



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

# **Metodología para el cálculo del Beneficio Social de las medidas de accesibilidad en una red de Metro**

Autor: Mónica González García

Institución: Metro de Madrid

e-mail: [monica.gonzalez@metromadrid.es](mailto:monica.gonzalez@metromadrid.es)

Otros Autores: Ana Zúñiga Nebot (Metro de Madrid)

## RESUMEN

El transporte ferroviario se erige en la actualidad como principal pilar de la implementación de un sistema de transporte sostenible. Medioambientalmente, es el que menos emisiones de CO<sub>2</sub> produce por viajero-kilómetro. Desde un punto de vista social, es equitativo en el acceso a trabajo, educación y ocio. No obstante, para hacer uso de sus instalaciones, los viajeros tienen indefectiblemente que salvar desniveles. En la actualidad es impensable diseñar estaciones sin elementos mecanizados de transporte vertical, que faciliten el acceso a las redes de metro por parte del colectivo de personas de movilidad reducida, entre las que se incluyen aquellas con alguna discapacidad (tanto sensorial como motora) o que tienen que desplazarse con maletas, coches de bebé o similares, teniendo, lógicamente, más dificultades a la hora de moverse por la red. El objetivo fundamental es mejorar su movilidad y, en consecuencia, su calidad de vida. Por tanto, la rentabilidad de estos proyectos debe medirse en términos sociales, ya que el retorno de la inversión no es exclusivamente monetario. Con el fin de profundizar en la comprensión de los efectos e impactos de la realización de proyectos de accesibilidad en las redes de metro, se hace necesario el establecimiento de indicadores que permitan cuantificar su beneficio social. Así, se ha desarrollado una metodología integral que permite cuantificar el beneficio social de la puesta en marcha de medidas de accesibilidad en las redes de transporte ferroviario, con aplicación particular a los metros. Esta se concreta en la creación del Índice de Beneficio Social, que mide el grado de bienestar o mejora de las condiciones de vida que aporta la implementación de estas soluciones para los usuarios de una determinada estación. Para el cálculo del mismo, se contemplan las principales variables que impactan en el beneficio que este tipo de infraestructuras aportan a la sociedad (utilizaciones, demanda de personas de movilidad reducida, geometría de la estación o proximidad a lugares de interés, entre otras). La metodología propuesta aporta información que permite discriminar inversiones en medidas de accesibilidad en función del beneficio aportado a la sociedad, ofreciendo una nueva visión de las redes ferroviarias de forma que se identifiquen fácilmente aquellas estaciones en las que se produce mayor beneficio social al implantar una determinada medida de accesibilidad.

**Palabras Clave:** Movilidad, Metodología, Beneficio social, accesibilidad, red de Metro.

## 1. Introducción

En los últimos años se viene produciendo un constante crecimiento demográfico en las principales ciudades europeas. Éste se está materializando en una expansión de la zona urbana tradicional hacia la periferia. Los nuevos criterios de diseño urbanístico y los planes de uso del suelo están fomentando el modelo de ciudad anglosajón (disperso, urbanizado y con bajas densidades de población) frente al tradicional modelo de ciudad mediterránea (compacto, complejo, eficiente y facilitador de la cohesión social).

Factores como el incremento de la población inmigrante, con niveles de movilidad superiores a los de la población española, y la constante subida en el precio de la vivienda trasladando el punto de residencia a zonas cada vez más alejadas de la ciudad (a pesar de que los centros de trabajo no han cambiado su posicionamiento de forma sustancial), están contribuyendo también a fomentar un incremento significativo en los flujos de movilidad de los ciudadanos. La localización de los centros de ocio y servicios en zonas con acceso prácticamente en exclusiva por viario contribuyen también a generar un incremento sostenido en los niveles de movilidad de las ciudades europeas.

Adicionalmente, en los últimos años se ha puesto aún más si cabe de manifiesto la necesidad de proveer de un acceso equitativo e igualitario a los sistemas de transporte a todos los colectivos humanos, independientemente de las dificultades intrínsecas, que por su propia naturaleza, algunos pudieran presentar. Así, las personas de movilidad reducida (en adelante PMR), tanto si dicha reducción de movilidad es de carácter permanente o transitorio, deben ser contempladas específicamente como factor clave de las estrategias de movilidad de las grandes urbes.

Por último reseñar que es conocida la preocupación de las Administraciones y los Gobiernos por gestionar de forma sostenible las variaciones de movilidad descritas, tanto en el ámbito comunitario como a nivel nacional y regional, procurando cubrir las necesidades de los ciudadanos de hoy con la garantía de poder ofrecer un futuro para las generaciones venideras en los mismos términos de calidad, seguridad, accesibilidad y eficiencia del transporte de los que disfrutaban las generaciones actuales.

En estas circunstancias, las compañías vinculadas al sector del transporte de los diferentes países/regiones/ciudades, como consecuencia de su cuota de responsabilidad en la sostenibilidad del entorno, se ven impulsadas a redefinir su estrategia empresarial con el fin de dar respuesta al reto del desarrollo sostenible de la movilidad.

Es en este sentido donde surge el concepto del **Beneficio Social** que aportan las infraestructuras de transporte urbano colectivo a la sociedad receptora de ese servicio, y en consecuencia parece necesario el desarrollo de alguna fórmula de medida que permita su cuantificación.

La presente comunicación técnica describe una metodología diseñada con el objetivo de habilitar a las compañías vinculadas al transporte colectivo en general, y ferroviario en

particular, a poder definir una estrategia empresarial que garantice la máxima rentabilidad de sus actuaciones, en particular en su apartado social.

## **2. Antecedentes y justificación**

Por todo lo dicho anteriormente, es hoy en día si cabe, más necesario potenciar modos de transporte que sean sostenibles desde la óptica del triple balance: social, económico y medioambiental.

En particular y desde un punto de vista social, los transportes colectivos metropolitanos son hoy por hoy uno de los medios más equitativos de acceso a bienes, trabajo, ocio e información, en especial los ferroviarios subterráneos (metros). No obstante, es necesario potenciar su contribución desde un punto de vista social, ya que esta equidad implica fundamentalmente que todas las personas que se encuentran en el entorno en el que opera una red de estas características, tengan posibilidades de acceder al servicio de transporte.

Es en este último concepto de acceso equitativo donde se enmarcan los proyectos de mejora de la accesibilidad de los transportes colectivos en general y los metros en particular. Este tipo de proyectos tiene como objetivo fundamental satisfacer las necesidades básicas de un determinado grupo de personas, con el fin de mejorar sus condiciones de vida. Por tanto, su rentabilidad debe medirse en términos sociales, ya que el retorno de la inversión no es monetario sino de aumento del nivel de desarrollo social.

Con el fin de profundizar en la comprensión de los efectos e impactos de la realización de proyectos de accesibilidad en la red, se hace necesario el establecimiento de indicadores que permitan medir su beneficio social. Éstos relacionan la accesibilidad y el desarrollo social y deben ser la base para la toma de decisiones de cara a la construcción y puesta en marcha de nuevos elementos de accesibilidad.

Por todo lo dicho anteriormente, se pretende desarrollar una metodología integral que permita cuantificar el beneficio social de la puesta en marcha de medidas de accesibilidad en modos de transporte colectivos. Esto se concreta en la definición del Índice de Beneficio Social, que mide el grado de desarrollo social, bienestar o condiciones de vida que aporta la implementación de estas soluciones en un determinado punto de acceso a la red de transporte colectivo.

Para el cálculo del mismo, se contemplan parámetros que impacten en el beneficio que este tipo de infraestructuras aportan a la sociedad. Estos, una vez concretados, valorados y ponderados de acuerdo a su importancia, darán como resultado el citado Índice de Beneficio Social.

Los principales objetivos que se persiguen con el desarrollo de esta metodología de valoración de la rentabilidad de las medidas de accesibilidad desde la perspectiva social son:

1. Identificar los beneficios sociales asociados a las infraestructuras de accesibilidad, en especial los ascensores, de la red de metro.

2. Aplicación práctica: Desarrollar una metodología adecuada para la valoración de las medidas de accesibilidad actualmente existentes.
3. Comparar los beneficios sociales asociados a cada una de las medidas de accesibilidad proyectadas, sirviendo de método de priorización de inversiones.

### 3. Descripción de la metodología

#### 3.1. Definiciones

Antes de comenzar con la descripción exhaustiva de la nueva metodología desarrollada se exponen a continuación las definiciones básicas que se manejarán en el desarrollo de la misma.

- Beneficio Social. Es la mejora del nivel de desarrollo social (bienestar social o condiciones de vida).
- Índice de Beneficio social. Se define como el valor del beneficio social que aporta un determinado proyecto de accesibilidad. Tiene como objetivo la valoración desde un punto de vista social de este tipo de proyectos.
- Accesibilidad. Grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas o físicas. En el caso que nos ocupa, es la condición que posibilita el llegar, entrar, salir y utilizar las instalaciones de Metro de Madrid.
- Persona con Movilidad Reducida (PMR). Es aquella que tiene limitaciones o deficiencias para la realización de una determinada actividad cotidiana, a causa de una condición de salud o barreras físicas, ambientales, culturales, sociales y del entorno cotidiano. Se incluyen aquí aquellas personas que:
  - van en silla de ruedas,
  - cargan bultos de un cierto volumen o peso,
  - son ciegos total o parcialmente,
  - son sordos total o parcialmente,
  - son ancianos,
  - son mujeres embarazadas,
  - llevan cochecitos o sillas con niños,
  - llevan niños a cuestas, o
  - tienen cualesquiera dificultades físicas para desplazarse con normalidad.
- Medida de accesibilidad. Es aquella actuación que permite el acceso, paso o entrada a un lugar o actividad sin limitación alguna por razón de movilidad reducida.

### 3.2. Variables críticas de contribución al Beneficio Social

Son aquellas que permiten valorar cuan beneficiosa para la sociedad es la instalación de una infraestructura de accesibilidad (por ejemplo, un ascensor) en una determinada estación. Conceptualmente la determinación de estos parámetros sería equivalente a responder a la pregunta: ¿qué factores hacen que sea mejor construir una determinada medida de accesibilidad en un punto de acceso a una red de transporte público A frente otro B?

Las empleadas para el cálculo del Índice de Beneficio Social son:

- Demanda global de la estación. En una estación con más demanda, el beneficio de una medida de accesibilidad es superior, al ser mayor el número de personas que la utilizan. Se tendrán en cuenta no sólo las entradas y salidas a la estación, sino también los movimientos internos que se realicen (transbordos).
- Demanda de personas de capacidades diferentes en la estación. Aquí se incluyen las personas con discapacidades motoras permanentes, ciegos, totales o parciales, y sordos, totales o parciales.
- Demografía de la zona (distribución de la población por edades). Una mayor densidad de niños o ancianos aumenta el beneficio social de las medidas de accesibilidad (fundamentalmente, las relacionadas con la movilidad).
- Proximidad a lugares de uso frecuente por PMRs, como son centros sanitarios/hospitalarios (medido en capacidad o número de camas), guarderías, estaciones de autobuses/ trenes, aeropuerto, centros comerciales,...
- Proximidad a lugares de interés general, entre los que se incluyen zonas turísticas, espacios para celebración de eventos (estadios, palacios de congresos, etc) y sitios destinados a la realización de trámites (comisarías, juntas de distrito, etc).
- Índice de Pérdida de Accesibilidad (IPA). Una medida de accesibilidad será más beneficiosa cuanto mayor sea la reducción del IPA de la estación que ésta genera.
- Inexistencia de otros medios de transporte público accesibles en proximidad. Una medida de accesibilidad aporta mayor beneficio social si la única forma de acceder a la zona es en metro.

### 3.3. Clasificación y ponderación de las variables

La clasificación de estos parámetros se realiza desde dos puntos de vista:

- De oferta (relacionado con la infraestructura de la red de transporte público) o de demanda (que refleja el uso potencial de la medida considerada).
- Interno (que depende de la compañía de transporte considerada) o externo.

Con esto, se construye la denominada “Matriz de Accesibilidad” de tal forma que cada uno de los parámetros se encuadre en una, y sólo una, celda.

Para los parámetros propuestos la matriz quedaría como sigue:

	<b>Internos</b>	<b>Externos</b>
<b>De oferta</b>	- IPA	- Otros medios transporte público
<b>De demanda</b>	- Demanda global - Demanda de personas de capacidades diferentes	- Proximidad lugares PMR - Proximidad lugares interés general - Demografía de la zona

Para la ponderación de las distintas variables, se ponderan filas y columnas de la matriz y dentro de cada celda los parámetros que la componen. Esto se realiza mediante el Método Delphi.

### 3.4. Índice de Beneficio Social

La metodología anteriormente descrita, aplicada a cada una de los puntos de acceso a una red de transporte colectivo, proporciona el Índice de Beneficio Social. Para ello, los pasos a seguir son los siguientes.

1. Cálculo del valor de cada uno de los parámetros para el punto de acceso a estudio.
  - Demanda global. XX millones de viajes.
  - Demanda de personas de diferentes capacidades: XX millones de viajes
  - Análisis demográfico (% niños y % Ancianos en el municipio/distrito/barrio).
  - Lugares de uso frecuente por PMRs a menos de 600 m. (teniendo en cuenta sus subparametros de influencia)
  - Lugares de interés general a menos de 600 m. (teniendo en cuenta sus subparamentos de influencia)
  - Índice de Pérdida de Accesibilidad.
  - Existencia de autobuses o cercanías.
2. Calculo de la puntuación de cada parámetro.
3. Creación de la Matriz de Accesibilidad con la puntuación y la ponderación de cada uno de los parámetros.
4. Cálculo del IBS para los ascensores de la estación de la siguiente forma:

$$IBS = \sum \text{parámetro} * \text{ponderación}$$

5. Análisis cualitativo de medidas de accesibilidad para cada colectivo y en la estación a estudio.

### 3. 5. Ejemplo de aplicación

A modo de ejemplo, se lleva a cabo el estudio de una estación de metro en una ciudad cuya red tiene las siguientes características.

- Máximo número de utilizaciones: 60.000.000 viajes.
- Máxima demanda de PMR's: 2.000 viajes.
- Máximo número de camas de hospital: 1.000.
- Máximo número de centros educativos infantiles: 10.
- Máximo número de centros comerciales: 5.
- Máximo número de centros sociales: 15.
- Máximo número de centros de ocio: 20.
- Máximo número de centros de realización de trámites: 20.
- IPA Máximo: 25 metros.

Y las de la estación donde se va a evaluar el IBS son:

- Número de utilizaciones: 20.239.912 viajes.
- Demanda PMR's: 1.275 viajes.
- IPA: 10.
- Un 9% de los habitantes en un radio de 600 m es menor de 4 años y un 12 mayor de 65.
- En las proximidades hay: un hospital con 300 camas, un centro educativo infantil, 2 centros comerciales, un centro para discapacitados, dos cines y un teatro.
- Se encuentra en una estación de autobuses de larga distancia. Adicionalmente, se puede acceder a la misma tanto por cercanías como por autobús urbano.

Con esto la matriz de accesibilidad quedaría como sigue:

		INTERNOS		EXTERNOS	
OFERTA	IPA		<b>6,00</b>	Inexistencia de otros medios de transporte público	<b>0,00</b>
DEMANDA	Demanda global		<b>3,37</b>	Proximidad a lugares de interés para PMR	<b>2,93</b>
				Proximidad a lugares de interés general	<b>0,60</b>
	Demanda de Discapacitados		<b>6,38</b>	% Distribución demográfica	<b>2,10</b>





Y estimando la siguiente ponderación de parámetros

Demanda global	19,20%
Demanda de personas de diferentes capacidades	28,80%
Distribución demográfica	14,40%
Proximidad a lugares de interés para PMRs	14,40%
Proximidad a lugares de interés general	3,20%
Profundidad de la estación	12,00%
Inexistencia de otros medios de transporte Público	8,00%

resulta un IBS para esta estación de:

<b>IBS</b>	<b>3.95</b>
------------	-------------