

# DICTAMEN SOBRE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 12 DEL METRO, TLAHUAC - MIXCOAC

## ANTECEDENTES

Con base en estudios previos en los que se determinó la necesidad de ampliar la red del Metro hacia el Sur – Oriente de la ciudad que no cuenta con este importante servicio, en el periodo 2000 – 2002, la entonces Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo DGCOST a través de la empresa SYSTRA, realizó los estudios de ingeniería básica para la construcción de la línea 12 del Metro con origen destino de Mixcoac a Acoxpa y trenes con tecnología neumática, para una demanda estimada de 274, 928 pasajeros por día.

En virtud de la demanda identificada en diversos estudios de transporte sobre el corredor Tláhuac, de los altos índices de congestión vial y de los altos tiempos de recorrido que registran los habitantes de Tláhuac y su zona de influencia para llegar al centro de la ciudad y/o conectarse a la red de metro por la falta de infraestructura para el transporte, en la presente administración el STC evaluó la factibilidad de ajustar el trazo de la línea 12 modificando su recorrido a partir del eje 3 oriente hacia la Delegación Tláhuac.

El análisis técnico efectuado para determinar el origen – destino y trazo más adecuados de la línea, consideró principalmente los aspectos relacionados con la magnitud de la demanda esperada, beneficio social, aceptación ciudadana, conectividad con la red existente, dificultades de construcción y costos.

Una vez determinado el nuevo trazo, con la participación de los ingenieros especializados del STC que cuentan con una amplia experiencia en las áreas de material rodante, transportación, mantenimiento, instalaciones fijas y obra civil; se llevó a cabo un comparativo de las tecnologías de trenes neumáticos y férreos, considerando variables tales como: capacidad de transporte, velocidad comercial, rendimiento energético, número de trenes requeridos, potencial de innovación y desarrollo tecnológico en el país, facilidades de abastecimiento de refacciones, facilidades de mantenimiento para trenes y vías, seguridad en la operación, disponibilidad, regulación y control en la operación y costos, de donde se concluyó la conveniencia de operar trenes férreos.

A partir de las definiciones de trazo y tecnología de trenes a utilizar, se encuentran en proceso los estudios de ingeniería básica a lo largo de la línea, mismos que serán la base del proyecto ejecutivo para la construcción de la magna obra, la Línea Dorada, la Línea del Bicentenario.





Finalmente en coordinación con la Dirección General de Obras de Transporte de la Secretaría de Obras del Gobierno del Distrito Federal, se estimó el costo de la obra civil, correspondiendo al STC, la estimación de los costos del material rodante.

Con base en lo anterior se elaboró un proyecto de construcción de la Línea 12 del STC partiendo de los siguientes:

## CONSIDERANDOS

**PRIMERO.** Que el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007 – 2012 establece siete ejes estratégicos de acción entre los que se encuentran los de equidad, desarrollo sustentable y de largo plazo y nuevo orden urbano (servicios eficientes y calidad de vida, para todos); con tres perspectivas transversales de equidad de género; ciencia y tecnología y desarrollo de la vida pública en la ciudad. Asimismo, se destaca que dentro de las estrategias de desarrollo urbano y transporte público, la necesidad de mejorar la distribución territorial de los servicios, la infraestructura y el equipamiento urbano, precisándose como objetivo, ampliar y mejorar el Sistema de Transporte Colectivo.

**SEGUNDO.** Que la Dirección General de Obras para el Transporte, dependiente de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad, tiene entre sus propósitos fundamentales, elaborar estudios, proyectos, construir y supervisar la ampliación de la Red de Líneas del Metro para la Ciudad de México, así como determinar la incorporación de esas nuevas líneas con otros medios de transporte y sus obras complementarias t rentables, lo que es de vital importancia en el mejoramiento de los niveles de bienestar de los habitantes de la Ciudad Capital.

**TERCERO.** Que el [REDACTED] instruyó a la Secretaría General de Obras para que por conducto de la Dirección General de Obras para el Transporte, realizara en el año 2008 la contratación para la construcción de la Línea 12 del Metro Tláhuac – Mixcoac.

**CUARTO.** Que la construcción de la Línea 12 del Metro Tláhuac – Mixcoac, contribuirá a la ampliación de la Red del Metro en el Sur – Oriente y Sur – Poniente de la Ciudad de México, cumpliéndose así una de las prioridades en el Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros de 1996 en sus diferentes horizontes.

**QUINTO.** Que dentro de la concepción de la construcción de la Línea 12 del Metro Tláhuac – Mixcoac, se logrará integrar la Red además de redistribuir la carga que



actualmente existe en las Líneas en operación con las cuales se hará correspondencia (Líneas 8, 2, 3 y 7).

**SEXTO.** Que el 14 de enero del presente, se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el Acuerdo por el que se crea la Comisión de Presupuestación, Evaluación del Gasto Público y Recursos de Financiamiento del Distrito Federal, como un "órgano de apoyo para el análisis en la presupuestación, planeación, coordinación y evaluación de los asuntos, programas y proyectos en materia de gasto público y financiamiento, así como para determinar la viabilidad presupuestal de los proyectos de prestación de servicios a largo plazo en la Ciudad de México".

Con el objeto de que la Comisión evalúe la pertinencia técnica del proyecto, se presenta a su consideración el siguiente:

## **DICTAMEN TÉCNICO**

### ***PROPÓSITO DEL DICTAMEN.***

Aprobar la viabilidad técnica del proyecto.

### **OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.**

Mejorar la cobertura, calidad y eficiencia del servicio que presta el Sistema de Transporte Colectivo mediante la incorporación de la Línea 12 en el Sur, Oriente y Poniente de la Ciudad lo que permitirá en consecuencia incrementar la oferta del servicio, ampliando la disponibilidad de un medio de transporte rápido y confiable a la población del Sur, Oriente y Poniente así como del total de usuarios de la Red del Metro.

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

La Línea 12 del Metro Tláhuac-Mixcoac estará conformada con 20 estaciones y 2 terminales de ascenso y descenso de pasajeros; asimismo tendrá correspondencia con las Líneas 2 en estación Ermita; con Línea 3 en estación Zapata; con Línea 7 en estación Mixcoac y con Línea 8 en la estación Francisco





del Paso; tendrá un recorrido de 24.2 kilómetros de Línea. Sobre la base del trazo, demandas estimadas y experiencia en la operación de la red del Metro, se determinó conveniente considerar para la óptima operación de la Línea, Trenes de 9 vagones de rodadura férrea o neumática; al inicio de operaciones 20 trenes con intervalos de 4 minutos y 39 trenes operando a máxima capacidad con intervalos de 2 minutos; pilotaje automático, estaciones de rectificación, alimentación de energía eléctrica en alta tensión, señalización en línea y radiotelefonía.

Mixcoac  
Insurgentes Sur  
20 de Noviembre  
Zapata  
Parque de los Venados  
Eje Central  
Ermita  
Vía Láctea  
Mexicalzingo  
Axomulco  
Ganaderos  
Barrio Tula  
ESIME Culhuacan  
La Virgen  
Calle 11  
Periférico Oriente  
San Lorenzo  
Los Olivos  
Nopalera





Zapotilán

Tlaltenco

Tláhuac

### Características de la Línea 12 del Metro Tláhuac-Mixcoac

- No. Estaciones 20
- No. Estaciones Terminales 2
- Longitud Aproximada 24.2 Km
- No. de Trenes al inicio de operaciones 20 (con intervalos de 4 minutos)
- No. Trenes operando a máxima capacidad 39 (con intervalos de 2 minutos)

## **JUSTIFICACIÓN**

La finalidad de la construcción de la Línea 12 del Metro Tláhuac-Mixcoac, es resolver la demanda del transporte público de pasajeros en el Sur-Oriente y Sur-Poniente de la Ciudad, así como permitir el desahogo de las líneas de transporte que corren paralelas a ésta.

La construcción de la Línea 12 del Metro Tláhuac-Mixcoac, proporcionará a los usuarios de las Zonas Sur, Sur-Oriente y Sur-Poniente de la Ciudad, una opción de transporte, rápido, seguro y confortable, con grandes posibilidades de trasbordo y conexión al resto de las líneas existentes.

Ofrece opciones de transporte a tres de las delegaciones que tienen la menor oferta de infraestructura vial primaria (Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco); atiende al corredor de transporte Centro - Iztapalapa - Tlahúac - Milpa Alta (y eventualmente Chalco), hoy carentes de infraestructura y servicios con importante presencia de población de bajos ingresos; ofrece una solución a los habitantes de la Zona Sur - Oriente, ante la falta de transporte masivo.

En términos de eficiencia, la Línea a Tláhuac:

- a) Reducirá de dos horas a 45 minutos el tiempo de viaje al centro de la ciudad por las demoras acumuladas por ineficiencia de servicios de transporte colectivo;



b) Ofrecerá diversas opciones de conexión de Tláhuac con las principales zonas de servicios, empleo, educación y recreación de la ciudad; así mismo, en esta alternativa se tiene una mayor captación inicial de 400 mil usuarios en día laborable (49% más que la opción a Xochimilco).

Considerar como estación terminal en Tláhuac tiene mayores ventajas que a Xochimilco, alternativa que también fue considerada, puesto que éste cuenta con seis estaciones del tren ligero y Tláhuac no dispone de infraestructura de transporte masivo. Desde el punto de vista social, se tiene la aceptación ciudadana, mientras la alternativa Xochimilco infiere una oposición de grupos ambientalistas; se amplía el servicio disponible a Iztapalapa que es la Delegación más poblada del Distrito Federal; en Tláhuac, se cuenta con disponibilidad de área para talleres y depósito (se requieren de 190,000 m<sup>2</sup>).

Adicionalmente permitirá una mejor distribución al traslado de los pasajeros de la red del Metro, dando conectividad a las líneas 8, 2, 3 y 7, lo cual creará espacios a los usuarios que en este momento tienen la necesidad de efectuar grandes rodeos consumiendo varios kilómetros y tiempo.

Además, las líneas del Metro siempre se han caracterizado por incorporar tecnologías de última generación, que están disponibles en México, y que inclusive marcan la pauta para nuevas investigaciones y nuevos procedimientos, o bien la utilización de nuevos materiales.

### **BENEFICIOS SOCIALES:**

El proyecto de la Línea 12 al Sur-Oriente de la Ciudad, presenta una alta rentabilidad ya que incide en diversos aspectos de beneficio social tales como:

- **Equidad.-** Al llevarse el servicio a una zona del Distrito Federal que hoy carece del mismo, mejora la equidad en la distribución de la infraestructura y servicios disponibles atendiendo zonas habitadas con personas de escasos recursos y carencias urbanas.
- **Mejora de la conectividad de la red del STC.-** La ciudadanía en general se beneficiará de una red del Metro mejor integrada, especialmente en el sur de la Ciudad, al permitirse la conectividad, hoy inexistente, en la dirección oriente-poniente de las Líneas 7, 3, 2 y 8.
- **Transporte sustentable, amigable con la naturaleza y la vida social.-** Transformará más de 400 mil viajes diarios que hoy se realizan a través de medios de transporte de mediana y pequeña capacidad, con motores de



combustión, operando en la insuficiente vialidad disponible, saturándola en horas de máxima demanda, en viajes que se realizarán en un transporte subterráneo, confinado, de tracción eléctrica, de gran capacidad, calidad y seguridad.

- **Reducción de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera del Distrito Federal.-** Includo el bióxido de carbono, de efecto invernadero, y el cambio en el aprovechamiento del espacio público, favoreciendo la construcción de nuevas zonas verdes, proyectos ecológicos, ciclovías y espacios de convivencia social.
- **Reducción en el tiempo de transporte cotidiano.-** Permitirá un considerable ahorro cotidiano en el tiempo necesario de transporte de los habitantes del Sur-Oriente que en función de la mejor alternativa, se benefician directamente (Tláhuac, Iztapalapa, Coyoacán, Benito Juárez) y aquellos que contarán ahora con posibilidades de transbordos cercanos (Xochimilco-Vía Tulyehualco-, Álvaro Obregón y Milpa Alta).
- Un viaje de Tláhuac al Centro Histórico del Distrito Federal podrá realizarse en 45 minutos, cuando hoy requiere hasta 2 horas en el periodo de máxima demanda. Este ahorro permitirá a los usuarios aprovechar mayor tiempo para compartirlo con sus familias, descanso, capacitación y otras.
- **Mejora del tránsito en la zona de influencia.-** Al reducir los niveles de ocupación de la vía pública por transporte público de superficie.
- **Ahorro en el costo del pasaje.-** Brindará un ahorro en el costo del pasaje diario a la mayor parte de los usuarios que hoy pagan transporte concesionado, a mayores tarifas, pasando de \$ 13.00 a \$ 4.00 en los viajes de largo recorrido al centro de la Ciudad.
- **Desarrollo urbano.-** Se propiciará la mejoría del desarrollo urbano y de otros servicios, como agua, iluminación, zonas verdes, ciclovías y otros, en la zona de influencia.

#### **BENEFICIOS ECONÓMICOS:**

Mejora de la eficiencia y calidad de los sistemas de transporte permitiendo reducir tiempos de recorridos:

\$



- Utilizando como criterio la metodología elaborada por el Instituto Mexicano del Transporte, el valor del tiempo de pasajero en auto o autobús es de 13 pesos por hora. **Si consideramos que el ahorro en tiempo de traslado en Metro será en promedio una hora, ello se traducirá en un beneficio económico de 1,898 millones de pesos al año, sólo por lo que respecta a este concepto.**
- Ahorro en combustibles al disminuir los tiempos de traslado.
- En algunas ciudades del mundo, el monto correspondiente a la revalorización de los terrenos ubicados en el área de influencia del trazo de líneas de metro, ha resultado superior al costo de la inversión.

### POBLACIÓN BENEFICIADA:

La población beneficiada directamente será al menos 200,000 personas que se traducirán en 400,000 viajes al día al inicio de la operación y se irá incrementando conforme el tiempo vaya sucediendo y la eficiencia de la Línea se vaya conociendo.

Se generarán 15,000 empleos directos y 10,000 indirectos durante la ejecución de la obra y en la puesta en operación de la línea.

Se destaca, que la obra de la Línea 12, traerá como beneficio directo obras de infraestructura complementaria necesarias, tales como: construcción de tres centros de tranferencia modal, solución de 18 cruces conflictivos coincidentes con el trazo de la línea, cambio de imagen de la avenida a lo largo del trazo seleccionado, construcción de obras de drenaje, reforestación de la zona sur – poniente de la Ciudad, principalmente.

### SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA:

La decisión de ser subterránea obedece a principios de índole técnicos y constructivos, apoyados con los accesos que nos brindan las nuevas tecnologías de punta y que favorecen la aplicación de los recursos tan hoy objetados.

La estructura destinada a la circulación de trenes de un sistema Metro, para la Ciudad de México ha sido conocida como "Cajón", la cual es una estructura de concreto armado, de sección rectangular, construida a cielo abierto y desplantada a la menor profundidad posible. Esta debe cumplir con los requisitos de **estabilidad, compensación, flexibilidad e impermeabilidad**, que se requieren para suelos con características tan particulares como los del Valle de México.





Los factores que intervienen en el dimensionamiento interno del cajón son:

**GÁLIBO HORIZONTAL:** la distancia mínima de seguridad con trenes en movimiento proporcionadas por el gálibo dinámico; sistema de fijación de vía por utilizar, andadores para el personal de mantenimiento; características geométricas de las curvas; localización de aparatos de vía e instalaciones electromecánicas.

**GÁLIBO VERTICAL:** el proyecto de perfil del tramo, que en él se determina la posición vertical de estaciones, tramos de interestación; las rejillas o en su caso galerías de ventilación, cárcamos, sobre elevaciones en zonas de curvas; dimensiones estáticas y dinámicas del material rodante.

**Exploración Geotécnica:** Con los estudios realizados se determinó que existen tres zonas de influencia del trazo de la Línea 12

- **Zona de lago:** formada principalmente por arcillas plásticas de alto contenido de humedad y resistencia baja, por lo que son altamente deformables, espesor variable entre 20 a más de 100 metros.
- **Zona de lomas:** formación de resistencias mayores, poca humedad, se encuentran generalmente materiales arenosos y rocas de diversa calidad.
- **Zona de transición:** con intercalaciones de lentes de arcilla de espesores variables, lentes arenosos, limos – arenosos, zona muy heterogénea, susceptibilidad a los agrietamientos.

### **Ventajas:**

Dentro de ellas se pueden enunciar las siguientes:

No se requiere de grandes secciones transversales de las avenidas por las cuales se pretenda construir; no afecta al paisaje urbano; facilita el proyecto de vialidades en cualesquiera de sus modalidades y por ser subterránea, es posible proyectar cualquier tipo de sección transversal.

Desde el punto de vista geotécnico, la solución Cajón subterránea, presenta las mejores condiciones posibles, al destacar que no inducirá deformaciones por sobrecarga, su comportamiento en zona de lago es adecuado, ya que se comporta de acuerdo al hundimiento regional.



En zona de transición, puede soportar deformaciones diferenciales y de acuerdo a su posición con respecto a suelos resistentes y duros, sus deformaciones serán mínimas.

Así mismo desde el punto de vista Geométrico presenta ventajas amplias, dado que no se requiere de grandes espacios en las avenidas y no se afecta el paisaje urbano.

### **CONTRATACIÓN COMO PROYECTO INTEGRAL:**

En el artículo 3º de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal se define al "Proyecto Integral" como: "Las acciones que comprenden el desarrollo de un trabajo, incluyendo investigaciones previas, estudios, diseño, elaboración del proyecto, la construcción hasta su terminación total, capacitación, pruebas e inicio de operación del bien construido, incluyendo, cuando se requiera, transferencia de tecnología."

Al llevar al cabo la construcción de la Línea 12 como un proyecto integral, se obtendrán muchos beneficios, tales como:

- La empresa a la que se le adjudique la obra será la responsable de realizar el diseño y la construcción, evitando discrepancias entre esas acciones.
- Existirá un mejor flujo de comunicación entre las áreas encargadas del diseño y de la construcción, lo que permitirá dar soluciones ágiles a la problemática que se presente.
- La empresa contratista tendrá el control de la planeación de la obra, desde el diseño hasta su ejecución, lo que le permitirá manejar sus tiempos y actividades, con el fin de entregar la obra a término en la fecha prometida.

### **CALIDAD Y SEGURIDAD:**

Para garantizar que la obra se realice según lo programado, con la calidad deseada y considerando además los aspectos de seguridad, será necesario que la empresa contratante implante un Sistema de Gestión de la Calidad en la obra, el cual deberá cumplir con la norma ISO-9001:2000.





## CONCLUSIONES

Con base en los elementos anteriormente expuestos se concluye lo siguiente:

**PRIMERO.** La alternativa de Origen – Destino y trazo para la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo que presenta las mayores ventajas en términos de beneficio social, captación de demanda estimada, conectividad y eficiencia de la Red actual del Metro, disponibilidad y factibilidad de espacios para la ubicación del centro de transferencia modal, encierro y Terminal es la alternativa con origen en Tláhuac y destino en Mixcoac.

### **SEGUNDO. Solución Constructiva.**

Las soluciones constructivas genéricas conocidas tienen los siguientes atributos:

**Cajón Subterráneo.-** Sección rectangular que no inducirá deformaciones por sobrecarga, su comportamiento en zona de lago es adecuado, ya que se comporta de acuerdo al hundimiento regional, y su mantenimiento es mínimo o nulo. En zona de transición, puede soportar deformaciones diferenciales y de acuerdo a su posición respecto al suelo duro, las deformaciones serán mínimas.

**Viaducto Elevado.-** En zona de lago, se requiere de una cimentación con pilotes, de fricción, cuyo comportamiento es incierto debido a que los apoyos se mueven diferencialmente e inducen deformaciones en las estructuras, instalaciones fijas y desgaste adicional al material rodante, requiere supervisión y mantenimiento continuo. En la zona de transición, se requiere una solución con pilas o pilotes de punta, lo que inducirá deformaciones en la superficie, se presentan deformaciones diferenciales entre apoyos, siendo crítico por la heterogeneidad del suelo de apoyo, inducen deformaciones en las estructuras, instalaciones fijas, y desgaste adicional al material rodante, requiere supervisión y mantenimiento continuo.

**Viaducto de superficie.-** Esta solución requiere del confinamiento de vías e instalaciones de la Línea, lo que implica la ocupación permanente de la vialidad; demanda la construcción de puentes y pasos deprimidos para personas y vehículos de las vialidades que cruzan el trazo.

Con base en lo anterior y a las experiencias en el comportamiento de las líneas y tramos elevados (casos críticos de las Líneas A, B y 4), así como por la falta de

sección a nivel a lo largo del trazo principalmente de la alternativa Tláhuac – Mixcoac, se recomienda la construcción de una línea totalmente subterránea.

México, D.F., a 16 de Enero de 2007.

A large black rectangular redaction box covering a signature.A large black rectangular redaction box covering a signature.A large black rectangular redaction box covering a signature.



**3. DICTAMEN TÉCNICO  
PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN – DESTINO Y TRAZO  
DE LA LÍNEA 12 DEL METRO AL SUR - ORIENTE DE LA CIUDAD DE  
MÉXICO**

*[Handwritten signatures and initials]*

## DICTAMEN TÉCNICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN – DESTINO Y TRAZO DE LA LÍNEA 12 DEL METRO AL SUR - ORIENTE DE LA CIUDAD DE MEXICO

### OBJETIVO

Efectuar un *análisis técnico* de las alternativas de origen – destino y trazo propuestos para la línea 12 del metro *que permita definir la mejor opción para el desarrollo de la infraestructura así como el mejoramiento de la conectividad y eficiencia de la red del Metro* y en general, atender con seguridad, calidad y costo accesible, los servicios de transporte al sur oriente de la ciudad, a partir de los siguientes:

### CONSIDERANDOS

#### PRIMERO.

Que conforme a su decreto de creación publicado en el Diario Oficial de fecha 29 de abril de 1967, y a los decretos que reforman, adicionan y derogan diferentes disposiciones al diverso por el que se crea el organismo público descentralizado denominado "Sistema de Transporte Colectivo" (STC), específicamente el correspondiente al publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal de fecha 26 de septiembre del 2002, el organismo, tiene por objeto la construcción, mantenimiento operación y explotación de un tren con recorrido subterráneo, superficial y elevado para el transporte colectivo de pasajeros en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

#### SEGUNDO

Que el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007 – 2012 establece siete ejes estratégicos de acción entre los que se encuentran los de equidad, desarrollo sustentable y de largo plazo y nuevo orden urbano (servicios eficientes y calidad de vida, para todos); con tres perspectivas transversales de equidad de género; ciencia y tecnología y desarrollo de la vida pública en la ciudad. Asimismo, se destaca que dentro de las estrategias de desarrollo urbano y transporte público, la necesidad de mejorar la distribución territorial de los servicios, la infraestructura y el equipamiento urbano, precisándose como objetivo, ampliar y mejorar el Sistema de Transporte Colectivo.

#### TERCERO

Que en sus 38 años de servicio ininterrumpido, el metro ha demostrado ser el sistema de transporte mas eficiente y de alta calidad en la Zona Metropolitana del Valle de México; mismo que presenta entre otras las siguientes ventajas: Es un instrumento de equidad social y subsidio directo a población de bajos recursos, representa una solución a la problemática de transporte con visión integral de largo plazo, impulsa el desarrollo económico en su zona de influencia y tiene una amplia aceptación de la población

#### CUARTO

Que a la fecha la red del Sistema de Transporte Colectivo, está conformada por 202 kilómetros de vías dobles en servicio, un parque vehicular integrado por 355 trenes, 322 de rodada neumática (9 carros por tren) y 33 trenes férreos (6 carros por tren) y 175 estaciones, de las cuales 107 son subterráneas, 52 superficiales y 16 elevadas, infraestructura que le permitió atender en promedio durante el año 2006 a 4.4 millones de pasajeros por día laborable, que equivalen al 15% de los 30.8 millones de tramos de viaje/persona/día que se generan diariamente en el Área Metropolitana de la Ciudad de México.

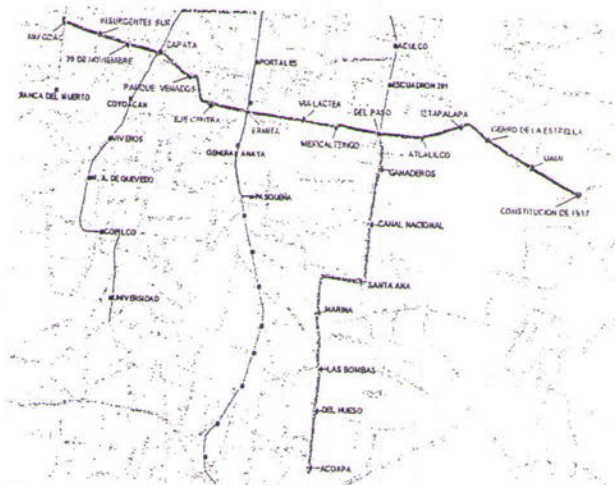




Red actual del metro de la Ciudad de México

**QUINTO**

Que como instrumentos de planeación de la red del Sistema de Transporte Colectivo, el Gobierno de la ciudad cuenta entre otros, con el Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros (PMMyTL) 1996 y el Programa de Transportes Eléctricos de 1997 en los que se establecieron como origen destino de la línea 12, Mixcoac - Santa Martha e Indios Verdes - Periférico para la línea 8 del metro respectivamente.



Trazos originales de las Líneas 8 y 12 del metro

**SEXTO**

Que en la primera etapa de construcción de la línea 8 Garibaldi - Constitución de 1917 que inició su operación en el 20 que de julio de 1994, se ajusto el trazo original para atender la demanda que se genera del oriente de la delegación Iztapalapa hacia el centro de la ciudad.

**SEPTIMO**

Que en el periodo 2000 - 2002 se realizaron estudios de ingeniería básica de la línea 12 considerando como origen - destino Río Becerra - Periférico Sur (Mixcoac - Acoxta), teniéndose como base una demanda estimada de 274, 928 pasajeros para la mejor alternativa analizada en el estudio de referencia, que se detalla en la evaluación correspondiente.

*[Handwritten signatures and marks at the bottom of the page]*



### **OCTAVO**

Que el sistema de transporte colectivo cuenta con personal técnico – operativo, altamente especializado en el diseño construcción, operación, y mantenimiento del metro, por lo que es necesario aprovechar su amplia experiencia, en la definición del origen – destino, trazo y características básicas de la línea 12, principalmente para mejorar su diseño, garantizar el uso de tecnología de punta que sea compatible con la infraestructura y equipamiento existentes y evitar problemas recurrentes que presentan las líneas actuales entre otros.

### **NOVENO**

Con base en los considerandos anteriores y con el fin de determinar la mejor opción de origen-destino, trazo y características básicas de la línea 12 del metro, en términos de beneficio social, demanda esperada, calidad del servicio, complementariedad y eficiencia d la red, mejoramiento de la infraestructura existente, factibilidad de construcción y costo entre otros, con la participación de las áreas sustantivas del organismo, se efectuaron los siguientes:

## **ANÁLISIS TÉCNICOS**

### **DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN.**

A partir de la información disponible de diversos estudios de transporte realizados total o parcialmente sobre corredores y/o la zona de influencia de la alternativa "Acoxpa -Mixcoac ", ubicada al sur – oriente de la ciudad, se determinó la alternativa "Tláhuac – Mixcoac" con dos variantes de trazo en su continuidad al sur, provenientes de Mixcoac por el eje 7 sur (Zapata) - División del Norte – eje 8 sur (Ermita Iztapalapa): opción 1) por eje 3 oriente, opción 2) por Av Tláhuac. asimismo, se evaluó la alternativa de reestablecer el trazo original de las líneas 8 y 12, es decir: 1) Acoxpa – Garibaldi, considerando en la evaluación inclusive, la posibilidad de alargamiento de esta hacia la estación La Raza y 2) Mixcoac – Santa Martha (Constitución de 1917).

Las alternativas mencionadas, fueron evaluadas, atendiendo a los siguientes criterios: beneficio social; demanda estimada y sus características de redistribución en la red de Metro; conectividad de las líneas; aceptación vecinal, dificultad de construcción y costos, entre otros.

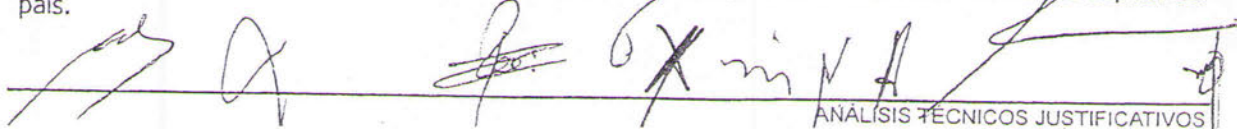
### **1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.**

De los resultados definitivos del II Censo de población y vivienda 2005 en Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) destacan los siguientes aspectos para el Distrito Federal:

#### **I. Población total por delegación y tasas de crecimiento**

El Distrito Federal tenía, al 17 de octubre de 2005, un total de 8 720 916 residentes habituales de los cuales 52% son mujeres y 48% son hombres. Dicha población representa el 8.4% de los 103.3 millones que conforman el total nacional y en el último lustro creció a una tasa media anual de 0.24%, cuando cinco años antes fue de 0.32%.

II. Distribución territorial. De la población, la distribución de población en la entidad muestra una concentración en algunas delegaciones: Iztapalapa, con 1.8 millones de personas, que participa con el 20.9% del total de la entidad y crece a una tasa media anual del 0.47%; Gustavo A. Madero con 1.2 millones, que representan el 13.7% y cuya población decrece en promedio anual 0.61%; Álvaro Obregón con poco más de 706 mil habitantes, que contribuye con el 8.1% del total de la capital del país.





Las delegaciones menos habitadas tienen los mayores ritmos de crecimiento promedio anual: Milpa Alta con cerca de 116 mil pobladores, que representan el 1.3% del total de la entidad y que posee el mayor ritmo de crecimiento con 3.23%; Cuajimalpa de Morelos con más de 173 mil personas, que participa con el 2.0% del total y crece a una tasa de 2.46%.

La intensidad de los flujos migratorios de la entidad ha disminuido; de manera que entre 1995 y 2000 llegaron a la capital el 4.9% de los residentes; en tanto que para el último quinquenio la proporción disminuyó al 2.4 %.

Entidad	Población			Tasa de crecimiento	
	Total	Hombres	Mujeres	1995-2000	2000-2005
Distrito Federal	8 720 916	4 171 683	4 549 233	0.32	0.24
Álvaro Obregón	706 567	336 625	369 942	0.35	0.50
Azcapotzalco	425 298	201 618	223 680	-0.73	-0.64
Benito Juárez	355 017	161 553	193 464	-0.61	-0.27
Coyoacán	628 063	295 802	332 261	-0.47	-0.34
Cuajimalpa de Morelos	173 625	82 426	91 199	2.36	2.46
Cuauhtémoc	521 348	245 697	275 651	-1.06	0.17
Gustavo A. Madero	1 193 161	573 847	619 314	-0.40	-0.61
Iztacalco	395 025	187 859	207 166	-0.43	-0.71
Iztapalapa	1 820 888	885 049	935 839	1.04	0.47
La Magdalena Contreras	228 927	109 649	119 278	1.10	0.54
Miguel Hidalgo	353 534	163 271	190 263	-0.76	0.04
Milpa Alta	115 895	57 013	58 882	4.22	3.23
Tláhuac	344 106	167 271	176 835	4.01	2.28
Tlalpan	607 545	292 141	315 404	1.21	0.77
Venustiano Carranza	447 459	212 050	235 409	-1.12	-0.59
Xochimilco	404 458	199 812	204 646	2.53	1.59

Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005. Resultados Definitivos.

Las alternativas de trazo propuestas al sur – poniente de la ciudad, antes mencionadas, benefician principalmente a las delegaciones de Iztapalapa, Tláhuac, Xochimilco, Milpa Alta; Coyoacán y Benito Juárez, siendo la de mayor cobertura la delegación Iztapalapa con aproximadamente 10.5 Km. y una cobertura de aproximadamente 6 Km. las delegaciones Tláhuac y Benito Juárez, cada una.

Asimismo, de las seis delegaciones mencionadas, las cuatro primeras, presentan altos índices de crecimiento demográfico, que fluctúan entre 104% y 422% en el periodo 1995-2000 y entre el 47% al 323% en el periodo 2000-2005, correspondiendo los mas altos índices de crecimiento a las delegaciones de Milpa Alta y Tláhuac lo que contrasta sensiblemente con el decrecimiento de las principales delegaciones del centro y norte de la ciudad. Por otra parte, las delegaciones con mayores tasas demográficas tienen menor dotación de infraestructura y servicios para transporte masivo, de donde se infiere la necesidad de mejorar la infraestructura, servicios y calidad de vida las delegaciones con mayor crecimiento.

De lo anterior, se destaca que en números absolutos, por su magnitud en términos de población, y cobertura mencionada, la delegación Iztapalapa es la mas importante generadora de viajes, para la alternativa de origen – destino y trazo de la línea12 Tláhuac – Mixcoac.



## 2. BENEFICIO SOCIAL

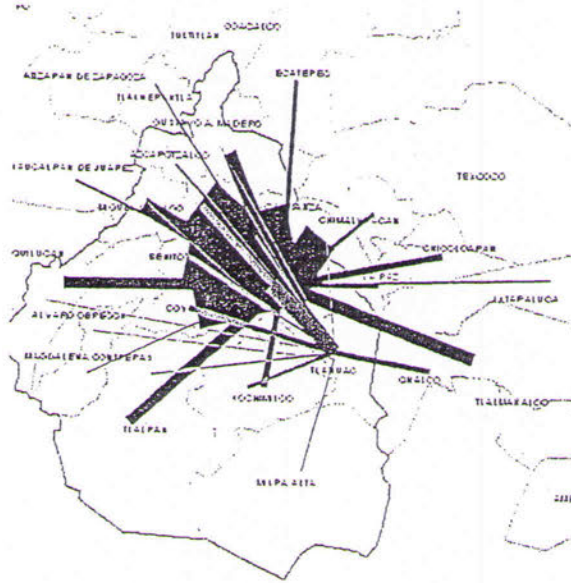
El proyecto de la línea 12 al sur – oriente de la ciudad, presenta una alta rentabilidad social ya que incide en diversos aspectos de beneficio social tales como:

- Equidad.- Al llevarse el servicio a una zona del Distrito Federal que hoy carece del mismo, mejora la equidad en la distribución de la infraestructura y servicios disponibles atendiendo zonas habitadas con personas de escasos recursos y carencias urbanas.
- Mejora de la conectividad de la red del STC.- La ciudadanía en general se beneficiará de un red del Metro mejor integrada, especialmente en el sur de la Ciudad, al permitirse la conectividad –hoy inexistente, en la dirección oriente-poniente de las líneas 7,3, 2 y 8.
- Transporte sustentable, amigable con la naturaleza y la vida social.- Transformará más de 400 mil viajes diarios que hoy se realizan a través de medios de transporte de mediana y pequeña capacidad, con motores de combustión, operando en la insuficiente vialidad disponible, saturándola en horas de máxima demanda, en viajes que se realizarán en un transporte subterráneo, confinado, de tracción eléctrica, de gran capacidad, calidad y seguridad.
- Reducción de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera del Distrito Federal.- Includo el bióxido de carbono, de efecto invernadero, y el cambio en el aprovechamiento del espacio público, favoreciendo la construcción de nuevas zonas verdes, proyectos ecológicos, ciclovías y espacios de convivencia social.
- Reducción en el tiempo de transporte cotidiano.- Permitirá un considerable ahorro cotidiano en el tiempo necesario de transporte de los habitantes del sur oriente que en función de la mejor alternativa, se benefician directamente (Tláhuac, Iztapalapa, Coyoacán, Benito Juárez) y a aquellos que contarán ahora con posibilidades de transbordos cercanos (Xochimilco –vía Tulyehualco -, Álvaro Obregón y Milpa Alta).
- Un viaje de Tláhuac al centro histórico del Distrito Federal podrá realizarse en 45 minutos, cuando hoy requiere de 2 horas en el tiempo de máxima demanda. Este ahorro permitirá a los usuarios aprovechar mayor tiempo para compartirlo con sus familias, descanso, capacitación y otras.
- Mejora del tránsito en la zona de influencia.- Al reducir los niveles de ocupación de la vía pública por transporte público de superficie.
- Ahorro en el costo del pasaje.- Brindará un ahorro en el costo del pasaje diario a la mayor parte de los usuarios que hoy pagan transporte concesionado, a mayores tarifas, pasando de \$13.00 a \$4.00 en los viajes de largo recorrido al centro de la ciudad.
- Desarrollo urbano.- Se propiciará la mejoría del desarrollo urbano y de otros servicios, como agua, iluminación, zonas verdes, ciclovías y otros, en la zona de influencia.





3. MOVILIDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO.



En el marco de la Encuesta Origen-Destino 1994, tomada como base para los análisis de factibilidad antes de conocer los resultados de la encuesta O - D 2006 - 2007 indicaba que el patrón de viajes en las delegaciones de influencia del proyecto de Línea 12 es de viajes internos en las propias delegaciones que los generan y viajes de mediano recorrido con las delegaciones circunvecinas y a lo largo del corredor. En este contexto, la suma de viajes generados por las delegaciones Iztapalapa y tláhuac que se localizan en la zona inmediata de influencia del trazo de la alternativa Tláhuac - Mixcoac, asciende a 1'291,478, en tanto que los viajes generados por las delegaciones Xochimilco y Coyoacán que se localizan en las inmediaciones del trazo de la alternativa " Acoxa - Mixcoac asciende a 1'285,691 viajes, lo anterior sin considerar las alternativas modales de transporte y de acceso salida (infraestructura vial) con que cuentan estas delegaciones, siendo la mas crítica la delegación Tláhuac en términos de accesibilidad.

Los principales destinos del corredor Tláhuac - Mixcoac son: Iztapalapa, Cuauhtémoc Ixtacalco Coyoacán y Tláhuac; en tanto que para el corredor Acoxa - Mixcoac son; Coyoacán, Tlalpan, Iztapalapa, Benito Juárez y Cuahutémoc, lo que plantea la necesidad de conectividad de la línea al centro, al poniente y al oriente de la ciudad.

ORIGENES	DESTINOS									ESTATALES
	CUAUHTEMOC	IXTACALCO	BENITO JUÁREZ	MIXCOAC	IZTAPALAPA	COYOACÁN	TALPÁN	XOCHIMILCO	TLÁHUAC	
BENITO JUÁREZ	145,201	47,572	414,976	122,782	73,236	96,417	6,853	7,788	34,506	949,331
IZTAPALAPA	134,311	107,581	76,145	25,093	593,750	87,286	29,616	13,626	24,779	1,092,187
COYOACÁN	87,532	24,423	97,661	63,380	88,364	397,678	10,887	40,820	119,413	930,158
TLÁHUAC	12,374	3,390	5,797	1,452	29,994	11,732	120,639	9,424	4,589	199,391
XOCHIMILCO	14,312	1,807	9,005	7,101	13,368	40,737	9,507	214,504	45,392	355,533
TOTALES	393,730	184,573	603,584	219,808	798,712	633,850	177,502	286,162	228,679	3,526,600

Matriz origen - destino de viajes en delegaciones con influencia del proyecto de línea 12, eod.1994

Encuesta O - D 2007

El comportamiento de la trascendencia de viajes de la zona, se confirma con los datos de las encuestas origen - destino (línea 8) llevado a cabo en la red de metro, y de ratificación con los resultados finales de la encuesta Origen y Destino de la movilidad de los habitantes de la Zona Metropolitana del valle de México 2007 realizado por el INEGI el que arrojó los siguientes resultados en la zona de influencia de la línea:

*[Handwritten signatures and marks]*



En la zona de influencia directa de la Línea 12 Tláhuac – Iztapalapa – Mixcoac, que abarca, las colonias Portales, Del Valle, Ciudad de los Deportes, San Andrés Tetepilco, Tezonco, Lomas Estrella, Pueblo de Culhuacán, Campestre Churubusco y delegación de Tláhuac; se ubican 1,232,306 residentes.

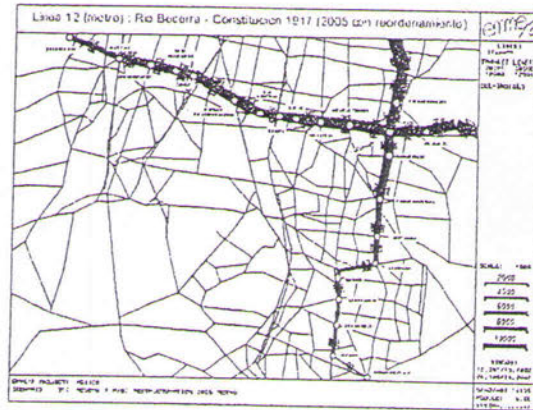
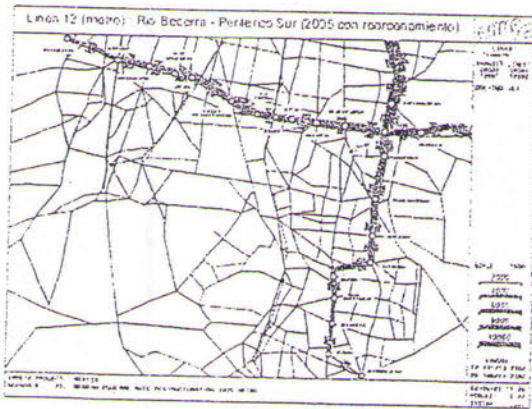
Los resultados indican que en esa zona, se generan 1, 758,806 viajes diarios; atraen por su actividad económica y usos del suelo 1, 761,789 viajes y se realizan del orden de 247,785 viajes locales, lo anterior sin considerar los viajes de los usuarios que utilizarán este servicio, provenientes de Milpa Alta, Xochimilco, oriente de Iztapalapa y Chalco en el Estado de México, entre otros.

Así mismo los resultados corroboran que tan solo en la delegación de Tláhuac, se realizan del orden de 294,635 viajes generados, atraídos y locales. Todos estos datos ratifican la necesidad de este importante medio de transporte masivo al sur-oriente de la ciudad y garantiza el éxito de la futura línea del metro.

**4. DEMANDA**

**4.1 ESTUDIO DE DEMANDA DGCOST - SYSTRA**

En el año 2002, la entonces Dirección General de Construcción de obras del Sistema de Transporte Colectivo (DGCOSTC), realizó estudios de ampliaciones de la red del Metro utilizando el modelo EMME/2, el cual fue calibrado con una serie de estudios de campo que realizaron sobre la zona de influencia de las líneas 12 y 8 planteadas en el Plan Maestro del Metro evaluándose dos configuraciones para la línea 12, ambas con y sin ordenamiento del transporte público : 1) trazo en escuadra. "Río Becerra - Constitución de 1917" y 2) trazo en cruz " Río Becerra – Periférico sur"



Alternativas en escuadra y en cruz de la línea 12

El resultado presenta una mayor demanda para la alternativa Río-Becerra-Periférico Sur (Mixcoac – Acoxa) considerando el ordenamiento de transporte público en la zona, con una demanda de 274,928 usuarios por día; y un rango entre los 12 500 y los 18 000 pasajeros por hora por sentido en el largo plazo. Así mismo, se determinó una demanda inicial de 132,300 usuarios en caso de construirse una primera etapa de Río Becerra a la estación Del Paso, por lo que se concluye del análisis que la mejor alternativa para el trazo de la línea 12 es la denominada solución "en escuadra".

*[Handwritten signatures and marks]*

ANÁLISIS TÉCNICOS JUSTIFICATIVOS



RIO BECERRA-PERIFERICO SUR						
ESCENARIOS	2005		2010		2020	
CONFIGURACIÓN	ESCUADRA	CRUZ	ESCUADRA	CRUZ	ESCUADRA	CRUZ
ORDENAMIENTO	274,928	249,200	280,576	256,600	286,720	264,000
SIN ORDENAM.	244,776	220,344	250,448	227,848	256,672	236,104

Resultados del estudio de demanda DG/COST – SYSTRA

### ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA DG/COST STC

Se destaca que complementariamente los estudios de demanda, en el periodo de septiembre de 1999 a junio del 2003, se contrataron los siguientes estudios de ingeniería básica a lo largo del corredor de la alternativa Río Becerra – Periférico sur (Mixcoac – Acoxta).

Estudio de respuesta sísmica del subsuelo en el trazo de la línea.- El estudio incluye: Exploración geotécnica a lo largo del corredor; determinación de las características del subsuelo; definición de parámetros de diseño sísmico para las estructuras del metro a lo largo del corredor de la línea; determinación de espectros de diseño sísmico para las estructuras de la nueva Línea de Metro

Exploración geotécnica.- Ejecución de la exploración geotécnica en el corredor; determinación de estratigrafía a lo largo del corredor; determinación de características, propiedades índice y propiedades mecánicas del subsuelo.

Estudios de planeación y factibilidad técnica.- Modelación para determinar la posible captación de la Línea 12 utilizando el EMME/2; Estudio de inserción de trazo de la línea 12; estudio de inserción de Estaciones; estudio comparativo de material rodante; estudio de reordenamiento del transporte en el área de influencia de la Línea.

Topografía general y calas.- Levantamiento topográfico de planimetría, perfil y secciones transversales a lo largo del corredor en una longitud de 20 kilómetros; ejecución de calas para detección en forma precisa de las instalaciones existentes; levantamiento topográfico de instalaciones municipales a lo largo del corredor.

Proyecto geométrico e ingeniería básica.- Elaboración del proyecto ejecutivo de trazo, perfil, gálibos, depósitos y talleres de mantenimiento de la línea; determinación del programa arquitectónico de las estaciones y talleres de la línea; elaboración del proyecto de afectaciones; elaboración del anteproyecto hidráulico funcional para las líneas primarias de agua potable y drenaje que interfieren con el trazo de la línea.

Puente vehicular calzada ermita Iztapalapa – Avenida 5.- Estudios de ingeniería de tránsito; estudios de ingeniería vial y de transporte; proyecto geométrico de ingeniería vial; proyecto ejecutivo; proyecto ejecutivo de desvíos de instalaciones municipales y privadas; ingeniería de costos para la integración de la licitación de Obra Civil.

Puente vehicular Calzada de Tlalpan – EJE 8 SUR.- Estudios de ingeniería de tránsito; estudios de ingeniería vial y de transporte; proyecto geométrico de ingeniería vial; proyecto ejecutivo; proyecto ejecutivo de desvíos de instalaciones municipales y privadas; ingeniería de costos para la integración de la licitación de Obra Civil.



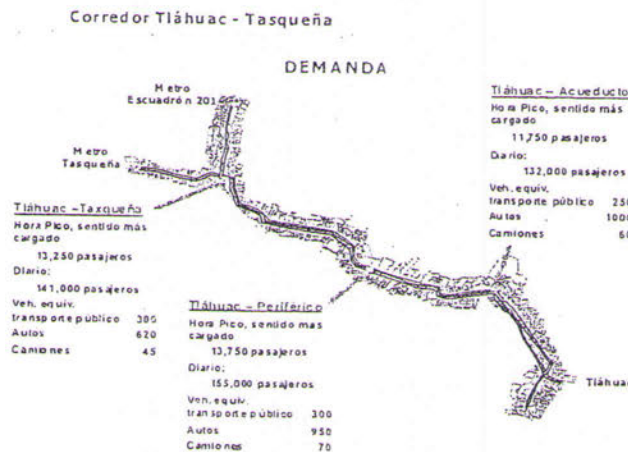
Conforme al trazo de la alternativa Tláhuac – Mixcoac, los productos resultado de estos estudios son coincidentes y en su caso aplicables a la alternativa Acoxa – Mixcoac, en el tramo: La Virgen - Mixcoac en una longitud de 13.1 km. Siendo esta información relevante para efectos de programación del desarrollo de la obra.

**4.2 ESTUDIO PARA PROYECTO DE METROBÚS EN LOS CORREDORES TLÁHUAC-TAXQUEÑA Y SANTA MARTHA-MIXCOAC (EJE 8 SUR).**

En virtud de la problemática del transporte en la zona sur-poniente de la ciudad, y de la implementación de corredores de transporte tipo metrobús, se realizaron estudios de demanda en dos corredores, que impactan directamente a los trazos propuestos de la línea 12 en el año 2003 el corredor Tláhuac – Taxqueña y en el 2004 Santa Martha Mixcoac.

**4.2.1 TLÁHUAC-TAXQUEÑA**

En el marco del proyecto de "Calidad del aire y transporte para el Área Metropolitana de la Ciudad de México" y con financiamiento del Banco Mundial, Global Environmental Fund (gef), Conserva y Fideicomiso Ambiental; se realizó un estudio para establecer un sistema BRT (Bus Rapid Transit) en el corredor Tláhuac-Taxqueña, la demanda se determinó, con base el modelo de transporte en EMME/2 teniéndose como resultados; una demanda en el tramo Tláhuac-Taxqueña de 141,000 pasajeros. Al respecto se evaluaron diferentes escenarios, destacándose que bajo un esquema de reestructuración de rutas de servicio colectivo y adecuación de tarifas la demanda varía a 301,006 usuarios con una tarifa de \$2.00 (similar a la del Metro), a 232,105 usuarios para una tarifa de \$3.50, de donde se concluye que en términos de demanda, el corredor Tláhuac es una mejor opción, que el corredor periférico sur (Acoxa).



Resultados del estudio del corredor Tláhuac – taxqueña

**DEMANDA EN RUTAS DE COLECTIVOS EN EL CORREDOR TLÁHUAC – TAXQUEÑA.**

Con el fin de validar los rangos de demanda y el potencial del corredor Tláhuac – Taxqueña, se revisó el parque vehicular y rutas de transporte colectivo autorizados que prestan servicio total o parcialmente en el corredor, determinándose la operación de 7 rutas (14, 35, 37, 44, 50, 56 y 94), con un parque vehicular en operación de 860 unidades entre autobuses, microbuses y vagonetas; de donde se estimó una demanda atendida de 228,000 usuarios, de donde se confirma su potencial actual de demanda.

*(Handwritten signatures and initials)*



**4.2.2 SANTA MARTHA-MIXCOAC (EJES 8 SUR).**

En el 2004 la Secretaria del Medio Ambiente contrató a empresa ETEISA para realizar un estudio de factibilidad para la implantación de un servicio tipo metrobús en los ejes 7 y 8 sur del que se concluyeron los siguientes resultados:

Indicadores de operación.- La longitud de las rutas varía de 5 km a 28 km, con una longitud promedio de 13 km; las frecuencias varían entre 2 y 40 autobuses por hora, con un promedio de 13 vehículos por hora; se observa poca diferencia entre las frecuencias durante horas pico y horas valle; las velocidades comerciales en hora pico de la mañana varían entre 4.5 kph y 25 kph, con un promedio de 13 kph.; los índices de rotación varían entre 3.5 y 1, siendo predominantes las rotaciones bajas; los índices de pasajeros – kilómetro varían entre 0.31 y 6.5, con un promedio de 2.15; el estimado de flota actual es de 1990 unidades (60% microbuses, 30% buses y 10% minibuses).

Trazo del corredor.- La Mejor alternativa de trazo, corresponde parcialmente, al trazo original de la línea 12 es decir Eje 7 sur (Zapata), División del Norte, Eje 8 sur (Ermita Iztapalapa),

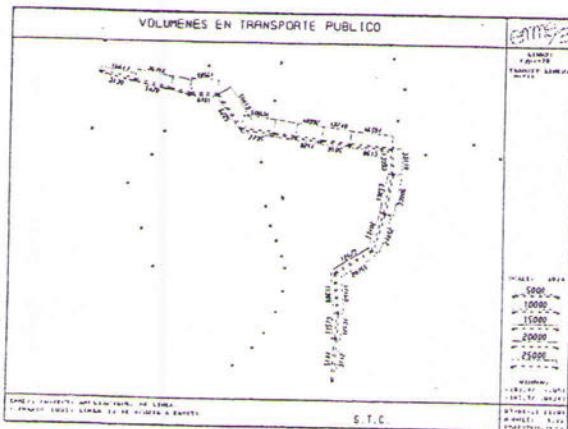
Demanda.- Con apoyo del modelo de transporte TRANUS, se determino en el corredor, una demanda estimada de 313,000 usuarios en el recorrido troncal; una carga actual 16,053 pasajeros por hora por sentido; una carga esperada al inicio de la operación (estimada entre 2006 y 2008) de 18,000 pasajeros por hora por sentido y una carga una vez estabilizada la demanda (para el 2008 – 2009) de 22,700 pasajeros por hora por sentido.

De lo anterior, se deduce la importancia de cubrir con un sistema de transporte masivo con un corredor que comunique el poniente con el oriente al sur de la ciudad, lo que es factible con la línea 12 del Metro, que permitiría adicionalmente un cobertura sur – norte con correspondencia de ambas en la estación Del Paso.

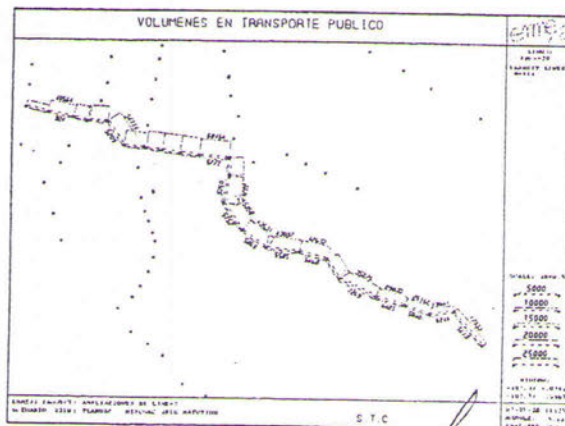
**4.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA DEMANDA CON EL EMME/ 2 (2007).**

Dada la importancia en magnitud de viajes en el corredor Tláhuac y su factibilidad de liga con el trazo original de la línea 12 en calzada de la Virgen, con la aplicación del modelo EMME/2 se evaluaron las alternativas Acoxta – Mixcoac y Tláhuac - Mixcoac, concluyendose que la opción de mayor demanda con un rango de 360, 000 a 400,000 mil usuarios al día, es la opción Tláhuac; en tanto que la de Acoxta e la demanda fluctúa en el rango de 250,000 a 310,000 mil usuarios en el mismo período, considerando las opciones, si hay o no reordenamiento o no de transporte de superficie.

**CONFIGURACIÓN DE ERMITA A ACOXTA**



**CONFIGURACIÓN DE ERMITA A TLÁHUAC**



Análisis de sensibilidad de la demanda con el modelo emme 2.



Por otra parte y para efectos de identificar a partir de Acoxta y Tláhuac el destino mínimo de la línea, se analizó el impacto hacia los puntos de correspondencia; Zapata, Ermita y Del Paso; teniéndose como opción mínima, la estación Ermita con los siguientes resultados: Acoxta – Ermita, 270,000 usuarios más a la red del Metro, incremento de afluencia en línea 7 y disminución de la congestión en líneas 2, 3 y 9; en cuanto a la opción de Tláhuac – Ermita, el incremento de afluencia a la red de Metro es de 360,000, usuarios e incremento de afluencia a la línea 7 mayor en comparación con la opción a la alternativa a Acoxta así como descongestión de las líneas 2, 3 y 9. por lo tanto, bajo este análisis la mejor opción mínima sería de Tláhuac – Ermita.

De igual manera, se analizó con el EMME/2 las configuraciones en "cruz" (Línea 8 Tláhuac – Garibaldi); y en "escuadra" (Línea 12 Tláhuac – Mixcoac).

De los resultados de la simulación para el periodo de 3 hrs de máxima demanda, se destaca que la afluencia total en la red es 1'208,524 usuarios para la alternativa en escuadra, ligeramente superior a la alternativa en cruz.

SOLUCION	AFLUENCIA TOTAL DE LA RED 3 HORAS	AFLUENCIA LINEA 8	AFLUENCIA LINEA 12	AFLUENCIA TRAMO MAS CARGADO LINEA 8	AFLUENCIA TRAMO MAS CARGADO LINEA 12
ESCUADRA	1'208.524	63.914	101.321	39.434	63.120
CRUZ	1'205.230	107.271	67.500	60.889	51.141

Además, se destaca de la alternativa en cruz, que los usuarios que actualmente se desplazan de Constitución de 1917 al centro de la ciudad y viceversa estimada en 60,000 usuarios, tendrían que realizar un transbordo en la estación Del Paso, generando posible malestar ya que en condiciones actuales, su viaje es directo.

#### 4.4 OTROS ESTUDIOS.

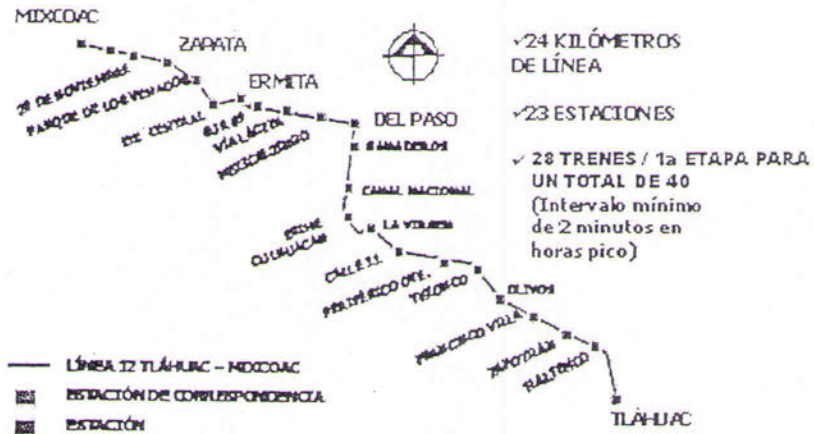
Otros estudios relacionados en torno a la definición del origen – destino y trazo de la línea 12 al sur - poniente de la ciudad son: la "Encuesta de movilidad de usuarios en la red del stc" y los "Estudios de opinión realizados por los jefes delegacionales de Tláhuac e Iztapalapa. Respecto a los resultados preliminares del primer estudio, se tiene que los principales destinos de la línea 8 son las delegaciones: Cuauhtémoc (28%), Iztapalapa (26%), Iztacalco (11%), Miguel Hidalgo (6%) y Venustiano Carranza (4%) es decir el 75% de los destinos de los viajes se concentra en estas 5 delegaciones, cuyos orígenes principales son las delegaciones Iztapalapa (54%), Cuauhtémoc (18%) e Iztacalco (13%), de donde se concluye que la demanda, se ha consolidado y se concentran en una área de influencia a lo largo de la línea por lo que no se estima conveniente, modificar el trazo actual de la línea 8 (alternativa en cruz, descrita en el punto 4.3). De los estudios de opinión en las delegaciones de Tláhuac e Iztapalapa, se observa una alta aceptación sobre el trazo de la línea 12 en estas delegaciones, en las que respectivamente, 110,000 y 226,000 habitantes han manifestado su aceptación al proyecto de la línea 12 para el origen – destino y trazo Tláhuac – Mixcoac.

#### 4.5 OPERACIÓN.

De los análisis preliminares se tiene que las opciones analizadas Acoxta – Mixcoac y Tláhuac Mixcoac, presentan las siguientes características de origen – destino y trazo, que inciden en la operación de la Línea 12

*[Handwritten signatures and notes]*



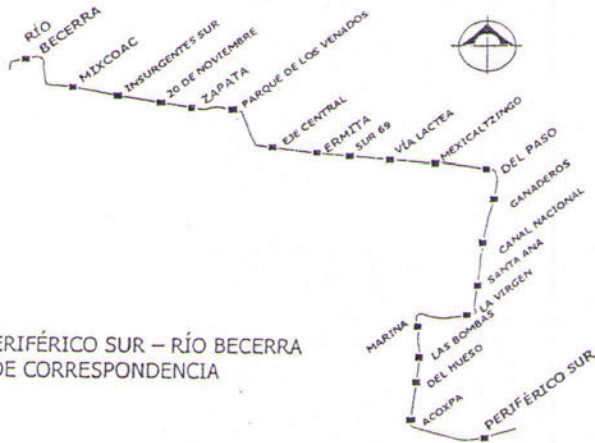


✓ 24 KILÓMETROS DE LÍNEA

✓ 23 ESTACIONES

✓ 28 TRENES / 1a ETAPA PARA UN TOTAL DE 40 (Intervalo mínimo de 2 minutos en horas pico)

Alternativa Tláhuac - Mixcoac



✓ 21 ESTACIONES

✓ 35 TRENES (Intervalo mínimo de 2 minutos en horas pico)

✓ 21.4 KILÓMETROS DE LÍNEA

LÍNEA 12 PERIFÉRICO SUR - RÍO BECERRA  
ESTACIÓN DE CORRESPONDENCIA  
ESTACIÓN

Alternativa Acoxa - Mixcoac

Sobre la base del trazo, demanda estimadas y experiencia en la operación de la red del Metro, se determinó conveniente considerar para la óptima operación de la línea, el siguiente equipamiento básico.

Trenes :

- De rodadura férrea o neumática
- De 9 vagones c/u
- 20 trenes al inicio de la operación (intervalos de 4 minutos)
- 39 trenes operando a máxima capacidad (intervalos de 2 minutos)

Puesto de control de Línea: (PCL)

Pilotaje Automático: PA 135 KHz numérico o equivalente

Estaciones de rectificación: 12 ó 13 de 4000 KVA.

Alimentación de energía eléctrica: en alta tensión 230 KVA, (Tarifa HT)

Señalización: en línea

Radiotelefonía: Carrier 90KHz THF Modernizado



## 5. COMPARATIVO.ACOXPA (XOCHIMILCO) – TLAHUAC

5.1 ACOXPA – MIXCOAC.- De esta opción se destacan los siguientes aspectos:

La problemática vial y falta de espacio disponible para la ubicación de la terminal en la lateral del Periférico Sur; resistencia de las asociaciones de colonos de la zona a la construcción de la línea; afluencia de usuarios relativamente baja; problemas con la disponibilidad de terrenos para la construcción de estaciones y centros de transferencia modal.

5.2 TLÁHUAC – MIXCOAC.- De esta opción se destacan los siguientes aspectos:

Ayuda a lograr un mejor balance entre las líneas existentes del Metro, principalmente, descongestionando la línea 2 Taxqueña – Toreo; realiza la conectividad del Metro en el sur de la Ciudad, potenciando el desempeño de la red; atiende el corredor de transporte Centro-Iztapalapa-Tláhuac-Milpa Alta (y eventualmente Chalco) hoy carente de infraestructura y medios, con importante presencia de población de bajos ingresos; atiende directamente a Tláhuac, hoy sin servicio de Metro, e indirectamente a Milpa Alta y Xochimilco; amplía el servicio disponible a Iztapalapa, la delegación más poblada del DF; proporciona opción de enlace para el transporte metropolitano desde Chalco; disponibilidad de terrenos para estaciones, para una terminal y un centro de transferencia modal.

### 5.3 OTRAS CONSIDERACIONES GENERALES

La delegación de mayor impacto de la alternativa Acoxpa – Mixcoac es la delegación Xochimilco, misma que presenta las siguientes características, respecto de la delegación Tláhuac.

- Oferta actual de tren ligero con posibilidad de mejorar su captación a través de: Incremento de trenes; incremento de vagones por tren; prolongación viable a San Fernando; confinamiento de cruces; ampliación de las dos terminales (tres vías dos andenes).
- Escasez de terrenos para los centros de transferencia modal, talleres y garages.
- Oferta vial y de transporte mayor que Tláhuac.
- menor demanda estimada de usuarios.
- Oposición vecinal por el impacto de obra Metro
- Incremento reciente de la infraestructura vial con el eje transmetropolitano
- Pérdida de la inversión en infraestructura que se tiene con el tren ligero
- Opinión desfavorable de medio ambiente y desarrollo urbano por ser reserva ecológica y patrimonio cultural de la humanidad


## 6. CONSTRUCCIÓN Y COSTOS

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

De los estudios de exploración geotécnica, mencionado en el punto 4.1, se tiene que en la zona de influencia del trazo de la línea 12 se observan tres zonas: Zona del Lago; formada principalmente por arcillas de baja resistencia, alto contenido de humedad, y gran deformabilidad, de espesor variable de entre 20 a más de 100 m.; zona de lomas, formación de alta resistencia y poca humedad, constituida por materiales, arenosos y roca de diversa calidad y zona de transición con intercalaciones de lentes de arcilla de espesor variable, lentes arenosos y limo – arenos, zona de gran heterogeneidad, susceptible de presentar problemas de agrietamientos.

### SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.

Cajón subterráneo.- sección rectangular que no inducirá deformaciones por sobrecarga, su comportamiento en zona de lago es adecuado, ya que se comporta de acuerdo al hundimiento regional, y su mantenimiento es mínimo o nulo. En zona de transición, puede soportar deformaciones diferenciales y de acuerdo a su posición respecto al suelo duro, las deformaciones serían mínimas.



ANÁLISIS TÉCNICOS JUSTIFICATIVOS



Viaducto elevado.- En zona de lago, se requiere de una cimentación con pilotes, de fricción, cuyo comportamiento es incierto debido a que los apoyos se mueven diferencialmente e inducen deformaciones en las estructuras, instalaciones fijas y desgaste adicional al material rodante, requiere supervisión y mantenimiento continuo. En la zona de transición, se requiere una solución con pilas o pilotes de punta, lo que inducirá deformaciones en la superficie, se presentan deformaciones diferenciales entre apoyos, siendo crítico por la heterogeneidad del suelo de apoyo, inducen deformaciones en las estructuras, instalaciones fijas, y desgaste adicional al material rodante, requiere supervisión y mantenimiento continuo.

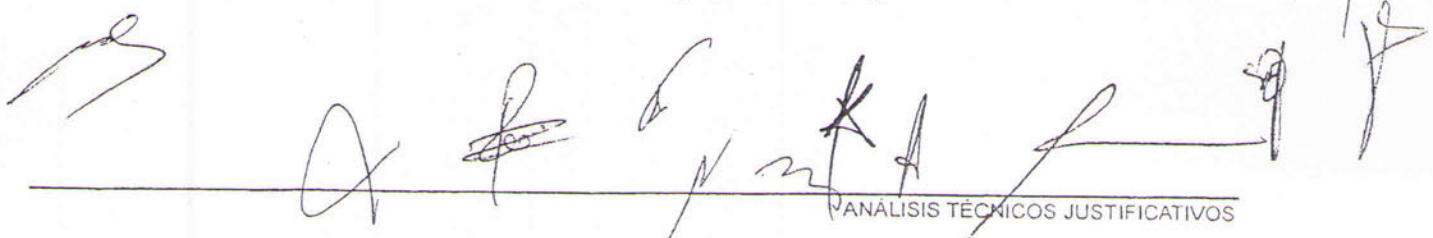
Con base en lo anterior y a las experiencias en el comportamiento de las líneas y tramos elevados (casos críticos de las líneas A, B y 4), así como por la falta de sección a nivel a lo largo del trazo principalmente de la alternativa Tláhuac - Mixcoac, se recomienda la construcción de una línea totalmente subterránea.

Se destaca, que la obra de la línea 12, traerá como beneficio directo obras de infraestructura complementaria, necesarias tales como: construcción de tres centros de transferencia modal, modernización de 18 cruces conflictivos, coincidentes con el trazo de la línea, cambio de imagen de la avenida a lo largo del trazo seleccionado, construcción de obras de drenaje, reforestación; reforestación de la zona sur - poniente de la ciudad, principalmente.

Por las características de la obra, se estima factible su construcción en un periodo de cuatro a cinco años pudiéndose construir por etapas, iniciando la operación por tramos de manera escalonada en el tiempo.

Así mismo, para una solución, de línea de metro subterránea, con las obras de infraestructura complementaria se estimó un costo de inversión del orden de \$13'200,000,000.00 (trece mil doscientos millones de pesos).

Con base a los considerandos mencionados, a los resultados de los análisis de la mejor información disponible al momento, y considerando que la alternativa de que llegue el metro a Tláhuac presenta entre otros las siguientes ventajas: Ofrece alternativa a tres de las delegaciones que tienen la menor oferta de infraestructura vial primaria (Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco); atiende el corredor de transporte centro - Iztapalapa - Tláhuac - Milpa Alta (y eventualmente Chalco), hoy carentes de infraestructura y servicios con importante presencia de población de bajos ingresos; ofrece una solución a los habitantes de la zona sur - oriente, ante falta de transporte masivo; en términos de eficiencia, en la alternativa a Tláhuac: a) Se reducirá de dos horas a 45 minutos el tiempo de viaje al centro por las demoras acumuladas por la ineficiencia de servicios de transporte colectivo; b) Ofrece diversas opciones de conexión de Tláhuac con las principales zonas de servicios, empleo, educación y recreación de la ciudad; así mismo en esta alternativa se tiene una mayor captación inicial de 367 mil usuarios en día laborable (49 % mas que la opción a Xochimilco); que Xochimilco cuenta con seis estaciones del tren ligero y Tláhuac no cuenta con transporte masivo; desde el punto de vista social, se tiene la aceptación ciudadana, mientras la alternativa Xochimilco infiere una oposición de grupos ambientalistas; se amplía el servicio disponible a Iztapalapa que es la delegación más poblada del Distrito Federal; , en Tláhuac, se cuenta con disponibilidad de área para talleres y depósito (se requieren de 190,000 m2); Se emite el siguiente:







## DICTAMEN TÉCNICO

### PRIMERO

La alternativa de Origen – Destino y trazo para la línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo que presenta la mayores ventajas en términos de beneficio social, captación de demanda estimada, conectividad y eficiencia de la red actual del Metro, disponibilidad y factibilidad de espacios para la ubicación del centro de transferencia modal, encierro y terminal es la alternativa con origen en Tláhuac y destino en Mixcoac con el siguiente trazo: partiendo de la terminal en Tláhuac ubicada en la Av. FC San Rafael Atlixco a la altura de el paraje denominado el triangulo, continua hacia el norte, por la Av. Tláhuac; continua a la izquierda por la Av. Santa Ana; vuelta a la derecha en el Eje 3 Oriente (cafetales - arneses); Vuelta a la Izquierda en el eje 8 sur (Ermita Ixtapalapa - Popocatepetl); vuelta a la derecha en Av. División del Norte; vuelta izquierda en en el 7 Sur (felix Cuevas); continua por Extremadura hasta pasando el cruce con la Av. Revolución en donde se localiza la terminal Mixcoac.

### SEGUNDO

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos, lineamientos y estrategias establecidas en el Programa General de Desarrollo 2007 – 2012, así como una optima operación e integración de la línea 12 a la red de Metro, se deberán realizar los estudios de demanda, ingeniería de detalle de la línea y el proyecto ejecutivo, considerando los siguientes criterios mínimos de diseño: Mínima distancia en transbordos en estaciones de correspondencia y terminales; facilidades de acceso y movilidad para personas con discapacidad; alternativas de integración del comercio formal e informal en terminales, estaciones y zonas aledañas; posibilidad de desarrollo inmobiliario en terminales y estaciones; preparaciones para continuidad de la red en terminales; reordenamiento del transporte en el corredor y puntos de transferencia modal; infraestructura planeada en función de la experiencia de las áreas sustantivas en las líneas actuales y necesidades de operación y mantenimiento línea; consideración de áreas de estacionamiento para bicicletas en la terminal Tláhuac y estaciones así como el diseño de ciclopistas a lo largo de la ruta.





Dictamen Técnico dado en la Ciudad de México, Distrito Federal a los 27 días del mes de junio del dos mil siete los que en el intervinieron.



DICTAMEN TÉCNICO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN – DESTINO Y TRAZO DE LA LÍNEA 12 DEL METRO AL SUR - ORIENTE DE LA CIUDAD DE MEXICO

