	0.718	0.718
Mantenimiento	0.282	0.282	0.282
Ruido	0.373	0.387	0.386
Intrusión Visual	0.227	0.194	0.190
Polución Atmosférica	0.400	0.419	0.424

Fuente: Cisternas (2002)

La interpretación de los pesos dependerá si se trata de beneficios o costos. En el caso de los beneficios, mientras más cercano esté el peso a la unidad, implica que más atractiva resulta esa variable respecto a los beneficios que genera. Por ejemplo, los ahorros de tiempo tienen un mayor peso que los ahorros de combustibles, para la población considerada, de lo que se deduce que para esas personas son preferibles los ahorros del primer tipo.. Para los costos, mientras más cercano el peso a la unidad, implica que esa variable resulta menos atractiva por el impacto que genera. En nuestro caso, por ejemplo, la inversión resulta bastante menos atractiva que el mantenimiento, principalmente por razones del momento de uso del dinero.

Tabla 6
Pesos Finales de las Alternativas: Comparación por pares

Alternativa		Pesos		
		Nivel I	Nivel II	Nivel III
1	Beneficios	0,395	0,342	0,342
	Costos	0,591	0,679	0,683
	Índice	0,668	0,503	0,500
2	Beneficios	0,605	0,658	0,658
	Costos	0,409	0,321	0,317
	Índice	1,480	2,051	2,077

Fuente: Cisternas (2002)

Finalmente se obtuvo los pesos finales para los tres niveles de información y para cada nivel de la jerarquía como se muestra en la Tabla 6. Estos se obtuvieron después de colapsar las jerarquías como un árbol de probabilidades.

Índice es el cociente entre los beneficios y los costos. A mayor valor del índice, mayor aceptación de dicha alternativa. Esto es consistente con el análisis aislado de los pesos de beneficios y costos: las alternativas más preferidas deberían ser aquellas que presenten los mayores pesos para los beneficios, y los menores pesos para los costos. De estos resultados es posible concluir que la alternativa dos es claramente preferible a la alternativa uno, lo que es más notorio a medida que aumenta el nivel de información que poseen los encuestados respecto a los impactos del proyecto.

Pesos Obtenidos Usando el Enfoque de Utilidad

Los pesos se obtuvieron utilizando información recolectada usando una encuesta de Preferencias Declaradas (PD) a los habitantes de la ciudad de Chiguayante en Octubre de 2001 (Akiki, 2002) y Enero de 2002 (Cisternas, 2002).

A diferencia del caso anterior, se obtuvo los pesos para los costos sólo para dos niveles de información, debido a que se entregó a los encuestados, como información de contexto, algunos antecedentes básicos acerca de los impactos ambientales antes de comenzar la PD. La Tabla 7 muestra algunos de estos resultados.

Tabla 7
Pesos de los Atributos: Costos.

Atributo	Nivel I	Nivel II
Inversión	0.721	0.721
Mantenimiento	0.279	0.279
Ruido	0	0.516
Intrusión Visual	0	0.395
Polución Atmosférica	1	0.089

Fuente: Akiki (2002)

En la Tabla 7 destaca la nula importancia que los habitantes dieron a los atributos ruido e intrusión visual para el nivel de información I, situación que se revirtió al proporcionar a los encuestados antecedentes sobre los efectos en la salud de los atributos ambientales.

Tabla 8
Pesos Finales de las Alternativas: Función de Utilidad

Alternativa		Pesos	
		Nivel I	Nivel II
1	Beneficios	0,395	0,342
	Costos	0,582	0,669
	Índice	0,679	0,511
2	Beneficios	0,605	0,658
	Costos	0,418	0,331
	Índice	1,448	1,986

Fuente: Cisternas (2002)

En la Tabla 8 se pueden ver los pesos finales de las jerarquías de beneficios y costos al usar el enfoque alternativo. Para los pesos de los atributos pertenecientes a los beneficios y a los atributos pertenecientes al nivel superior de la jerarquía se usaron los valores de las Tablas 3 y 4.

Se aprecia el incremento en el valor del índice con la información, lo que indica que a medida que aumenta la información que poseen los encuestados la alternativa dos se hace más preferible a la uno.

En conclusión, se puede indicar que luego de colapsar las jerarquías se obtuvo resultados similares por ambos métodos en relación a la alternativa elegida. Además, a medida que se proporcionó más información se hizo más notoria la preferencia por la segunda opción.

Análisis de sensibilidad.

Para analizar como se alteraba el ordenamiento de las alternativas ante cambios en los atributos se hizo variar cada uno de ellos, pertenecientes a cada uno de los nidos en ambas jerarquías, para ambos métodos de obtención de pesos. Dicha variación fue de un 20%, tanto en disminución como en aumento.

En general, independiente del método usado para la obtención de los pesos, los cambios introducidos en los pesos no alteraron la jerarquización de las alternativas.

Relativo a los atributos, las mayores cambios en el índice se asocian a las variaciones en el peso de la polución atmosférica, el ruido y la intrusión visual. Las variaciones en el índice oscilaron entre 0.308 y 0.150 puntos.

4. CONCLUSIONES

De la evaluación social se obtuvo como resultado que la alternativa 1 era la más rentable, seguida muy de cerca por la alternativa 2. Si bien a la luz de estos resultados la alternativa 1 debió ser la elegida, la autoridad encargó el desarrollo de un estudio de tipo cualitativo para apoyar su decisión. De este estudio sólo se conoce la decisión final, en cuanto a implementar la alternativa 2, sustentada entre otras razones por la conectividad de la vialidad actual con la red vial futura en la comuna. Esto indica que habrían otros factores afectando la toma de decisiones, y que no fueron considerados en la evaluación clásica, dando paso a la conveniencia de usar metodologías alternativas de evaluación. El uso de una técnica multicriterio, como el AHP, permitiría hacer explícitas otras variables que afectan la toma de decisiones, además de aquellas de tipo económico y ambiental (contaminación, accidentes, segregación espacial, irrupción visual, etc.), como son la componente social y de participación pública.

Al analizar el ordenamiento de las alternativas, de acuerdo a los resultados del AHP, la alternativa 2 obtuvo un índice costo beneficio bastante superior a la alternativa 1, sustentado principalmente por la incorporación de atributos de carácter ambiental en la evaluación. La técnica AHP permitió considerar explícitamente en la evaluación los atributos ambientales, los que en la evaluación social son difíciles de incluir. Este hecho puede afectar una adecuada toma de decisiones.

Además, el método AHP permitió tomar en cuenta las preferencias de las personas, al contrario de lo que sucede con la evaluación clásica costo beneficio, donde es la autoridad quien da los valores sociales de los productos a evaluar. Esto da pie a considerar explícitamente en el proceso de toma de decisiones a la participación del público (usuarios y otros), jugando un papel importante la información, en cantidad y calidad, que poseen los individuos. Una interrogante a resolver es cuán dispar es la opinión del público respecto a la valoración que da la autoridad a los diferentes elementos que inciden en la evaluación.

El uso del enfoque de funciones de utilidad permitió hacer explícito el papel que tiene la magnitud de los atributos, y la percepción que tienen las personas acerca de ellos, en el cálculo de los pesos. La percepción individual es relevante cuando se desea analizar el papel de la información en las decisiones, así como la actitud de diferentes agentes. Así también, el método basado en funciones de utilidad permitió determinar niveles de confianza para los pesos, en comparación al método clásico de comparación por pares.

Una futura aplicación del AHP debiera involucrar explícitamente a todos quienes se ven afectados por el proyecto (inversionistas, usuarios e individuos directamente afectados), determinando su importancia dentro de la decisión final. El uso del enfoque de funciones de utilidad permitirá discriminar entre las percepciones de los diferentes atributos para los distintos agentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por FONDECYT, a través del proyecto 1000399. Se agradece a SECTRA el haber facilitado la evaluación económica del proyecto.

REFERENCIAS

Akiki, N. (2002) **Análisis y cálculo de los pesos a usar en la AHP usando un enfoque de funciones de utilidad**. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción. Concepción.

Asenjo, R. (2001) **Análisis del papel de la información en la Evaluación de Proyectos Utilizando Técnicas Multicriterios**. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Concepción. Concepción.

Barba-Romero, S. (1998) **Conceptos y Soportes Informáticos de la Decisión Multicriterio Discreta**. En E Martínez y M Escudey (eds.) **Evaluación y decisión Multicriterio, Reflexiones y Experiencias**. Ediciones Universidad de Santiago. Santiago.

Bateman, I., Carson, R., Day, B., Hanemann, W., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R. y Swanson, J. (2002) **Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual**. Edward Elgar. Cheltenham.

Bateman, I. y K. Willis (1999) **Valuing environmental preferences : theory and practice of the contingent valuation method in the US, EU and Developing countries**. Oxford University Press. Nueva York.

Cisternas, R. (2002) **Estudio Comparativo de los Resultados de Evaluación Económica versus Multicriterio para un Proyecto de Transporte**. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción. Concepción.

Dood, F. (1995) Scale Horizons in Analytic Hierarchies. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**. **4**. 177-188.

Fontaine, E. (1993) **Evaluación Social de Proyectos**, Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.

Mideplan (1997) **Informe Final de Estudio Mejoramiento Eje O'Higgins de Chiguayante**. Santiago. Realizado por Testing Ltda.

Murphy, C. K. (1993) Limits on the Analytic Hierarchy Process from its consistency index. **European Journal of Operational Research**. **65**. 138-139.

Pearce, D. y C. Nash (1981) **The Social Appraisal of Projects. A Text in Cost benefit Analysis**. MacMillan. Londres.

Rizzi L. y J. de D. Ortúzar (2003) Stated Preferences in the Valuation of Interurban Road Safety. **Accident Analysis and Prevention**, **35**, 9-22.

Saaty, T. L. (1977) A scaling method for priorities in Hierarchical Structures. **Journal of Mathematical Psychology** **15**. 234-281.

Saaty, T. L. (1990) **Multi-criteria decision Making: The Analytic Hierarchy Proces** AHP Series Vol. 1. RWS Publications. Pittsburgh.

Tinch, R. (1995) **Valuation of Environmental Externalities. Full Report**. The Department of Transport. Transport Report. HMSO. Londres.

Tudela, A (1998) Un Enfoque Multi Criterio para Evaluar el Nivel de Sustentabilidad de Inversiones en Transporte. **Actas del 10 Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte. Septiembre. Santander**.

Weber, M. (1997) Remarks on the measurement of preferences in the Analytic Hierarchy Process. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**. **6**. 320-321.