

## ANEXO 1

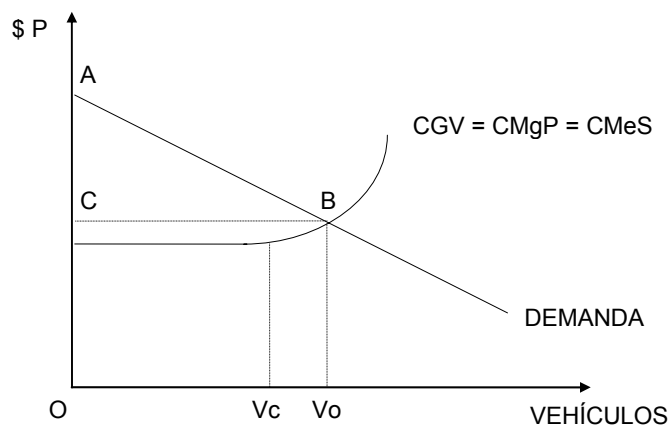
### TEORÍA ECONÓMICA DE LA EVALUACIÓN

En este apartado, se explica la forma en que se generan los beneficios, cuando se realiza un mejoramiento, una reposición o una ampliación de un camino que ya brinda servicio. En este sentido y para efectos del estudio, la ampliación considera la construcción de una segunda calzada y el mejoramiento de la carpeta ya existente; el cual consiste en la construcción de acotamientos y la reposición, sobrecarpeteo o sello de riego de la carpeta de rodamiento del camino.

Desde el punto de vista económico, existe un mercado en el cual la demanda esta representada por lo que están dispuestos a pagar los usuarios que desean realizar un viaje, en contraparte, los costos que genera la carretera o camino existente representa a la oferta. El bien económico que esta en juego es el transporte y como tal, se rige por las leyes del mercado.

En el gráfico A-1 se muestra la situación que representa al mercado del transporte. En el eje de las X's se tiene el número de viajes (V), que se realizan por unidad de tiempo entre un par origen-destino. En el eje de las Y's se cuantifica el valor económico de los viajes, medido en pesos (P).

Gráfico A-1  
Oferta y demanda de transporte



El área bajo la curva de demanda, es lo que están dispuestos a pagar los usuarios por realizar determinado número de viajes, dicha área, se considera como el beneficio, que perciben por realizar los viajes. El costo en que incurren, se denomina costo generalizado del viaje (**CGV**), el cual depende principalmente de la valoración del tiempo empleado en los viajes y del costo de operación de los vehículos.

Los CGV, son los costos que percibe directamente el usuario al momento de realiza el viaje, por lo que representan el costo marginal privado (CMgP). Dado que el CGV es el costo que percibe cada uno de los usuarios de la vía, también será igual al costo medio social (CMeS). Entiéndase por costo privado aquel que afecta a cada usuario en particular y por costo social, aquel que percibe la sociedad en conjunto.

El excedente del consumidor, corresponde a la diferencia entre la disposición que tiene el usuario de pagar por cada viaje (área OABVo) y el costo que efectivamente paga (área OCBVo), esto resulta en el área ABC.

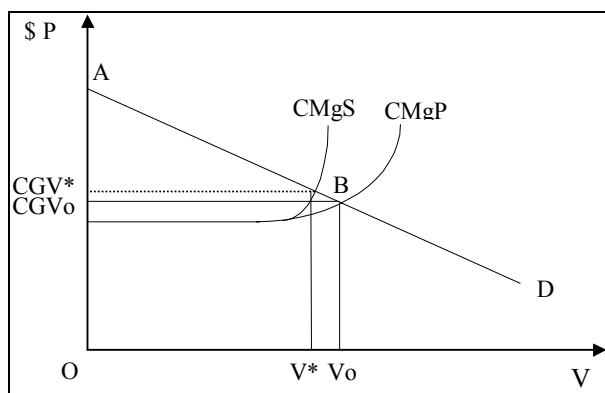
A medida que se realicen más viajes por unidad de tiempo, es probable que los CGV se incrementen debido a la congestión, lo cual se representa en la curva de oferta a partir del punto Vc (gráfico A-1).

Cabe aclarar aquí, que las curvas del gráfico A-1, así como las de los siguientes gráficos, no representan en realidad la forma de las curvas de CGV que tienen los usuarios de la ruta del Golfo (como fueron calculadas para el estudio); ya que éstas primeramente son planas y posteriormente presentan una ligera pendiente a partir de los 80 vehículos por hora y hasta los 300 vehículos por hora, sin llegar a tener la pendiente casi vertical que se aprecia en los gráficos. Esto probablemente se deba a que no se observaron puntos con una marcada congestión. Sin embargo debido a esa ligera pendiente, sí se presentan los beneficios que a continuación se menciona y que para efectos de simplicidad y mejor explicación se utilizan el tipo de curvas expuestas en los gráficos.

Continuando con el análisis; el incorporamiento de un nuevo vehículo al camino, a parte de los costos que el mismo percibe, afectará a los demás usuarios de la ruta, debido a la congestión que provoca; esto quiere decir que el costo marginal social (CMgS) será mayor que el costo marginal privado del vehículo que se incorpora, como se muestra en la gráfica A-2.

**Gráfico A-2**

Óptimo social en congestión vehicular



El punto de equilibrio se encuentra en donde se intercepta la curva de CMgP con la demanda, es decir, para una cantidad de vehículos  $V_0$ . Esto se debe a que el usuario toma la decisión en función del costo que el mismo percibe ( $CGV_0$ ) y no toma en cuenta el costo que provoca a los demás usuarios. Desde el punto de vista social el equilibrio se encuentra en el volumen de vehículos  $V^*$  lo cual es óptimo para la sociedad. En este punto se toma como referencia la curva de CMgS y el costo que se percibe es  $CGV^*$ . Si existiera una cuota óptima, con la cual  $CMgS = CMgP + \text{cuota}$ , entonces se alcanzaría el punto de equilibrio social.

Para identificar los beneficios del proyecto, primeramente se tiene que conocer el tipo de usuarios que recibirían dichos beneficios. Para el caso del estudio, son dos los tipos de usuarios que intervienen, 1) los que conforman el “tránsito normal” y 2) los del “tránsito desviado”. Los primeros corresponden al tránsito que no cambia su ruta por la ejecución del proyecto y los segundos, son aquellos que cambian su ruta por efecto del proyecto, pero mantienen su origen y destino.

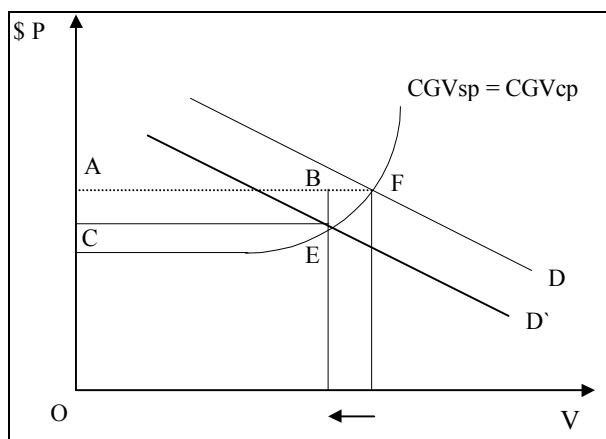
#### I. Metodología Aplicada al Tránsito Normal

Los beneficios que ocurren dentro de los tramos que el proyecto mejora, se denominan beneficios directos y los que ocurren en otros tramos, ya sea sustitutos o complementarios, se les denomina beneficios indirectos.

En el gráfico A-3 se representan las curvas de CGV tanto para la situación sin proyecto ( $CGV_{sp}$ ), como para la situación con proyecto ( $CGV_{cp}$ ). El efecto de la mejora del tramo produce una disminución de la curva CGV y por lo tanto un beneficio directo. Cabe hacer la aclaración que la situación considerada sin proyecto, se toma como una situación optimizada, es decir, se incluyen pequeñas mejoras en el estado actual de la carretera que contribuyen a la generación de beneficios que también se obtendrían con la ejecución del proyecto, sin embargo no se deben de considerar como beneficios de éste, ya que se pueden obtener sin llevarlo a cabo.

**Gráfico A-3**

Beneficios directos en el eje del Golfo

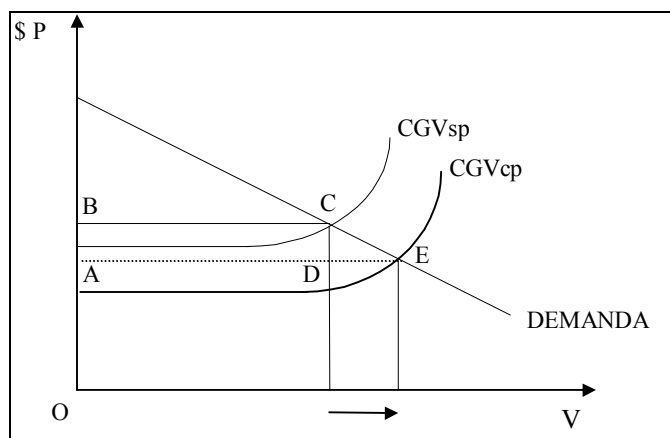


El área ABCD corresponde a la liberación de recursos o aumento en el excedente del consumidor, asociado al tránsito normal del eje del Golfo. El área CDE representa el aumento del excedente del consumidor asociado al tránsito desviado del corredor central, que ahora circula por el eje del Golfo.

En el gráfico A-4 se muestra la curva de CGV para el camino sustituto (corredor central). En este caso, el proyecto provoca un desplazamiento a la izquierda de la curva de demanda del corredor central, de D a D', al desviarse parte de su tránsito a la ruta del Golfo. Si en el camino sustituto existiera una distorsión (CMgP distinto de CMgS) como la congestión, esto hará que el proyecto obtenga un beneficio indirecto por provocar la disminución del congestionamiento.

**Gráfico A-4**

Beneficios indirectos en el corredor Central

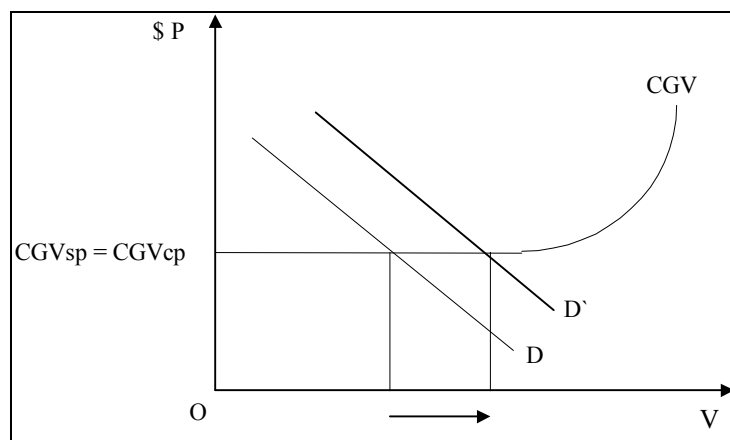


El área ABEC corresponde al aumento en el excedente del consumidor asociado al tránsito normal del corredor central (camino sustituto), debido a una reducción en la congestión (este beneficio no fue cuantificado en el estudio, por no tener información detallada sobre la oferta del corredor central). El área BFE corresponde al aumento en el excedente del consumidor, asociado al tránsito que se desvía hacia la ruta del Golfo; este incremento de excedente se determina por la reducción en la congestión hasta el punto en que el usuario decide cambiarse de ruta (la forma en que se cuantificó éste beneficio, se explica más adelante en la metodología del tráfico desviado).

El desbeneficio que se produce comúnmente en los caminos complementarios, no se generó en este caso, ya que no existe un incremento en el tránsito de dichos caminos, a causa de la ejecución del proyecto, además de que en estos caminos no existe congestión, por lo que un incremento en su flujo vehicular (desplazamiento de la demanda) no causaría un desbeneficio. Esta situación se puede observar en el gráfico A-5.

**Gráfico A-5**

Efecto nulo en los caminos complementarios



## II. Metodología aplicada al tráfico desviado

La identificación, cuantificación y valoración de los beneficios que se obtendrían por el tráfico desviado, se realizaron bajo el supuesto de la metodología que se presenta a continuación.

Cuando se tiene una carretera alternativa o sustituta, el usuario esta obligado a tomar la decisión de escoger una de las dos alternativas. Si se supone que las personas son racionales (supuesto muy lógico), se tendrá por resultado, que el usuario escogerá aquella alternativa que le resulte más económica.

Como se explicó anteriormente el usuario de la carretera incurre en diversos costos a los que se les llaman Costos Generalizados de Viaje (CGV), que en el presente estudio, incluyen los costos de operación de los vehículos y el costo del tiempo que implica el viaje.

El primero de los costos esta ligado directamente al estado de la carpeta de rodamiento y el segundo, tanto al estado de la carpeta como al congestionamiento de vehículos que circulen por la ruta. Por tal motivo, en la medida en que se incrementa el mal estado de carpeta como el mayor número de viajeros (en un período de tiempo determinado), se incrementarán los CGV para cada usuario.

Lo anterior induce a la generación de un mercado, dado que existen dos caminos alternativos con distintas características y una demanda que satisfacer. Esto a su vez implica, que debe de existir un punto de equilibrio para los dos caminos, en el cual, el CGV para el usuario de una carretera debe de ser igual al CGV para el usuario de la carretera sustituta. Esto se deriva del supuesto de personas racionales.

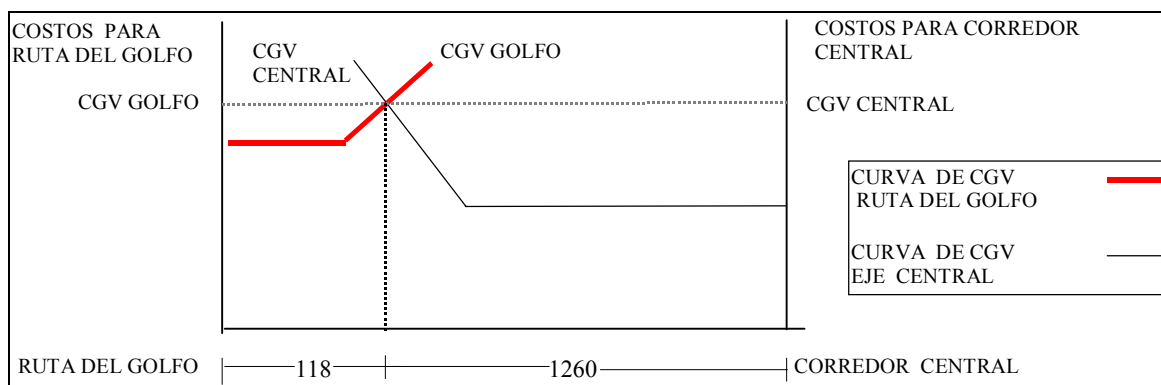
Si existe una nueva carretera que genera un menor CGV que otra sustituta, los usuarios empezarán a viajar por esta nueva, sin embargo conforme lleguen más vehículos, los CGV del nuevo camino se incrementarán; de modo que el traslado se dará, hasta que los CGV de la carretera inicialmente más económica, alcancen el mismo nivel de costos del camino alterno, en ese momento a los usuarios les será indiferente desviar su camino de una ruta a otra.

El análisis parte de que el corredor Central y el corredor del Golfo se encuentran en este punto de equilibrio, en el cual los dos caminos tienen el mismo nivel de CGV. Este equilibrio se puede apreciar en el gráfico A-6.

En el eje horizontal se presenta el total de vehículos que tiene un mismo origen destino (en este caso, el centro-sur del país con el sureste de los Estados Unidos), los cuales se distribuyen entre las dos rutas existentes. Para este caso y de acuerdo a las encuestas de origen- destino realizadas por la S.C.T., el número de vehículos que tienen este origen destino son 1,378, de los cuales 118 utilizan la ruta del Golfo y 1260 la del corredor Central, que como se muestra en la Gráfica y bajo el supuesto que manejamos, sería el punto de intersección de las curvas de CGV de ambas rutas, es decir, el punto de equilibrio.

**Gráfico A-6**

Participación de cada corredor en el mercado

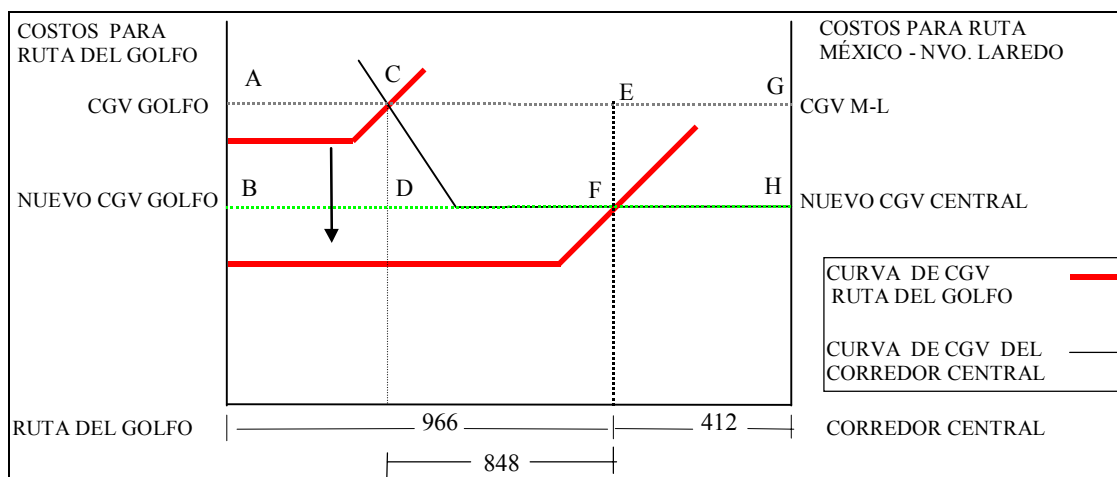


Como podemos observar en el gráfico, el nivel en el que empiezan los CGV de la ruta del golfo (parte plana sin congestión) es más elevado que el nivel inicial de los CGV del corredor Central debido a que el estándar de la ruta del Golfo es menor, es decir, el estado de la carretera esta más deteriorado en relación a la otra ruta. Sin embargo, el nivel de congestión en el corredor Central es mayor por lo que sus CGV alcanzan a los de la ruta del Golfo.

Con el mejoramiento de la calzada y la construcción de dos carriles adicionales, los CGV de la ruta del Golfo caerán por debajo de los CGV que actualmente mantiene el corredor Central, ya que se tendrá un mejor estándar de la carpeta de rodamiento y su distancia con los destinos finales es menor. Esto provocará un desvío de usuarios hacia la ruta del Golfo, hasta el punto en que nuevamente se incrementen los costos (por congestión) y se igualen con los del corredor Central. Una vez considerado el escenario optimista, serán 848 los vehículos que se desvíen de una ruta a otra y el nuevo punto de equilibrio se ubicará en donde 966 utilicen la ruta del Golfo y 412 el corredor Central, esto se puede observar en el gráfico A-7.

**Gráfico A-7**

Tráfico desviado por el proyecto



Los beneficios que se identifican con este nuevo equilibrio son :

- Área ABCD, beneficio directo que perciben los usuarios originales de la ruta del Golfo por reducción en sus CGV debido a la ampliación.
- Área CDEF, beneficio directo que perciben los usuarios que se trasladan a la ruta del Golfo por la reducción en sus CGV debido a la ampliación.
- Área EFGH, beneficio indirecto que perciben los usuarios del corredor Central por descongestionamiento que perciben dada el desvío de tráfico.

Para la cuantificación de los beneficios se tomó un beneficio unitario por tipo de automóvil, es decir los costos totales (costos de operación y tiempo) se dividieron entre el total de vehículos y así se obtuvo el CGV por usuario, para la situación sin y con proyecto, la diferencia de las dos situaciones, que es el beneficio neto por usuario, se aplicó para los nuevos usuarios.

El beneficio indirecto de los usuarios del corredor Central, no se cuantificó debido a que no se tiene estimación de la curva de los CGV para esta ruta. De modo que los beneficios por el desvío de tráfico pueden estar subestimados.